

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inv.

~~380~~

üftung

izungs, und



Sammlung Göschel Band 343

# SAMMLUNG GÖSCHEN

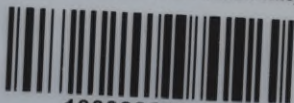
UNSER HEUTIGES WISSEN IN KURZEN,  
KLAREN, ALLGEMEINVERSTÄNDLICHEN  
EINZELDARSTELLUNGEN

ZWECK UND ZIEL DER „SAMMLUNG GÖSCHEN“  
ist, in Einzeldarstellungen eine klare, leichtverständliche  
und übersichtliche Einführung in sämtliche Gebiete der  
Wissenschaft und Technik zu geben; in engem Rahmen,  
auf streng wissenschaftlicher Grundlage und unter Be-  
rücksichtigung des neuesten Standes der Forschung bear-  
beitet, soll jedes Bändchen zuverlässige Belehrung bieten.  
Jedes einzelne Gebiet ist in sich geschlossen dargestellt,  
aber dennoch stehen alle Bändchen in innerem Zusammen-  
hange miteinander, so daß das Ganze, wenn es vollendet  
vorliegt, eine einheitliche systematische Darstellung unseres  
gesamten Wissens bilden dürfte.

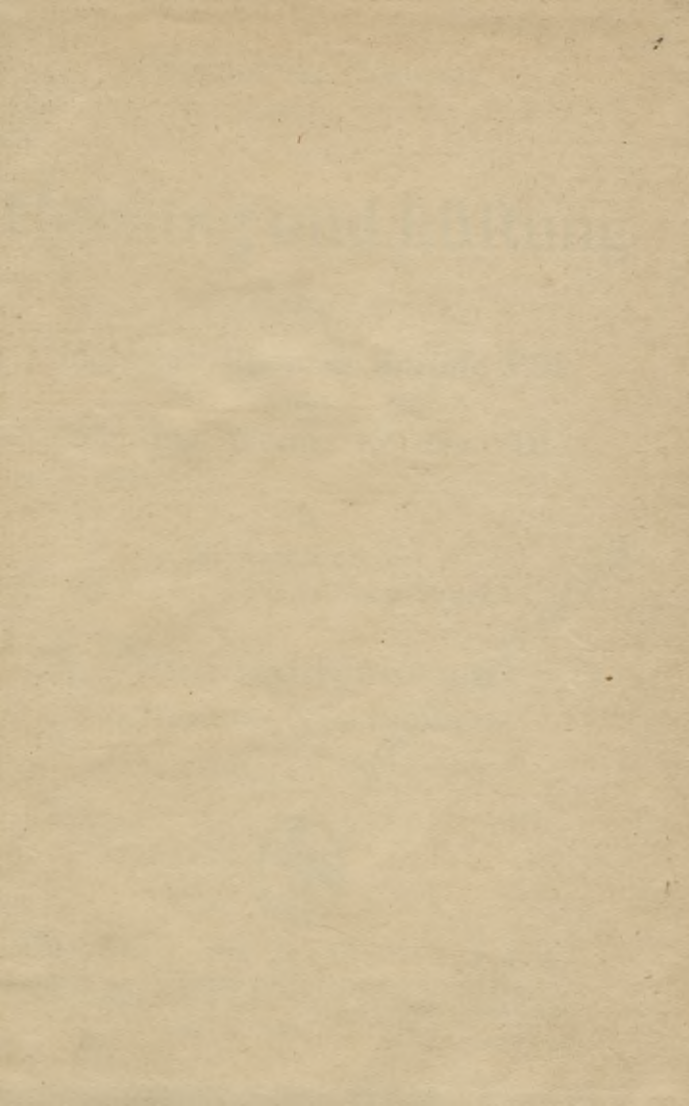
Jed  
101

Biblioteka Politechniki Krakowskiej

Preis:  
RM 33.75,



100000296081





Sammlung Göschen

---

# Heizung und Lüftung

Von

Ingenieur Johannes Körting VDI

und

Dipl.-Ing. Werner Körting VDI

II

Die Ausführung der  
Heizungs- und Lüftungsanlagen

Sechste, neubearbeitete Auflage

Mit 147 Abbildungen und 7 Zahlentafeln



W a l t e r d e G r u y t e r & C o .

vormals G. J. Göschen'sche Verlagshandlung · J. Guttentag, Verlags-  
buchhandlung · Georg Reimer · Karl J. Trübner · Veit & Comp.

Berlin 1936 Leipzig

DIPL.-ING. W. KOŁOMYJSKI

Verlagshandlung Göttingen

Verlagshandlung Göttingen



~~I 380~~

Alle Rechte, insbesondere das Übersetzungsrecht,  
von der Verlagshandlung vorbehalten.

Archiv-Nr. 11 0343



I 301634



Druck von Walter de Gruyter & Co., Berlin W 35.

Printed in Germany.

Akc. Nr.

~~1281~~ / 51

BPK-B-127/2017

# Inhalt

Seite

## I. Teil. Ausführung der Einzelheizungen.

Abschn.	1. Kamine .....	4
„	2. Eiserne Öfen .....	5
„	3. Kachelöfen .....	11
„	4. Gasheizöfen .....	14
„	5. Elektrische Einzelheizung .....	18
„	6. Leistung und Größenwahl der Öfen .....	19

## II. Teil. Ausführung der Luftheizungen.

Abschn.	7. Feuerluftheizungen .....	21
„	8. Nebenteile der Luftheizungen .....	26
„	9. Luftherhitzer für Großraumheizung .....	31

## III. Teil. Ausführung der Warmwasser- und Dampfheizungen.

Abschn.	10. Heizkessel für Warmwasser- u. Niederdruck-Dampfheizungen	34
„	11. Auswahl der Heizkessel .....	46
„	12. Zubehör der Heizkessel .....	48
„	13. Sicherheitsvorschriften für Warmwasserheizungen .....	51
„	14. Ausdehnungsgefäße der Warmwasserheizungen .....	53
„	15. Verbrennungsregler .....	54
„	16. Heizkörper .....	58
„	17. Rohrleitungen .....	69
„	18. Anschluß und Regelung der Heizkörper .....	78
„	19. Fernleitungen .....	86
„	20. Zubehör der Fernleitungen .....	90
„	21. Anschluß der Einzelanlagen an Fernheiznetze .....	94
„	22. Wärmeaustauscher .....	96
„	23. Pumpen für Warmwasserheizungen .....	98
„	24. Wärmeschutz .....	100

## IV. Teil. Ausführung der Lüftungsanlagen.

Abschn.	25. Ausbildung der Kanäle .....	103
„	26. Lüfter .....	105
„	27. Wetterfertiger .....	108
„	28. Aufbau der Wetterfertiger .....	111

## V. Teil. Bauarbeiten.

Abschn.	29. Ausführung der Hausschornsteine .....	114
„	30. Bauarbeiten an Heizungsanlagen .....	116
„	31. Wärmesparendes Bauen .....	119
„	32. Beurteilung der Entwürfe und Überwachung der Ausführung	121
Sachverzeichnis .....		125

## I. Teil.

# Ausführung der Einzelheizungen.

## Abschnitt 1. Kamine.

Die einfachste Form der Einzelheizung ist der Kamin (die Esse des Schmiedefeuers). Er besteht aus einer offenen Feuerstelle mit dem darüber angeordneten Rauchfang, der unmittelbar zum Schornstein führt. Auf dieser Feuerstelle werden feste Brennstoffe in offener Flamme verbrannt. Bei Verwendung von Holz liegt der Brennstoff unmittelbar auf dem Steinboden oder einem Flachrost, bei Kohle und Koks in einem eisernen Feuerkorbe (Abb. 1).

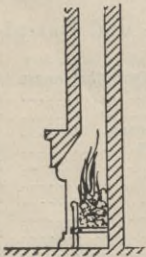


Abb. 1. Kamin mit Feuerkorb.

Da eine Regelung einer derartigen offenen Verbrennung fast unmöglich ist und zudem nur die strahlende Wärme der Flamme ausgenutzt wird, während die Leitungswärme, die beim Ofen wirksam ist, durch den Schornstein verloren geht, ist die Auswertung des Brennstoffes nur sehr gering.

Zur Erzielung und Erhaltung einer einwandfreien Verbrennung sind bei Kaminen sehr weite Schornsteine erforderlich, sodaß mit den Verbrennungsgasen unvermeidbar große Luftmengen abgeführt werden. Infolge dieser Luftbeimengungen besitzen die Abgase nur geringe Temperatur, sodaß bei ungünstigen Windverhältnissen leicht Rückschläge eintreten, die die Rauchgase in die Räume zurücktreiben. Zudem hört nach Erlöschen des Kaminfeuers der starke Luftabzug nicht auf, sodaß die Räume sehr schnell ausgekühlt werden.

Um die Brennstoffausnutzung zu verbessern, führt man



mitunter die Abgase durch eiserne Rohre, die von entweder aus dem Raume oder dem Freien entnommener Luft umströmt werden (Kaminöfen) (Abb. 2). Hier wird auch also ein Teil der in den Abgasen enthaltenen Wärme durch Leitung (Konvektion) übertragen.

Infolge ihrer Nachteile verwendet man bei uns in Deutschland die Kamine nur vereinzelt und meistens nur dort, wo man sich an dem anheimelnden Anblick der offenen Flamme erfreuen will. In Ländern mit milderem, feuchtem und nicht zu stark wechselndem Klima (England) sind dagegen die Kamine sehr beliebt und werden als gesundheitsfördernd angesehen. Man empfindet die Temperaturunterschiede nicht so stark und hat sich an diesen Zustand gewöhnt, wenn auch gelegentlich kalte Winde recht unerfreuliche Erscheinungen mit sich bringen.

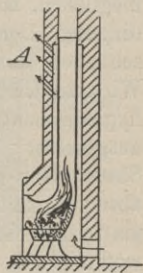


Abb. 2.  
Kaminöfen.

## Abschnitt 2. Eiserne Öfen.

Die eisernen Öfen gehören, wie die Kamine und Kaminöfen, zu den Heizvorrichtungen ohne Wärmespeicherung, da sie nach Erlöschen des Feuers alsbald erkalten. Die zur Beheizung der Umgebung erforderliche Wärme wird jeweils durch Verbrennung einer entsprechenden Brennstoffmenge erzeugt. Zur Vereinfachung des Betriebes sollen die Öfen so ausgebildet sein, daß in ihnen „Dauerbrand“ möglich ist, d. h. daß sie einen Füllraum besitzen, der mit einer größeren Menge Brennstoff beschickt wird, die entsprechend dem Wärmeverbrauch des Raumes abbrennt. Das verlangt eine gute Regelfähigkeit des Ofens. Selbstverständlich muß der Betrieb auch wirtschaftlich und hygienisch einwandfrei sein durch größtmögliche Brennstoffausnutzung und Vermeidung jeglicher Staub- und Geruchsbelästigung.

Nach jahrhundertelanger Entwicklung ist es heute gelungen, die Eisenöfen weitgehend diesen Forderungen anzupassen. Wertvolle Arbeit hat hierbei in den letzten Jahren die Vereinigung deutscher Eisenofenfabrikanten mit ihren Vorschriften, die für die Mitglieder bindend sind, geleistet.

Um eine ordnungsgemäße Regelung des Abbrandes zu ermöglichen, ist gute Beschaffenheit der Regelorgane Vorbedingung. Der Ofen muß überall dicht sein und die Türen gut schließen, damit nicht durch Eindringen von Nebenluft die Wirtschaftlichkeit herabgesetzt wird. Um einen einwandfreien hygienischen Betrieb zu gewährleisten, muß der Ofen derart ausgebildet sein, daß er leicht zu reinigen ist, und sich kein Staub oder Schmutz an Vorsprüngen oder Verzierungen absetzen kann. Neuzeitliche Öfen haben daher meistens glatte und einfache Oberflächen und sind vielfach emailliert, wodurch die Reinigungsmöglichkeit noch verbessert wird.

In allen Fällen, in denen schnelles Anheizen verlangt wird und kurze Heizzeiten vorkommen, oder, wo die Raumumwandlungen nur geringes Wärmespeicherungsvermögen besitzen, ist der Eisenofen anderen Ofenbauarten vorzuziehen. Da es infolge des Fehlens größerer Massen, die der Wärmespeicherung dienen, möglich ist, Eisenöfen großer Leistung verhältnismäßig klein auszuführen, werden sie in Gegenden, in denen es beim Wohnungswechsel üblich ist, mit den Öfen umzuziehen (Westdeutschland), fast ausschließlich verwendet.

Bei den heutigen eisernen Öfen haben sich, abgesehen von Sonderausführungen, z. B. für Holz-, Torf- und Sägespänefeuerung, grundsätzlich zwei Formen herausgebildet, die alle auf dem Markt vorkommenden Bauarten umfassen, die man

irische Öfen und

amerikanische Dauerbrenner

nennt. Leider hat man dabei die Namen zweier bedeutender deutschen Physiker, die diese Öfen zuerst entwickelten, nämlich Meidinger für den irischen und Wolpert für den amerikanischen Ofen, vergessen.

Den grundsätzlichen Aufbau eines irischen Ofens zeigt Abb. 3. Er wird entweder in eckiger Form aus sorgfältig zusammengepaßten Gußeisenplatten oder in runder Form mit einem Stahlmantel hergestellt. Der hierdurch entstehende Schacht dient als Füllraum zur Aufnahme einer größeren Brennstoffmenge, um längere Brenndauer ohne Nachfüllung zu erreichen. Die äußere Ofenwandung wird durch ein Schamottefutter vor zu starker Erhitzung geschützt. Nach dem Entzünden des Feuers auf dem Rost wird der Ofen bis zu  $\frac{2}{3}$  der Schachthöhe gefüllt. Man erreicht dadurch den sog. „Durchbrand“, wobei der Brennstoff langsam von unten nach oben ab-

brennt. Damit bei geöffneter Feuertür kein Brennstoff herausfallen kann, erhält der Ofen hinter dieser Tür einen Stehrost. Neuerdings wird statt dessen vielfach eine gußeiserne Vorstellplatte verwendet, an der sich die zusätzlich durch die Feuertür der Feuerung zugeführte Verbrennungsluft erwärmt. Der Hauptteil der Verbrennungsluft strömt von unten durch den Rost zu. Durch dieses sog. Zweitluftverfahren wird der Ofen zum Allesbrenner, d. h. er kann auch für langflammige Brennstoffe, die beim Verbrennen Schwelgase entwickeln, verwendet werden, da infolge des Zutritts der Zweitluft auch diese verbrannt werden. Die Leistung des Ofens wird durch die Verbrennungsluft, die durch im Querschnitt veränderbare Öffnungen in der Aschen- und gegebenenfalls auch der Feuertür zugeführt wird, geregelt.

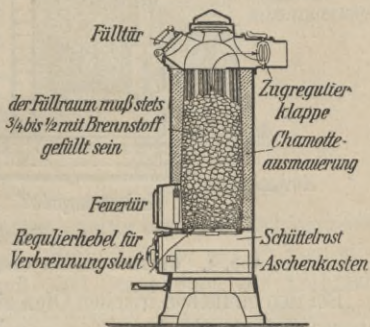


Abb. 3. Irischer Ofen.

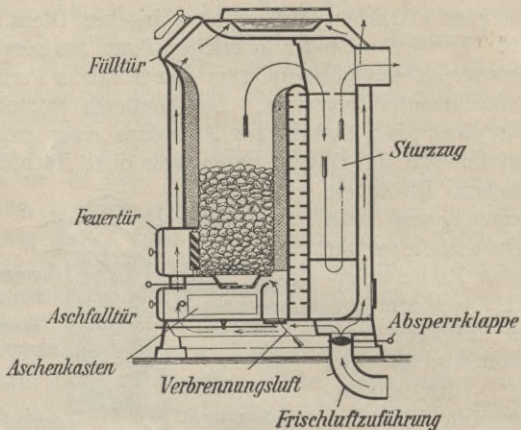


Abb. 4. Größerer irischer Ofen mit Sturzzug.

Bei den einfachen irischen Öfen ziehen die Abgase aus den oberen Teil des Verbrennungsschachtes unmittelbar in den Schornstein. Zur Erhöhung der Brennstoffausnutzung verlängert man bei großen Öfen den Weg der Abgase durch Rohrzüge. Abb. 4 zeigt einen irischen Ofen mit sog. Sturzzug. Die Abgase strömen aus dem Verbrennungsraum durch das angehängte Rohr zunächst nach unten und dann wieder nach oben zum Schornstein. In dem Zwischenraum zwischen Ofen und Mantel wird die zugeführte Frischluft, die wahlweise aus dem Freien oder aus dem Raum entnommen werden kann, erwärmt. Der Ofen kann also gleichzeitig Lüftungszwecken dienen.

Verlegt man die Rohrzüge für die Verbrennungsgase über den Verbrennungsraum, so entsteht die in Abb. 5 dargestellte Ofenform, die vornehmlich zur Großraumheizung, also für Fabrikräume, Säle usw. Verwendung findet.

Eine Sonderform des irischen Ofens ist in Abb. 6 gezeigt. Hier ist die Abführung der Verbrennungsgase so aus-

gebildet, daß oben eine Kochkachel eingebaut werden kann. Diese Ofenform ist namentlich im kleineren Haushaltungen sehr beliebt.

Die Öfen sollen so ausgebildet sein, daß sie längere Zeit im Dauerbrand betrieben werden können, d. h. daß sie

ohne Reinigung (Ausschlacken) weiter brennen. Es hängt sehr stark von dem verwendeten Brennstoff ab, wie oft man eine Reinigung vornehmen muß. Bei Verwendung von Anthrazit können sehr lange Dauerbrandzeiten erreicht werden, weil sich nur sehr wenig Asche bildet, die leicht durch den Schüttelrost entfernt werden kann.

Der Amerikanische Dauerbrandofen ist in Abb. 7 dargestellt. Der

Hauptunterschied zwischen diesem und dem irischen Ofen besteht darin, daß der Füllschacht

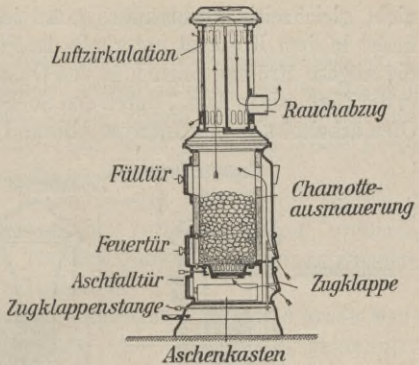


Abb. 5. Irischer Großraumofen.

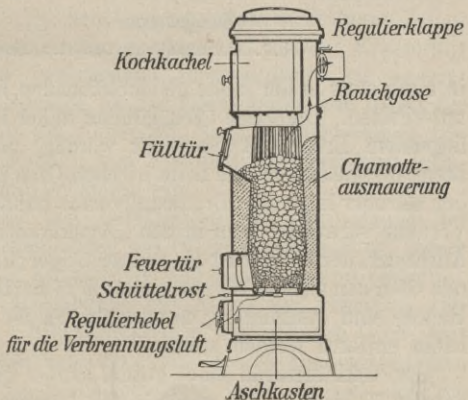


Abb. 6. Irischer Ofen mit Kochkachel.

nicht gleichzeitig Verbrennungsraum ist. Die Verbrennung findet in dem Korbrost unterhalb des Füllschachts statt, und die Abgase strömen seitlich in den Ofen, gegebenenfalls auch in die Züge, wie in Abb. 7 durch den Sockelzug angegeben. Der Ofen arbeitet also mit unterem Abbrand, d. h. das Feuer wird

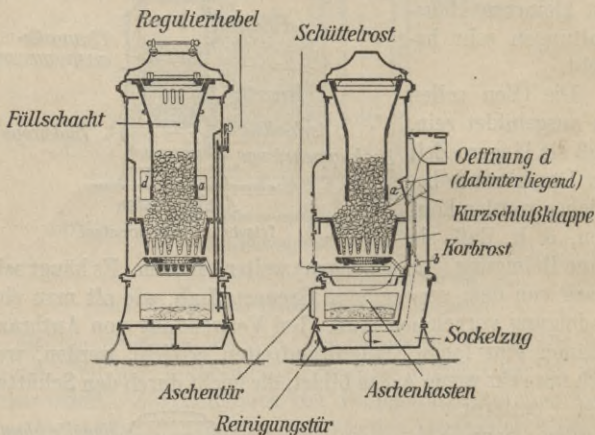


Abb. 7. Amerikanischer Dauerbrandofen.

in einer stets in der Höhe gleichbleibenden Brennstoffschicht unterhalten. Derartige Öfen können daher auch mit dichter liegendem Brennstoff beschickt werden, da sich die Verbrennungsgase nicht wie beim irischen Ofen ihren Weg durch den darüber liegenden Brennstoffvorrat bahnen müssen. Mit Vorliebe verwendet man in den „Amerikanern“ feinkörnigen Anthrazit, der billiger ist als grobstückiger, und der gestattet, den Ofen den ganzen Winter hindurch in Betrieb zu halten, da Rauch- und Rußbildung ausgeschlossen ist und die Asche leicht entfernt werden kann.

Der Wirkungsgrad eines guten, sauber gehaltenen Ofens beträgt 70 bis 80 v. H., wobei in den letztbeschriebenen Öfen der höhere Wert erreicht wird.

### Abchnitt 3. Kachelöfen.

Die Kachelöfen sind Öfen mit Wärmespeicherung, d. h. sie haben die Eigenschaft, verhältnismäßig schnell erzeugte Wärmemengen aufzuspeichern, sodaß der Ofen, wenn das Feuer erloschen ist, noch lange seine Wärme in milder Form an den zu beheizenden Raum abgibt.

In den meisten Fällen genügt ein einmal tägliches Hochheizen des Ofens durch Verbrennen einer größeren Brennstoffmenge, um für den ganzen Tag die notwendige Raumtemperatur durchzuhalten.

Das Wärmespeichungsvermögen wird durch große Mengen keramischer Werkstoffe (Kacheln, Ziegel, gebrannter Ton) erreicht, aus denen ein solcher Ofen aufgebaut wird. Damit ist, abgesehen von einigen Ausnahmen, die Ortsgebundenheit des Kachelofens gegeben.

Ebenso wie bei den Eisenöfen, hat auch im Kachelofenbau die technische Entwicklung große Fortschritte gezeitigt. Es sind Öfen von hohem Wirkungsgrad entstanden, indem die Feuerung neuzeitlichen wärmetechnischen Gesichtspunkten angepaßt wurde. Die heute im Gegensatz zu früheren Zeiten mehr oder weniger glatte Oberfläche ist aus der Erkenntnis entstanden, daß vorkragende Bekrönungen und anderer Zierat die Luftströmung an den Ofenwänden und damit die Wärmeabgabe an die Außenluft stark beeinträchtigen und gleichzeitig der Fortfall von Staubablagerungsflächen leichtere Reinigungsmöglichkeiten gibt.

Durch Einbau von Luftkanälen und Ausnutzung der Boden- und Rückenflächen des Ofens zur Beheizung, indem man den Ofen auf Füße stellte und von der Wand entfernte, hat man die Wärmeabgabe der Kachelöfen erheblich verbessern können. Einen derartigen neuzeitlichen Ofen zeigt Abb. 8. Der Feuerraum des Ofens, der aus Schamottesteinen hergestellt ist, ist verhältnismäßig hoch, obwohl sich die Fülltür dicht über dem Rost befindet. Über dem eingefüllten

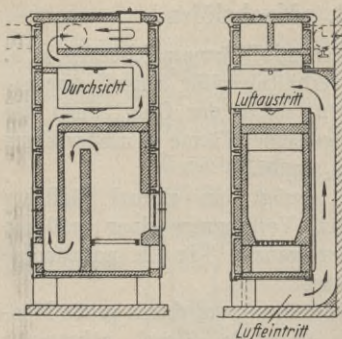


Abb. 8. Kachelofen.

Brennstoff verbleibt also ein größerer freier Raum, in dem sich die Verbrennungsgase innig mit der Verbrennungsluft mischen können. Deshalb kann der Luftüberschuß verringert werden und der Wirkungsgrad steigt. Die Feuergase durchströmen dann die Kanäle des Ofens in vielen Windungen und geben dabei ihre Wärme

an die Kacheln ab. Im oberen Teile des abgebildeten Ofens befindet sich eine eiserne Muffel, die durch die Verbrennungsgase von außen beheizt wird und den Zweck hat, eine Luftumwälzung vom Fußboden des Raumes durch den dargestellten Luftkanal herzustellen. Gleichzeitig kann sie auch dem Warmhalten von Speisen dienen.

Nachdem der Brennstoff abgebrannt ist, müssen die Füll- und Aschenfalltüren dicht geschlossen werden, damit kein Abströmen der aufgespeicherten Wärme zum Schornstein durch eintretende Luft erfolgt.

Die Außenflächen derartiger Kachelöfen bestehen meistens aus farbig glasierten Kacheln genormter Größe, die sehr leicht zu reinigen sind.

Eine andere Form des Kachelofens ist der sog. Einsatzofen (Abb. 9). Ein eiserner, nach Art der irischen oder amerikanischen Öfen arbeitender Dauer-

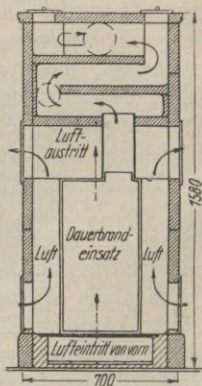


Abb. 9. Kacheleinsatzofen.



brandeinsatz ist frei in einem Kachelmantel aufgestellt, der derart ausgebildet ist, daß die Zimmerluft von unten nach oben zwischen Einsatz und Kachelwänden hindurchströmen und sich dabei erwärmen kann. Die Abgase aus dem Feuer- raum durchströmen ihrerseits in gesonderten Zügen den Kachelaufbau und erwärmen ihn. Diese Ofenform hat den Vorteil, daß die Erwärmung des Raumes schneller einsetzt

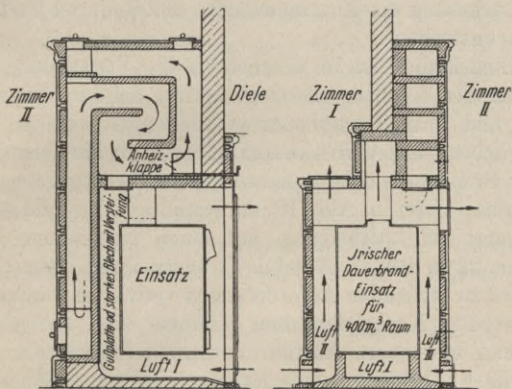


Abb. 10. Kachelofen für mehrere Räume.

als bei den gewöhnlichen Kachelöfen, deren große Massen erst langsam aufgeheizt werden und sich daher die Wärmeabgabe besser dem Wärmebedarf anpassen läßt.

Häufig werden derartige Kachelöfen zur Beheizung mehrerer nebeneinander liegender Räume benutzt, indem man sie in die Trennwände einbaut. Abb. 10 zeigt einen solchen Ofen, bei dem die Bedienung des hinter einer eisernen Vorsetzplatte stehenden Dauerbrandeinsatzes von der Diele aus erfolgt. Das hat den Vorteil, daß in den angrenzenden Räumen nur die glatten Kachelwände sichtbar sind und aus diesen die bei der Bedienung des Feuers unausbleibliche Verschmutzung ferngehalten wird.

Es bedarf keiner Frage, daß der Kachelofen in Wohnräumen einen sehr behaglichen Eindruck macht und deshalb gern gesehen wird. Gute Ausführungen aus glasierten Kacheln sind teurer als Eisenöfen gleicher Wärmeleistung. Auch muß man damit rechnen, daß nach einer Reihe von Betriebsjahren der Ofen abgebaut und neu gesetzt werden muß, da mit der Zeit infolge des wechselnden Warmwerdens und Erkaltes eine Lockerung des Zusammenhalts und dadurch Undichtigkeiten entstehen.

Grundsätzlich ist im Kachelofen die Verwendung jeden Brennstoffes möglich, allerdings müssen bei der Heizung mit Holz und Torf Sonderbauarten verwendet werden, die es ermöglichen, dem Verbrennungsraum die für die Verbrennung dieser Brennstoffe erforderlichen großen Zweitluftmengen zuzuführen. Der in Abb. 10 dargestellte Ofen bildet einen Übergang zur Luftheizung, auf deren Darstellung (Bd. I, Abschn. 22 u. Bd. II, Abschn. 7) wegen ihrer Eigenschaften und der zu stellenden Anforderungen verwiesen werden muß.

Um den Kachelofen dem eisernen Ofen anzugleichen, hat man bewegbare Ausführungsformen entwickelt, indem man die Kacheln in eiserne Rahmen einsetzte. Solche Öfen können aber niemals ein größeres Speicherungsvermögen haben, da die Massen der hierzu notwendigen keramischen Werkstoffe sonst zu groß und damit die Öfen zu schwer würden. Auch sind sie gegen Beschädigungen beim Transport sehr empfindlich. Sie haben sich deshalb in größerem Umfang nicht einführen können.

#### **Abschnitt 4. Gasheizöfen.**

Trotz ihrer vielen Vorteile — Bequemlichkeit, schnelle Betriebsbereitschaft, Sauberkeit — ist es der Gaseinzelheizung nicht gelungen, außer in Sonderfällen, — Übergangsheizung, Beheizung wenig benutzter Räume — in erfolgreichen Wettbewerb mit den festen Brennstoffen zu treten. Der Grund

dafür ist vor allem in den hohen Betriebskosten, dann aber auch in dem nicht ganz unberechtigten Einwand möglicher Vergiftungs- und Zerknallgefahren zu suchen. Da aber die in der letzten Zeit eingeschlagene Preisgestaltung der Gaswerke, sowie Verbesserungen der Ofenbauart geeignet erscheinen, die Einführung der Gaseinzelheizung zu fördern, seien die verschiedenen Gasheizofenformen kurz behandelt.

Die Wärmeabgabe der Gasheizöfen erfolgt entweder durch Strahlung oder durch Leitung oder durch Vereinigung beider. Die Strahlungsöfen benutzen die Strahlung einer Reihe leuchtender Gasflammen, der durch einen Metallspiegel (Reflektor) die Richtung gegeben wird, oder einer Anzahl durch Gasflammen zum Glühen gebrachter Glühkörper aus keramischen Stoffen. Da bei diesem Verfahren der größte Teil der erzeugten Wärme, 50 bis 80 v. H., mit den Abgasen verloren geht, ist man dazu übergegangen, die Öfen so auszubilden, daß auch die Abgaswärme weitmöglichst durch Wärmeleitung ausgenutzt wird.

Einen Gasofen mit Metallspiegel zeigt Abb. 11. Die

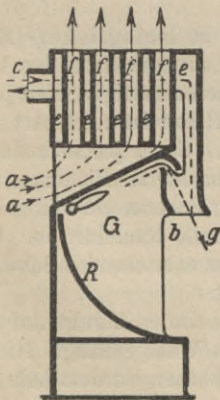


Abb. 11. Gasmetallspiegelofen.

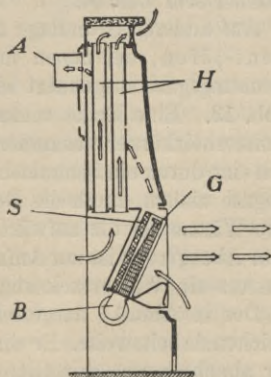


Abb. 12. Gaskaminofen (Askaniawerke).

strahlende Wärme der Brennerreihe  $G$  wird durch den Metallspiegel  $R$  aufgenommen und waagrecht in den Raum geworfen. Die heißen Abgase umströmen dann ein Bündel senkrechter Rohre  $f$ , in denen bei  $a$  zuströmende Luft erwärmt wird. Die Verbrennungsgase ziehen bei  $c$  in den Schornstein.

Bei dem in Abb. 12 dargestellten Gaskaminofen ist der Metallspiegel durch eine Reihe durchbrochener Glühkörper  $G$  aus Magnesia ersetzt, die durch darunterliegende Bunsenbrenner zur Hellrotglut erhitzt werden. Eine hinter den Glühkörpern angebrachte Schamottewand sorgt dafür, daß die Strahlung restlos dem Raume zugeführt wird. Die abziehenden Verbrennungsgase umströmen dann ebenfalls ein Rohrbündel  $H$ , in dem sie ihre Wärme abgeben, und ziehen bei  $A$  ab.

Da sich die Wärmestrahlen waagrecht über den Fußboden ausbreiten und unmittelbar nach Inbetriebsetzung des Ofens eine Erwärmung der unteren Luftschichten fühlbar wird, sind derartige Öfen in Übergangszeiten und zum Ausgleich plötzlich eintretender Temperaturstürze in Wohnräumen sehr beliebt.

Auf anderer Grundlage arbeiten die Heizglieder-(Element-)öfen, bei denen nur die Leitungswärme der Verbrennungsgase ausgenutzt wird. Einen derartigen Ofen zeigt Abb. 13. Eine Reihe senkrechter Rohre ist nach Art der Zimmerheizkörper zusammengesetzt. Unter jedem befindet sich eine durch ein Schauloch zu beobachtende Flamme. Die Abgase ziehen durch die Rohre zum Schornstein und geben ihre Wärme an die aufwärts strömende Raumluft ab. Vor dem Abzugsrohr ist zur Aufnahme des entstehenden Schwitzwassers ein Wassersack angebracht.

Der in Abb. 14 dargestellte Gasheizofen beruht auf der gleichen Arbeitsweise. Er wird an eine Wand gehängt. Hinter der abnehmbaren, mit Gitter  $e$  versehenen Vorderschale befindet sich die Heizkammer  $a$ , die durch den Gasbrenner  $f$

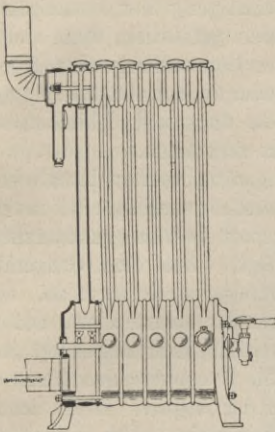


Abb. 13. Gasheizgliederofen  
(Meurer).

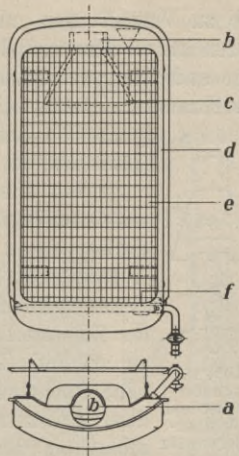


Abb. 14. Gasheizofen  
(Junkers).

erwärmt wird. Die Luft steigt vor und hinter der Heizkammer in die Höhe. Durch *b* ziehen die Abgase zum Schornstein, *c* ist die Rückstausicherung, auf deren Bedeutung hierunter eingegangen wird.

Häufig wird der richtigen Ableitung der Verbrennungsgase zu wenig Beachtung geschenkt. Da sich bei den Gasbrennern das Gas selbsttätig mit der erforderlichen Verbrennungsluft mischt, dient der Schornstein nicht zum Ansaugen der nötigen Luftmengen, sondern nur zur Abführung der Abgase. Damit diese nun nicht infolge zu großen Schornsteinzuges zu schnell, d. h. bevor sie ihre Wärme weitmöglichst abgegeben haben, abziehen, verwendet man in der Abgasleitung sog. Zugunterbrecher. Andererseits muß auch unbedingt vermieden werden, daß durch ungünstige Temperatur- oder Windverhältnisse in der Abgasleitung ein Rückstau entsteht, der die Gase in den Ofen zurücktreibt,

was zu Verpuffungen oder Belästigung der Rauminsassen führen kann. Das wird besonders gefährlich, wenn sich infolge undichter oder schadhafter Gasventile gewisse Mengen unverbrannter Gasé im Ofen oder in der Abgasleitung angesammelt haben, die dann u. U. plötzlich beim Anzünden des Ofens zerknallen.

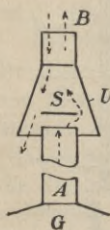


Abb. 15.  
Zugunterbrecher und Rückstausicherung für Gasgeräte.

In fast allen Gasgeräten werden deshalb heute mit einem Zugunterbrecher vereinigte Rückstausicherungen eingebaut, deren grundsätzlichen Aufbau Abb. 15 zeigt. Aus dem Gasgerät *G* ziehen die Verbrennungsgase durch *A* ab. *U* ist der Zugunterbrecher, der derart wirkt, daß bei zu starkem Zug seitlich Luft angesaugt wird. Eine Rückstauscheibe *S* schützt das Gerät vor dem Zurückströmen der Abgase. *B* ist der Anschluß an den Schornstein. Um ein sicheres Arbeiten dieser Einrichtung zu gewährleisten, sollten die Längen von *G* bis *U* und von *U* bis *B* jede mindestens 50 cm betragen.

### Abschnitt 5. Elektrische Einzelheizung.

Bei der Heizung mit elektrischer Energie findet man, wie bei der Gasheizung, die reine Strahlungsheizung und die Strahlungs- und Leitungswärmeübertragung nebeneinander. Benutzt wird bei der Strahlungsheizung die durch einen geeigneten Spiegelschirm (Reflektor) gerichtete und gebündelte Wärmestrahlung eines durch elektrischen Strom zum Glühen gebrachten Widerstandsdrahtes. Die einfachste Form dieser Heizgeräte ist die allerdings nur für kleinere Leistungen benutzte Heizsonne (Abb. 16). Die größeren elektrischen Widerstandsöfen, die grundsätzlich auch die Wärmestrahlung

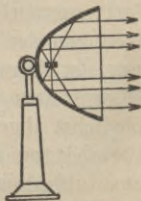


Abb. 16.  
Elektr. Heizsonne.

eines glühenden Drahtes verwenden, sind zumeist so ausgebildet, daß neben der durch Spiegelschirme bewirkten Strahlungsheizung auch eine Wärmeübertragung durch Leitung (Konvektion) stattfindet. Der Ofen ist dann derart gebaut, daß die Raumluft zwischen den Widerstandsdrähten hindurchströmen und sich dabei erwärmen kann.

Ein Beispiel der in vielfach verschiedenen Ausführungen gebauten

Widerstandsöfen zeigt Abb. 17. Der Ofen besteht aus einem an die Wand gehängten Blechgehäuse mit ge-  
 lochter Platte an der Vorderseite, durch die die erzeugte Wärme in den Raum tritt. Der Schnitt zeigt die neben-  
 einander liegenden, aus gewundenen Drähten hergestellten Heiz-

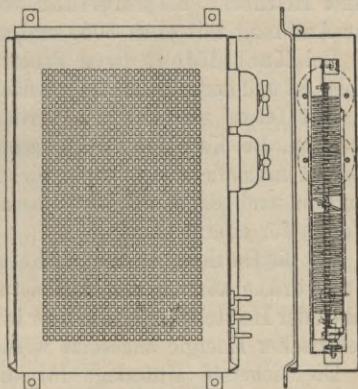


Abb. 17. Elektrischer Widerstandsöfen.

widerstände. Der Ofen kann durch die seitlich sichtbaren Schaltgriffe auf volle oder halbe Leistung gestellt werden.

Statt der zumeist nur schwach leuchtenden Widerstandsdrähte verwendet man auch eine Reihe stark wärmestrahrender Glühlampen, etwa Kohlenfadenlampen, und nutzt dadurch zugleich die angenehme Wirkung der Lichtstrahlen aus.

## Abchnitt 6. Leistung und Größenwahl der Öfen.

Grundlage für Errechnung der Heizleistung und die Größenwahl eines Ofens für feste Brennstoffe ist die wirksame Heizfläche, d. h. der Teil seiner Oberfläche, der auf der eine Seite durch den glühenden Brennstoff, die Ab-

gase oder die Ausstrahlung des Rostes erwärmt und auf der anderen Seite von der Raumluft bestrichen wird. Über die Größe der Heizfläche eines Ofens geben die Preislisten der Ofenhersteller Auskunft.

Im allgemeinen rechnet man bei irischen Öfen mit einer stündlichen Wärmeabgabe von etwa 4000 kcal je m<sup>2</sup> wirksame Heizfläche, bei amerikanischen Dauerbrandöfen für Anthrazit mit etwa 3000 kcal/m<sup>2</sup>.

Bei Kachelöfen, deren Feuerraum mit dem Ofen vereinigt ist und deren gesamte Oberfläche aus glasierten Kacheln besteht (etwa wie Abb. 8), werden rd. 800 kcal/m<sup>2</sup> angenommen. Bei Kachelöfen mit eisernem Dauerbrandeinsatz berechnet man die Heizleistung nicht nach der Kachelfläche, sondern nach der Größe des eisernen Einsatzes gemäß den Werten für eiserne Öfen.

Für die Heizleistung der Gasheizöfen und elektrischen Heizgeräte können die Heizleistungen nur nach den Angaben der Hersteller in kcal/h oder in kcal je m<sup>3</sup> Gas oder kWh elektrischer Energie angesetzt werden.

Die sicherste Unterlage für die Größenwahl eines Ofens gibt die in Band I angegebene Wärmebedarfsrechnung unter Berücksichtigung obiger Leistungsangaben bei Dauerbetrieb. Da aber in den meisten Fällen beim Ankauf eines Ofens kein Heizungsfachmann hinzugezogen wird, war es nötig, den Aufbau der Wärmebedarfsermittlung bei Einzelöfenanlagen wesentlich zu vereinfachen.

In dieser Hinsicht haben die Vereinigungen der Ofenhersteller sehr brauchbare Unterlagen geschaffen. So hat für die Größenauswahl eiserner Öfen die Vereinigung Deutscher Eisenofenfabrikanten in Kassel (VDEO) technische Richtlinien herausgegeben. Für Kachelöfen finden sich entsprechende Angaben in den „Tabellen zur überschlägigen Bestimmung der Heizflächen“ (Verlag A. Lüdtkke, Berlin SW 61), und für Gasöfen in der Veröffentlichung des Deut-



schen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern „Häusliche Gasfeuerstätten und Geräte usw.“. Für elektrische Öfen sind solche Hilfsmittel bisher nicht vorhanden. Die Zahlentafeln für Gasgeräte können hier aber gute Dienste leisten, weil bei beiden Geräteformen die volle Heizleistung fast unmittelbar nach Ingangsetzen des Ofens abgegeben wird.

Wegen der Knappheit des zur Verfügung stehenden Raumes muß auf die obigen Veröffentlichungen verwiesen werden.

Grundsätzlich ist zu empfehlen, den Ofen stets etwas größer, als der Rechnung entspricht, zu wählen. Infolge der häufig nicht sachgemäßen Behandlung und mangelnden Reinigung der Öfen tritt meist bald eine Beeinträchtigung der Wärmeabgabe ein, die durch übermäßiges Heizen auszugleichen versucht wird, wenn der Ofen zu knapp ist. Wirtschaftlicher ist es, in einem etwas größeren Ofen das Feuer etwas zu dämpfen, als dauernd mit zu hoher Wärmeabgabe zu arbeiten.

## II. Teil.

# Ausführung der Luftheizungen.

## Abschnitt 7. Feuerluftheizungen.

Die in Abschnitt 3 behandelten Einsatzkachelöfen zur Beheizung mehrerer Räume bilden, wie bereits erwähnt, den Übergang zur zentralen Feuerluftheizung. Diese vereinfachte Form der Luftheizung nimmt aber eine Sonderstellung ein, weil ihre Berechnung wegen des Fehlens eigentlicher Zu- und Abluftkanäle nicht nach dem in Band I, Abschnitt 23 angegebenen Verfahren erfolgt. Die Bestimmung der Heizleistung erfolgt vielmehr durch eine der Größe der strahlenden Kachelflächen bzw. der Luftaustrittsöffnungen entsprechende anteilige Verteilung der Gesamtheizleistung des eisernen Einsatzes auf die einzelnen Räume. Es sei hier aber

nochmals darauf hingewiesen, daß die im folgenden behandelten Grundsätze der Feuerluftheizungsöfen auch für die Mehrzimmerkachelöfen Geltung haben.

Bei der Ausführung der Feuerluftheizungsöfen sind folgende Punkte grundsätzlich zu beachten:

1. Die Bedienung der Feuerstelle muß stets außerhalb der Lufterwärmungskammern stattfinden.

2. Die Öfen müssen so ausgebildet sein, daß Undichtigkeiten, durch die sich die Verbrennungsgase mit der Heizluft mischen können, möglichst vermieden werden. Deshalb sollen

a) die dem Feuer unmittelbar ausgesetzten Ofenteile durch Ausmauerung mit feuerfestem Werkstoff vor zu starker Erwärmung geschützt sein,

b) die Zahl der Verbindungsfugen einzelner Ofenteile möglichst gering sein.

3. Die Öfen müssen innen und außen leicht gereinigt werden können, daher sind Waagerechflächen, auf denen sich Staub ablagern kann, und Winkel tunlichst zu vermeiden.

Einen allen vorgenannten Bedingungen entsprechenden Luftheizungsöfen, der sich vor allem für große Räume und Kirchen bewährt hat, zeigt Abb. 18. Der Ofen besteht mit

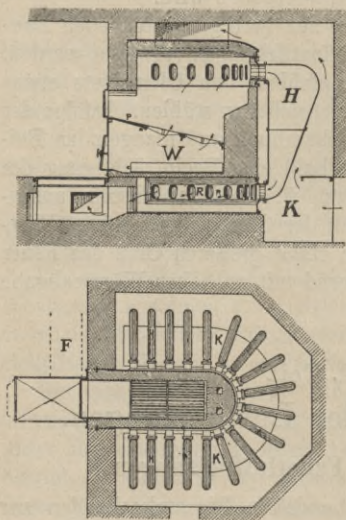


Abb. 18. Gußeis. Luftheizungsöfen in gemauerter Heizkammer (Kori).

den seitlich daran angesetzten Heizkästen *H* aus Gußeisen und ist in einer sorgfältig ausgemauerten Heizkammer aufgestellt. Der Feuerraum des Ofens ist mit einem Wärmeschutz aus feuerfesten Formsteinen ausgekleidet. Die Verbrennungsgase durchziehen die strahlenförmig angeordneten Heizkästen von oben nach unten und sammeln sich unterhalb des Aschenraums, von wo sie durch den Fuchs zum Schornstein gelangen. Die Heizkästen werden außen durch die bei *K* eintretende Heizluft bestrichen. Eine unter dem Rost aufgestellte Wasserschale *W* dient zur Kühlung des Rostes, zum Löschen der Asche und bewirkt eine in vielen Fällen nützliche geringe Anfeuchtung des Brennstoffes. Die gezeigte Ausführungsform sei als Beispiel für eine ganze Reihe grundsätzlich gleicher Ausführungsarten mit gemauerter Heizkammer gebracht.

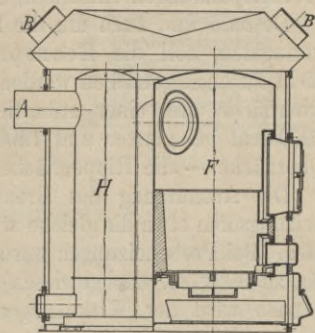


Abb. 19. Schmiedeeiserner Luft-  
heizungs-ofen (Jajag).

Abb. 19 zeigt dagegen einen Luftheizungs-ofen, bei dem um den schmiedeeisernen Ofeneinsatz die Heizkammer aus Eisenblechen herumgebaut ist. Diese zunächst in den Verein-

Staaten aufgekommene, später aber bei uns vervollkommnete Ofenart vermeidet alle Maurerarbeiten und hat zugleich einen geringeren Raumbedarf. Die Heizgase strömen aus dem Feuerraum *F*, dessen unterer Teil feuerfest ausgekleidet ist, durch angesetzte Heizrohre *H* zum Schornstein. Die erwärmte Heizluft wird bei diesem Ofen durch an die Austrittsstutzen *B* angeschlossenen Blechrohre abgeleitet, die zweckmäßig mit Wärmeschutz umgeben werden, um eine zu große Erwärmung der Kellerräume zu vermeiden.

Da schmiedeeiserne Öfen leichter der Gefahr des Verrostens und damit des Undichtwerdens ausgesetzt sind, gibt man vielfach dem rostbeständigeren Gußeisen den Vorzug. Dann muß man aber beim Aufbau des Ofens auf das geringe Ausdehnungsvermögen und die Sprödigkeit dieses Werkstoffs Rücksicht nehmen, damit nicht infolge einseitiger zu großer Erwärmung Wärmespannungen entstehen, die zur Ribbildung führen.

Deshalb und auch um die lästige Staubverschmelzung zu vermeiden, soll die Beanspruchung der Heizfläche nicht zu hoch getrieben werden. Im allgemeinen wird je m<sup>2</sup> Oberfläche mit einer stündlichen Wärmeabgabe von rd. 2000 kcal bei glatter und 1200 bis 1500 kcal bei gerippter Oberfläche — die Rippenflächen einschließlich — gerechnet.

Die Ausnutzung des Brennstoffes ist bei guten Luftheizungsöfen etwa die gleiche wie bei entsprechenden Stubenöfen. Bei Probeheizungen werden deshalb Ausnutzungsgrade bis zu 80 v. H. nachgewiesen werden können. Im Dauerbetrieb wird der Wirkungsgrad naturgemäß geringer und dürfte mit etwa 50 bis 65 v. H. anzusetzen sein. Hinzu kommt bei der Luftheizung allerdings noch die wesentliche Verringerung des Wirkungsgrades infolge des Verlustes der unausgesetzt mit der Abluft abströmenden Wärmemengen (siehe Bd. I, Abschnitt 22).

Eine Sonderbauart der Luftheizungsöfen ist der ursprünglich von Perret vorgeschlagene, vorwiegend aus feuerfestem Werkstoff bestehende Luftheizungssofen, der des billigen und bequemen Betriebes wegen für kleinere Kirchen und Versammlungsräume vielfach verwendet wird (Abb. 20).

Er besteht, bis auf die wegen des besseren Wärmedurchgangs aus Eisen hergestellten Abgasrohre, aus feuerfesten Formsteinen. Der Brennstoff, billige Kleinkohle oder Koksgrus, wird auf das obere Gewölbe *a* gebracht und entzündet. Er fällt von dort durch gegeneinander versetzte, sich nach unten erweiternde Öffnungen auf die unteren Gewölbedecken

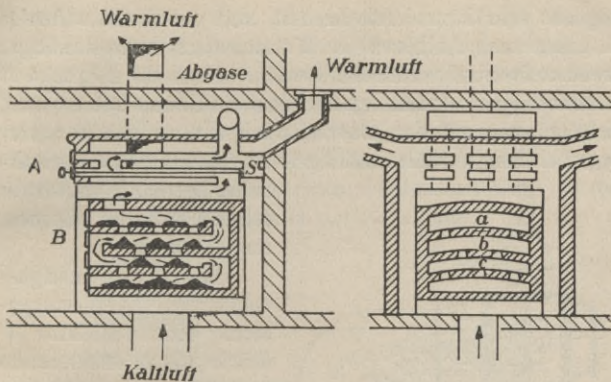


Abb. 20. Perret-Lufttheizungs-ofen (Wellen).

*b* und *c* und wird schließlich als Asche aus der untersten Kammer *d* entfernt. Durch die seitlichen Schüröffnungen *B* kann das Feuer bedient und für eine gleichmäßige Verteilung der Brennstoffschicht über den ganzen Ofen gesorgt werden.

Da der Ofen in sich ein großes Wärmespeichervermögen hat, das ermöglicht, in Zeiten geringen Wärmebedürfnisses mit sehr geringem Brennstoffverbrauch zu arbeiten, und der innere Ausbau bei oftmaligen Anheizen Schaden nehmen würde, wird er meist nach langsamen Anheizen im Dauerbetrieb verwendet.

Die Wärmeabgabe ist mit etwa 600 kcal/h je m<sup>2</sup> tönerner Heizfläche anzunehmen. Eine gewisse Temperaturregelung läßt sich durch wechselndes Benutzen zweier verschieden langer, von der Heizluft bestrichener Abgasleitungen erreichen, die durch den Schieber wechselweise geöffnet werden.

Die steigende Verbreitung des Leuchtgases und seine vielfach durchgeführte Verbilligung für Heizzwecke hat dazu geführt, daß auch heute der mit Gas betriebenen Luftheizung vermehrte Beachtung geschenkt wird. Die sofortige volle Betriebsbereitschaft und Leistungsabgabe der Öfen er-

möglichst sehr kurze Anheizzeiten, und durch das sofortige Abstellen nach Aufhören des Wärmebedarfs kann unnötiger Brennstoffverlust vermieden werden. Auch die Möglichkeit der Leistungsbeschränkung, nachdem die Räume besetzt sind, wirkt günstig auf den Gasverbrauch ein, so daß mitunter sogar bei einem verhältnismäßig hohen Gaspreis ein wirtschaftlicher Betrieb, besonders in selten benutzten Räumen, erreichbar ist.

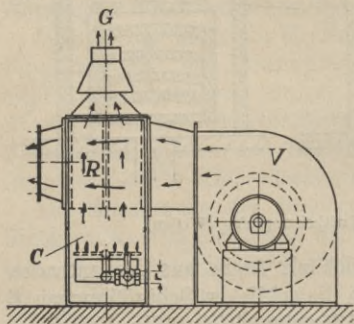


Abb. 21. Gasbeheizter Luftheizungs-ofen mit Ventilatorbetrieb.

licher Betrieb, besonders in selten benutzten Räumen, erreichbar ist.

Abb. 21 zeigt einen gasbeheizten Luftheizungs-ofen. Ein Ventilator *V* drückt die zu erwärmende Luft durch einen aus vielen schmalen Heizzellen aufgebauten Wärmeaustauscher *R*, der rechtwinklig zum Wege der Luft von den Verbrennungsgasen einer Anzahl Gasbrenner *C*

durchzogen wird. Die Abgase strömen bei *G* zum Schornstein, nachdem sie Zugunterbrecher und Rückstausicherung durchzogen haben.

### Abschnitt 8. Nebenteile der Luftheizungen.

Besondere Beachtung muß der Entnahmestelle für die zu erwärmende Frischluft geschenkt werden, damit nicht unnötig große Staubmengen oder Fremdkörper in die Luftheizungsanlage gelangen können. Man begnügt sich bei kleineren Anlagen meistens mit der Anbringung eines einfachen engmaschigen Drahtgeflechtes in der Ansaugöffnung zur Abhaltung von Laub, Papier, Ungeziefer u. dergl. (siehe Bd. I, Abschn. 22). Für größere Anlagen werden vielfach besondere Luftschächte mit vergitterten und regengeschützten

Eintrittsöffnungen (Abb. 22 und 23) benutzt, die man an geschützter Stelle, mitunter auch über Dach, anbringt.

Der freie Querschnitt der Eintrittsvergitterungen soll zur Vermeidung von Eintrittsverlusten mindestens einhalbmal größer sein, als der des anschließenden Luftkanals. Häufig ordnet man, um sich vom Windeinfluß unabhängig zu machen, Entnahmeöffnungen an mehreren Gebäudeseiten an, so daß man mit der Entnahmestelle wechseln kann.

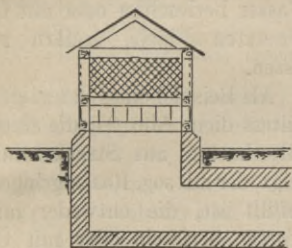


Abb. 22. Freistehender Luftschacht für Frischluft.

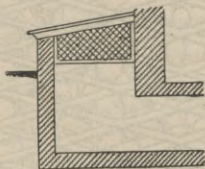


Abb. 23. Angebauter Luftschacht für Frischluft.

Die Vergitterungen der Zugluftkanäle vermögen den eindringenden Staub nicht zurückzuhalten. Der Reinigung der Luft muß deshalb besondere Beachtung geschenkt werden. Man erreicht dies, indem man die Luft durch sog. Staubkammern strömen läßt, d. h. durch Räume mit großem Querschnitt, in denen die Geschwindigkeit der Luft so gering wird, daß mitgeführte Staubteile ausfallen, oder indem man sie durch Filter leitet. Das früher vielfach angewandte Verfahren, die Luft durch Wasserschleier oder zerstäubtes Wasser zu reinigen, hat sich nicht bewährt. Die Wände der Staubkammer, die zweckmäßig begehbar eingerichtet wird, sollten entweder mit Fliesen ausgekleidet oder gut gestrichen und lackiert sein, damit sie leicht gereinigt werden können, eine Forderung, die ebenso wie die nach unbedingter Geruchs- und Feuchtigkeitssicherheit gar nicht genug betont werden kann.

Ist aus Platzgründen der Einbau einer Staubkammer nicht möglich oder wird die in ihr erfolgende Reinigung nicht als ausreichend angesehen, so müssen Filter angeordnet werden. Die früher vielfach verwendeten Zeugfilter, durch die oder an denen vorbei die Luft streichen mußte, sind veraltet. Heute benutzt man verschiedenartig ausgebildete Filter, deren Wesen darin besteht, die Luft oftmals hintereinander plötzlich ihre

Strömungsrichtung an einer mit Wasser berieselten oder mit Öl benetzten Fläche ändern zu lassen.



Abb. 24. Filterkasten mit Raschig-  
ringen.

Als Beispiel eines derartigen Filters diene Abb. 24, die einen Filterkasten aus Streckmetall zeigt, der mit sog. Raschigringen gefüllt ist, die entweder mit Wasser berieselst oder mit Öl benetzt werden. Diese Ringe sind kurze Rohrstücke, die unregelmäßig in den Behälter geschichtet werden und der

Luft große Flächen bieten, ohne dadurch den Widerstand zu groß werden zu lassen. Es gelingt, bei einer Filterfläche von  $35 \text{ m}^2$  und  $1 \text{ m}^2$  Gitterfläche noch einen freien Durchgang von  $0,8$  bis  $0,9 \text{ m}^2$  herzustellen.

An Stelle dieser oder ähnlicher Bauarten finden auch Filter Verwendung, die aus einer Reihe hintereinander gestellter Siebe oder senkrecht zur Luftströmung gestellter glatter oder gewellter Bleche bestehen.

Während sich die berieselten Filter dauernd selbsttätig reinigen, müssen die ölbenetzten von Zeit zu Zeit durch Auswaschen mit fettlösenden Stoffen und neues Benetzen aufgefrischt werden.

Um die Strömungsverhältnisse in einer Luftheizung jeder-





Abb. 25. Schieber in einem Frischluftkanal.

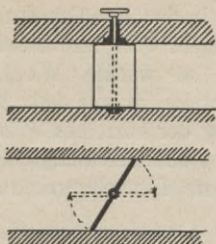


Abb. 26. Drosselklappe (Querschnitt und Grundriß) in einem Frischluftkanal.

zeit regeln und beeinflussen zu können, müssen an geeigneten Stellen Absperrvorrichtungen angebracht werden. Handelt es sich darum, die Strömungen in einem Kanal ganz oder teilweise abzusperren, so werden Schieber oder Drosselklappen (Abb. 25 und 26) verwendet.

Naturgemäß müssen die Austrittsöffnungen der Warmluftkanäle und die Eintrittsöffnungen der Abluftkanäle mit Verschlüssen versehen sein. Man verwendet dazu sog. Jalousieklappen (Abb. 27). Hinter einer Schutzvergitterung, deren freier Querschnitt zur Vermeidung von Verlusten wiederum 1,5 mal so groß wie der des anschließenden Kanals sein soll, liegen die Jalousien. Sie bilden im geschlossenen Zustand eine Platte und werden durch einen Handgriff oder eine Kette zu gleicher Zeit geöffnet und geschlossen.

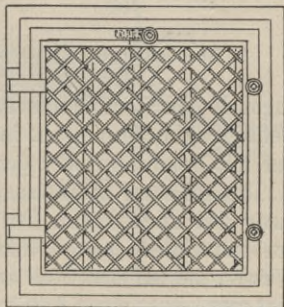
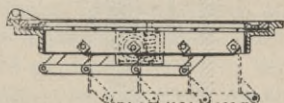


Abb. 27. Jalousieklappe.

Will man die Lufttempe-

raturen in den Kanälen durch Mischung verschieden warmer Luft regeln oder abwechselnd kalte oder warme Luft zuführen, so werden Wechselklappen verwendet. Ihre Arbeitsweise ist aus Abb. 28 leicht zu erkennen. Soll die Leistung der einzelnen Warmluftkanäle gegeneinander ausgeglichen oder zeitweilig eingeschränkt werden, so verwendet man feste Einstellvorrichtungen, etwa nach Abb. 29, die

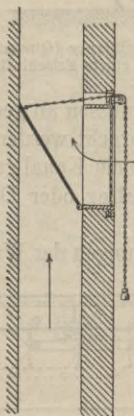


Abb. 28.  
Wechselklappe.

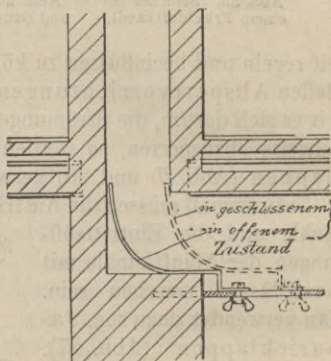


Abb. 29.  
Einstellvorrichtung für Luftkanäle.

zugleich den Vorteil haben, daß man sie gegen unbefugte Betätigung sichern kann, indem man sie so einrichtet, daß nur mit Schlüsseln oder dergl. eine Bedienung möglich ist.

Die bei einer Luftheizungsanlage notwendige Anfeuchtung der erwärmten Luft (vgl. Bd. I, Abschn. 22) erfolgt am einfachsten durch offene Verdunstungsschalen für Wasser, die auf den Öfen angebracht werden. Zweckmäßig gibt man diesen einen keilförmigen Querschnitt, so daß durch Änderung des Wasserstandes die Größe der Oberfläche und

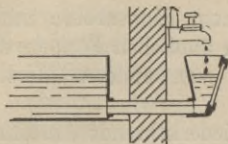


Abb. 30. Verdunstungsschale mit Wasserstandsanzeiger.

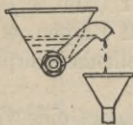


Abb. 31. Verdunstungsschale mit Schwenkarm.

damit der Verdunstung beeinflusst werden kann. Um zu verhindern, daß die Verdunstungsgefäße austrocknen, müssen sie von außen mit einem ablesbaren Wasserstandszeiger ausgerüstet sein (Abb. 30). Besser ist die Einstellung des Wasserstandes durch einen Schwenkarm mit Ablaufrohr (Abb. 31). Hierbei ist der Wasserzufluß so einzustellen, daß stets etwas Wasser aus dem Ablaufrohr tropft.

### Abschnitt 9. Lufterhitzer für Großraumheizung.

Für die bereits in Bd. I, Abschn. 24 grundsätzlich angegebenen, mit Dampf oder Warmwasser beheizten, Lufterhitzungsgeräte zur Erwärmung großer Räume — Versammlungssäle, Fabriken, Kirchen — ist eine große Anzahl

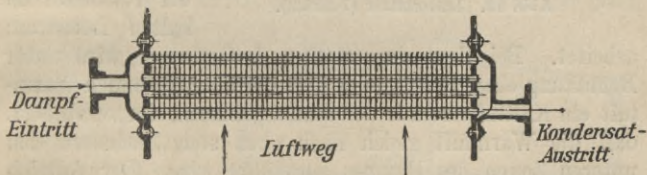


Abb. 32. Lamellenheizkörper für Lufterhitzer (Kaloriferwerk).

verschiedener Ausführungsformen auf den Markt gebracht worden. Derartige Geräte sollen bei geringstem Raumbedarf große Heizleistungen abgeben. Diese Forderung wird vorzüglich mit dem zuerst von Junkers angegebenen Lamellen-

heizkörper (Abb. 32), d. h. einem Rippenrohre mit sehr vielen engen Rippen, erfüllt. In ähnlichen Formen werden diese Lamellenheizkörper heute von anderen Herstellern benutzt.

Abb. 33 zeigt eine vielfach wiederkehrende Ausführungsform von Luftheritzern. Der Ventilator saugt die kalte

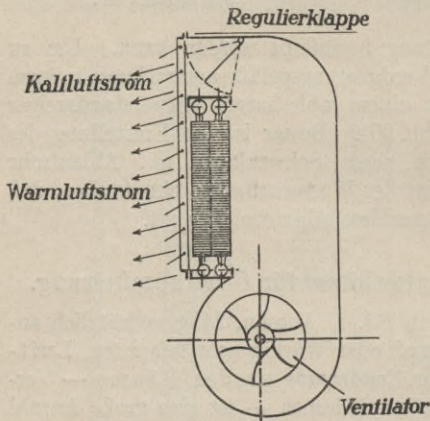


Abb. 33. Luftheritzer (Pollrich).

Luft an und fördert sie, durch den Lamellen- oder Rippenheizkörper erwärmt, in den zu beheizenden Raum. Die auf dem Markt befindlichen Bauformen zeigen verschiedenartige Ausbildung und Lage der Heizkörper. Wesentlich ist dabei nur, daß der Ventilator im kalten Luftstrom

arbeitet. Bei dem dargestellten Luftheritzer wird unter Benutzung einer Regelklappe über der ausströmenden Warmluft ein Kaltluftstrom in den Raum geblasen, der verhindert, daß die Warmluft gleich nach oben steigt, sondern den unteren Zonen des Raumes zugeführt wird. Der Antrieb des Ventilators erfolgt zumeist durch einen Elektromotor, doch kommen gelegentlich auch andere Antriebsarten vor.

Da vielfach in Fabriken Generatorgas zur Verfügung steht, kann seine Verwendung zur Hallenbeheizung in Frage kommen. Abb. 34 stellt einen Luftheritzer mit Generatorgasbetrieb, wie er in dieser oder ähnlicher Form

häufig Anwendung gefunden hat, dar. Der mit feuerfesten Steinen ausgemauerte

Verbrennungsraum ist seitlich an den eigentlichen Lufterhitzer angebaut. Die

Verbrennungsgase ziehen durch Rippenrohre und geben ihre Wärme an die Heizluft ab, die diesen durch den im Sockel des Ofens angebrachten Ventilator zugeführt wird und nach oben abzieht.

Die Einführung derartig mechanisch betriebener Heizgeräte hat die Beheizung großer Räume grundsätzlich geändert. Während bei der früher üblichen Beheizung durch Einzelöfen, sowie durch an den Wänden oder unter den Dachbindern angebrachte Heizrohre, infolge des Aufsteigens der erwärmten Luft erhebliche Temperaturunterschiede zwischen der Luft am Boden und der

unter dem Dach entstanden (siehe Abb. 35), ist heute das Bild der Wärmeverteilung gänzlich anders. Die starke Luftumwälzung durch die Ventilatoren, vor allem die Möglichkeit,

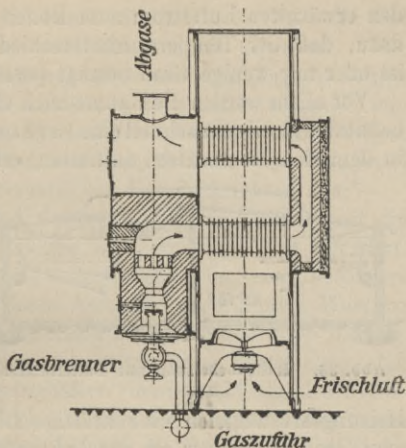


Abb. 34. Lufterhitzer für Gasbetrieb (Pintsch).

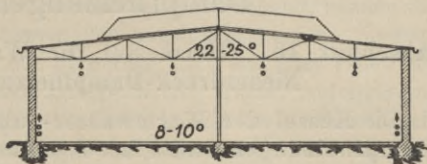


Abb. 35. Hallenbeheizung mit örtlich verlegten Heizflächen.

den erwärmten Luftstrom zum Boden hin zu richten, führt dazu, daß der Temperaturunterschied nahezu ausgeglichen ist oder nur wenige Grad beträgt (siehe Abb. 36).

Vor allem werden die Räume nach viel kürzerer Anheizzeit benutzbar, weil sehr schnell eine Erwärmung des unteren Teils, in dem sich die Insassen aufhalten, erfolgt. Das hat erhebliche Brennstoffeinsparungen zur Folge, die die Mehrausgaben für den mechanischen Betrieb ausgleichen.

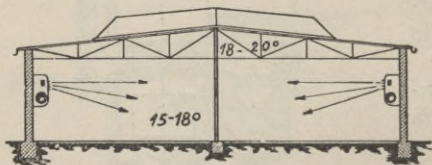


Abb. 36. Hallenbeheizung mit Luftherzern.

Schließlich läßt sich durch diese Heizungsart zugleich eine kräftige Lüftung erzielen, wenn man die Luftherzer an die Außenwände legt und so ausbildet, daß durch eine Wechselklappe entweder Raumluft oder Frischluft aus dem Freien entnommen werden kann.

### III. Teil.

## Ausführung der Warmwasser- und Dampfheizungen.

### Abchnitt 10. Heizkessel für Warmwasser- und Niederdruck-Dampfheizungen.

Die Kessel der Warmwasser- und Niederdruck-Dampfheizungen werden fast ohne Ausnahme als Massenerzeugnisse aus Gußeisen oder Schmiedeeisen hergestellt. Den weitaus breitesten Raum nimmt dabei der gußeiserne Gliederkessel ein, bei dem die Größe der Gesamtheizleistung durch die Anzahl der hintereinander gesetzten „Glieder“ bestimmt wird.

Das früher übliche Einmauern der Heizkessel ist ver-

schwunden. Sie werden heute sämtlich frei aufgestellt und mit Wärmeschutzmasse und Blechmantel umgeben. Nur die Kleinkessel der Stockwerksheizungen erhalten dann keinen Wärmeschutz, wenn sie in Räumen aufgestellt werden, die von ihnen, wie durch einen Zimmerofen, erwärmt werden sollen.

Beim Entwurf und der Herstellung der Heizkessel geht man von zwei wesentlichen Gesichtspunkten aus:

1. Der Wasserinhalt darf nicht zu groß sein, damit die Inbetriebnahme der Heizung keine zu lange Zeit erfordert.

2. Die Bedienung muß einfach sein, da die Kessel, besonders bei kleinen und mittleren Anlagen, keine stetige Wartung erhalten, sondern längere Zeit sich selbst überlassen bleiben.

Diese Forderung hat wesentlich dazu beigetragen, daß wegen seiner guten Eigenschaften vorwiegend Koks als Brennstoff benutzt wird, doch hat sich der Betriebskosten wegen und besonders bei großen Anlagen die Benutzung von Stein- und Braunkohlen oder deren Briketts in einer Reihe neuer Kesselbauarten weit verbreitet.

Gas als Brennstoff entspricht der Forderung nach schnellerer Inbetriebnahme der Anlage und einfacher Bedienung in weitestem Umfang.

An mittleren und großen Heizkesseln, auch solchen, die ursprünglich für feste Brennstoffe bestimmt sind, können Ölfeuerungen ohne Schwierigkeit angebracht werden. Sie entsprechen ebenfalls der Forderung nach schneller Inbetriebnahme, doch erfordert ihre Bedienung erhöhte Aufmerksamkeit und Sorgfalt. Wenn man nicht zu sehr kostspieligen Reguliereinrichtungen greifen will, die vollkommen selbsttätig arbeiten, ist die Ölfeuerung für Heizkessel, die längere Zeit sich selbst überlassen bleiben, nicht empfehlenswert. Bei kleinen Anlagen haben sich bisher einwandfreie Ölfeuerungen noch nicht durchführen lassen. Der Einführung der Ölfeuerungen steht zudem der meistens sehr hohe Brennstoffpreis in Deutschland hindernd im Wege.

Grundsätzlich sind die Kessel für Warmwasser- und Niederdruck-Dampfheizungen gleich. Bei diesen wird lediglich für einen Dampfraum gesorgt, sei es durch Senken des Wasserstandes, sei es durch Aufbau eines Dampfsammlers, Domes oder dergl.

Unter den Kesseln für kleine Anlagen mit Heizleistungen bis zu etwa 40 000 kcal/h, den sog. Kleinkesseln, ist die verbreitetste Ausführungsform der stehende Guß- oder

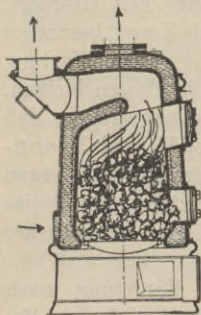


Abb. 37. Gußeiserner Rundkessel (Buderus).

schmiedeeiserne Rundkessel. Der in Abb. 37 gezeigte gußeiserne Kessel hat einen senkrechten Schacht zur Aufnahme des Brennstoffes, hier durchweg Koks. Die Verbrennungsgase ziehen nach oben ab. Er arbeitet mit „oberem Abbrand“.

Um die Ausnutzung der Verbrennungsgase zu erhöhen, zwingt man sie durch Einbau von Zügen u. dergl., längere Wege im Kessel zurückzulegen und dadurch mehr Heizfläche zu bestreichen. Soll ein solcher Kessel für Niederdruckdampf benutzt werden, so wird der Teil des Kessels oberhalb des Verbrennungsraumes ver-

längert und so ein Dampfsammelraum geschaffen.

Bei aus Schmiedeeisen (Stahl) hergestellten Kesseln tritt leicht die Gefahr ein, daß zuliebe billiger Preise sehr dünne Bleche benutzt werden. Davor muß gewarnt werden, weil die Lebensdauer der Kessel stark herabgesetzt wird, zumal das Schmiedeeisen sowieso dem chemischen Angriff der in den Verbrennungsgasen enthaltenen schwachsauren Dämpfe nicht so gut widersteht wie das Gußeisen.

Mit Vorliebe wird der Rundkessel für Warmwasser-Bereitungsanlagen benutzt. Unter Bezugnahme auf die Beschreibung dieser Anlagen in Band I, Abschnitt 37, sei hier auf die Bestrebungen hingewiesen, nur einen Heizkessel für



Heizung und Warmwasserversorgung gemeinsam zu verwenden. Als ein Ausführungsbeispiel für diese auf verschiedenem Wege gelöste Aufgabe sei der Tedokessel (Abb. 38) angeführt. Im oberen Teil des aus Schmiedeeisen hergestellten Kessels ist eine wasserdurchflossene Rohrschlange angebracht. Diese dient im Sommer, wenn der Kessel nur zur Warmwasserbereitung benutzt werden soll, als Rost für ein kleines Feuer. Der untere Teil des Kessels ist damit ausgeschaltet. Im Winter wird dagegen der Brennstoff auf dem unteren Rost verfeuert. Die Rohrschlange dient dann nur zur Vergrößerung des Wärmeaustauschs zwischen den Feuer gasen und dem Heizmittel, also der Kesselheizfläche.

Auf eine weitere beachtenswerte Einrichtung dieses Kessels möge hier verwiesen werden. Oberhalb des eigentlichen Rundkessels befindet sich ein vom Heizwasser durchflossener Behälter, in dem eine Rohrschlange liegt, die mit einem Warmwasserspeicher in Verbindung steht. Der Inhalt dieses Speichers wird somit auf die Heizwassertemperatur gebracht. Soll kein Wasser erwärmt werden, so kann durch Öffnen einer Drosselklappe dem Heizwasser der Weg in die Heizleitungen unmittelbar freigegeben werden.

Dem durch die Entwicklung der Stockwerksheizungen entstandenen Bedarf nach kleinen Heizkesseln, die in den Wohnungen aufgestellt, zugleich die Erwärmung eines Raumes übernehmen, ist durch eine große Zahl von Ausführungen

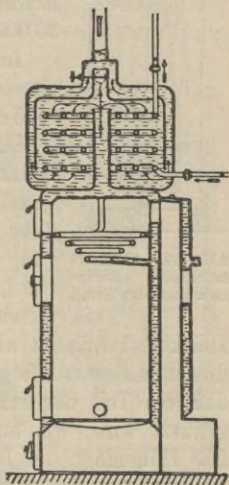


Abb. 38. Rundkessel mit Einrichtung für Warmwasserversorgung (Tedokessel).

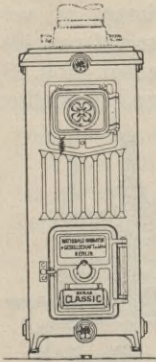


Abb. 39. Zimmerheizkessel (Nationale Radiator Ges.).

Rechnung getragen. Abb. 39 zeigt einen derartigen auch als Ofen dienenden Zimmerheizkessel. In ihrer Arbeitsweise gleichen diese Kessel den Rundkesseln. Ihre Heizleistung erreicht bei den größten Kesseln etwa 30 000 kcal/h.

In Abb. 40 ist ein in einen Küchenherd eingebauter Heizkessel dargestellt. Über diese Vereinigung sei auf Bd. I, Abschn. 26 verwiesen. Die

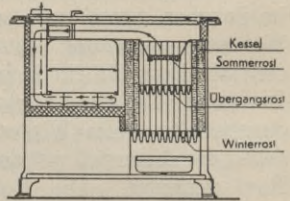


Abb. 40. Heizkessel im Küchenherd (Küppersbusch).

Heizkessel müssen also eine in erster Linie Heizzwecken dienende Feuerstelle besitzen, wobei nicht ausgeschlossen ist, daß ein Teil der erzeugten Wärme für Kochzwecke ausgenutzt wird, wie auch aus der Zeichnung zu ersehen ist. Die Höhenlage der Roste kann verändert werden, um eine Angleichung der Kesselleistung an den Wärmebedarf der Heizungsanlage zu ermöglichen.

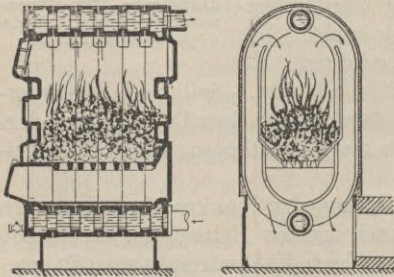


Abb. 41. Gußeiserner Gliederkessel mit oberem Abbrand (Strebel).

Unter den Zentralheizungskesseln von etwa 30000 kcal/h stdl. Heizleistung aufwärts ist der zuerst von Strebel angegebene gußeiserne Gliederkessel die heute vorherrschende Bauform geworden (Abb. 41). Er ist aus

einer Anzahl oben und unten durch eingeschraubte Nippel verbundener hohler Glieder zusammengesetzt, die den Wasserraum des Kessels bilden. Außen an die Glieder angegossene Rippen bilden nach dem Zusammenbau Kanäle für die Feuergase. Diese durchströmen sie in der Richtung der Pfeile und ziehen durch den unter dem Kessel befindlichen Sammelraum in den Fuchs zum Schornstein.

Auch dieser Kessel arbeitet mit „oberem Abbrand“. Hierbei besteht die Möglichkeit, daß die Verbrennung unvollständig ist, also in den Gasen unverbranntes Kohlenoxyd verbleibt. Das ist um so mehr der Fall, je höher der Brennstoff geschichtet und je feinstückiger er ist, da dann für die von unten zuströmende Verbrennungsluft kein genügender Durchlaß bleibt. Sind die dadurch entstehenden Verluste auch nicht groß, so lassen sie sich doch vermeiden, indem man die Kessel mit sog. „unterem Abbrand“ benutzt. Diese zuerst von Gebr. Körting gebauten Kessel (Abb. 42) bestehen aus zwei Reihen Gliedern, zwischen denen ein Füllschacht entsteht. Der Abbrand erfolgt unterhalb dieses Füllschachtes, und zwar ziehen aus der stets in gleicher Höhe bleibenden Verbrennungszone die Feuergase seitlich in die zwischen den Gliedern vorhandenen Kanäle. Bei dieser Kesselform kann keine unvollständige Verbrennung eintreten.

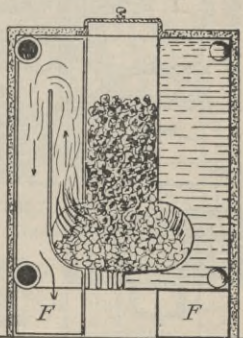


Abb. 42. Gußeiserner Gliederkessel mit unterem Abbrand (Körting).

Nach langen Jahren ist man auch andererseits diesem von Gebr. Körting eingeschlagenem Wege gefolgt und zur Einführung des unteren Abbrandes zunächst bei großen Gliederkesseln und heute auch bei kleineren übergegangen. Durch

die bei dieser Bauart mögliche Anbringung einer oberen Füllöffnung wird die Bedienung der Feuerung wesentlich erleichtert.

Größere Gliederkessel werden heutzutage mit Leistungen bis zu 400 000 kcal/h (etwa 50 m<sup>2</sup>) Heizfläche ausgeführt. (Abb. 43.)

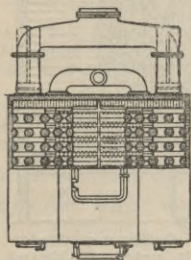
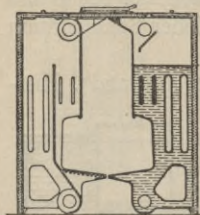


Abb. 43. Gußeiserner Großkessel mit unterem Abbrand (Nationale Radiator Ges.).

Als Beispiel eines schmiedeeisernen Heizkessels größerer Leistungsfähigkeit sei der Kreuzstromkessel (Abb. 44) angeführt, der ebenfalls mit „unterem Abbrand“ arbeitet. Er besteht aus drei mittig ineinander gesetzten und durch Stützen verbundenen wassergefüllten Ringen, zwischen denen die Verbrennungsgase auf- und niederströmen.

In Anlehnung an die oben beschriebenen Gliederkessel mit unterem Abbrand ist eine Reihe von Heizkesseln entstanden, in denen statt des Kokes andere feste Brennstoffe, Steinkohlen, Braunkohlen und deren Briketts, verbrannt werden. Bei der Kesselbauart hat man zwischen gasarmen und gasreichen Brennstoffen zu unterscheiden.

Zu jenen gehört der Anthrazit und die ihm nahestehende Magerkohle, zu diesen die übrigen Steinkohlen, die Braunkohlen und Briketts. Allen hierfür bestimmten Kesseln ist die sog. Zweit- oder Oberluftzuführung eigentümlich. D. h. ein Teil der Verbrennungsluft wird nicht durch den Rost, sondern oberhalb der Brennstoffschicht in die sich entwickelnden Verbrennungsgase geleitet, um eine vollständige Verbrennung herbeizuführen, da diese selbst bei gasarmen Brennstoffen durch die alleinige

Zuführung von unten nicht gesichert ist.

Als Beispiel eines für feinkörnigen Anthrazit gebauten Kessels sei in Abb. 45 der sog. Anthrakessel wiedergegeben. Wegen der feinen Körnung darf die Schichtung des Brennstoffes nicht hoch sein. Man hat daher einen dem Schüttwinkel des Brennstoffes angepaßten dachförmigen Rost eingebaut, der auch eine größere Oberfläche als der für Koks benutzte waagerechte Rost besitzt. Aus dem darüber befindlichen Füllraum, der am unteren Ende durch nur einen schmalen Spalt freilassende Ein-

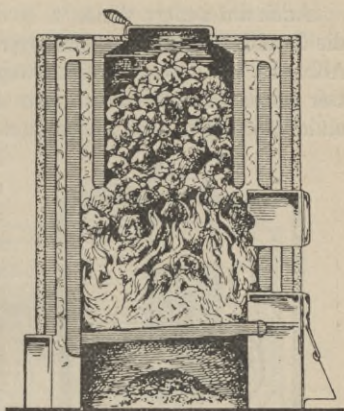


Abb. 44. Schmiedeeiserner Ringkessel (Kreuzstromwerk).

rieselt der Brennstoff auf den dachförmigen Rost und sinkt abbrennend nach unten. Die Einsatzsteine sind hohl und haben an der unteren Seite düsenartige Löcher, durch die die Zweitluft, nachdem sie durch die Wärme der Steine stark vorgewärmt ist, in den Verbrennungsraum gelangt.

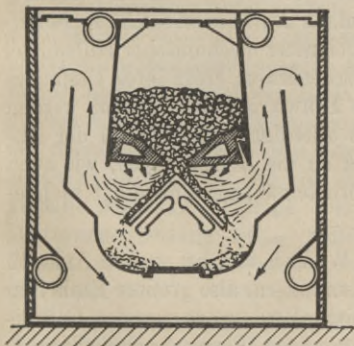
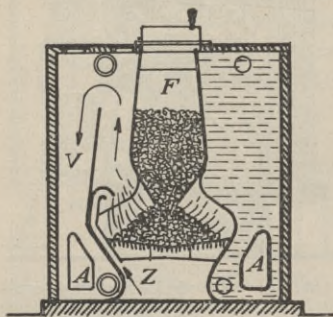


Abb. 45. Gußeiserner Gliederkessel für Anthrazit (Vereinigte Stahlwerke).

Auch auf andere Weise, z. B. durch seitliche Kanäle, kann die Zweitluft dem Verbrennungsraum zugeführt werden. In Abb. 46 ist dieser Zweitluftweg durch Z gekennzeichnet. Der dargestellte Kessel ist statt des dachförmigen mit einem muldenförmigen Rost ausgerüstet. Er ist für nicht backende



Flamm- oder Kleinkohlen und Braunkohlenbriketts benutzbar. Da er zudem auch mit Koks gefeuert werden kann, wird er als „Allesbrenner“ bezeichnet.

Da die gesamte Wärmeleistung großer Zentralheizungsanlagen oftmals ein Vielfaches der Höchstleistung der größten heute gebauten Gliederkessel (bis 450 000 kcal) beträgt, müssen häufig eine ganze Reihe derartiger Kessel nebeneinander gestellt werden. Da die Bedienung der Kessel sehr einfach ist, können solche Kesselanlagen unter Zuhilfenahme geeigneter mechanischer Hilfsmittel für die Brennstoffzu- und Ascheabfuhr, trotz ihres Umfanges Einheiten bilden, die ohne Schwierigkeiten bedient werden können. Vorbedingung ist allerdings, daß sowohl der Anschluß der einzelnen Kessel an die Heizleitungen, wie auch der der Füchse an die Schornsteinanlage, unbedingt sachgemäß ausgeführt wird.

Indessen liegt doch der Wunsch vor, bei großen Anlagen die Anzahl der Kessel zu vermindern, also größere Einheiten zu verwenden. Man muß dann allerdings zu von den Fabrikdampfkesselanlagen übernommenen Formen schmiedeeiserner Großkessel greifen.

Eine Bauart eines solchen schmiedeeisernen Großkessels zeigt Abb. 47. Dieser aus dem Betriebsdampfkesselbau übernommene Flammrohr-Rauchrohrkessel weist als Besonderheit den Füllschacht mit oberer Füllöffnung für den Brennstoff auf. Er wird im Gegensatz zu älteren Ausführungen heute nicht mehr eingemauert, sondern freistehend mit Wärmeschutzmantel gebaut. Die Verbrennungsgase des auf dem Rost entfachten Feuers sammeln sich zunächst in der hinteren Rauchkammer, ziehen dann durch die Rauchrohrbündel nach vorn und von da in den unter dem Kessel liegenden Fuchs. Der gezeigte Kessel ist, wie aus der Höhe des Wasserspiegels und dem angebrachten Wasserstandsanzeiger zu erkennen ist, für eine Niederdruck-Dampfheizungsanlage bestimmt. Seine Verwendung ist jedoch bei Warmwasserheizung ohne weiteres möglich. Der ganze Kessel ist dann mit Wasser gefüllt und das Wasserstandsglas fällt fort.

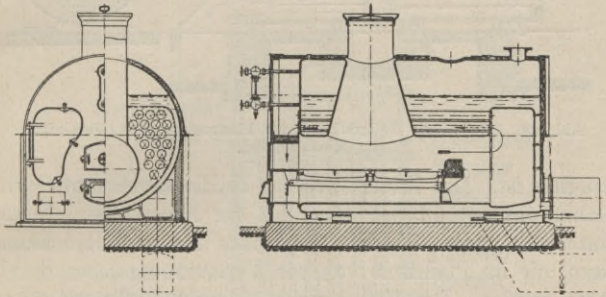


Abb. 47. Schmiedeeiserner Großheizkessel (Nolte).

Eine andere Bauart ist der meistens zweiteilig ausgeführte Hollandkessel (Abb. 48), der ebenfalls sowohl für Niederdruckdampf-, wie auch für Warmwasserheizungen ver-

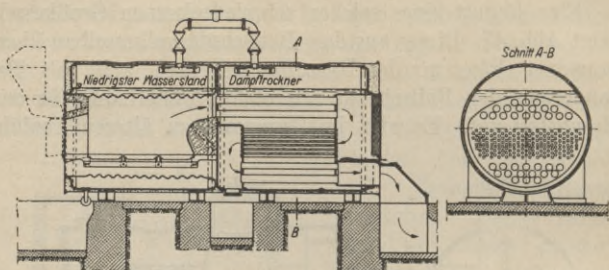


Abb. 48. Zweiteiliger Hollandkessel mit Planrostfeuerung (Vereinigte Kesselwerke).

wendbar ist. Das in der vorderen Hälfte angebrachte weite Flammrohr enthält den Rost mit der Feuerstelle. In der hinteren befinden sich die Rauchrohre und zwei Rauchkammern, die im Pfeilsinne von den Verbrennungsgasen durchzogen werden. Der Kessel eignet sich zur Verfeuerung verschiedener Brennstoffe und kann auch, wie angedeutet, mit mechanischen Beschickungseinrichtungen versehen werden.

Für die Beheizung der Zentralheizungen mit Gas ist eine Reihe besonderer Kessel entstanden, von denen hier einige aufgezeigt seien. Bei dem Askania-Kessel (Abb. 49) wird das Gas im unteren Teil des Kessels durch einen einfachen Brenner mit vielen kleinen leuchtenden Flammen verbrannt, wobei durch den großen Verbrennungsraum eine vollständige und rußfreie Verbrennung gesichert ist. Die Verbrennungsgase durchziehen dann das im oberen Teil befind-

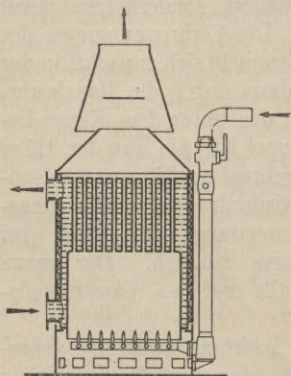


Abb. 49. Gasheizkessel (Askaniawerke).



liche Rohrbündel und gehen von da zum Schornstein. Der Kessel ist mit Zugunterbrecher und Rückstausicherung ausgerüstet.

Da sich bei der Verbrennung jeden Gases, mit Ausnahme des Naturgases, schwach schweflige Säure Dämpfe bilden, die ungeschütztes Eisen angreifen, muß bei der Herstellung der

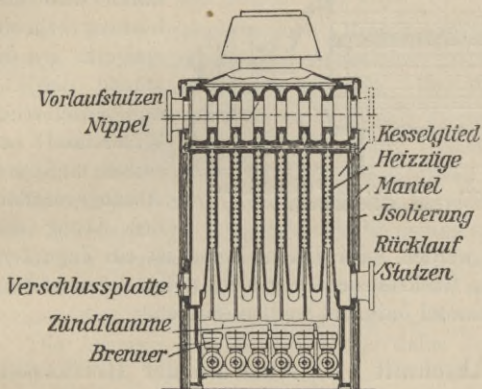


Abb. 50. Gasheizkessel (Nationale Radiator Ges.).

Kessel auf die Verwendung angriffssicherer Werkstoffe Wert gelegt werden.

Abb. 50 zeigt einen gußeisernen Gliederkessel für Gasfeuerung. Hier sind unten in den Gliedern Bunsenbrenner eingebaut, da der Verbrennungsraum nicht groß genug ist, um bei einfachen Brennern stets eine einwandfreie Verbrennung zu gewährleisten. Bemerkenswert sind bei diesem Kessel die kleinen Warzen an den Wänden der Züge, die dem Durchgang der Abgase Widerstand entgegensetzen sollen, um den Wirkungsgrad zu erhöhen.

Für sehr große Leistungen werden sog. Hochleistungs-

kessel (Abb. 51) benutzt. In einem liegenden Walzenkessel befinden sich mehrere Reihen Heizrohre. Vor jedem ist ein Bunsenbrenner angebracht, dessen Flamme die in dem Rohre

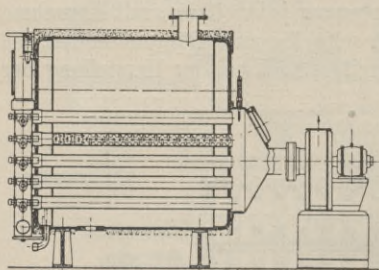


Abb. 51. Hochleistungs - Gasheizkessel  
(Rud. Otto Meyer).

liegenden Glühkörper aus Schamotte u. dergl. erwärmt. Dadurch wird die Heizleistung erheblich gesteigert. Da die Füllstücke den Verbrennungsgasen erheblichen Widerstand entgegenzusetzen, muß durch einen Absaugeventilator für den Abzug der Gase

gesorgt werden. Bei diesem Kessel ist ein Zugunterbrecher und eine Rückstausicherung nicht nötig, die sonst bei keinem Gasheizkessel entbehrt werden können.

### Abschnitt 11. Auswahl der Heizkessel.

Nachdem die Entscheidung über die zu wählende Heizung und Kesselform getroffen worden ist, muß die Größe des Kessels bestimmt werden. Diese wird nach der Heizfläche, d. h. der gesamten feuerberührten Kesselfläche angegeben und ergibt sich aus der Formel:

$$F = \frac{Q}{K} \cdot (1 + a + b) \quad [m^2] \quad (1)$$

Hierin ist  $F$  die Kesselheizfläche in  $m^2$

$Q$  der Wärmebedarf des Gebäudes in kcal/h (aus der Wärmebedarfsrechnung Bd. 1)

$K$  die Heizflächenbelastung in kcal/ $m^2h$

$a$  eine Zuschlagsgröße für die Wärmeverluste des Kessels und der Rohrleitungen

$b$  eine Zuschlagsgröße für das Anwärmen der Anlage nach Betriebsunterbrechungen.

Besondere Aufmerksamkeit muß der Heizflächenbelastung  $K$  geschenkt werden, die einen bestimmten Höchstwert nicht übersteigen darf. Wird diese sog. „wirtschaftliche Heizflächenbelastung“ überschritten, so geht die Brennstoffausnutzung auf Kosten der Wirtschaftlichkeit zurück. Zahlentafel 1 enthält Richtwerte für mit festen Brennstoffen betriebene Kessel nach den Regeln Din 4701.

Leider wird heute vielfach versucht, Einsparungen in den Anlagekosten von Heizungsanlagen zu erzielen, indem man kleinere Kessel höher als zulässig belastet. Das führt zu vermehrtem Brennstoffverbrauch und oftmals zu einer erheblichen Herabsetzung der Lebensdauer des Kessels. Bei Sonderbauarten treten andere Heizflächenbelastungen auf. So hat die Erfahrung der letzten Jahre gelehrt, daß bei Benutzung von feinem Anthrazit oder Kleinkohle die Belastung auf 5000 bis 6000 kcal/m<sup>2</sup> herabgesetzt werden muß. Ebenso wird, wenn man derartige Kessel auf Ölfeuerung umstellt, mit einer Verringerung der Heizflächenbelastung gerechnet werden müssen. Die Angaben der Hersteller sind dabei genau zu beachten.

Die Zuschläge für die Wahl der Kessel sind nach den Regeln DIN 4701 wie folgt einzusetzen:

Für Anlagen, bei denen die Rohrleitungen geschützt liegen, Steigeleitungen an den Innenwänden, Verteilungsleitungen isoliert in beheizten Räumen.....	$a = 0,05$
Rohrleitungen weniger geschützt, Steigeleitungen an den Außenwänden, Verteilungsleitungen isoliert in kalten Räumen .....	$a = 0,10$
Besonders ungünstige und weitverzweigte Rohrleitungen .....	$a = 0,15$

Der Zuschlag  $b$  für das Anwärmen der Anlagen wird nur berücksichtigt, wenn auch bei großer Kälte der Betrieb täglich unterbrochen wird und beträgt:

bei Warmwasserheizungen  $b = 0,20$

„ Dampfheizungen  $b = 0,10$

Bei Gaskesseln, Sonderkesseln für flüssige Brennstoffe u. dergl. wird die Wärmeleistung im allgemeinen unmittelbar durch die stündliche Wärmelieferung in kcal/h angegeben.

### Zahlentafel 1.

Wirtschaftl. Heizflächenbelastung der Warmwasser- und Niederdruckdampfkessel in kcal/m<sup>2</sup>.

	Warmwasser		Dampf	
	Koks	Braunkohlenbriketts	Koks	Braunkohlenbriketts
Guß- u. schmiedeeiserne Kleinkessel ohne Züge	kcal/m <sup>2</sup> 12 000	kcal/m <sup>2</sup> 10 000	kcal/m <sup>2</sup> 10 000	kcal/m <sup>2</sup> 8 000
mit Zügen	8 000	7 000	7 000	6 000
	Koks oder Steinkohle	Braunkohle oder Braunkohlenbriketts	Koks oder Steinkohle	Braunkohle oder Braunkohlenbriketts
Flammrohr- u. Sattelkessel ohne Heizrohre	kcal/m <sup>2</sup> 8 000	kcal/m <sup>2</sup> 7 000	kcal/m <sup>2</sup> 7 500	kcal/m <sup>2</sup> 6 500
mit Heizrohren	7 000	6 000	6 500	5 800
Wasserrohrkessel	7 000	6 000	6 500	5 800

Bei Flammrohr- (Rauchrohr-) Kesseln werden die Rohre außen vom Wasser umflossen, während es bei Wasserrohr- (Siederohr-) Kesseln durch die Rohre fließt.

## Abschnitt 12. Zubehör der Heizkessel.

Außer dem für jeden Heizkessel nötigen Feuergeschränke mit dicht schließenden Türen und der Rosteinrich-

tung gehören zu jedem Kessel ein Entleerungshahn und eine Füllvorrichtung. Wenn das Kesselwasser unmittelbar aus der Wasserleitung entnommen wird, ist es zweckmäßig, des sicheren Abschlusses wegen zwei Niederschraubventile hintereinander einzubauen, da jede unnötige Zuführung frischen Wassers verhütet werden muß.

An jedem Warmwasserkessel muß ferner ein Thermometer zum Ablesen der Kesselwassertemperatur angebracht werden. Es ist durch eine Metallhülse geschützt und wird so eingebaut, daß seine Quecksilberkugel in das Kessellinnere hineinragt (Abb. 52).

Niederdruck-Dampfkessel müssen mit einem Wasserstandsglas, das mit einer den niedrigsten Wasserstand bezeichnenden Marke versehen ist, und mit einem Manometer ausgerüstet sein, dessen Meßbereich von 0 bis höchstens  $1 \text{ kg/cm}^2$  (1 atü) geht.

Außerdem muß ein Sicherheitsstandrohr vorhanden sein, das verhindert, daß der Kesseldruck höher als  $0,5 \text{ kg/cm}^2$ , mit einer zulässigen Abweichung von 10 v. H., werden kann. Dieser Bedingung entspricht eine Standrohrhöhe von 5,5 m, gerechnet vom mittleren Wasserstand des Kessels ab. Da aber die Niederdruckdampfheizungen meistens mit viel geringerem Druck arbeiten, baut man die Standrohre nur um ein geringes höher, als dem Betriebsdruck entspricht. Zudem ist auch im allgemeinen durch die Höhe des Heizraumes eine Beschränkung der Standrohrhöhe gegeben. Reicht diese aber auch für den gegebenen Druck nicht aus, so kann unter Beachtung besonderer Vorschriften das Standrohr in mehrere Teile zerlegt werden.

Für den Querschnitt der Standrohre ist vorgeschrieben, daß je  $\text{m}^2$  Kesselheizfläche ein lichter Querschnitt

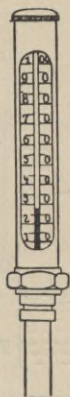


Abb. 52.  
Thermometer für  
Warmwasserheizung.

von 350 mm<sup>2</sup> vorhanden sein muß, mindestens aber 30 mm l. W. und nicht mehr als 80 mm l. W.

Da die neuzeitlichen Heizkessel nur einen so gering wie möglich gehaltenen Wasserinhalt haben, müssen die Standrohre so ausgeführt werden, daß bei Eintritt zu hohen Druckes dieser sich entspannen kann, ohne daß der Wasserinhalt

des Kessels fühlbar abnimmt, sodaß eine Nachspeisung frischen Wassers so weit wie möglich vermieden wird. In Bd. I Abschn. 34 wurde bereits erläutert, warum dieses Nachspeisen tunlichst zu unterbleiben hat. Man hat das Standrohr deshalb so ausgebildet, daß das Sperrwasser nicht mit dem Kesselwasser unmittelbar in Verbindung steht. Die einfachste Form ist hier das in den Dampfraum führende *U*-Rohr. Es hat sich aber eine Standrohrform eingebürgert, die gegenüber dem *U*-Rohr noch wesentliche Vorteile aufweist, sodaß auch der Verlust des Sperrwassers vermieden wird (Abb. 53). Das Standrohr taucht in einen Topf *T*, in dem sich das Sperrwasser befindet. Diese Wassermenge muß so groß sein, daß das Standrohr erst dann freigegeben wird, wenn der zulässige Druck über-

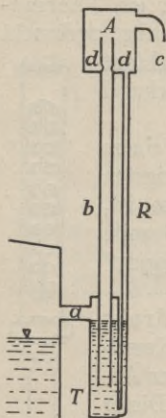


Abb. 53. Sicherheitsstandrohr  
f. ND-Heizungen.

schrritten ist. Oben auf dem Rohr befindet sich ein Auspufftopf zur Aufnahme des hochgeschleuderten Wassers. Ist der normale Betriebsdruck wieder hergestellt, so fließt das Wasser durch die Löcher *d* und die Rücklaufleitung *R* in den unteren Topf zurück und schließt den Dampftritt.

Werden mehrere Heizkessel aufgestellt, so genügt bei einer Gesamtheizfläche bis zu 200 m<sup>2</sup> ein Standrohr von 80 mm l. W., wenn die Kessel nicht voneinander absperrenbar sind. Für je 200 m<sup>2</sup> Heizfläche mehr ist ein Standrohr gleicher Größe erforderlich.

### Abschnitt 13. Sicherheitsvorschriften für Warmwasserheizungen.

Bei jeder Warmwasserheizung muß nach gesetzlicher Vorschrift dafür gesorgt werden, daß im Heizkessel unter keinen Umständen ein höherer Druck entstehen kann, als dem Höhenunterschied vom Kessel zum Ausdehnungsgefäß entspricht. Zwischen beiden muß daher eine Sicherheitsleitung ausreichender Weite vorhanden sein, in der sich keine Ab-

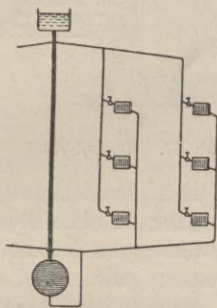


Abb. 54. Hauptvorlaufleitung als Sicherheitsleitung.

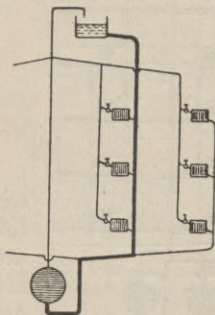


Abb. 55. Rücklaufleitung als Sicherheitsleitung.

sperrvorrichtung befindet. Hierzu können, wie es auch meistens geschieht, die Vor- und Rücklaufleitungen benutzt werden. Die Abb. 54 und 55 zeigen, wie dieser Vorschrift bei Anlagen mit oberer Verteilung entsprochen werden kann. Die gleiche Anordnung ist sinngemäß auch bei unterer Verteilung möglich. Der vorgeschriebene Durchmesser der Sicherheitsleitung bei dieser Anordnung ergibt sich aus der Formel  $d = 14,9 H^{0,356}$  (mm). Hierin ist  $H$  die Heizfläche des Kessels. Danach ergeben sich folgende Werte:

#### Zahlentafel 2.

Kesselheizfläche in m <sup>2</sup>	bis 4	4—10	10—15	15—28	28—42	42—60
Durchmesser des Sicherheitsrohres mm	25	34	39	49	57	64

Bei Anwendung dieser Zahlen ist aber nachzuprüfen, wie weit sie mit den errechneten Rohrweiten der Leitungen (vergl. Bd. I, Abschn. 28) übereinstimmen.

Bei Anlagen mit mehreren Kesseln, die auch einzeln benutzt werden, müssen die Absperrvorrichtungen so beschaffen

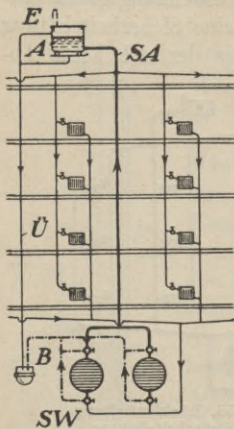


Abb. 56. Anordnung der Sicherheitsleitungen und Absperrungen bei zwei Kesseln.

ventile gebaut, von denen in Abb. 57 eine Bauform gezeigt ist.

Bei in Betrieb befindlichen Kesseln ist der Weg AB offen. Wird das Ventil geschlossen, so öffnet sich der Weg AC zur Ausblaseleitung. Auch für die Querschnitte der Ausblaseleitungen, Sicherheitswechselventile u. dergl. bestehen gesetzliche Vorschriften, auf die hier aber nicht näher eingegangen werden kann. Jedem, der eine Warmwasserheizung ausführt, ist genaue Kenntnissnahme der einschl. Bestimmungen anzuraten!

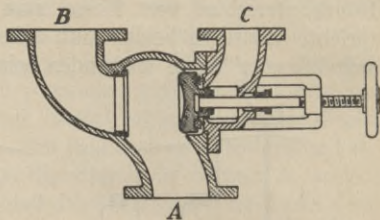


Abb. 57. Wechselventil.

sein, daß sich ein Nebenweg vom Kessel zu einer Ausblaseleitung öffnet, wenn dieser von dem Leitungsnetz abgesperrt wird. Bei der in Abb. 56 dargestellten Anordnung müssen also die Absperrungen SW ober- und unterhalb jedes Kessels derart ausgebildet sein. Man hat für diesen Zweck besondere Wechsel-



## Abschnitt 14.

## Ausdehnungsgefäße für Warmwasserheizungen.

Die Arbeitsweise der Ausdehnungsgefäße ergibt sich aus der Darstellung in Bd. I, Abschn. 25.

Abb. 58 zeigt ein Ausdehnungsgefäß, das in der üblichen Ausführung meistens aus verzinktem Eisenblech hergestellt wird. Der Deckel mit dem aufgesetzten Luftrohr  $L$  ist nicht abgedichtet. Unter dem Gefäß ist eine Tropfschale angebracht.

Durch das Steigrohr  $S$  steht das Gefäß mit dem Rohrnetz der Heizung in Verbindung. Das Rohr  $W$  führt zu einem als Wasserstandshöhenanzeiger ausgebildetem Manometer im Heizraum, sodaß der Wasserstand der Anlage von dort aus überwacht werden kann. Bei etwa eingetretenem Wassermangel wird

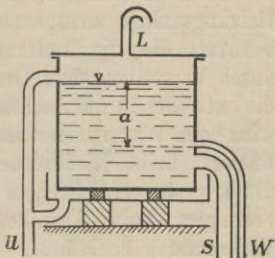


Abb. 58. Ausdehnungsgefäß einer Warmwasserheizung.

am Kessel frisches Wasser nachgespeist. Zur Ableitung überschüssigen Wassers ist das Überlaufrohr  $U$  angebracht. Der Inhalt und die Größe des Ausdehnungsgefäßes ergibt sich aus dem Wasserinhalt der gesamten Heizung, wobei dessen Ausdehnung bei der Erwärmung von  $4^{\circ}$  auf etwa  $90^{\circ}$  (= etwa 4 v. H.) das Mindestmaß der nutzbaren Höhe  $a$  des Behälters festlegt. Steht also das Wasser bei kalter Heizung bis zur Mündung des Rohres  $W$ , so muß die durch die Erwärmung vermehrte Wassermenge in dem Gefäß Platz haben, ohne daß Wasser abfließt. Der Wasserinhalt der Anlage wird für die Heizkessel und -körper aus den Drucksachen der Hersteller, für die Rohrleitung aus den in Abschnitt 17 über Rohrleitungen gemachten Angaben bestimmt.

Wo die Ausdehnungsgefäße der Gefahr des Einfrierens (z. B. auf unbeheizten Dachböden) ausgesetzt sind, müssen

sie und die anschließenden Rohrleitungen, auch im Hinblick auf die im vorigen Abschnitt behandelten Sicherheitsvorschriften, mit ausreichendem Wärmeschutz versehen werden. Man setzt sie daher in geräumige Kästen und füllt den Zwischenraum mit Sägespänen als Wärmeschutz aus.

### Abschnitt 15. Verbrennungsregler.

Um die Leistung der Kessel dem wechselnden Bedarf der Heizungsanlage anzupassen, werden selbsttätige Regler benutzt, die die Luftzuführung zum Verbrennungsraum durch Verstellen einer Drosselklappe regeln. Diese Klappe, die entweder in der Aschfalltür oder daneben angeordnet ist, wird beim Warmwasserkessel durch die Temperatur des Heizwassers, beim Niederdruckdampfkessel durch den Kesseldruck gesteuert. Steigen diese, so wird die Luftzuführung verringert, beim Absinken dagegen vergrößert und so die Verbrennung beeinflusst.

Bei den Warmwasserheizungen werden hierbei zwei grundsätzlich verschiedene Wege beschritten. Den

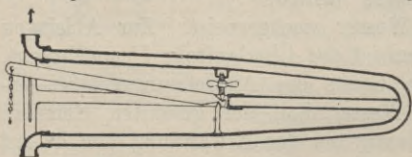


Abb. 59. Regler für Warmwasserheizung Delta (Wilferodt).

ersten zeigt Abb. 59 als Beispiel für viele verschiedene Ausführungsformen. Der Regler besteht aus einem gebogenen Rohr, das von einem Teil des Vorlaufwassers durchflossen wird. Die Schenkel sind an den Krümmern untereinander und mit dem Bogen durch Flacheisen und ein angeschweißtes Rohrstück starr verbunden. Steigt die Temperatur des durchfließenden Wassers, so will sich das Rohr unter dem Einfluß der Wärmespannungen ausdehnen. Das kann aber nur durch eine Änderung der Krümmung in den Schenkeln erfolgen. Dadurch entfernen

sich die in der Mitte etwas gegeneinander versetzten und mit Schneiden versehenen Stifte und der eingehängte Hebel ändert seine Lage. Das schwingende Ende ist durch eine mit einer Voreinstellung versehenen Kette mit der Drosselvorrichtung für die Verbrennungsluft verbunden.

Ein anderer bei derartigen Reglern beschrittener Weg besteht in der Ausnutzung des infolge von Temperaturänderungen sich verändernden Raumbedarfs einer in einem Hohlkörper eingeschlossenen Flüssigkeit (Abb. 60).

Ein mit Glycerin gefüllter Hohlkörper aus gewelltem Rohr wird so an dem Kessel angebracht, daß er in den Wasserraum hineinragt. Steigt die Kesseltemperatur, so dehnt sich die eingeschlossene Flüssigkeit aus und verlängert das Wellrohr. Diese Bewegung wird wiederum in geeigneter Weise auf die Drosselklappe übertragen. Die Voreinstellung erfolgt durch Verlängern und Verkürzen der Übertragungskette mittels der rechts dargestellten Einstellskala.

Bei den Niederdruck-Dampfheizungen sind Verbrennungsregler unbedingt erforderlich, da bereits geringe Schwankungen des Kesseldrucks zu größeren Störungen im Betrieb der Anlagen Anlaß geben können.

In den vielfach benutzten Membranreglern (Abb. 61) wird der Kesseldruck auf eine gewellte elastische Platte übertragen, die sich hebt und senkt und dadurch über Hebelwerk und Kette die Drosselklappe der Luftzuführung betätigt.

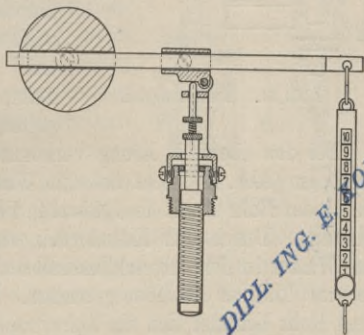


Abb. 60. Regler für Warmwasserheizung mit Ausdehnungswellrohr (Jansen).

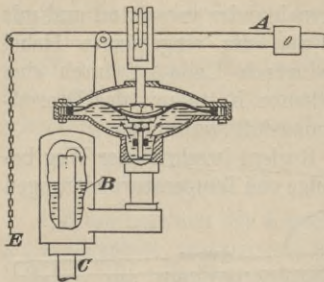


Abb. 61. Membranregler.

Das Gerät steht über das zum Schutz der Membranplatte vor der unmittelbaren Berührung mit dem Dampf vorgeschaltete Wassergefäß B mit dem Dampfraum des Kessels in Verbindung. Durch Verschieben des Gewichtes A kann der Regler auf jeden gewünschten Dampfdruck im Kessel eingestellt werden.

Bei den ebenfalls häufig vorkommenden Schwimmerreglern (Abb. 62) steht das mit Wasser gefüllte Gefäß A durch das Rohr B mit dem Kessel in Verbindung. Durch den Kesseldruck wird das Wasser in dem angeschlossenen senkrechten Rohr in die Höhe getrieben. In dem Rohr befindet sich ein Schwimmer, dessen Höhenlage sich mit dem Wasserstande ändert. Diese Bewegung wird durch die über Rollen geführte Kette auf die Drosselklappe D übertragen, die sich also bei steigendem Druck schließt und bei fallendem öffnet. Die Voreinstellung des Reglers erfolgt durch die Einstellvorrichtung E, die es gestattet, die Kette zu verlängern oder zu verkürzen und so die Zufuhr der Verbrennungsluft dem Kesseldruck anzupassen.

Vielfach sind diese Regler mit dem vorgeschriebenen Sicherheitsstandrohr vereinigt worden, um den Aufbau zweier ähnlicher Gebilde an einem Kessel zu

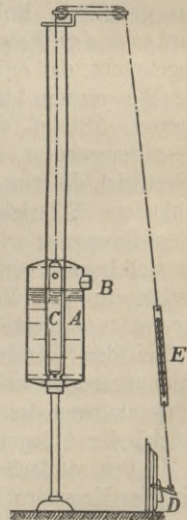


Abb. 62. Schwimmerregler f. ND-Heizungen.

vermeiden. Als Beispiel eines solchen Gerätes sei der Körting'sche Standrohrregler angeführt, der sich neben anderem durch seine außerordentlich feinfühligte Regelung auszeichnet. Von einer Beschreibung dieser heute leider vom Markte verschwundenen zweckmäßigen Einrichtung kann abgesehen werden, wenn man sich anhand des beifolgenden Bildes (Abb. 63) die vorstehenden Ausführungen über Standrohre und Regler vergegenwärtigt.

Schließlich sei noch auf einen Regler hingewiesen, der die Regelung nicht durch Anpassen der Luftzuführung an den Kesseldruck, sondern durch vollständiges Schließen und Öffnen der Luftklappe in Verbindung mit einer Nebenluftklappe

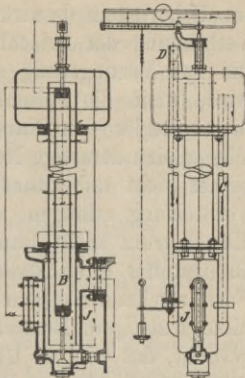


Abb. 63. Standrohrregler  
(Körting).

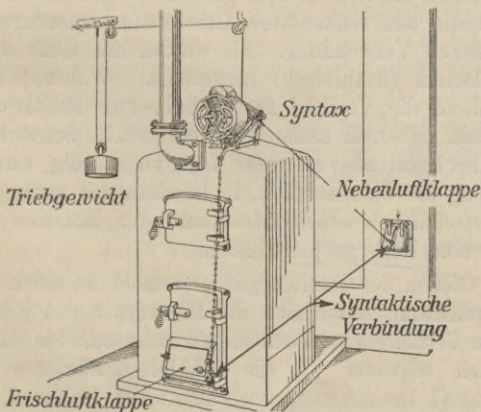


Abb. 64. Syntaxregler.

im Schornstein bewirkt. Wegen dieser „syntaktischen“ Verbindung der Frischluftklappe mit der Nebenluftklappe, die zur Verringerung des Schornsteinzuges dann geöffnet wird, wenn die Frischluftzuführung geschlossen ist, führt dieser Regler den Namen „Syntax-Regler“ (Abb. 64). Wenngleich derartige Nebenluftklappen zur Zugverringernng bisher nicht unbekannt waren, so konnten sie doch keine Verbreitung erlangen, weil die gedrosselte Luftklappe am Kessel trotz nicht immer einwandfreier Verbrennung des Brennstoffes ihren Zweck besser erfüllte. Die vorliegende Form erscheint dagegen durchaus geeignet, Brennstoffersparnisse zu zeitigen. Bemerkenswert an dem Regler ist das Triebgewicht, das wie ein Uhrwerk von Zeit zu Zeit aufgezogen werden muß. Dieser Regler kann sowohl für Warmwasser- wie für Niederdruckdampfkesselanlagen verwendet werden.

## Abchnitt 16. Heizkörper.

Wo immer Einzelheizkörper gebraucht werden, finden vorwiegend die aus senkrechten Gliedern zusammengesetzten Radiatoren Verwendung. Sie werden aus Gußeisen oder Schmiedeeisen (Stahlblech) hergestellt. Während sich in Deutschland die Vorliebe für gußeiserne Radiatoren erhalten hat, haben in anderen Ländern, z. B. Schweden, die Stahlblechradiatoren diese fast vollständig verdrängt. Dabei mag die Schwierigkeit, in Ländern mit geringem Bedarf wirtschaftlich arbeitende Radiatorengießereien zu betreiben, eine Rolle gespielt haben.

Das Gießen der Radiatorglieder ermöglicht einen großen Formenreichtum, sodaß sich die Heizkörper den jeweiligen örtlichen Verhältnissen leicht anpassen lassen. Sie sind aber wesentlich schwerer als die Stahlblechradiatoren, deren Wandung (1 bis 1,5 mm) noch nicht die Hälfte der gußeisernen (4 bis 5 mm) stark ist. Das geringe Gewicht der

Stahlblechradiatoren ist ein Vorteil beim Einbau; andererseits hat der gußeiserne die größere Beständigkeit für sich. Bei Dampfheizungen ist das von besonderer Bedeutung, da sie infolge des Wechsels von Luft und Dampf (Wasser) leichter Verrostungserscheinungen ausgesetzt sind. Auch hat man bei Dampfheizungen durch Schwingungserscheinungen erzeugte singende Töne an Stahlblechradiatoren beobachtet.

Die Wärmeleistung beider Ausführungsformen ist annähernd gleich. Entgegen einer häufig vertretenen Anschauung bietet die dünne Wand der Stahlblechradiatoren in dieser Hinsicht keinen Vorteil.

Die Heizkörper werden von den Werken als Einheiten geliefert. Da die gußeisernen Glieder zusammengeschräubt, die Stahlblechglieder aber zusammengeschweißt werden, so ist es bei jenen leicht, durch Ansetzen einzelner Glieder erforderlichenfalls eine Vergrößerung an Ort und Stelle vorzunehmen, während bei diesen der ganze Heizkörper ausgewechselt werden muß.

Abb. 65 zeigt den Querschnitt eines gußeisernen Radiators, aus dem der Zusammenbau, der durch Nippel mit Rechts- und Linksgewinde erfolgt, und auch der Endverschluß zu erkennen sind. Zwei der Verschlüsse erhalten Bohrungen für die anzuschließenden Rohrleitungen.

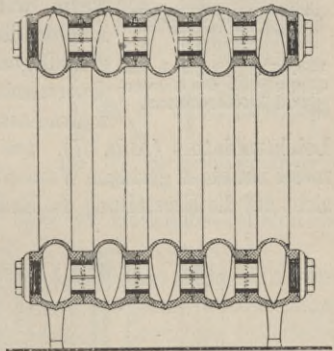
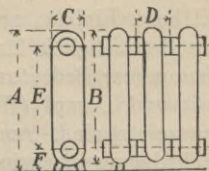


Abb. 65. Querschnitt eines gußeisernen Radiators.

Um die einzelnen Glieder eindeutig zu kennzeichnen, sind folgende Bezeichnungen eingeführt worden (s. Abb. 66):



- A Fußgliedhöhe
- B Zwischengliedhöhe
- C Tiefe
- D Baulänge
- E Nabenabstand
- F Untere Nabenhöhe

Abb. 66. Kennzeichnungen der Radiatoren.

Man unterteilt die gußeisernen Radiatoren in ein- und mehrsäulige und in Schwer- oder Normalradiatoren und Leichtradiatoren. Jene haben bei größerem Gewicht einen größeren Wasserinhalt, weswegen sie langsamer warm werden und erkalten als die Leichtradiatoren. Man erkennt den grundlegenden Unterschied aus den

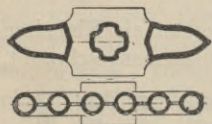


Abb. 67. Vergleich der Querschnitte des Schwer- und Leichtradiators.

Querschnitten eines Schwer- oder Normalradiators und eines sechssäuligen Leichtradiators (Abb. 67). Die Stahlblechradiatoren haben meist nur einen geringen Wasserinhalt; zudem pflegt mit Rücksicht auf die Herstellung die Baulänge nur klein zu sein, so daß

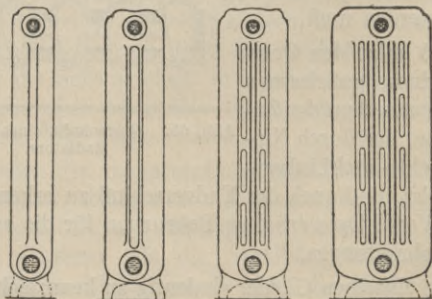


Abb. 68. Ein- bis viersäulige Schwerradiatoren.



die einzelnen Glieder dicht nebeneinander stehen. Hierunter leidet aber die Reinigungsmöglichkeit und vor allem infolge der gegenseitigen Bestrahlung die Wärmeabgabe.

Abb. 68 zeigt ein- bis viersäulige Schwerradiatorglieder. Sie werden in verschiedenen Bauhöhen von etwa 350 mm bis 1100 mm hergestellt. Die wesentlich leichteren und zierlicheren Leichtradiatoren (Abb. 69) werden zumeist vier- oder

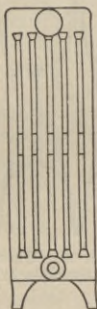


Abb. 69. Sechssäuliger Leichtradiator.

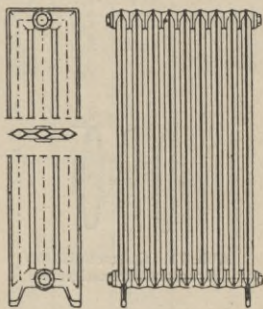


Abb. 70. Leichtradiator Rheinland (Deutsche Eisenwerke A.G.).

sechssäulig geliefert, und zwar in Höhenabstufungen von 350 mm bis 950 mm.

In Abb. 70 ist eine leichte Ausführung dargestellt, deren äußere Form sich der der Schwerradiatoren wieder nähert, ohne dabei die Vorteile des geringen Gewichtes bei kleinem Inhalt aufzugeben. Außerdem ist wegen der geringen Stärke der einzelnen Glieder eine kleine Gesamtbaulänge und starke Einschränkung des Platzbedarfes möglich.

Um den hohen Anforderungen, die in Krankenhäusern an die Sauberkeit der Einrichtungen gestellt werden, zu genügen, sind besondere Krankenhausradiatoren entwickelt worden, bei denen durch großen Abstand der einzelnen Glieder und einheitlich glatte Oberfläche (Fortfall

der Säulen) eine unbedingt einwandfreie Reinigung möglich ist (Abb. 71).

Die Stahlblechradiatoren entsprechen in ihrem Aufbau einem zwei- oder dreisäuligen Leichtradiator (Abb. 72). Die einzelnen, aus zwei gleichen gepreßten Blechen zusammengeschweißten Glieder werden an den Durchgangsöffnungen miteinander verschweißt.

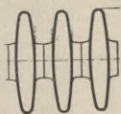


Abb. 71. Querschnitt des Krankenhausradiators.

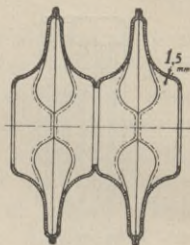


Abb. 72. Querschnitt eines Stahlblechradiators.

Die Wärmeabgabe eines Radiators hängt von dem Unterschied zwischen seiner Oberflächentemperatur und der Raumtemperatur ab. Sie errechnet sich nach der Formel

$$Q = F \cdot k (t_h - t_r) \text{ kcal/h,}$$

worin  $Q$  die Wärmeabgabe,  $F$  die Heizfläche des Heizkörpers,  $k$  die Wärmedurchgangszahl für  $1^\circ$  Temperaturunterschied und  $1 \text{ m}^2$  Heizfläche,  $t_h$  die mittlere Oberflächentemperatur des Heizkörpers und  $t_r$  die Raumtemperatur ist.

Die Wärmedurchgangszahl hängt von der äußeren Gestalt des Heizkörpers, vor allem von seiner Höhe, und von dem benutzten Heizmittel — Dampf oder Warmwasser — ab. Die folgende Zusammenstellung der Wärmedurchgangszahlen  $k$  ist den Regeln DIN 4701 entnommen. Ihre Anwendung sei an einem kurzen Beispiel erläutert.

## Zahlentafel 3.

Wärmedurchgangszahl  $k$  für Radiatoren in kcal/h.

	Nabenabstand in mm bis						
	500	600	700	800	900	1000	1100
a) Schwer-(Normal-)radiatoren							
Warmwasser							
einsäulig	7,4	7,3	7,2	7,1	7,0		
zweisäulig	7,0	6,9	6,8	6,7	6,6	6,5	6,4
dreisäulig	6,4	6,3	6,2	6,1	6,0	5,9	5,8
viersäulig	6,1	6,0	5,9	5,8	5,7	5,6	5,5
Dampf							
einsäulig	8,6	8,5	8,4	8,3	8,2		
zweisäulig	8,2	8,1	8,0	7,9	7,8	7,7	7,6
dreisäulig	7,6	7,5	7,4	7,3	7,2	7,1	7,0
viersäulig	7,3	7,2	7,1	7,0	6,9	6,8	6,7
b) Leicht- und Stahlblechradiatoren							
Warmwasser							
Tiefe unt. 100 mm	7,3	7,2	7,1		6,9		
„ 110—180 „	6,8	6,7	6,6		6,4		
„ 180—250 „	6,7	6,6	6,5		6,3		
„ über 250 „	6,6	6,5	6,4		6,2		
Dampf							
Tiefe unt. 110 mm	8,4	8,3	8,2		8,0		
„ 110—180 „	7,9	7,8	7,7		7,5		
„ 180—250 „	7,8	7,7	7,6		7,4		
„ über 250 „	7,7	7,6	7,5		7,3		

Beispiel: Ein Heizkörper einer Warmwasserheizung soll stündlich 2000 kcal abgeben. Die Vorlauftemperatur sei  $90^{\circ}$ , die des Rücklaufs  $70^{\circ}$ , dann ist die mittlere Oberflächentemperatur des Heizkörpers  $80^{\circ}$ . Die Raumtemperatur sei  $20^{\circ}$ . Mit Rücksicht auf den verfügbaren Raum (Fensterbänke) wird ein zweisäuliger Normalradiator mit 600 mm Nabenabstand, dessen Glieder je  $0,35 \text{ m}^2$  Heizfläche haben, gewählt. Nach Zahlentafel 3 ist  $k$  für einen solchen Heizkörper 6,9 kcal, also für  $80-20 = 60^{\circ}$  Temperaturunterschied  $60 \cdot 6,9 = 414 \text{ kcal m}^2$ . Daher muß der Heizkörper  $2000 : 414 = 4,83 \text{ m}^2$  Heizfläche haben. Das entspricht 14 Gliedern ( $4,6 \text{ m}^2$ ). Dann ist zu untersuchen, ob sich der Heizkörper in dem zur Verfügung stehenden Raum unterbringen läßt; sonst muß eine andere Bauart gewählt werden.

Für die Radiatoren sollen demnächst Normen geschaffen werden, um deren Ausführung zu vereinheitlichen und die Zahl der bislang benutzten Bauarten auf das Notwendige zu beschränken. Welche der oben beschriebenen Formen verschwinden werden, läßt sich noch nicht übersehen, auch wird die Auswirkung der Normung noch geraume Zeit auf sich warten lassen. Ebenso wird sich erst später herausstellen, ob die vorstehende Zahrentafel 3 eine Änderung erfahren wird.

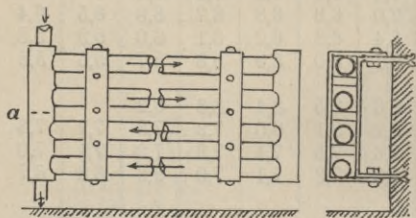


Abb. 73. Rohrheizkörper.

Neben den Radiatoren werden in besonderen Fällen auch andere Heizkörperformen benutzt. Hierzu gehören in erster Linie die aus glatten schmiedeeisernen Rohren hergestellten Rohr-  
schlangen oder Rohrheizkörper. Als Beispiel für diese diene der in Abb. 73 dargestellte, vollständig durch Schweißung hergestellte Rohrheizkörper. In das vordere Querrohr ist bei *a* ein Boden eingeschweißt, so daß das Heizmittel in den oberen Rohren zum hinteren Querrohr und von da durch die unteren zurückströmen muß. Die Rohre müssen so verlegt sein, daß sie Wärmeausdehnungen folgen können, und sollen gleichzeitig ein geringes Gefälle besitzen, damit sich bei Warmwasser keine Luft ansammeln und bei Dampfheizung das Niederschlagswasser sicher entfernen kann.

In Fabriken, Trockenräumen u. dergl. kommen häufig gegossene oder neuerdings schmiedeeiserne Rippenrohre zur Anwendung. Wenngleich die Wärmeabgabe der Rippen nicht so groß ist als die der Rohre, so läßt sich doch durch ihre Verwendung auf kleinerem Raume eine größere Heizwirkung erzielen. Folgende, den Regeln DIN 4701 entnommene Zahlen-

tafel enthält Angaben über die Wärmeabgabe solcher Glatt- und Rippenrohrheizkörper.

## Zahlentafel 4.

Wärmedurchgangszahl  $k$  für glatte Rohre und Rohrheizkörper je  $m^2$  Oberfläche.

Rohr mm l. W.	30 bis 49,9	50 bis 69,9	70 bis 100
waagerechte Einzelrohre			
Warmwasser	11,6	11,1	10,6
Dampf	12,6	12,0	11,5
mehrere waagerechte Rohre übereinander			
Warmwasser	9,3	8,9	8,5
Dampf	10,1	9,6	9,2

Wärmedurchgangszahl  $k$  für Rippenrohre.

Rippenrohre	einzel	mehrere übereinander
Warmwasser	5,0	4,5
Dampf	5,5	4,9

Die angeführten Wärmedurchgangszahlen der Zahlentafeln 3 u. 4 gelten für freistehende, der Raumluft gut zugängige Aufstellung der Heizkörper. Die Wärmeabgabe kann aber durch verschiedene Einflüsse stark beeinträchtigt werden, und zwar zunächst durch den Anstrich.

Die Heizkörper werden mit einem Grundanstrich versehen, der sie vor dem Verrosten bewahren und für den weiteren Anstrich die Haftgrundlage bilden soll. Darüber kommt tunlichst ein heller Lackfarbeanstrich, der eine glatte und abwaschbare Oberfläche ergeben soll. Die Wärmeabgabe wird durch diese Oberflächenbehandlung nicht beeinträchtigt, wohl aber durch einen Anstrich mit Aluminiumbronze, der durch Verminderung der Ausstrahlung die Leistung der Heizkörper um ein Viertel vermindert.

Eine weitere wesentliche Beschränkung der Wärmeabgabe

kann durch Ummantelung oder Verkleidung der Heizkörper entstehen, die früher häufig benutzt, heute erfreulicherweise immer weniger zur Anwendung kommt. Kann

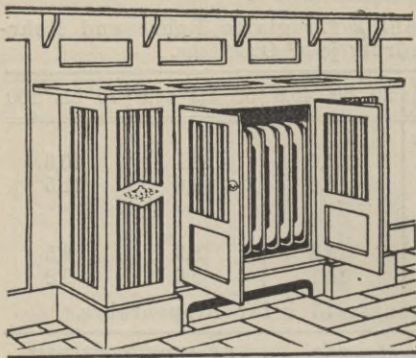


Abb. 74. Heizkörper mit Holzmantel.

eine solche Umkleidung nicht vermieden werden, so ist durch genügend freie Öffnungen für freien Luftzutritt und unbehinderte Ausstrahlung Sorge zu tragen. Es kann nicht eindringlich genug vor der Vernachlässigung dieser Regeln gewarnt werden, da es leider auch heute noch vorkommt, daß Ummantelungen eingebaut werden, die die Wärmeleistung der Heizkörper stark herabsetzen oder sogar völlig ausschalten. Einige brauchbare Ummantelungen sind in Abb. 74 und 75 als Beispiele dargestellt.

Viel zu wenig ist auch bekannt, daß die Wärmeabgabe der unter Fenstern aufgestellten Heizkörper durch zu lange Vorhänge, die sowohl den freien Luftzutritt, als auch die Ausstrahlung verhindern, erheblich herabgesetzt werden kann. Es empfiehlt sich daher, die Vorhänge über den in Fensternischen aufgestellten Heizkörpern so auszuführen, wie auf Abb. 76 rechts

Es kann nicht eindringlich genug vor der Vernachlässigung dieser Regeln gewarnt werden, da es leider auch heute noch

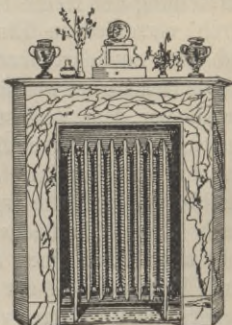


Abb. 75. Heizkörper mit kaminartiger Umrahmung.

dargestellt. Da bei dieser Aufhängung die Vorhänge nicht unmittelbar der Einwirkung des unvermeidbar mit der erwärmten Luft aufsteigenden Staubes ausgesetzt sind, tritt außer der Wärmeersparnis auch nicht so schnell Verschmutzung der Vorhänge ein.

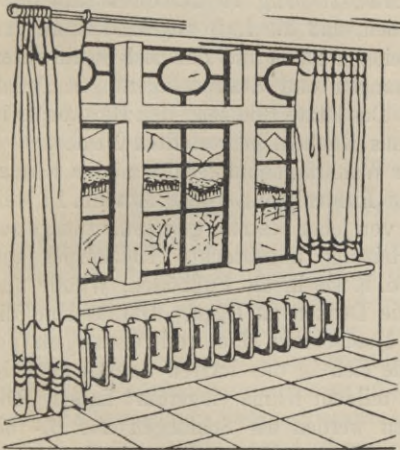


Abb. 76. Unrichtige und richtige Aufhängung von Vorhängen.

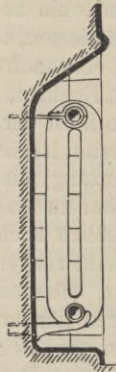


Abb. 77. Heizkörper in gekachelter Nische.

Aus dem gleichen Grunde ist es zweckmäßig, über jedem Heizkörper eine Leiste oder einen Wulst (Abb. 77) anzubringen, der die aufsteigende warme Luft von der Wand ablenkt, so daß die gefürchteten schwarzen Stellen oberhalb der Heizkörper vermieden werden. Dieses Bild zeigt auch die heute allgemein üblich gewordene Aufhängung der Heizkörper auf in die Wand eingelassenen Trägern (Konsolen), die an die Stelle der Aufstellung auf Füßen getreten ist. Der Raum unter dem Heizkörper bleibt dadurch frei und kann leicht gereinigt werden.

Nicht unwesentlich ist es, der Wandbeschaffenheit hinter den Heizkörpern Beachtung zu schenken. Neben der Forderung nach leichter Säuberung spielt hierbei die Vermeidung unnötiger Verluste durch Wärmeaufnahme der Wand eine Rolle. Helle, glatte Anstriche oder Kachelauskleidung sind zu empfehlen. Bei der Anbringung in Nischen sind diese möglichst so auszubilden, daß die Luft ungehindert an den Heizkörpern vorbeistreichen kann und daß sich keine toten Räume, die zu Stauungen und Staubablagerungen Anlaß geben können, bilden. Das letzte Bild zeigt den Heizkörper in einer einwandfreien, aus Kacheln hergestellten Nische.

In England, wo für Wohnräume infolge des milden Klimas heute noch der offene Kohlenkamin (siehe Abschn. 1) weit verbreitet ist, ist man von jeher bestrebt gewesen, etwaige zur Ergänzung dieser Heizung angebrachte Heizkörper unsichtbar zu machen, d. h. sie in die Fußböden, Wände und schließlich auch in die Decken zu legen. Daraus sind die Paneelheizungen, in Deutschland Deckenheizungen genannt, entstanden, die sich in den letzten Jahren auch in anderen Ländern mit mildem Klima eingeführt haben. Die benötigten Heizflächen werden als Schlangen aus  $\frac{1}{2}$ - bis  $\frac{3}{4}$ -zölligem Rohr an der Unterseite der Decke in den Beton gebettet und sind nur durch den Putz verdeckt. Die Wärmeabgabe erfolgt also bis auf einen ganz geringen Bruchteil, der nach oben durch den Fußboden geht, fast vollständig an den darunter liegenden Raum. Warmes Wasser in Temperaturen bis höchstens  $60^{\circ}$  ist das Heizmittel, das durch Pumpen umgetrieben wird.

Inwieweit diese neue Heizungsart, bei der nur die Strahlung der Heizflächen in den Raum wirkt und eine Luftumwälzung, wie sie bei der Heizung mit Radiatoren vorhanden ist, ausgeschaltet ist, in den Ländern mit härterem und stärker wechselndem Klima Eingang finden wird, ist nicht vorauszusehen, doch ist anzunehmen, daß sie trotz der höheren



Anlagekosten, für größere Räume, Büros, Museen, Krankenhäuser in Frage kommen wird. Zur Zeit der Drucklegung dieses Bandes werden die ersten Deckenheizungen für solche Zwecke in Deutschland ausgeführt.

Über die Wärmeabgabe derartiger Heizflächen liegen noch kaum wissenschaftliche Untersuchungen vor. Ob sich alle von der Deckenheizung erwarteten Vorteile einstellen werden, ob es insbesondere richtig ist, daß man in solchen Räumen mit geringeren Temperaturen auskommen kann, und ob sich die bei diesen Heizungen erhofften Brennstoffersparnisse bestätigen, muß abgewartet werden.

### **Abschnitt 17. Rohrleitungen.**

Die Rohrleitungen werden allgemein aus Stahlrohren (Flußstahl) hergestellt. Lediglich die Schiffsheizungen bilden eine Ausnahme, da bei ihnen Kupferrohre verwandt werden. Auch dort, wo die Rohre größeren Verrostungsgefahren ausgesetzt sind, verwendet man neuerdings Kupfer oder durch besondere Oberflächenbehandlung rostgeschütztes Eisen. Das ist vor allem bei den Niederschlagswasserleitungen der Dampfheizungen und in manchen Gegenden bei den Leitungen der Warmwasserversorgungsanlagen der Fall.

Die Stahlrohre sind genormt. Für Rohrleitungen mit Gewindeverbindungen sind die verstärkten Gasgewinderohre nach DIN 2441 am zweckmäßigsten, da die normalen, sog. Gasrohre nach DIN 2440 für die Gewindeteile reichlich schwach sind. Trotzdem werden diese ihres billigen Preises wegen häufig benutzt. Für Leitungen größeren Querschnitts, deren Rohrverbindungen durch Schweißen hergestellt werden, dienen die nahtlosen Siederohre nach DIN 2449. In der folgenden Zahlentafel sind einige Angaben über Durchmesser, Inhalt und Oberflächen der am meisten verwendeten Heizungsrohre zusammengestellt.

## Zahlentafel 5.

Verstärkte Gewinderohre DIN 2441 (Heizungsrohre).

Nennweite Zoll	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	2
Innendurchmesser mm . . . . .	11,25	14,75	19,75	25,5	34,25	39,75	51
Außendurchmesser mm . . . . .	16,75	21,75	26,75	33,5	42,25	48,25	60
Inhalt v. 1 m Rohr l . . . . .	0,10	0,17	0,31	0,51	0,92	1,24	2,04
Oberfläche 7m Rohr m <sup>2</sup> . . . .	0,0526	0,0683	0,0840	0,105	0,133	0,151	0,188

Nahtlose Rohre DIN 2449 (Siederohre).

Innendurchmesser mm	51,5	64	70	82,5	94,5	100,5	113	119	125	131
Außendurchmesser mm	57	70	76	89	102	108	121	127	133	140
Inhalt v. 1 m Rohr l . . .	2,08	3,22	3,85	5,35	7,01	7,93	10,0	11,1	12,3	13,5
Oberfläche 1 m Rohr m <sup>2</sup>	0,179	0,220	0,239	0,279	0,320	0,339	0,380	0,399	0,417	0,440
Innendurchmesser mm	137	143	150	162	180	203	228	253	277	302
Außendurchmesser mm	146	152	159	171	191	216	241	267	292	318
Inhalt v. 1 m Rohr l . . .	14,7	16,1	17,7	20,6	25,4	32,4	40,8	50,3	60,3	71,6
Oberfläche 1 m Rohr m <sup>2</sup> . .	0,459	0,477	0,499	0,537	0,599	0,679	0,756	0,839	0,917	0,998

Die Erstellung von Rohrleitungen für Heizungsanlagen erfordert neben guter handwerklicher Geschicklichkeit ein reiches Maß von Kenntnissen und Erfahrungen. Aus den Betrachtungen über die Berechnung von Rohrleitungen (Bd. I, Abschn. 28, Abschn. 33 u. 35) geht hervor, daß, besonders in Warmwasserheizungen, die den Umlauf des Heizmittels bewirkenden Kräfte sehr gering sind. Es muß also jede unnötige Beeinträchtigung durch Rohrleitungswiderstände möglichst vermieden werden. Das bedeutet, daß man vor allem darauf sehen muß, die Leitung innen möglichst glatt und mit allmählichen schlanken Übergängen und Abrundungen ohne scharfe Kanten und Ecken auszubilden. Auch muß dafür gesorgt werden, daß sich keine Luftsäcke in dem Leitungsnetz bilden können und daß die in den Rohren befindliche Luft leicht und völlig entweichen kann. Bei Niederdruckdampfheizungen ist zu beachten, daß Luft schwerer als

Dampf ist, also eine Entlüftung nach oben große Widerstände hervorrufft und häufig unwirksam ist.

Die Rohre müssen das richtige Gefälle haben und so geführt sein, daß bei Dampfheizungen niemals das Kondenswasser der Richtung des Dampfstromes entgegen geführt wird, da hierdurch sehr unangenehme und laute Geräusche — Poltern, Knacken — entstehen können. Naturgemäß muß auch der Dehnung der Rohrleitungen infolge der Erwärmung hinreichend Rechnung getragen werden, damit nicht infolge zu großer Spannungen Schädigungen in der Anlage und dem Gebäude auftreten.

Häufig wird diesen wichtigen Gesichtspunkten nicht die nötige Beachtung geschenkt, indem man die Rohre in der erheblich weniger anspruchsvollen Bauweise der Gas- oder Kaltwasserleitungen verlegt. Dann kann es vorkommen, daß ein auch mit äußerster Sorgfalt ausgerechnetes Heizrohrnetz schlecht oder gar nicht arbeitet.

Bei der Verarbeitung der verstärkten Gewinderohre werden die Rohrverbindungen mit Hilfe der bekannten eingeschraubten Verbindungsstücke (Fittings), die in einer Vielzahl verschiedener Formen erhältlich sind, hergestellt. Handelt es sich um die Verbindung zwei in gleicher Achsrichtung liegenden Rohre, von denen eines frei bewegt werden kann, so benutzt man die normale Muffenverbindung (Abb. 78). Das Gewinde wird auf die an Ort und Stelle zugeschnittenen Rohre aufgeschnitten.



Abb. 78. Muffenverbindung.

Die Stoßfugen werden genau rechtwinklig abgefeilt oder gefräst und unter Abdichten mit Werg und Mennige oder Mangankitt die Verbindung hergestellt, die später, wenn sie einmal in die Leitung fest eingebaut ist, nicht mehr lösbar ist.

Wird Lösbarkeit verlangt oder sind beim Zusammenbau die Rohre in der Längsrichtung nicht mehr frei bewegbar,

so benutzt man Langgewinde (Abb. 79). Auf das eine der beiden Rohrenden wird ein so langes Gewinde geschnitten, daß die Muffe mit einem dahinter anzubringenden Gegenring auf dieses Rohrende völlig aufgeschraubt werden kann. Beim Zusammensetzen der Verbindung wird dann die Muffe zur Hälfte auf das andere Rohr zurückgeschraubt und schließlich gegen ungewolltes Lösen durch festes Anziehen des Gegenringes gesichert. Soll eine leichtere Lösbarkeit (Abb. 80) ermöglicht werden, so werden Verschraubun-

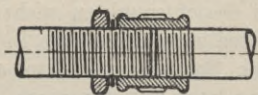


Abb. 79. Langgewindeverbindung.

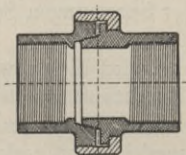
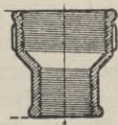
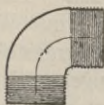
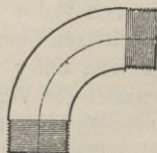


Abb. 80. Verschraubung.

gen (Kappverschraubungen, Holländer) benutzt. Beide Rohrenden erhalten zylindrisches Gewinde, auf dem die Hälften der Verschraubung befestigt werden. Die Abdichtung der Verschraubung erfolgt durch einen kegelförmigen Ansatz an der einen Hälfte, der in eine passende Ausdrehung der anderen Hälfte eingreift. Eine Überwurfmutter verbindet beide Hälften und sorgt für den nötigen Anzug des Kegels.

Zur Verbindung verschieden weiter Rohre werden Verjüngungsmuffen, die ebenfalls für die verschiedensten Gewindezusammenstellungen auf dem Markt sind, benutzt (Abb. 81).

Abb. 81.  
Verjüngungsmuffen.Abb. 82.  
Kürzer Bogen.Abb. 83.  
Schlanker Bogen.

Richtungsänderungen werden durch Bogenstücke hergestellt (Abb. 82 und 83). Man gibt dabei den schlankeren Bögen mit größerem Halbmesser den Vorzug, um unnötige Widerstandsverluste zu vermeiden. Allerdings müssen die Monteure auf den Baustellen auch in der Lage sein, beliebige Richtungsänderungen durch Biegen der Rohre herzustellen, ohne daß dadurch der Querschnitt (Einknicken) leidet.

Abzweigungen werden durch T- und Kreuzstücke hergestellt (Abb. 84 und 85). Bei diesen Verbindungen treten

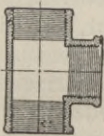


Abb. 84.  
T-Stück.

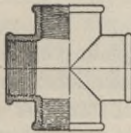


Abb. 85.  
Kreuzstück.

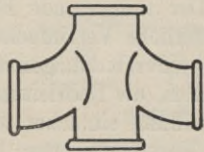


Abb. 86. Kreuzstück  
in Stromlinienform.

infolge der scharfen Kanten große Widerstände auf. Es empfiehlt sich deshalb, statt dessen neuzeitliche Stromlinienformstücke zu verwenden (Abb. 86), deren Widerstandszahlen wesentlich niedriger sind. Alle derartigen Formstücke sind auch für den Anschluß verschiedener Rohrweiten für jede Art von Zusammenstellungen erhältlich (Abb. 87).

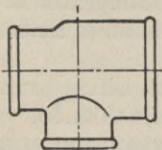


Abb. 87. T-Stück für ver-  
schiedene Rohrweiten.

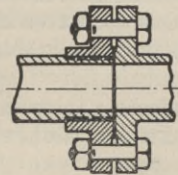


Abb. 88.  
Flanschverbindung.

Wollte man früher Rohre größeren Durchmessers miteinander verbinden, so mußte man die Rohrenden mit Flanschen versehen, die man unter Zwischenlage einer Dichtung

miteinander verschraubte. Seit Einführung des Schweißens der Rohrleitungen ist aber ihre Verwendung stark zurückgegangen. Heute werden Flanschen nur noch benutzt, wenn in größere Rohre besondere Formstücke und Absperrvorrichtungen eingeschaltet werden sollen. Abb. 88 zeigt die heute gebräuchlichste Ausführungsform der Flanschen bei der Verbindung eines Rohrleitungsstückes mit einer Absperrvorrichtung. Die Flanschenverbindungen sind in DIN 2575 und 2580 bis 2582 genormt.

Der weitgehende Fortfall der Flanschverbindungen hat wesentliche Vereinfachungen mit sich gebracht, da bei den Schweißverbindungen eine Quelle von Undichtigkeiten fortgefallen, die Rohrleitung ansehnlicher und die Wärmeschutzumhüllung einfacher und vollständiger geworden ist. Für die Herstellung von Richtungsveränderungen sind Rohrbögen für jede Rohrweite erhältlich.

Geschweißte Rohrleitungen sind aber nur dann, wenn die Schweißung sorgfältig hergestellt ist, verschraubten vorzuziehen. Zumal bei kleinen Rohrweiten bis etwa  $1\frac{1}{2}$ '' l. W. sollte man nicht von der Verwendung von Verbindungsstücken abgehen, da das einmal billiger ist als die Schweißung und trotz sorgfältigster Arbeit nicht immer vermieden werden kann, daß Teile des Schweißgutes in das Rohrinne gelangen und den Querschnitt verkleinern. Naturgemäß hat dies bei kleinen Rohrweiten größeren schädigenden Einfluß als bei weiteren.

Die einfachste Schweißung im Rohrleitungsbau, das Verbinden zweier Rohrenden, zeigt Abb. 89. Sind die Rohre starkwandig, etwa über 4 bis 5 mm, so wird man die Rundnaht V-förmig über den hierzu abgefrästen Rohrenden (obere Bildhälfte) ausführen. Schwächere Rohre werden stumpf gegenein-

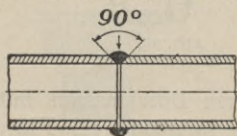


Abb. 89. Schweißverbindung.

ander gesetzt und durch eine Wulstnaht verbunden (untere Bildhälfte).

Sollen Abzweigungen hergestellt werden, so schneidet man zunächst mit dem Schweißbrenner ein Loch in das Rohr und paßt das Abzweigstück an, das dann durch eine Schweißnaht mit dem Rohre verbunden wird (Abb. 90 und 91).

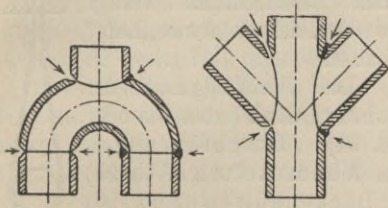


Abb. 90 u. Abb. 91. Herstellung von Abzweigungen durch Schweißung.

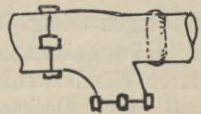


Abb. 92. Sius-Fitting (Berg. Stahlindustrie).

Da es sehr leicht vorkommen kann, daß derartige Abzweigungen durch ungenaues Zusammenpassen und Eindringen von Schweißgut in das Rohrrinnere den Anforderungen nach möglichst glatter Innenwandung nicht entsprechen, sind neuerdings besondere Formstücke für geschweißte Rohrleitungen entstanden. Diese sog. „Sius-Fittings“ (Abb. 92) haben kleine Zapfen, die dafür sorgen, daß die stets gerade abgeschnittenen Rohrenden nicht ausmittig übereinandergesetzt werden können. Die Zapfen dieser aus besonderen Temperguß hergestellten Fittings verschwinden in der Schweißnaht, wie die Abbildung zeigt.

Bei der Anlage der Heizungsrohrleitungen muß die infolge der Erwärmung eintretende Längenausdehnung berücksichtigt werden. Ein eisernes Rohr von 1 m Länge dehnt sich bei einer Temperatursteigerung von 0 auf 100° um 1,17 mm aus. Demnach können bei Steigrohren von 15 m Länge, wie sie häufig in Heizungen vorkommen, Längenausdehnungen bis zu 17,5 mm eintreten, die irgendwo durch nachgiebige

Teile aufgenommen werden müssen, wenn nicht Verwerfungen u. dergl. eintreten sollen. Besondere Ausdehnungsstücke sind bei Wohnhausheizungen meistens nicht erforderlich, da die auftretenden Bewegungen durch die überall vorkommenden Richtungsänderungen der Rohrstrecken aufgenommen werden,

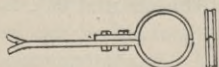


Abb. 93. Rohrschelle.

wenn die Rohrleitungen so in den Befestigungen verlegt werden, daß sie etwas „Luft“ haben.

Die Aufhängung der Leitungen erfolgt in Rohrschellen (Abb. 93) oder in Hängeeisen (Abb. 94). Durchführungen durch Wände werden in Wandrosetten (Abb. 95) und durch Decken in Deckenhülsen (Abb. 96) geführt, die eine freie Bewegungsmöglichkeit gewährleisten. Die senkrechten Steige- und Falleitungen werden in der Regel in Mauerschlitze gelegt, die später zugeputzt werden, deshalb soll auch an dieser Stelle auf die Wichtigkeit der „organischen“ Heizungsplanung, d. h. der frühzeitigen Heranziehung des Heizungsfachmannes hingewiesen werden, weil sonst beim Einbau der Heizung umfangreiche Mauerarbeiten erforderlich werden.



Abb. 94. Hängeeisen.

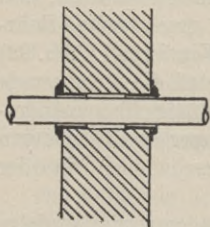


Abb. 95. Wandrosette.

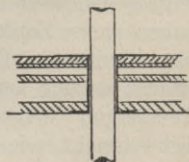


Abb. 96. Deckenhülse.

Leitungen in Räumen, die nicht beheizt werden

sollen (Keller, Vorratsräume u. dergl.) und solche, die der Gefahr des Einfrierens ausgesetzt sind (Dachböden), müssen mit hinreichendem Wärmeschutz versehen werden.

Bei der Anlage ist besonders darauf zu achten, daß die Rohrleitungen in richtigem Gefälle verlegt werden. Die



vor dem Füllen der Anlage vorhandene oder mit frischem Speisewasser, das stets Luft enthält, in die Leitung kommende Luft muß ungehindert nach dem Ausdehnungsgefäß entweichen können. Es dürfen also keine Stellen vorhanden sein, in denen sich Luft sammelt, ohne abströmen zu können, da sich sonst leicht Betriebsstörungen ergeben. Ist ein solcher „Luftsack“ nicht zu umgehen, so muß ein Entlüftungsrohr oder Ventil angebracht werden, wie in Abb. 97 gestrichelt dargestellt.

Einen häufig zu findenden Fehler beim Anschluß der Heizkörper zeigt Abb. 98. Hier bildet sich ebenfalls ein Luftsack, der die



Abb. 97. Luftsack in einer Rohrleitung.

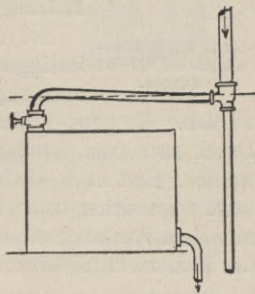


Abb. 98. Luftsack an einem Warmwasserheizkörper.

ganze Wirkung des Heizkörpers in Frage stellen kann. Aber auch sonst können sich in hochgelegenen oder weit vom Kessel entfernten Heizkörpern leicht Luftmengen ansammeln, so daß man diese gegebenenfalls mit einem Entlüftungsventil versehen muß.

Bei den Leitungen der Niederdruckdampfheizungen muß dafür gesorgt werden, daß das entstehende Kondenswasser nicht entgegen der Dampfrichtung strömt, da sonst erhebliche Störungen eintreten können. In den Steigeleitungen läßt sich die gegenläufige Strömung nicht umgehen. Um aber zu verhindern, daß das Kondenswasser aus diesen in die waagerechten Verteilungsleitungen im Keller eintritt, wird am unteren Ende der Leitung eine Wasserschleife (Abb. 99) angebracht, deren Länge sich nach dem Arbeitsdruck der

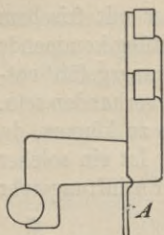


Abb. 99. Wasser-  
schleife bei ND-Hei-  
zungen.

Anlage richtet. Sie muß länger sein, als der Wassersäule dieses Drucks entspricht.

Auf die Bedeutung einer ordnungsgemäßen Anlage der Entlüftungsleitung soll hier noch einmal hingewiesen werden, weil von dieser und von der guten Kondenswasserableitung die Wirtschaftlichkeit der Heizung maßgebend beeinflußt wird.

Ist eine Heizung in ihrer Gesamtanlage fertiggestellt, so muß sie, so lange die Rohre noch zugänglich sind, auf Dichtigkeit geprüft werden. Es genügt nicht, die Anlage zu füllen und unter Druck zu setzen, sondern sie muß mehrere Male angeheizt werden. Erst nach wiederholtem Warmwerden und Erkalten kann man sicher beurteilen, ob die Anlage dicht ist und darf mit dem Anstreichen der Rohrleitung und dem Verputzen der Mauerschlitze beginnen.

## Abschnitt 18. Anschluß und Regelung der Heizkörper.

Bei der Auswahl der bei den Heizungsanlagen an den Heizkesseln, Hauptverteilungsleitungen u. dergl. benötigten Absperrungen gibt man den Ausführungsformen den Vorzug, die dem Durchfluß des Heizmittels den geringsten Widerstand entgegensetzen. Der Absperrschieber entspricht dieser Anforderung in weitestem Umfang, da er bei voller Öffnung den Rohrquerschnitt vollständig frei gibt. Er wird bei kleineren Rohrleitungen mit Gewindeanschluß (Abb. 100), bei größeren mit Flanschen ausgeführt.

Eine größere Sicherheit für dauerhaften dichten Abschluß geben die Ventile mit Niederschraubspindeln, und zwar haben sich die Schrägsitzventile (Abb. 101), die auch sehr günstige Durchflußwerte ergeben, immer mehr eingeführt.

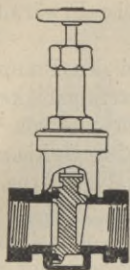


Abb. 100.  
Absperrschieber.

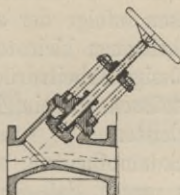


Abb. 101.  
Schrägsitzventil.

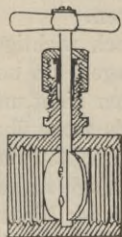


Abb. 102.  
Drosselklappe.

Kommt es weniger auf dichten Abschluß an, und will man die Durchflußmengen verringern, so benutzt man Drosselklappen (Abb. 102), die vor allem auch den Vorteil haben, daß sie durch eine Vierteldrehung des Handgriffs geöffnet oder geschlossen werden können.

Bei großen Anlagen werden Gruppenabsperungen eingebaut, um Teile der Heizung außer Betrieb nehmen zu können; bei Warmwasserheizungen auch, weil man bei Ausbesserungen nicht jedesmal die ganze Anlage entleeren will. In großen Anlagen für mehrstöckige Gebäude werden die Steig- und Fallstränge durch dichtschließende Ventile, die mit Entleerungshähnen verbunden sind, absperbar gemacht (Strangabsperventile).

Die Heizkörperabsperungen müssen einer Reihe von Anforderungen genügen. Zunächst muß durch eine halbe Umdrehung des Handgriffes die volle Öffnung abgesperrt werden können. In den Zwischenlagen erfolgt die Regelung durch Veränderung der Durchflußquerschnitte. Außerdem aber müssen diese Absperungen eine sog. „Voreinstellung“ besitzen, damit man die größte Durchflußmenge der Leistung des Heizkörpers anpassen kann. Dadurch wird bei Schwerkräftenheizungen der gleichmäßige Umlauf in der ganzen An-

lage gesichert, so daß alle Heizkörper gleiche Erwärmung erfahren.

Noch wichtiger ist die Voreinstellung bei den Pumpenheizungen, da bei diesen infolge der aus Zweckmäßigkeitsgründen nicht unterschrittenen kleinsten Rohrweite von  $1/2''$  oftmals große überschüssige Arbeitsdrücke auftreten können, die vernichtet werden müssen, um ein gleichmäßiges Arbeiten der Anlage zu gewährleisten.

Bei der Niederdruckdampfheizung hat die Voreinstellung die Aufgabe, dafür zu sorgen, daß die Heizkörper nur diejenige Dampfmenge zugeteilt bekommen, die in ihnen tatsächlich ausgenutzt, d. h. niedergeschlagen werden kann. Sonst ist eine „generelle“ Regelung und wirtschaftlicher Betrieb nicht möglich.

Mit Erfolg ist man bemüht gewesen, den Durchflußwiderstand der Absperrungen zu verringern (Zahlentafel 8, Bd. I, S. 80), wobei aber häufig die Regelfähigkeit durch die Voreinstellung gelitten hat. Die angeführte Tafel zeigt, daß Absperrhähne geringere Widerstände haben als Ventile.

Abb. 103 zeigt einen Absperrhahn mit Voreinstellung. In dem eigentlichen Hahnkörper *H*, der aus einem Hohlzylinder besteht, ist ein Voreinstellungsstück *V* angeordnet, das durch Niederschrauben der Spindel *S* gesenkt werden kann, so daß damit der Durchgangsquerschnitt verringert wird. — Die Abbildung zeigt gestrichelt die Verringerung des freien Querschnittes auf ein Drittel. — Beim Drehen des Handgriffes nimmt der Voreinstellkörper den Hahnkörper mit und verschließt so die Leitung.

Am häufigsten wird bei den Warmwasserheizungen zur Absperrung der Heizkörper das sog. Doppeleinstellventil verwendet (Abb. 104). Bei diesem ist die Ventilspindel mit dem Ventilkegel, die das Ventil mit etwa einer halben bis dreiviertel Umdrehung öffnet, nicht unmittelbar in dem Ventilgehäuse, sondern in einem Zwischenstück *b*

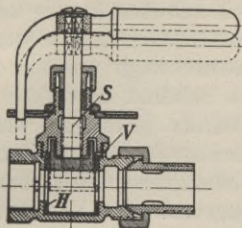


Abb. 103. Heizkörperabsperrrahn mit Voreinstellung.

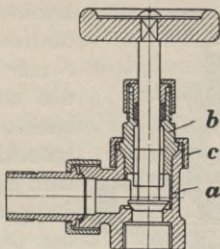


Abb. 104. Doppeleinstellventil.

gelagert. Dieses trägt bei *a* einen hohlzylindrischen Ansatz mit seitlichem Ausschnitt, der nach Lösung der Überwurfmutter *c* drehbar ist. Bei freiem Durchfluß liegt der Ausschnitt so vor dem Ausfluß, daß dessen ganzer Querschnitt freigegeben ist. Soll die Durchflußmenge vermindert werden, so wird durch Verdrehen des Zwischenstückes *b* der Ausschnitt so weit gegenüber der Ausflußöffnung verschoben, bis die gewünschte Verringerung des freien Querschnitts erreicht ist. Allerdings verbleibt zwischen dem Ventilkörper und dem Zwischenstück ein Spalt, durch den das Heizmittel ebenfalls strömt. Bei niedergeschraubten, also bei gedrosseltem Ventil macht sich naturgemäß die Wirkung dieses Spaltes stärker bemerkbar als bei voll geöffnetem Ventil. Das führt dazu, daß die Durchflußleistung des Ventils nicht genau verhältnisgleich der Spindeldrehung verläuft. Bei gewöhnlichen Schwerkraftheizungen ist diese Ungleichförmigkeit von geringer Bedeutung, bei Pumpen- und auch bei Niederdruckdampfheizungen muß aber eine bessere Abhängigkeit des Durchflusses vom Ventilhub verlangt werden.

Hier ist durch das Einheitsventil (Abb. 105) eine bedeutende Verbesserung erzielt worden. An der mit dem Handrad verbundenen Spindel *a* ist der als Hohlkörper ausgebildete Ventilkegel *b* befestigt. In der Bohrung des Ventil-

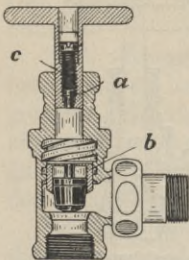


Abb. 105. Einheitsventil (Pruß).

kegels kann ein schwach kegelig ausgeführter Zapfen durch Drehen der Schraube *c* auf- und niederbewegt werden, ohne daß hierzu das Handrad oder die Stopfbüchse des Ventils gelöst zu werden braucht. Je nach der Stellung des Zapfens wird der Durchflußquerschnitt mehr oder weniger frei gegeben. Das Ventil regelt den Durchfluß gleichmäßig von 5 v. H. bis zur vollen Öffnung. Der Einzelwiderstand [(Bd. I, S. 80) ist für alle Ventilgrößen dieser Bauart mit  $\zeta = 1,94$  er-

mittelt. Ein besonderer, mit Marken am Schaft gezeichneter Schraubenzieher gestattet bei der Einstellung genau abzulesen, wie weit der Durchfluß frei gegeben ist.

Ventile, die nicht von jedermann benutzt werden sollen, werden mit Hauben versehen und durch Steckschlüssel betätigt.

Wie aus den Abbildungen zu erkennen ist, werden die Ventile mit Verschraubungen versehen, die durch eine Überwurfmutter gelöst werden können. Das gleiche muß bei den Anschlüssen der Rücklaufleitungen an die Heizkörper geschehen, damit diese, wenn nötig, abgenommen werden können. Abb. 106 zeigt eine derartige Verschraubung für den Anschluß eines Warmwasserheizkörpers.

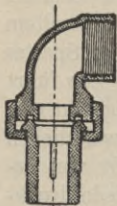


Abb. 106. Radiatorverschraubung.

Der Anschluß des Rücklaufs der Heizkörper in Niederdruckdampfheizungen erfordert besondere Beachtung. Hier gibt es zwei Wege.

Der erste, ebenso wie bei der Warmwasserheizung, ein einfaches freies Ablaufrohr zu verwenden, ist nur dann möglich, wenn durch richtige Rohrleitungsbe- messung und genaue Voreinstellung (siehe oben) dafür ge-

sorgt wird, daß der Heizkörper nur soviel Dampf erhält, wie darin niedergeschlagen werden kann. Dieser Weg, der zugleich eine wirklich einwandfreie generelle Regelung und damit wirtschaftliches Arbeiten der Anlage ermöglicht, wird leider weniger besprochen als der, am Ausfluß des Heizkörpers eine Einrichtung anzubringen, die den Eintritt von Dampf in die Kondensleitung verhindert.

Derartige Vorrichtungen nennt man Stauer. Abb. 107 zeigt einen solchen Stauer einfachster Bauart. Eine drehbare Scheibe verschließt den ganzen Querschnitt bis auf zwei kleine Löcher, durch die die Luft und das Kondenswasser ausströmen können. Die Möglichkeit, daß Dampf entweicht und verloren geht, ist nicht ausgeschlossen; allerdings sind die Mengen so gering, daß sie außer acht gelassen werden können. Durch zwei in der Wandung angebrachte Stifte können die Löcher beim Umlagen der Scheibe gereinigt werden. Schon dadurch, daß man eine derartige Einrichtung für nötig hält, wird ihre Schwäche bewiesen.



Abb. 107. Stauer  
(Bruckenhäus &  
Lorenz).

Außer dieser und einer Reihe anderer verschiedener Ausführungsformen werden zur Ableitung des Kondenswassers und der Luft auch einfache Kondenswasserableiter verwendet. In dem viel benutzten Ableiter nach Abb. 108 befindet sich ein mit einer geeigneten Flüssigkeit gefüllter Ausdehnungskörper aus gewelltem Kupferrohr, der so bemessen ist, daß er sich bei Berührung mit Dampf ausdehnt und seine Spitze die Öffnung *B* verschließt.

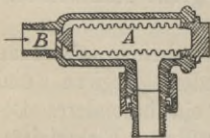


Abb. 108. Kondenswasserableiter.

Bei Anwendung der Luftumwälzung werden (Bd. I, S. 202) für den Anschluß der Rohre und des Düsenrohres Verbindungsstücke nach Abb. 109 benutzt.

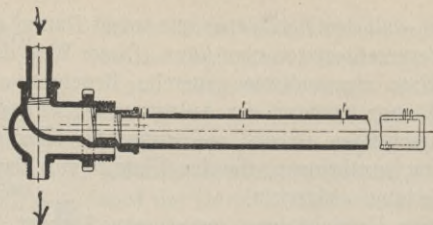


Abb. 109. Anschlußstück mit Düsenrohr für Luftumwälzung.

Während die in Abschn. 15 beschriebenen Verbrennungsregler die Gesamtleistung einer Heizungsanlage regeln, haben die sog. Raumtemperaturregler die Aufgabe, die Wärmeabgabe der einzelnen Heizkörper durch Änderung des Heizmittelzuflusses dem Wärmebedarf der Räume anzupassen.

Abgesehen von solchen Fällen, in denen die genaue Einhaltung einer bestimmten Raumtemperatur unbedingt erforderlich ist, können durch Vermeidung von Übertemperaturen in den Räumen Brennstoffersparnisse erzielt werden. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß die Anlagen in der Anschaffung nicht billig sind und ihre Instandhaltung große Aufmerksamkeit erfordert.

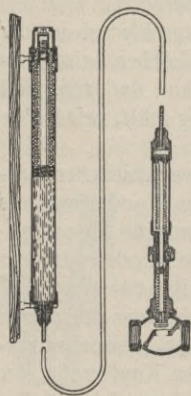


Abb. 110. Raumheizkörper-Regler (Samson).

Man muß unterscheiden zwischen selbsttätig arbeitenden Reglern und solchen, die durch ein besonderes Betriebsmittel — Preßluft, Elektrizität, Wasser, Öl — betätigt werden. Abb. 110 zeigt einen Raumregler der ersteren Art. Ein geschlossener, mit Flüssigkeit gefüllter Rohrkörper ist an einer Stelle aufgehängt, die nicht unmittelbar der Einwirkung des Heizkörpers ausgesetzt ist, und in geeigneter Weise durch ein dünnes Rohr mit dem



Zuflußventil des Heizkörpers verbunden. Bei steigender Raumtemperatur dehnt sich die Flüssigkeit aus und wirkt schließlich auf das Ventil. Die Voreinstellung auf eine bestimmte Raumtemperatur erfolgt mittels eines Kolbens, der durch eine Schraubspindel verstellt werden kann.

Die Regler der zweiten Art bewirken die Regelung zumeist durch die Änderung des Druckes eines strömenden Betriebsmittels unter dem Einfluß der durch die Temperatur eintretenden Längenveränderungen irgendwelcher „Fühler“, die über eine federbelastete Membran auf das Zuflußventil einwirken. Als Beispiel diene der in Abb. 111 dargestellte Arca-Regler. Durch *Z* wird das in seiner Menge durch den Einstellstift *D* beschränkte Betriebsmittel — Preßluft, Öl, Wasser — in die Druckkammer *Dk*, deren unterer Teil aus einer Membran *M* besteht, geleitet. Diese Membran wirkt auf das Heizkörperventil. Das Betriebsmittel fließt weiter nach *O* und wird durch *A* ab- oder zurückgeleitet. Die Öffnung bei *O* wird beeinflusst durch den Fühler *F*. Dehnt sich dieser bei Erhöhung der Raumtemperatur aus, so wird der Austritt bei *O* gedrosselt und in der Druckkammer steigt der Druck, so daß das Ventil sich mehr schließt. Durch einen Handgriff am Fühler kann der Regler auf jede Raumtemperatur eingestellt werden.

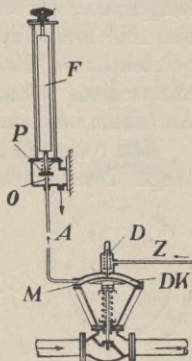


Abb. 111. Raumtemperaturregler (Arca).

Andere derartige Regler verwenden hierzu, unter Zwischenschaltung elektrischer Übertragungselemente, die durch die Temperatur erzeugte Änderung der Thermokraft elektrischer Thermolemente. Sinngemäß arbeiten sie in gleicher Weise wie der vorher beschriebene Regler.

### Abschnitt 19. Fernleitungen.

Zur Herstellung der Fernleitungen für Dampf und Warmwasser werden die gleichen Rohr- und Verbindungsarten verwendet wie bei den Einzelanlagen (Abschn. 17). Da es sich dabei aber um meistens größere Rohrweiten handelt, werden die Rohrverbindungen heute fast durchweg geschweißt.

Besondere Beachtung erfordern die unter dem Einfluß der Temperatur auftretenden Längenänderungen der Leitungen, die, wie schon erwähnt, 1,17 mm je Meter Rohrlänge und 100° Temperaturerhöhung betragen. Infolge der oft recht beträchtlichen Rohrlängen und der größeren Temperaturunterschiede nehmen diese solche Werte an, daß zu ihrer Aufnahme besondere Vorkehrungen getroffen werden müssen.

Zum Ausgleich dieser Längenänderung gibt es verschiedene Wege. Der einfachste und häufigste ist der Einbau sog. Aus-



Abb. 112. Federrohr in Leierform.

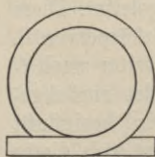


Abb. 113. Federrohr in Trompetenform.

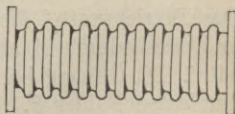


Abb. 114. Federrohr aus gewelltem Kupfer.

dehnungsbögen oder Federrohre nach den Abb. 112 und 113. Diese müssen „gespannt“ eingebaut werden, d. h. man verkürzt die kalte Leitung um die Hälfte der errechneten Längenausdehnung und zieht beim Einbau den Bogen entsprechend auseinander. Bei dem Federrohre in Trompetenform (Abb. 113) liegen die Anschlußrohre nicht in gleicher Höhe. Hierauf ist wegen des richtigen Gefälles Rücksicht zu nehmen.

Das in Abb. 114 dargestellte kupferne Wellrohr kann

die Längenänderungen auf sehr kleinem Raum aufnehmen. Es muß ebenfalls mit einer gewissen Vorspannung eingebaut werden.

Bei der in Abb. 115 wiedergegebenen Stopfbuchse wird der Ausgleich durch die Verschiebung des Rohres *A* gegenüber dem Stopfbuchskörper erreicht. Die Abdichtung erfolgt durch die Packung *D*, die durch den Flansch (Brille) *C* gegen den Grundring *B* angezogen wird.

Ebenso wie der Ausdehnung der Rohrleitung Rechnung getragen wird, muß auch dafür gesorgt werden, daß ihre Lage

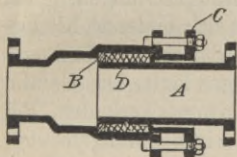


Abb. 115. Ausdehnungsstopfbuchse.

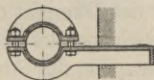


Abb. 116. Festschelle.

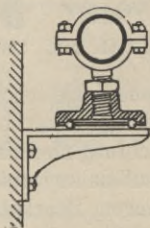


Abb. 117. Bewegliche Standrohrschelle.

sich nicht beliebig verändern kann. An bestimmten Stellen muß sie daher eindeutig festgehalten werden, was durch Festschellen (Abb. 116) geschieht. Zwischen diesen Festschellen werden bewegliche Unterstützungen eingebaut, die den Ausdehnungsbewegungen folgen können. Eine bewegliche Standrohrschelle zeigt Abb. 117. Sie ist auf Kugeln gelagert und der Höhe nach genau einstellbar. In den meisten Fällen sind bei den Fernleitungen mehrere Rohrstränge nebeneinander zu verlegen. Dadurch ergeben sich besondere Ausführungsarten, wie z. B. die Doppelschelle nach Abb. 118 für Warmwasser-Fernleitungen, bei denen größere seitliche Bewegungsfreiheit gefordert wird. Sie ist ebenfalls in der Höhe einstellbar.

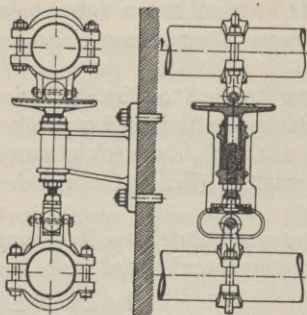


Abb. 118. Doppelrohrschelle.

Bei der Anlage von Warmwasser-Fernleitungen braucht man nur wenig Rücksicht auf das Gefälle zu nehmen. Da die Geschwindigkeit in den Rohren ziemlich hoch ist, wird etwa sich ansammelnde Luft mitgerissen und kann an irgendeiner Stelle durch ein Entlüftungsrohr abgeführt werden.

Anders ist es dagegen bei den Dampfleitungen, bei denen, wie schon mehrfach betont, das sich bildende Niederschlagswasser so abgeführt werden muß, daß seine Strömungsrichtung niemals der des Dampfes entgegen läuft. Das Gefälle muß daher stets in Richtung des Dampfstromes verlaufen. Bei langen Rohrleitungen, die die Anlage eines durchgehenden Gefälles nicht ermöglichen, geht man deshalb dazu über, die Leitung stufenförmig (Abb. 119) anzulegen. An den

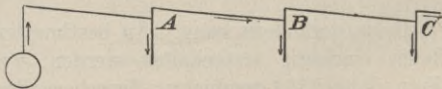


Abb. 119. Gefälle in Ferndampfleitungen.

Knickpunkten *A*, *B*, *C* werden Wasserabscheider und Kondenswasserableiter eingebaut. Das Gefälle soll für 1 m Rohrlänge nicht unter 5 mm betragen. Ein geringeres Gefälle ist nur dann zulässig, wenn mit sehr hohem Druckabfall in der Leitung gerechnet wird. Die hohe Geschwindigkeit des Dampfes treibt dann das Niederschlagswasser mit sich und außerdem verringert sich die Menge des Niederschlagswassers infolge der starken Druckverminderung.

Solange man die Rohre der Fernleitungen durch

Flanschen verband, mußte man sie so verlegen, daß dauernde Aufsicht möglich war, um entstehende Undichtigkeiten schnell beseitigen zu können. Die Leitungen wurden daher meistens in begehbaren Kanälen verlegt, in denen man möglichst auch andere Leitungen, Kabel u. dergl., unterbrachte. Diese Verlegungsart ist aber sehr kostspielig. Seitdem es möglich wurde, die Leitungen einwandfrei zu verschweißen, verlegt man sie meistens in kleinen, viel billigeren, unbegehbaren Kanälen, die gerade so groß sind, daß die Leitungen darin Platz haben und die in einfachster Weise aus Mauerwerk oder unter Benutzung von Betonformsteinen hergestellt werden können (Abb. 120).

An bestimmten Stellen, bei Abzweigungen von Rohren, besonders mit Absperrungen, bei Ausdehnungsausgleichern in Dampfleitungen, bei Entwässerungen u. dergl., werden Einsteigöffnungen angelegt, um diese Stellen zugänglich zu machen, und gleichzeitig einen Einblick in die Kanäle zu ermöglichen.

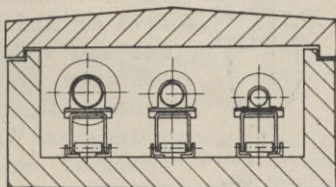


Abb. 120. Fernleitungskanal.

Neuerdings ist man mit Erfolg dazu übergegangen, Fernleitungen ohne Kanäle in den Erdboden zu verlegen. Sie werden mit einem Wärmeschutz aus Mineralwolle und darüber mit einer eisenbewehrten Betonschicht umgeben und dadurch gegen von außen kommende Einflüsse, Druck usw., geschützt. Sodann werden sie mit Dachpappe, Teeranstrich u. dergl. gegen Feuchtigkeit geschützt. Der Längenausdehnung wird durch in Eisenrahmen gelagerte Rollenlager entsprochen, wodurch die Rohre sich innerhalb der Wärmeschutzhülle verschieben können. Die Verlegung soll etwa 20 v. H. billiger sein als die in unbegehbaren Kanälen.

Neuerdings ist man mit Erfolg dazu übergegangen, Fernleitungen ohne Kanäle in den Erdboden zu verlegen. Sie werden mit einem Wärmeschutz aus Mineralwolle und darüber mit einer eisenbewehrten Betonschicht umgeben und dadurch gegen von außen kommende Einflüsse, Druck usw., geschützt. Sodann werden sie mit Dachpappe, Teeranstrich u. dergl. gegen Feuchtigkeit geschützt. Der Längenausdehnung wird durch in Eisenrahmen gelagerte Rollenlager entsprochen, wodurch die Rohre sich innerhalb der Wärmeschutzhülle verschieben können. Die Verlegung soll etwa 20 v. H. billiger sein als die in unbegehbaren Kanälen.

## Abschnitt 20. Zubehör der Fernleitungen.

Als Absperrungen in Fernleitungen werden Schieber (nach Abb. 100) und Ventile (nach Abb. 101) benutzt, die, wie bei größeren Rohrweiten allgemein üblich, mit Flanschen in die Leitungen eingebaut werden.

Bei der Ableitung des Niederschlagswassers aus Dampfleitungen muß dieses zunächst von dem Dampf durch Wasserabscheider (Abb. 121 und 122) von dem Dampf getrennt werden. Das Wasser sammelt sich im unteren

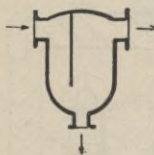


Abb. 121.  
Wasserabscheider  
im waagerechten  
Rohre.

Teil des Abscheiders und fließt durch ein Abflußrohr ab. Es muß aber verhindert werden, daß unter dem Einfluß des Druckes Dampf entweicht, nachdem das Wasser aus dem Abscheider ausgeflossen ist. Deshalb werden an das Ausflußrohr die eigentlichen Kondensstöpfe angeschlossen.



Abb. 122.  
Wasserab-  
scheider im  
senkrechten  
Rohre.

Eine oft verwendete Art dieser Kondensstöpfe sind die mit offenem Schwimmer (Abb. 123). Das Niederschlags-

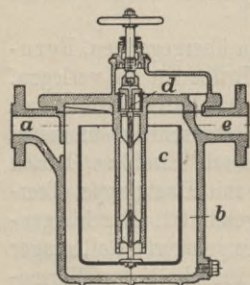


Abb. 123. Kondensstopp mit  
offenem Schwimmer.

wasser tritt bei *a* in den Topf ein, füllt diesen und läuft schließlich auch in den Schwimmer. Dadurch wird dieser schwerer, senkt sich und öffnet das Nadelventil *d*. Unter dem Einfluß des Dampfdruckes fließt jetzt das Wasser solange ab, bis der Schwimmer leer ist, sich wieder hebt und das Ventil abschließt. Um die sich bei der Inbetriebnahme kalter Leitungen bildenden großen Niederschlagswassermengen schnell und sicher ableiten zu können, ist der

Kondenstopf mit einem großen von Hand zu öffnenden Ventil versehen, das beim Anstellen so lange geöffnet bleibt, bis die Leitung warm und der Beharrungszustand erreicht wird. Ist ein solches Handventil nicht vorhanden, so muß an anderer Stelle durch eine absperrbare Umgehungsleitung oder ein Abflußventil dafür gesorgt werden, daß das Wasser schnell entfernt werden kann.

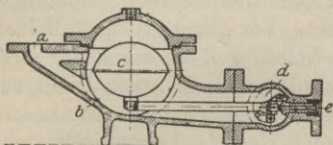


Abb. 124. Kondenstopf mit geschlossenem Schwimmer.

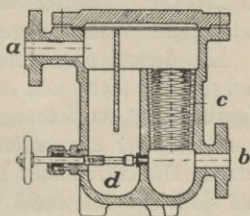


Abb. 125. Kondenstopf mit Labyrinthabschluß (Kreuzstromwerk).

Andere Kondenstöpe arbeiten mit geschlossenem Schwimmer (Abb. 124). Das Niederschlagswasser tritt wiederum bei *a* ein und fällt in den Topf. Der Schwimmer wird durch das Wasser angehoben und öffnet nach Erreichen einer bestimmten Höhe das Ablaufventil *e*.

Eine dritte Ausführungsform gibt Abb. 125 wieder. Hier wird das Niederschlagswasser durch ein sog. Labyrinth *c* gedrückt. Etwa nachströmender Dampf erfährt in den Kanälen eine solche Entspannung, daß er nicht mehr zum Austritt gelangen kann. Das Ventil *d* bildet den schon besprochenen Auslaß beim Arbeitsbeginn.

Bei einer weiteren Gruppe von Niederschlagswasserableitungen wird die Formveränderung metallischer Körper unter dem Einfluß ver-

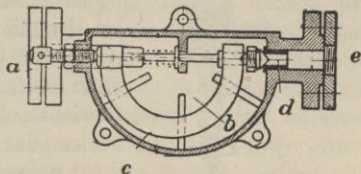


Abb. 126. Kondenstopf mit Rohrfieder (Heinze).

schiedener Temperaturen benutzt. Neben dem in Abb. 108 dargestellten Ableiter mit gewelltem Kupferrohr wird der in Abb. 126 dargestellte Rohrfederableiter sehr viel benutzt. Die Rohrfeder *c* ist mit leichtsiedender Flüssigkeit gefüllt. Kommt Dampf in den Topf, so entwickelt sich Druck in der Feder, die dann das Bestreben hat, sich gerade zu strecken. Dadurch schließt sich das Ventil solange, bis sich wieder Wasser angesammelt hat.

Alle derartigen Vorrichtungen sind ziemlich empfindlich und deshalb nicht sehr beliebt. Vor allem geben die feinen Ventile leicht zu Störungen Anlaß, weil sie durch das strömende Wasser angegriffen werden und sich auch leicht zusetzen. Deshalb müssen Kondenstöpfe so angebracht werden, daß sie leicht überwacht werden können. Es muß allerdings darauf hingewiesen werden, daß das meist heiße Niederschlagswasser infolge der plötzlichen Entspannung Dampfschwaden abgibt, die oft fälschlich als austretender Dampf angesehen werden.

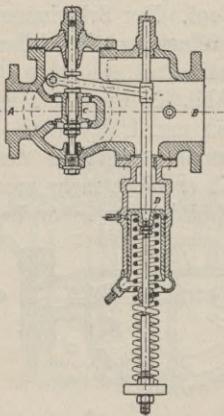


Abb. 127. Federbelastetes Druckminderventil.

Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit verwendet man in den Fernleitungen zumeist Drücke, die weit über denen liegen, die von den Heizungen u. dergl. benötigt werden. Daher sind Einrichtungen anzubringen, die den Leitungsdruck auf die erforderliche Spannung herabmindern.

Grundsätzlich unterscheidet man bei den hierzu verwendeten Druckminder-(Reduzier-) Ventilen unter solchen mit Feder- und mit Gewichtsbelastung. Gemeinsam ist beiden das Durchlaßventil, welches dem ankommenden hochgespannten Dampf gerade soviel Durchtrittsquer-



schnitt freiläßt, wie erforderlich ist, um ihn auf den gewünschten Enddruck zu entspannen. Bei dem federbelasteten Druckminderventil (Abb. 127) tritt der Dampf bei *A* ein und durchströmt den ihm von dem „entlasteten“ Ventil frei gegebenen Durchtrittsquerschnitt. Der mit dem Ventil durch ein Gestänge verbundene Kolben *D* ist auf der einen Seite durch eine Feder und auf der anderen durch den entspannten Dampf belastet. Durch Änderung der Federspannung läßt sich das Ventil auf den gewünschten Enddruck einstellen.

Abb. 128 zeigt ein gewichtsbelastetes Druckminderventil. Bei dieser Ausführungsform ist ebenfalls ein Steuerkolben für den Ventilkegel vorhanden, der auf der einen Seite Dampf, auf der andern aber durch ein je nach der benötigten Spannung auf einem Hebel verschiebbares Gegengewicht belastet wird.

Wesentlich ist, daß die Steuerung der Druckminderventile stets von der Seite des geringeren Druckes aus erfolgt, da dieser unbedingt

gleichgehalten werden soll, wenn auch der Druck des zufließenden Dampfes stark wechselt.

Um möglichst hohe Wirtschaftlichkeit der Gesamtanlage zu erzielen, sollte das Niederschlagswasser stets wieder den Kesseln zugeführt werden, um die darin enthaltene Wärme auszunutzen. Zudem ist dieses Wasser frei von Kesselstein bildenden Bestandteilen, so daß dadurch die Schwierigkeiten, die sich durch das Nachspeisen frischen Wassers ergeben, Kesselsteinansatz und Nachlassen der Leistung auf der einen, oder hohe Aufbereitungskosten für das Speisewasser auf der anderen Seite, erheblich verringert werden.

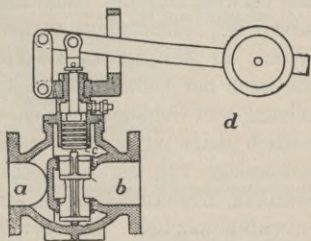


Abb. 128. Gewichtsbelastetes Druckminderventil.

## Abchnitt 21. Anschluß der Einzelanlagen an Fernheiznetze.

Die Herstellung der Anschlüsse der einzelnen Heizungsanlagen an die Fernheiznetze bildet heute bereits ein Sondergebiet der Heizungstechnik. Eine eingehende Darstellung würde wegen ihres Umfanges weit über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen. Es sollen daher im folgenden nur die wesentlichsten Grundsätze angedeutet werden.

Solange es sich um den Anschluß einer einzelnen Anlage an ein mit Warmwasser betriebenes Fernheizungsnetz handelt, ist die Sache sehr einfach. Der unmittelbare Anschluß, d. h. die Verwendung des Heizwassers der Fernheizung als Heizmittel der Einzelanlage verbietet sich wegen der Schwierigkeiten, die sich daraus sowohl für die Regelung der Einzel-, wie auch der Gesamtanlage ergeben. Lediglich bei der Beheizung von Gebäudegruppen, deren Wärmebedarf annähernd zeitlich gleich ist, sodaß sich eine generelle Regelung der Gesamtanlage von der Kesselstation aus ermöglichen läßt — Schulen, Krankenhäuser u. dergl. —, ist ein unmittelbarer Anschluß möglich. Der gewöhnlich eingeschlagene Weg ist der Einbau eines einfachen Gegenstromgerätes nach Abb. 130, Abschn. 22 an Stelle des Heizkessels. Die Regelung der Einzelanlagen erfolgt dann, abhängig von ihrer Temperatur, durch Drosselung des Zulaufs aus der Fernleitung. Man ist dann von Temperaturschwankungen in dieser weitgehend unabhängig.

Weniger einfach ist der Anschluß an mit Dampf betriebene Heizungen. Niederdruckdampfheizungen werden zumeist über ein Druckminderungsventil (Abschn. 20) unmittelbar an das Rohrnetz angeschlossen, sofern die Qualität des ankommenden Dampfes das gestattet (Reinheit, Ölfreiheit). Ist diese nicht einwandfrei, so muß, ebenso wie bei dem Anschluß der Warmwasserheizungen, ein Wärmeaustauscher eingebaut werden. Die Regelung der Temperatur

erfolgt durch in die Zulaufleitung eingebaute selbsttätige Regelventile.

Aus Abb. 129 ist die grundsätzliche Anordnung des Anschlusses einer Warmwasserheizung an ein Dampffernheiznetz, einschließlich des Zählwerkes und der Niederschlagswasserrückleitung, zu erkennen. Dieses Niederschlagswasser soll, wie schon früher erwähnt, stets der Kesselanlage wieder

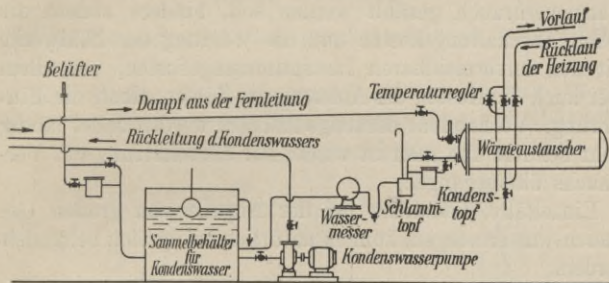


Abb. 129. Grundsätzliche Anordnung des Anschlusses einer Warmwasserheizung an ein Dampffernheiznetz.

zugeführt werden. Der Sammelbehälter muß gut gegen Wärmeverluste geschützt werden. Der in diesem befindliche Schwimmer schaltet die Pumpe, die das Wasser zurückfördert, selbsttätig ein und aus.

Die Feststellung des Wärmeverbrauchs der an Fernheizwerke angeschlossenen Einzelanlagen zum Zweck der Bezahlung läßt sich dort, wo Dampf als Heizmittel benutzt wird, durch Messung des Niederschlagswassers, wie in Abb. 129 dargestellt, leicht durchführen. Auch für die Bestimmung des Wärmeverbrauchs für Warmwasserheizungen gibt es brauchbare Wärmezählgeräte, Wassermesser u. a.

Die Einführung ist auch für Einzelwohnungen häufig versucht worden, aber der Erfolg ist meistens ausgeblieben. Erhält z. B. in einem Miethause jede Wohnung einen Wärme-

zähler, so führt derjenige, der seine Wohnung reichlich heizt, dem sparenden Nachbar, der die Heizkörper unbenutzter Räume abstellt und auch sonst seine Räume kühl hält, durch Wände, Fußboden oder Decke Wärme zu. Er muß also mehr bezahlen, als seinem eigenen Bedarf entspricht. Das hat vielfach zu Unträglichkeiten geführt.

Wo in Siedlungen bei vielen kleinen Wohnungen der Wärmeverbrauch gezählt werden soll, hindern zudem die hohen Anschaffungskosten und die Wartung der Zählwerke mit den unvermeidbaren Instandsetzungskosten, vor allem aber auch die Kosten des Ablesens der Zähler selbst, die Einführung. Vorhandene derartige Anlagen werden daher häufig nicht benutzt und man ist wieder zur Einschätzung des Verbrauchs übergegangen.

Einzelfälle, besonders bei der Abgabe von großen Gebrauchswassermengen, können natürlich erfolgreich behandelt werden.

Die richtige Ausbildung derartiger Anschlußstellen mit den verschiedenen feinfühligem Reglern und Zählern, zu denen meistens noch Überwachungsgeräte kommen, erfordert ein solch hohes Maß von Kenntnissen und technischer Überlegung, daß man zu ihrer Ausführung nur Fachleute heranziehen sollte, die die Sache gründlich beherrschen.

## Abschnitt 22. Wärmeaustauscher.

Die Aufgabe, ein Heizmittel — Dampf oder hochoverhitztes Wasser — zur Erzeugung warmen Wassers zu verwenden, tritt häufig an den Heizungsfachmann heran. Man verwendet hierzu Wärmeaustauscher, d. h. Geräte, in denen die Wärme des Heizmittels auf das Wasser übertragen wird, ohne daß beide miteinander in Berührung kommen.

In dem vielfach benutzten Gegenstromgerät (Abb. 130) tritt das Heizmittel bei *A* ein und bei *B* nach Durchströmen

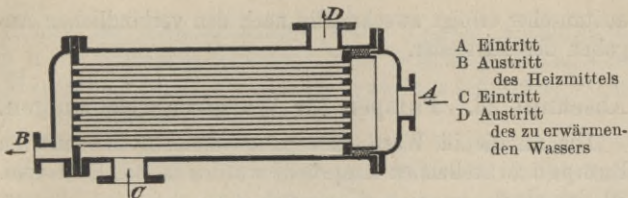


Abb. 130. Gegenstromgerät.

des Rohrbündels wieder aus, gegebenenfalls als Niederschlagswasser.

Der Name „Gegenstromgerät“ erklärt sich aus der einander entgegengesetzten Strömungsrichtung von Heizmittel und Wasser, wodurch die Wärmeleistung erhöht wird.

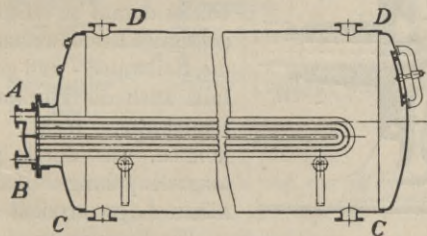


Abb. 131. Wärmeaustauscher mit Speicher.

Abb. 131 zeigt einen durch das Heizmittel erwärmten Vorratsbehälter (Speicher) für warmes Wasser. Seine Wirkungsweise geht aus der Abbildung hervor, wenn den eingesetzten Buchstaben die gleiche Bedeutung gegeben wird wie oben. Er wird da verwendet, wo eine größere Wassermenge auf Temperatur gehalten werden soll. Das ist vor allem in Warmwasserbereitungen der Fall, aber auch in Warmwasserheizungen, die an eine Fernheizung angeschlossen werden und deren Heizkessel durch einen Wärmeaustauscher ersetzt ist (siehe Abschn. 21).

Die Bemessung und Auswahl der einzubauenden Wärme-Körting, Heizung und Lüftung II.

austauscher erfolgt zweckmäßig nach den verbindlichen Angaben der Hersteller.

### Abchnitt 23. Pumpen für Warmwasserheizungen.

Die an die in Warmwasserpumpenheizungen benutzten Pumpen zu stellenden Ansprüche wurden in Bd. I, Abschn. 29 dargelegt.

Abb. 132 zeigt eine für diesen Verwendungszweck durchgebildete Kreiselpumpe. Sie wird mit dem zugehörigen

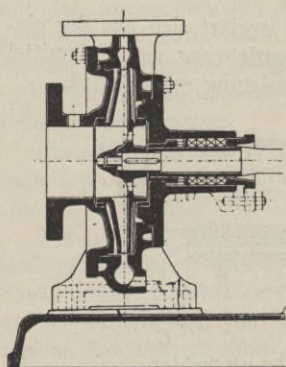


Abb. 132. Kreiselpumpe für Pumpenheizung.

Antriebsmotor (Elektromotor, Kleindampfturbine u. dergl.) meistens auf einem gemeinsamen Rahmen aufgebaut. Dabei ist darauf zu sehen, daß gegenseitige Beeinflussungen durch die Heizwasser- und gegebenenfalls auch die Turbinendampftemperatur nicht eintreten können, was durch genügend lange Kupplungswellen oder gekühlte Lager erreicht wird.

Die Pumpen werden immer so aufgestellt, daß ihnen das zu fördernde Heizwasser zufließt, sie dieses also nicht anzusaugen brauchen, und nicht durch den entstehenden Unterdruck störende Dampfbildungen eintreten können. Aus diesem Grunde ist auch der Zulauf der Pumpe so gebaut, daß möglichst kein Reibungswiderstand entstehen kann.

Bei den Kreiselpumpen ist zu beachten, daß ihre Mengenleistung ansteigt, wenn die Pumpe nicht die Förderhöhe zu überwinden hat, für die sie vorgesehen war. Das kann so weit führen, daß der Antriebsmotor überlastet wird. Es ist daher erforderlich, schon im Hinblick auf den sich ändernden

Bedarf der Heizungsanlage, einen Umlauf anzubringen, d. h. die Druckseite der Pumpe unter Zwischenschaltung einer Absperrvorrichtung, die sich gegebenenfalls selbsttätig öffnet, mit der Zuflußseite zu verbinden.

Man hat in neuerer Zeit für große Wassermengen und kleine Förderhöhen Pumpen mit Schaufelrädern hergestellt, bei denen die erwähnte Überlastung infolge des Absinkens der Förderhöhe nicht möglich ist, da bei ihnen die größte Leistungsaufnahme bei der geringsten Förderleistung auftritt und mit steigender Fördermenge abnimmt.

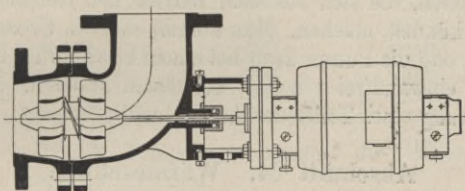


Abb. 133. Wilopumpe.

Das Schraubenrad wird auch von der in Abb. 133 abgebildeten Wilopumpe benutzt, die sich als wertvolle Hilfskraft auch für kleinere Heizungsanlagen u. dergl. bewährt hat. Das Schraubenrad (Propeller) liegt zwischen Leit-rädern, wodurch seine Nutzwirkung erheblich vergrößert wird. Der Durchmesser des Schraubenrades ist kleiner als der des umgebenden Gehäuses. Bei stillstehender Pumpe verbleibt demnach noch ein entsprechender Querschnitt für das umlaufende Wasser, sodaß die Heizungsanlage als Schwerkraftheizung arbeiten kann. Gerade diese Eigenschaft verleiht der Wilopumpe erhöhte Bedeutung, da sie es ermöglicht, die Leistung einer gewöhnlichen Warmwasserheizung zeitweilig durch Beschleunigung des Heizwasserumlaufs zu erhöhen. Vor allem wird das beim Anheizen und in Zeiten großen Wärmebedarfs ein Vorteil sein und man

wird u. U. auch mit im ganzen kleiner gehaltenen und deshalb in der Anlage billigeren Heizungsanlagen befriedigende Erfolge erzielen können.

Der Einzelwiderstand der stillstehenden Pumpe (vergl. Bd. I, S. 80) ist bei der Rohrberechnung gegebenenfalls zu berücksichtigen. Er beträgt für kleine Pumpen  $\zeta = 5$ , für mittlere  $\zeta = 4$  und für große  $\zeta = 3$ .

Bei der Auswahl der Pumpen lasse man sich von den Herstellern genaue Angaben über Kraftverbrauch und Verhalten der Pumpen bei allen verschiedenen Leistungen und Förderhöhen, die sich aus dem Betrieb der Heizungsanlage ergeben können, machen. Man kommt sonst u. U. zu der Erfahrung, daß die Pumpe zwar bei einem bestimmten Betriebszustand einwandfrei arbeitet, bei einem anderen, etwa der Abschaltung eines Teiles der Anlage, völlig versagt.

## Abschnitt 24. Wärmeschutz.

Zur Erzielung höchster Wirtschaftlichkeit muß bei den Heizungsanlagen jeder unnötige Wärmeverlust vermieden werden. Dazu gehört vor allem die Ausstrahlung jener Teile der Anlage, die in nicht zu erwärmenden Räumen liegen, also vor allem der Kessel, Wärmeaustauscher, Verteilungsleitungen in Keller und Dachgeschoß usw. Man versieht sie deshalb mit Wärmeschutz (Isolation).

Der Wärmeschutz erfolgt zumeist durch Ummantelung mit solchen Werkstoffen, die die Wärme schlecht fortleiten, also eine niedrige Wärmeleitzahl haben<sup>1)</sup>. Die Leitzahl dieser sog. Wärmeschutzmassen hängt weitgehend von ihrem Raumgewicht und ihrer Porigkeit ab. Je leichter und porenreicher der Stoff ist, desto besser ist der Wärmeschutz.

Die folgende Zusammenstellung gibt hierüber einen Überblick:

<sup>1)</sup> Die Wärmeleitzahl bezeichnet diejenige Wärmemenge in kcal, die in einer Stunde durch 1 m<sup>2</sup> einer 1 m starken Schicht bei 1° Temperaturunterschied zwischen beiden Seiten hindurchgeht.



Zahlentafel 6.

	Raumgewicht	Wärmeleitzahl
Korkklein .....	45 kg/m <sup>3</sup>	0,032 bei 20°
Korkplatten <sup>1</sup> .....	150 „	0,040 „ „
„ .....	300 „	0,054 „ „
Seidenzopf .....	150 „	0,042 „ „
Torfmulle, trocken .....	190 „	0,041 „ „
Sägemehl .....	210 „	0,062 „ „
Kieselgurmasse .....	500 „	0,076 „ 100°
„ .....	600 „	0,093 „ „
„ .....	700 „	0,111 „ „
„ .....	800 „	0,130 „ „
Schlackenwolle .....	420 „	0,073 „ „
Glaswolle, gestopft .....	410 „	0,064 „ „
Glas, glattgel. Fasern ....	220 „	0,043 „ „
Naturbims .....	300 „	0,085 „ 50°
„ .....	600 „	0,170 „ „

Mit steigender Temperatur nimmt die Wärmedurchlässigkeit meistens etwas zu.

Die Wärmeschutzmassen organischer Herkunft sind durchschnittlich wirksamer als die unorganischer, widerstehen dafür aber höheren Temperaturen nicht so gut. Man verwendet deshalb häufig zusammengesetzte Umhüllungen, die so hergestellt werden, daß zunächst ein gegen höhere Temperatur widerstandsfähiger Unterstrich gemacht und darüber eine Schicht gebracht wird, die besseren Schutz bietet. Mitunter legt man zwischen beide ein Drahtgewebe, sodaß ein Hohlraum entsteht. Dadurch wird die schützende Wirkung einer unbewegten Luftschicht ausgenutzt.

Da die Schutzmassen meistens gegen Stoß und Berührung sehr empfindlich sind, werden sie mit Nessel- oder Jutegeweben umwunden, die mit Leim- oder Ölfarbe, oder auch mit Asphaltlack gestrichen werden. Ist Schutz vor Feuchtigkeit erforderlich, so geschieht das meist durch Umwicklung mit Teerpappe und ähnlichen Stoffen. Kanten werden durch aufgezoogene Blechringe besonders geschützt.

Die steigende Anwendung der geschweißten Rohrverbindungen brachte einen wesentlichen Fortschritt in der Wärmeschutztechnik mit sich. Die Schweißstellen können nämlich, nachdem man sich von ihrem Dichthalten überzeugt hat, einfach durchgehend mit der Leitung umhüllt werden. Bei den Flanschenverbindungen ist das nicht möglich, da sie dauernd überwacht werden müssen. Sofern bei diesen ein Wärmeschutz angebracht wird, müssen kostspielige, abnehmbare Kappen aus Blech verwendet werden.

Man kann durch gute Wärmeschutzmassen die Wärmeabgabe eines geschützten Rohres fast gänzlich unterbinden. Das führt jedoch zu sehr großen Wandstärken und damit zu hohen Anlagekosten. Deshalb pflegt man sich als Höchstwert zumeist mit einer Verringerung der Wärmeabgabe auf  $\frac{1}{10}$  der des ungeschützten Rohres zufrieden zu geben. Unter Zugrundelegung dieses Wertes sowie des Rohrdurchmessers, des Temperaturgefälles zwischen innen und außen und der Betriebsdauer, läßt sich die sog. wirtschaftliche Isolierstärke errechnen, d. h. ein Wert, der die Stärke der Schutzschicht angibt, die für normale Verhältnisse sowohl in der Anlage wie auch im Betriebe die größte Wirtschaftlichkeit ergibt.

Nach Cammerer ergeben sich hierfür folgende Werte, unter der Voraussetzung, daß die zu schützenden Leitungen im Innern von Gebäuden liegen und nicht dem unmittelbaren Windanfall ausgesetzt sind.

Zahlentafel 7.

lichte Weite der Rohre	wirtschaftliche Isolierstärke bei Temperaturunterschied zwischen Rohrinnerem und Luft	
	50°	100°
10 bis 20 mm	20 mm	20 mm
20 „ 30 „	20 „	30 „
30 „ 45 „	30 „	40 „
45 „ 70 „	30 „	50 „
70 „ 100 „	40 „	60 „

Ein Unterschreiten obiger Wärmeschutzstärken hat also bei normalen Heizungsanlagen erhöhte Betriebsausgaben zur Folge.

#### Teil IV.

### Ausführung der Lüftungsanlagen.

#### Abschnitt 25. Ausbildung der Kanäle.

Für die Ausbildung der Lüftungskanäle sind außer den Gesichtspunkten, die dafür bereits in Bd. I, Teil IV angegeben wurden, auch sinngemäß die in Abschn. 7 dieses Bandes bei den Luftheizungen aufgeführten Grundsätze maßgebend. Ebenfalls werden die Ein- und Austrittsöffnungen der Kanäle genau so ausgebildet wie die der Luftheizungskanäle.

Da einerseits bei den Lüftungsanlagen zur Vermeidung von Zugerscheinungen die Luftaustrittsgeschwindigkeit einen bestimmten Wert nicht überschreiten soll (Bd. I, Abschn. 38), andererseits aber die Luftgeschwindigkeit in den Kanälen meistens höher gewählt wird, um die Querschnitte nicht zu groß werden zu lassen, muß die Austrittsgeschwindigkeit herabgesetzt werden. Das kann, wie bereits angeführt, durch Verteilung des Austritts auf viele kleine Öffnungen geschehen. Ein anderer Weg, der ebenfalls häufig mit gutem Erfolg beschritten wird, ist die Verwendung sog. Anemostaten (Abb. 133a). Die Luft durchströmt bei diesen eine Reihe ineinandergesteckter kegelförmiger Blechrohrstutzen, die sich düsenförmig erweitern, sodaß die Luft ihre Geschwindigkeit verliert, und über einen großen Querschnitt verteilt wird.

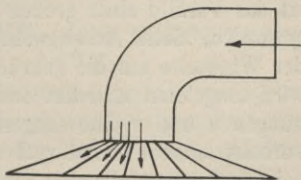


Abb. 133a. Luftverteiler (Anemostat).

In Bd. I, Abschn. 40 wurde bereits auf die sog. Windhauben hingewiesen. Ihre Wirkung beruht, wie der Name besagt, auf der Ausnutzung der Windkraft zum Ansaugen der abzuleitenden Windmengen. Da wirklich windstille Tage nur selten vorkommen, kann immer mit dieser Wirkung gerechnet werden, wenn auch die Stärke des erzeugten Zuges von der Windgeschwindigkeit abhängt. Wichtig ist es, die Windhauben so auszubilden, daß bei Windstille durch sie nicht eine Behinderung des Luftaustritts eintritt.

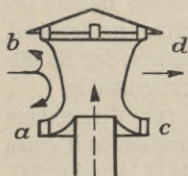


Abb. 134. Saugkopf nach Wolpert.

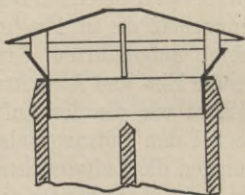


Abb. 135. Saugkopf (Käuffer).

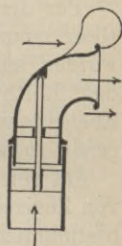


Abb. 136. Drehbarer Saugkopf.

Der von Wolpert entwickelte Saugkopf (Abb. 134) ist das Vorbild einer großen Anzahl verschiedener Bauarten geworden. Seine Arbeitsweise ist leicht verständlich. Der an der Windseite auf die gekrümmte Fläche auftreffende Wind wird umgelenkt und übt dadurch auf die ringförmigen Öffnungen *a* und *b* eine saugende Wirkung aus. Der seitlich vorbeiströmende Wind ruft an der entgegengesetzten Seite bei *c* und *d* ebenfalls eine Saugwirkung hervor.

Es ist aber darauf zu achten, daß der Gesamtquerschnitt der Austrittsöffnungen zusammen größer sein muß als der des anschließenden Kanals, damit nicht Stauungen der austretenden Luft entstehen können. Bei größeren Lüftungsanlagen vereinigt man häufig mehrere Abluftkanäle in einen gemeinsamen Saugkopf (Abb. 135).

Eine andere Ausführungsform zeigt Abb. 136. Bei dieser ist der obere Teil drehbar und mit einer kleinen Windfahne versehen, die bewirkt, daß die düsenartig wirkende Saugöffnung immer entgegen der Windrichtung eingestellt wird.

Alle diese Saugköpfe, auch Deflektoren genannt, haben zugleich den Vorteil, daß sie den Einfall von kalter Luft oder Regenwasser in den Lüftungskanal verhindern.

Häufig werden Saugköpfe aus Formsteinen, Steinzeug oder Blech angeboten, bei denen der Wind durch seitliche düsenförmige Öffnungen in den verlängerten Luftkanal eintreten und dadurch eine Zugvermehrung bewirken soll (Abb. 137). Vor derartigen Einrichtungen muß gewarnt werden. Die durch die Düsen eintretende Luft vermehrt nicht nur die abzuführende Luftmenge, sondern ruft durch Wirbelbildung erhebliche Störungen des Abluftstromes hervor, die durch die auf der Gegenseite liegenden Düsen nur noch vermehrt werden. Es tritt sehr leicht statt der zugvermehrenden eine zugvermindernde Wirkung ein, selbst dann, wenn der Querschnitt dieses Saugkopfes größer ist als der des anschließenden Kanalstückes.

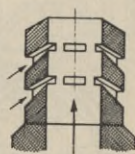


Abb. 137. Saugkopf aus Formsteinen.

*DIPL. ING. E. KOŁOMYJSKI*

## Abschnitt 26. Lüfter.

Die Grundformen der in Lüftungsanlagen verwendeten Lüfter (Ventilatoren), sowie die an diese gestellten Anforderungen, wurden bereits früher (Bd. I, Abschn. 43) eingehend besprochen.

Die unterschiedlichen Betriebsbedingungen, unter denen solche Lüfter in den einzelnen Anlagen arbeiten müssen, hat eine große Reihe verschiedener Bauformen entstehen lassen, die zum Teil erheblich von den in Bd. I, S. 135 gezeigten Grundformen abweichen. Es sei deshalb an dieser Stelle noch einmal auf die Wichtigkeit einer eingehenden Prüfung der

vorliegenden Betriebsbedingungen vor Anschaffung des Lüfters hingewiesen, damit nicht ungeeignete oder unzureichende Ausführungen beschafft werden.

Die Abb. 27, Bd. I, zeigte die Grundform eines Schraubenlüfters in der bekannten Bauart. Infolge der erheblichen Schleuderwirkung der Flügel ist der erzielbare Druck nur gering. Sie werden deshalb nur dort benutzt, wo die Luft nicht durch Kanäle oder Rohre strömen muß. Durch besondere Ge-

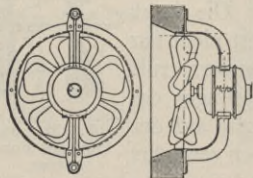


Abb. 138. Schraubenlüfter mit Bandeisenflügeln.

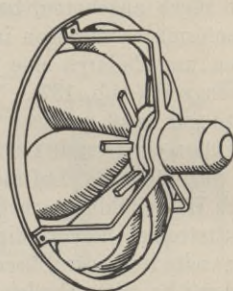


Abb. 139. Schraubenlüfter mit muldenförmigen Schaufeln.

staltung der Flügel können höhere Drücke erreicht werden. Wie weit die Bauarten auseinandergehen, zeigen Abb. 138 und 139. Bei Abb. 138 bestehen die Flügel aus leichten Bandeisenstreifen, die der Luft nur geringen Widerstand entgegensetzen. Werden sie federnd ausgebildet, so stellen sie sich selbsttätig in die strömungstechnisch günstigste Lage ein. Bei Abb. 139 wird eine höhere Druckleistung durch muldenförmige Ausbildung der Flügel erreicht.

Diese technisch guten Grenzformen werden allerdings nur wenig verwendet. Bei den im allgemeinen benutzten einfachen flachen Schrägschaufeln ist es jedoch gelungen, durch geeignete Ausbildung der Schaufeln und Wahl der Umdrehungszahlen, sowie durch Einbau besonderer Dämpfungselemente er-

hebliche Leistungssteigerungen (bis 20 mm WS) und Geräuschminderungen zu erzielen.

Im allgemeinen geht man jedoch bei höheren Drücken zu den Schleuderlüftern — Gebläsen — über. Ebenso wie bei den Schraubenlüftern, hat man bei diesen durch strömungstechnisch richtige Durchbildung der Schaufelformen und des Luftzu- und -austritts erhebliche Verbesserungen sowohl der Leistung wie auch der Geräuschlosigkeit erzielen können.

Man ist dabei zu recht unterschiedlichen Formen gekommen. So zeigt z. B. die Abb. 140 eine

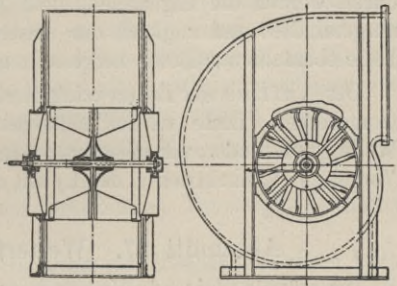


Abb. 140. Schleuderlüfter (Siemens-Schuckert).

Bauart mit großen und breiten Schaufeln und doppelseitiger Luftzuführung. Bei dem in Abb. 141 dargestellten Lüfter ist das Schaufelrad zu einem umlaufenden Kranz schmaler

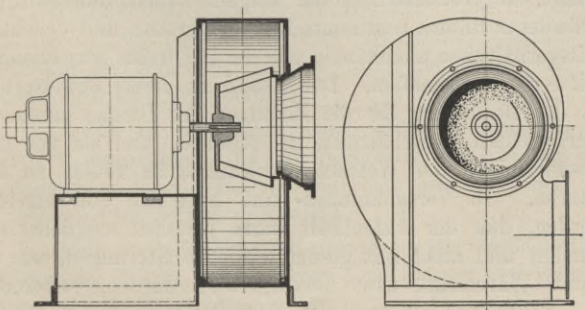


Abb. 141. Schrägschaufelgebläse (Schiele).

Blechschaufeln geworden, sodaß die Zuführung der Luft nicht durch die Achse und die Schaufelarme behindert wird. Zwischen den beiden gezeigten Bauformen gibt es eine große Anzahl anderer zweckmäßiger Ausführungen.

Bei sehr großen Schraubenlüftern verwendet man vielfach an Stelle der Blechgehäuse solche aus Eisenbeton. Dadurch werden die Eigenschwingungsgeräusche der Gehäuse ausgeschaltet und zugleich der Anschluß an die in diesem Falle ebenfalls aus Beton hergestellten Kanäle vereinfacht.

Der Antrieb der Lüfter erfolgt heute durchweg mit Elektromotoren. Diese werden entweder unmittelbar auf die Welle gesetzt, oder, vor allem bei größeren Anlagen, durch ein Vorgelege (Riementrieb u. dergl.) mit dem Lüfter verbunden.

## Abschnitt 27. Wetterfertiger.

Die ständig steigende Verwendung der Wetterfertiger (Klimaanlagen) ließ es angebracht erscheinen, an dieser Stelle einen kurzen Ausblick über diesen jüngsten und aussichtsreichen Zweig der Lüftungstechnik zu geben.

Wiederholend sei hier kurz angeführt, daß, wie ihr Name besagt, die Wetterfertiger die Aufgabe haben, innerhalb geschlossener Räume bestimmte Lufttemperatur- und -feuchtigkeitsverhältnisse unabhängig von der im Freien herrschenden Witterung zu schaffen. Der Grund zu dieser Bewetterung ist das Bestreben, für die Benutzer der Räume besonders zuträgliche Luftverhältnisse zu schaffen, und sie vor den Auswirkungen der Wetterschwankungen im Freien zu bewahren. In Versammlungs- und Festsälen soll erreicht werden, daß der Aufenthalt darin jederzeit möglichst angenehm und nicht mit gesundheitlichen Störungen, wie sie durch Wärmestau usw. hervorgerufen werden, verbunden ist. Schließlich ist auch oft die Art der in einem Raume ausgeführten Arbeiten oder die darin aufbewahrten Gegen-



stände die Ursache für die Einführung der Wetterfertigung. Hier kann der Schutz vor Witterungseinwirkungen oder die Einhaltung gleichmäßiger Luftverhältnisse von ausschlaggebender Bedeutung sein. Es sei in diesem Zusammenhang nur an die Aufbewahrung wertvoller Museumsgüter und an die Textil- und Tabakwarenherstellung erinnert.

Im folgenden seien die von einer Wetterfertigungsanlage zu bewirkenden Aufgaben angeführt, wobei bezüglich der theoretischen Grundlagen und Berechnungsarten auf die entsprechenden Abschnitte über Luft, Luftheizungsanlagen und Lüftung im ersten Band hingewiesen werden muß.

1. Innehaltung einer bestimmten Temperatur der Raumluft,
2. Innehaltung eines bestimmten Feuchtigkeitsgehaltes dieser Luft,
3. Ausreichende Versorgung mit frischer und reiner Luft,
4. richtige und zugfreie Verteilung der zugeführten Luft.

In manchen Fällen wird man durch die Wetterfertigungsanlage während der kalten Jahreszeit die gesamte Beheizung der bewetterten Räume bewirken wollen, d. h. sowohl die Erwärmung des Rauminnern wie auch die Deckung der Wärmeverluste durch die Umschließungen, während man in anderen die Deckung der Grundlast durch eine Heizungsanlage vornimmt und dem Wetterfertiger nur die Behandlung (Konditionierung) der Luft überläßt.

Weiterhin ist zu unterscheiden zwischen Anlagen, die jederzeit, und solchen, die nur im Sommer zur Kühlung und Anfeuchtung der zugeführten Luft oder nur im Winter zur Erwärmung im Betrieb sein sollen.

Nach diesen Anforderungen richtet sich die Größe und der Aufbau der Anlage. Dementsprechend müssen also Einrichtungen vorhanden sein zur:

Zuführung von Frischluft,  
Reinigung der Luft,  
Erwärmung der Luft,  
Kühlung der Luft,  
Trocknung der Luft,  
Anfeuchtung der Luft,  
mengenmäßig und örtlich richtigen Verteilung der  
behandelten Luft,  
Abführung der verbrauchten Luft, gegebenenfalls ihre  
Wiederverwendung als Umluft.

Die Reinigung der entweder als Frischluft, als Umluft oder auch als Mischung dieser beiden zugeführten Luft erfolgt durch Staubkammern und Luftfilter (vergl. Abschn. 8). Dem Filter sind erforderlichenfalls Drossel- und Mischklappen vorzuschalten. Die Erwärmung der Luft erfolgt in einem entweder mittelbar durch ein Heizmittel (Dampf oder Warmwasser) oder unmittelbar durch die Feuergase einer Feuerstelle oder elektrische Energie beheizten Lufterhitzer. (Vergl. Abschn. 9.)

Die Kühlung der Luft geschieht in einem Kühlgerät. Dieses ähnelt im Aufbau einem durch Dampf oder Warmwasser betriebenen Lufterhitzer, nur läßt man statt des Heizmittels eine Kühlflüssigkeit durch die Rohre strömen. In manchen Anlagen werden Lufterhitzer und -kühler vereinigt und je nach Bedarf benutzt. Als Kühlmittel verwendet man kaltes Wasser, wo dieses zur Verfügung steht. Reicht dessen Temperatur nicht aus, so müssen Kältemaschinen benutzt werden. Entweder wird dann das Wasser in der Kühlmaschine auf die erforderliche Temperatur herabgekühlt oder aber man läßt die Kühlflüssigkeit der Kühlmaschine unmittelbar durch den Luftkühler fließen.

Mit der Kühlung ist meistens auch die Notwendigkeit verbunden, die Luft zu trocknen. Diese Trocknung erfolgt (vergl. Bd. I, S. 126) entweder durch Unterkühlung unter

den Taupunkt, sodaß die überschüssige Feuchtigkeit ausfällt, verbunden mit einer nachfolgenden Wiederaufwärmung auf die Gebrauchstemperatur, oder aber auf chemischem Wege. Man läßt die Luft dann an stark hygroskopischen Körpern vorbeistreichen, die entsprechend der Strömungsgeschwindigkeit mehr oder minder große Teile der Feuchtigkeit aufnehmen. Derartige Anlagen sind aber recht kostspielig. Außerdem müssen sie doppelt für wechselweisen Betrieb vorhanden sein, da die hygroskopischen Stoffe (Chlorkalk, Si O<sub>2</sub>-Silica-Gel- u. a.) nach einer gewissen Zeit gesättigt sind und dann erst wieder durch Erhitzen aufgefrischt werden müssen.

Die Anfeuchtung der Luft geschieht in einfachster Weise, indem man sie durch mit Wasser berieselte Tropfkörper strömen läßt oder mit fein vernebelten Wasser-schleiern anfeuchtet.

Die Verteilung der behandelten Luft an die Verbrauchsstellen wird durch einen Lüfter (vergl. Abschn. 26), der an geeigneter Stelle eingebaut wird, und anschließende Luftkanäle, für die grundsätzlich das in Bd. I sowie in Abschn. 25 dieses Bandes Gesagte gilt, übernommen.

### Abschnitt 28. Aufbau der Wetterfertiger.

Abb. 142 zeigt den Aufbau einer großen Wetterfertigeranlage, wie sie heute vielfach zur Bewetterung von Festsälen, Museen, Fabrikanlagen u. dergl. verwendet werden. Die

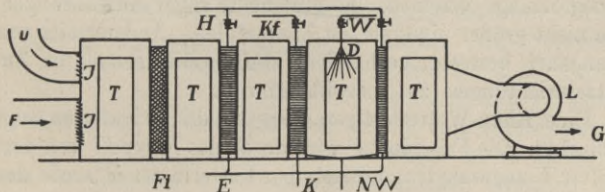


Abb. 142. Aufbau eines großen Wetterfertigers.

zugeführte Luft tritt als Frischluft  $F$  oder Umluft  $U$  in die Anlage ein. Jalousieklappen  $J$  ermöglichen eine Drosselung und Mischung. Aus der ersten Kammer, die gleichzeitig als Staubkammer dient, strömt die Luft durch das Filter  $Fi$ , den Luftherhitzer  $E$  und den Luftkühler  $K$  in die Befeuchtungskammer, in der durch an der Decke angebrachte Vernebelerdüsen die Anfeuchtung der Luft erfolgt. Dann strömt die Luft durch den Nachwärmer  $NW$ , der für die Lufttrocknung durch Unterkühlung erforderlich ist, und wird durch den Lüfter  $L$  als Gebrauchsluft  $G$  an die Verbrauchsstellen gefördert. Das Heizmittel tritt durch die Leitung  $H$ , die Kühlflüssigkeit bei  $Kf$  und das Wasser bei  $W$  in die Anlage. Die Anfeuchtungskammer muß mit einem Abfluß für das überschüssige Wasser versehen sein. Alle Kammern der Anlage sind durch die Türen  $T$  begehbar, damit sie leicht und einwandfrei gereinigt werden können. Die Wände der Kammern werden sauber und glatt gestrichen, besser noch ausgekachelte, damit sie mit feuchten Tüchern abgewischt werden können.

Aber nicht nur solche Großanlagen werden heute in steigendem Maße errichtet, sondern auch für die Bewetterung kleiner Räume und der häuslichen Wohnungen wurden Kleinanlagen entwickelt. Auf diesem Gebiete sind die Vereinigten Staaten wegweisend gewesen, da dort infolge der starken klimatischen Schwankungen eher das Bedürfnis nach derartigen Einrichtungen auftrat. Es entstanden Anlagen, die auf kleinem Raume alle wesentlichen Teile einer Wetterfertigeranlage vereinen. Es gibt heute sogar Ausführungen, die nicht größer sind als ein Zimmerofen. Andererseits war man auch bestrebt, vorhandene Heizungsanlagen durch Zusatzeinrichtungen zu vervollkommen.

Eine Klein-Wetterfertigeranlage für das Privathaus zeigt Abb. 143. Die Frischluft  $F$  wird durch das Filter  $Fi$  von dem Lüfter  $L$  angesaugt und durch den Luftherhitzer  $H$  sowie den Luftkühler  $K$  als Gebrauchsluft in die Verteilungskanäle ge-

drückt. Die Anfeuchtung erfolgt mittels der Verneblerdüse *D*. Auf eine Lufttrocknung wurde verzichtet, sie ist aber im Notfalle auch hier durch Unterkühlung möglich. Kühler und Lufterhitzer müssen dann nur in der Reihenfolge vertauscht werden. Der Filtereinsatz *Fi* ist auswechselbar, damit er leicht gereinigt werden kann.

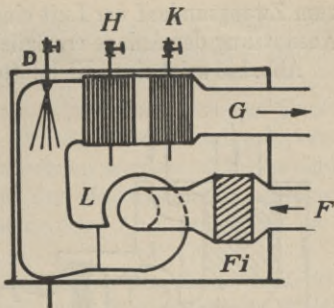


Abb. 143. Kleinwetterfertiger für Wohnhäuser.

Einen einfachen Vorsatz zum Luftveredeler-Ausbau einer vorhandenen Luftheizungsanlage zu einem Wetterfertiger gibt Abb. 144 wieder. Die Frischluft *F* wird wiederum von dem Lüfter *L* durch das Filter *Fi* angesaugt und tritt dann durch den Befeuchter *B*, der in diesem Falle aus berieselten Blechen hergestellt ist, in den eigentlichen Feuerluftofen ein, wo sie durch das Feuer im Heizkessel *K* erwärmt wird, und bei *G* in die Luftkanäle einströmt. Die Abgase des Kessels ziehen bei *A* ab. Steht genügend kaltes Wasser zur Verfügung, so kann für den Sommer eine Kühlschlange eingebaut werden.

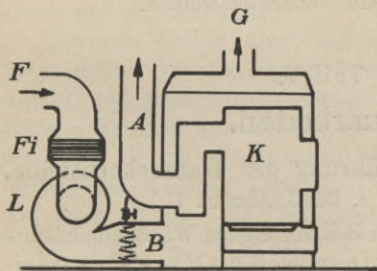


Abb. 144. Vorsatzluftveredeler für eine vorhandene Luftheizung.

Durch solche Vorsätze ist es möglich, auch die Leistung alter Luftheizungsanlagen erheblich zu verbessern, weil der Übergang von der Auftriebsluftheizung

zum Zwangsumlauf der Luft eine bessere und gleichmäßigere Ausnutzung der Anlage ermöglicht.

Abb. 145 zeigt einen Kleinlufferhitzer, der die Bewetterung

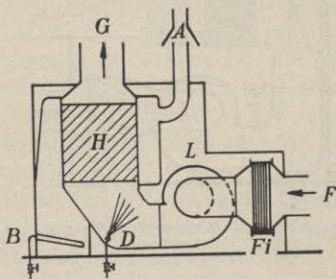


Abb. 145. Gasbeheizter Kleinlufferhitzer für Winterbetrieb.

des Privathauses zur Winterzeit bewirkt. Der Weg der Luft ist wiederum der gleiche wie in den vorherbeschriebenen Anlagen. Kühlung und Trocknung ist nicht vorhanden. Die Beheizung erfolgt durch Gas, das im Brenner *B* verbrannt wird.

Andere Anlagen werden mit Öl oder auch mit elektrischer Energie betrieben. Sie entsprechen in ihrem

Aufbau den obigen Anlagen. Es konnte deshalb auf eine Wiedergabe an dieser Stelle verzichtet werden.

## Teil V.

### Bauarbeiten.

#### Abschnitt 29. Ausführung der Hausschornsteine.

(Berechnung s. Bd. I, Abschn. 11.)

Um die Verluste durch Reibung an den Wänden möglichst niedrig zu halten, soll der Querschnitt des Hausschornsteines (Rauchrohr) so gewählt werden, daß sein Umfang möglichst gering wird, also rund oder quadratisch. Die Innenwand soll glatt sein. Wenn auch ihr Einfluß auf die Rohrreibungsverluste infolge des sich absetzenden Rußes bald zurücktritt, so gewährleistet doch die Forderung nach glatter Innenfläche eine sorgfältige Ausführung und gute Abdichtung, auf die großer Wert gelegt werden muß.

Wenn die Verhältnisse es zulassen, soll der Schornstein ohne jede Verengung senkrecht von unten nach oben durchgeführt werden. Ist ein „Schleifen“, d. h. schräger Verlauf, nicht zu umgehen, so darf die Abweichung von der Senkrechten keinesfalls größer als  $30^\circ$  sein. Hierbei muß jede Verengung des Querschnittes vermieden werden. Ebenso sind durch das Aufeinandersetzen der Mauersteine in schräger Richtung entstehende treppenförmige Absetzungen zu vermeiden oder auszugleichen.

Der Schornstein soll benachbarte Dachfirste u. dergl. überragen, da sonst leicht durch über diese einfallende Windströmungen Störungen und Zugunterbrechungen eintreten können<sup>1)</sup>. Aber nicht nur hierdurch, sondern auch bei zu weiten, d. h. zu schwach betriebenen Schornsteinen können Zughemmungen entstehen. Dann fallen kalte Luftströme ein oder es bilden sich Wirbelungen im Zugstrom aus. Hier sind Saugköpfe, gegebenenfalls mit Verengung des freien Querschnittes, am Platze.

Allgemein können aber die Austrittsverhältnisse eines Schornsteines in einfachster Weise erheblich verbessert werden und auch oftmals die geschilderten Mängel abgestellt werden. Das geschieht, indem man einfach die Mündung des Schornsteines kegelförmig ausbildet (Abb. 146). Auf diese einfache aber wirkungsvolle Maßnahme sollte man nie verzichten.



Abb. 146. Zweckmäßige Schornsteinmündung.

Zugmangel kann aber auch andere Ursachen haben. Der Schornstein kann im Verhältnis zur Inanspruchnahme zu eng oder zu niedrig sein, dann ist eine Erhöhung angebracht. Die Zugstärke nimmt aber nur bei beträchtlichen Erhöhungen zu, die man vielfach nicht ausführen kann, zumal sie nur dann

<sup>1)</sup> In der Nähe liegende Anhöhen, Baumgruppen und Gebäude können die gleiche Wirkung hervorrufen. Dann muß von Fall zu Fall, je nach den vorliegenden Umständen, entschieden werden, welche Hilfsmittel zur Behebung der Störungen anzuwenden sind.

nützlich sind, wenn die volle Weite beibehalten wird. Die häufig zu findende Verlängerung größerer Schornsteine durch kleinere Tonröhren ist zwecklos. Sicherer ist in diesen Fällen eine Zugvermehrung durch Anwendung von Saugköpfen (Abschn. 25).

An warmen Tagen kann bei schwach benutzten Schornsteinen die starke Erwärmung des oberen Teiles und der umgebenden Luft zu Stauungen Veranlassung geben, die sich ebenfalls als Zugmangel auswirken. Dann ist beim Anheizen im oberen Teil des Schornsteines ein sog. „Lockfeuer“ anzuzünden, damit die träge Luftmasse im Schornstein erwärmt und in Bewegung gesetzt wird.

Zur Vermeidung von Abkühlungsverlusten empfiehlt es sich, die Schornsteine nicht in die Außenwände eines Gebäudes zu legen.

Die Dicke der Schornsteinmauern soll nicht geringer als 12 cm sein. Nach der Nachbargrenze zu muß sie 25 cm betragen. In Brandmauern dürfen Schornsteine nicht angebracht werden.

### **Abschnitt 30. Bauarbeiten an Heizungsanlagen.**

Beim Bau der Heizkammern für Luftheizungen ist darauf zu sehen, daß die Verluste durch Wärmeabgabe an die Nebenräume nicht zu groß werden. Man bekleidet deshalb die Kammerwände mit Wärmeschutz oder bringt in den Steinmauern Luftschichten an. Zu große Wärmeausstrahlung an den über der Heizkammer liegenden Raum vermeidet man durch starke Lagen von Wärmeschutzstoffen oder durch eine Zwischendecke.

Die Innenwände der meistens aus hartgebrannten Ziegeln hergestellten Heizkammern sollen nicht verputzt werden. Mitunter kommen für die Innenflächen auch Verkleidungen durch glasierte Ziegel, keramische Platten oder starken Emaillestrich zur Anwendung.



Die senkrechten Luftkanäle werden ebenfalls nicht verputzt, sondern aus hartgebrannten, gefugten Rohziegeln, glasierten Steinen, glasierten Tonrohren oder Zementrohren hergestellt. Die Bauausführung ist sorgfältig zu überwachen, da sehr leicht grobe Unachtsamkeiten vorkommen können, die das einwandfreie Arbeiten der Anlage in Frage stellen.

Mitunter müssen die Heizkessel einer Warmwasser- und Dampfheizung vertieft aufgestellt werden. Es ist dann unbedingt erforderlich, daß diese Vertiefung wasserdicht hergestellt wird und daß gleichzeitig für eine Entwässerungsmöglichkeit gesorgt wird. Ebenso sind die Rauchkanäle oder Fuchse, die zum Schornstein führen, wasserdicht und gegen die Erdfeuchtigkeit gesichert auszuführen.

Der Fuchs soll zum Schornstein hin etwas Steigung erhalten und darf auch nicht ohne eine Abschrägung in diesen übergehen, um Stoßverluste und Wirbelbildungen zu vermeiden (Abb. 147). Eine dicht verschließbare Reinigungstür (*R*) ist unentbehrlich. Auch auf Dichtigkeit und Leichtgängigkeit des Rauchschiebers ist größter Wert zu legen, da von seiner guten Beschaffenheit und sorgfältigen Bedienung die Wirtschaftlichkeit des Heizbetriebes abhängen kann.

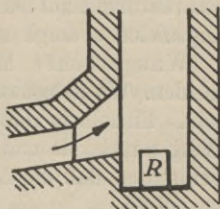


Abb. 147. Fuchsanschluß an einen Schornstein.

Häufig schützt man auch die Kesselräume in ähnlicher Weise wie die Luftheizungskammern gegen Wärmeausstrahlungen.

Verteilungsleitungen für Dampf und Warmwasser werden in Keller und Dachboden frei verlegt und, soweit erforderlich, mit Wärmeschutz versehen. Müssen Rückführungsleitungen im Keller in Fußbodenkanälen verlegt werden, was tunlichst zu vermeiden ist, so sind diese Kanäle durch Zementplatten oder in Rahmen gelagerte Eisenplatten abzudecken.

Im übrigen gilt auch für diese Kanäle die Forderung nach Wasserdichtheit. Bei kleineren Anlagen sind 25 cm Tiefe und 30 cm Breite übliche Maße.

Senkrechte Rohrstränge legt man am besten in Mauerschlitze, deren Größe sich nach den Rohrabmessungen richtet. 12 bis 15 cm Tiefe, bei 12 bis 20 cm Breite, sind im allgemeinen ausreichend. Diese Schlitze sollen innen sauber gefugt oder geputzt werden. In rauhen Schlitzen lösen sich leicht durch das Schieben der Rohre beim Warmwerden und Erkalten kleine Teilchen ab, die Geräusche verursachen. Am besten bleiben die in diesen Schlitzen verlegten, mit Rohrschellen festgehaltenen Rohre unverhüllt liegen. Nur in Außenwänden werden sie zweckmäßig mit Wärmeschutz versehen. Auf leichte Beweglichkeit der Rohre in den Schellen ist zu achten. Die Schlitze werden meistens, nachdem die Rohrleitungen auf Dichtigkeit geprüft sind, mit Drahtgeflecht, Gipsdielen u. dergl. zugeputzt.

Waagerechte Mauerschlitze sind möglichst zu vermeiden. Wo sie notwendig sind, sollen sie nicht tiefer als 4 cm sein. Einzelnen in diese verlegte Rohre werden mit Filz oder Werg umwickelt und hierauf die Schlitze zugeputzt. Wird befürchtet, daß die Aussparung die Tragfähigkeit der Wand beeinflußt, so ist ein U- oder Winkeleisen einzulegen.

Wand- und Fußbodendurchbrüche und auch die Mauerschlitze sollen beim Bau von vornherein berücksichtigt werden. Die nachträgliche Anbringung ist, vor allem bei Bruchstein- und Betonwänden, mit hohen Mehrkosten verbunden. Bei freiliegenden Rohren und Rohrdurchführungen sind Rohrhülsen zu verwenden.

Bei der Aufstellung der Heizkörper auf Füßen ist die richtige Höhe der Unterlage zu beachten, damit nicht der Heizkörperfuß nach Verlegung des Fußbodenbelages, der meistens erst später gelegt wird, in einer Vertiefung steht. In dieser sammeln sich leicht Schmutzreste und Feuchtigkeit.

Deshalb ist es besser, die Unterlage so zu wählen, daß sie später etwas über den Bodenbelag hinausragt. Die zweckmäßigste Lösung ist jedoch die Aufhängung der Heizkörper auf in der Wand eingelassenen Tragarmen. Dann bleibt der gesamte Raum unter dem Heizkörper frei und kann leicht und einwandfrei gereinigt werden.

Der Abstand der Heizkörper von der Wand muß ebenfalls richtig gewählt werden. Zu nahe an die Wand gerückte Heizkörper werden in ihrer Heizwirkung durch die Rückstrahlung der Wand und die Verluste durch Wärmeaufnahme stark beeinträchtigt. Auch ist dann nicht immer eine einwandfreie Luftumwälzung möglich. Der Abstand wird zweckmäßig nicht unter 5 cm von der Rückwand ausgeführt.

Bei der Aufstellung der Heizkörper in Wandnischen oder unter Fensterbänken gilt entsprechend das gleiche für den oberhalb der Heizkörper frei zu lassenden Raum.

### **Abschnitt 31. Wärmesparendes Bauen.**

Die Rücksicht auf die Volkswirtschaft und den eigenen Geldbeutel zwingt dazu, den Brennstoffbedarf einer Heizungsanlage so niedrig wie möglich zu halten. Dazu genügt es nicht, die Heizungsanlage wirtschaftlich zu gestalten und sachgemäß zu bedienen. Nur ein kleiner Teil der erzeugten Wärme ist zur Erwärmung der Raumluft notwendig, während der größte Teil nutzlos durch Wände, Fenster, Türen, Decken und Fußböden verloren geht. Man muß daher bereits bei Errichtung eines Gebäudes mit allen Mitteln dahin wirken, diese Verluste möglichst klein zu halten. Im wesentlichen läßt sich das durch Innehaltung folgender Bedingungen erreichen:

1. Wärmetechnisch günstigste Wahl der Gebäudeform und der Raumaufteilung.
2. Zweckmäßigste Auswahl der benutzten Räume.

### 3. Anwendung der günstigsten Wand-, Decken- und Fußbodenbauarten, sachgemäße Ausführung von Fenstern und Türen.

Wenn auch der verfügbare Raum es nicht gestattet, diese Richtlinien eingehend an dieser Stelle zu behandeln, so erscheint es doch wünschenswert, hier nochmals auf einige wesentliche Punkte hinzuweisen.

Vor allem anderen sind die in Bd. I, Abschn. 4 enthaltenen Angaben über den Wärmebedarf zu beachten. Wenn man den vielfach empfohlenen Grundsatz gelten läßt, daß an keiner Stelle eines Gebäudes die Wände so beschaffen sein dürfen, daß der Wärmeverlust einer beiderseits verputzten Backsteinwand von 38 cm ( $k=1,34$ ) überschritten wird, so ersieht man aus Zahlentafel 5, Bd. I (S. 16 u. 17), daß eine Backsteinwand von 12 cm Stärke, beiderseits verputzt, innen mit einer 3 cm dicken Torfpreßplatte belegt oder eine 7 cm starke Holzwand geringere Wärmeverluste ergeben. Andere Sonderbauarten mit Preßmassen oder ruhenden Luftschichten als Wärmeschutz zeigen noch günstigere Werte.

In Gegenden mit häufiger strenger Kälte wird zweckmäßig die Wärmedurchgangszahl einer zweisteinigen, beiderseits verputzten Wand ( $k=1,09$ ) nicht unterschritten.

Ganz besondere Sorgfalt erfordert die Wahl und die Ausführung der Fenster, da deren Beschaffenheit für den Wärmebedarf eines Raumes ausschlaggebend sein kann. Die Verluste entstehen weniger durch unmittelbaren Wärmedurchgang durch das Glas, da dieses ein schlechter Wärmeleiter ist, als durch den Luftdurchgang infolge von Undichtigkeiten. Ungenaue und undichte Ausführung der Fenster, sowie des Anschlusses ihrer Umrahmungen an die anschließenden Wände, wird leicht, namentlich bei stärkerem Windanfall, die Quelle großer Wärmeverluste. Das gilt vor allem, wenn es sich um Eckräume mit Fenstern in beiden Außenwänden

oder um Räume mit Fenstern in gegenüberliegenden Wänden handelt. Derartige Fenster sollte man stets, wenn es sich nicht gerade um sehr windgeschützte Stellen (Schutz durch Nebengebäude, auch Innenhöfe) handelt, als Doppelfenster ausführen. Überhaupt ist in jedem Falle nachzuprüfen, ob nicht die in der Anlage teureren Doppelfenster wirtschaftlicher sind als der höhere dauernde Wärmeverlust beim Einfachfenster. Hierauf ist besonders in den Gegenden, in denen heute der Einbau von Doppelfenstern nicht üblich ist, zu sehen.

In diesem Zusammenhang muß auch auf Verlustquellen hingewiesen werden, die vielfach vernachlässigt werden, auf die Rollädenkästen und die Schiebefenster. Durch ihren Aufbau bedingt, bilden diese sehr leicht undichte Stellen, wenn bei Herstellung und Einbau nicht größte Sorgfalt angewandt wird. Ihre Ausführung ist daher stets Fachleuten zu überlassen, die Gewähr für einwandfreie Arbeit leisten können.

### Abschnitt 32. Beurteilung der Entwürfe und Überwachung der Ausführung.

Um die Übersicht bei Entwürfen zu erleichtern, werden die Heizkörper, Rohrleitungen und Kanäle verschiedenfarbig eingetragen. Man benutzt dazu folgende Farben<sup>1)</sup>:

für Warmwasserheizkörper	blau
„ Zuflußrohre bei Warmwasserheizung	rot
„ Rückflußrohre bei Warmwasserheizung	blau
„ Dampfheizkörper	grün
„ Dampfrohre	gelb
„ Niederschlagswasserrohre	grün
„ Luftleitungen	braun
„ Kaltluftkanäle	grün
„ Warmluftkanäle	rot
„ Abluftkanäle	blau

<sup>1)</sup> Entsprechend dem Runderlaß des Preuß. Ministers für öffentliche Arbeiten 1909.

Aus den Entwürfen muß zu ersehen sein: Lage und benötigter Querschnitt der Rauchrohre, der Luftkanäle, der Ein- und Ausströmöffnungen, der Luftentnahmestelle, ferner Lage und Raumbedarf der Wärmeentwickler (Heizkessel, Wärmeaustauscher, Luftheizungsöfen u. dergl.) und deren erforderliche Tiefenlage, die Lage des Brennstoffraumes, die Anordnung der Rohrleitungen, der Rohrschlitze und Rohrkanäle, der Ausgleichsvorrichtungen, Hauptventile, Heizkörper und Ausdehnungsgefäße, sowie die zu beachtenden Sicherheitsvorschriften.

Bei Luftheizungs- und Lüftungsanlagen müssen die Einrichtungen zur Mischung kalter und warmer Luft angegeben und deren Wirkung und Betrieb beschrieben werden, ebenso die Einrichtungen zur Befeuchtung und Filterung der Luft.

Zu alledem gehören klare Darstellungen der empfohlenen Wärmeentwickler, Heizkörper, Regeleinrichtungen, Ventile, Luftklappen u. dergl.

Die Kostenanschläge sollen in einzelnen Ansätzen die Heizflächen der Wärmeentwickler und ihre Gesamtleistung — nicht diese allein, die eine Beurteilung, ob der Wärmeentwickler richtig gewählt ist, nicht zuläßt —, ferner die Heizfläche der veranschlagten Heizkörper und deren Bauart und Größenverhältnisse, die Längen der Rohrleitungen in den einzelnen Abmessungen, die Anzahl der Ventile u. dergl. enthalten.

Die Behörden sind gehalten, den Leistungsbeschreibungen (Programm) auch die Wärmebedarfsrechnung mitzuliefern, doch wird diese Bestimmung oft umgangen und eine solche mit dem Entwurf eingefordert. Sie muß dann nach den „Regeln“ DIN 4701 aufgestellt sein. Bei Privatbauten pflegt man sich mit der Gewähr, die der Unternehmer für die Anlage übernimmt, zu begnügen. Es ist dringend erwünscht, daß man sich in diesem Fall versichert, ob sicher

gerechnet ist. Die erwähnten „Regeln“ müssen sowohl in bezug auf die Ermittlung des Wärmebedarfs als auch bei der Berechnung der Kessel- und Heizkörpergrößen angewandt worden sein. Der Besteller hat dadurch die Sicherheit, eine ausreichende und sparsam arbeitende Anlage zu erhalten.

Bei Warmwasserheizungen ist hinzuzufügen, für welche Vor- und Rücklauftemperaturen — nach den ministeriellen Vorschriften 90° und 70° — die Rohrleitungen ausgeführt werden sollen. Bei den Niederdruckdampfheizungen ist der Kesseldruck und der vor dem Heizkörper angenommene Druck bei Höchstleistung der Anlage anzugeben.

Wichtig ist, daß der Heizungsentwurf vor Beginn des Baues bereits vorliegt, damit man auf die notwendigen baulichen Arbeiten Rücksicht nehmen kann.

Während der Ausführung ist auf sorgfältige Herstellung der Rohrleitungen — senkrechte Lage, schlanke Bögen, möglichste Vermeidung von Verbindungsstücken, genügendes und richtig verlegtes Gefälle —, ebenso auf dauerhafte Befestigung der Rohre und sichere Einsetzung von Unterstützungen zu achten.

Nach Fertigstellung der Heizungsanlage hat zunächst ein Vergleich mit dem Entwurf stattzufinden, sodann ist vor Verschließen der Mauerschlitze eine Druck- und Heizprobe vorzunehmen. Bei Warmwasserheizungen wird die Anlage zunächst einem kalten Probedruck ausgesetzt, und zwar soll dieser den Betriebsdruck um 2,5 atü übersteigen. Der Druckprobe folgt die Heizprobe, bei der festzustellen ist, ob die Heizkörper sich schnell und gleichmäßig erwärmen, ob der Schornstein gut zieht usw.

Bei Niederdruckdampfheizungen prüft man zunächst den Kessel unter Wasserdruck von rd. 3 atü (städt. Wasserleitung). Rohrleitung und Heizkörper werden unter dem Höchstdruck, den der Heizkessel leisten soll, durch mehrmaliges In- und Außerbetriebsetzen geprüft.<sup>\*)</sup> Man kann sicher

sein, daß, wenn sich dann keine Undichtigkeiten zeigen, die Heizung ordnungsgemäß ausgeführt ist. Sodann prüft man die Heizkörper auf genügendes und gleichmäßiges Warmwerden und achtet vor allem darauf, ob nicht Geräusche entstehen, die durch falsche Lage der Rohrleitung oder zu engen Querschnitten der Ventile bei hohem Druckgefälle begründet sein können. Meistens ist allerdings nach endgültiger Inbetriebnahme des fertigen Gebäudes eine Nachregelung der Anlage erforderlich. Vorher auftretende Geräusche berechtigen also nicht unbedingt zu der Annahme, daß Fehler vorhanden sein müssen.

DIPL. ING. E. KOŁOMYJSKI



# Sachverzeichnis.

- Abbrand, unterer** 10  
**Absperrvorrichtungen in**  
 Luftheizungen 29  
 — in Rohrleitungen 78  
**Allesbrenner, Heizkessel** 42  
 —, Öfen 7  
**Anemostat** 103  
**Ausdehnungsgefäß für**  
 Warmwasserheizungen  
 53  
**Ausdehnungsstopfbuchse**  
 87  
**Bauarbeiten für Heizungs-**  
**anlagen** 116  
 —, Schornsteine 214  
**Bauausführung, Über-**  
**wachung der** 121  
**Bauen, wärmesparendes**  
 119  
**Dauerbrandöfen** 5  
**Deckenheizungen** 88  
**Doppeleinstellventil** 80  
**Drosselklappen für Luft-**  
**kanäle** 29  
 — für Rohrleitungen 79  
**Druckminderventile** 93  
**Einheitsventil** 81  
**Einsatzkachelöfen** 12  
**Eiserne Öfen** 5  
**Elektrische Heizung** 18  
**Elementöfen für Gas** 16  
**Entlüftung von Rohrlei-**  
**tungen** 77  
**Entwürfe, Beurteilung** 121  
**Federrohre** 87  
**Fernleitungen** 86  
 —, Zubehör 90  
**Fernleitungskanäle** 89  
**Fernleitungsnetze, An-**  
**schluß der Einzelan-**  
**lagen** 94  
**Feuerkorb** 4  
**Feuerluftheizungen** 21  
**Filter** 28, 110, 112.  
**Fittings** 71  
 —, Schweiß- 75  
**Frischluftentnahme für**  
 Luftheizungen 26  
**Gasheizkessel** 34, 38  
 —, Hochleistungs- 46  
**Gasheizöfen** 14  
**Gasheizung** 14  
**Gaskaminofen** 14  
 — metallspiegelofen 14  
**Gebläse für Lüftungsan-**  
**lagen** 107  
**Gegenstromgerät** 96  
**Gliederheizkessel** 34, 38  
**Großraumheizkessel** 43  
**Großraumheizung durch**  
**Lufterhitzer** 31  
**Heizflächenbeanspruchung**  
 b. Luftheizungen 24  
**Heizflächenbelastung,**  
**wirtschaftliche** 47  
**Heizgliederofen für Gas** 16  
**Heizkessel, Auswahl** 41  
 —, Brennstoffe 35  
 —, Großkessel 40, 42  
 —, für Stockwerks-  
 Heizungen 37  
 —, mit unterem Abbrand  
 39  
 —, für Warmwasserbe-  
 reitungsanlagen 36  
 —, für Warmwasser- u.  
 Niederdruckdampf-  
 heizungen 34  
 —, Zubehör 42  
**Heizkörper** 58  
 —, Anstrich 65  
 —, Aufhängung auf Kon-  
 solen 67  
 —, Bezeichnungen 60  
 —, Rippenrohr- 64  
 —, Rohrschlangen- 64  
 —, Ummantelung, Ver-  
 kleidung 66  
 —, Wandbeschaffenheit  
 hinter, Nischen 68  
**Heizsonne, elektr.** 18  
**Heizungsanlagen, Aus-**  
**führung** 123  
 —, Bauarbeiten 117  
 —, Prüfung 123  
 —, Überwachung der Her-  
 stellung 123  
**Hochleistungsgaskessel** 46  
**Hollandkessel** 43  
**Isolierung** 100  
**Isolierstärke, wirtschaft-**  
**liche** 102  
**Jalousieklappen** 29  
**Kacheleinsatzöfen** 12  
**Kachelöfen** 11  
 —, für mehrere Räume 13  
**Kamin** 4  
**Kaminofen** 5  
**Kessel für WW- und ND-**  
**Heizungen** 38  
**Klimaanlagen** 108  
**Kondensstöple** 90  
**Kondenswasserableitun-**  
**gen** 77, 82, 90  
**Korbrost** 9  
**Krankenhausradiatoren** 61  
**Kreuzstücke** 73  
**Lamellenheizkörper** 31  
**Leichtradiatoren** 60  
**Lufterhitzer für Groß-**  
**raumheizung** 31  
 —, mit Gasbetrieb 33  
**Lüfter** 105  
**Luftheizungen** 21  
 —, gasbeheizt 26  
 —, Nebenteile 26  
**Luftheizungsöfen** 22  
 —, Eisen 24  
 —, Keramische 25  
**Luftkonditionierung** 108  
**Luftreinigung,-trocknung,**  
**-kühlung für Wetter-**  
**fertiger** 111  
**Luftumwälzung, An-**  
**schlußdüsenstück** 84  
**Lüftungsanlagen** 103  
**Luftverteiler** 103  
**Manometer für Heizkes-**  
**sel** 49  
**Membranregler** 55  
**Muffenverbindungen für**  
**Rohrleitungen** 71

- Niederdruckdampfheizungen**, Anschluß an Fernheiznetze 94  
 —, Regler 55  
 —, Standrohrregler 57  
 —, Zubehör 49
- Öfen**, eiserne amerikanische 6, 9  
 —, — irische 6  
 —, elektrische 18  
 —, Gasheiz- 14  
 —, Großraum- 14  
 —, Kachel- 11
- Perret-Luftheizungsöfen** 25
- Pumpen für WW-Heizungen** 98
- Radiatoren** 58  
 —, Wärmeabgabe 62  
 Raschigringe 28  
 Reduzierventil 92  
 Regler, Raumtemperatur 84  
 —, Verbrennungs- 54  
 Ringheizkessel 40  
 Rippenrohrheizkörper 64  
 Rohrbögen 75  
 Rohrleitungen 69  
 —, Absperrungen 78  
 —, Ausdehnungsstücke- u. -bögen 86  
 —, Entlüftung 77  
 —, Flanschverbindungen 74  
 —, Gefälle 71, 76  
 —, Längenänderungen 75  
 —, Schweißverbindungen 74  
 —, Wand- und Decken- durchbrüche 75  
 Rohrschellen 75
- Rohrschlangenheizkörper 64  
 Rückstausicherung 18  
 Rundkessel, stehend 36
- Saugköpfe 104  
 Schellen 76, 87  
 Schieber, für Rohrleitungen 79  
 —, für Luftkanäle 29  
 —, Rauchschieber 117  
 Schleuderlüfter 107  
 Schornsteine, Bauausführung 114  
 Schrägsitzventile 78  
 Schraubenlüfter 106  
 Schweißbittings 75  
 Schweißverbindungen für Rohrleitungen 74  
 Schwimmerregler 56  
 Sicherheitsstandrohr 49  
 Stahlblechradiatoren 58  
 Standrohrregler 57  
 Staubkammern 27  
 Stauer für Kondenswasserableitung 83  
 Stockwerkheizungskessel 37  
 Strahlungsöfen 12  
 Strebelkessel 38
- Thermometer für Heizkessel** 49  
 T-Stücke 73
- Ventilatoren** 105  
 Ventile 78  
 —, Doppeleinstell- 80  
 —, Druckminder- 92  
 —, Einheits- 81  
 Verbrennungsregler 54  
 Verdunstungsschalen für Luftheizungen 39
- Verjüngungsmuffen für Rohrleitungen 72  
 Verschraubungen für Rohrleitungen 72  
 Voreinstellungsventile 79  
 Vorsatzluftveredler 113
- Wärmeaustauscher** 96  
 Wärmeschutz 100  
 —, massen 102  
 Wärmesparendes Bauen 119  
 Warmwasserbereitung 97  
 Warmwasserheizungen, Ausdehnungsgefäße 53  
 —, Anschluß an Fernheizungsnetze 94  
 —, Pumpen 98  
 —, Regler 54  
 —, Sicherheitsvorschriften 51  
 Wechselklappen für Luftkanäle 30  
 Weichventil 52  
 Wetterfertiger 108  
 —, Aufbau 111  
 —, Klimaanlage 113  
 —, Luftreinigung, -trocknung und -kühlung 110  
 Widerstandsofen, elektr. 19  
 Wilopumpe 99  
 Windhauben 104  
 Wirkungsgrade von Öfen 10, 19  
 Wirtschaftliche Heizflächenbelastung 48  
 Wirtschaftliche Isolierstärke 102
- Zugunterbrecher** 17  
 Zweitluftzuführung an Heizkesseln 41







8, -

Cont. No. 41/31

24/2. 951.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



I-301634

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000296081