FACHBÜCHEREI
FÜR KLEMPNER UND INSTALLATEURE

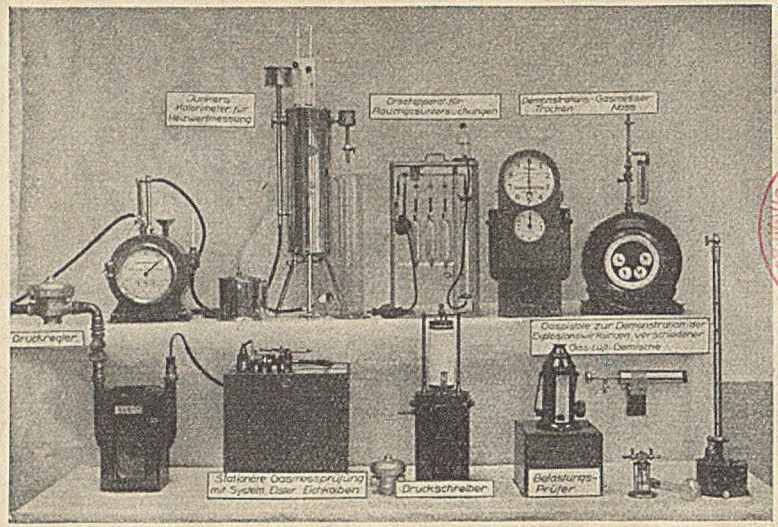
*

BAND I
GASVERSORGUNG

*

AUE IN SACHSEN
HÖHERE DEUTSCHE FACHSCHULE
FÜR METALLBEARBEITUNG UND INSTALLATION

GEDRUCKT BEI C. M. GÄRTNER, SCHWARZENBERG I. SA.



Einige Gasprüfungs-Apparate in der Versuchsabteilung der Höheren Deutschen Fachschule für Metallbearbeitung und Installation, Aue i. Sa.

D 500/20
1592079
POLITECHNIKA ŚLĄSKA BIBLIOTEKA w Gliwicach

Gasversorgung.

1. Die Entstehung und Einteilung der Steinkohle.

Die Entstehung der Steinkohle wird bekanntlich auf die allmähliche Umwandlung großer Wälder und sonstiger Pflanzenformationen zurückgeführt. Sie ist durch Zersetzung bei hohem Drucke und hoher Temperatur entstanden, indem sich gasförmige Verbindungen gebildet haben. Hierbei hat sich der Sauerstoff verringert, der Kohlenstoff dagegen erhöht. Bereits am Anfang des 18. Jahrhunderts war es bekannt, daß man aus Steinkohlen ein leuchtendes, brennendes Gas entwickeln konnte. Dem Schotten William Murdoch blieb es vorbehalten, sein Haus 1792 erstmals mit Steinkohlengas zu beleuchten. So entstanden dann in kurzer Zeit Fabrikbeleuchtungsanlagen und 1808 brannten in London die ersten Gasflammen. In England bestanden im Jahre 1823 bereits 52 Gaswerke, während wir in Deutschland die Gasbeleuchtung erst seit dem Jahre 1826 besitzen.

Die Steinkohlen sind sowohl hinsichtlich ihrer ehemaligen Zusammensetzung als auch ihrem Verhalten bei der Destillation unter Luftabschluß ganz verschieden. Aus diesem Grunde teilt man sie in verschiedene Klassen ein, und zwar in Flammkohlen, Kokskohlen und Gaskohlen.

Die Flammkohlen entwickeln viel brennbares Gas und hinterlassen einen pulverigen Rückstand beim Erhitzen unter Luftabschluß. Die Kokskohlen dagegen besitzen nur eine schwache Gasentwickelung, dagegen ist ihr Rückstand fest zusammengebacken. Diese beiden Kohlenarten kommen für die Gasindustrie nicht in Betracht, denn man benötigt hier eine Kohle, die sowohl eine große Gasausbeute zuläßt als auch einen festen Koks abgibt. Hierfür sind die Gaskohlen geeignet.

Die Steinkohle läßt sich auch nach ihrem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen und ihrem geologischen Alter einteilen in:

1. Anthrazitkohle, 10—15 % flüchtige Bestandteile, eignet sich als Hausbrandkohle. Sie gibt keinen Ruß, wenig Flamme und bedarf starken Zuges.
2. Gasarme (alte) Sinterkohle, 10—15 % flüchtige Bestandteile; beste Kohle für Dampfkesselfeuerungen.
3. Gasarme (alte) Backkohle, 15 bis etwa 30 % flüchtige Bestandteile; als Schmiedekohlen und bei über 20% flüchtigen Bestandteilen für Flammenfeuerung geeignet.
4. Gasreiche (junge) Backkohle, 30—40% flüchtige Bestandteile, ist als Gaskohle geeignet.
5. Gasreiche (junge) Sinterkohle, 40—44% flüchtige Bestandteile, ist für Flammenfeuerung geeignet.
6. Gasreiche (junge) Sandkohle, 44—50% flüchtige Bestandteile, ist für Flammenfeuerung geeignet; Grus zu Dampfkessel.

Die Kohle wird durch Siebe nach der Stückgröße getrennt in Stückkohle, Nußkohle I, II, III, IV und Staubkohle.

Für Gasanstalten verwendet man hauptsächlich gasreiche Back- sowie Sinter- und Sandkohlen, da diese neben einer ziemlich bedeutenden Gasausbeute auch einen guten Koks liefern.

2. Steinkohlenuntersuchung.

Dieselbe erstreckt sich:
1. auf die Bestimmung des Wassergehaltes,
2. auf die Koksausbeute,
3. auf die Bestimmung des Schwefel- und Aschengehaltes,
4. auf die Bestimmung der Art und Menge der flüchtigen Bestandteile,
5. auf die Bestimmung des Heizwertes der Kohle.

Bevor man mit der Untersuchung beginnt, entnimmt man eine Kohlenprobe und zwar derart, daß man möglichst aus der Mitte des Kohlenhaufens oder auch an verschiedenen Stellen eine Probe von etwa 3—4 kg herausnimmt. Diese Menge wird dann durch eine Kohlenmühle geschickt und gemahlen. Ist keine besondere Mühle vorhanden, dann muß die Kohle soweit mechanisch zerkleinert werden, bis

sie zu einem feinen Kohlenstaub zerteilt ist. Man füllt den auf diese Weise gewonnenen Staub in 2 dicht schließende Glasflaschen, von denen die eine als Reserve aufbewahrt wird, während die andere zur Untersuchung dient.

1. Bestimmung des Wassergehaltes.

Um den Wassergehalt zu bestimmen, wird zunächst die grobe Feuchtigkeit und das gebundene Wasser festgestellt. Beide zusammen ergeben den Gesamtwassergehalt. Die grobe Feuchtigkeit ist durch das Lagern oder durch Regen usw. entstanden und verdunstet bereits an der Luft. Das hygroskopische Wasser oder auch das gebundene Wasser ist ein Bestandteil der Kohle und kann erst bei einer Temperatur von etwa 100° C aus der Kohle entfernt werden. Im allgemeinen soll man die Wasserbestimmung mit lufttrockener Kohle ausführen, d. h. mit solcher Kohle, die an der Luft vollständig ausgetrocknet ist. Die Bestimmung der groben Feuchtigkeit geschieht nun in folgender Weise:

Man wiegt aus der Durchschnittsprobe ungefähr 1 kg ab und trocknet sie dann in einem besonderen Trockenschrank 5—6 Stunden lang. Hierauf läßt man die Kohle abkühlen und bestimmt das Gewicht. Der dabei festgestellte Gewichtsverlust ist gleich der gesamten Feuchtigkeit der Kohle.

Beispiel:	Gefäß + feuchter Kohle	= 1051,6 g
	Gefäß leer	= 847,4 g
	Feuchte Kohle	= 204,2 g
	Gefäß + feuchter Kohle	= 1051,6 g
	Gefäß + getrockneter Kohle	= 1028,7 g
	Feuchtigkeit	= 22,9 g

Der Feuchtigkeitsgrad in % ist somit

$$= \frac{22{,}9 \times 100}{204{,}2} = 11{,}2\ \%\ \text{Feuchtigkeit.}$$

2. Bestimmung der Koksausbeute.

Hierfür sind besondere Bedingungen aufgestellt worden, die genau befolgt werden müssen, da andernfalls ungenaue Werte erhalten werden.

Die angetrocknete Probe wird fein zerkleinert, in etwa 1 cm Schichthöhe ausgebreitet und hieraus die Probe entnommen. Man nimmt 1 g Probe sorgfältig in einen Platintiegel, der mit einem Deckel

versehen ist, und erhitzt denselben. Dadurch geht die Entgasung in dem Tiegel vor sich, die flüchtigen Bestandteile treten unter dem Deckel aus und verbrennen mit leuchtender Flamme. Der Rückstand im Tiegel ist der Koks. Die Vergasung ist zu Ende, sobald die Flamme erlischt. Hierauf läßt man den Tiegel abkühlen und stellt das Gewicht fest.

Beispiel:	Platintiegel + Kohle	= 41,42 g
	Platintiegel leer	= 40,42 g
	Kohle	= 1,00 g
	Platintiegel + Koks	= 41,08 g
	Platintiegel leer	= 40,53 g
	Koks	= 0,55 g

Kohle = 1,00 g
Koks = 0,55 g = 55 %
Flüchtige Bestandteile = 45 %.

3. Bestimmung des Aschegehaltes.

Dieselbe geht in dem gleichen Tiegel vor sich und zwar wieder mit 1 g der gepulverten Kohle. Der unbedeckte Tiegel wird auf ein Drahtdreieck möglichst schräg aufgestellt und dann beginnt man, ihn vom Rande her zu erhitzen. Die Kohle wird ab und zu mit einem Platindraht vorsichtig umgerührt und man rückt mit der Flamme bis zum Boden vor. Wenn die Kohle vollständig vergast ist, was man an der roten bis braunroten Farbe erkennt, dann läßt man den Tiegel erkalten und wiegt ihn. Der Gewichtsverlust entspricht dem verbrannten Kohlenanteil, der Rückstand ist Asche.

Beispiel:	Platintiegel + Kohle	= 41,42 g
	Platintiegel leer	= 40,42 g
	Kohle	= 1,00 g
	Platintiegel + Asche	= 40,64 g
	Platintiegel leer	= 40,59 g
	Asche	= 0,05 g

= 5 % Asche.

Die Gaserzeugungsöfen.

Die Gaserzeugungsöfen sind die eigentliche Seele eines Gaswerkes. Es ist daher auch verständlich,

daß man in der Konstruktion dieser Öfen fortwährend Verbesserungen anstrebt. Man läßt sich von der Notwendigkeit, die Gaspreise herabzusetzen, leiten, damit die Herstellungskosten des Gases möglichst gering werden.

Heute unterscheidet man Öfen mit liegenden, schrägen und stehenden Retorten, ferner Großraum- oder Kammeröfen mit liegenden, schrägen und stehenden Kammern. Nach der Art der Feuerung unterscheidet man Rostöfen, Halbgenerator- und Vollgeneratoröfen. Die Kammeröfen weichen in Bezug auf ihre Konstruktion ganz erheblich von den Retortenöfen ab. Die Frage, ob der Retorten- oder Kammerofen den Vorzug erhalten soll, läßt sich nicht ohne weiteres beantworten, jedoch steht fest, daß für moderne große Gasanstalten nur der Kammerofen heute noch in Frage kommt, währenddem man bei kleineren Gaswerksanlagen die Retorten hauptsächlich vorfindet. Man hat allerdings in den letzten Jahren auch sogenannte kleine Kammeröfen mit Erfolg hergestellt, mit denen man auch bei einer Jahresleistung unter 500 000 cbm außerordentlich gute Erfolge erzielt hat. Bei den Retortenöfen ist übrigens ein großer Unterfeuerungsverbrauch notwendig. Eine gleichmäßige Beheizung der Retorten ist nicht so leicht möglich wie im Kammerofen. Der Koks aus Retortenöfen ist im Verhältnis zum Kammerofen kleinstückiger, und die Ausbeute, zum Teil auch die Qualität der anderen Nebenprodukte steht ebenfalls hinter der des Kammerofenbetriebes. Auch bezüglich des Platzbedarfes kann man sagen, daß bei gleicher Produktion der Kammerofen weniger Raum beansprucht wie der Retortenofen. Eine heute viel aufgeworfene Frage ist die, ob die Aufstellung eines vertikalen, horizontalen oder schrägen Kammerofens vorzuziehen sei. Man muß auch hier in erster Linie die wirtschaftlichen Momente sprechen lassen. Im allgemeinen kann man dazu sagen, daß die Lage der Kammern auf die Gasausbeute und sonstige Nebenprodukte keinen großen Einfluß hat, doch wird man der schrägen und vertikalen Anordnung der Kammern den Vorzug geben, weil der Koks bei diesem System von selbst herausfällt, während für die horizontalen Kammern besondere Hilfsmaschinen hierzu notwendig werden. Dagegen

scheint die horizontale Kammer in Bezug auf die Beheizung den anderen Systemen gegenüber manche Vorteile zu haben. Die gebräuchlichsten Kammergrößen sind für eine Tagesproduktion von etwa 1000 cbm in 24 Stunden durchgeführt, jedoch richtet sich die Kammergröße stets nach dem örtlichen Gasverbrauch. Im Gegensatz zu diesen Öfen, die sich von den ersteren dadurch unterscheiden, daß sich die Kohle hier im Gegensatz zu den anderen Ofenarten bewegt. Man kann in diesen kontinuierlichen Öfen nur gut backende Kohle verarbeiten, da der Ertrag aus dem Koksverkauf auf die Rentabilität eines Gaswerksbetriebes einen großen Einfluß hat, und man muß auf die gute Qualität des Kokes Rücksicht nehmen. Hier spielt wiederum das Ofensystem eine nicht unbedeutende Rolle.

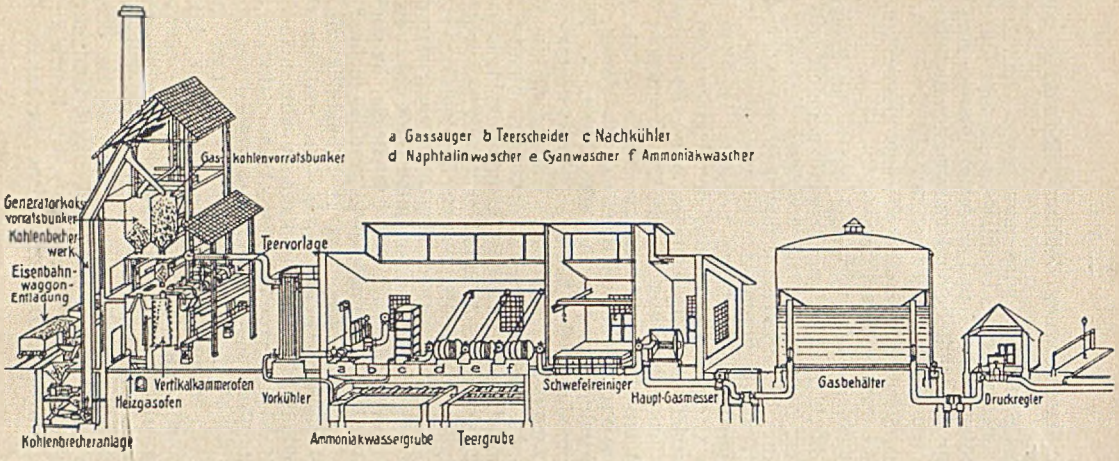
Bezüglich der Feuerung ist zu bemerken, daß die Rostfeuerungen so eingerichtet sind, daß der Brennstoff auf einen Rost zu liegen kommt, durch den die zur Verbrennung erforderliche Luft von unten hinzutritt. Die Verbrennung soll eine möglichst vollkommene sein. Das ist in der Praxis nicht erreichbar. Es kommen daher Rostöfen nur noch in ganz kleinen Betrieben in Frage. Viel wichtiger wie die Rostfeuerung ist die Generatorfeuerung. Bei dieser ist der Übelstand der ersteren beseitigt. Der Generator selbst ist ein gemauerter Schacht aus feuerfestem Material, welcher unten durch einen Rost abgeschlossen ist, auf dem der Koks liegt. Das brennbare Gas wird hier erzeugt durch Zuführung von frischer Luft auf den Rost. Der Kohlenstoff und Koks verbindet sich mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure CO_2. Ein Teil verbrennt unvollkommen zu Kohlenoxyd CO. Dieses Kohlenoxydgas wird durch besondere Kanäle vom Generator in den Ofenraum geführt, das mit der hinzutretenden Sekundärluft zu Kohlensäure verbrennt. Die dadurch frei werdende Wärmemenge umspült die Retorten und erwärmt dieselben. Die Vorerwärmung der Luft, die zur Bildung des Generatorgases dient, ist von großer Wichtigkeit und geschieht in der sogenannten Regeneration durch Ausnutzung der in den Abgasen enthaltenen Wärme. Die Abgase treten mit etwa 1000° hier ein und wärmen die Luft bis auf ca. 800° vor.

Die Gaserzeugung, Kühlung, Reinigung usw.

Die Steinkohle wird nun unter Luftabschluß durch die trockene Destillation in den Gaserzeugungsöfen zersetzt und in feste, flüssige und gasförmige Bestandteile zerlegt, und zwar unter Bildung von Koks, Gaswasser und Teer.

Das Schaubild eines modernen Gaswerkes gibt hier die gewünschte Übersicht.

Die Kohle wird entweder durch die Eisenbahn oder durch Schiffe dem Gaswerk geliefert und dort gelagert bezw. durch die Kohlenbrecheranlage mittels eines besonderen Brechwerkes dem Gaskohlenvorratsbunker zugeführt, von wo aus dieselbe in den Vertikalkammerofen gelangt. Die Feuerung dieses Ofens erfolgt durch den Heizgasofen. Das Gas verläßt nun die Retorten bezw. Kammern mit einer Temperatur von 300 bis 400° C und tritt durch die Steige- bezw. Übergangsrohre zunächst in die Teervorlage. Damit das Gas aus der Vorlage nicht zurücktreten kann, tauchen die Enden der Steigerohre in das in der Vorlage befindliche Gaswasser (aus Ammoniak und Teer bestehend) ein. Man nennt das Gas, wie es aus dem Ofen austritt, auch Rohgas. Um hieraus das fertige Leuchtgas herzustellen, sind eine Anzahl von Reinigungsprozessen notwendig. Zunächst müssen die im Gas enthaltenen Dämpfe niedergeschlagen werden, was durch Abkühlung in dem sogenannten Vorkühler erfolgt. Hierbei wird der bei der Entgasung entwickelte Teer und Wasserdampf niedergeschlagen, und man erhält auf diese Weise (vergl. Schaubild) ein wässeriges Kondensat, das Gaswasser, und ein öliges Produkt, den Teer. Man kann im allgemeinen mit einer Ausbeute von 10—12 % Ammoniakwasser und etwa 4—5 % Teer der vergasten Kohlenmenge rechnen. Die Kühlung des Gases in dem Luft- bezw. Vorkühler erfolgt von etwa 70 auf 20°. Da der Druck, mit dem das Gas aus dem Ofen entweicht, nicht ausreichend ist, um dasselbe durch die gesamten Reinigungsapparate zu leiten, saugt man mittels eines sogenannten Gassaugers das Gas aus den Retorten ab. Der Sauger ist mit einem Umlaufregler versehen, der den Zweck hat, den Druck in der Saugleitung stets auf gleicher Höhe zu erhalten. Trotz


a Gassauger b Teerscheider c Nachkühler
d Naphtalinwascher e Cyanwascher f Ammoniakwascher
Gaskohlenvorratsbunker
Generatorkoks-vorratsbunker
Kohlenbecher-werk
Eisenbahn-waggon-Entladung
Teervorlage
Vertikalkammerofen
Heizgasofen
Kohlenbrecheranlage
Vorkühler
a b c d e f
Ammoniakwassergrube
Teergrube
Schwefelreiniger
Haupt-Gasmesser
Gasbehälter
Druckregler

der Kühlung bleibt immer noch Teer im Gas, und zwar in Form von Teernebel. Die Abscheidung dieser Nebel läßt sich nur durch mechanische Einwirkung, sogenannte Stoßwirkung, erzielen. Aus diesem Grunde leitet man das Gas durch den Teerscheider. Dieser besteht aus einer beweglich aufgehängten Glocke, deren Seitenwände durch eine Anzahl durchlochter Bleche gebildet werden. Diese feinen Öffnungen sind gegen einander versetzt, damit das Gas beim Durchströmen der Glocke fortgesetzt seinen Weg ändern muß. Dadurch treffen die kleinen Teerblasen an den nicht gelochten Teil der 2. bezw. 3. Lochwand. Infolge dieser Stoßwirkung verdichtet sich der Teernebel allmählich zu Tropfen, die dann auf den Boden des Gefäßes fallen. Das Rohgas hat nach dieser Teerabscheidung etwa folgende Zusammensetzung:

Wasserstoff	50,0 %
Methan	32,0 %
Kohlenoxyd	9,0 %
Aethylen	2,50 %
Benzol	1,25 %
Kohlensäure	2,00 %
Stickstoff	1,25 %
Schwefelwasserstoff	0,75 %
Ammoniak	1,10 %
Zyanwasserstoff	0,15 %
	100,00 %

Vom Teerscheider gelangt das Gas in den Nachkühler. Das Kühlwasser tritt hierbei unten ein, während das Gas den entgegengesetzten Weg nimmt. Diese Kühlung kann man auch durch sog. Luftkühler vornehmen, doch ist letzterer nicht so wirksam. Durch die Abkühlung des Gases kondensieren größere Mengen von Ammoniakwasser und Teer. Hierauf gelangt das Gas in den Naphthalin-, Zyan- und Ammoniakwäscher. Man kann im Mittel annehmen, daß sich aus 1 kg Kohle 3 g Naphthalin bilden. In letztgenanntem Wäscher wird das Gas mit Wasser in möglichst enge Berührung gebracht. Das Ammoniak wird von dem Wasser aufgenommen und das Ammoniakwasser nach einer Grube geleitet. Man kann ungefähr auf 100 cbm Rohgas 350 g Ammoniak rechnen. Bei dem Waschen des Gases wird außer dem Ammoniak auch ein Teil Kohlensäure dem Gas

entzogen. Das ist insofern von Vorteil, weil die Kohlensäure unverbrennlich ist und den Heizwert des Gases herabsetzt.

Nachdem das Gas den Ammoniakwäscher verlassen hat, gelangt es in den Schwefelreiniger. Da bei der Vergasung der in der Kohle enthaltene Schwefel zum Teil in das Gas übergeht, muß dasselbe von den Schwefelverbindungen, namentlich von dem Schwefelwasserstoff befreit werden. Wenn das Rohgas in den Reiniger eintritt, hat es etwa pro cbm 10 g Schwefelwasserstoff, während es nach der Reinigung nur noch 0,3—0,5 g Schwefel enthält. Die Entfernung wird in großen Kästen durchgeführt, die mit Raseneisenerz gefüllt sind. Das Gas wird dann durch diese Kästen geleitet und in feiner Verteilung durch das Raseneisenerz (Eisenoxydhydrat) geführt. Hier tritt eine Reduktion ein, und es bilden sich Eisen, Schwefel und Wasser. Von Zeit zu Zeit muß dann diese Masse durch andere ersetzt werden. Das Gas, das nun aus den Reinigerkästen entweicht, ist jetzt von allen schädlichen Verunreinigungen befreit und kann den Verbrauchsstellen zugeführt werden. Es wird zunächst durch den Hauptgasmesser, einen großen liegenden Eisenzylinder geführt, der teilweise mit Wasser gefüllt ist, und in dem eine zylinderförmige Trommel durch den Gasdruck in Drehung versetzt wird. Dadurch wird ein Uhrwerk benötigt, das die durchgehende Gasmenge genau anzeigt bezw. selbsttätig niederschreibt. Von hier aus gelangt dann das Gas in den Gasbehälter, in dem je nach dem Umfang des Werkes ein großer Teil der Produktion aufgespeichert wird. Der Gasbehälter ist eine aus Blechplatten zusammengesetzte große Glocke, die in ein mit Wasser gefülltes Becken aus Eisen, Beton oder Mauerwerk eintaucht. Der Eintritt des Gases erfolgt von unten und hebt durch seinen Druck die Glocke empor. Größere Behälter sind teleskopartig eingerichtet. Der Behälter muß mit einer Heizung versehen sein, um ein Einfrieren des Wassers im Winter zu verhüten.

Von dem Gasbehälter, vielfach auch noch Gasometer genannt, geht das Gas in den Stadtdruckregler. Dieser hat den Zweck, den hohen Druck des Gasbehälters auf einen gleichmäßigen Druck einzustellen. Sowohl vor dem Eingang zum Gasbehälter,

als auch vor dem Eintritt in den Stadtdruckregler ist ein Absperrventil eingeschaltet. Der Druckregler wird so eingestellt, daß zu allen Stunden möglichst gleicher Druck im Rohrnetz herrscht. Zur Zeit großer Gasabgabe, wie in den Mittags- und Abendstunden läßt sich der Stadtdruckregler durch Erhöhung des Druckes in einfacher Weise regeln.

Steinkohlengas.

Der Wert des fertig gereinigten Steinkohlengases (auch Stadtgas genannt) erfolgt durch die Bestimmung seines Heizwertes. Hierzu dient das an anderer Stelle beschriebene Kalorimeter von Junkers. Während vor dem Kriege ein oberer Heizwert von 5200 WE festgelegt war, soll heute durch die Verwendung von Mischgas der obere Heizwert zwischen 4000—4300 WE pro cbm liegen. Das spezifische Gewicht des Mischgases soll 0,5 nicht überschreiten.

Das Gas ist ein Gemisch von Gasen und Dämpfen und setzt sich in seinen Hauptbestandteilen zusammen aus etwa:

50 Vol.	%	Wasserstoff H_2
34 „	%	Methan CH_4
8 „	%	Kohlenoxyd CO
4 „	%	Aethylen-Benzol und andere schwere Kohlenwasserstoffe
2 „	%	Kohlensäure
2 „	%	Stickstoff.

Zu den schweren Kohlenwasserstoffen rechnet man Benzol, Aethylen und ähnliche verwandte Stoffe. Sie bestehen aus Kohle und Wasserstoff und gehen bei der Verbrennung in Kohlensäure und Wasserstoff über. Es sind dies die wichtigsten Bestandteile des Gases, da sie demselben einen hohen Heizwert und auch die Leuchtkraft verleihen. Die Bestimmung der schweren Kohlenwasserstoffe wird mit der Buntebürette oder mit dem Orsat-Apparat mittels rauchender Schwefelsäure bezw. Bromwasser vorgenommen. Auf die Einzelheiten kann hier nicht weiter eingegangen werden.

Der Wasserstoff ist der Hauptbestandteil des Gases, wie vorstehende Zusammenstellung zeigt. Trotzdem er keinen hohen Heizwert besitzt, erzeugt er aber bei der Verbrennung eine hohe Flammentemperatur, was speziell für die Beleuchtungsin-

dustrie als auch für industrielle Zwecke von Vorteil ist. Da das spezifische Gewicht des Wasserstoffes gering ist, verdankt auch das Leuchtgas demselben sein geringes spezifisches Gewicht.

Methan (CH_4), das auch den Namen Sumpf- oder Grubengas besitzt, hat einen hohen Heizwert und ist leichter als Luft.

Das Kohlenoxyd (CO) besitzt etwa den Heizwert wie der Wasserstoff, es ist sehr giftig.

Die Kohlensäure und der Stickstoff sind unverbrennliche Stoffe. Erstere steigt wegen der Zusammensetzung von Wassergas bis zu etwa 5 Vol. %. Sie erniedrigt den Heizwert des Gases. Der Stickstoff (N_2) ist ebenfalls ein normaler Bestandteil des Gases.

Die Nebenprodukte.

Für einen Gaswerksbetrieb sind die Nebenprodukte von außerordentlich großer technischer und wirtschaftlicher Bedeutung. Aus 100 kg Steinkohlen kann man heute im Mittel erzeugen:

16—18 kg Gas (= 30 ÷ 33 cbm)
65—70 „ Koks
4—6 „ Teer
6—10 „ Ammoniakwasser.

Aus der Kohle erhält man das Gas und den Koks, zwei rauchfreie, hochwertige Brennstoffe, sodann den Teer und das Ammoniakwasser. Man ersieht hieraus, daß durch die Vergasung ein wichtiger Veredlungsprozeß entsteht.

Der Koks ist das wertvollste Nebenprodukt. Etwa 20—25% des erzeugten Kokes benötigen die Werke zur Feuerung der Gaserzeugungsöfen, Dampfkessel für die Wassergasanlage. Der Koks findet in der Hauptsache zum Betriebe von Zentralheizungsanlagen und industriellen Feuerungen Verwendung.

Der Teer wird in einer Grube gesammelt und bildet eine schwarze, zähflüssige Masse. Im allgemeinen wird der Teer in chemischen Fabriken weiter verarbeitet. Zu diesem Zwecke wird er in Tankwagen gepumpt und abtransportiert. Den rohen Teer verwendet man bei der Herstellung von Dachpappe, ferner für den Anstrich auf Holz, Eisen, in neuerer Zeit in großem Umfange zum Teeren der Landstraßen.

Der größte Teil des von den Gaswerken erzeugten Teers wird in chemischen Fabriken verarbeitet, und zwar durch Destillation. Dieser enthält hauptsächlich Kohlenwasserstoffe. Man erhält daraus: Benzol, Toluol, Phenol, Kresol, Naphthalin, Anthrazen usw.

Aus dem Benzol wird ein außerordentlich wichtiger Farbstoff, das Anilin, hergestellt, das wiederum der Ausgangspunkt für eine große Menge künstlicher Farbstoffe bildet. Im Handel ist das Benzol in den folgenden gebräuchlichen Arten zu haben: (aus dem Kalender für das Gas- und Wasserfach)

	% Gehalt an reinem					Spez. Gewicht
	Benzol	Toluol	Xylol	Cumol	Naphtalinöl	
90er Benzol	84	13	3	—	—	0,880—0,883
50er Benzol	43	46	11	—	—	0,875—0,877
0 proz. Benzol	15	75	10	—	—	0,870—0,872
Lösungsbenzol	—	—	35	60	5	0,890—0,910
Handelsschwerbenzol	—	—	5	80	15	0,920—0,945
Reinbenzol	100	—	—	—	—	0,8850
Toluol	—	100	—	—	—	0,8708
Xylol	—	—	100	—	—	0,8660
Technisches Benzol	95	5	—	—	—	0,882—0,884

Übersicht über die Destillationsprodukte des Steinkohlenteers.

Temperatur bei		geneigte Retorten	senkrechte Retorten	Münchner Kammeröfen	Handelsprodukte
0°—170°	Wasser	4,9	2,0	1,8	Ammoniakwasser
	Leichtöl, spez. Gew. bis 0,94	3,6	3,3	4,0	Handelsbenzole Lösungs- und Brennaphtha
170°—230°	Mittelöl, spez. Gew. bis 0,98	8,1	16,5	20,9	Naphthalin Karbolsäure
230°—270°	Schweröl, spez. Gew. bis 1,04	12,5	14,6	11,8	Kreosotöl Schmieröle
über 270°	Anthrazenöl, spez. Gew. bis 1,08	21,4	27,3	21,7	Anthrazen Lampenschwarz
	Pech, in der Kälte fest und spröde, in der Hitze dickflüssig	49,5	36,3	39,8	Pech zu Firniß Briketts, Pflasterkitt, Asphalt, etc.

Heizwertbestimmung fester und gasförmiger Brennstoffe.

Für die Gasproduktion ist es von Wichtigkeit, die Eigenschaften der hierzu Verwendung findenden Brennstoffe zu kennen. Ferner ist es von besonderer Bedeutung, vom fertigen Produkt, dem Leuchtgas, den Heizwert festzustellen.

Im folgenden soll aus diesem Grunde etwas Näheres

I. über Brennstoffuntersuchungen,

II. über die Heizwertbestimmung des Leuchtgases gesagt werden.

I. Soll ein Verwendung findender Brennstoff untersucht werden, dann ist zunächst einmal angemessene Sorgfalt auf die Probeentnahme zu verwenden. Der Deutsche Verein von Gas- und Wasserfachmännern empfiehlt mit Bezug darauf folgendes:

Es wird beim Entladen eines Waggons jede 20. bis 30. Schaufel des Brennmaterials auf eine möglichst glatte, die Untersuchung nicht beeinflussende Platte (Eisen, Beton) gebracht. Beim Heranbringen durch Karren, nimmt man von jedem Karren eine Schaufel voll weg. Die sogenannte Rohprobe soll ein Gewicht von 250—300 kg bestimmt erreichen. Auf Walnußgröße zerstampft und gut durcheinandergemischt, wird die Gesamtmenge in einer Schichthöhe von 8—10 cm Höhe quadratförmig ausgebreitet. Das Ganze wird dann durch das Ziehen von den

Fig. 1

Diagonalen in 4 Dreiecke zerlegt (Fig. 1), von denen z. B. I und II beiseite geschafft und die beiden anderen einander gegenüberliegenden von neuem quadratförmig ausgebreitet werden. Dies Verfahren wiederholt sich, — dabei wird weitere Materialzerkleinerung vorausgesetzt — bis schließlich eine Menge von ~ 10 kg übrigbleibt. Die so gewonnene Mischung ist geeignet, bei der Untersuchung ein wahres Bild über die Eigenschaften der Gesamt-

menge zu ergeben. Und diese weitere Untersuchung erstreckt sich insbesondere auf die Bestimmung

a) der Asche
b) der Grubenfeuchtigkeit
c) der hygroskopischen Feuchtigkeit
d) der Elementarzusammensetzung
e) des Heizwertes.

Von den von a—d genannten Bestimmungen sei nur erwähnt, daß man unter Grubenfeuchtigkeit den Feuchtigkeitsgehalt des Brennstoffes versteht, der sich aus der Gewichtsdifferenz des Materials und nach dem Trocknen an der Luft bis zur Gewichtsbeständigkeit ergibt. Unter dem hygroskopischen Wasser versteht man dasjenige, das in Trockenschränken bei einer Temperatur von ~ 105 ° C ermittelt wird. Die Elementarzusammensetzung wird, wenn ein eigenes Laboratorium nicht zur Verfügung steht, am besten durch ein solches des Dampfkessel-Revisions-Vereins, oder durch nachstehende, besonderes Vertrauen genießende Institute ausgeführt:

1. Prof. Dr. Bunte, Karlsruhe i. B., Techn. Hochschule,
2. Dr. H. Wolf, Zwickau i. Sa.,
3. Dr. H. Langbein, Dresden-Niederlößnitz,
4. Dr. Aufhäuser, Hamburg, Dovenfleth.

Die Heizwertbestimmung soll, weil nur durch sie die Güte einer Feuerungsanlage ermittelt werden kann, und weil sie häufig genug zur Qualitätsbestimmung des Brennstoffs überhaupt wird, genauer besprochen werden. Sie erfolgt nach Kalorien (kcal) oder WE, d. h. denjenigen Wärmemengen, die erforderlich sind, um je 1 kg Wasser um ~ 1 ° C zu erhöhen.

Man unterscheidet dabei zwei Hauptarten. Einmal wird der Heizwert häufig durch eine aus der Erfahrung stammende mathematische Formel bestimmt. Zum anderen nimmt man die Untersuchung mit einem Kalorimeter vor.

Die Formel stammt von Dulong; sie ist, nachdem man sie abgerundet hat, als Verbands- bezw. Vereinsformel in der Praxis bekannt.

Sie lautet:

$$Hw = \frac{8000\,C + 29000\left(H - \frac{O}{8}\right) + 2500\,S - 600\,H_2O}{100}$$

POLITECHNIKA ŚLĄSKA BIBLIOTEKA

d. h. also der Heizwert eines Brennstoffes ist gleich dem Kohlenstoff-(C)gehalt in % mal 8000, vermehrt um den um $\frac{1}{8}$ des Sauerstoff-(O)gehaltes verminderten Wasserstoff-(H)gehalt in % mal 29000, vermehrt um den Schwefel-(S)gehalt in % mal 2500, vermindert um den Wasser-(H_2O)gehalt in % mal 600. Die in der Formel vorkommenden Zahlen sollen durch folgende Übersicht verständlich werden.

1 kg Kohlenstoff (C) entwickelt bei vollständiger Verbrennung ~ 8000 WE,
1 kg Wasserstoff (H) entwickelt bei vollständiger Verbrennung ~ 29 000 WE,
1 kg Schwefel (S) entwickelt bei vollständiger Verbrennung ~ 2 500 WE.

Des weiteren soll erklärt werden, wie man zu dem Wert $\left(H - \frac{O}{8}\right)$ kommt.

In jedem Brennstoff, in dem sich Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O) vorfinden, geht dieser Sauerstoff mit dem Wasserstoff eine Verbindung ein, und diese Verbindung kommt für eine Wärmeerzeugung nicht mehr in Frage. Nun verbinden sich nach chemischen Gesetzen stets 8 Gewichtsteile Sauerstoff (O) mit 1 Gewichtsteil Wasserstoff (H).

$$\left[\begin{array}{ccccc} (2\ H_2 & + & O_2 & = & 2\ H_2O) \\ \downarrow & & \downarrow & & \\ 4 \text{ Gewichtsteile H u. } 32 \text{ Gewichtsteile O} & & & & \left.\right\} \text{ergeben Wasser} \\ \text{oder } 1 \text{ Gewichtsteil H u. } 8 \text{ Gewichtsteile O} & & & & \end{array}\right]$$

Also der 8. Teil des insgesamt vorhandenen Sauerstoffes wird an Wasserstoff zu der besagten Verbindung verbraucht. Es bleibt nun vom Wasserstoff immer noch ein bestimmter Anteil frei. Diesen freien Wasserstoff nennt man auch disponiblen Wasserstoff (Hd) und nur dieser kommt, wie bereits gesagt, für die WE-Erzeugung in Frage. Die Verbandsformel könnte demnach auch so geschrieben werden:

$$Hw = \frac{8000\ C + 29\,000\ Hd + 2500\ S - 600\ H_2O}{100}$$

Daß man $\frac{600\ H_2O}{100}$ in Abzug bringt, beruht auf folgendem: Um 1 kg Wasser von 100° in Dampf

von 1 at zu verwandeln, sind ~ 539 WE erforderlich. Man nennt diese Wärme latente Wärme. Umgekehrt werden selbstverständlich bei der Kondensation von 1 kg Dampf (1 at 100° C) in Wasser von 100° C ~ 539 WE frei. Das hygroskopische Wasser des Brennstoffes ist nun in den Abgasen als Dampf enthalten. Also wird pro kg Wasserdampf in den Abgasen immer, wenn wir bedenken, daß das hygroskopische Wasser ja nicht mit 100° C, sondern tiefer temperiert in die Feuerung kommt, eine Wärmemenge von mehr als 539 WE auf Kosten der von den anderen Stoffen erzeugten WE fortgeführt. Überlegen wir weiter, daß die Abgase ja nicht über 100° C aufweisen, und daß um 1 kg Wasserdampf um 1° C zu erhöhen 0,48 WE erforderlich sind, dann ist leicht einzusehen, wie man in der Verbandsformel auf die Prozentzahl 600 H_2O kommt, um die der Gesamtheizwert vermindert werden muß.

Zum Schluß folge noch ein Berechnungsbeispiel:

Niederschlesische Gaskohle der Glückhilfsgrube, wie sie z. B. für die Ferngasleitung Waldenburg-Breslau und Waldenburg-Hirschberg Verwendung finden soll, zeigt folgende Zusammensetzung:

(C)	Kohlenstoff	=	82,76 %
(H_2)	Wasserstoff	=	5,11 %
(O_2)	Sauerstoff	=	5,32 %
(N_2)	Stickstoff	=	0,77 %
(S)	Schwefel	=	1,49 %
	Asche	=	3,66 %
	hygroskop. Wasser	=	0,89 %
			100,00 %

Ihr Heizwert ist also:

$$Hw = \frac{8000\,C + 29000\left(H - \frac{O}{8}\right) + 2500\,S - 600\,H_2O}{100}$$

$$\frac{8000 \cdot 82{,}76 + 29000\left(5{,}11 - \frac{5{,}32}{8}\right) + 2500 \cdot 1{,}49 - 600 \cdot 0{,}89}{100}$$

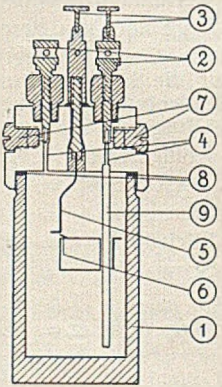
$$6620 + 1290 + 37 - 5$$

$$\underline{\sim 7940 \text{ WE.}}$$

Diese Methode, den Heizwert zu ermitteln, ist also nicht schwierig. Aber durch zwei Umstände ist es zu verstehen, daß man der Bestimmung mit dem Kalorimeter den Vorzug gibt. Bei Anwendung der Verbandsformel müssen

1. stets die neuesten Analysenergebnisse der Kohle vorliegen, die zu beschaffen nicht immer einfach ist,
2. ist die Bestimmung noch ungenau und für flüssige Brennstoffe, des weiteren Holz und ähnliche Materialien ist sie überhaupt nicht anwendbar.

II. Die kalorimetrische Untersuchung fester Brennstoffe geschieht fast ausschließlich in der Berthelotschen Bombe. Von Dr. Kröker ist diese für genauere Bestimmungen umgebaut worden. Die Hauptteile sind folgende (Fig. 2):



1 = rostfreies Stahlgefäß,
2 = Schraubenspindeln,
3 = Klemmschrauben,
4 = Gaskanäle,
5 = Platindraht,
6 = Zünddraht,
7 = Schnittschrauben,
8 = Bleiringzwischenlage,
9 = Platinrohr.

Fig. 2

Die aus Kruppschem rostfreien Stahl hergestellte Bombe (1) hat ~ 10 mm Wandstärke und ein Fassungsvermögen von ~ 300 cm³. Die Schrauben-

spindeln (2) dienen dazu, die Gaskanäle (4) zu verschließen. Durch sie und durch das Platinrohr (9) wird der zur Verbrennung der Probe notwendige Sauerstoff eingeleitet bezw. auf der anderen Seite wird, wenn man den Kanal für kurze Zeit öffnet, die in der Bombe befindliche Luft ausgetrieben. Als Sauerstoff findet derjenige des Handels, also wie man ihn zum Schweißen hat, Verwendung. An dem Platindraht (5) wird der Zünddraht (6) befestigt, ebenso am Platinrohr und zwar so, daß er den zu untersuchenden Brennstoff berührt (bei nicht brikettierbaren Stoffen), oder daß er das zu einem kleinen Brikett geformte Material durchsetzt. Beim Füllen der Bombe mit Sauerstoff ist darauf zu achten, daß die Bombe gasdicht verschlossen ist. Dies soll durch die Bleiringzwischenlage (8) gefördert werden. Daß die Schnittschrauben (7) vor dem Füllen zu entfernen sind, ist selbstverständlich. Da nach Hempel und Berthelot 1 g Kohle in einem Gefäß von 250 cm^3 Inhalt nur dann vollständig verbrennt, wenn dieses Gefäß mit Sauerstoff von 12 at gefüllt ist, so ist bei der Sauerstoffzufuhr durch ein zwischen Sauerstofflasche und Bombe geschaltetes Manometer zu kontrollieren, ob der zum Versuch notwendige Druck, (20—25 at) erreicht ist. Nachdem die Untersuchung soweit vorbereitet ist, wird die Bombe in ein mit Wasser gefülltes Nickelgefäß gestellt. Das Wassergewicht beträgt 2100 g.

Alles zusammen stellt man dann in einen doppelwandigen mit Wasser gefüllten Hohlzylinder. Zu erwähnen ist noch, daß in das eigentliche Kalorimetergefäß, also den mit 2100 g Wasser gefüllten Behälter, ein Fein-Thermometer hineinragt und ebenso ein aus durchlochten Blechringen hergestelltes Rührwerk. Das Letztere hat den Zweck, innerhalb des Kalorimeters für eine überall gleichmäßige Temperatur zu sorgen. Betätigt wird es durch die Hand oder besser durch einen kleinen Elektromotor. Nach diesen Vorbereitungen beginnt der Versuch, der in einen Vor-, einen Haupt- und in einen Nachversuch zerfällt.

Nachstehend durchgerechnetes Beispiel soll den Gang verständlich machen. In der nachfolgenden Erklärung wird auf die beigefügten Zahlen und Zeichen Bezug genommen.

A. Temperaturablesungen.

Nr. der Ablesung	Vorversuch Ablesung $= \tau =$	Vorversuch Differenz $= v =$	Hauptversuch Ablesung $= t_1, t_2, t_3 \ldots t_n =$	Hauptversuch Korrig. Ablesung $= t =$	Nachversuch Ablesung $= \tau_1 =$	Nachversuch Differenz $= v_1 =$
1	19,112	—	19,121	19,151	21,945	—
2	19,114	0,002	19,582	19,612	21,942	0,003
3	19,116	0,002	20,673	20,703	21,939	0,003
4	19,117	0,001	21,584	21,614	21,934	0,005
5	19,118	0,001	21,860	21,890	21,929	0,005
6	19,119	0,001	21,910	21,940	21,924	0,005
7	19,120	0,001	21,940	21,970	21,919	0,005
8	19,121	0,001	21,950	21,980	21,914	0,005
9	19,121	0,000	$t_n - t_1 = 2{,}829$			
10	19,121	0,000				
Sa.	191,179	0,009			175,446	0,031
Im Mittel: 19,1179		0,001			21,931	0,004

Temperaturzunahme: 2,829 °

$$+ \text{Berichtigung}: = \frac{v + v_1}{\tau_1 - \tau} \cdot \left(\frac{t_2 - t_1}{9} + \frac{t_1 + t_n}{2} + \sum_{1}^{n-1} (t) - n \cdot \tau \right) - (n-1) v$$

$$= \frac{0{,}001 + 0{,}004}{21{,}931 - 19{,}118} \cdot \left(\frac{19{,}612 - 19{,}15}{9} + \frac{19{,}15 + 21{,}98}{2} + 146{,}879 - 8 \cdot 19{,}118 \right) - 7 \cdot 0{,}001$$

$$= \frac{0{,}005}{2{,}813} \cdot 14{,}556 - 0{,}007$$

$$= 0{,}0259 - 0{,}007$$

$$= 0{,}0189 = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots - 0{,}019$$

2,848 °

B. Wassergewicht im Kalorimeter = 2100,000 g
Gewicht des Zünddrahtes = 0,021 g
Gewicht des Kohlebriketts = 1,022 g

C. Gewicht der Chlorkalziumvorlage

vor dem Versuch	=	49,567 g
nach dem Versuch	=	50,01 g
Gewicht des Gesamtwassers	=	0,443 g
— Gewicht des Wassers im zuführten Sauerstoff	=	0,018 g
		0,425 g
Das sind von der Gesamtkohle		41,6 %

D. Gewicht des Kalorimeterwassers = 2100 g
Wasserwert des Kalorimeters = 350 g
2450 g

E. Summe der erzeugten Wärmemenge = 2,848 · 2450 = ~ 6980 g WE
— 0,021 · 1601 = 33,6 g WE
6946,4 g WE

F. $\frac{\text{Heizwert}}{\text{Brennstoffmenge}} = \frac{6946,4}{1,022} = 6797$ k WE

G. 6797 — 6 · 41,6 = 6547 = ~ 6500 k WE.

Zu A. Beim Vorversuch mißt man also zunächst die Temperatur des Kalorimeterwassers. Es ist darauf zu achten, daß zum Schluß keine und am Anfang nicht größere Temperaturdifferenzen vorhanden sind. Nach dem Vorversuch schaltet man den Strom ein. Die Temperatur steigt. Die abgelesenen Grade werden korrigiert, denn auf dem vorliegenden Prüfschein des Laboratoriumsthermometers hieß es:

die Angaben sind
bei 0° C um 0,02 Grad zu hoch,
bei 10° C ohne wesentlichen Fehler,
bei 20° C um 0,03 Grad zu niedrig,
bei 30° C um 0,02 Grad zu niedrig,
bei 40° C ohne wesentlichen Fehler.

Von genaueren Korrekturen, die an sich noch vorzunehmen wären, ist hier abgesehen worden. Nach diesen Feststellungen folgt die Nachuntersuchung, die in regelmäßigen Zeitabständen ~ 10 Minuten lang durchzuführen ist.

Nach Ermittelung der Endwerte erfolgt die erste Berichtigung, da ja die Umgebung nicht ohne Einfluß auf die Temperatur des Wassers im Kalorimeter ist.

Die angegebene Formel stammt von Pfanndler und Regnault.

Zu B. Zur späteren Bestimmung des Heizwertes ist selbstverständlich das Gewicht des in der Bombe befindlichen Wassers und Brennstoffes erforderlich. Die Wärmemenge, die sich beim Verbrennen des Eisens des Zünddrahtes bildet, ist später in Abzug zu bringen. Berthelot bestimmte die Wärmemenge, die beim Verbrennen von 1 kg Eisen erzeugt wird, zu 1601 WE. Deshalb ist hier das Gewicht des Zünddrahtes zu bestimmen.

Zu C. Das in den Verbrennungsgasen befindliche Wasser wird bestimmt, indem man diese durch Chlorkalzium schickt. Der Rest der Feuchtigkeit, der im Kalorimeter verbleiben würde, wird mit trokken gemachter Luft herausgeblasen. Da der zugeführte Sauerstoff ebenfalls einen gewissen Feuchtigkeitsgehalt besitzt, ist dieser stets vor dem Versuch festzustellen und dann von der ermittelten Gesamtwassermenge abzuziehen.

Zu D. Da der zu untersuchende Brennstoff ja nicht nur das Wasser, sondern auch die anderen Teile, wie Wandung der Bombe, Thermometer, Rührwerk usw. zu erwärmen hat, muß man auch die zuletzt genannten Werte mit berücksichtigen. Man faßt sie zusammen unter dem Namen „Wasserwert des Kalorimeters".

Am einfachsten wird der Wasserwert eines Kalorimeters bestimmt, indem man ein Material von bestimmter Heizwertzahl in der Bombe verbrennt und nach dem Versuch den angeblichen Heizwert mit dem wirklich erreichten vergleicht.

Zu E. Hier ist das bei B Gesagte zu beachten.

Zu F. Um die in der Praxis gebräuchliche große WE-Zahl (kcal) zu bestimmen, ist die errechnete kleine WE-Zahl (gcal) durch die Grammzahl des untersuchten Brennstoffs zu dividieren, hernach mit 1000 zu multiplizieren. Dies geschieht, indem anstelle von gWE — kWE geschrieben wird.

Zu G. Von der errechneten Heizwertzahl ist schließlich (s. Verbandsformel!) der 6fache Wassergehalt abzuziehen.

Eine weitere Korrektur des Endwertes ist hauptsächlich nur dann vorzunehmen, wenn es sich um

einen Brennstoff mit hohem Schwefelgehalt handelt.

II. Die Heizwertbestimmung des Leuchtgases kann ebenso wie die der festen Brennstoffe

a) auf Grund der Elementaranalyse,

b) mittels des Kalorimeters

erfolgen.

Leuchtgas besteht, soweit brennbare Stoffe in Frage kommen, ja bekanntlich aus Wasserstoff (H_2), Methan oder Grubengas (CH_4), Kohlenmonoxyd (CO), Äthylen (C_2H_4) und Benzol (C_6H_6). Da nun die Heizwerte der Gase pro m³ wie folgt festliegen (0° C, 760 mm QS)

H_2	= 3052 ob.Heizw.(Ho)	— 2570	unt.Heizw.(Hu)
CO	= 3034 Ho	— 3034	Hu
C_2H_4	= 14903 Ho	—13939	Hu
CH_4	= 9527 Ho	— 8562	Hu
C_6H_6	= 34423 Ho	—32531	Hu,

so braucht man nur die Prozentzahl der einzelnen Gase auf den m³ zu kennen und schon ist die Berechnung des Heizwertes möglich.

So weist das Normalmischgas z. B.

50	%	Wasserstoff (H_2)
19,6	%	Methan (CH_4)
18,55	%	Kohlenmonoxyd (CO)
0,7	%	Benzol (C_6H_6)
0,7	%	Äthylen (C_2H_4)
3,5	%	Kohlendioxyd (CO_2)
6,95	%	Stickstoff (N_2)
100,00	%	auf.

Der Heizwert ist also

$$\left.\begin{matrix} 0{,}5 \cdot 3052 = 1526 \text{ WE Ho} \\ 0{,}5 \cdot 2570 = 1285 \text{ WE Hu} \end{matrix}\right\} \text{von } H_2$$

$$+ \left.\begin{matrix} 0{,}196 \cdot 9527 = 1867 \text{ WE Ho} \\ 0{,}196 \cdot 8562 = 1678 \text{ WE Hu} \end{matrix}\right\} \text{von } CH_4$$

$$+ \left.\begin{matrix} 0{,}1855 \cdot 3034 = 563 \text{ WE Ho} \\ 0{,}1855 \cdot 3034 = 563 \text{ WE Hu} \end{matrix}\right\} \text{von } CO$$

$$+ \left.\begin{matrix} 0{,}007 \cdot 34423 = 241 \text{ WE Ho} \\ 0{,}007 \cdot 32531 = 228 \text{ WE Hu} \end{matrix}\right\} \text{von } C_6H_6$$

$$+ \left.\begin{matrix} 0{,}007 \cdot 14903 = 104 \text{ WE Ho} \\ 0{,}007 \cdot 13939 = 98 \text{ WE Hu} \end{matrix}\right\} \text{von } C_2H_4$$

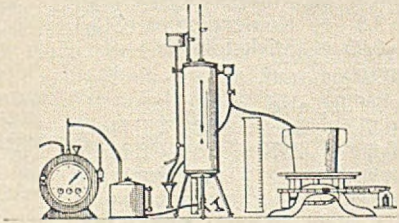
Sa. der Ho = 1526 + 1867 + 563 + 241 + 104 = 4301 WE

Sa. der Hu = 1285 + 1678 + 563 + 228 + 98 = 3852 WE

Diese Angaben stimmen für Mischgas, das aus 70% Steinkohlengas und 30% Wassergas besteht. Nun ist die Gasproduktion aber in dieser Beziehung nicht einheitlich. Demnach müßte für jede Heizwertbestimmung eine genaue Gasanalyse vorliegen. Wir haben also dieselbe Tatsache, die bereits bei der Untersuchung der festen Brennstoffe vorlag. Hier wie dort führt man also, wenn es sich um genauere Bestimmungen handelt, am besten den Kalorimeterversuch aus. Bei Gasen noch umso eher, da das in der Praxis wohl gebräuchlichste Kalorimeter von Prof. Junkers (Fig. 3) nicht umständlich im Gebrauch ist.

Für die Untersuchung benötigt man außer den für die Zu- und Abfuhr von Gas und Wasser notwendigen Schläuchen einen Gasmesser, einen Druckregler, einen Brenner und das eigentliche Kalorimeter mit Zubehör, wie Wage, Meßbürette usw. Es wird das Kühlwasser, die Temperaturdifferenz und die Gasmenge gemessen, denn

$$Hw = \frac{\text{Wassermenge} \times \text{Temperaturdifferenz}}{\text{Gasmenge.}}$$



Junkers'sches Handkalorimeter

Fig. 3.

Bei der Inbetriebsetzung ist besonders darauf zu achten,

1. daß die Leitungen dicht sind,

2. daß der Brenner nicht ins Kalorimeter eingeführt wird, ehe der Apparat vom Wasser durchflossen wird,
3. daß der Gasschlauch beim Einführen des Brenners nicht geknickt wird, so daß ein Erlöschen der Flamme eintritt.

Die Ermittelung des unteren Heizwertes geschieht am einfachsten, wie es Junkers auch angibt, indem das Kondenswasser während der Verbrennung von 60 l Gas aufgefangen und ausgewertet wird.

Denn bei
60 l Gas kommen bei 1 cm³ Kondenswasser 0,6 WE in Abzug,
bei 1000 l (1 m³) bei W cm³ „ ? WE in Abzug;

$$= \frac{0{,}6 \cdot 1000 \cdot W}{60} = \underline{10 \cdot W,}$$

d. h. also, man braucht vom errechneten oberen Heizwert nur die 10 fache Kondenswassermenge mit der Bezeichnung WE abzuziehen.

Ein Rechnungsbeispiel soll wieder klärend wirken:

Temperatur im Gasmesser: 20 ° C;
Spannung des Wasserdampfes bei dieser Temperatur: S = 17,35 mm QS;
Temperatur im Raum: tr = 21 ° C;
Abgastemperatur: tabg = 18 ° C;
Druck im Gasmesser: p = 25 mm WS, d. s. = 1,84 mm QS = p_1;
Barometerstand: b = 750 mm QS;
bei 0 ° C = b_0 = 747,44 mm QS;
Stand der Gasuhr: Vor dem Versuch 150; nach dem Versuch 210;
Eichfaktor f des Gasmessers = 1,005;
Faktor für die Reduktion des Gases auf 0 ° C 760 mm QS

$$F = \frac{273}{760} \cdot \frac{b_0 + p_1 - S}{t + 273} = 0{,}3592 \cdot \frac{731{,}89}{293} \cdot 1{,}005 = 0{,}895.$$

Aufgefangenes Kondenswasser bei Verbrennung von g = 60 l Gas W = 57 cm³ (g);
Verdampfungswärme

$$r = \frac{0{,}6 \cdot W \cdot 1000}{g} = 10 \cdot W = 570 \text{ kcal/m}^3.$$

Verbrannten 10 l Gas, so wurden folgende Temperaturen abgelesen:

	I		II		III	
	te	ta	te	ta	te	ta
1	6,25	19,7	6,5	18	6	16,5
2	6,25	19,55	6,4	17,2	6,2	16,48
3	6,25	19,57	6,4	16,9	6	16,37
4	6,28	19,6	6,42	16,8	6,4	16,38
5	6,28	19,62	6,4	16,8	6,02	16,37
6	6,3	19,67	6,3	16,6	6	16,38
7	6,28	19,9	6,4	16,6	6,04	16,42
8	6,3	19,82	6,45	16,72	6,05	16,32
9	6,29	20,14	6,35	16,7	6,08	16,37
10	6,32	20,2	6,45	16,58	6,05	16,25
im Mittel	6,277	19,78	6,407	16,89	6,084	16,384
	Eine Korrektur kommt lt. Prüfschein bei diesen Gradzahlen nicht in Frage					
ta = ta—te	13,5 °C		10,48 °C		10,3 °C	
Kühlwassermenge	2810 g		3850 g		3900 g	
Ho	$\frac{2810 \cdot 13.5}{10} = 3793,5$		$\frac{3850 \cdot 10.48}{10} = 4013,8$		$\frac{3900 \cdot 10.3}{10} = 4017$	

im Mittel = 3944 kcal/m³.

Hu (unterer Heizwert) = Ho — r = 3944 — 570 = 3374 kcal/m³

$$\text{Reduzierter Ho} = \frac{Ho}{F} = \frac{3944}{0,895} = \sim 4420 \text{ kcal/m}^3$$

$$\text{Reduzierter Hu} = \frac{Hu}{F} = \frac{3374}{0,895} = \underline{3770} \text{ kcal/m}^3.$$

Die am Anfang stehenden Werte sind den auch in diesem Büchlein enthaltenen Tabellen, wie z. B. Reduktion des Barometerstandes auf 0°, Umrechnung von mm Wassersäule in Quecksilbersäule usw. zu entnehmen.

Außer dieser Bestimmung könnte eine Bewertung des Brennstoffes noch durch ein selbsttätig anzeigendes Kalorimeter, ebenfalls von Prof. Junkers, erfolgen. Des weiteren kann, wenn es sich um Wärmemengenbestimmungen in Abgasen von Explosionsmaschinen handelt, ein Prof. Junkers-Abgas-Kalorimeter Verwendung finden.

Rauchgasuntersuchungen.

Dieselben sind für jede Feuerungsanlage von Wichtigkeit. Von den vielen gebräuchlichen Methoden seien hier insbesondere nur zwei beschrieben:

a. die Sauerstoff-Kohlenmonoxyd-Kohlendioxyd-Bestimmung nach Orsat-Fischer,

b. die Kohlendioxyd-Untersuchung mit dem Siemens-CO_2-Apparat.

Ein ganz rohes Beispiel soll uns zeigen, wie wichtig es ist, z. B. den CO_2-Gehalt eines Abgases zu bestimmen. Denn angenommen, es handle sich um die Verbrennung von reinem Kohlenstoff mit eben notwendiger Luftmenge, mit 1 fachem, 2 fachem, 3-fachem . . . usw. Luftüberschuß, und wir zeichnen uns die dann in den Abgasen vorhandenen CO_2 % graphisch auf. Man bemerkt dann, von sonstigen Einflüssen jetzt abgesehen, daß vom Luftüberschuß auf die CO_2 % geschlossen werden kann, oder, was für die Praxis der Betriebsüberwachung wichtiger ist, daß man von den festgestellten CO_2 % auf den Luftüberschuß schließen kann.

Der Berechnungsweg ist nun folgender:

$$C + O_2 + 3{,}78\,N_2 = \underbrace{CO_2 + 3{,}78\,N_2}$$

Die Verbrennung von 12 g C ergibt = 107 l Abgase bei theoretisch erforderlicher Luftmenge.

$$\text{Davon sind } 22{,}4\ l\ CO_2 = \frac{100 \cdot 22{,}4}{107} = \underline{\sim 21\,\%\ CO_2}.$$

Bei doppelter Luftmenge oder, was dasselbe ist, bei einfachem Luftüberschuß haben wir dann nach der Verbrennungsgleichung:

$$C + (O_2 + 3{,}78\,N_2) \cdot 2 = \underbrace{CO_2 + O_2 + 3{,}78\,N_2 \cdot 2}$$

d. h. dann ergeben sich
bei der Verbrennung von 12 g C 214 l Abgase.

Davon sind, wie oben, 22,4 l CO_2.

$$\text{Dies sind nun} = \frac{100 \cdot 22{,}4}{214} = \sim 10{,}5\,\%\ CO_2.$$

$$\text{Bei doppeltem Luftüberschuß} = \frac{100 \cdot 22{,}4}{321} = \sim 7\,\%\ CO_2$$

usw. wie aus der CO_2-Kurve (Fig. 4) ersichtlich.

Die Ermittelung des CO_2-Gehaltes mit Hilfe der Siemens-Apparatur geschieht nun auf folgende Weise. Das Prinzip soll aus dem Schema (Fig. 5) ersichtlich sein.

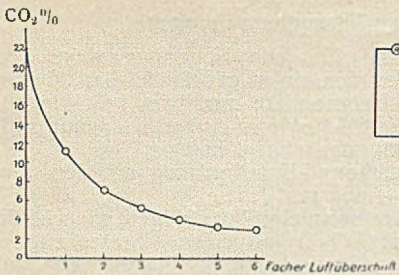


Fig. 4

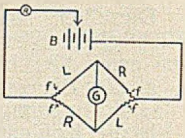


Fig. 5

Der Strom der Batterie wird durch die Brücke geschickt. Die mit L bezeichneten Drähte sind von Luft umgeben, die mit R bezeichneten Drähte von Rauchgas, in dem sich ja CO_2 befindet. Nun verhält sich das Wärmeleitvermögen der Luft zum Kohlendioxyd wie 100 : 59. Die Folge davon ist, daß der durch den Gleichstrom erhitzte Draht in dem Abgas, das ja CO_2 mit geringerem Wärmeleitvermögen gegenüber Luft aufweist, höhere Temperaturen erreicht als der in Luft liegende Draht. Die Folge davon wieder ist, daß sich der Widerstand des Drahtes im Abgas erhöht; dadurch wird die Spannung des Stromes, der durchs Galvanometer geht, erhöht. Wird das Galvanometer auf CO_2 % geeicht, dann hat man im Ausschlag desselben die Feststellung der im Abgas enthaltenen CO_2 %.

Die verwendete Batterie soll eine Spannung von 6 Volt aufweisen.

f bedeutet eine Platiniridiumfeder. Dadurch wird erreicht, daß auch bei Temperaturveränderungen die mittlere Lage des Drahtes beibehalten wird.

Die Bestimmung des CO_2-Gehaltes durch den Orsat-Apparat erfolgt auf chemischer Grundlage. Dieser Stoff wird von Kalilauge absorbiert. Der Volumverlust, der sich ergibt, wenn man Abgas in diese Flüssigkeit hineinleitet bezw. hindurchleitet, ergibt die im Gas enthaltene CO_2-Zahl an. Eine brauchbare Absorptionsflüssigkeit stellt man sich aus stängchenförmigem Ätzkali und destilliertem Wasser im Gewichtsverhältnis 1 : 2 her.

Was für CO_2 Kalilauge ist, das bedeutet für Kohlenmonoxyd (CO) ammoniakalische Kupferchlorürlösung. Da die Lösung selbst schnell unbrauchbar wird, wird sie unmittelbar vor Gebrauch auf folgende Weise hergestellt:

250 g Salmiak,
750 cm³ Wasser,
100 g Kupferchlorür.

In das Ganze wird eine Kupferspirale gebracht.

Dazu kommt dann direkt vor der Verwendung Salmiakgeist, und zwar der 3. Teil der vorher beschriebenen Lösung.

Das einfachste Absorptionsmittel für Sauerstoff ist eine Pyrogallussäurelösung. Etwa 20 g Pyrogallol werden in 200 cm³ Kalilauge, deren Zusammensetzung zuerst beschrieben wurde, aufgelöst. Sie wird schnell unwirksam und ist vor allem vor Luftzutritt zu schützen.

Diese genannten Flüssigkeiten füllt man in die mit E und D bezeichneten Absorptionsgefäße (siehe Fig. 6) des Orsatapparates ein, und zwar etwa bis zur Hälfte des Gefäßes. Es könnten mit dem abgebildeten Apparat nur 2 Abgasarten bestimmt werden. Die weiteren Teile desselben seien erwähnt.

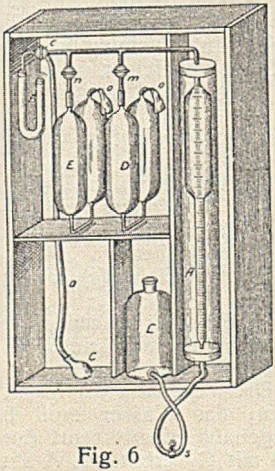


Fig. 6

A = Meßbürette mit cm³-Einteilung (100) in die das zu untersuchende Gas geleitet wird.
B = U-Rohr, durch welches der Anschluß des Apparates an die Abgasleitung erfolgt. In diesem U-Rohr befindet sich etwas Wasser und Watte, damit einmal das Gas abgekühlt, zum anderen von groben Unreinigkeiten befreit wird.
c = Dreiwegehahn
a. nach dem U-Rohr B
b. nach der Meßbürette A
c. nach dem Gummisauger C.
E u. D = bereits erwähnte Absorptionsgefäße.
m u. n = Absperrhähne zwischen Abgaszuleitung und Absorptionsgefäßen.
o = Gummiblasen, die die beim Versuch nach den hinteren Gefäßen entweichende Luft aufzunehmen, bezw. zum Schutz der Lösung vor dem Hinzutreten der Luft.
a = Verbindungsschlauch.
L = Flasche mit destilliertem Wasser.
s = Quetschhahn.

Zu erwähnen ist noch, daß die Meßbürette A von einem weiten Glaszylinder umschlossen ist. Dieser wird mit Wasser gefüllt, um so äußere Einflüsse auf das in der Bürette befindliche Gas auszuschalten. Eine Untersuchung kann sich nun nach dieser Reihenfolge vollziehen.

1. Füllen der Absorptionsgefäße bis etwa zur Hälfte.
2. Absorptionsflüssigkeiten durch m u. n abschließen.
3. Durch Dreiwegehahn (c) U-Rohr B mit Meßbürette (A) verbinden.
4. Flasche L hochheben, um dadurch die Luft aus A zu vertreiben.
5. Durch Dreiwegehahn (c) A von B und C abschließen.
6. Flasche L senken; m und n öffnen, bis die Lösungen bei m und n sind. N i c h t darüber! Sofort absperren.
7. Durch Dreiwegehahn (c) A mit B verbinden.
8. L heben; das Wasser muß bis hinter den Dreiwegehahn. dann sofort durch Dreiwegehahn B mit C verbinden; A absperren.

9. B mit der Abgasleitung verbinden und durch C Abgas absaugen, bis in der Zuleitung Luft nicht mehr vorhanden ist.
10. B durch Dreiwegehahn mit A verbinden; C absperren. Flasche L senken, bis das Abgas etwas unter dem letzten Skalenstrich steht.
11. Durch Dreiwegehahn A von B und C absperren und die Verbindung B—Abgasrohr trennen.
12. L heben und für kurze Zeit durch den Dreiwegehahn A mit B verbinden. (Herstellung von atmosphärischer Spannung im Bürettengas.) Vor dem Öffnen ist darauf zu achten, daß Wasserspiegel in L mit dem Wasser in der Bürette auf dem Nullstrich übereinstimmen.
13. Öffnen von m. L heben, bis genau 100 cm³ Gas (Strichmarke) im Absorptionsgefäß eingedrungen sind. Quetschhahn s ist zu schließen.
14. ½—1 Minute Reaktionszeit.
15 Quetschhahn s öffnen. L senken. Lösung bis m (nicht darüber!) steigen lassen.
16. L an Bürette A halten. Wenn die Wasserspiegel übereinstimmen, dann wird Quetschhahn s dicht an der Bürette geschlossen.
17. L senken. Prozentzahl ablesen. Da die Skala von unten nach oben die cm³-Zahlen 1—100 aufweist, ist die Prozentzahl direkt gegeben.
18. Öffnen von n. Sonst wie unter 13—17 geschildert.
19. Abgelesene Prozentzahl um die zuerst ermittelten Prozente vermindern.
20. Der geschilderte Vorgang wird, wenn 3 Gase festgestellt werden sollen, wiederholt.

Sollte der Gummisauger (C) nicht dicht sein, dann läßt man das Abgas sofort nach A (C wird abgesperrt), hebt dann die Flasche L, nachdem man vorher die Verbindung mit der Atmosphäre durch B hergestellt hat; und dieser Vorgang wird einige Male wiederholt, bis man mit Sicherheit annehmen kann, daß frisches Abgas in die Meßbürette A gelangt.

Die Verteilung des Gases.

Das Rohrnetz gliedert sich in drei Leitungen: Die Hauptleitung, die Zuleitung und die Verteilungsleitung.

Die Hauptrohrleitungen.

Die Stadt- oder Hauptrohrleitungen können wieder als Nieder- oder Hochdruckrohrnetze ausgebaut sein. Im letzteren Falle als Gasfernleitungen. Man unterscheidet bei Stadtrohrnetzen das Verästelungs- und das Ringsystem, auch Zirkulationssystem genannt. Ersteres kommt nur in Orten vor, die weitverzweigt und langgestreckt liegen, sodaß die Herstellung von Verbindungsleitungen einen unrentablen Kostenaufwand zur Folge hätte. Am verbreitetsten und vorteilhaftesten ist das Ringsystem. In Figur 7 ist die Anordnung eines derartigen Rohrnetzes dargestellt.

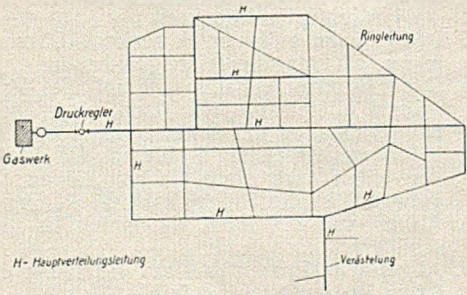


Fig. 7. Ringsystem.

Berechnung der Hauptrohrleitungen.

Die Hauptrohrleitungen sollen das Gas mit einem möglichst konstanten Druck den Verbrauchsstellen zuführen und einen möglichst geringen Druckverlust haben.

Zur Berechnung der Rohrweiten und Druckverluste wird für Niederdruckanlagen heute noch meistens die Formel von Pole benutzt.

Der zur Verfügung stehende höchste Anfangsdruck in mm Wassersäule ist gleich dem Gewichte

Tafel I.

Rohrdurchmesser nach Monnier.

0 — 100 cbm Gasdurchgang pro Stunde:

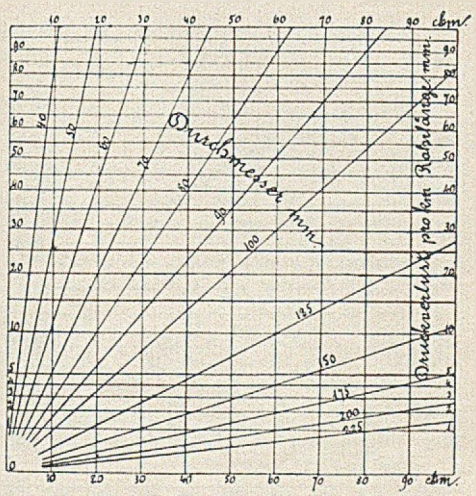


Fig. 8

der Glocke geteilt durch deren Querschnitt. In der Regel beträgt derselbe 50 bis 80 mm WS.

Ist l die Länge einer Rohrstrecke in m,
d der lichte Rohrdurchmesser in cm,
h der Druckverlust in mm WS,
M der Reibungskoeffizient (für Leuchtgas = 0,003),
γ das spez. Gewicht (für unser heutiges Mischgas = 0,5),
Q die stündliche Ausflußmenge in cbm pro Stunde,

so ist:

$$h = 660\ M \cdot \frac{l \cdot \gamma \cdot Q^2}{d^5} = \text{mm WS},$$

die gegebenen Werte eingesetzt:

$$h = \frac{Q^2 \cdot l}{d^5} = \ldots\ldots \text{ mm WS} \qquad \text{I}$$

Tafel II.

Rohrdurchmesser nach Monnier.

0—1000 cbm Gasdurchgang pro Std.:

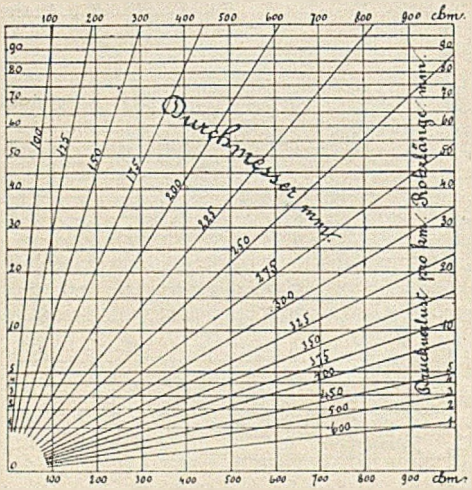


Fig. 9

hieraus folgt:

$$Q = \sqrt[5]{\frac{h \cdot d^5}{l}} = \ldots\ldots \text{ m}^3/\text{h} \qquad \text{II und}$$

$$d = \sqrt[5]{\frac{Q^2 \cdot l}{h}} = \ldots\ldots \text{ cm} \qquad \text{III}$$

Setzt man $l = 1000$ m, $\gamma = 0{,}42$, so ist der Druckverlust pro km, der Durchmesser = d und auch die Menge = Q/h sehr schnell den graphischen Tafeln von Monnier zu entnehmen. Da aber γ heute im Mittel 0,5 beträgt, so sind entweder die stündlichen Mengen mit ~ 0,9 zu dividieren oder zu multiplizieren. Letzteres nur, wenn die Menge = Q/h gesucht wird.

Tafel III.

Rohrdurchmesser nach Monnier.

0—10 000 cbm Gasdurchgang pro Std.:

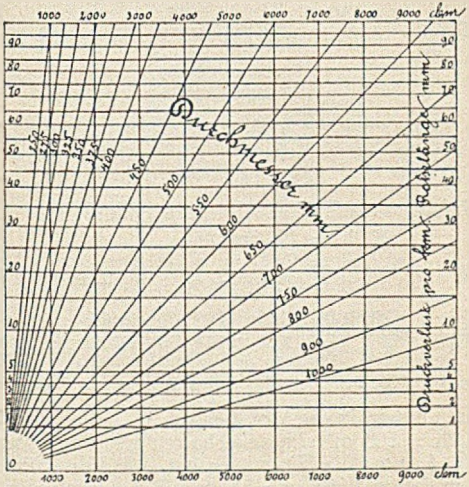


Fig. 10

Beispiele:

1. Welchen Durchmesser erhält eine 2000 m lange Rohrleitung, die stündlich 450 m³ Gas liefern soll? Der Druckverlust darf hierbei 8 mm WS nicht übersteigen.

Lösung:

Nach Formel III folgt, da

$$Q = 450 \text{ m}^3/\text{h}$$
$$l = 2000 \text{ m}$$
$$h = 8 \text{ mm WS},$$

$$d = \sqrt[5]{\frac{Q^2 \cdot l}{h}} = \sqrt[5]{202\,500 \cdot 250} = \sqrt[5]{50\,625\,000}$$

$$\log d = \frac{1}{5} \cdot 7{,}7044 = 1{,}5409$$

$$d = \sim 34{,}85 \text{ cm} = \sim 350 \text{ mm ø}$$

Nach den Tafeln von Monnier folgt, da 8 mm Druckverlust bei 2000 m einen Druckverlust von 4 mm WS bei 1000 m Länge entsprechen und Q/h mit

$\gamma = 0{,}5$ unter $\frac{450}{0{,}9} = \underline{500\ m^3}$ zu suchen ist:

$$\underline{d = 350\ mm\ \varnothing.}$$

2. Wie groß ist der Druckverlust, wenn durch eine 2000 m lange Leitung von d = 350 mm ∅ stündlich 450 m³ Gas abgegeben werden sollen?

Lösung: Nach Formel I folgt, da

$$Q/h = 450\ m^3,$$
$$l = 2000\ m,$$
$$d = 350\ mm\ \varnothing = 35\ cm,$$

$$h = \frac{Q^2 \cdot l}{d^5} = \frac{202500 \cdot 2000}{35^5} = \frac{202500 \cdot 2000}{52537500} = \underline{\sim 8\ mm\ WS}$$

$$35^5 = 5 \log 35 = 5 \cdot 1{,}5441 = 7{,}7205;\ x = \sim 52537500,—$$

Gehen wir in die Monnier'schen Tabellen wieder mit Q/h = 500 m³ ein, so erhalten wir für je 1000 m Länge 4 mm WS Druckverlust. Mithin für eine 2000 m lange Leitung = 8 mm WS Druckverlust.

3. Wie groß ist die Gasmenge, welche eine 2000 m lange Leitung von d = 350 mm ∅ bei einem Druckverlust von 8 mm WS abgibt?

Lösung:

Nach Formel II folgt, da

$$l = 2000\ m,$$
$$d = 350\ mm\ \varnothing,$$
$$h = 8\ mm\ WS,$$

$$Q = \sqrt{\frac{h \cdot d^5}{l}} = \sqrt{\frac{8 \cdot 35^5}{2000}} = 35^2 \cdot \sqrt{\frac{8 \cdot 35}{2000}} = 35^2 \cdot \sqrt{\frac{280}{2000}}$$

$$Q = 1225 \cdot 0{,}374 = \underline{\sim 450\ m^3.}$$

Nach den Monnier'schen Tabellen folgt für 1000 m Rohrlänge und 4 mm WS Druckverlust bei 350 mm ∅ eine Gasmenge von 500 m³/h. Unter Berücksichtigung von γ mit 0,5 = 500 · 0,9 = 450 m³/h.

Einfluß der Höhenunterschiede auf die Durchgangsmenge.

Der Gasdruck erhöht oder vermindert sich für jeden Höhenunterschied infolge des Verhältnisses des spez. Gewichtes des Gases zu dem der Luft $(1 : \gamma)$.

Ist hu der Höhenunterschied in m,
G das Gewicht eines m³ Luft,
γ das spez. Gewicht des Gases,
D der Druckunterschied in mm WS,
so beträgt derselbe:

$$D = \pm hu \cdot G\,(1-\gamma) = \ldots\ldots \text{ mm WS} \qquad \text{IV.}$$

In den Formeln I, II und III ist daher für den Druckverlust jeweils zu setzen: h + D resp. h — D.

Druckunterschiede des Gases bei verschiedenen Höhenunterschieden in mm WS (D).

spez Gewicht des Gases γ	Höhenunterschied in Metern hu								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,350	0,840	1,681	2,521	3,362	4,202	5,043	5,883	6,724	7,564
0,360	0,828	1,655	2,483	3,310	4,138	4,965	5,793	6,620	7,448
0,370	0,815	1,629	2,444	3,258	4,073	4,888	5,702	6,517	7,331
0,380	0,802	1,603	2,405	3,207	4,008	4,810	5,612	6,413	7,215
0,390	0,789	1,577	2,366	3,155	3,944	4,732	5,521	6,310	7,099
0,400	0,776	1,552	2,327	3,103	3,879	4,655	5,431	6,206	6,982
0,410	0,763	1,526	2,289	3,051	3,814	4,577	5,340	6,103	6,866
0,420	0,750	1,500	2,250	3,000	3,750	4,500	5,250	6,000	6,749
0,430	0,737	1,474	2,211	2,948	3,685	4,422	5,159	5,896	6,633
0,440	0,724	1,448	2,172	2,896	3,620	4,344	5,069	5,793	6,517
0,450	0,711	1,422	2,133	2,845	3,556	4,267	4,978	5,689	6,400
0,460	0,698	1,396	2,095	2,793	3,491	4,189	4,888	5,586	6,284
0,470	0,685	1,371	2,056	2,741	3,426	4,112	4,797	5,482	6,168
0,480	0,672	1,345	2,017	2,689	3,362	4,034	4,707	5,379	6,051
0,490	0,659	1,319	1,978	2,638	3,297	3,957	4,616	5,275	5,935
0,500	0,646	1,293	1,939	2,586	3,232	3,879	4,525	5,172	5,818

Einfluß von Abzweigungen auf die Durchgangsmenge.

Versorgt die Leitung l unterwegs n Ableitungen und ist Qa das Ausflußquantum pro Stunde am Anfang der Leitung und q die ganze Gasabgabe unter-

Einfluß von Abzweigungen auf die Durchgangsmenge.

Werte von $\sqrt{N} = \sqrt{1 - \frac{q}{Q} + \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{6n}\right)\left(\frac{q}{Q}\right)^2}$

$\frac{q}{Q}$	für die Anzahl der Abzweigungsröhren n:													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	50	100	∞
0,01	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995
0,05	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975
0.10	0,951	0,951	0,951	0,951	0,951	0,951	0,951	0,951	0,951	0,951	0,950	0,950	0,950	0,950
0,15	0,928	0,927	0,927	0,927	0,926	0,926	0,926	0,926	0,926	0,926	0,926	0,926	0,926	0,926
0,20	0,906	0,904	0,903	0,903	0,903	0,902	0,902	0,902	0,902	0,902	0,902	0,902	0,902	0,902
0,25	0,884	0,881	0,880	0,879	0,879	0,879	0,879	0,879	0,879	0,879	0,878	0,878	0,878	0,878
0,30	0,863	0,859	0,857	0,857	0,857	0,856	0,856	0,856	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,854
0,35	0,843	0,837	0,835	0,834	0,834	0,833	0,833	0,833	0,833	0,832	0,832	0,831	0,831	0,831
0,40	0,825	0,816	0,814	0,812	0,812	0,811	0,811	0,810	0,810	0,810	0,809	0,809	0,808	0,808
0,45	0,807	0,796	0,793	0,791	0,790	0,789	0,789	0,788	0,788	0,788	0,787	0,786	0,786	0,786
0,50	0,791	0,777	0,773	0,772	0,769	0,768	0,768	0,767	0,767	0,767	0,765	0,764	0,764	0,764
0,55	0,775	0,759	0,753	0,751	0,749	0,748	0,747	0,746	0,746	0,746	0,744	0,743	0,743	0,742
0,60	0,762	0,742	0,735	0,731	0,729	0,728	0,727	0,726	0,726	0,725	0,723	0,722	0,722	0,721
0,65	0,749	0,725	0,717	0,713	0,711	0,709	0,708	0,707	0,706	0,706	0,703	0,702	0,701	0,701
0,70	0,738	0,710	0,700	0,696	0,693	0,691	0,689	0,688	0,687	0,687	0,684	0,682	0,681	0,681
0,75	0,729	0,696	0,685	0,679	0,676	0,673	0,671	0,670	0,669	0,668	0,665	0,663	0,662	0,661
0,80	0,721	0,683	0,670	0,663	0,659	0,657	0,655	0,653	0,652	0,651	0,647	0,645	0,644	0,643
0,85	0,715	0,672	0,657	0,649	0,644	0,641	0,639	0,637	0,636	0,635	0,630	0,627	0,626	0,625
0,90	0,711	0,661	0,644	0,635	0,630	0,627	0,624	0,622	0,620	0,619	0,614	0,610	0,609	0,608
0,95	0,708	0,653	0,633	0,623	0,617	0,613	0,610	0,608	0,606	0,605	0,599	0,595	0,594	0,592
1,00	0,707	0,646	0,624	0,612	0,606	0,601	0,598	0,595	0,593	0,592	0,585	0,580	0,579	0,577

wegs, so ist die Gasmenge Q am Ende der Leitung $= Qa\sqrt{N}$. Die Werte von $\sqrt{N}$ sind aus der Tabelle für verschiedene Werte von $\frac{q}{Q}$ und n zu entnehmen.

Der Druckverlust durch Winkel und Bogen kann in der Praxis vernachlässigt werden!

6. Beispiel: Für eine Leitung von 5000 m Länge darf der Druckverlust 25 mm WS betragen. Die stündliche Ausflußmenge am Anfang der Leitung sei Qa = 1000 m³. Unterwegs werden durch n = 20 Abzweigungen q = 200 cbm abgegeben. Wie groß muß der Durchmesser des Rohres sein?

Für

$$\frac{q}{Q} = \frac{200}{1000} = 0{,}2$$

und n = 20 gibt die Tabelle

$$\sqrt{N} = 0{,}902.$$

Demnach ist die Ausflußmenge am Ende der Leitung:

$Q = 0{,}902 \cdot 1000 = \underline{902\ m^3}$. Hierfür ist d zu berechnen oder aus Tafel II zu entnehmen.

Ausführung der Hauptrohrleitungen.

Neben den gußeisernen Muffenrohren von 4 bis 5 m Baulänge (vergleiche Deutsche Normal-Tabelle über gußeiserne Flanschen- und Muffenrohre Teil I, Seite 80 bis 81), werden in neuerer Zeit namentlich für kleinere Rohrdurchmesser wegen der verringerten Bruchgefahr und der Ersparnis an Dichtungen, nahtlose oder geschweißte Stahl- oder Schmiedeeisenrohre von 8 m Baulänge und darüber immer mehr verwendet.

Für Gasfernleitungen sind Gußrohre nur außerhalb des Bergbaugebietes und der Stadtdurchgänge bis 3 Atü zu verwenden, doch wird man auch für diesen Druckbereich den Schmiede- und Stahlrohren den Vorzug geben mit Rücksicht auf die Herstellung der Rohrverbindungen, die bei diesem Material auf der Baustelle geschweißt werden. Bis

300 mm ⌀ kommen nahtlose Rohre, eventl. auch patentgeschweißte Rohre in Betracht, von 300 mm ⌀ ab wassergasgeschweißte Rohre. Zum Schutze gegen Rosten sind die Stahlrohre meist innen und außen asphaltiert und mit asphaltierten Faserstoffen (meist Jute) umwickelt. Die innere Asphaltierung kann durch Einwirkung von Teerölen gelöst werden; deshalb wird sie zumeist durch einen Anstrich von Leinöl ersetzt. Stahlrohre sind elastisch und verdienen daher den Vorzug dort, wo Rohrleitungen geringe Formänderungen aufnehmen müssen, also vor allem im Bergbaugebiet, dann aber auch bei freiliegenden Strecken, bei Brücken und bei Dükern.

Probieren der Rohre.

Für Stahlrohre wird S. M.-Flußstahl von 55 bis 65 kg/mm² Festigkeit und 15 % Dehnung; für Schmiederohre S. M.-Flußeisen von 34 bis 40 kg/mm² Festigkeit und 25% Dehnung verwendet.

Alle Rohre werden im Werk der hydraulischen Druckprobe unterzogen; Probedruck je nach Anforderungen und, z. B. bei nahtlosen Rohren, nach Werksnorm. Die Gußrohre werden nach dem Probieren mit einem Überzug von heißem Teer versehen.

Verlegen der Rohre.

Die in die Erde verlegten Rohre sollen eine Deckung von etwa 1 m erhalten. Bei Verlegung in Fußsteigen kann man die Deckung etwas geringer nehmen, sofern es die Zuleitungen gestatten.

Der Rohrgraben wird für Rohre bis zu 100 mm ⌀ 600 mm an der Sohle breit, für Rohre bis zu 500 mm ⌀ 1,00 m und für größere Leitungen entsprechend weiter gemacht.

Für Grabarbeiten kann man durchschnittlich rechnen: bei Stechboden pro cbm 0,3 bis 0,4 Tagesschichten, bei Hackboden 0,6 bis 0,7 Tagesschichten, bei aufgefülltem Boden 0,8 bis 0,9 Tagesschichten, bei Felsboden 0,9 bis 1,5 Tagesschichten.

Das Gefälle der Leitung soll auf ~~5 m~~ etwa 30 bis 40 mm betragen. An den tiefsten Punkten der Leitung sind Wassertöpfe vorzusehen. Die Auspumprohre der Wassertöpfe erhalten Straßenkappen, deren Lage durch Wassertopfschilder an der Straßenseite zu kennzeichnen ist. Bei den Wassertöp-

fen mit Scheidewand kann man erforderlichen Falles den Gaszufluß durch Füllen der Wassertöpfe mit Wasser absperren.

Es ist sehr zu empfehlen, Rohrnetze durch planmäßigen Einbau von Absperrtöpfen in eine Anzahl mehrerer möglichst gleichgroßer Bezirke einzuteilen, um einzelne davon bei Bedarf absperren zu können.

In der Nähe der Bäume sind Muffenverbindungen möglichst zu vermeiden. Die Leitung ist, wenn irgend angängig, von den Bäumen entfernt zu legen.

Wassertöpfe für Gasleitungen.

mit Scheidewand und Auspumprohr.

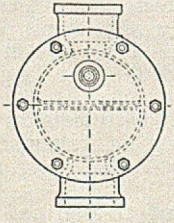
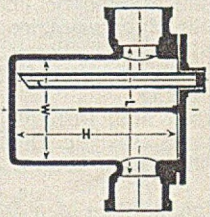
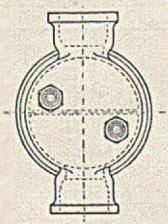


Fig. 11

Deckelloser Wassertopf.





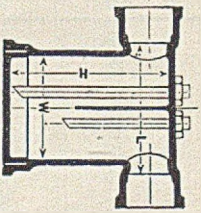


Fig. 12

Diese Töpfe werden auch mit Flanschenabgängen gegossen.

Rohrdurchmesser D mm	Dimensionen			Gewichte	
	W mm	L mm	H mm	ohne Scheidewand kg	mit Scheidewand kg
40—60	200	260	350	40 - 42	43—45
70—90	250	310	400	55—57	58—61
100—125	300	360	500	95—99	103—107
150—225	350	410	550	152—166	162—176
250—275	400	460	600	200—205	215—221
300—325	550	630	750	321—329	340—350
350—400	600	710	800	454—470	474—494
425—500	800	890	1000	741—770	491—520

Dichtung der Rohrverbindungen.

Die Dichtung der gußeisernen Muffenrohre geschieht mit Teerstrick und Blei. Beim Vergießen müssen die Rohrenden trocken sein, damit das Blei nicht umherspritzt. Bei Regenwetter legt man, um das Umherspritzen zu vermeiden, etwas Talg in die Eingußöffnung.

Bleiwolle oder Riffelblei als Dichtmaterial besitzt den Vorteil, daß die Dichtung im kalten Zustand hergestellt werden kann.

Tabelle über den Bedarf an Blei und Teerstricken.

Muffen mm	Bleiringhöhe mm	Blei kg	Teerstrickringhöhe mm	Teerstrick kg
40	35	0,511	39	0,050
50	35	0,690	42	0,073
70	40	0,944	42	0,087
100	40	1,345	48	0,142
120	40	1,414	51	0,158
150	45	2,144	49	0,205
170	45	2,462	52	0,250
200	45	2,965	54	0,312
220	50	3,665	50	0,322
250	50	4,298	51	0,385
300	50	5,090	54	0,482
350	50	5.529	56	0,543
400	50	7,456	59	0,772
450	50	8,328	61	0,891
500	55	10,132	59	0,953
600	55	13,330	64	1,361

Für den Einbau von Formstücken wird auch die Flanschverbindung unter Benutzung von Teerpappringen als Dichtungsmaterial verwendet.

Die Verbindung der Stahl- oder Mannesmannrohre erfolgt heute fast nur noch durch autogene Schweißung. Bedingung ist hierbei, daß die Schweißung durch einen geübten Schweißer ausgeführt wird. Durch die Schweißung werden auch die sogenannten Kopflöcher überflüssig. Es können Längen bis zu 150 m und mehr über dem Graben zusammengeschweißt und dann in den Graben gelegt werden. Die Verbindungsstellen müssen jutiert und mit Asphalt gestrichen werden. Bei gußeisernen Rohren genügt ein heißer Asphaltanstrich.

Abmessungen und Gewichte der normalen nahtlos gewalzten Stahlmuffenrohre.

Fig. 13

Lichtweite des Rohres D mm	Wandstärke des Rohres s mm	Lichtweite der Muffe D_1 mm	Muffentiefe t mm	Gewicht per lfd. m Rohr ca. kg
40	3	60	93	3,85
50	3	71	102	4,9
60	3	81	104	5,5
70	3¼	91,5	106	6,5
75	3½	97	106	7,8
80	3½	102	110	8,6
90	3¾	112	115	10,5
100	4	123	122	11,6
125	4	148	126	14,0
150	4½	174	135	19,0
175	5	200	137	25,0
200	5½	227	139	30,0
225	6½	257	146	40,0
250	7	284	150	47,0
275	7¼	310	150	54,4
300	7¾	332	166	64,0

Die Gewichte gelten für asphaltierte und bejutete Muffenrohre.

Besondere Fälle von Rohrverlegungen.

Ist es nicht zu vermeiden, die Rohre durch Kanäle zu legen, so schiebt man zum Schutze über das Leitungsrohr ein Schutzrohr von größerem ∅ und läßt keine Verbindungsstelle in den Kanal fallen.

Rohrleitungen, welche nicht fest im Erdreich eingebettet liegen, sonderm dem Temperaturwechsel ausgesetzt sind, insbesondere Rohrleitungen über längere Brücken, sind mit Ausdehnungsstücken (Wellrohrkompensatoren, Stopfbüchsenmuffen oder Schalkermuffen) zu versehen.

Bei Durchkreuzung von Wasserläufen versenkt man, wenn Brücken nicht benutzt werden können, Dükerrohre in das Flußbett.

Bei Erweiterung bestehender Rohrleitungen muß die Absperrung des Gases durch eine Tier- oder Gummiblase erfolgen. Die Blase wird durch eine Anbohrung in das Rohr eingebracht, aufgeblasen und muß ständig unter gutem Druck gehalten werden, damit sie dicht abschließt. Häufig legt man auch erst die neue Strecke und verbindet sie dann zuletzt mit den älteren Leitungen.

Prüfung der Rohrleitung auf Dichtheit.

Ist eine Rohrstrecke fertig, so ist sie einer Dichtheitsprüfung mittels der Luftpumpe zu unterwerfen. Für Niederdruckleitungen genügt ein Prüfungsdruck von 1 atü. Sämtliche Verbindungsstellen werden abgeseift und die gefundenen Undichtigkeiten sofort beseitigt.

Die fertig zusammengebauten Rohrstrecken sind, nachdem der Rohrgraben gefüllt ist, einer zweiten Dichtigkeitsprobe bei 500 mm WS zu unterziehen.

Nach erfolgtem Temperaturausgleich darf dabei der Verlust in Litern nicht mehr als 0,5 mal Rohrdurchmesser in cm je km Leitungslänge und Stunde betragen.

Aufsuchung von Undichtigkeiten.

Zur Aufsuchung von Undichtigkeiten im Rohrnetze treibt man bis auf die Leitung Löcher in den Boden und prüft, ob in ihnen ein Gasgeruch bemerkbar ist. Die Entfernung der Bohrlöcher richtet sich nach der Durchlässigkeit des Bodens. Diese

Bohrlöcher durch Anzünden zu untersuchen, ist durchaus zu verwerfen, weil dadurch nur zu leicht Explosionen entstehen können.

Die einfachste Kontrolle wird dadurch ausgeführt, daß die Leitungen jährlich abgebohrt und mit Palladiumchlorür auf Dichtheit untersucht werden. Diese Untersuchungen werden erleichtert, wenn Lüftungsrohre oder Riechrohre mit Straßenkappen angeordnet werden.

Beseitigung von Naphthalinverstopfungen.

Großer Wert ist auf geringen Naphthalingehalt des Gases zu legen. Die Beseitigung von Naphthalinverstopfungen im Stadtrohrnetz erfolgt, sofern auf dem Gaswerke unzureichende Vorkehrungen gegen die Abscheidung des Naphthalins im Rohrnetz getroffen sind, durch Einspritzen von heißem Xylol.

Ausführung der Zuleitungen.

(Nieder- und Hochdruckleitungen).

Die Zuleitungen verbinden in Niederdrucknetzen die Laternen und die Leitungen in den Gebäuden mit den Hauptleitungen. Sie erhalten ihr Gefälle nach der Hauptleitung zu und sollen mit ihrem höchsten Punkte mindestens 500 mm unter dem Boden liegen. Der einfachste Anschluß, auch im Betriebe, erfolgt durch Anbohren. Anbohrschellen für Gußrohre oder Anschweißen von Rohrstutzen für Schmiede- und Stahlrohre mit anschließendem Anbohren unter Druck sind zu empfehlen. Als Zuleitungsrohre kommen starkwandige Schmiederohre in Betracht:

Weite der Zuleitungen.

Für	1	bis	5	Flammen	20	mm
„	6	„	15	„	25	mm
„	16	„	25	„	30	mm
„	26	„	40	„	35	mm
„	41	„	100	„	50	mm
„	101	„	150	„	60	mm
„	151	„	250	„	75	mm
„	251	„	500	„	100	mm

Zuleitungen einfacher Laternen mindestens 20 mm Durchmesser. Gußeiserne Zuleitungen sind zu vermeiden, jedenfalls nicht unter 40 mm Durchmesser verwendbar. Lange Zuleitungen sind entsprechend weiter zu nehmen. Auf starkes Gefälle zum Hauptrohr ist Rücksicht zu nehmen. Hinter der Gebäudewand im Innern des Hauses ist die Zuleitung mit einem Absperrhahn zu versehen. Einige Verwaltungen fordern auch Absperrung von der Straße aus.

Für Hochdruckanschlüsse (Gasfernleitung) erfolgt der Anschluß durch Anschweißen des Rohrstutzens, Abpressen der Schweißstelle mit Luft, Anbohren der Gasfernleitung unter Druck, Verlegung der Zuleitung in gleicher Weise wie die Gasfernleitung. Direkte Anschlüsse, ohne Gasbehälter, erhalten: Hochdruckregler, (Membranregler), Sicherheitsventile gegen zu hohen Druck vor dem Stationsmesser und gegen zu niederen Druck vor dem Regler, außerdem Quecksilberdurchschlagtopf mit Auspuff ins Freie (evtl. Auspuffmesser vorsehen). Anschlüsse für Behälterstationen sind mit Rückschlagventil und Hochdruckregler (Membranregler) zu versehen. (Siehe auch GWF 1923, S. 141.) Kleinere Orte können durch direkte Anschlüsse versorgt werden. Der Hochdruckregler des Anschlusses (ohne Behälter) arbeitet dann gleichzeitig als Stadtdruckregler. Evtl. kann der Netzdruck hinter der Reglerstation auch über Niederdruck gehalten werden. Drücke bis 1 atü sind anwendbar, erfordern aber für jeden Anschluß besonderen kleinen Membranregler. Ortsnetze von 25 bis 40 mm l. W. kommen dafür in Betracht.

Ausführung der Gasinnenleitungen.

(Auszug aus den Installationsvorschriften des D. V. G. W. F.)

(Material und Weite der Rohrleitungen).

Die im Innern von Gebäuden zu verwendenden Gasrohre müssen in der Regel aus Schmiedeeisen sein; Messingrohre sind gegebenenfalls zulässig, Kupfer- und Bleirohre sind für Verteilungsleitungen unzulässig und müssen bei nächster Gelegenheit durch

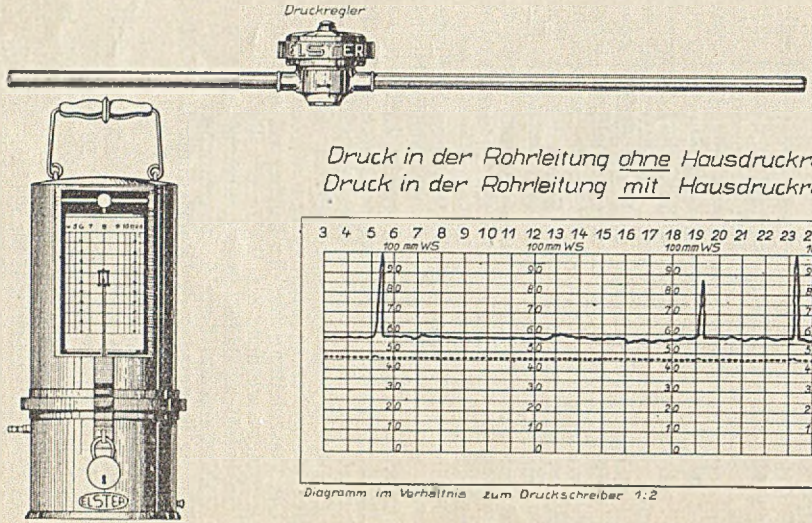

Druckregler
Druck in der Rohrleitung ohne Hausdruckregler
Druck in der Rohrleitung mit Hausdruckregler
3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 1 2
100 mm WS
100 mm WS
100 mm WS
100 mm WS
Diagramm im Verhältnis zum Druckschreiber 1:2
Druckschreiber

Fig. 13a.

eiserne ersetzt werden. Verbindungsstücke müssen aus Schmiedeeisen oder schmiedebarem Eisenguß bestehen.

Da, wo Leitungen der Feuchtigkeit oder chemischen Einflüssen ausgesetzt sind, müssen sie durch einen gegen Zerstörung wirksamen Anstrich geschützt sein.

Rohrleitungen, die in die Erde gebettet werden, sollen aus starkwandigen, asphaltierten oder gejuteten schmiedeeisernen Röhren oder asphaltierten oder gejuteten Mannesmannröhren mit nicht unter 1¹/₁" l. W. bestehen. Gußeiserne Rohre unter 60 mm l. W. sollen wegen der Bruchgefahr nicht verwendet werden. Im übrigen ist darauf zu achten, daß sowohl schmiedeeiserne als auch gußeiserne Rohre fest aufliegen. In Lette oder säurehaltigen Boden dürfen weder gußeiserne noch schmiedeeiserne Rohre eingelegt werden. In solchen Fällen ist das Rohr in 20 cm Stärke mit guter, wasserdurchlässiger Erde bezw. mit Sand zu umgeben. — Humus, Mull oder Schlacken sind unter allen Umständen aus der Umgebung der Rohrleitungen fernzuhalten.

Die inneren Weiten der Gasleitungen bestimmen sich nach dem zu erwartenden stündlichen Höchstverbrauch an Gas und der Länge der Leitung.

Da das Gas der Nachkriegszeit einen geringeren Heizwert und ein höheres spez. Gewicht hat als das Gas der Vorkriegszeit, so sind die Gasleitungen weiter als früher zu bemessen.

Die Gaszuleitung für die Küche soll nicht unter ³/₄" angelegt werden; die Weite der Rohrleitungen für Gasheizöfen, Badeöfen und Stromautomaten ist der Zahlentafel auf Seite 51 zu entnehmen.

Für die Bemessung der Rohrleitung ist als stündlicher Höchstverbrauch anzunehmen:

bei Gasglühlichtbrennern	160 l/st,
bei Gaskocherflammen	400 bis 600 l/st,
bei Fortkochflammen	50 bis 120 l/st,
bei Gas-Brat- und Backöfen	800 bis 1000 l/st,
bei Heizöfen für den Haushalt	1 bis 4 m³/st,
bei Gaskochkesseln v. 15 bis 50 l Inh.	1 bis 2 m³/st,
bei Gaskochkesseln v. 50 bis 100 l Inh.	2 bis 4 m³/st,
bei Bügeleisenerhitzern	300 l/st,
bei Bügeleisen mit Schlauchanschluß	200 l/st,
bei Waschkochkesseln je n. Größe bis zu	2 m³/st,

Verlangte Durchflußmenge in m³/st.	Erforderliche Leitungsweiten in Zoll bei 0.5 spez. Gewicht des Gases — Länge der Leitung in m: 5	10	15	20	25	30	Warmwasserbereit. Leistung in 1 Min. bei 3800 WE u. H.: WE	l Wasser von 10° auf 35° C	Gasheizofen Stündl. Verbrauch bis zu m³
2	3/4	1	1	1	1 1/4	1 1/4	114	4,6	2
3	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	171	6,9	3
4	1	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	228	9,1	4
5	1	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	285	11,4	5
6	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	2	2	342	13,7	6
7	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	2	2	400	16,0	7
8	1 1/4	1 1/2	1 1/2	2	2	2	457	18,3	8
9	1 1/4	1 1/2	1 1/2	2	2	2	514	20,6	9
10	1 1/4	1 1/2	2	2	2	2	570	22,8	10
11	1 1/2	1 1/2	2	2	2	2	630	25,1	11
12	1 1/2	1 1/2	2	2	2	2	685	27,4	12
13	1 1/2	2	2	2	2	2	740	29,7	13
14	1 1/2	2	2	2	2	2	800	32,0	14
15	1 1/2	2	2	2	2	2 1/2	855	34,3	15

bei Gasbadeöfen 3 bis 6 m³/st,
bei Gasstromautomaten je n. Größe 4 bis 10 m³/st,
bei Gasmotoren, soweit nicht besondere Vorschriften seitens der Fabrikanten gegeben sind, für die PS 0,75 m³/st.

Schmiedeeiserne Leitungen im Freien oder an kalten Wänden sollen möglichst weit, nicht unter 20 mm (3/4") genommen werden.

Wo Frost zu befürchten ist, sind die Rohrdurchmesser immer etwas größer als in der Zahlentafel angegeben zu wählen.

Anordnung der Rohrleitungen.

Die Rohrleitungen sollen zugänglich und vor Frost geschützt sein.

Verdeckt liegende Leitungen sollen mindestens 20 mm l. W. (3/4") haben und müssen vor der Zudeckung der Prüfung durch das Gaswerk unterzogen werden.

Bei Rohrleitung unter Fußböden darf die Dekkung nicht auf den Röhren aufliegen.

Die Führung der Rohrleitung durch Schornsteine und Kanäle ist verboten.

Die Durchführung von Rohren durch unzugängliche, hohle Räume oder durch starke Mauern soll in einem an beiden Enden offenen Futterrohr ge-

schehen. Dieses muß in seiner ganzen Länge dicht und mindestens 1 cm weiter sein als der äußere Durchmesser des Leitungsrohres.

Innerhalb der Futterrohre dürfen keine Rohrverbindungsstellen liegen. Ebenso sind bei allen Mauerdurchführungen Verbindungsstellen innerhalb der Mauern unstatthaft.

Beim Durchstemmen von Wänden, Gewölben und Balken ist Rücksicht zu nehmen, daß keine tragenden Gebäudeteile geschwächt werden; nötigenfalls ist die Zustimmung des Architekten oder Bauherrn einzuholen.

Schutz der Leitungen vor Wasseransammlungen und Frost.

Um die Ansammlung von Wasser in den Rohrleitungen zu verhindern, sind diese mit entsprechendem Gefälle zu legen. Das Gefälle ist in der Regel nach den Gasmessern einzurichten; bei trockenen Gasmessern ist gegebenenfalls am Messer ein Wassersack anzuordnen.

An allen tiefsten Punkten der Rohrleitungen sind mit Kappen und Schlußzapfen zu verschließende Wasserablässe anzubringen.

Wo größere Wasseransammlungen zu erwarten sind, sind Wassersäcke (Siphons oder Schwanenhälse) anzubringen, die einen Gasaustritt verhindern und mit einer Messingkappe oder einem Hähnchen zu verschließen sind.

Wenn eine Leitung von einem warmen in einen kalten Raum tritt, ist das Gefälle nach dem warmen Raum hinzuführen und dort ein Wasserablaß anzubringen.

Leitungen, die vor Frost nicht vollständig geschützt werden können, sind mit Ansätzen zum Einschütten von Flüssigkeit behufs Auftauens der Leitungen zu versehen. Leitungen im Erdboden, außerhalb der Gebäude, sollen in der Regel 0,75 bis 1 m Deckung haben; sie erhalten anstatt der Wassersäcke leicht zu bedienende Wassertöpfe.

Ausführung der Rohrleitungen.

Die einzelnen Rohr- und Verbindungsteile sind vor ihrer Verwendung und während der Arbeit stets auf ihre Brauchbarkeit, Durchlässigkeit und Dich-

tigkeit zu prüfen. Schadhafte Stücke sind auszuscheiden.

Es ist stets auf Freihaltung des vollen Rohrquerschnittes zu achten. Der beim Abschneiden der Röhre entstehende innere Grat ist zu entfernen. Hanffäden dürfen nicht in das Rohr hineinragen.

Es ist darauf zu achten, daß alle Gewinde gerade, sauber und passend geschnitten, genügend lang (halbe Muffenlänge) und unbeschädigt sind.

Die Verbindung der einzelnen Gasrohre unter sich und mit den Formstücken ist unter Verwendung von in Leinöl getränkten Hanffäden oder Hanf mit bleifreiem Kitt vollständig fest und gasdicht herzustellen. Der Kitt soll nicht in das Innengewinde der Verbindungsstücke hineingestrichen werden.

Eisenasphaltlack und ähnliche Mittel oder weiches Lot dürfen nicht zur Dichtung verwendet werden. Das aus dem Gewinde hervortretende Dichtungsmittel ist sauber zu entfernen.

Die Leitungen sind sauber unter Vermeidung scharfer Ecken, überflüssiger Wege, geradlinig und winkelrecht zu Decken und Wänden anzubringen und ausreichend (alle 1,5 m) zu befestigen.

Verbindungsstellen, die sich als undicht erweisen, sind sofort auseinander zu nehmen und vollständig dicht wieder herzustellen. Das Verstreichen undichter Verbindungsstellen mit Kitt oder anderen Mitteln sowie das Dichten solcher Stellen durch Verstemmen ist verboten. Die gesamte fertiggestellte Rohrleitung darf erst nach vollendeter Prüfung mit einem Anstrich oder mit Abdeckung versehen werden. Ein Anstrich ist überall da notwendig, wo Rostgefahr vorliegt. Fertiggestellte Leitungen sind an ihren Enden mittels metallener Stopfen und Kappen gasdicht zu verschließen. Jedes auch nur vorübergehende Verschließen mit Holz, Kork, Papier, Pfropfen oder ähnlichen Mitteln ist aufs strengste untersagt.

Während aller Arbeiten an bereits in Betrieb befindlichen Gaseinrichtungen ist der Hahn am Gasmesser zu schließen, der Hahnschlüssel abzunehmen und der Hahn solange geschlossen zu halten, bis die hinter ihm liegenden Leitungsteile mit Verschlußzapfen oder Kappen wieder gasdicht verschlossen sind.

Auf eine längere Dauer ist auch das Schließen eines Hahnes oder die Auffüllung eines in der Zuleitung etwa vorhandenen Absperrtopfes nicht als sicherer Verschluß anzusehen; in solchen Fällen ist daher die Leitung außerdem durch Schlußzapfen oder Kappen zu verschließen. Das Ableuchten von Gasleitungen ist streng untersagt. Die Ermittlung von Fehlerstellen soll durch Abseifen oder Abriechen der Leitung erfolgen.

Gasgeräte.

Zubehörteile (Hähne, Schlauchverbindungen, Druckregler).

In den Leitungen und an den Gasverbrauchsapparaten dürfen nur absolut dicht schließende Hähne verwendet werden, deren Kegel mit einem Anschlagstift versehen sind, nur eine Vierteldrehung machen und nicht ohne weiteres aus dem Gehäuse gezogen werden können.

Alle Hähne müssen leicht erkennen lassen, ob sie geöffnet oder geschlossen sind. Zu diesem Zweck müssen Handgriffe und Kerben in die Richtung der Hahnbohrung fallen, sodaß der Hahn geschlossen ist, wenn der Griff oder die Kerbe quer zur Rohrrichtung stehen. Wo drei Rohrrichtungen, wie bei Lyren, zusammenstoßen, muß die Griffstellung des offenen Hahnes in die Richtung des Gasaustrittes fallen.

Hahnschlüssel sind so einzurichten, daß sie nicht durch einseitiges Übergewicht Anlaß zu selbsttätigem Öffnen des Hahnes geben können.

Schläuche dürfen nur zur Speisung einzelner Lampen und kleinerer Kocher verwendet werden. Hierbei muß ein Absperrhahn vor dem Schlauch vorhanden sein. Absperrhähne hinter dem Schlauch sind unzulässig. Wo vorhanden, sind sie festzustellen und gegen ein Verschließen zu sichern.

Schläuche müssen stets so angebracht werden, daß sie nicht in den Bereich der Flammen kommen können.

Die Anbringung von Druckreglern in Leitungen ist möglichst auf Gasmotoren und jene Fälle zu beschränken, wo größere Druckschwankungen vorkommen.

Druckregler in Leitungen dürfen nur in hellen,

gut gelüfteten Räumen untergebracht werden und nur da, wo eine regelmäßige Überwachung des sicheren Gasabschlusses vorausgesetzt werden kann. Zweckmäßig ist ein dichter Abschluß mit einer Entlüftungsvorrichtung ins Freie.

An Reglern empfiehlt es sich, einen Ein- und Ausgangshahn und ein Umgangsrohr mit Hahn vorzusehen.

Beleuchtungskörper.

Die Beleuchtungskörper müssen durchaus dicht sein und sind mit der Leitung vollkommen gasdicht und derart fest zu verschrauben, daß eine Lockerung durch den Gebrauch ausgeschlossen ist. Zu dem Behuf werden sie zweckmäßig mittels genügend großer Decken- und Wandscheiben, die anzuschrauben — nicht anzunageln — sind, befestigt.

Die Befestigung an Gipserlättchen oder Staakstecken ist verboten.

Decken- und Wandscheiben müssen so befestigt sein, daß sie mehr als das Vierfache des Gewichts der für die bestimmten Apparate, mindestens aber 25 kg, mit Sicherheit tragen.

An der Decke hängende Lampen und Kronen sind möglichst mit Kugelbewegungen aufzuhängen; diese sind nur mit voller Kugel zulässig.

Schwere Hängeleuchter müssen mit durchgehenden Schrauben oder in besonderer Weise sicher befestigt werden. Auch müssen derartige Leuchter gegebenenfalls durch besondere, leicht zugängliche Hähne abgeschlossen werden können. Sogenannte Korkzüge und Flüssigkeitsverschlüsse sind verboten.

Alle Beleuchtungskörper sind so hoch anzubringen, daß sie bei gewöhnlichem Gebrauch nicht leicht verletzt und unbrauchbar gemacht werden können und den Verkehr nicht hindern. Wenn keine Möbel (Tische) unter ihnen stehen, muß eine freie Höhe von mindestens 1,9 m bleiben.

Bei der Anbringung von Beleuchtungskörpern ist darauf zu achten, daß diese von brennbaren Stoffen (Decken, Wänden, Verschlägen, Möbeln, Vorhängen usw.) so weit entfernt bleiben, wie es zur Verhütung einer Entzündung, also für völlige Feuersicherheit erforderlich ist.

Bewegliche Wandlampen dürfen nicht in der Nähe brennbarer Stoffe angebracht werden.

Wenn eine vollkommene Sicherheit bietende Entfernung der Flammen von brennbaren Stoffen nicht eingehalten werden kann, so ist durch geeignete Schutzmittel (Hitzefänger, Schutzbleche, Isolierungen, Glasglocken u. dergl.) für Feuersicherheit zu sorgen.

Gasheizapparate.

Alle Gasverbrauchsapparate müssen das Gas vollkommen und geruchlos verbrennen.

Leuchtflammen müssen eine klare, scharf begrenzte Form über einem nichtleuchtenden Kern haben; sie dürfen nicht trübe und unruhig brennen und sich nicht in die Länge ziehen.

Entleuchtete Flammen müssen einen scharf begrenzten, blaugrünen Kern (Innenkegel) und darüber einen blauen Flammenschleier (Außenkegel) haben. Ist der Innenkegel nicht scharf begrenzt, so ist die Luftbeimischung durch die Öffnungen im Mischrohr ungenügend; das Gas verbrennt unvollkommen und mit unangenehmem Geruch.

Schlägt die Flamme zurück, so wird zu wenig Gas oder zuviel Luft zugeführt.

Bunsenbrenner sind sorgfältig einzustellen und rein zu halten.

1 m^3 Steinkohlengas erzeugt bei der Verbrennung rund $^1/_2$ m^3 Kohlensäure und $1^1/_4$ m^3 Wasserdampf. 1 m^3 Mischgas mit 40% Wassergas erzeugt ebenfalls $^1/_2$ m^3 CO_2, aber nur rund 0,9 m^3 Wasserdampf = 725 g.

Zur vollkommenen Verbrennung des Gases ist ein künstlicher Zug (Schornsteinzug) nicht erforderlich; hierin liegt ein wesentlicher Unterschied von den Feuerungen mit festen Brennstoffen (Kohle, Koks usw.).

Der Auftrieb der warmen Gase genügt zu ihrer Ableitung.

Gasgeräte, wie Badeöfen, Zimmeröfen, Kochherde, Wassererhitzer usw., die ihren Standort nicht zu wechseln brauchen, sind durch eine feste Rohrleitung an die Gasleitung anzuschließen.

Gelenkrohre und Schläuche sind nur zur Überleitung des Gases nach kleineren versetzbaren Verbrauchseinrichtungen und nur dann zulässig, wenn sie durch einen in der festen Leitung befindlichen

Hahn abgeschlossen werden können. Die Befestigung der Schläuche muß an beiden Seiten durchaus sicher sein.

Die Querschnittfläche des Abzugsrohres für die Abgase soll 20 mal so groß sein als der Querschnitt des Gaszuführungsrohres.

Lichte Weiten von Abzugsrohren.

Stündl. Gasverbrauch	Weite des Gasrohres			Weite des Abzugsrohres		
	Durchmesser		Querschnitt	Querschnitt	Durchmesser	
m³	Zoll	mm	qmm	qcm	cm	abger. cm
0,2	3/8	10	78	14	4,2	5
0,6	1/2	13	133	27	5,9	6
1,2	5/8	16	201	40	7,2	8
2,0	3/4	20	314	63	9,0	9
3,8	1	25	491	98	11,2	12
7,5	1 1/4	32	804	161	14,3	15
12,0	1 1/2	40	1257	251	17,9	17
27,0	2	50	1963	393	22,4	22

Sind mehrere Gasheizapparate in einem oder in mehreren Stockwerken an ein und dasselbe Abzugsrohr anzuschließen, so ist der Durchmesser der Summe des stündlichen Höchstverbrauches an Gas entsprechend zu wählen.

Bei Neubauten sollen Schornsteine für Gasheizapparate aus Tonröhren oder leichten Gußeisenröhren mit nach oben gerichteten Muffen, die auch an den Wänden in Ecken oder Mauernuten durch die Stockwerke geführt werden können, vorgesehen werden; wo solche fehlen, ist der Anschluß an vorhandene Schornsteine, auch wenn in diese noch andere Feuerstätten einmünden, unbedenklich. Tritt durch einen Anschluß unter besonderen Umständen eine Benachteiligung der anderen Feuerstätten ein, so ist dem durch geeignete Maßnahme zu begegnen.

Abzugsleitungen sind auf kürzestem Weg in den Schornstein zu führen.

Um die Flammenentwicklung vom Schornsteinzug unabhängig und Windstöße unschädlich zu machen, sind Zugunterbrecher in das Abzugsrohr einzuschalten, sofern solche in den Apparaten nicht schon angebracht sind.

Badeöfen und alle größeren Wassererhitzer, wozu die Warmwasserautomaten zur Versorgung gan-

zer Gebäude oder einzelner Stockwerke oder auch Apparate zur zentralen Warmwasserheizung gehören, sowie Gasheizöfen von mehr als 500 l stündl. Höchstverbrauch an Gas müssen stets an einen Schornstein oder an eine Abgasleitung angeschlossen werden.

Geruch bei Gasheizöfen rührt von Staubablagerungen auf heißen Flächen her; die Öfen sind deshalb rein zu halten.

Bei Gasbadeöfen und Wassererhitzern ist dafür zu sorgen, daß das Wasser läuft, ehe das Gas angezündet wird. Sicherheitshähne sind besonders zu empfehlen.

An allen Wassererhitzern ist eine kurze Gebrauchsanweisung anzubringen.

In Gasküchen soll, den Anforderungen der Hygiene entsprechend, bei normalem Luftwechsel der Kohlensäuregehalt 0,4% nicht überschreiten.

Dieser Bedingung wird auch ohne Abführung der Abgase entsprochen, wenn der stündliche Höchstverbrauch an Gas in der Küche 2 m³ auf 50 m³ Luftraum nicht übersteigt.

Gasmotoren.

Gasmotoren sind unter Verwendung von Gummibeuteln oder Druckreglern so anzuschließen, daß keine Druckschwankungen und Stöße sich auf das Rohrnetz übertragen. Vor dem Gummibeutel ist ein Absperr- und Regulierhahn anzubringen, der im Betrieb nötigenfalls so weit klein zu stellen ist, daß Regler und Gummibeutel arbeiten (atmen) und die Zündflammen ruhig brennen. Die Zündflammen sind vor diesem Regulierhahn abzuzweigen.

Prüfung, Abnahme und Überwachung der Gaseinrichtungen, Prüfungspflicht.

Alle Anlagen zur Verteilung und Verwendung von Gas im Anschluß an das Gaswerk müssen nach den vorstehenden Vorschriften in allen Teilen sachgemäß und mit Sorgfalt ausgeführt sein, so daß durch den Bestand und Betrieb der Anlage jede Gefährdung des Lebens und der Gesundheit und jede Sachbeschädigung vermieden wird.

Sie unterliegen deshalb der Prüfung und Aufsicht durch das Gaswerk. In Anlagen, die diesen Bedingungen nicht entsprechen, darf Gas nicht abgegeben werden.

Der die Prüfung vornehmende Beamte (Prüfungsbeamte) muß mit der Erzeugung, Abgabe und Verwendung des Leuchtgases und seinen Eigenschaften sowie mit dem Installationswesen genau vertraut sein. Als Grundlage und Richtschnur seiner Wirksamkeit dienen die gesamten Vorschriften und Regeln für den Gasbezug, die Einrichtung und den Gebrauch des Gases, vornehmlich aber die eigentlichen „Installationsvorschriften". Gegen seine Entscheidung ist Berufung an einen Unparteiischen zulässig, der vom Gaswerk und von der Vertretung der Installateure gemeinsam genannt wird.

Anzeigepflichtig ist jede Neuanlage, Erweiterung und Veränderung der Gasanlage.

Eine Prüfung und Abnahme durch den Prüfungsbeamten ist vorzunehmen

a. bei jeder Neuanlage;
b. bei jeder größeren Erweiterung oder Veränderung nach dem Ermessen des Gaswerkes;
c. wenn Gasleitungen, die länger als 6 Monate nicht benutzt worden sind, wieder in Gebrauch genommen werden sollen;
d. wenn bauliche Veränderungen an Gebäudeteilen vorgenommen werden, wodurch Gasleitungen in Mitleidenschaft gezogen werden können.

Die Prüfungsanzeige ist vom Verfertiger der Gaseinrichtung zu unterzeichnen und muß folgende Angaben enthalten:

a. Straße, Nummer und Stockwerk des Anwesens, in dem die angemeldete Arbeit, die Augenscheinnahme oder die beantragte Prüfung vorgenommen werden soll;
b. Name, Stand und Wohnort des Hausbesitzers, bezw. des Antragstellers und des ausführenden Installateurs;
c. Zahl und Art der Gasverbrauchsstellen.

Jede prüfungspflichtige Gaseinrichtung darf erst dann in Benutzung genommen werden, wenn sie die in den Vorschriften vorgesehene Prüfung bestanden hat.

Abnahmeprüfung.

Alle der Prüfung unterworfenen Leitungen sind vor Zudeckung der Rohre und vor Verbindung mit den Gasmessern zur Prüfung vorzubereiten.

Die Prüfungen erfolgen in Gegenwart des Installateurs oder seines Stellvertreters, der auch den Probierapparat und das erforderliche Werkzeug und Geräte bereitzustellen und die Prüfung vorzuführen hat.

Der Prüfungsbeamte hat sich durch Besichtigung der gesamten Anlage von der genauen Einhaltung der Vorschriften zu überzeugen.

Diese Besichtigung erstreckt sich auf die Beschaffenheit des verwendeten Materials und dessen sachgemäße Bearbeitung, auf Einhaltung der richtigen Rohrweiten, zweckmäßige Rohrführung, Schutz vor Frost, Gefälle, Wassersäcke, ausreichende Befestigung und Verbindung der Röhren.

Hat die Besichtigung keine Beanstandung ergeben, so wird die Dichtheitsprobe vorgenommen; sie geschieht (mittels Wassermanometer) unter mindestens dem fünffachen des Betriebsdruckes und gilt als noch gut, wenn der Druck innerhalb 5 Minuten um nicht mehr als 10 % sinkt (z. B. Betriebsdruck 40 mm, Prüfungsdruck 200 mm, zulässiger Druckabfall 20 mm in 5 Minuten).

Bei größeren Anlagen kann die Prüfung erstmalig in Abteilungen vorgenommen werden, denen alsdann eine Dichtheitsprobe der gesamten Leitung zu folgen hat.

Nach Feststellung der Dichtheit untersucht der Prüfungsbeamte durch Öffnen einzelner Auslässe, ob sich die Leitung durch Ausströmen von Luft als frei, d. h. als durch Verstopfung nicht unterbrochen erweist.

Größere Leuchter und größere Gasverbrauchsgegenstände sind, wenn es von dem untersuchenden Beamten gefordert wird, vor der Anbringung besonders auf Dichtheit zu prüfen.

Bei solchen Einrichtungen, an denen Veränderungen oder Ausbesserungen vorgenommen worden sind, oder die eine Zeitlang unbenützt waren, und aus denen Gas schon verbraucht worden ist (z. B. bei Nachprüfung bestehender Anlagen), bleibt die Art der Prüfung, besonders ob solche nur mit dem

Gasmesser vorzunehmen ist, dem Ermessen des Prüfungsbeamten vorbehalten.

Bei Prüfung mit dem Gasmesser kann die Einrichtung für genügend dicht gehalten werden, wenn die Gasmesserablesungen zu Anfang und Ende der halbstündigen Beobachtungszeit keinen größeren Unterschied zeigen als den 1000. Teil der Gasmenge, die innerhalb einer Stunde bei vollem Betrieb der ganzen Einrichtung als Verbrauch anzunehmen ist.

Das Aufsuchen von Undichtheiten hat, soweit nicht schon der Geruch Aufschluß gibt, durch „Abseifen" zu erfolgen. Ableuchten ist verboten.

Das Füllen der Leitungen mit Wasser oder Säuren zur Ermittelung und Beseitigung von Undichtheiten ist gleichfalls verboten. In solcher Weise behandelte Anlagen sind von jeder Abnahme ausgeschlossen.

Jede sich bei der Prüfung ergebende Undichtheit oder vorschriftswidrige Ausführung ist sofort zu verbessern und der vorschriftsmäßige Zustand in neuer Prüfung nachzuweisen.

Über jede erfolgte Abnahme einer Leitung wird ein Prüfungsschein ausgefertigt. Durch diese Abnahme wird aber der Verfertiger der Anlage seiner Haftpflicht für gewissenhafte Ausführung und gutes Material nicht entbunden.

Für die vorbezeichneten Prüfungen und Einsichtnahmen können von demjenigen, für dessen Rechnung die Anlage ausgeführt ist, Gebühren erhoben werden.

Beispielsweise für eine Prüfung mit

1— 10	Entnahmestellen	(Deckenscheiben oder Schlauchstellen	RM 2,—
11— 20	„	„	„ 3,—
21— 30	„	„	„ 4,—
31— 50	„	„	„ 5,—
51—100	„	„	„ 6,—

Für jede weiteren 50 RM 1,—.

Für versäumte Prüfungstermine oder unbefriedigend verlaufene Prüfungen hat der schuldige Teil die obigen Gebühren zu bezahlen.

Übergabe zur Benutzung und späterer Überwachung.

Erst nach Übergabe des Prüfungsscheines dürfen, soweit erforderlich, die Rohrleitungen mit Anstrich versehen und unter Putz gelegt bezw. verdeckt, die Gasmesser gesetzt und die Gasverbrauchsapparate verbunden werden.

Ein Anzünden der Flammen darf erst erfolgen, nachdem die Luft und das Gasluftgemisch unter nötiger Vorsicht aus der ganzen Einrichtung ausgeblasen ist.

Der Installateur hat sich vor Übergabe alsbald nach Öffnen des Haupthahnes durch Beobachtung des Literrädchens am Gasmesser nochmals zu überzeugen, daß die ganze Einrichtung gasdicht ist; trifft dieses nicht zu, so hat die Inbetriebsetzung zu unterbleiben, bis die Gesamtanlage ordnungsmäßig hergestellt ist.

Hat sich die betriebsfertige Einrichtung als völlig gasdicht erwiesen, so hat sich der Installateur von dem richtigen Brennen aller Gasflammen zu überzeugen. (Brennprobe.)

Auf Antrag des Besitzers oder Benutzers der Anlage kann auch die Vornahme einer nochmaligen Dichtheitsprobe durch den Prüfungsbeamten verlangt werden.

Beleuchtungsflammen, sowohl offene als Gasglühlichtflammen, müssen ohne Geräusch und ohne zu zucken oder zu rußen, hell brennen.

Bei allen Flammen (Lampen wie Brennern), ist darauf zu achten, daß in ihrer Nähe kein unangenehmer Geruch auftritt, und daß sie nicht rußen, denn dies sind Zeichen unvollkommener Verbrennung.

Ganz besonders wichtig ist die Sicherung einer stets vollkommenen Verbrennung bei den Heizflammen. Leuchtende Heizflammen müssen eine klare, begrenzte, helleuchtende Flammenscheibe über dem nichtleuchtenden Kern der Heizflamme bilden. Sie dürfen nicht trübe und unruhig werden und sich nicht in die Länge ziehen. Entleuchtete Heizflammen müssen kurz, mit blauer Farbe und einem inneren, scharf begrenzten grünen oder blaugrünen Kern brennen.

An Abzugsrohre angeschlossene Gasheizapparate sind besonders noch darauf zu prüfen, ob die voll-

kommene Verbrennung auch dann vorhanden ist, wenn Störungen im Abzugsrohr (Windstöße, Stauungen der Abgase) eintreten. Solche Störungen können durch vorübergehendes Schließen des Abzugsrohres künstlich hervorgerufen werden.

Dem Prüfungsbeamten steht das Recht zu, sich von dem vorschriftsmäßigen Zustand aller Gasleitungsanlagen zu überzeugen und Nachprüfungen anzuordnen.

Solche Nachprüfungen sind namentlich bei größeren Gaseinrichtungen sowie bei solchen Anlagen vorzunehmen, bei denen einzelne größere Apparate in Benutzung sind.

Schläuche und Schlauchanschlüsse.

Schläuche sind für bewegliche Lampen und Apparate unentbehrlich. Statt der Gummischläuche werden meist übersponnene Gasschläuche oder Metallschläuche verwendet. Um das Abrutschen der Schläuche von der Schlauchtülle zu verhindern, wendet man Sicherungen an. Schlauchanschlüsse mit Ventil sperren den Gasstrom selbsttätig ab, sobald seine Geschwindigkeit zu groß wird.

Der Steckhahn von Behr-Pintsch bewirkt das Schließen und Öffnen des Hahnes gleichzeitig mit dem Abnehmen und Aufstecken des Schlauches, wirkt also gleichzeitig als Sicherheitshahn.

Gasmessung.

Stationsgasmesser.

Zum Messen des erzeugten Gases bedient man sich des Stationsgasmessers. Er ist in den Gaswerken zwischen dem Reiniger und Gasbehälter eingeschaltet.

Die Überwachung des Stationsgasmessers besteht in dem Ablesen der Zeigerstände, der Kontrolle des Wasserstandes und des Ausgangsdruckes.

Verbrauchsgasmesser.

Diese haben den Zweck, den Gasverbrauch einer Privat-Gaseinrichtung festzustellen und gehören daher zu den wichtigsten Apparaten der Gasanlage.

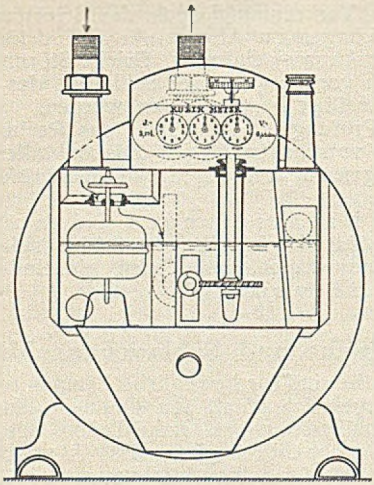


Fig. 13 b. Nasser Gasmesser
(Querschnitt).

Die Messer sind meistens Eigentum der Gaswerke, und erheben zur Unterhaltung derselben eine sogenannte Messermiete.

Die Gasmesser zerfallen in zwei Hauptklassen: in nasse und trockene Gasmesser.

Nasser Messer.

Der nasse Messer besteht aus einem Gehäuse, einer darin rotierenden Blechtrommel und einem Zählerwerk. Zur Füllung wird Wasser, Glyzerin, auch Magnesiumchlorid verwendet. Die Blechtrommel besteht aus Weißblech oder Britanniametall.

Im allgemeinen sind die nassen Gasmesser in ihren Angaben auch nach längerem Gebrauch, wenn sie vor Verrosten geschützt werden, verlässiger und überschreiten nur in den seltensten Fällen die zulässige Gebrauchsfehlergrenze von ± 4%, halten sich vielmehr innerhalb der Eichfehlergrenze ± 2%.

Nasse Gasmesser eignen sich bei Wahl entsprechender Baumaterialien auch für andere Gase als Steinkohlengas, z .B. Azetylen, Sauerstoff, Wassergas usw.

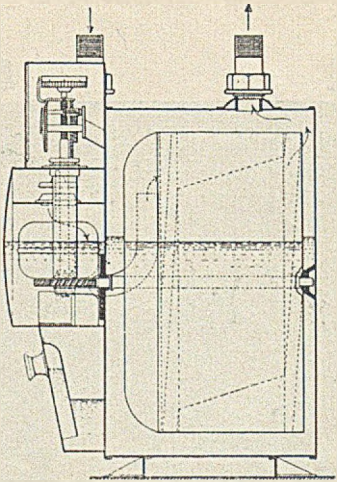


Fig. 13 c. Nasser Gasmesser
(Längsschnitt).

Jeder nasse Gasmesser eignet sich ohne weiteres auch zur Füllung mit Öl, wo aus irgend einem Grunde Wasser nicht verwendet werden soll.

Eine Kombination beider Arten ist der sogenannte Ölschichtmesser. Die Füllung besteht aus Wasser, auf welchem eine 1—2 cm dicke Ölschicht schwimmt. Dadurch wird das Verdunsten des Wassers verhindert, trotzdem bleibt aber die leichtere Beweglichkeit, welche die Trommel im Wasser hat, erhalten.

Obgleich der nasse Gasmesser immer mehr von dem trockenen verdrängt wird, so benötigt man ihn doch noch mancherorts.

Die Gründe für die allgemeine Bevorzugung trockener Messer dürften hauptsächlich die sein:

Der trockene Messer friert auch unter 0° nicht ein. Ein periodisches Ergänzen der Füllflüssigkeit, hervorgerufen durch die Verdunstung, gibt es bei dem trockenen Gasmesser nicht. Auf horizontale Aufstellung kommt es beim trockenen Messer nicht an, das Verschließen der Füll- oder Überlaufschraube kann nicht vergessen werden, weil keine vorhanden.

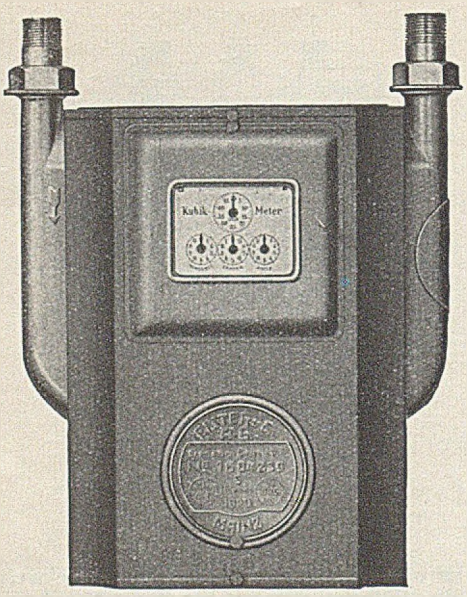


Fig. 14. Trockener Gasmesser.
für normale oder Hochbelastung, mit Zeigerzählwerk.

Zwar sind auch für den nassen Messer Mittel ersonnen worden, um die genannten Mängel zu beseitigen, aber es sind im wesentlichen nur Verbesserungen erzielt worden, nicht restlose Abstellungen.

Trockener Gasmesser.

Die trockenen Gasmesser bestehen aus einer oberen und einer unteren Kammer.

In der oberen Kammer befindet sich das Zählerwerk mit Gestänge, Schieber oder Ventil. In der unteren Kammer befinden sich zwei Bälge, die sich abwechselnd füllen und entleeren. Diese Bewegung wird durch eine Welle auf Gestänge und Schieber übertragen. Das Gas fließt durch den Eintrittsstutzen in die obere Kammer und von hier durch

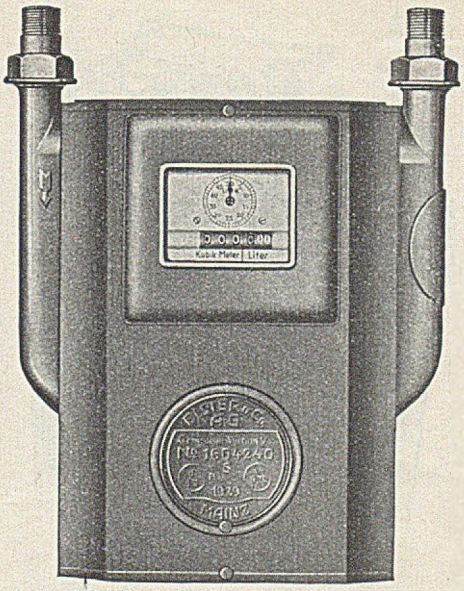


Fig. 15. Trockener Gasmesser.
für normale oder Hochbelastung, mit Rollenzählwerk.

die Schieber abwechselnd in die Blasebälge. Von den Blasebälgen gelangt das Gas gemessen durch den Austrittsstutzen in das Leitungsnetz.

Die Meßgenauigkeit des trockenen Gasmessers hängt vom Zustand der Membranen, Schieber und Ventile ab. Die Lederbälge müssen gut gefettet sein, damit sie geschmeidig sind. Fettarme Gase entfetten nach geraumer Zeit die Bälge und machen sie spröde und brüchig. Spröde Bälge verursachen höheren Druckverlust und brüchige Bälge Meßungenauigkeiten. Ein weiterer Nachteil besteht in der Möglichkeit, daß sich das Leder, falls das Steinkohlengas nicht genügend rein sein sollte, mit Teerprodukten überziehen kann.

Hochleistungsgasmesser.

Der normale Hochleistungsgasmesser ist ein trok-

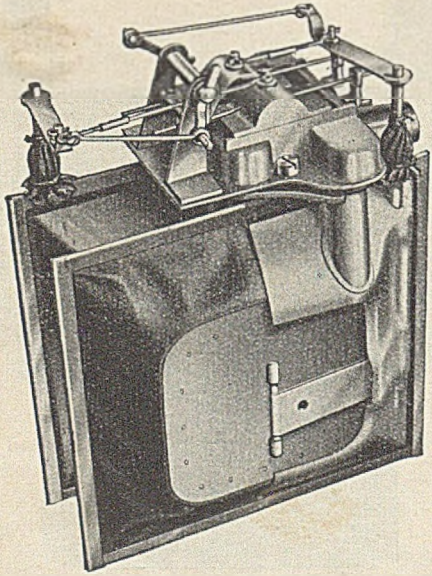


Fig. 16. Meßsystem des Hochleistungsgasmessers.
(Ein Teil des vorderen Meßkastens ist entfernt, um die Membrane sichtbar zu machen.)

kener Gasmesser, bei dem durch Erhöhung der sogenannten Tourenzahl das zulässige Durchflußvolumen auf das Drei- bis Vierfache gegenüber dem gewöhnlichen trockenen Gasmesser gesteigert werden kann. Durch Vergrößerung des Balginhaltes, Erweiterung der gasführenden Querschnitte und Erhöhung der Tourenzahl ist es gelungen, seine Maße bedeutend kleiner zu halten wie die eines gewöhnlichen Gasmessers.

Gasautomaten.

Ein Gasautomat ist ein gewöhnlicher nasser oder trockener Gasmesser in Verbindung mit einem Sperrwerk, welches erst nach Einwurf eines Geldstückes den Durchgang einer, dem Werte der Münze entsprechenden, Gasmenge durch den Messer ge-

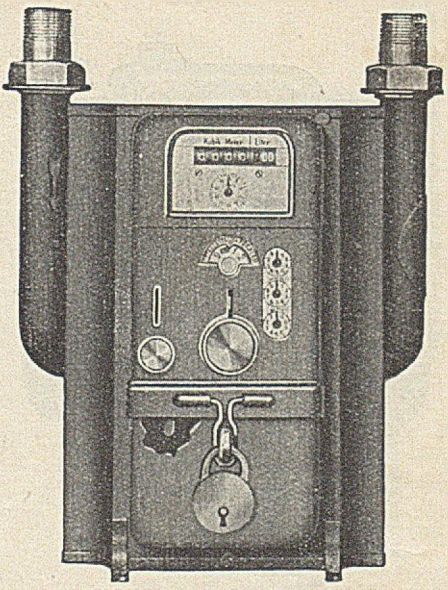


Fig. 17. Münzgasmesser
mit Einrichtung zur automatischen Einziehung von Grundgebühr (Verriegelung).

stattet und nach deren Verbrauch den weiteren Zufluß selbsttätig wieder schließt. Solche Automatgasmesser bieten dem Verbraucher den Vorteil einer leichteren Zahlungsmöglichkeit.

Das Bestreben der Gaswerke, dem Publikum das Gas zu allen häuslichen Vorrichtungen so bequem wie möglich zur Verfügung zu stellen, erzeugte auch den Wunsch, das Gas in den Waschküchen von Miethäusern einzuführen, wo mehrere Familien abwechselnd die Waschküche benutzen.

Der gewöhnliche Münzgasmesser erfüllt aber die Anforderungen, die sich aus der abwechselnden Benutzung durch mehrere Parteien ergeben, auch noch nicht restlos, und zwar bleibt folgende Schwierigkeit:

Es ist nicht möglich, im voraus genau zu beur-

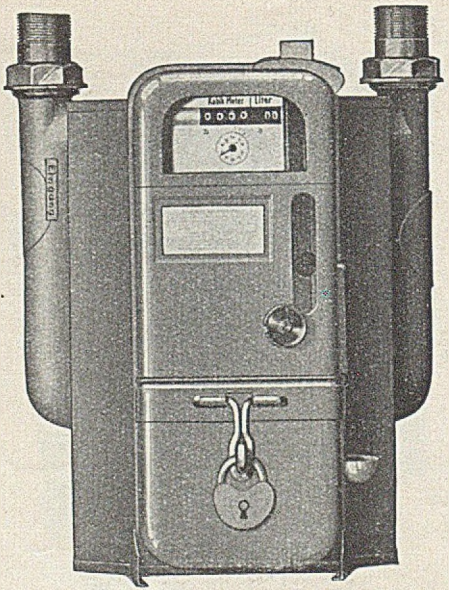


Fig. 18. Waschküchenautomat.
(Mit leerem Münzenmagazin und geschlossenem Ventil dargestellt.)

teilen, wieviel Gas man am Waschtage brauchen wird. Wirft man zu wenig Geld ein, so verlöschen die Flammen während der Arbeit, was eine Störung mit sich bringt und auch obendrein gefährlich ist. Wirft man zuviel Geld ein, so hat man keine Verwendung mehr für das vorbezahlte Gas. Es kommt dem Nachfolger zugut und gegenseitige Abrechnungen zwischen den Mietparteien führen zum Streit.

Aus dieser Schwierigkeit bietet der Elster-Waschküchenautomat einen einfachen Ausweg. Das eingeworfene Geld bleibt dem Konsumenten solange zugänglich, bis es für die Bezahlung von wirklich verbrauchtem Gas vom Automatenwerk selbsttätig herausgezogen wird. Am Ende des Waschtages können die unverbrauchten Münzen ohne weiteres vom Konsumenten selbst herausgenommen

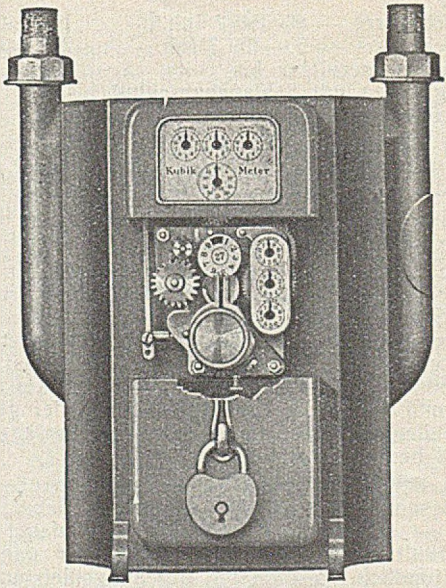


Fig. 19. Hochleistungs-Münzgasmesser
mit dem neuen Einheits-Automatenwerk.

werden, d. h. durch Bewegung des Einwurfschlitzes nach links fallen die im Magazin noch unverbrauchten Münzen ohne weiteres in ein Auffangschälchen. Diese Automaten gibt die Firma Elster & Co. — für 10 und 5 Pfg.-Einwurf eingerichtet — in den Verkehr.

Berechnung der Gasmessergrößen.

Die Bestimmung der Größe des Gasmessers erfolgt unter Zugrundelegung folgender stündlicher Gasverbrauchsziffern:

Glühlichtbrenner	÷ 150 l
Gaskocherflamme	400—600 l
Brat- und Backofen	800—1000 l
Gasbadeöfen	3000—10000 l
Heizofen	1000—4000 l

Kochkessel — 20—50 l Inh. —	1000—2000 l
Kochkessel — 50—100 l Inh. —	2000—4000 l
Bügeleisenerhitzer bis	300 l
Bügeleisen mit Schlauchanschluß bis	200 l
Gasmotoren je PS	750 l

Bei der Wahl der Größe des Gasmessers ist auf eventuelle Vergrößerung der Anlage Bedacht zu nehmen. Stark überlastete Messer ergeben einen zu hohen Druckverlust und strömt daher zu wenig Gas den einzelnen Gasgeräten zu.

Die Leistung wird bei dem gewöhnlichen Gasmesser nach Flammen angegeben. Man rechnet 150 l/Stunde Eichleistung. Es kommt jedoch vor, daß derselbe über die Normalleistung belastet wird, und zwar beträgt dieselbe bis zu 50%. Belastungen über 50% gewährleisten keine genauen Messungen mehr und führen zu hohem Verschleiß der gleitenden Teile, und dadurch wird die Lebensdauer der Messer bedeutend verkürzt.

Bei der Bestimmung der Gasmessergröße muß der Gesamtbedarf an Gas sowie die Benutzungsdauer — ob minutlich, stündlich oder dauernd — festgestellt werden. Ist der Bedarf nur minutlich oder stündlich, so kann mit der Spitzenleistung gerechnet werden, ist er dauernd, so wird die Eichleistung zugrunde gelegt.

Beispiel:

Es ist die Gasmessergröße eines Einfamilienhauses zu bestimmen. Vorhanden sind: Ein Badeofen mit 4000 l, ein Küchenherd mit 3 Flammen und Backofen rd. 2000 l, ein kleiner Übergangsheizofen und 2 Glühlichtbrenner rd. 800 l.

Lösung:

Der Gasverbrauch beträgt 6800 l pro Std. Da dieser Bedarf nicht dauernd benötigt wird, kann mit der Spitzenleistung gerechnet werden:

6800 : 150 + 50 % = 225. In diesem Falle also 6800 : 225 = 30 fl. Gasmesser 6800 : 30 = rd. 227 l/Flamme.

Der Gasmesser ist also um 2 Liter überlastet, was aber keinen weiteren Einfluß auf die Meßgenauigkeit ausübt.

Die Hochleistungsgasmesser werden nach ihrem stündlichen Gasdurchlaß bei Eichleistung bezeichnet.

Meßgenauigkeit.

Jeder Gasmesser wird, ehe er dem Gaswerk zur Verfügung gestellt wird, von der Eichbehörde geprüft.

Man unterscheidet bei Gasmessern eine Meß- und eine Verkehrsfehlergrenze. Fehlergrenze bei neuen Gasmessern ± 2%. Bei 100 l dürfen nur 2 l zu wenig oder zuviel angezeigt werden. Zeigt im Gebrauch der Messer mehr als ± 4% falsch an, so muß er aus dem Verkehr gezogen werden.

Glaubt ein Gasabnehmer, daß der Gasmesser falsch anzeigt, so ist er berechtigt, die Nachprüfung desselben zu fordern. Ergibt die Nacheichung, daß der Gasmesser mit seiner Meßgenauigkeit, die festgelegte Fehlergrenze nicht überschreitet, so hat der Gasabnehmer die Kosten zu tragen, im anderen Falle das Gaswerk.

Aufstellung der Gasmesser und Automaten.

Die Größe, den Standort und die Art der Aufstellung des Gasmessers bestimmt die Gasanstalt. Die Messer sind so anzubringen, daß sie gegen Beschädigung und Anstoßen geschützt, aber doch jederzeit zugänglich sind. Der Raum soll vom Tageslicht erhellt, trocken und frostfrei sein. Nasse Gasmesser müssen genau wagerecht aufgestellt werden, da bei Schrägstellung die Meßgenauigkeit leidet. Münz-Automaten sind nur in verschlossenen Räumen aufzustellen, sodaß der Mieter für den Münz- bezw. Geldeinwurf haften kann. Beim Setzen ist darauf zu achten, daß der Münzeinwurf nicht unbequem wird, also in einer Höhe bis etwa 1,50 m bis zum Einwurf.

Gasmesser-Prüfung.

Kubizierapparat zum Eichen von Gasmessern.

Die Prüfungsstation besteht aus einem Eichtisch mit Ausgangsrohrständer und einem Kubizierapparat. Auf dem Eichtisch sind einige zu prüfende Gasmesser aufgestellt und durch Rohre miteinander und mit der Prüfeinrichtung verbunden.

Das Wesentliche des Kubizierapparates ist eine Tauchglocke (siehe Figur 20), welche inner-

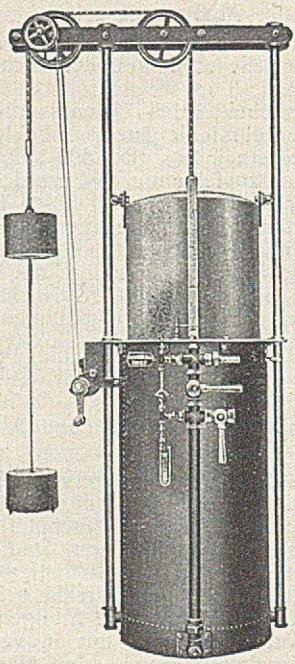


Fig. 20. Kubizierapparat
zum Eichen von Gasmessern.

halb eines Wasserkübels schwebt, indem sie an einer Kette hängt, die über Rollen läuft und am anderen Ende durch ein Gegengewicht belastet ist. Auf Seite der Tauchglocke herrscht ein geringes Übergewicht, sodaß die Luft unter einem Drucke von 40 mm WS in der Glocke steht. Das Rohr ragt im Inneren durch das Wasser in die Glocke hinein und führt den zu prüfenden Gasmessern die Druckluft zu, die Tauchglocke entleert sich und die Skala läßt genau nach Litern ablesen, wieviel Luft bei einer Prüfung ausströmt. Sind die Gasmesserzählwerke um die gleiche Literzahl vorgerückt, dann stimmen die Gasmesser, andernfalls erkennt man an der Differenz den Fehlerprozentsatz. Die Geschwin-

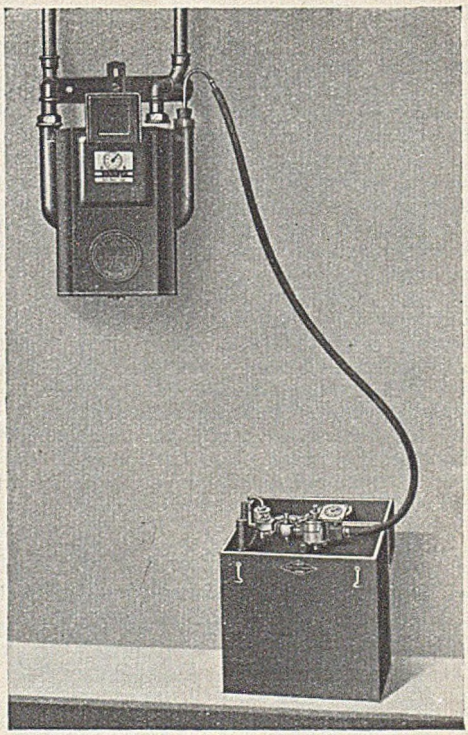


Fig. 21.
Am Standort befindlicher Gasmesser

Fig 22.
Trockener Eichkolben gebrauchsfertig angeschaltet

Zur Prüfung mit dem trockenen Eichkolben verbunden.

digkeit, mit welcher die Gasmesser geprüft werden sollen, kann an dem Ausblasehahn auf dem Eichtisch eingestellt werden. Um die Drücke am Eingang und Ausgang zu kontrollieren, sind Manometer angeordnet. Die Windevorrichtung dient zum bequemen Hochwinden der Tauchglocke nach Ablauf. Kubizierapparate werden in allen Größen hergestellt. Unser Schulmodell hat 200 Liter Inhalt und reicht zur Serienprüfung.

Trockener Eichkolben (Kontrollgasmesser).

Der trockene Eichkolben ist ein sehr praktischer Apparat, um Gasmesser an ihrem Standort zu prüfen. Der Apparat ist leicht von einer Person zu transportieren. Die Gaswerke können ohne großen Kostenaufwand und Störung des Konsumenten eine Nachprüfung der Gasmesser straßenweise leicht vollziehen und haben dadurch eine Kontrolle über die Meßgenauigkeit der Messer. Man erzielt mit dem trockenen Eichkolben Genauigkeiten, die mit denen der Kubizierapparate mindestens auf gleicher Höhe stehen. Die Handhabung des Apparates ist sehr einfach. Er wird, wie die Figur 22 zeigt, durch einen Schlauch an den Ausgang des zu prüfenden Gasmessers angeschlossen, kann aber ebensogut an irgend einen anderen Auslaß der Installation hinter dem Messer angeschlossen werden, da es auf den Druckverlust in der Leitung nicht ankommt. Die Anzahl der Füllungen ergibt ein am Schaltorgan angebrachtes Zählwerk. Das abströmende Gas wird an einer kleinen Spirituslampe, die in den Apparat eingebaut ist, entzündet und verbrannt.

Prüfungsapparat zur Überwachung von Gasrohrinstallationen.

Bei der Herstellung jeder Gasrohranlage sollte man sich schon während der Ausführung ständig von der Dichtigkeit überzeugen. Es ist daher zweckmäßig für jeden Installateur, sich mit einem Werkzeug zu versehen, mit dem er die neu verlegten Leitungen ständig auf absolute Dichtigkeit prüfen kann. Eine undicht und schlecht gearbeitete Rohrleitung bildet eine große Gefahr und verursacht durch Beseitigung derselben Unkosten.

Unsere Fig. 23 u. 24 zeigen einen Prüfungsapparat der Firma Elster & Co., Mainz, der es gestattet, die Leitung unter einem Druck bis 600 mm WS zu beobachten. Jede Undichtigkeit läßt sich sofort durch Sinken der WS im Druckmesser erkennen.

Belastbarkeitsprüfer.

Der Apparat soll in einfachster Weise die Frage beantworten, ob eine vorhandene Gasleitung noch

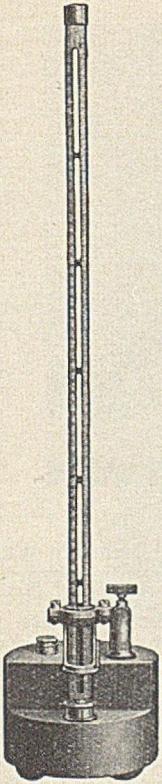


Fig. 23

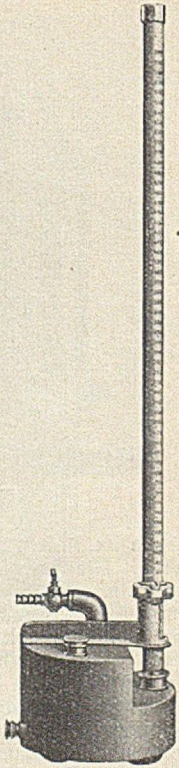


Fig. 24

eine weitere Belastung zur bestehenden verträgt und wie groß diese noch mögliche Belastung ist.

Die Anwendung ist folgende:

Wie uns Fig. 25 zeigt, wird der Apparat mit der Verschraubung an derjenigen Stelle mit der Leitung verbunden, wo der zusätzliche Anschluß geplant ist. Zwischen dem zylindrischen Kessel und dem konischen Aufsatz befindet sich im Innern ein Ventil, dessen Ausströmungsquerschnitt kontinuierlich

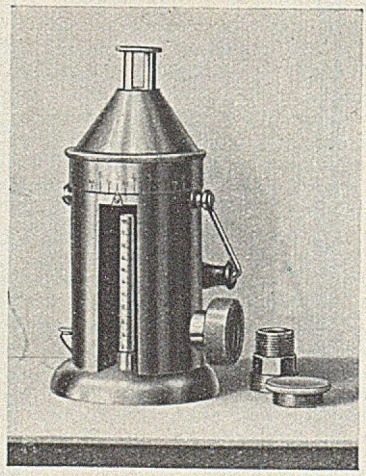


Fig. 25.

veränderlich ist, indem an der gerändelten Wulst gedreht wird. Die jeweilige Ausströmungsgeschwindigkeit ist an der Skala ablesbar. Je weiter man das Ventil öffnet, um so mehr sinkt der Druck im Kessel (Fließdruck), welcher am Manometer beobachtet wird. Stellt der anzuschließende Verbrauchsapparat einen Gasverbrauch von z. B. 3 m^3/Stunde dar, so stellt man das Ventil so, daß der Zeiger auf 3 steht; das Manometer läßt dann erkennen, welcher Druck bei dieser Abnahme noch vorhanden ist. Nimmt man den Druck, der noch an dem Gasgerät herrschen soll, mit 30 mm WS an, so beantwortet das Manometer die Frage, ob der bleibende Fließdruck noch genügt oder nicht. Selbstverständlich müssen die vorhandenen Gasverbraucher während dieses Versuches in Betrieb gesetzt werden.

Als Manometer dient hier ein Einschenkelmanometer mit unmittelbar auf die Röhre geätzter Teilung. Der Fuß des Apparates bildet zugleich das Wassergefäß des Manometers. Der Druck ergibt sich unmittelbar aus der Einstellung in dem einen

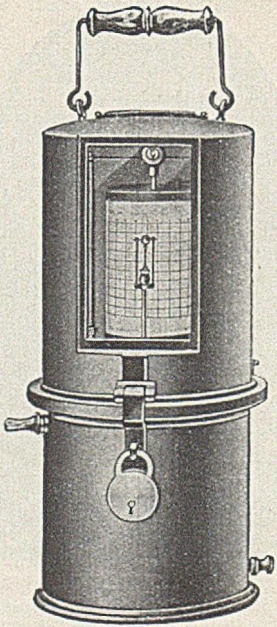


Fig. 26

Schenkel, ohne jede Rechnung. Die Füllöffnung (zugleich Überlauf) ist in der Abbildung links sichtbar.

Dieser Apparat wird von der Gasmesserfabrik Elster & Co., Mainz, in zwei Größen hergestellt:

Größe A für 0 — 40 m³ Stunde
Größe B für 0 — 12 m³ Stunde.

Druckschreiber.

Der Druckschreiber hat den Zweck, den Gasdruck auf 24 Stunden an irgend einer Stelle des Rohrnetzes zu prüfen. Man kann an Straßenlaternen oder sonst erforderlichen Stellen, wo ein Schlauchhahn vorhanden ist, den Apparat ohne weiteres anschließen.

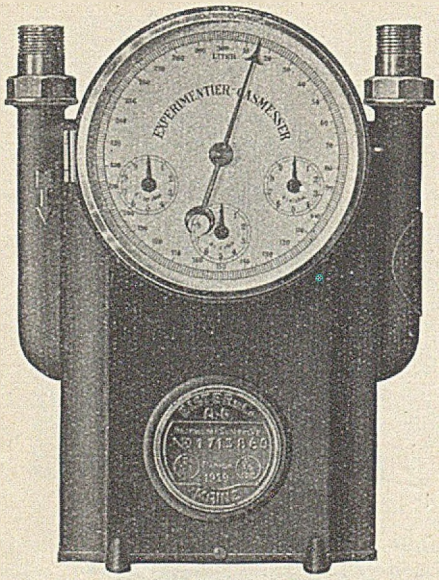


Fig. 27

Kontroll- und Vortrags-Gasmesser System „Elster".

Zu Kontrollzwecken sind die trockenen Kontrollgasmesser besonders dort von großem Wert, wo die Messer häufig transportiert und neu aufgestellt werden müssen. (Bei nassen Messern ist häufige Füllung und Entleerung lästig).

Fig. 27 zeigt einen Kontrollgasmesser, welcher ein Zifferblatt von 25 cm Durchmesser hat, dessen großer Teilkreis am Rande in 100 Ltr. von 1 zu 1 eingeteilt ist. Die 3 kleinen Zeiger registrieren den Gasdurchgang fortlaufend. Sämtliche Zeiger können von Hand auf Null zurückgestellt werden. Der Messer eignet sich für Untersuchungen, für Kochvorträge usw.

—

Vorteile und Wirtschaftlichkeit der Gasfeuerung.

In Haushalt und Industrie bietet die Verwendung der gasförmigen Brennstoffe folgende Vorteile und Annehmlichkeiten:

1. Sofortige Betriebsbereitschaft.
2. Schnelle Erreichung und leichte Einhaltung des gewollten Hitzegrades.
3. Die Möglichkeit, der Flamme eine ganz bestimmte Gestalt, Richtung und Größe zu geben, sie einem Werkstück oder Werkzeug nach Bedarf gleichbleibend oder wechselnd anzupassen. Dieser Vorteil spielt in der Industrie eine solch große Rolle, daß dagegen die etwaigen Mehrkosten des Gases gegenüber der Steinkohle oder dem Koks völlig zurücktreten.
4. Sauberkeit der Feuerstätte.
5. Keine Verschmutzung der Räume.
6. Sofortige Abstellbarkeit des Feuers.
7. Keine Rauch- und Rußbildung.
8. Fortfall der Lagerräume für Kohle und Holz, von Bedienung und Aschetransport.

Somit wird manche Arbeitsstunde erspart.

Bei Berechnung der Brennstoffpreise oder der Kosten einer bestimmten Anzahl Wärmeeinheiten, ist der gasförmige Brennstoff als das edlere Produkt selbstverständlich stets teurer, sobald aber der Nutzeffekt berücksichtigt wird, ändert sich das Bild zugunsten des Gases. Werden außerdem noch die oben angeführten Vorteile in Betracht gezogen, so stellt sich die Gasfeuerung oft genug doch noch als billiger heraus als jede andere Feuerung.

Bei der Verwendung in Gewerbe und Industrie fallen die mittelbaren Ersparnisse, die das Gasfeuer ermöglicht, zumeist noch schwerer ins Gewicht als bei der Küchenfeuerung, der Wassererhitzung und Zimmerheizung.

Die Zeitersparnis durch schnelleres Anheizen und rascheren Verlauf der Nutzarbeit selbst, die Verminderung der Arbeiterzahl, die geringe Abhängigkeit von der Aufmerksamkeit oder dem Geschick des Arbeiters, der verminderte Verschleiß der Werkzeuge und Geräte, die Abwesenheit von Asche, Rauch, Ruß und Staub, der völlige Wegfall von Aus-

schuß und sonstigen bei Kohlenfeuerung fast unvermeidlichen Unzuträglichkeiten sind bei der fortschreitenden Verfeinerung der Fabrikationsmethoden und der Erzeugnisse immer häufiger von größerem Geldwert als die Mehrkosten des veredelten Feuers.

Wenn sich dazu noch billigere Sonderpreise für das in Gewerbe und Industrie verbrauchte Gas gesellen, was bereits in verschiedenen Zweigen schon geschehen ist, so werden der Gasfeuerung noch mehr Absatzmöglichkeiten geboten.

Zu beachten ist noch, daß in vielen Fällen die Anlagekosten einer Gasfeuerung geringer sind als die eines Ofens für feste Brennstoffe, namentlich dann, wenn die besonderen Eigenschaften und Fähigkeiten der Gasfeuerung in vollem Umfange ausgenutzt werden. Dasselbe gilt oft auch von den Instandhaltungskosten, da die Haltbarkeit der Gasbrenner und der sie umschließenden Ofenwände größer ist als die der Roststäbe und der Ausmauerungen von Kohlenfeuerstätten.

Gasbrenner.

Von den beiden grundsätzlich verschiedenen Brennerarten, die für Heizzwecke zur Verfügung stehen, spielen diejenigen mit leuchtender Flamme bei der Gasfeuerung in Gewerbe und Industrie nur eine geringfügige Rolle.

Bei weitem mehr Bedeutung kommt dem entleuchteten Brenner zu. Er ist daher in zahllosen Ausführungsformen und Größen zu finden.

Die Brenner mit leuchtender Flamme sind der Bauart nach am einfachsten. Ein Zurückschlagen kann bei leuchtender Flamme nicht eintreten. Deshalb werden diese Brenner meistens im Haushalt, insbesondere bei Badeöfen, Heizöfen sowie zum Teil noch bei Brat- und Backöfen verwendet.

Für den Einbau der Brenner kommen folgende Regeln in Betracht:

1. Alle Gasgeräte müssen das Gas vollkommen und geruchlos verbrennen.
2. Leuchtflammen müssen eine klare, scharf begrenzte Form über einem nicht leuchtenden Kern haben. Sie dürfen nicht trübe und unruhig brennen und sich in die Länge ziehen.

3. Entleuchtete Flammen müssen einen scharf begrenzten blaugrünen Kern (Innenkegel) und darüber einen blauen Flammenmantel (Außenkegel) haben. Ist der Innenkegel nicht scharf begrenzt, so ist die Luftbeimischung durch die Öffnungen im Mischrohr ungenügend. Das Gas verbrennt, sofern die Flamme kalte Wandungen berührt, unvollkommen und mit unangenehmen Geruch.
4. Schlägt die Flamme zurück, so wird zu wenig Gas oder zu viel Luft zugeführt.
5. Brenner mit **leuchtender** Flamme sind so einzubauen, daß die Flammenspitzen auch beim höchsten Gasverbrauch nicht an metallene oder sonstige Wände heranlecken, auch nicht mit Wasser oder anderen Flüssigkeiten in unmittelbare Berührung kommen können, weil sie sonst rußen.
6. Der Einbau von Brennern bei **entleuchtender** Flamme ist so verzunehmen, daß der grüne Innenkegel der Flamme den zu beheizenden Gegenstand nicht berührt.
7. Alle Gasbrenner in umschließenden Gehäusen (Heizöfen — Badeöfen — Bratöfen etc.) müssen zum Anzünden bequem zugänglich sein und sollen während des Betriebes ohne Schwierigkeiten beobachtet werden können. Völlig verdeckt oder ganz versteckt liegende Brenner sind zu vermeiden. Auch die Brennerhähne müssen leicht zugänglich und gegen unabsichtliche Verstellung geschützt sein.

Die Feinheit und bequeme Regulierungsmöglichkeit der Wärme bei den modernen Gasgeräten hatte die außerordentliche Verbreitung der Gasküche in den letzten Jahren zur Folge.

Auch in der Großküche zeigt das Gas seine Überlegenheit der Kohle gegenüber.

Zur Verwendung in Kochern gelangen ausschließlich entleuchtete Flammen, da bei leuchtender Flamme das Kochgeschirr sofort verrußen würde.

An jedem Kochbrenner sind zu unterscheiden:

Düse — Mischrohr — Brennerkopf.

Aus der Düse entströmt das Gas und soll durch die davor liegende Luftöffnung des Mischrohres einen Teil der erforderlichen Verbrennungsluft

(Erstluft) ansaugen und mitreißen. Brennerdüsen müssen so ausgebildet sein, daß sie leicht auswechselbar sind und dem vorhandenen Gasdruck angepaßt werden können. Bei hohem Gasdruck muß eine kleine — bei niedrigem eine größere Düse eingesetzt werden.

Wichtig ist, daß Regulierdüsen an Kochern, Bügeleisenerhitzern usw. nicht ohne weiteres verstellt werden können.

Im Mischrohr wird die durch die seitlichen Löcher angesaugte Luft mit Gas gemischt. Allgemein wird durch diese Luftlöcher ungefähr die dreifache Luftmenge mitgerissen, während zur vollständigen Verbrennung des Gases mindestens 5,5 Teile Luft erforderlich sind. Diese Luft muß als Zweitluft am Brennerkopf zutreten können.

Die Form des Mischrohres muß so gewählt werden, daß eine möglichst große Luftmenge als Erstluft angesaugt wird. Da bei zu großer Luftmenge jedoch die Gefahr besteht, daß die Flamme beim Anzünden oder Kleinstellen zurückschlägt und an der Düse brennt, werden an den Mischrohren Schieber oder Ringe angebracht, die einen Teil der Luftöffnung abdecken und regulierbar sind.

Der Brennerkopf hat die Aufgabe, eine für die Erhitzung des Gegenstandes geeignete Flammenbildung zu entwickeln. Aus diesem Grunde wird die Form der Brenner in verschiedenen Arten ausgeführt.

Z. B. Längsbrenner — H-brenner — Rechenbrenner — Rostbrenner — Rundbrenner.

Der Abstand der Öffnungen muß ein absolut sicherer sein und ein Weiterklettern der Flamme von Öffnung zu Öffnung gewährleisten.

Der Rundbrenner kommt hauptsächlich in der Gasküche zur Verwendung, während die anderen Brenner für die verschiedensten Zwecke im Gasverbrauch verwandt werden.

Der Gaskocher besteht aus dem Kochgestell und dem Brenner.

Nach der Anzahl der Letzteren unterscheidet man Ein-, Zwei- und Mehrlochkocher.

Je nach Art der Ausbildung des Kochergestells unterscheiden sich offene oder Rippenkocher und geschlossene oder Plattenkocher.

Als erste Kochregel gilt, daß nach Erreichung des Siedepunktes der betreffenden Speisen die Flammen soweit klein zu stellen sind, daß nur die Wärmeverluste des Topfes gedeckt werden. Einhahnige Doppelbrenner, die eine besondere Kleinstellflamme besitzen, deren Gasverbrauch ca. 70 Liter — bei großen Flammen bis zu 450 Liter — beträgt, finden hier fast durchweg Verwendung.

Bei Vollbrand brennen beide Flammen, bei Kleinstellung nur die kleine Flamme. Die Brenner werden normalerweise bei einem Gasdruck von 45 mm geliefert. Ist der Gasdruck in der Praxis höher, so muß die Düse durch eine kleinere, bei niedrigerem Gasdruck durch eine große ersetzt werden. Neuerdings sind an den Rohren Regulierdüsen, die nach dem Druck an Ort und Stelle eingestellt werden können, angebracht.

Die einzelnen Brenner müssen leicht auseinanderzunehmen und zu reinigen sein. Brennerpilz und Brennerdeckel müssen leicht heraus- bezw. abnehmbar sein.

Die früher vielfach auf den Markt gebrachten Kocher mit vorderen Ankoch- und hinteren Fortkochstellen sind unwirtschaftlich und längst überholt.

Vor jeder Gaskocherverbindung ist ein Absperrhahn anzubringen, der bei Schlauchanschluß ein Schlauchhahn, bei starrer Verbindung ein Haupthahn — beide schweres Modell mit mindestens 1/2" Gewindeanschluß und entspechend weitem Durchlaß — zu sein hat.

Jede Verbindung des Gaskochers mittels Gummischlauches ist gefahrvoll und daher nicht zu empfehlen.

Wirkungsgrad des Kochers.

Unter dem Begriff „Wirkungsgrad der Gaskocher" versteht man im allgemeinen das Verhältnis der im Kochgefäß nutzbar gemachten Wärmemenge zu der während des Prozesses im verbrauchten Gase enthaltenen Wärmemenge.

Bei guten Kochern muß der Wirkungsgrad mindestens 55 % betragen. Bei den offenen Kochern lassen sich Wirkungsgrade bis zu 70 % einwandfrei erzielen. Die im Haushalt gebräuchlichsten Töpfe haben einen Durchmesser von 20 — 24 cm, ent-

sprechen also der Forderung recht gut. Breite und niedrige Töpfe sind im Gebrauch sparsamer als hohe und schmale.

Ist zur Erwärmung von 1 Liter Wasser von 14° C auf 99° C ein Verbrauch von 40 Liter Gas bei einem Heizwert (Hu) von 4000 WE festgestellt, so errechnet sich der Wirkungsgrad aus

$$W = \frac{1 \cdot 85}{40 \cdot 4} = \frac{85}{160} = 0{,}53.$$

Gasherde.

Gasherde stellen eine Kombination zwischen Kocher, Brat- und Backofen dar. Ihre Vorteile beruhen in der Platzersparnis und sofortigen Bereitschaft zum Backen und Braten. Der stündliche Gasverbrauch beträgt 600 bis 800 Liter und kann bei Drosseln des Backofenhahnes bis auf $^1/_7$ des Verbrauches bei Vollbrand verringert werden.

Gleichmäßige Temperaturverteilung im Ofen ist unbedingt erforderlich. Beim Aufstellen der Herde ist deshalb darauf zu achten, daß der seitliche Abstand zwischen Herd, Wand und Mauer mindestens 10 — 12 cm beträgt, damit die Backhitze auf beiden Seiten des Backofens die gleiche Temperatur behält.

Über das Anzünden der Backofenflamme muß der Kunde genauestens unterrichtet werden, da durch falsche Behandlung Gasexplosionen entstehen können.

—

Die Gasbeleuchtung.

In den letzten Jahren hat die Gasbeleuchtung eine Reihe wichtiger Fortschritte gemacht. Die Stufungsfähigkeit des Gaslichtes ist durch Unterteilung der Glühlichtbrenner in mehrere Glühkörper beträchtlich gefördert worden. Die Glühkörper selbst wurden wesentlich verkleinert und ihre Leuchtkraft und Lebensdauer zugleich beträchtlich erhöht.

Der Einbau automatischer Zündungen für die Lampen wird immer häufiger, so daß neuzeitlich installiertes Gaslicht an Bequemlichkeit jede andere Beleuchtungsart erreicht.

Der Glühkörper.

Der Glühkörper besteht aus einem Gewebe von Baumwolle, Ramie oder Kunstseide, das mit Nitraten

von Thor und Cer (99 % Thor und 1 % Cer) getränkt, verascht und gehärtet ist. Glühkörper aus Ramie (Chinagras) haben sich recht gut bewährt, da die Ramiefaser beim Glühen sehr wenig sintert; sie sind deshalb in ihrer Leuchtkraft beständiger als Glühkörper aus Baumwolle. In letzter Zeit kommen Glühkörper aus Kunstseide mehr und mehr in Aufnahme. Als Grundstoffe hierfür dienen Kupferzelluloseseide und Kollodiumseide. Auch bei sehr langer Brenndauer behalten Kunstseideglühkörper Festigkeit und Elastizität bei.

Zum Transport in gehärtetem Zustande werden die Glühkörper schellackiert, d. h. in eine Lösung von Schellack und Aether getaucht und letzterer verdunstet. Vor Ingebrauchnahme muß der Schellacküberzug abgebrannt werden. Für die Leuchtkraft des Gasglühlichtes ist in erster Linie die Temperatur maßgebend, auf welche der Glühkörper erhitzt wird. Die Leuchtkraft des Gases im Schnittbrenner bildet keinen Maßstab für diejenige des Gasglühlichtes. Auch der Heizwert des Gases steht nicht in unmittelbarer Beziehung zu der Leuchtkraft des Gasglühlichtes.

Das stehende Gasglühlicht.

Der Bunsenbrenner besteht aus Düse, Mischrohr und Brennerkopf. Das durch die Düse ausströmende Gas saugt einen Teil der Verbrennungsluft an und entleuchtet die Flamme.

Die Ausströmungsgeschwindigkeit verhält sich direkt wie die Quadratwurzel aus der Druckhöhe und umgekehrt, wie die Quadratwurzel aus dem spez. Gewicht des Gases. Gewöhnlich saugt ein Teil Gas die $2^1/_2$ — 3 fache Menge Luft an. Im Mischrohr mischen sich Luft und Gas. Die seitlichen Löcher sollen tiefer liegen als die Düsenmündung. Der Brennerkopf ist oben mit einem Drahtsieb oder einer gelochten Blechkapsel abgeschlossen, wodurch das Zurückschlagen der Flamme verhindert wird.

Der Wirkungsgrad des Gasglühlichtes ist bedingt dadurch, daß die heißeste Zone der Flamme mit dem Glühstrumpf zur Deckung gebracht wird.

Hängeglühlicht.

Der nach unten gerichtete Bunsenbrenner besteht ebenso wie der aufwärtsbrennende aus Düse, Misch-

Kurven der Lichtverteilung für stehendes und hängendes Gaslicht.

Stehendes Gaslicht C-Brenner —— Hängelicht 110 HK ----

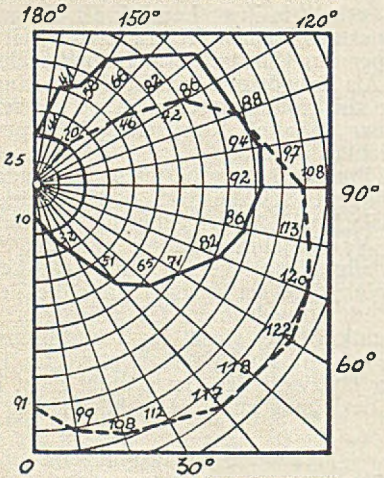


Fig. 28.

rohr und Brennerkopf. Hängeglühlicht muß Regulierdüsen besitzen. Die Flamme ist kürzer als beim stehenden Licht und biegt sich wulstförmig nach oben. Der Glühkörper ist korbförmig und unten geschlossen. Verbrennungsluft und Gas werden durch die Abgase vorgewärmt. Deshalb und wegen der günstigen Lichtausstrahlung nach unten, bietet Hängelicht gegenüber dem stehenden Licht bedeutende wirtschaftliche Vorteile.

Leuchtkraft und Gasverbrauch des stehenden Gasglühlichtes.

Gobobrenner der Auergesellschaft.

Gr. 0	Gasverbr. 55—60 l/st;	Helligk. 55—60 HK
Gr. I	Gasverbr. 85—90 l/st;	Helligk. 85—90 HK
Gr. II	Gasverbr. 120—130 l/st;	Helligk. 120—130 HK
Gr. III	Gasverbr. 150—160 l/st.	Helligk. 150—160 HK

Die älteren stehenden Gasglühlichtbrenner (norm. C-Brenner, Juwel-, Liliputbrenner) werden jetzt weniger angewendet.

C-Brenner: Gasverbr. 125 l/st; Leuchtkr. ca. 80 HK
Juwel-Brenner: Gasverbr. 80 l/st; Leuchtkr. ca. 55 HK

Leuchtkraft und Gasverbrauch vom Hängelicht.

Die üblichen Brennergrößen, wie z. B. von den Firmen Ehrich & Graetz, Auergesellschaft, Julius Pintsch A.-G. und Killing in den Handel gebracht worden sind:

ca. 15	l/st.	Gasverbrauch,	Leuchtkraft 10 HK
ca. 35	l/st.	Gasverbrauch,	Leuchtkraft 30 HK
ca. 50—60	l/st.	Gasverbrauch,	Leuchtkraft 50 HK
ca. 100	l/st.	Gasverbrauch,	Leuchtkraft 100 HK

Niederdruckstarklicht.

Niederdruckstarklichtlampen werden hergestellt mit 1—4 Glühkörpern in Helligkeiten von 200 ÷ 1500 HK.

1-flammig	200 HK	und	300 HK
2-flammig	600 HK		
3-flammig	600 HK	und	1000 HK
4-flammig	1500 HK	und	2000 HK.

Spez. Gasverbrauch 0,6—0,8 l/HK. Bei mehrflammigen Lampen kann jede Flamme für sich gelöscht werden. (Nachtbeleuchtung). Bei den „Gloria" Niederdruckstarklichtlampen werden mit 1 Glühkörper bis zu 1400 HK erzielt.

Starklicht mit erhöhtem Druck (Preßgas).

Durch Anwendung höheren Druckes wird dem Gas im Bunsenbrenner die 5 bis 5½-fache Luftmenge beigemischt. Gebläse zur Schaffung dieses höheren Druckes ist erforderlich.

Man unterscheidet z. Zt. folgende Bauarten:

1. Preßgas: 1340 bis 1400 mm WS Druck, erfordern besondere Preßgasleitungen.
2. Preßluft: Zuführung gepreßter Luft (1350 bis 1400 mm WS zu den einzelnen Lampen). Das Gas bleibt unter gewöhnlichem Druck. Es sind daher Gas- und Luftleitungen erforderlich.
3. Gasluftgemisch (Selas): 250 mm WS Druck. Es werden im Kompressor 1 Teil Gas mit 1½ Teilen Luft gemischt.

Grundgrößen für die Lichtmessung.

a) Lichtstärke J ist die Intenzität des Lichtstromes in einer gewissen Richtung. Als Einheit dient in Deutschland die Stärke des Lichtes, das in horizontaler Richtung von der Amylacetatlampe von Hefner-Alteneck, ausgestrahlt wird.

In Amerika, England und Frankreich ist die internationale Kerze NK gebräuchlich. Es besteht die Beziehung

$$1 \text{ HK} = 0{,}9 \text{ NK}$$
$$1 \text{ NK} = 1{,}11 \text{ HK}$$

b) Lichtstrom Φ ist die Lichtleitung ausgedrückt in Lumen (Lm). Lichtstrom einer Lichtquelle = 12,57 × Lichtstärke.

Hierin ist 12,57 die Oberfläche der Kugel bezogen auf den Radius gleich 1, nämlich

$$\Phi = 4 \cdot \pi \cdot r^2, \text{ somit } 4 \cdot \pi \cdot 1^2 = 12{,}57 \text{ m}^2.$$

(siehe Fachkalender 1930, 1. Teil, Seite 182 f.)

c) Die Beleuchtungsstärke E wird in Lux gemessen und ist die Wirkung einer oder mehrerer Lichtquellen auf der beleuchteten Fläche. Man versteht unter 1 Lx die Beleuchtung, die der Lichtstrom von 1 Lm auf der Fläche von 1 m² hervorruft oder die Beleuchtung, die eine Lichtquelle von der Lichtstärke 1 HK bei senkrechtem Lichteinfall auf einer Fläche erzeugt, die 1 m entfernt ist.

$$\text{Beleuchtungsstärke} = \frac{\text{Lichtstrom}}{\text{Fläche}}$$

$$\text{oder } E = \frac{\Phi}{F} \ldots \text{Lx}.$$

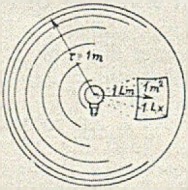


Fig. 29

d) Beziehung zwischen Lichtstrom und Lichtstärke. Das Lichtbündel, welches z. B. eine quadratische Projektionsfläche trifft, hat die Form einer 4-seitigen Pyramide mit der Bildwand

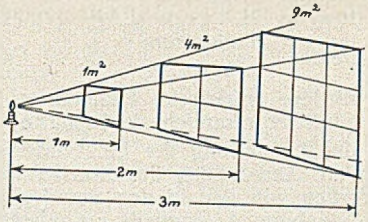


Fig. 30

als Grundfläche und der Lichtquelle als Spitze. Einen derart abgegrenzten Teil des Raumes nennt man Raumwinkel w.

$$\text{Es ist somit Lichtstärke} = \frac{\text{Lichtstrom}}{\text{Raumwinkel}}$$

$$J = \frac{\Phi}{w} \text{ HK}$$

e) Entfernungsgesetz.

Die Beleuchtungsstärke einer Fläche ändert sich im direkten Verhältnis wie die Lichtstärke und im umgekehrten Verhältnis wie das Quadrat des Abstandes r von der Lichtquelle.

$$\text{d. h.} \qquad E = \frac{J}{r^2} \; . \; . \; . \; \text{Lx}$$

f) Leuchtdichte „e" auch Glanz oder Lichthelle genannt ist das Verhältnis der Lichtstärke in einer bestimmten Richtung zu der in dieser Richtung gesehenen scheinbaren Größe der leuchtenden Fläche.

$$\text{Leuchtdichte} = \frac{\text{Leuchtstärke (HK)}}{\text{leuchtende Fläche (cm}^2\text{)}}$$

$$\text{oder} \qquad e = \frac{J}{F}$$

g) Lichtmenge. Man versteht darunter den von einer Lichtquelle gelieferten Lichtstrom während einer bestimmten Zeit in Stunden.

Lichtmenge = Lichtstrom (Lm) × Zeit in Std.

$$Q = \Phi \cdot T \text{ Lumenstunden (Lmh).}$$

h) Lichtausbeute ist das Verhältnis des von der elektrischen Lichtquelle gelieferten Lichtstromes zu der aufgebrauchten Leistung.

Leistung in HK/l bezw. L/HK gemessen

$$\text{Lichtausbeute} = \frac{\text{Lichtstrom } \Phi}{\text{Leistung}} \quad \ldots . \text{ Lm/HK/l}$$

Die mittlere sphärische Lichtstärke ($J_{\bigcirc}$) (mittlere räumliche Lichtstärke)

Durch die Aufstellung der Lichtverteilungskurve und durch die Anwendung des Rousseauschen Verfahrens werden wir also in den Stand gesetzt, den von jeder beliebigen Lichtquelle ausgehenden Lichtstrom zu ermitteln.

Es ist vielfach üblich, an Stelle des Lichtstromes die mittlere sphärische Lichtstärke als Kennzeichnung für eine Lampe anzugeben, und man versteht unter der mittleren sphärischen Lichtstärke (Bezeichnung $J_{\bigcirc}$) die Lichtstärke, die die Lampe besitzen würde, wenn sie ihren Lichtstrom nicht in der ihr eigentümlichen Verteilung, sondern gleichmäßig nach allen Richtungen ausstrahlen würde.

Es besteht also die Beziehung

$$\Phi = 4 \cdot \pi \cdot J_{\bigcirc}.$$

Die mittlere hemisphärische Lichtstärke ($J_{\bigcirc}$) (mittlere halbräumliche Lichtstärke).

Einige Lichtquellen werfen fast ihren ganzen Lichtstrom in die untere Raumhälfte. Den Mittelwert aller Lichtstärken in der unteren Raumhälfte bezeichnet man als die untere halbräumliche Lichtstärke (Bezeichnung $J_{\bigcirc}$).

Bewertung der Lampen.

Früher bewertete man die Lampen teils nach ihrer mittleren horizontalen Lichtstärke J_h (HK_h), teils nach ihren mittleren hemisphären Lichtstärken $J_{\bigcirc}$ ($HK_{\bigcirc}$). Jetzt berechnet man alle Lampen einheitlich nach ihrem Gesamtlichtstrom in Lumen.

Projektierung von Beleuchtungsanlagen.

1. Verkehrsbeleuchtung, wenn sie nur dem Verkehr dienen soll. — Maßgebend ist die Beleuchtung in Lx auf einer horizontalen Fläche der Meßebene, 1 m über dem Fußboden.

2. Arbeitsbeleuchtung, wenn sie für eine größere Arbeit ausreichend sein soll. Maßgebend ist die Beleuchtung in Lx auf einer horizontalen oder geneigten Arbeitsfläche eventuell auf der Meß-

ebene. Beträgt z. B. die mittlere Beleuchtung eines Raumes 30 Lx, so ist damit die mittlere Beleuchtungsstärke auf der Meßebene bezw. der Arbeitsfläche gemeint.

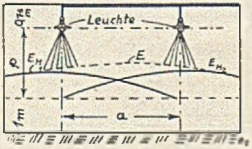
Nach den Leitsätzen für Fabrikbeleuchtung der deutschen Beleuchtungstechn. Gesellschaft (D B G) sind nachstehende Angaben zu berücksichtigen.

Verkehrsbeleuchtung.	Beleuchtung mittlere Lx erwünscht	kleinste mindestens
Auf Fahrwegen, Durchfahrten, Höfen, soweit sie dem Verkehr dienen	0,5—2	0,2
In Nebengängen, Nebenräumen, Lagerräumen	2—5	0,6
An Ein- und Ausgängen, Hauptgängen, Treppen, Werkstätten	5—15	2
Arbeitsbeleuchtung.		
Für grobe Arbeit, Walzwerke, Schmiede, grobe Montage	15—30	10
Für mittlere Arbeit, z. B. Schlosserei, Dreherei, Montage, Tischlerei, Klempnerei, Spinnerei	40—60	20
Für feinere Arbeit, Feinmechanik (Weberei, helle Stoffe), Büro	60—90	30
Für feinste Arbeit, Uhrmacher, Graveure, Setzerei	90—250	50

Für Straßenbeleuchtung rechnet man (in großen Städten) gute Beleuchtung = 5 Lux, mittlere Beleuchtung 2 — 4 Lux, schwache Beleuchtung 1 — 1,5 Lux.

Lampenabstand.

Je kleiner der Abstand der Lampen untereinander, desto gleichmäßiger ist die Beleuchtung.



Kurve $E = EH_1 = EH_2$

Fig. 31.

Man wählt den Lampenabstand

$$a = 1{,}5\ p - 2{,}5\ p$$

worin p = den Abstand von 1 m über dem Fußboden bis zur Aufhängehöhe der Leuchte bedeutet, auch Lichtpunkthöhe genannt.

Wirkungsgrad einer Beleuchtungsanlage

ist gleich dem Verhältnis des wirklich ausgenutzten Lichtstromes zu dem aufgewandten Gesamtlichtstrom Φ.

$$\gamma = \frac{\Phi n}{\Phi}$$

Es ist auch somit die mittlere Beleuchtung einer Fläche

$$E = \frac{\Phi n}{F}; \qquad E = \frac{\Phi \cdot \gamma}{F} \ldots \text{Lux.}$$

Der Wirkungsgrad kann für Räume mittlerer Größe mit weißer Decke und hellen Wänden gewählt werden zu

$\gamma = 0{,}45 - 55$ bei vorwiegend direkten tiefstrahlenden und halbindirektem Licht.

$\gamma = 0{,}35$ bei ganz indirektem Licht.

Beispiel 1:

Ein Raum 5 × 5 m Grundfläche mit weißer Decke soll mit ca. 60 Lux im Mittel durch eine Lampe halbindirekt beleuchtet werden. Wie groß ist der Lichtstrom?

$$\Phi = \frac{E \cdot F}{\gamma} = \frac{60 \cdot 25}{0{,}45} = \underline{3330 \text{ Lm.}}$$

Beispiel 2:

Eine Gießereihalle von 1000 m² Bodenfläche soll durch Tiefstrahler eine mittlere Beleuchtung von 25 Lux erhalten. Der Lichtstrom Φ sei aus vorhergehendem Beispiel mit 3330 Lm angenommen. Da mit einer straken Verschmutzung zu rechnen ist, so wählt man den Wirkungsgrad $\gamma = 0{,}45 \cdot 0{,}7 = \sim 0{,}3$, folglich läßt sich die Fläche für eine Lampe bestimmen auf

$$F = \frac{\Phi \cdot \gamma}{E} \ldots \text{m}^2.$$

$$F = \frac{3330 \cdot 0{,}3}{25} = 40 \text{ m}^2/\text{Lampe}$$

und somit die Lampenzahl

$$Z = \frac{1000}{40} = 25 \text{ Lampen.}$$

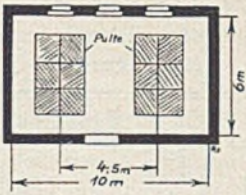


Fig. 32.

Beispiel 3:

Ein Büro von 6 × 10 Meter, 3,50 Meter hoch, weiße glatte Decke soll mit ca. 50 Lx beleuchtet werden. Es ist die Lampengröße und Zahl zu ermitteln.

Lösung:

Die Leuchten sind etwa 75 cm lang in einem 3,5 m hohem Raum, dann beträgt die maximale Lichtpunkthöhe über der Meßebene

$$p\ max = 3{,}5 - 1{,}0 - 0{,}75 = 1{,}75\ m.$$

Der Lampenabstand ist $a = 1{,}5\ p \div 2{,}5\ p$

folglich $a = 1{,}5 \cdot 1{,}75 \div 2{,}5 \cdot 1{,}75$

$a = 2{,}6 \div 4{,}4$ m.

Die Pultgruppen sind 4,5 m von einander entfernt, es kann daher zweckmäßig über jede Pultgruppe eine Leuchte für halbindirekte Beleuchtung aufgehängt werden.

Bei 2 Lampen ist die Bodenfläche/Lampe 30 m² und laut Tabelle (nach Bloch) ist für Büroräume 5—10 HK/m² zu nehmen, folglich muß eine Leuchte $5 \div 10$ HK $\times 30 = \sim 200$ HK haben.

Verbrauch und Lichtausbeute der verschiedenen gebräuchlichsten Beleuchtungsarten. [1])

Beleuchtungs- und Lampenart	Normaler Verbrauch g/h	Lichtstärke horizontal HK	Lichtstärke sphärisch HK	spez. Verbrauch für 1 HK horizontal g/h	spez. Verbrauch für 1 HK sphärisch g/h
Paraffinkerze	6—9	0,76-1,51	0,53-1,06	7,9—5,3	11,5—8,5
Petroleumlampe	40	14,2	12	2,8	3,0
Petroleumglühlicht	40	60—70	48—56	0,6	0,8—0,7
Petroleumstarklicht	540	1000	800	0,5	0,7
Spiritusglühlicht	129	65,3	42,9	2,0	3,0

Verbrauch und Lichtausbeute der verschiedenen gebräuchlichsten Beleuchtungsarten.[1]) (Fortsetzung).

Beleuchtungs- und Lampenart	Normaler Verbrauch g/h	Lichtstärke horizontal HK	Lichtstärke sphärisch HK	spez. Verbrauch für 1 HK horizontal g/h	spez. Verbrauch für 1 HK sphärisch g/h
	Liter/h			Liter/h	Liter/h
Azetylenbrenner	10—50	10—75	7—50	1—0,7	1,4—0,95
Azetylenglühlicht	15—20	70—90	50—72	0,2	0,27
Steinkohlengas, stehendes Glühlicht	Liter/h			Liter/h	Liter/h
Juwelbrenner	65	45	34	145	190
Auer C-Brenner	130	90	69	145	190
Steinkohlengas, Hängelicht					
kleiner Brenner	35	16	17	1,6	1,5
mittlerer Brenner	60	50	46	1,1	1,2
großer Brenner	100	100	79	0,95	1,2
Preßgas, stehendes Glühlicht					
für reines Gas	200-1200	170-1500	154-973	1,0	1,3
für Gasluftgemisch	25-2500	35-3300	25-2500	0,75	1,0
Hängelicht					
2-flammig	1200	2000	1000	0,6	1,2
mit Vorwärmung					
3-flammig	500-1500	950-2900	500-1500	0,53	1,0
Elektrisch Licht[2])	Watt				Watt
Metallfadenlampe	10—100	7,5—102	6—80	1,3—1,0	1,67-1,25
Gasfüllungslampe	25—1500	—	18—2600	—	1,39-0,58

Lichtquelle	Gasverbrauch je Brenner l/h	für Beleuchtungsstärke von	für Beleuchtungsstärke bis	Gasaufwand je qm Fläche l	Luxstunde je km Straße m^3
Stehlicht	130	0,5	1,5	0,77	13,9
Hängelicht	130	1,00	3,50	0,40	7,2
Pilzbrenner	130	1,20	5,0	0,34	6,1
Niederdruckstarklicht	270	5,0	10,0	0,45	8,1
Preßgaslicht					
(2000 HK)	400	10,0	20,00	0,35	6,3
(4000 HK)	800	20,00	40,00	0,26	4,7

[1]) Nach Bloch, Lichttechnik. [2]) Bei Spannung von 100—130 Volt.

Innenbeleuchtung (nach Bloch).

Raum	HK/qm	Lux 1 m über Fußboden
1. Wohnräume.		
Schlafzimmer	1,5—3	8—12
Küchen	2—3	10—15
Wohn- und Speisezimmer	3—6	15—20
Wohnräume mit reichlicher Beleuchtung (Salons)	6—8	25—35
2. Geschäftsräume und Verwaltungsgebäude.		
Lagerräume	2—3	10—15
Bureaus und Sitzungssäle	5—10	30—50
Verkaufsräume	7—12	35—50
Zeichensäle	10—14	50—70
Verkaufsräume mit reichlicher Beleuchtung	14—20	60—80
Schaufenster	50—350	—
3. Fabriken.		
Werkstätten f. feinere Arbeit (Maschinenfabrik, Schlosserei, Formerei, Weberei)	6—8	25—35
Desgl. für Feinmechanik und Druckereien	8—12	35—50
Besondere Betriebe (Setzereien, Lithographen, Graveure)	12—15	50—70
4. Hotels und Restaurants.		
Einfache Fremdenzimmer	2—4	10—20
Elegante Fremdenzimmer	4—6	20—30
Gesellschafts- und Restaurationsräume	6—12	30—50
Fest- und Konzertsäle	10—14	40—60
Festsäle mit reichlicher Beleuchtung	14—18	60—80
5. Für Gebäude aller Art.		
Keller	0,5—1,5	2—6
Korridore und Nebenräume	1—1,5	5—10
Nebentreppen	16—25	für jede Etage
Haupttreppen	25—75	
Desgl. für Repräsentationszwecke	75—200	

Warmwasserversorgung.

Die ersten Versuche, das Gas auch der Wärmeerzeugung, speziell der Badbereitung dienstbar zu machen, setzten bereits nach Einführung des Leuchtgases, vor etwa 100 Jahren ein. Heute nehmen die Apparate für Warmwasserversorgung und Raumheizung einen weiten Platz in der häuslichen Gasverwendung ein. Das gilt besonders für die Warmwasserversorgung. Hier ist fast ausschließlich das geschlossene System gebräuchlich, Wasser und Abgase berühren sich nicht.

Da es unpraktisch und unwirtschaftlich ist, größere Mengen warmen Wassers auf dem Gasherd herzustellen (Wirkungsgrad 40 bis 60 %), hat man hierfür besondere Apparate (Wirkungsgrad 80 bis 90 %) ausgebildet. Nach den speziellen Anforderungen, welche man an die Warmwasserbereiter stellt, unterscheidet man:

Durchlauf- und Vorrats-Apparate.

Zu den Durchlauf- oder Durchstrom-Apparaten gehören die Badeöfen, Schnell-Wassererhitzer und Druckautomaten, zu den Vorratsapparaten sind die Warmwasserspeicher und Zirkulationsapparate zu rechnen.

Allen diesen Typen ist gemeinsam, daß das kalte Wasser unten in den Apparat eintritt, in einem wasserführenden Mantel oder einem Rohrsystem hochsteigt und dabei die Zonen berührt, wo der Wärmeübergang von den Lamellen an die Wandung am größten ist.

Die Heizgase, die durch die Verbrennungskammer kräftigen Auftrieb erhalten, steigen ohne Richtungswechsel und unter Vermeidung gewundener Heizgaswege senkrecht in die Höhe, werden im Lamellenheizkörper in dünne Schichten aufgeteilt und geben so wirksam die Wärme ab.

Bei den Durchlaufapparaten ist ein größerer Warmwasservorrat nicht vorhanden. Das Wasser wird lediglich während des Durchfließens durch den Apparat erwärmt. Ein laufender Strom heißen Wassers kann beliebig lange Zeit entnommen werden. Diese Augenblicks-Wassererwär-

mung erfordert in kurzer Zeit auch eine größere Gasmenge und somit weite Leitungen und große Gasmesser.

Die Heißwasser-Vorratserwärmer haben einen ständigen Vorrat an heißem Wasser (60 bis 100°). Da sich die Erwärmung auf eine längere Zeit verteilt, können Leitungen und Gasmesser kleiner gewählt werden. Die Flammen brennen bis zur Erreichung der vorgeschriebenen Temperaturen groß und werden dann durch einen automatischen Temperaturregler so weit klein gestellt, daß nur noch die Wärmeverluste gedeckt werden. Die Apparate werden ausgeführt mit einem Wasservorrat von 1 bis 50 Litern.

Bei großem, unregelmäßig verteiltem Wasserverbrauch kommen Heißwasser-Vorrats-Zentralen mit Kessel (Boiler), sogenannte Zirkulationsapparate in Betracht. Sie werden für direkte und indirekte Heizung gebaut, für letztere namentlich bei kalkhaltigem Wasser.

I. Durchlaufapparate.

Badeöfen.

Badeöfen benutzt man hauptsächlich zur Badbereitung. Ihre Aufstellung erfolgt deshalb in den meisten Fällen im Baderaum selbst. Unter Anlehnung an den Kohlenbadeofen wurden die ersten Gasbadeöfen allgemein als Standöfen ausgebildet. Heute ist der Wandgasbadeofen vorherrschend. Hier unterscheidet man wieder einfache Wandbadeöfen und Wandbadeöfen mit eingebautem Reflektorheizofen. Vorteilhaft ist es stets, zur Beheizung des Badezimmers, einen besonderen kleinen Gasheizofen aufzustellen. Nur bei Platzmangel verwende man Badeöfen mit eingebautem Reflektorheizofen. In den Fig. 33 bis 40 sind einige bekannte Modelle dargestellt.

Fig. 33 zeigt einen „Askania"-Wandbadeofen mit automatischer Zündung, System A für eine Zapfstelle, der Askania-Werke A.-G., Dessau.

Den bewährten Hochleistungs-Wandgasbadeofen DB 40/1 mit Wassermangelsicherung der Bing Werke A.-G. Nürnberg, zeigt Fig. 34. Dieser Wandgasbadeofen besitzt das gleiche, schwere, auf 30 at Druck geprüfte, schwitzwasserfreie Innenwerk, wie der Automat DA 40.

Fig. 33
Askania-Wandgasbadeofen
mit automatischer Zündung.

System A für eine Zapfstelle.

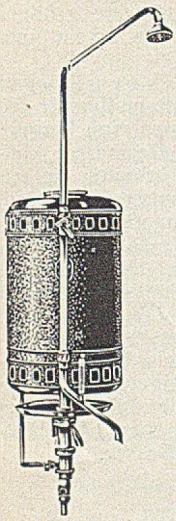


Fig. 33

1. Kaminanschluß
2. Brauserohr
3 Umstellhahn
4 Warmwasser-Ableitungsrohr
5. Lamellenblock
6. Außenmantel
7. Auslaufrohr
8. Zündflammenspitze
9. Brenner mit Auffangblech
10. Eingriff-Batterie mit Wassermangelsicherg. D. R. P. a.
11. Gasanschluß oben
12. Abschlußhaube
13. Abgashaube D R P. a.
14. Heizkörperbefestig.
15. Vorwärmer D. R. P.
16. Vorwärmer-Unterteil
17. Gaszuleitung zur Batt.
18. Wasserüberleitung zum Heizkörper
19 Gasanschluß unten
20. Kaltwasseranschluß

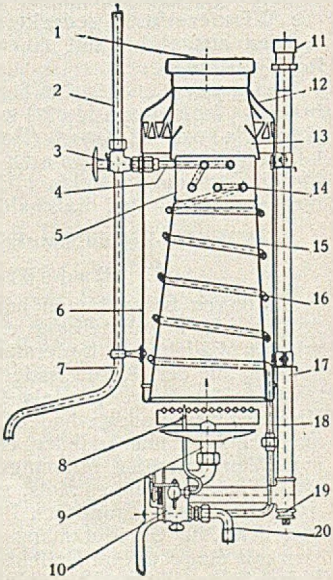


Fig. 34

Schnittzeichnung des Hochleistungs-Wandgasbadeofens Bing DB 40 mit „Ein"-Griffbatterie D. R. G. M. und Wassermangelsicherung D. R. P. a und druckfestem, schwitzwasserfreiem Innenwerk D. R. P.

Leistung:
400—450 W. E. = 16—18 l/min.

Die von der Firma Vereinigte Eschebach'sche Werke A.-G. in Dresden hergestellten Eschebach-Gasbadeöfen „Gabo" stellt die Fig. 35 dar.

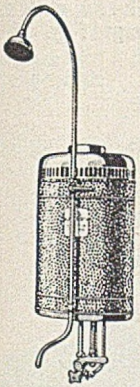


Fig. 35

Fig. 36 zeigt Prof. Junkers Wasserstrom-Apparat, der als Badeofen Modell W 32 bis W 65 in Fachkreisen bestens bekannt ist.

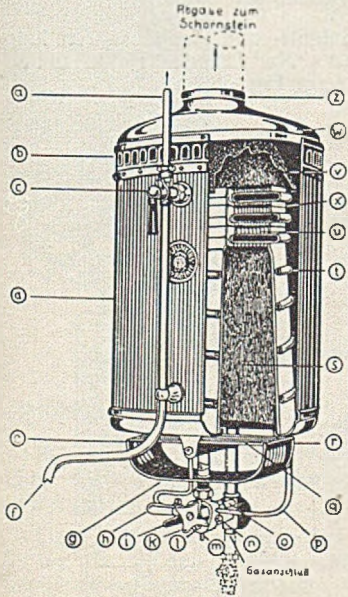
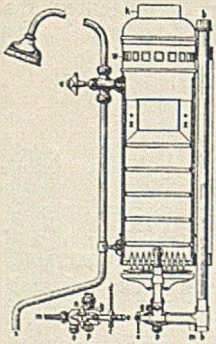


Fig. 36

Zeichenerklärung zu Fig. 36:

a Brauserohr
b Zugunterbrechungen
c Brauschahn
d Außenmantel
e Brenner
f schwenkbarer Auslauf
g Zündflammenrohr
h Zündflammenhahn
i Wasserhahn
k Gashahn
l Verschlußkappe zur Gasdrossel
m Manometerstutzen
n Entleerung
o Kaltwasseranschluß
p Wasserbogen
q Brennerflammen
r Auffangschale
s Verbrennungskammer
t Rohrschlange
u Lamellen
v Lamellenheizkörper
w Abgashaube
x Abgasdeckel
z Abgasstutzen.

Das Schnitt-Modell 107 der Metallwerke Knodt A.-G., Frankfurt a. M., zeigt Fig. 37.



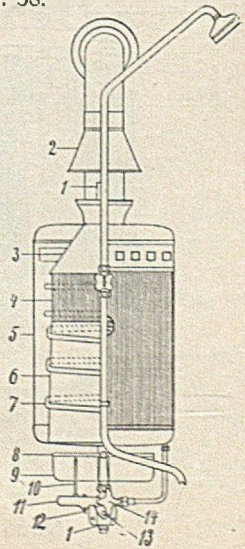
b Gasanschluß
c Gaszündhahn
d Zündflamme
e Gashaupthahn
g Gasregulierung
k Abgasstutzen
m Kaltwasseranschluß
n Wasserhahn
o Wasserregulierung
p Entleerung
s Auslauf
u Brausehahn
w Zugunterbrecher
x Lamellen.

Fig. 37 Schnitt Modell 107

Eine halbseitige Schnitt- und Ansichtsdarstellung des Gasbadeofens Nr. 115 der Firma Otto Kuhl, Stendal, zeigt Fig. 38.

Fig. 38

1 = Gasanschluß
2 = Windschutzhaube
3 = Abzugtrichter
4 = Lamellenblock
5 = Ziermantel
6 = Verbrennungskammer
7 = Rohrschlange
8 = Brenner
9 = Schmutzfangblech
10 = Zündröhrchen
11 = Gashahnhebel
12 = Zündhahnhebel
13 = Gasregulierung
14 = Wasserhahn.



Der Mohom-Gasbadeofen Fig. 39 wird von der bekannten Firma Moosdorf & Hochhäusler, Sanitätswerke, Berlin SO. 36, hergestellt.

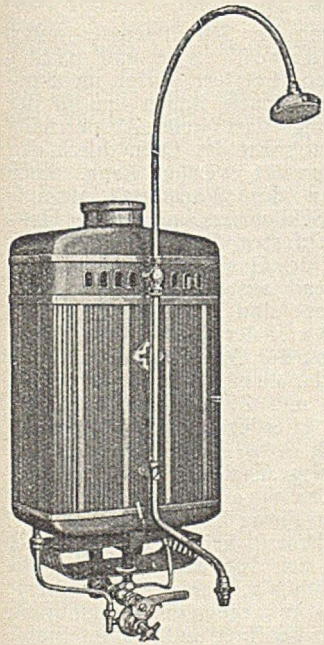


Fig. 39

Mohom-Gasbadeofen

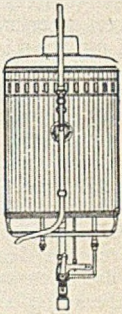


Fig. 40

Vaillants Geyser

Nr. 11 d und 12 d

(druckfest).

Fig. 40 zeigt einen Vaillants „Geyser" Nr. 12 d, der mit einer Wassermangelsicherung ausgestattet werden kann.

Das Wasser wird während des Durchfließens durch den Apparat erwärmt. Die heutige Konstruktion dieser Apparate verhütet die Bildung von Schwitzwasser vollständig. Ihre Vorteile sind:

Sicherheit der Metallteile gegen Zerfressen durch Säuren.
Starker und gleichmäßiger Zug.
Volle Ausnutzung der Heizfläche.
Kein Abtropfen von Schwitzwasser auf den Brenner.
Keine Anschlußleitung für Schwitzwasser nötig.

Man unterscheidet druckfeste und nicht druckfeste Badeöfen. Letztere dürfen nicht unter vollem Wasserleitungsdruck stehen und in der Warmwasserauslaufleitung darf kein Absperrhahn angebracht werden, weil sonst der Ofen durch den Wasserleitungsdruck zerstört werden kann. Auch Querschnittsverengungen des Warmwasserauslaufs durch Aufstecken von Schläuchen sind für die Haltbarkeit aller nicht druckfesten Apparate nachteilig.

Zur Bedienung des Gasbadeofens dient eine Hahnsicherung, bestehend aus Gas-, Wasser- und Zündflammenhahn. Diese sind so angeordnet, daß vor Gebrauch stets erst der Wasser- und Zündflammenhahn und zuletzt der Gashahn geöffnet und umgekehrt nach Gebrauch erst der Gashahn und dann der Wasser- und Zündflammenhahn geschlossen werden muß. Hierdurch wird jede falsche Handhabung und damit jede Gefahr für den Benutzer oder den Ofen ausgeschaltet. Außerdem werden die Öfen mit Wassermangelsicherung geliefert. Jede Badeofen-Firma hat ihre eigene Konstruktion, doch ist das Prinzip bei allen das gleiche. In der Regel befindet sich vor dem Gashahn ein Gasventil, das zwangsläufig mit einer Gummimembrane verbunden ist. Auf die Gummimembrane wirkt, solange der Hahn geöffnet und Wasser fließt, ein geringer Staudruck, der die Ventilöffnung bewirkt.

Die Einstellung der Wassertemperatur erfolgt durch mehr oder weniger weites Öffnen des Wasserhahnes. Der im Warmwasserauslaufrohr eingesetzte Brausehahn gestattet durch halbe Umdrehung das warme Wasser beliebig nach Wanne oder Brause zu leiten.

Druckautomaten.

Diese Apparate dienen zur zentralen Warmwasserversorgung mehrerer Zapfstellen. Sie

sind druckfest und werden von den einzelnen Firmen als Heißwasser-Strom-Automaten, Autogeyser, Thermen usw. auf den Markt gebracht.

Die Druckautomaten halten das warme Wasser nicht vorrätig, sondern erwärmen es erst beim Gebrauch während des Durchströmens. Das warme Wasser kann in ununterbrochenem Strome jederzeit frisch und rein entnommen werden. Ein Stromautomat versorgt einen ganzen Haushalt mit Heißwasser und arbeitet vollkommen selbsttätig bei Aufdrehen eines Zapfhahnes an irgend einer Stelle der Wohnung.

Auch als Aushilfsapparate im Sommer, wenn die Warmwasserbereitung durch die Zentralheizung nicht mehr erfolgt, können Druckautomaten in den verschiedensten Fällen vorteilhaft verwendet werden.

Die Arbeitsweise der Apparate ist folgende: Bei Aufdrehen eines Zapfhahnes an irgend einer Stelle in der Wohnung wird das Gasventil durch eine in den Wasserwegen der Armatur entstehende Druckdifferenz selbsttätig geöffnet. Das nun am Brenner ausströmende Gas entzündet sich an dem stets brennenden kleinen Zündflämmchen und erhitzt das so durchströmende Wasser. Wird der Zapfhahn wieder geschlossen, so schließt sich auch selbsttätig das Gasventil. Ein Gasverbrauch findet also nur während der Wasserentnahme statt. Die Wassertemperatur kann durch mehr oder weniger Öffnen des Zapfhahnes oder durch die Misch-Batterie geregelt werden.

Die Installation der Druckautomaten ist äußerst einfach. Die Apparate sind bei 30 Atmosphären geprüft und können daher an jede Hochdruckwasserleitung angeschlossen werden. Die Aufstellung erfolgt am zweckmäßigsten in der Küche, da dort heißes Wasser aum häufigsten gebraucht wird, und stärkere Gasleitung und Abzug vorhanden sind. Von hier aus wird die Warmwasserleitung zu den einzelnen Zapfstellen geführt, die sich je nach der Größe des Apparates und den gestellten Anforderungen in beliebiger Zahl anschließen lassen.

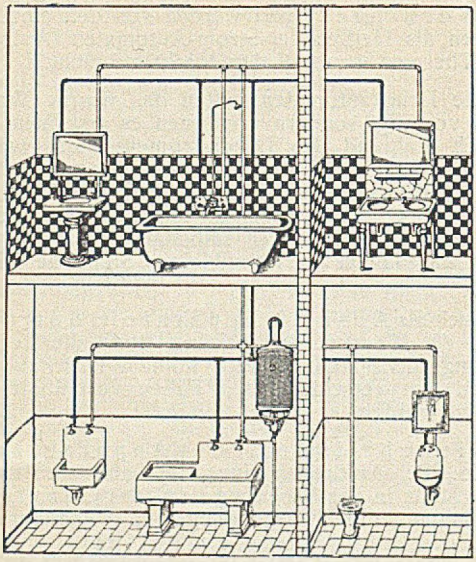


Fig. 41 Professor Junkers Heißwasser-Strom-Automat.

Fig. 41 zeigt einen Professor Junkers Heißwasser-Stromautomaten für 6 verschiedene Zapfstellen.

Ebenso eignet sich die in Fig. 42 und 43 gezeigte „Askania"-Therme mit Druckautomat-System „B" zur Zentral-Warmwasserversorgung für mehrere Zapfstellen.

Einen Vaillants Patent-Autogeyser als Zusatz-Apparat zu einer bestehenden Warmwasseranlage, die von der Heizung aus gespeist wird, zeigt die Abbildung 44. Der in die Warmwasserleitung absperrbar eingeschaltete Apparat tritt dann in Tätigkeit, wenn die Warmwasserversorgung von der Heizung aus außer Betrieb gesetzt ist, also in der warmen Jahreszeit oder bei etwaigen Betriebsstörungen.

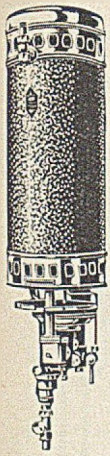


Fig. 42

Fig. 42
'Askania-Therme
mit Druckautomat
System „B"

Fig. 43
Installationsplan
für eine Askania-Therme
mit Druckautomat System „B"
für mehrere Zapfstellen
(Zentralwarmwasserversorgung)

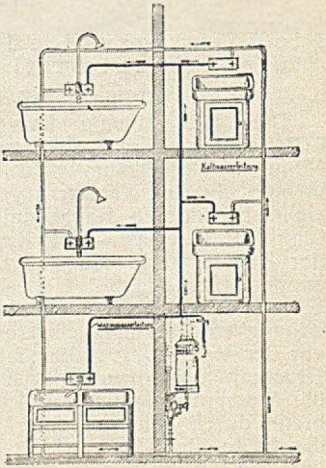


Fig. 43

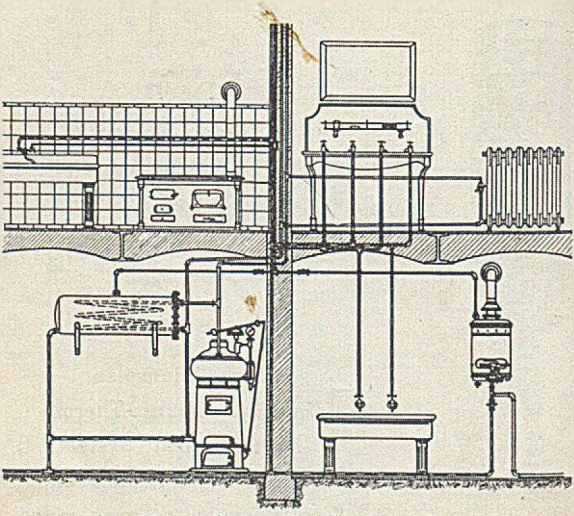


Fig. 44 Vaillants Patent-Auto-Geyser
in eine Zentralheizungsanlage eingeschaltet.

Die Wirkungsweise der Brennerarmaturen mit automatischer Zündung.
(Vergleiche Fig. 45 und 46)

Der Regelung der Gaszufuhr liegt folgendes Prinzip zu Grunde. Ein kreisförmiger Wasserraum wird durch eine Membrane in zwei einzelne Kammern geteilt, deren jede durch einen besonderen Kanal mit der Kaltwasserzuleitung verbunden ist. Zwischen den Mündungen beider Kanäle ist in die Kaltwasserleitung eine Verengung (Stauscheibe) eingesetzt.

Bei Wasserdurchfluß tritt an dieser Verengung eine Stauung ein, so daß der Wasserdruck vor der Verengung größer ist als hinter ihr. Dieser Druckunterschied wird durch die beiden Kanäle auf die Membrankammer übertragen, so daß die Membrane durch den von einer Seite erzeugten Überdruck durchgebogen wird. Diese Bewegung wird durch einen Bolzen auf das durch Federkraft geschlossene Gasventil übertragen und dieses geöff-

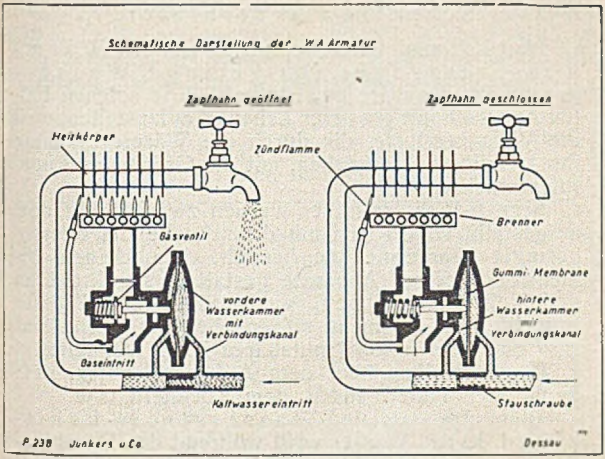


Fig. 45 Fig. 46

Schematische Darstellung
der Wirkungsweise der WA-Armaturen.

net, sodaß das Gas zum Brenner treten kann, wo es sich an der ständig brennenden Zündflamme entzündet.

Hört der Wasserdurchfluß auf, so stellt sich auf beiden Seiten der Membrane wieder gleicher Druck her, und das Gasventil geht unter der Einwirkung der Spannfeder in seine Schließstellung zurück, der Brenner verlöscht.

Die Bedienung der Druckautomaten geschieht wie folgt:

Zur Inbetriebsetzung müssen

1. Der Zündflammenhahn geöffnet und die Zündflamme angezündet werden!
2. Sind der Gashahn und das Wasserventil zu öffnen!

Zur Außerbetriebsetzung sind

1. der Gashahn und das Wasserventil zu schließen!
2. der Zündflammenhahn zu schließen!

Schnellwassererhitzer.

Haushalt und Beruf verlangen vielfach Warmwassererzeuger für geringe Wassermengen. Es wäre unwirtschaftlich in solchen Fällen Apparate mit größerer Leistung aufzustellen, weil die Wärmeverluste, die durch die Wärmeaufnahme des Heizkörpers entstehen, mit der Größe des Apparates wachsen.

Schnell-Wassererhitzer werden zweckmäßig dort aufgestellt, wo es sich um die schnelle Erwärmung geringer Wassermengen handelt. Die kleinen Dimensionen dieser Apparate gestatten, sie direkt an der Stelle anzubringen, wo man heißes Wasser braucht, wo sie nicht stören, bequem zur Hand sind und keinen sonst nutzbaren Platz wegnehmen, z. B. unmittelbar über dem Aufwaschbecken, dem Spül- oder Toilettentisch, dem Kochherd usw.

Diese Apparate sind Wasserstrom-Erhitzer, d. h. das Wasser wird während des Durchfließens erwärmt. Ihre besonderen Vorzüge sind geringer Gasverbrauch und billige Installation. Sie benötigen nur Gasleitungen von geringem Durchmesser und entsprechend kleine Gasmesser. Auch sind bei minutenweiser Benutzung in einem gut gelüfteten Raum Abzugsrohre zur Fortleitung der Abgase nicht erforderlich.

Leistung, Nutzeffekt u. Gasverbrauch.

Bei allen Gaswarmwasserapparaten muß aber auch auf die richtige Bemessung der Wasser- und besonders der Gasleitungen Rücksicht genommen werden. Um die Größe der Gasleitung und des Gasmessers bestimmen zu können, muß man den größten Gasverbrauch der Apparate kennen, der wieder durch Leistung und Wirkungsgrad bedingt ist.

Die Leistung eines Warmwasser-Apparates bezieht sich auf die von ihm in einer bestimmten Zeit auf eine bestimmte Temperatur erwärmte Wassermenge. Man versteht darunter das Produkt aus Wassermenge in Litern und Temperaturerhöhung des Wassers in Grad Celsius ausgedrückt in Wärmeeinheiten (WE) oder Kalorien (kcal). Zur Bewertung und zum Vergleich

von Leistungsangaben ist es natürlich erforderlich, diese auf eine bestimmte gleiche Zeiteinheit zu beziehen, als solche ist bei Wasser-Erhitzern allgemein die Minute gebräuchlich. Demnach:

$$\text{Leistung in WE/Min.} = \frac{\text{Wassermenge in l} \times \text{Temperaturerhöhung in } ^\circ\text{C}}{\text{Zeit in Min.}} \quad \text{I}$$

Beispiel: Bei der Gegenüberstellung zweier Apparate ergaben die Messungen:

Kaltwasser-Temperatur	Warmwasser-Temperatur	Temperatur-Erhöhung	Wassermenge in l	Zeit in Min.	Leistung in WE pro Min.
I) 10 ° C	35 ° C	25 ° C	12	2	$\frac{25 \cdot 12}{2} = \underline{150 \text{ WE}}$
II) 10 ° C	40 ° C	30 ° C	20	3	$\frac{30 \cdot 20}{3} = \underline{200 \text{ WE}}$

Nutzeffekt.

Der Nutzeffekt oder Wirkungsgrad $= \eta$ gibt an, wieviel Wärme im Apparat nutzbar gemacht ist. Der Wirkungsgrad guter Gasapparate beträgt 80 bis 90 %. 90 % Nutzeffekt heißt danach: von 100 Teilen aufgewendetem Brennstoff werden 90 nutzbar gemacht; sie erscheinen als Leistung, die übrigen 10 Teile sind Verlust und bilden den Wärmeinhalt der Abgase.

$$\text{Nutzeffekt } \eta = \frac{\text{Leistung}}{\text{Aufwand}} \quad \text{II}$$

Nach folgender Darstellung (Fig. 47) beträgt

$$\eta = \frac{\text{Leistung}}{\text{Aufwand}} = \frac{4500}{5000} = \underline{0{,}9}$$

oder in Prozenten ausgedrückt = <u>90 % Nutzeffekt.</u>

Schematische Darstellung des Wirkungsgrades.

Aufwand:
1,40 m³ Gas mit einem unteren Heizwert von 3600 WE geben ~ 5000 Wärmeeinheiten.

Leistung:
180 Liter Wasser in 10 Minuten erwärmt von 10° auf 35° C = 4500 WE nutzbar gemacht.

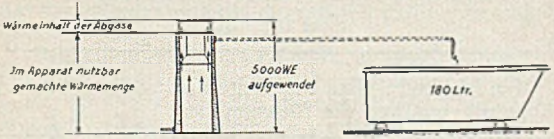


Fig. 47.

$$\text{Nutzeffekt} = \frac{\text{Leistung}}{\text{Aufwand}}$$

Gasverbrauch.

Die für eine bestimmte Leistung erforderliche Gasmenge ist je nach dem Heizwert des Gases verschieden. Die Verschiedenheit des Heizwertes macht naturgemäß für gleiche Leistungen auch die Zufuhr verschiedener Gasmengen erforderlich.

$$\text{Gasverbrauch} = \frac{\text{Aufwand}}{\text{Heizwert (Hu)}} \qquad \text{III.}$$

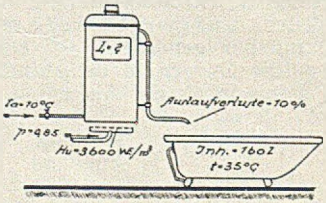


Fig. 48.

Berechnungsbeispiele:

Zu Fig. 48.

1. Innerhalb 15 Minuten sollen Q = 160 l Badewasser von t = 35° C durch einen Gasbadeofen her-

gestellt werden. Die Anfangstemperatur des zu erwärmenden Wassers betrage ta = 10° C. Der Wirkungsgrad des Wärmeerzeugers sei im Mittel mit $\eta = 0{,}85$ angenommen.

a) Welche Ofengröße ist erforderlich, wenn der untere Heizwert des Gases mit Hu = 3600 WE/m³ bekannt ist und 10 % für Wärmeverluste zu berücksichtigen sind?

b) Was kostet eine Badbereitung, wenn 1 m³ Gas mit 0,20 RM bezahlt wird?

Lösung zu a): Bei 10 % Wärmeverlust stellt der Wannenwärmeinhalt also nur 90 % der von dem Apparat zu leistenden Wärmemenge dar. Mithin beträgt der erforderliche Wärmebedarf

$$W = \frac{Q\,(t - ta)}{0{,}9} = \frac{160\,.\,(35 - 10)}{0{,}9} = \frac{160\,.\,25}{0{,}9} = \sim 4445 \text{ WE.}$$

Die minutliche Leistung = L des Apparates muß demnach nach Formel I

$$L = \frac{4445}{15} = \sim \underline{296 \text{ WE}}$$

betragen.

Lösung zu b): Mit $\eta = 0{,}85$ beträgt der Wärmeaufwand

$$\text{Aufwand} = \frac{4445}{0{,}85} = \sim 5220 \text{ WE.}$$

folglich der Gasverbrauch:

$$G = \frac{5220}{3600} = \sim \underline{1{,}45 \text{ m}^3 \text{ Gas.}}$$

Demnach kostet ein Bad:

$$1{,}45 \cdot 0{,}20 = \underline{0{,}290 \text{ RM.}}$$

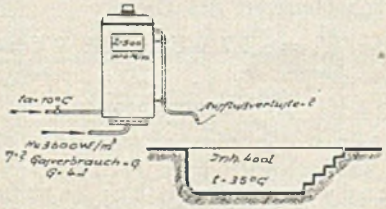


Fig. 49.

Zu Fig. 49.

2. Ein Druckautomat von 500 WE Leistung/Min. lieferte in 25 Minuten 400 l Badewasser von t = 35° C bei einer Anfangstemperatur des zu erwärmenden Wassers von ta = 10° C. Der untere Heizwert des Gases betrug Hu = 3600 WE/m³.

Es sind die Wärmeverluste dieses Bades und der Wirkungsgrad η zu ermitteln, wenn der Gasverbrauch G = 4,00 m³ betrug.

Lösung:

Wannenwärmeinhalt W = 400 . (35—10) = 10 000 WE.

Aufwand = Gasmenge × Heizwert = 4,00 . 3600 = 14 400 WE.

Demnach

$$\eta = \frac{\text{Leistung}}{\text{Aufwand}} = \frac{500 \cdot 25}{14400} = \frac{12500}{14400} = \underline{0{,}87.}$$

Wärmeverluste (Auslaufverluste = Leistung minus Wannenwärmeinhalt = 12500—10000 = 2500 WE.

In Prozenten ausgedrückt:

$$\frac{2500}{12500} = 0{,}20 = \underline{20 \text{ v. H.}}$$

3. Mit Hilfe eines gasbeheizten Warmwassererhitzers ist eine (grobe) Heizwertbestimmung vorzunehmen. Der Apparat leiste minutlich L = 100 WE bei einem Wirkungsgrad η von 0,90. Der Gasverbrauch pro Minute beträgt im Mittel 30 l.

Lösung:

$$\text{Heizwert} = \frac{\text{Aufwand}}{\text{Gasmenge}}$$

$$\text{Aufwand} = \frac{\text{Leistung}}{\text{Nutzeffekt}} = \frac{100}{0{,}90} = 111 \text{ WE/Min.}$$

Folglich Heizwert des Gases

$$= \frac{111}{30} = \sim 3{,}7 \text{ WE/l} = \underline{3700 \text{ WE/m}^3.}$$

II. Vorratsapparate.

Apparate mit kleinerem Wasservorrat.

Hier unterscheidet man Heißwasser- und Kochendwasserspeicher, je nachdem Wasser von etwa 60 bis 70° C oder kochendes Wasser entnommen werden kann.

Die Menge des hintereinander zu entnehmenden Warmwassers ist bei den Vorratsapparaten nicht von der Heizleitung, wie bei den Durchlaufapparaten, sondern vom Wasserinhalt abhängig. Diese Apparate eignen sich daher in der Hauptsache für solche Bedarfsfälle, wo auf einmal in möglichst kurzer Zeit kleinere Wassermengen entnommen werden sollen, z. B. für Waschtoiletten, für Ärzte, Zahnärzte, für Friseure, für die Küche usw.

Jeder Apparat ist mit einem automatischen Temperatur-Regler versehen, der auf eine bestimmte Höchsttemperatur eingestellt wird. Hat nach dem Anzünden des Brenners der gesamte Wasservorrat diese Höchsttemperatur erreicht, so erfolgt selbsttätig das Kleinstellen der Flammen. Wird warmes Wasser entnommen, so läuft kaltes Wasser von selbst zu, und der Temperatur-Regler veranlaßt sofort ein Großstellen der Flammen, bis der Wasservorrat wieder die Höchsttemperatur erreicht hat und wieder selbsttätig das Kleinstellen der Flammen erfolgt.

Die Heißwassererzeugung verteilt sich also auf eine verhältnismäßig lange Zeit, und man kann in einem verhältnismäßig kleinen Apparat eine große Wärmemenge aufspeichern. Deshalb genügen auch schwache Gasleitungen, kleine Gasmesser und geringer Gasdruck.

Die Apparate werden in verschiedenen Größen hergestellt für einen Heißwasservorrat von $2^1/_2$ bis

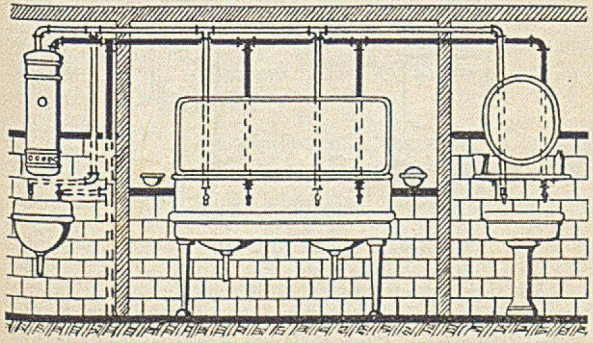


Fig. 50. Installationsskizze.

20 Liter und zwar für direkte Warmwasserentnahme am Apparat oder für mehrere Zapfstellen.

Fig. 50 zeigt eine Installationsskizze für die Versorgung mehrerer Zapfstellen mittels Vorratsapparates.

Die Kochendwasserapparate dienen zur Erzeugung kochenden Wassers. Es braucht also nicht mehr das Getränk stundenlang warm gehalten werden, sondern jede Tasse wird einzeln, sofort bei eintretendem Bedarf, bereitet. Sie eignen sich für die Zubereitung von Kaffee, Tee, Kakao usw. in Hotelküchen, Kaffees, Restaurants, ferner in Büros, industriellen Betrieben, wo in den Arbeitspausen von einer großen Anzahl Arbeiter zur gleichen Zeit Kaffee getrunken wird usw.

Der eingebaute automatische Siedepunktregler bewirkt, daß sich nach Erhitzung des Wasserinhaltes auf Siedetemperatur die Flammen selbsttätig so einstellen, daß sie das Wasser kochend erhalten. Sinkt nach Abzapfen von Wasser der Wasserinhalt unter Siedetemperatur, so brennen die Flammen von selbst so lange groß, bis das Wasser wieder siedet.

Rentabilität von Gaskocher und Vorrats-Erhitzer.

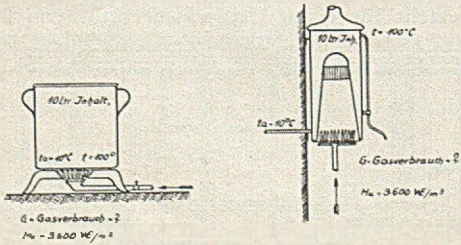


Fig. 51 und 52

Mit Bezug auf vorstehende Darstellungen ist zu untersuchen, wie hoch der Gasverbrauch resp. die Kosten in jedem Falle werden, wenn einmal die Erwärmung von 10 l Wasser um 90° C mit Hilfe des

Gaskochers und zum anderen Mal durch einen Vorrats-Erhitzer erfolgen soll. Der untere Heizwert des Gases betrage Hu = 3600 WE/m³. Der Preis sei 20 ₰ für einen m³ Gas.

Lösung: Der Wärmebedarf berechnet sich zu

$$W = Q \cdot (t - ta) = 10\ (100 - 10) = \underline{900\ WE.}$$

Für den Gaskocher folgt bei $\eta = 0{,}5$ ein Wärmeaufwand von:

$$\frac{900}{0{,}5} = \underline{1800\ WE.}$$

Demnach ein Gasverbrauch von

$$G = \frac{1800}{3600} = \underline{0{,}5\ m^3.}$$

Diese kosten $0{,}5 \cdot 0{,}20 = \underline{0{,}10\ RM.}$

Für den Vorrats-Erhitzer folgt bei $\eta = 0{,}8$ ein Wärmeaufwand von:

$$\frac{900}{0{,}8} = 1125\ WE.$$

Demnach ein Gasverbrauch von

$$G = \frac{1125}{3600} = \sim 0{,}314\ m^3.$$

Diese kosten $0{,}314 \cdot 0{,}20 = \sim \underline{0{,}063\ RM.}$

Folglich beträgt die Ersparnis durch den Vorrats-Erhitzer gegenüber dem Gaskocher hier

$$\frac{0{,}063}{0{,}10} = \sim 0{,}6 = \sim 40\ \%.$$

Hierzu kommt noch die Ersparnis durch Wartung beim Gaskocher. Auch besteht beim Gaskocher die Gefahr, daß die Flamme beim Überkochen zum Erlöschen gebracht wird.

Zirkulationsanlagen.

Anlagen mit größerem Wasservorrat.

Für die zentrale Warmwasserversorgung zur Erzeugung eines größeren Warmwasser-Vorrates kann man an Stelle des Kessels für feste Brennstoffe einen Gas-Warmwasser-Heizkessel oder Zirkulationsapparat verwenden. Die Aufspeicherung des warmen Wassers erfolgt in einem Vorratsbehälter (Boiler), der mindestens einen Meter höher stehen

soll als der Wärmeerzeuger, damit eine ausreichende Zirkulation erzielt wird.

Der Heizkessel oder Zirkulations-Automat ist mit einem einstellbaren, automatischen Temperaturregler für einen Einstellbereich von 60 bis 90° C ausgestattet. Hat nach dem Anzünden des Brenners der gesamte Wasservorrat im Behälter die eingestellte Höchsttemperatur erreicht, so erfolgt selbsttätig das Kleinstellen der Flammen. Sinkt die Temperatur des Wassers, so veranlaßt der Temperaturregler sofort ein Großbrennen der Flammen, bis der Wasservorrat die Höchsttemperatur wieder erreicht hat, die wiederum das selbsttätige Kleinstellen zur Folge hat. Die Zirkulationsanlagen können für Hoch- oder Niederdruck mit direkter oder indirekter Beheizung ausgeführt werden.

Bei direkter Erwärmung ist der Boiler mit dem Gasheizkessel direkt verbunden. Das kalte Wasser fließt in den Gasheizkessel, wird dort erwärmt und steigt durch den Vorlauf vom Apparat nach oben in den Speicher (Boiler) und fließt von hier, sofern eine Wasserentnahme an den Zapfstellen nicht stattfindet, durch die Rücklaufleitung wieder zum Kessel zurück. Diese Zirkulation hält an, bis das Wasser in Kessel und Boiler gleiche Temperatur besitzt. Der Kessel kann, sofern er den Druck aushält, unmittelbar an die Kaltwasserleitung angeschlossen werden, wie Fig. 54 zeigt (Hochdruckanlage). In diesem Falle ist aber ein Sicherheitsventil anzuordnen, damit in der Anlage der vorgeschriebene Höchstdruck, durch die Ausdehnung des Wassers bei der Erwärmung, nicht überschritten werden kann.

Bei den Niederdruckanlagen ist ein Schwimmkugelgefäß vorgeschaltet. Es reguliert durch den eingebauten Schwimmkugelhahn selbsttätig die Wasserzufuhr und dient gleichzeitig als Ausdehnungsgefäß. Der Schwimmerkasten muß wenigstens 1 Meter über der höchsten Zapfstelle aufgestellt werden. Fig. 53 zeigt eine direkte Anordnung als Niederdruck-Betrieb.

Das direkte Erwärmungssystem wird dort angewendet, wo weiches Wasser verfügbar ist, da hier nicht die Gefahr besteht, das der Gasheizkessel mit Kesselstein zugesetzt wird. Bei hartem Wasser hin-

gegen verwendet man das indirekte Heizsystem. Über die Härte des Wassers siehe das Kapitel „Wasserversorgung“ unseres Fachkalenders.

Bei indirekter Erwärmung muß der Boiler mit einem Heizmantel oder einer Schlange versehen werden, wodurch das Wasser im Heizkessel unabhängig von dem Wasser im Vorratsbehälter geworden ist. Da der Warmwasserumlauf mit ein und demselben Wasser erfolgt, so werden die Kesselsteinbildung und die damit verbundenen unangenehmen Folgen verhindert. Unbedingt notwendig ist die Anordnung eines besonderen Ausdehnungsgefäßes über dem höchsten Punkte der Vorlaufleitung zum Boiler, welches die Ausdehnung des zum Betriebe nötigen warmen Wassers aufzunehmen hat.

Fig. 55 zeigt die Anordnung für indirekte Erwärmung als Hochdruckanlage, während Fig. 56 einen indirekten Betrieb für Niederdruckanordnung darstellt.

In Fig. 57 ist eine Eschebach'sche Speicheranlage wie solche für Haushalt und Industrie Verwendung finden, dargestellt.

Die Speicheranlage für den Haushalt, bemessen für den täglichen Warmwasserbedarf eines mittleren Haushaltes einschließlich der Badbereitung, erlaubt unter Verwendung vorhandener bereits liegender schwacher Gasleitung und eines kleinen Gasmessers die Annehmlichkeit des dauernden Vorhandenseins von heißem Wasser an mehreren Zapfstellen, weshalb gerade diese Anlagen anstelle von Druckautomaten-Anlagen dort ausgeführt werden, wo Leitungsänderungen nicht erwünscht sind. Die Eschebach'schen Speicheranlagen sind im Prinzip genau wie die vorgehende Anlage aufgebaut, nur daß der warmwassererzeugende Apparat eine größere Minutenleistung hat, so daß beispielsweise in achtstündiger Brenndauer bis zu 5000 l auf 70° C erwärmtes Wasser erzeugt werden können.

Berechnung von Zirkulationsanlagen.

Bezeichnet:

W = die gesamt zu erzeugenden Wärmeeinheiten in WE,

a) Gaszuleitung
b) Kaltwasser(druck)leitung
c) Entleerungsleitung
d) Überdruckableitung (mit Unterbrechung zur Sichtkontrolle)
e) Anschlußstutzen für weiteren Boiler zur Leistungsvergrößerung
f) Warmwasserleitung
g) Umwälzleitung mit eingebauter thermostatischer Gasventilsteuerung
h) Gasbrenner
i) Warmwasserbereiter
k) Vorratsbehälter für das aufgeheizte Wasser
l) Abgasführung
m) Kaltwasser-Druckreduzierventil

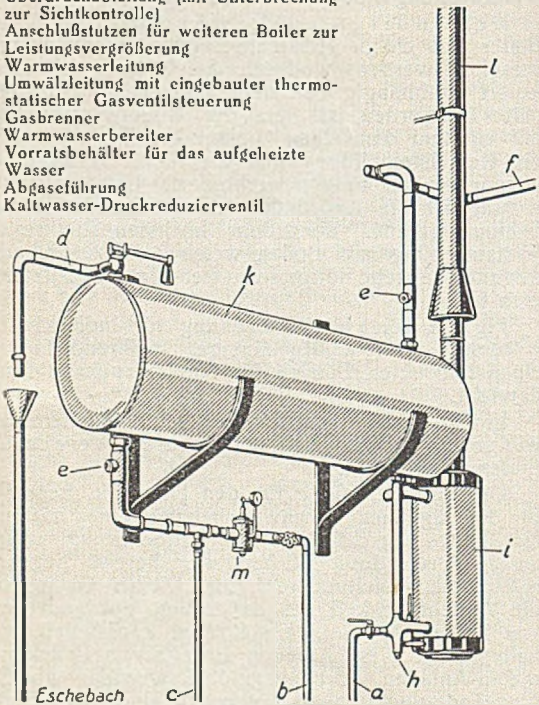


Fig. 57

Q = die Menge des zu erzeugenden warmen Gebrauchswassers in l,
L = die Größe des Warmwasserbehälters bezw. Boilerinhalts in l,
t = die Gebrauchswassertemperatur in ° C,
ta = die Anfangstemperatur des zu erwärmenden Wassers in ° C,
tw = die höchst zu erreichende Temperatur des Wassers im Speicher (Boiler) in ° C, im allgemeinen + 60 ° C,

tm = die mittlere Wassertemperatur des Boilerwassers in ° C,

$$tm = \frac{ta + tw}{2},$$

ts = die Temperatur des Heizwassers im Steigerohr (Vorlauf) in ° C im Mittel etwa 85 ° C,

tr = die Temperatur des Heizwassers im Rücklauf in ° C im Mittel etwa 65 ° C,

Tm = die mittlere Temperatur des Wassers in der Heizschlange oder im Heizmantel in ° C,

$$Tm = \frac{ts + tr}{2},$$

k = den Wärmedurchgangskoeffizienten für 1 qm Heizfläche bei einem ° C Temperaturunterschied/h,
(k = 500 für Kupfer, k = 300 für Eisen)

ws = Wärmeabgabe von 1 qm Heizschlange oder Heizmantel in WE/h,

f = Größe der Heizschlange oder des Heizmantels in m²,

dann berechnet sich der erforderliche Wärmebedarf zu:

$$W = Q\,(t - ta) = \ldots\ldots WE \qquad \text{I.}$$

Die Größe (Inhalt) des erforderlichen Boilers berechnet sich aus:

$$L = \frac{W}{tw - ta} = \ldots\ldots l \qquad \text{II.}$$

Die Größe der Heizschlange oder des Heizmantels folgt aus:

$$f = \frac{W}{ws} = \ldots\ldots qm \qquad \text{III.}$$

Hierin ist:

$$ws = k \cdot (Tm - tm) = \ldots\ldots WE/m^2 \qquad \text{IV.}$$

Beispiel: Für ein Zweifamilienhaus sind 2 Bäder und 8 Zapfstellen mit warmem Wasser zu versorgen. Verlangt wird, daß im Höchstfalle $\frac{1}{2}$-stündlich je 1 Bad von 200 l Inhalt und 35 ° C Temperatur hergestellt werden kann.

Berechne:

a) den stündlichen Warmwasser- und Wärmebedarf,

b) die Größe des erforderlichen Boilers,

c) die Größe der einzubauenden kupfernen Boilerheizschlange für indirekten Betrieb,

d) die erforderliche stündliche Leistung des Gasheizofens, wenn 10 % für Wärmeverluste zu berücksichtigen sind,

e) den stündlichen Gasverbrauch, wenn der Wirkungsgrad des Gasheizofens $\eta = 0{,}85$ ist und der Heizwert Hu = 3600/m³ beträgt.

Lösung zu a):

Im Höchstfalle sind also 4 Bäder à 200 l stündlich abzugeben. Den Verbrauch für die Zapfstellen kann man hier außer acht lassen.

Demnach stündlicher Wasserbedarf

$$Q = 800 \text{ l von } 35^\circ \text{ C.}$$

Der Wärmebedarf berechnet sich nach Formel I zu

$$W = Q\,(t - ta) = 800 \cdot (35 - 10) = 20\,000 \text{ WE.}$$

ta = 10° C (allgemein anzunehmen).

Lösung zu b):

Die Größe des Warmwasserspeichers (Boilers) richtet sich jetzt nach der Temperatur des Speicherwassers = tw, da man ja die Gebrauchswassertemperatur = t durch Mischen des heißeren Boilerwassers mit dem Kaltwasser herstellt. Allgemein geht man mit tw nicht über 60° C, weil sich bei höherer Temperatur die Kesselsteinbildung einstellt und die Wärmeverluste größer werden. Demnach folgt die Boilergröße nach Formel II zu:

$$L = \frac{W}{tw - ta} = \frac{20\,000}{60 - 10} = 400 \text{ l Inhalt.}$$

Um die Wärmeverluste auf ein Mindestmaß zu beschränken, empfiehlt es sich alle Vorratsbehälter (Boiler) gut zu isolieren.

Lösung zu c):

Die Größe der kupfernen Heizschlange bestimmt man nach Formel III:

$$f = \frac{W}{ws};$$ für ws folgt nach Formel IV:

$$ws = k \cdot (Tm - tm).$$

Demnach:

$$f = \frac{W}{k \cdot (Tm - tm)} = \frac{20\,000}{500(75-35)} = \underline{1\ m^2\ \text{Heizfl.}}$$

$$Tm = \frac{ts + tr}{2} = \frac{85 + 65}{2} = 75\ ^0C$$

$$tm = \frac{ta + tr}{2} = \frac{10 + 60}{2} = 35\ ^0C.$$

Wir wählen einen Schlangendurchmesser von 55/60 mm; da auch $f = da \cdot \pi \cdot l$ (hierin ist da = äußerer Rohrdurchmesser der Schlange in m, l = Länge der Schlange in m), berechnet sich

$$l = \frac{f}{da \cdot \pi} = \frac{1}{0.06 \cdot 3{,}14} = \frac{1}{0{,}1884} = \underline{5{,}3\ m.}$$

Lösung zu d):

Die erforderliche stündliche Leistung des Gasheizofens bei Berücksichtigung von 10 % für Wärmeverluste errechnet sich zu

$$L = \frac{W}{0{,}9} = \frac{20\,000}{0{,}9} = \underline{22\,200\ WE.}$$

Lösung zu e):

Der stündliche Gasverbrauch bestimmt sich aus

$$\text{Aufwand} = \frac{\text{Leistung}}{\text{Wirkungsgrad}} = \frac{22\,200}{0{,}85} = \underline{26\,100\ WE.}$$

Demnach

$$\text{Gasverbrauch } G = \frac{\text{Aufwand}}{\text{Heizwert}} = \frac{26\,100}{3600} = \underline{7{,}25\ m^3.}$$

Gasheizung.

Verwendungsgebiet der Gasheizöfen.

Die Verwendung des Gases als Heizmittel ist in technischer Hinsicht zweifellos die vollkommenste Lösung des Heizungsproblems. Weder feste noch flüssige Brennstoffe bieten im entferntesten die großen praktischen und hygienischen Vorteile wie der gasförmige Brennstoff.

Die Gasindustrie hat in den letzten Jahren auf dem Gebiete der Raumheizung recht beachtliche Fortschritte gemacht. Während man bisher gewöhnt war, die Gasheizung nur für die Erwärmung vorübergehend benutzter Räume anzuwenden, sind die Fälle nicht selten, wo Gas auch der dauernden Erwärmung von Räumen dient, sei es unter Verwendung von Gaseinzelöfen oder gasbeheizten Kesseln für Zentralheizungen. Diese Entwicklung erstreckt sich nicht nur auf ausgesprochene Industriegebiete, wo billiges Kokereigas zur Verfügung steht, sondern auch auf Städte mit eigener Gaserzeugung. Gefördert wurde die Aufwärtsbewegung durch die Preispolitik der Gaswerke, die auch für die Zukunft auf dem Gebiete der Raumheizung mit Gas weitere Fortschritte erwarten läßt.

Man hat sich gewöhnt, die von der Feuerung für feste Brennstoffe, insbesondere der Zentralheizung, gewonnenen Anschauungen auf die Gasheizung zu übertragen, ohne aber die Vorteile der Zentralheizung, niedere Oberflächentemperatur der Heizkörper, mit zu übernehmen. Man hat auch oft bei bestehenden Zentralheizungen in den Kessel für feste Brennstoffe Gasbrenner eingebaut, ohne sich über die Wirtschaftlichkeit des Betriebes Bedenken zu machen. Daß ein derartiger Heizbetrieb teuer sein muß, ist einleuchtend. Wenn schon die Umstellung einer Zentralheizung auf Gas erfolgt, dann sollte auch der Gasheizkessel zur Aufstellung kommen, der ganz besonders durch seine auf gasförmige Brennstoffe zugeschnittene Konstruktion die Heizgase weit besser ausnutzt, als der mit Gas gefeuerte Kokskessel, und zumal durch den Temperaturregler auch nachweisbare Ersparnisse im Gasverbrauch erzielt. Aber selbst mit dem Gasheizkessel wird der Betrieb

relativ teurer sein, weil die Eigenart des gasförmigen Brennstoffes nicht voll zur Geltung kommen kann. Die besondere Eigenart des gasförmigen Brennstoffes besteht in der hervorragenden Regelfähigkeit, d. h. der idealen Anpassungs-Fähigkeit des Wärmeverbrauchs an den Wärmebedarf, ganz abgesehen von den sonstigen Vorzügen der Gasheizung, wie der steten Betriebsbereitschaft, Sauberkeit des Betriebes, der feinsten Einstellbarkeit des Wärmegrades, Zeit-, Arbeits- und Raumersparnis, sofortigen Abstellbarkeit der Wärmeerzeugung, Bequemlichkeit und Kontrolle des Brennstoffverbrauches. Soll eine Gasheizung in jeder Beziehung wirtschaftlich arbeiten, dann ist die einzig richtige Lösung die weitgehendste Anwendung von Gas-Einzelöfen. Insbesondere in den Übergangszeiten Herbst und Frühjahr, in denen die Außentemperatur verhältnismäßig hoch ist, arbeitet die Gaseinzelheizung wesentlich billiger als die Zentralheizung.

Bemessung der Öfen. (D. V. G. W. F.)

Die Vorzüge der Gasheizung, insbesondere auch ihre Wirtschaftlichkeit, können nur dann zur Geltung kommen, wenn die Leistungsfähigkeit des Ofens, der Größe und der Lage des zu beheizenden Raumes, der niedrigsten Außentemperatur und der verlangten Innentemperatur entsprechend gewählt wird.

Die Heizflächen sind den gegebenen Verhältnissen angepaßt, wenn sie möglichst nur vertikal stehen, leicht zu reinigen und so groß bemessen sind, daß die Verschwelung von Staub vermieden wird. Hierzu dient bei Gasheizöfen die Anwendung großer Oberflächen mit niedrigen Temperaturen.

Auf Ablagerung von Staub, der auf den wärmeabgebenden Flächen schon bei mäßiger Temperatur verschwelt — nach Esmarch bei 75° C — sind die üblen Gerüche und die Empfindung von Lufttrockenheit zurückzuführen, die zuweilen beobachtet und zu Unrecht dem Gase zur Last gelegt werden.

Vor Inbetriebnahme sind die Gasheizöfen regelmäßig von etwa abgelagertem Staub zu reinigen.

Es empfiehlt sich, Gasheizöfen, deren Heizflä-

chen im unteren Teil hoch erhitzt werden, so aufzustellen, daß die Flamme sich etwa 35 cm über dem Fußboden befindet.

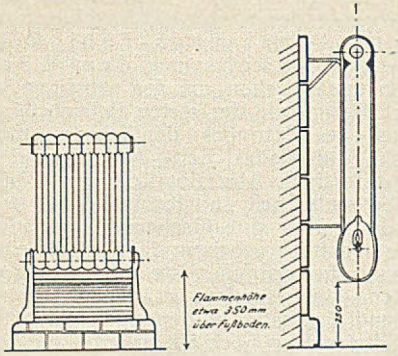


Fig. 58 Fig. 59

Öfen, welche auf Konsolen an der Wand befestigt werden, bringe man möglichst so an, daß die Unterkante des Ofens etwa 25 cm über dem Fußboden liegt. (Fig. 59). Durch diese Maßnahme wird erreicht, daß der vom Fußboden stammende aufgewirbelte Staub, der in der Nähe des Fußbodens am dichtesten ist, in dieser starken Dichte nicht die heißen Flächen des Ofens erreicht, weil ein Teil des Staubes sich verhältnismäßig schnell wieder auf den Boden niederschlägt. Erhält der Ofen wenig Staub, so sind auch die Vorbedingungen für die Staubverschwelung vermindert.

Die Wand hinter dem Ofen verkleide man tunlichst mit Kacheln oder Glasplatten (Fig. 59). Eine Beschädigung von Tapeten durch die Wärme des Ofens ist dann ausgeschlossen. Die durch Kacheln und Glasplatten gebildeten glatten Flächen können bequem von Staub gesäubert werden. Falls Gasöfen in einem Zimmer über Eck aufgestellt werden, ist es ebenfalls empfehlenswert, die Ecke hinter dem Ofen durch eine parallel zum Ofen stehende Kachelwand oder Glaswand aus farbigem Glas so abzuschließen, daß eine Staubansammlung in der Ecke hinter dem Ofen vermieden wird. Zum Schutz des

Fußbodens, von Teppichen usw., legt man zweckmäßig eine Glasplatte unter oder vor den Ofen.

Der Wärmebedarf ist den folgenden Spaleck'schen Zahlentafeln zu entnehmen.

Aus dem Wärmebedarf, dem Heizwert des Gases und dem Wirkungsgrad des Gasofens, der zwischen 80 und 90 % liegt, kann der Gasverbrauch ermittelt werden.

Beispiel 1: Ein Zimmer von 80 m³ Rauminhalt, zeitweise Heizung, ungeschützte Lage, Außentemperatur — 10 ° C, verlangte Innentemperatur 18 °C.

Aus Zahlentafel 1 ergibt sich die Wärmeklasse 14. Der Wärmeklasse 14 entspricht nach Zahlentafel 2 bei einer Raumgröße von 80 m³ ein stündlicher Wärmebedarf von 9800 WE. Bei einem unteren Heizwert des Gases von 3800 WE/m³ und einem Wirkungsgrad des Ofens von 0,85 werden aus einem m³ Gas 3230 WE nutzbar erhalten. Der stündl. Gasverbrauch des Ofens beträgt somit 9800 : 3230 = rd. 3,02 m³.

Beispiel 2: Der gleiche Raum bei gleicher Temperatur, nur Dauerheizung vorausgesetzt: Aus Zahlentafel 1 ergibt sich Wärmeklasse 7, Zahlentafel 2 gibt für 80 m³ Raumgröße und Wärmeklasse 7 je Stunde 4900 WE an. Stündlicher Gasverbrauch 4900 : 3230 = rd. 1,52 m³.

Dieser hohe Gasverbrauch ist nur während des Anheizens erforderlich. Sogleich nach Erreichung der gewünschten Temperatur ist der Gashahn auf „klein" zu stellen. Die Kleinstellung der Gasflammen kann auch durch selbsttätige Temperaturregler erfolgen, die wesentlich zur Gasersparnis beitragen.

Dabei ist zu beachten: Der Geltungsbereich der Zahlentafeln für „Zeitweise Heizung" umfaßt nur die in Wohnhäusern, in Geschäftshäusern und kleinen Werkstätten vorkommenden üblichen Raumgrößen.

Große Hallen, Kirchen usw. erheischen Sonderbehandlung. Hier hat man den stündlichen Wärmeverlust besonders zu berechnen. Es ist dabei zu unterscheiden, zwischen Baulichkeiten mit massiven Umfassungswänden und Fachwerk- oder Holzbauten. Im ersten Falle ist infolge der großen Wärmeaufnahmefähigkeit der Wände, die eine Erreichung des Gleichgewichtszustandes zwischen der Wärmeauf-

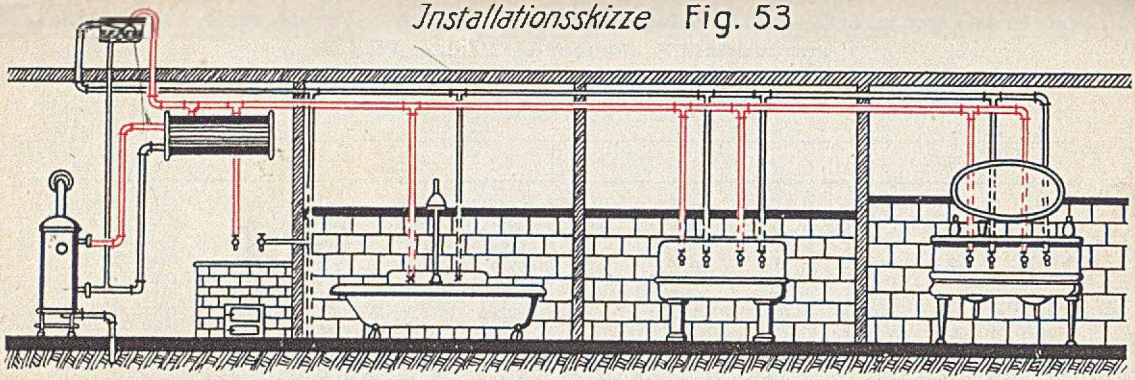
Zahlentafel 1. Ermittlung der Wärmeklasse und der Ofengröße.

Art der Heizung	Dauerheizung																							
Lage des Raumes	ungeschützt												geschützt											
Außentemperatur	— 20° C				— 10° C				± 0° C				— 20° C				— 10° C				± 0° C			
Verlangte Innentemperatur	12	15	18	20	12	15	18	20	12	15	18	20	12	15	18	20	12	15	18	20	12	15	18	20
Wärmeklasse	8	8a	9	10	6	6a	7	8	4	4a	5	5a	6	6a	7	8	5	5a	6	6a	3	3a	4	4a

Art der Heizung	Zeitweise Heizung																							
Lage des Raumes	ungeschützt												geschützt											
Außentemperatur	— 20° C				— 10° C				± 0° C				— 20° C				— 10° C				± 0° C			
Verlangte Innentemperatur	12	15	18	20	12	15	18	20	12	15	18	20	12	15	18	20	12	15	18	20	12	15	18	20
Wärmeklasse	16	18	19	20	12	13	14	15	7	8	10	11	14	15	16	17	10	11	12	13	6	7	8	9

Bei Temperaturdifferenzen, die zwischen obigen Tabellenwerten liegen, ist der entsprechende Zwischenwert für die Wärmeklasse zu rechnen.

Installationsskizze Fig. 53



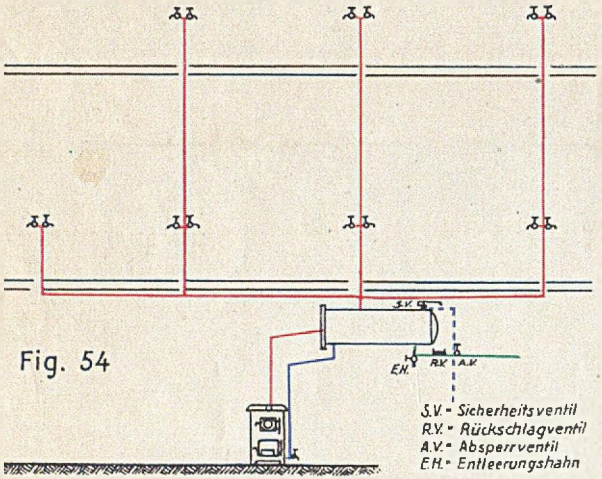


Fig. 54

Fig. 55

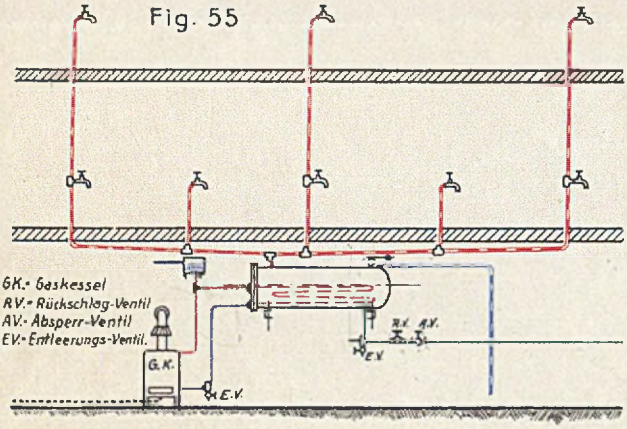
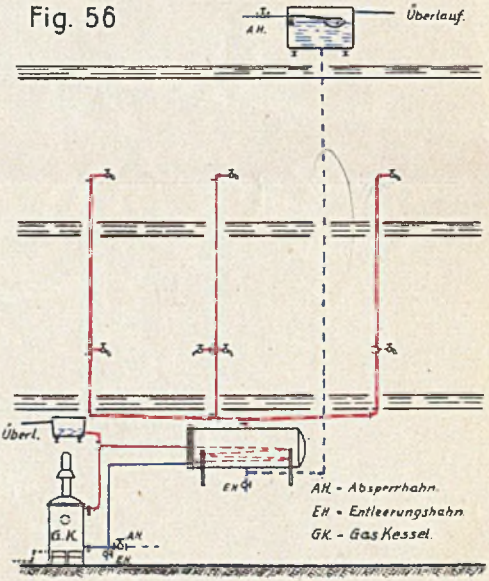


Fig. 56



Zahlentafel 2 zeigt den der Raumgröße entsprechenden Wärme-Bedarf auf Grund der nach Zahlentafel 1 gefundenen Wärmeklassen.

Raumgröße m³	Wärmeklasse										
	3	3a	4	4a	5	5a	6	6a	7	8	8a
20	1000	1160	1302	1400	1640	1810	1980	2150	2320	2680	2860
30	1275	1480	1700	1900	2125	2300	2550	2760	2975	3400	3500
40	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500	4000	4250
50	1650	1925	2200	2475	2750	3025	3300	3575	3850	4400	4675
60	1800	2100	2400	2700	3000	3300	3600	3900	4200	4800	5100
70	1950	2275	2600	2925	3250	3575	3900	4225	4550	5230	5580
80	2100	2450	2800	3150	3500	3850	4200	4550	4900	5600	5950
90	2300	2630	3060	3440	3825	4210	4590	4975	5355	6120	6520
100	2475	2890	3300	3710	4125	4540	4950	5365	5775	6600	7010
110	2670	3115	3560	4000	4450	4895	5340	5770	6200	7120	7565
120	2850	3325	3800	4275	4750	5225	5700	6175	6650	7600	8075
140	3100	3620	4135	4655	5175	5690	6210	6725	7245	8280	8790
160	3360	3920	4480	5040	5600	6160	6720	7280	7840	8960	9520
180	3600	4200	4800	5400	6000	6600	7200	7800	8400	9600	10200
200	3900	4550	5200	5850	6500	7150	7800	8450	9100	10400	11050
220	4200	4900	5600	6300	7000	7700	8400	9100	9800	11400	12000
240	4520	5250	6000	6750	7500	8250	9000	9750	10500	12000	12750
260	4890	5705	6520	7335	8150	8965	9780	10595	11410	13040	13855
280	5295	6180	7060	7950	8825	9700	10590	11475	12355	14120	15000
300	5700	6650	7600	8550	9500	10450	11400	12350	13300	15200	16750
400	7350	8575	9800	11150	12500	13600	14700	15925	17150	19600	20825
500	9000	10500	12000	13500	15000	16500	18000	19500	21000	24000	25500

Zahlentafel 2 (Fortsetzung).

Raumgröße m³	Wärmeklasse											
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
20	3040	3400	3900	4250	4600	4900	5200	5500	5800	6100	6500	7000
30	3825	4250	4675	5100	5525	5950	6375	6800	7225	7650	8075	8500
40	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000	9500	10000
50	4950	5500	6050	6600	7150	7700	8250	8800	9350	9900	10450	11000
60	5400	6000	6600	7200	7800	8400	9000	9600	10200	10800	11400	12000
70	5850	6500	7150	7800	8450	9100	9750	10400	11050	11700	12350	13000
80	6300	7000	7700	8400	9100	9800	10500	11200	11900	12600	13300	14000
90	6895	7650	8415	9180	9945	10710	11475	12240	13000	13760	14500	15250
100	7425	8250	9075	9900	10725	11550	12375	13200	14025	14850	15675	16500
110	8010	8900	9790	10680	11370	12260	13350	14240	15100	16000	16860	17750
120	8550	9500	10450	11400	12350	13300	14250	15200	16150	17100	18050	19000
140	9315	10350	11385	12400	13465	14490	15525	16650	17575	18600	19650	20650
160	10080	11200	12320	13440	14560	15680	16800	17920	19040	20130	21240	22300
180	10800	12000	13200	14400	15600	16800	18000	19200	20400	21600	22800	24000
200	11700	13000	14300	15600	16900	18200	19500	20800	22100	23400	24700	26000
220	12600	14000	15400	16800	18200	19600	21000	22400	23800	25200	26600	28000
240	13500	15000	16500	18000	19500	21000	22500	24000	25500	27000	28560	30000
260	14670	16300	17930	19560	21190	22820	24450	26080	27710	29340	30970	32650
280	15885	17650	19415	21180	22945	24710	26475	28240	30000	31765	33530	35300
300	17100	19000	20900	22800	24700	26600	28500	30400	32000	34200	36100	38000
400	22050	24500	26950	29400	31850	34300	36750	39200	41650	44100	46550	49000
500	27000	30000	33000	36000	39000	42000	45000	48000	51000	54000	57000	60000

nahme der Wände durch die Heizung und Wärmeabgabe der Wände nach außen verhindert, eine besondere von der üblichen Wärmebedarfsberechnung abweichende Berechnung aufzustellen.[1])

Bei Fachwerk- oder Holzbauten ermittelt man zweckmäßig den Wärmebedarf nach der üblichen Wärmedurchgangsberechnung[2]) und gleichzeitig auch nach der vorstehend erwähnten Methode, da bei solchen Bauten, besonders Holzbauten (z. B. Ausstellungshallen), eine so geringe Wärmeaufnahmefähigkeit der Umfassungswände vorhanden ist, daß die Rechnungsprobe ergeben muß, ob die übliche Wärmedurchgangsberechnung oder die erstgenannte Methode den größeren Wert ergibt. Zu beachten ist bei solchen leichten Bauten der meist eintretende große Luftwechsel infolge der leichten Konstruktion. Dieser muß rechnerisch besonders erfaßt werden. Man wird bei solchen Bauten mit dem $1^1/_2$- bis 2fachen Luftwechsel unter normalen Verhältnissen (ohne besonderen Windanfall) rechnen müssen. Bei starkem Windanfall muß man dagegen auf das Mehrfache des normalen steigen.

Notwendigkeit der Abgasabführung.
(Vergl. Kapitel Abgasleitungen.)

Für Gasheizöfen gilt auch unter den veränderten Bedingungen der Nachkriegszeit die Forderung, daß die Abgase, von seltenen Sonderfällen abgesehen, aus dem beheizten Raum abgeführt werden müssen. Jeder einzelne Ausnahmefall unterliegt der besonderen Genehmigung des Gaswerks.

Gasheizöfen mit geschlossener Verbrennungskammer.

Ist die Abführung der Abgase durch hölzerne usw. Abgasleitungen nicht möglich, so sind Gasheizöfen mit geschlossener Verbrennungskammer (Fig. 60 — 62) am Platze.

Die Verbrennungsluft und die Abgase werden durch die Außenwand des Hauses hindurchgeführt, so daß ein natürlicher Druckausgleich entsteht, da

[1]) Vergl. Spaleck, Gas- und Wasserfach 1911.
[2]) Vergl. Rietschel-Babbée, 7. Aufl.

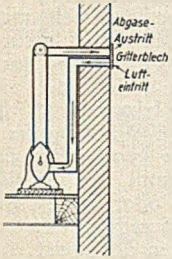


Fig. 60

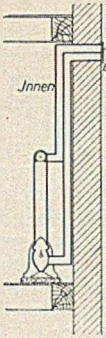


Fig. 61

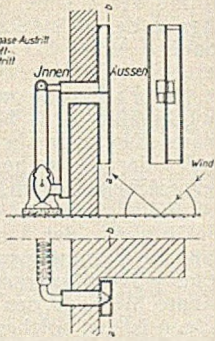


Fig. 62

der Ofen gegen den zu beheizenden Raum vollkommen dicht abgeschlossen ist. Die vollkommene Dichtheit des Ofens ist gegebenenfalls zu prüfen.

Hat die Wand, durch welche die Frischluft zum Ofen geführt und die Abgase abgeleitet werden, keine vorspringenden Gesimse, so genügt die Anordnung nach Fig. 60. Können dagegen durch Gesimse, Mauervorsprünge usw. Windwirbel auftreten, so ist besser die Anordnung nach Fig. 61 zu wählen, wobei aber die Hochführung der Frischluftzuleitung und der Abgasleitung nicht zu weit getrieben werden darf. Nahe dem Erdboden und in Winkeln ist ein Schutz der Ausmündungen nach Fig. 62 unbedingt erforderlich.

Zentralheizung mit Gasfeuerung.

Unter besonderen Verhältnissen (z. B. billiger Kokereigasablieferung) kommt auch die Gasfeuerung für Zentralheizungskessel in Betracht. Die technischen Anforderungen bleiben die gleichen, wie sie für Einzelöfen gegeben worden sind. Für die Herstellung langer Abgasleitungen solcher Zentralheizungskessel achte man auf die Vermeidung der Abscheidung von Wasserdampf ganz besonders.

Warmluftheizung mit Gas.

Der Gaslufterhitzer dient zur Erwärmung von Luft, welche bei Luftheizungen, Trocknungs- und

Entnebelungsanlagen gebraucht wird. Das Heizgas wird in geeigneten Brennern unterhalb eines Wärmeaustauschkörpers verbrannt, die Verbrennungsgase streichen durch die Kanäle dieses Körpers und geben ihre Wärme durch die Wandungen an die Luft ab. Diese umspült die Kanäle von außen und wird durch einen Ventilator mit großer Geschwindigkeit an der Heizfläche vorbeigeführt. Eine Durchmischung von Verbrennungsgasen und Luft ist ausgeschlossen. Die abgekühlten Gase ziehen durch eine Abgasleitung ab, während die von außen als Frischluft oder aus dem Raum als Umluft entnommene Luft nach Erwärmung im Heizregister direkt in den Raum geblasen oder durch Blechrohrleitungen verteilt wird.

Die Warmlufterhitzer werden an den Wänden oder Säulen in den zu beheizenden Räumen oder auch in Nebenräumen aufgestellt. Die Warmluft wird bei der letzteren Anordnung durch Rohre oder Kanäle fortgeleitet.

Die Gaslufterhitzer eignen sich besonders zur Beheizung und Belüftung von Restaurants, Lichtspieltheatern, Konzertsälen, Ausstellungshallen, Kirchen, Turnhallen, Industriebauten usw.

Gasheizung für Kirchen.

Die Anwendung des Gases für Kirchen und große Versammlungsräume bietet nicht nur außerordentlich wichtige, praktische Vorteile in bezug auf die Reinhaltung und sonstige Behandlung der Öfen, sondern sie bietet vor allem auch wirtschaftliche Vorteile, wenn die Heizungsanlage so groß bemessen ist, daß die Anheizung bei 12° Temperaturerhöhung in einer Stunde erfolgen kann. Die stete Betriebsbereitschaft der Gasheizung infolge einer schnellen mühelosen Inbetriebsetzung der Gasöfen ist gleichfalls ein wichtiger Vorzug. Bei reichlicher Bemessung der Heizleistung werden unter Berücksichtigung der Kosten der Abschreibung und Verzinsung des Anlagekapitals die Betriebskosten niedriger, als bei Zentral- oder Luftheizung, da man hier mit einer Anheizzeit von durchschnittlich 12 Stunden rechnen muß, wobei ungleich größere Wärmemengen nutzlos durch das Mauerwerk aufgenommen werden. Man geht bei der Berechnung der erforderlichen Heizleistungen

von der Größe der Oberfläche der Umfassungswände, Säulen, Pfeiler, Decken, Fußboden usw. aus und kann für überschlägige Rechnung für 1 qm mit 100 WE Stundenleistung rechnen. Für die Berechnung der erforderlichen WE zur Beheizung einer Kirche dient die Formel

$$W = F \cdot \frac{t - t_1}{0{,}075 \cdot \sqrt{z - 0{,}5} + 0{,}12}$$

Literatur Spaleck, die Bedeutung der Gasheizung für Kirchen. Verlag Junkers & Co., Dessau.

In dieser Formel bedeutet:

F = gesamte Oberfläche der Wände, Fenster, Decken, Fußboden, Säulen etc. in qm,

W = erforderliche Wärmeeinheiten in kcal (WE) je Std.,

t = die verlangte Innentemperatur nach dem Anheizen,

t_1 = die Innentemperatur vor dem Anheizen,

z = die Anheizzeit in Stunden.

Beispiel:

Oberflächenberechnung und Ermittlung der erforderlichen WE zur Beheizung einer Kirche.

Länge der Kirche = 47,5 m
Breite „ „ = 18,0 „
Höhe „ „ = 11,5 „

Flächeninhalt

des Fußbodens 47,5 · 18	=	855,— qm
der Decke ca. 47,5 · 18	= ca.	855,— „
der beiden Seitenwände 47,5 · 11,5 · 2	=	1092,— „
der Vor- und Rückwände 11,5 · 18 · 2	=	414,— „
der Säulen	=	84,— „
	Summe	3300,— qm

Angenommen, daß die Anheizzeit 1 Stunde und die Innentemperatur vor dem Anheizen 0° C, die nach dem Anheizen 12° C betragen soll, so wäre erforderlich:

$$W = F \frac{t - t_1}{0{,}075 \sqrt{1} - 0{,}5 + 0{,}12}$$

$$= 3300 \frac{12}{0{,}075 \sqrt{1} - 0{,}5 + 0{,}12}$$

$$= \underline{228\,900 \text{ WE/std.}}$$

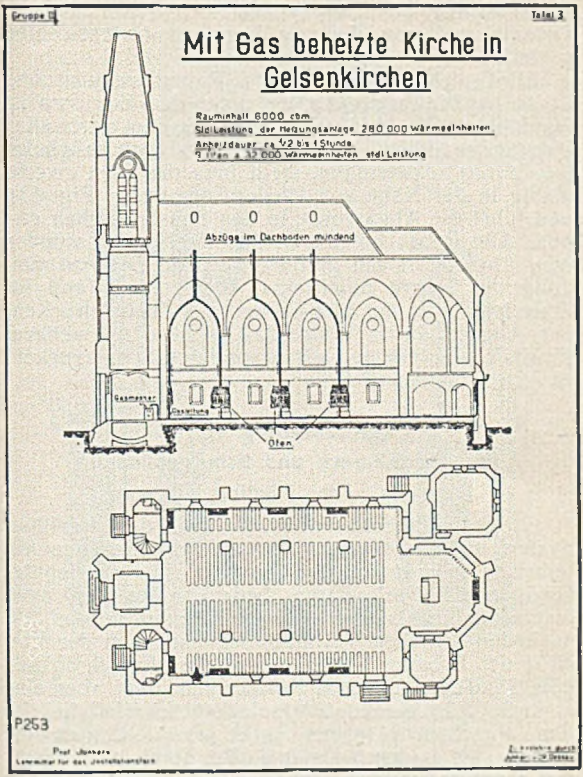


Fig. 63

Ein Prof. Junkers Warmluftofen z. B. Größe K 50 hat eine Maximalleistung von 33 750 WE, folglich sind

$$\frac{228900}{33750} = 6{,}75 \text{ rund } 7 \text{ Öfen Größe K 50}$$

zur Beheizung nötig.

Genaueres über die Berechnung enthalten die wärmetechnischen Blätter, Heft 3, P. Spalek „Die wärmewirtschaftliche Bedeutung des Gases für die

Raumheizung", herausgegeben von Junkers & Co., Dessau, und von dort zu beziehen (Interessenten gratis).

Für Erzielung gleichmäßiger Raumdurchwärmung ist die Aufstellung der Öfen unter den Emporen zu empfehlen. Die Abführung der Abgase ist unter allen Umständen nötig. Um die Abzugsrohre möglichst unauffällig anzubringen, stellt man die Öfen zweckmäßig in der Nähe von Pfeilern auf (siehe Fig. 63), und führt die Abgasrohre in den Fensternischen empor. Die Rohre können in den Dachboden münden oder über das Dach geführt werden. Die Ausmündung der Rohre unmittelbar durch die Wand ins Freie ist wegen der Möglichkeit des Zurückdrückens der Abgase durch Windanfall nicht ohne weiteres statthaft, sondern nur mit besonderen Schutzvorkehrungen (Rückstausicherung).

Gasbeheizung von Krankenhäusern und Schulgebäuden.

Dipl.-Ing. Joh. Körting, Dessau.

Große Krankenanstalten, die nach dem Pavillon-System mit Einzelhäusern für die verschiedenen Abteilungen gebaut sind und meistens ein ausgedehntes Gelände mit Parkanlagen bedecken, werden wohl fast ausnahmslos durch Zentralheizung beheizt. Je nach den örtlichen Verhältnissen und nach der Einsicht der Erbauer hat man für jedes Einzelgebäude eine Sonderheizung mit Kokskesseln oder aber eine zentrale Wärmeerzeugungsanlage geschaffen, bei der den einzelnen Häusern durch Rohrleitungen die Wärme, sei es durch Dampf, oder durch Heißwasser mit Pumpen zugeführt wird. Beide Systeme haben ihre Vor- und Nachteile. Die Einzelheizung der Gebäude macht es erforderlich, daß Kokstransporte in den Parkanlagen stattfinden und daß die einzelnen Krankenhäuser, in denen aus hygienischen Rücksichten der größte Wert auf Sauberkeit gelegt wird, durch Koks- und Aschenstaub belästigt werden. Die zentrale Dampfheizungsanlage ist bei weitläufig angelegten Anstalten teurer, da der Kontrolle wegen, die Verlegung in begehbare Kanäle vorzuziehen ist. Im Betriebe sind die dauernden Wärmeverluste in den Rohrleitungen sicher nicht unbedeutend, denn

es kommen Leitungslängen von 400 bis 500 m bei solchen Anlagen vor.

Eine ideale Lösung stellt deshalb die Ausführung mit Dampf- oder Warmwasserheizungen dar, die in jedem Hause ihre mit Gas gefeuerten Kessel haben. Unbedingte Sauberkeit in dem ganzen Gelände des Krankenhauses ist gewährleistet. Die Bedienung ist

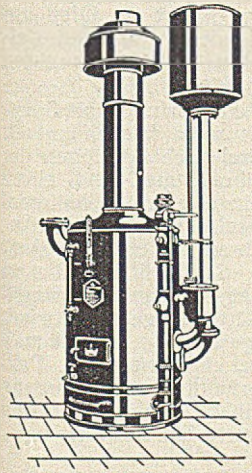


Fig. 64. Dampfheizkessel der Askania-Werke, A.-G., Dessau.

Größte Ausführung

Höhe des Kessels einschl. Standrohr 3100 mm, Durchm. 945 mm.

Leistung bei 40 cbm stündl. Gasverbrauch 136 000 kcal, wenn der Heizwert des Gases 4000 kcal beträgt.

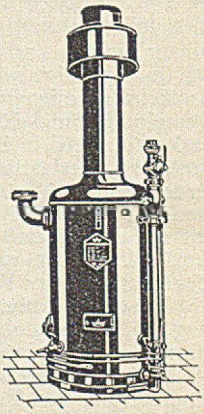


Fig. 65. Warmwasserheizkessel der Askaniawerke, A.-G., Dessau.

Größte Ausführung

Höhe des Kessels 1450 mm
Durchmeseer 945 mm

Leistung bei 40 cbm stündl. Gasverbrauch 136 000 kcal, wenn der Heizwert des Gases 4000 kcal beträgt.

auf ein Mindestmaß zurückgesetzt. Bei koksgefeuerten Einzelkesseln ist die Überwachung auf sparsamen Betrieb wegen der vielen Feuerstellen nur sehr schwer durchzuführen. Zentrale Versorgungsanlagen müssen stets reichlich Wärme den einzelnen Abteilungen zur Verfügung halten und verführen deshalb noch mehr zur Verschwendung. Baut man in jedem Hause in einen Normal-Raum einen Wärme-

fühler ein, so wird für gasbeheizte Kessel durch die automatische Regulierung ein sparsamer Betrieb erreicht.

In die Zimmer, in denen sich die Nachtwachhabenden aufhalten, stellt man zweckmäßig Gas-Einzelöfen, damit man mit der Gesamtheizung auf Schlafzimmertemperaturen heruntergehen kann. Da sich die Wärme in solchen tagsüber beheizten Räumen langsam nach oben zieht, so ist ein Ofen am wirksamsten, der seine strahlende Wärme unmittelbar am Fußboden abgibt. Man wird daher einen Ofen mit Glühkörpern bevorzugen.

Der Umbau vorhandener Anlagen muß mit Sorgfalt durchgeführt werden. Es wäre falsch, einfach für die vorhandenen Kokskessel nach Katalogen die normale Wärmeleistung zu bestimmen und einen Gaskessel gleicher Leistung einzubauen. Kokskessel sind stark überlastbar, Gaskessel dagegen nicht. Außerdem lohnt sich im Gasverbrauch die Möglichkeit besonders starker Anheizung. Schließlich muß man berücksichtigen, daß an Heizungsanlagen erfahrungsgemäß durch Um- und Neubauten oft geändert wird. Wenn man an der Kesselanlage umbaut, so soll man die Gelegenheit nie verpassen, eine gründliche Prüfung einzugehen, ob der ursprünglich angenommene Wärmeverbrauch noch in gleicher Weise vorhanden ist. Es ist also notwendig, eine erfahrene Heizungsfirma bei solchen Umbauten zuzuziehen.

Ein besonders günstiges Gebiet für die Raumheizungen mit Gas stellen die öffentlichen Schulen dar. Diese benötigen Wärme überwiegend in der Zeit zwischen 8 Uhr morgens bis 1 Uhr mittags. Sie sind heutzutage meistens mit koksgefeuerten Zentralheizungen ausgerüstet, die aber wegen der 2 Stunden vorher nötigen Anheizzeit und des zweistündigen Nachbrennens sehr unwirtschaftlich arbeiten. Außerdem wird die Bedienung der Heizung gerade dann nötig, wenn der Schuldiener auch wegen des übrigen Schulbetriebes seine stärkste dienstliche Inanspruchnahme hat. Häufig wird deshalb außer dem Schuldiener noch ein besonderer Heizer eingestellt. Bei der Umstellung der Heizung auf Gas kommt dieser die Möglichkeit der kurzen Anheizzeit und der Fortfall des Brennstoffverbrauches nach dem Abstellen zugute. Immerhin ist es unangenehm,

daß der Wärmebedarf gerade bis in die Mittagsspitze hinein vorhanden ist. Beläßt man aber die Zentralheizung in der Schule und ersetzt den koksgefeuerten Kessel durch einen Sonderkessel für Gasbefeuerung, so kann man wegen der Wärmespeicherung, die in den Heizkörpern insbesondere bei Warmwasserheizung vorhanden ist, die Heizung ohne weiteres so betreiben, daß ein Kleinstellen der Feuerung bereits gegen 11 Uhr möglich ist. Die Heizung wird eine Stunde vor Schulbeginn kräftig angefeuert, brennt sofort mit heller Flamme, und von der genannten Zeit ab wird der Brenner so klein gestellt, daß lediglich bei großer Kälte ein Einfrieren der Warmwasserheizung vermieden wird.

Für besondere Räume, wie die Aula, die Turnhalle, das Konferenzzimmer und die Wohnung des Schuldieners, die auch nachmittags in Anspruch genommen werden, kann man durch Gas-Einzelheizung die notwendige sparsame Zusatzerwärmung schaffen. Man sollte dann aber bei den kleineren Räumen Glühkörper-Heizöfen nehmen, weil in den morgens durch die Zentralheizung vorgewärmten Zimmern die Wärme langsam nach oben steigt und die Räume lediglich fußkalt werden. Der Glühkörperofen gibt seine Wärme zum großen Teil am Fußboden des Raumes ab und ist deshalb gerade für diese Zusatzzwecke besonders geeignet.

Stockwerksheizung mit gasgefeuerten Kesseln.

Von Dipl.-Ing. Joh. Körting, Dessau.

Es ist jetzt bei den Gaswerken eine lebhafte Bewegung im Gange, die Verbilligung, die durch die Einführung der restlosen Vergasung in der Gaserzeugung möglich ist, dem Konsumenten zugute kommen zu lassen. Die neueren Preise lassen in fortgesetzt steigendem Maße die Benutzung des Gases für industrielle und Raumheizungszwecke zu.

Wenn nun auch zunächst die Entwicklung so gehen wird, daß an besonders wirtschaftlichen Stellen, also überall da, wo nur zeitweise eine Erwärmung des Raumes gewünscht wird, Einzelkohlenöfen durch Gasöfen ersetzt werden, so ist nicht zu verkennen, daß bei Fortgang der Entwicklung der Zentralheizungs-Industrie eine Konkurrenz entstehen kann. Zwei wesentliche Eigenschaften der Zentral-

heizung, nämlich die bequeme Zuführung des wärmenden Mittels (bei der Gasheizung in Form des Brennstoffes) und die Sauberkeit des Betriebes in den Wohnräumen, die ihrerseits hygienische Vorteile und Schonung der Vorhänge und Möbel usw. mit sich bringt, werden von der Gasheizung mit Einzelöfen ebenfalls erreicht. Die Bedienung der Heizkörper ist nicht minder einfach als die eines Radiators der Dampf- und Warmwasserheizung. Diese Umstände sind von der Gasapparate bauenden Industrie durchaus erkannt worden. Schließlich hat die Gasofen-Einzelheizung bei großen Mietshäusern den wesentlichen Vorteil gegenüber der Zentralheizung vom Keller aus, daß jedermann seinen Heizbedarf nach eigenem Ermessen einrichten kann. Bekanntlich ist der Wärmebedarf der einzelnen Parteien recht verschieden, und während der eine Teil über ungenügende Heizung klagt, hat der andere die Fenster geöffnet. Die verschiedenartige Beanspruchung der bewohnten Räume verschlimmert diese Mißstände noch. Streitigkeiten zwischen Hausverwaltern, Hauswirten und Mietern untereinander sind die Folge, die die Annehmlichkeiten des Lebens oft recht unangenehm beeinflussen.

Indessen hat die Zentralheizung außer den verglichenen Punkten immerhin ihre ganz besonderen Vorteile. Einmal ist die Überwachung vieler einzelner Feuerstellen, auch bei Gasöfen in den Zimmern, nicht unnötig. Zwar kann eine gewissenhafte Installation die Gefahren stark vermindern, die durch Ausblasen der Flamme durch Rückstöße in dem Schornstein, durch falsche Abzugskanäle entstehen können; vorsichtige Leute werden aber stets ein wachsames Auge auf jede Flamme legen müssen, selbst wenn diese durch äußere Ummantelungen eingekapselt ist. Vor allem aber gibt die gleichmäßige Durchwärmung, die auch im Flur und im Schlafzimmer erzielt wird, eine wesentlich gesteigerte Behaglichkeit, die man auch vom hygienischen Standpunkte aus begrüßen muß. Einzelofenheizung wird eben wegen der Unzahl der andernfalls zu überwachenden Feuerstellen unbedingt dazu führen, auf die Heizung von solchen Nebenräumen von vornherein zu verzichten.

Die Zentralheizungs-Industrie könnte indessen einen neuen Anstoß erleben, wenn es gelingt, bei

gleicher Wirtschaftlichkeit eine Zentralheizung zu schaffen, die dem Einzelnen die Möglichkeit des Einflusses auf seine Heizeinrichtung gibt. Man hat aus diesem Grunde schon vielfach Stockwerkheizungen ausgeführt, bei denen der koksgefeuerte Kessel in der Küche oder im Nebenraum Aufstellung fand. Dies hat den großen Nachteil, daß die Kokstransporte die Treppe hinauf in die einzelnen Stockwerke nötig werden, und daß der Schmutz von Koks und Asche in die Wohnung und oft sogar in den Raum, der aus hygienischen Rücksichten der allersauberste sein sollte, in die Küche, hineingetragen werden. Daß trotzdem solche Stockwerkheizungen vielfach ausgeführt sind, zeigt, wie wesentlich die Unabhängigkeit der einzelnen Heizungen eingeschätzt wird. Gelingt es nun, das Gas als Brennstoff in der Stockwerkheizung so billig zu beziehen, daß die Kosten für diese sich nicht wesentlich höher stellen als die der anderen Heizeinrichtungen, so wird offenbar dieser Heizungsart ein bedeutend besserer Erfolg beschieden sein als bisher. Leider ist es außerordentlich schwierig, die Kosten der Einzelofenheizung mit denen von Zentralheizungen theoretisch zu vergleichen, und die Einflüsse der individuellen Handhabungen sind so groß, daß jede rechnerische Vorausermittlung durch diese Umstände gänzlich über den Haufen geworfen wird, und daß man einer derartig theoretischen Berechnung jederzeit mit vielerlei Einwendungen entgegentreten kann. Andererseits ist die Frage des höheren Wertes der Stockwerk-Zentralheizung gegenüber der Einzelofenheizung schon wiederholt so eingehend geklärt worden, daß es für den Heizungsfachmann vielleicht genügt, einmal die Gasheizung allein zu der koksgefeuerten Zentralheizung in Beziehung zu setzen.

Auf dem Kongreß für Heizung und Lüftung 1924 errechnete Körting auf Grund eingehender Ermittlungen, daß man bei Benutzung des jetzt üblichen städtischen Gases hinsichtlich der Betriebskosten bei einer Zentralheizung 1 m³ Gas einer Menge von 1,2 bis 1,8 kg Koks gleichsetzen könne. Das bezieht sich selbstverständlich auf Zentralheizungen, bei denen die Kesselanlage im Keller steht, wodurch die Kokstransporte an sich außerordentlich einfach sind. Die erste Zahl gilt dabei für solche Anlagen, bei denen

man nicht stoßweise heizen kann, bei denen man also die Heizung durch entsprechendes An- und Abstellen des Heizkessels dem jeweiligen Bedarf wenig oder gar nicht anpassen kann. Das ist bei den meisten vom Keller aus beheizten Mietshäusern der Fall, bei denen man wegen der verschiedenartigen Lage und Größe der einzelnen Wohnräume für eine dem allgemeinen Bedürfnis des Hauses entsprechende Wärme sorgen muß. Stoßweises Heizen kann mit Erfolg durchgeführt werden bei Anlagen in Schulen, in Fabriken und dergl., bei denen nur an bestimmten Stunden am Tage die Räume die volle Wärme haben müssen. Einen solchen Heizplan kann man für Stockwerkheizungen ohne weiteres zurechtlegen, denn es wird meistens genügen, daß in der Wohnung nachmittags und abends die volle Durchwärmung erzielt wird. Jedenfalls hat es der Einzelne in der Hand, die Heizwirkung ganz nach seinem Wunsch zu mindern oder zu steigern. Es dürfte daher berechtigt sein, ohne weiteres die hohe Zahl von 1,8 kg Koks dem Kubikmeter Gas gleichzusetzen, woraus sich bei einem Kokspreise von 4,5 Pf./kg zunächst ein Preis für den Kubikmeter Gas von 8,1 Pf. bei Stockwerkheizung ergibt. Hierzu kommt aber noch der Transport des Brennstoffes in die Wohnung und die Entfernung der Asche. Beides erfordert nicht unerhebliche Aufwendungen, die rechnerisch allerdings schwer zu erfassen sind, ganz abgesehen von der Last, die Staub und Schmutz in der Küche und auf den Treppen hinterlassen. Es ist genügend bekannt, wie diese Arbeit häufig nur durch recht gute und mit nicht unerheblichem Metallklang beschwerte Worte von den Dienstbeflissenen geleistet wird. Rechnet man, um nur überhaupt einmal eine Zahl zu greifen, für diese Art Bedienung Mk. 10 im ganzen Monat, so ergibt sich bei einem angenommenen Verbrauch von 150 Zentner für ein Stockwerk bereits ein Aufschlag von 20 v. H. auf den Grundpreis, so daß man schon einen Gaspreis von 9,7 Pf. aufwenden kann. Schließlich ist noch zu berücksichtigen, daß, wenn der Heizkessel in der Wohnung Aufstellung findet, er auch gleichzeitig als Heizkörper für den Raum, in dem er sich befindet, dient. Diese Wärmemenge geht der Wohnung bei Aufstellung des Kessels im Keller verloren. Die strah-

lende Wärme beträgt bei einem gasgefeuerten Kessel 8 — 10 v. H. Schlägt man nun auch noch diese auf den Gaspreis auf, so erhält man die Gewißheit, daß bei einem Gaspreis von 10,6 Pf. etwa die gleichen Betriebskosten entstehen wie bei Koksbetrieb. Ein solcher Gaspreis wird aber heutzutage durch entsprechende Tarife von den Gaswerken vielfach erreicht.

Wesentlich ist natürlich, daß die Stockwerksheizungsanlage gut ausgeführt wird und daß alle Möglichkeiten, mit der Gasfeuerung Vorteile zu erzielen, auch schon in der Anlage berücksichtigt werden. Die Gasfeuerung ist weitestgehend regulierbar, wenn man auf den Bunsenbrenner verzichtet und die leuchtende Flamme so ausbildet, daß eine gleichbleibende Verbrennung erzielt wird. Die Regulierung soll ein Wohnungstemperatur-Regler (Wärmefühler) besorgen, der in einem normalen Wohnraume zum Einbau kommt. Selbstverständlich macht dieser Temperaturregler die bereits an allen Kesseln vorgesehene Regulierspindel, die die Vorlauftemperatur des Wassers je nach der Jahreszeit reguliert, nicht etwa nutzlos, sondern erst die gleichzeitige Anwendung beider gibt den höchsten Wirkungsgrad. Der Kessel selbst muß dem Brennstoff entsprechend besonders gebaut sein. Es ist erforderlich, daß er aus Kupfer gefertigt ist, weil durch den hohen Wasserstoffgehalt von Leuchtgas bei Warmwasserkesseln eine ganz besonders starke Bildung von schwefliger Säure auftritt, wie man es in koksgefeuerten Kesseln bei weitem nicht kennt. Die kupfernen Heizflächen werden aus diesem Grunde noch mit einer starken Verzinnung oder Verbleiung versehen und geben dadurch erst die Möglichkeit eines dauernd einwandfreien Betriebes.

Die Kesselzüge sollen senkrecht nach oben steigen. Keinesfalls sollen Umkehrzüge, wie beim Kokskessel, vorhanden sein; denn wenn nach dem Öffnen des Gashahnes die Brenner nicht sofort angezündet werden, kann sich in den oberen Umkehrkanälen ein Gas-Gemisch festsetzen, welches bei der Zündung Zerknalle hervorrufen kann.

Dadurch entsteht ein sehr kurzer Weg der Heizgase durch die Siederohre, und diese müssen so eng bemessen sein, wie es zu ihrer Reinigung gerade

noch statthaft ist, damit alle Heizgasteilchen Gelegenheit haben, ihre Wärme bis zu einem gewollten Grade abzugeben. Es wird dadurch noch ein Vorteil für den eigentlichen Gasbrenner erzielt. Dieser soll im Gegensatz zum festen Brennstoff vom Schornsteinzug entlastet sein, und die Reibung in den engen Röhren ergibt diese Entlastung in zwangloser Weise. Die Abgase strömen gleichmäßig durch alle Siederohre der breiten Kesselfläche, und die Flammen erreichen eine vollkommene Verbrennung, trotzdem auf die Bunsenwirkung verzichtet wird.

Für die Anlage selbst muß man dem hohen Wasserdampfgehalt der Abgase besonders Rechnung tragen. Um die Ausscheidung des in den Abgasen enthaltenen Wasserdampfes im Schornstein zu vermeiden, ist die Anordnung einer Rohrunterbrechung (Abzugsvorrichtung) in der Abgasleitung zwischen Kessel und Schornstein erforderlich. Diese führt den Abgasen zur Verdünnung und dadurch bedingter Herabsetzung des Taupunktes Luft zu und bewirkt außerdem, daß möglicherweise im Schornstein auftretende Windrückstöße für den Brenner des Kessels unschädlich gemacht werden.

Im Gesundh.-Ing. vom 3. Oktober 1925, S. 503, ist in der Frage betr. „Heizungskessel mit Leuchtgasfeuerung" gefordert, daß solche Kessel mit selbsttätigem Regler ausgerüstet sein sollen, durch den die wahlweise einzustellende Wassertemperatur konstant erhalten wird, und daß sie mit einem Apparat versehen sein sollen, der bei starkem Druckabfall den Gaszufluß absperrt, so daß dieser dann erst durch einen Handgriff wieder freigegeben werden muß. Das Wiederauftreten des normalen Gasdruckes soll den Gaszufluß also nicht wieder herstellen. Es soll hierdurch mit Sicherheit vermieden werden, daß Gas unverbrannt in die Abzugskanäle oder in den Kesselraum ausströmen kann, wenn ein Hauptabsperrhahn geschlossen und wieder geöffnet wird, ohne daß inzwischen der Gashahn des Kessels geschlossen worden ist. In diesem Falle würde nämlich nach dem Wiederöffnen des Haupthahnes das Gas durch den Kessel hindurch in den Schornstein oder in den Kesselraum strömen, so daß bei nachherigem Anzünden eine Explosion eintreten könnte oder sonst auch Gasvergiftungen vorkommen könn-

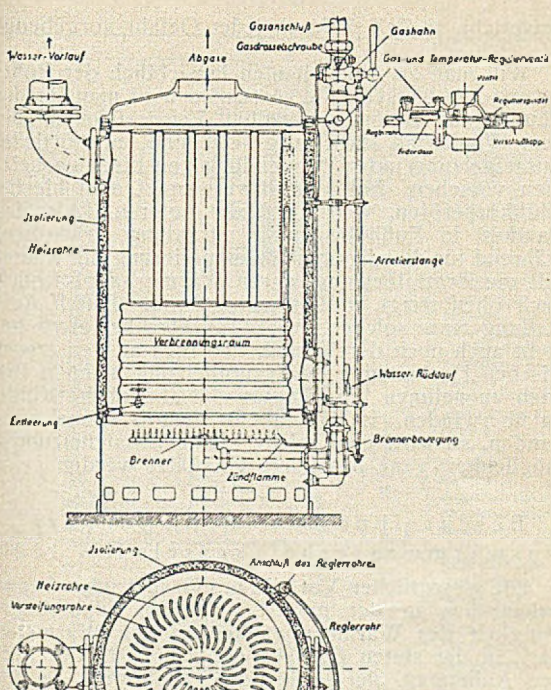


Fig. 66
Warmwasserkessel der Askaniawerke A.-G., Dessau.

ten. Die Heizkessel der oben beschriebenen Art, wie solche auch in Fig. 66 hier dargestellt sind, können mit einem am offenen Markte käuflichen selbsttätigen Ventil ausgerüstet werden, das sowohl beim Ausbleiben des Gases selbsttätig abschließt, als auch den sämtlichen vorstehend erwähnten, im Gesundh.-Ing. vom Jahre 1925 angegebenen Anforderungen

entspricht, so daß dadurch jeder Gefahr vorgebeugt ist.

Will man an Anlagekosten hinsichtlich der Rohrleitung und Kesselgröße sparen, so wird man für die Räume mit besonders großen Fensterflächen, die dem Windanfall stark ausgesetzt sind, eine örtliche Zusatzheizung unter Verwendung von Einzelgasheizöfen vorsehen. Mit Vorteil verwendet man hierfür Glühkörperöfen, weil diese die unteren Teile des Raumes in Fußhöhe durch Strahlung erwärmen, während für die allgemeine Temperierung der Raumluft die Zentralheizung, deren Wärme hauptsächlich nach oben steigt, in Betracht kommt. Durch Aufstellung eines solchen Zusatz-Einzelgasheizofens besteht auch noch der Vorteil, daß man an den ersten frischen Herbsttagen die Hauptheizung nicht in Betrieb zu nehmen braucht, um die abendliche Kühle zu überwinden. Ist Gas als Brennstoff einmal vorhanden, so wird eine solche kleine Zusatzheizungsmöglichkeit ganz besonders geschätzt werden.

Beschreibung des Prof. Junkers Gaswarmwasserheizkessels HW 1800.

Die wesentlichen Vorteile des Gasbetriebes liegen bekanntlich in der geradezu idealen Anpassungsfähigkeit des Wärmeaufwandes an den Wärmebedarf, in der steten Betriebsbereitschaft, in der kurzen Anheizzeit, der leichten Regelfähigkeit, in der Arbeits- und Zeitersparnis, im Fortfall der Bedienung, im geringen Raumbedarf, Bequemlichkeit in der Handhabung, in der leichten Kontrolle des Brennstoffverbrauches usw. All diese Vorteile des Gasbetriebes treten aber auch nur dann in Erscheinung, wenn durch Schaffung von Sonderkonstruktionen auf die Eigenarten des gasförmigen Brennstoffes Rücksicht genommen ist.

Fig. 67 zeigt einen Gas-Warmwasser-Heizkessel nach Prof. Junkers, Dessau. Der in runder Form gehaltene Heizkessel ist besonders für angestrengten Dauerbetrieb konstruiert, da man heute schon in erheblichem Umfange Warmwasserheizungen vollständig auf Betrieb mit Gas-Heizkesseln umstellt, während früher der Gasbetrieb für Warmwasserheizungen vorwiegend als Zusatz zur Steigerung der

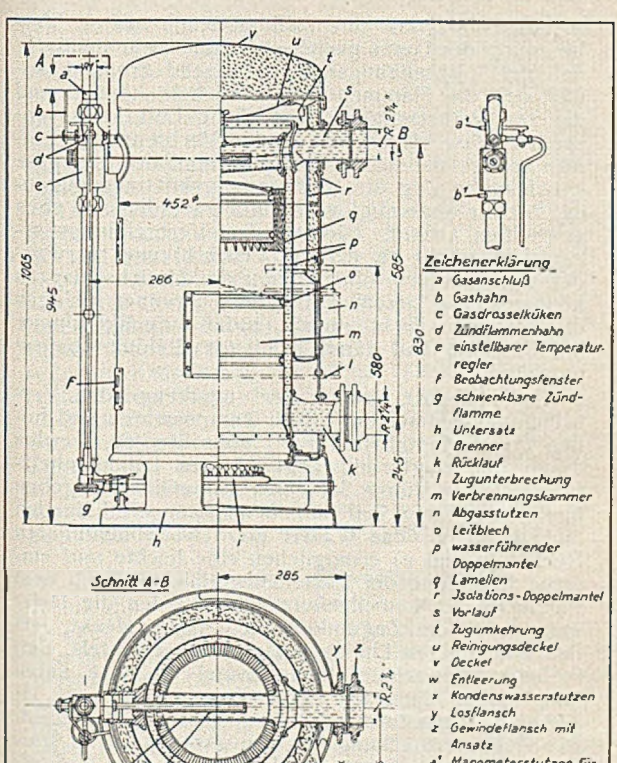


Fig. 67

Leistung einer Anlage oder für die Übergangszeit verwendet wurde.

Die Verbrennungskammer (m), die durch einen wasserführenden Doppelmantel (p) gebildet wird, ist

so ausgeführt, daß eine vollkommene, rußfreie Verbrennung des Gases gesichert ist und zwar dadurch, daß der Verbrennungsraum genügend groß ist, sodaß sich die Flammen frei entwickeln können und die zur Verbrennung erforderliche Luft selbst ansaugen bezw. durch den in der Verbrennungskammer infolge der hohen Temperaturen der Heizgase entwickelten Zug die Verbrennungsluft in genügender Menge angesaugt wird. Auch werden aus eben demselben Grund, nämlich den Verbrennungsvorgang unbedingt zu sichern, Leuchtbrenner verwendet, weil sich diese ohne Gefahr des Zurückschlagens kleiner stellen lassen. Beim Bunsenbrenner schlagen die Flammen leicht zurück, sodaß unvollkommene Verbrennung und damit Kohlenoxydbildung eintreten würde.

Die Heizgase, die in der zugerzeugenden Verbrennungskammer mit hohen Temperaturen und hohen Geschwindigkeiten nach oben steigen, werden durch den ringförmig angeordneten Lamellenheizkörper (q) in dünne Schichten aufgeteilt und geben hier den größten Teil ihrer Wärme an die Lamellen und damit an das Wasser ab. Die abnehmbaren Deckel (v und u) ermöglichen eine leichte und einfache Reinigung der Lamellenheizfläche. Nach dem Passieren der Lamellenheizfläche werden die Heizgase durch die Zugumkehrung (t) umgelenkt, ziehen am äußeren Umfange des Wassermantels, umschlossen von einem Isoliermantel (r) nach unten und werden dann über eine Zugunterbrechung (l) und den Abgasstutzen (n) zum Schornstein geführt. Die Zugunterbrechung hat den Zweck, bei zu starkem Zug des Schornsteins Beiluft aus dem Aufstellungsraum des Kessels anzusaugen, damit nicht mit zu großem Luftüberschuß gearbeitet wird. Falls auch Rückströme im Schornstein auftreten können, ist es ratsam, auf den Abgasstutzen noch eine Rückstromsicherung aufzusetzen, um auch diese Rückströme unwirksam zu machen, sodaß auf alle Fälle die Verbrennung des Gases von ungünstigen Einflüssen des Schornsteins unberührt bleiben.

Über der Lamellenheizfläche befindet sich ein Zirkulationsrohr (c^1) zur Förderung der Zirkulation und zur Aufnahme einer Hülse (d^1) für die Flasche des Temperaturreglers (e). Um die Temperatur in einem

Bereich zwischen 45—95° genau einregeln zu können, kommt ein Temperaturregler zur Verwendung, der bei Erreichung der gewünschten Temperatur automatisch die Gaszufuhr abstellt und erst wieder öffnet, wenn die Temperatur unter die Einstelltemperatur gefallen ist. Dieser direkt wirkende Temperaturregler ist übersichtlich angeordnet, die Abstelltemperatur ist nach einer Skala und mit einem Griff von außen leicht einzustellen.

Der Kessel wird bei a mit 1" an die Gasleitung angeschlossen, das Gas strömt durch den Gashahn (b) und den Temperaturregler (c) zum Brenner (i), der mit Specksteindüsen versehen ist. Die Entzündung des Gases erfolgt vermittelst einer schwenkbaren Zündflamme (g), die von außen leicht zu entzünden ist. Ein Schaukasten (f), der an der Vorderseite des Kessels angebracht ist, ermöglicht eine direkte Beobachtung des Brenners von außen.

Zum Schutze gegen Wärmeverluste ist sowohl der Deckel, als auch der Zwischenraum zwischen Zugumkehr und Außenmantel mit Isoliermaterial ausgefüllt. Der Innenkörper des Heizkessels ist aus Kupfer, und gasdicht gehalten, auch sind die gas- und wasserberührten Teile stark verzinnt.

Beheizung von Kraftwagenschuppen.

Von Eberle, Direktor des Gaswerks, Liegnitz.

Die Lebensdauer und Wirtschaftlichkeit eines Kraftwagens ist bekanntlich abhängig von seiner Wartung und Unterhaltung. Für eine gute Wartung und Unterhaltung ist aber auch eine ordnungsmäßige, allen einschlägigen Anforderungen genügende Garage oder Kraftwagenschuppen unerläßlich. Ein nicht unwesentliches Zubehörteil des Kraftwagenschuppens ist seine Beheizung. Leider wird zu Schaden des Wagens nicht immer die Aufmerksamkeit hier angewendet, welche unbedingt notwendig ist.

Die Temperatur im Kraftwagenschuppen darf nicht soweit sinken, daß der Antrieb des Motors gestört wird. Auch muß der Kühler und Motor des Kraftwagens vor Frost geschützt werden, wenn diese nicht durch Gefrieren zerstört werden sollen. Um diesen Forderungen stets gerecht zu werden, ist aber eine gute, stets bereite leistungsfähige, leicht zu regelnde, sparsame Heizung unerläßlich.

Diese Forderungen können mit Kohlen- oder Koksheizung nicht erfüllt werden, wenn nicht die Feuersicherheit aufgegeben werden soll. Die Bau-Polizei-Verordnung schreibt deshalb vor, daß Feuerstätten in Räumen, welche als Kraftwagen-Unterstände benutzt werden, nicht statthaft sind. Auch muß nach denselben Vorschriften eine Beheizung der Kraftwagenschuppen so eingerichtet sein, daß eine Entzündung von Betriebsstoffgasen durch die Heizung ausgeschlossen ist. Zur Beheizung der

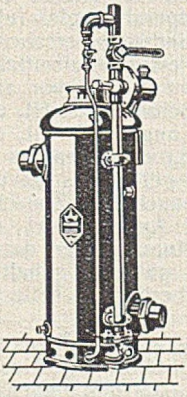


Fig. 68
Gaswarmwasserheizkessel der Askania-Werke A.-G., Dessau
Höhe des Kessels 465 mm Durchmesser 155 mm

Kraftwagenunterkunft bleibt also nur die Warmwasser- oder Dampfheizung übrig. In vielen Fällen wird man, wo es geht, die Heizung für den Automobil-Unterstand an eine vorhandene Zentralheizung anschließen, meistens aber wird dieses trotzdem nicht möglich sein, weil die Garage von der Zentralheizung zu weit entfernt ist und man wird dann zu einer besonderen Dampf- oder Warmwasserheizung kleinster Dimensionen greifen müssen. Aber auch selbst da, wo der Kraftwagenschuppen an eine vorhandene Zentralheizung angeschlossen werden kann, werden große Wärmeverluste zu einer besonderen Dampf-

bezw. Warmwasser-Heizung kleineren Umfangs zwingen, zumal die Heizung des Kraftwagenunterstandes bei uns im östlichen Klima nur an höchstens 30 oder 40 Tagen nötig ist und die erforderliche Wärme nur etwa + 5 Grad C im Kraftwagen-Unterstand beträgt, während die Zentralheizung der Wohnhäuser an mindestens 170 Tagen betrieben werden muß.

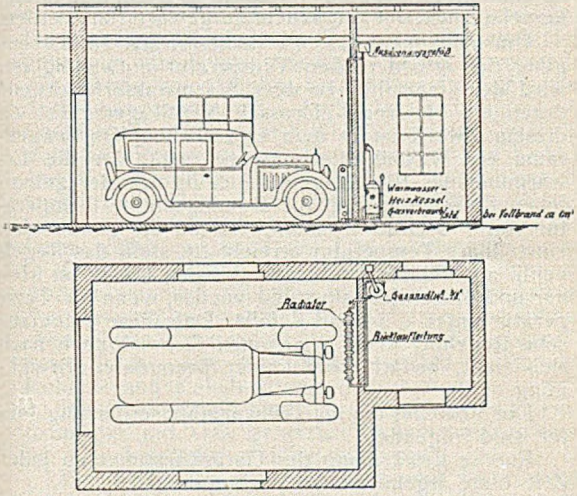


Fig. 69

Installationsschema einer Garagenbeheizung unter Verwendung eines Warmwasser-Heizkessels

Den oben aufgeführten Anforderungen an eine Heizung des Kraftwagenschuppens genügt am besten ein mit Gas geheizter Warmwasserkessel (Fig. 68).

Die Heizung des Kraftwagenschuppens erfolgt durch einen kleinen, in einem von der Garage abgetrennten Raum (Fig. 69) aufgestellten mit Gas gefeuerten Warmwasserheizkessel. Da der Warmwasserkessel nur ca. 50 cm hoch ist und einen Durchmesser von ca 16 cm hat, so kann auch bei Platz-

mangel der Warmwasserheizkessel in einem entsprechend großen Schrank außerhalb des Kraftwagenraumes untergebracht werden. In dem mit Gas geheizten Warmwasserheizkessel wird Warmwasser erzeugt und dieses einem im eigentlichen Kraftwagenunterstandsraum aufgestellten Warmwasser-Heizkörper (Radiator) zugeführt. Das Wasser gibt seine Wärme durch den Heizkörper an den zu beheizenden Raum ab und fließt dauernd automatisch nach dem Heizkessel zurück, um von neuem aufgewärmt zu werden.

Um nicht mehr Gas zu verheizen als zur Erzeugung der erforderlichen Temperatur notwendig ist, wird der Gaszufluß zu dem Warmwasserheizkessel durch ein Heizregel-„Drossel"-Ventil geregelt. Zu diesem Zweck ist in dem eigentlichen Kraftwagenraum ein Wärmefühler untergebracht, der die Erwärmung des Kraftwagenraumes infolge der getroffenen Einrichtung nur auf die eingestellte Temperatur von + 5 Grad C zuläßt. Sobald die gewünschte einstellbare Temperatur erreicht ist, stellt das Regelventil am Warmwasserheizkessel den Gasstrom kleiner und öffnet ihn selbsttätig wieder, wenn die Temperatur unter + 5 Grad C fällt. Daß diese automatische Regelung einen sparsamen Gasverbrauch nach sich zieht, bedarf wohl keiner besonderen Erwähnung.

Die Vorteile, die die Gaswarmwasserheizung bietet, sind folgende:

Rasche Erwärmung des Garagenraumes zu jeder Zeit ohne irgendwelche Vorbereitung.

Leichtes Regulieren der Wärme und Abstellung der Heizung, wenn nur vorübergehend Bedarf vorhanden.

Wegfall der Anschaffung, Lagerung und Herbeischaffung von Holz, Kohle und Koks.

Wegfall der unzuverlässigen Bedienung der Feurung.

Wegfall von Rauch, Ruß, Asche und Schlacke und damit Erzielung einer für den Garagenraum unbedingt erforderlichen Sauberkeit.

Es ist wohl nicht nötig zu betonen, daß das Anfeuern eines Ofens und die Unterhaltung des Feuers vielfach so umständlich ist, daß, wenn der Kraftwagenführer mit dem Wagen heimkehrt, der Ofen meistens ausgebrannt ist. Der Ofen muß dann ausge-

räumt, neu gefüllt und wieder angezündet werden, was soviel Zeit und Umstände erfordert, daß das Auto schon wieder unterwegs ist, wenn die Ofenheizung wieder im Gang ist. — Wenn auch die Bequemlichkeit und Sauberkeit der Gasfeuerung gegenüber Holz- und Kohlen- bezw. Koksfeuerung schon allein ausschlaggebend ist für die Einführung der Gasheizung, so ist es noch mehr die Billigkeit der Gaswarmwasserheizung. Es wird nicht mehr Gas verbrannt, als für die nötige Wärme erforderlich. Die Leistungsfähigkeit der Gasheizung ist auch nicht abhängig vom Schornsteinzug, was bei einer niedrigen, häufig von Häusern umgebenen Garage besonders unangenehm ist. Auch das Abbrennen von Lockfeuern erübrigt sich bei Gasheizung vollständig. Die Regelung der Gasheizung ist von Kohlen- und Koksfeuerung nicht erreichbar, denn wenn die vorschriftsmäßige Temperatur im Unterstellungsraum erreicht ist, brennt das Kohlen- und Koksfeuer weiter, während das Gas „gedrosselt" wird. — Daß bei Kohlen- und Koksfeuerung, wenn die Außentemperatur plötzlich steigt, eine Überhitzung des Unterstellungsraumes eintritt, ist unausbleiblich, ebenso wie Frostgefahr trotz dem Vorhandensein eines Kohlen- oder Koksofens bestehen bleibt, wenn Kohlen- und Koksfeuerung erloschen sind.

Bei Gasfeuerung sind diese Nachteile vermieden, denn der mit Gas geheizte Warmwasserheizkessel ist stets heizfertig und betriebsbereit.

Ein Einfrieren der Wasserheizung ist ebenfalls ausgeschlossen, da die Wärme der Zündflamme dieses unmöglich macht.

Gas-Einzelheizung.

Für Räume, die nicht einer ständigen Heizung bedürfen, aber unter Umständen schnell geheizt werden sollen, ebenso als Aushilfsheizung in der Übergangszeit, hat sich die Gasheizung mehr und mehr eingebürgert und bewährt. Ihre Hauptvorzüge: geringer Platzbedarf, ständige Betriebsbereitschaft, leichteste Regulierbarkeit auf den gewünschten Wärmebedarf, geringe Wartung und große Sauberkeit infolge Wegfallens von Kohlen- und Aschetransport, lassen die Gasheizung als ideale Heizung erscheinen.

Zur Verwendung gelangen geschlossene Heizöfen

mit Heiztaschen oder Rohren, Öfen und Kamine mit Reflektor und darüber liegenden Heizkörper, Register oder Radiatoröfen mit senkrechten einfachen oder Doppelheizrohren (Fig. 70) usw. Alle Arten bewirken durch ihre Bauart eine rege Luftzirkulation in dem zu beheizenden Raum. Um die strahlende Wärme der Flammen auszunützen, größere Regulierbarkeit zu erzielen und um die Möglichkeit des Zurückschlagens oder Verlöschens der Flammen bei

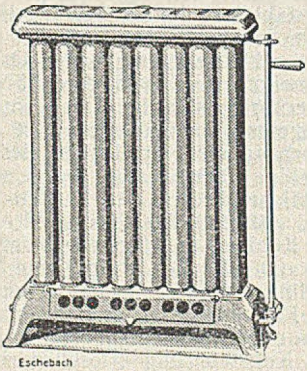


Fig. 70

Kleinstellung auszuschließen, werden diese Öfen fast ausschließlich mit Leuchtflammenbrennern ausgestattet.

Der Wärmebedarf und mithin der Gasverbrauch zur Beheizung eines Raumes ist je nach Lage, Beschaffenheit der Umfassungswände, des Fußbodens und der Decke und je nach der Außentemperatur verschieden; von Einfluß ist ferner auch, ob ein Raum täglich oder nur ab und zu auf kurze Zeit beheizt wird. Über die Größen, Leistungen und Gasverbrauch von Gasheizöfen geben die Kataloge der einzelnen Firmen hinreichend Aufschluß.

Die Verbrennungsprodukte (Abgase) dürfen nicht in den Aufstellungsraum austreten, da sie, in größerer Menge eingeatmet, gesundheitliche Nachteile zur Folge haben können. Für sichere, vollständige Abführung ist daher unbedingt zu sorgen. — Der

Abgasableitung ist stets die größte Aufmerksamkeit zuzuwenden. Die mannigfachen Abzugsverhältnisse erfordern immerhin für die sachgemäße Ausführung eine gewisse Erfahrung; es ist in besonderen Fällen oder bei großen Anlagen stets vorteilhaft, sich mit der die Öfen liefernden Firma unter Angabe der örtlichen Verhältnisse in Verbindung zu setzen.

Das Abzugsrohr ist stets in steigender Richtung nach einem geeigneten Schornstein oder Luftkanal in der gleichen Weite wie der am Ofen befindliche Stutzen zu führen; Querschnittsverminderungen müssen auf jeden Fall vermieden werden. Ebenso dürfen nur Bogenknie zur Verwendung kommen. Als Material für die Abzugsleitung ist am zweckmäßigsten verbleites Eisenblech zu verwenden. Damit die Bildung von Schwitzwasser vermieden wird, soll die Abzugsleitung möglichst kurz sein und nicht durch kalte Räume geführt werden. Läßt sich dies nicht ausführen, so ist das Abzugsrohr zweckmäßig zu isolieren. Zur Ableitung des sich etwa noch bildenden Schwitzwassers sind an geeigneten Stellen Schweißwassersäcke vorzusehen.

Zu starker Schornsteinzug beeinträchtigt die Leistung des Ofens, indem die Hitze zu schnell in den Schornstein entweicht. In diesem Falle muß die zu starke Wirkung des Schornsteinzuges auf den Ofen durch Einsetzen eines Zugunterbrechers gemindert werden. Die Anordnung eines solchen dürfte sich in jedem Falle empfehlen.

Wenn die angegebene Leistung eines Ofens erzielt werden soll, so ist nötig, daß auch die vorgeschriebene Menge Gas verbrannt wird, folglich muß die Gasleitung weit genug und auch der Gasmesser genügend groß sein.

Bei zu hohem Gasdruck kann es vorkommen, daß die Heizflammen zu groß brennen und dann rußen. Der sich an den Innenteilen des Ofens niederschlagende Ruß vermindert dessen Wärmeabgabe. Durch Drosseln der Gaszufuhr mittels einer am Gashahn des Ofens befindlichen Regulierschraube ist dem zu begegnen.

Der in Fig. 70 abgebildete Gasheizofen ist dem Katalog der vereinigten Eschebach'schen Werke entnommen. Besonders der letztere, ganz aus Gußeisen ausgeführte Gasradiator Modell „Dresden“ hat

durch seine formvollendete Gestaltung sich für innenarchitektonisch anspruchsvollere Räume als ganz unvergleichlich geeignet erwiesen. Dazu kommt noch, daß bei dieser Type der Schweißwasser-Sammler innerhalb der Glieder eingebaut ist und nicht als unschönes Halbteil der ruhigen Form des Radiators Abbruch tut.

Kurz erwähnt sei noch der Vorteil, der mit den Gasheizöfen zusammengebauten Temperaturregler.

Diese Regler werden heute so feinfühlig und betriebssicher gebaut, daß damit die Gasdauerheizung zu einer vollautomatischen, billigen und überaus bequemen Sache geworden ist.

Glühkörper-Gasheizöfen.

Diese Öfen geben im Gegensatz zu den nur durch Luftumwälzung heizenden Öfen einen großen Teil der erzeugten Wärme durch Strahlung ihrer Glühkörper ab. Ein lediglich mit einem Heizregister ausgestatteter Ofen, z. B. der sogenannte Elementofen, erwärmt die seine Heizflächen berührende Luft. Diese steigt, da warme Luft leichter ist als kalte, zur Decke auf, und kalte Luft strömt dem Ofen zu. So entsteht ein Kreislauf der Zimmerluft, eine Luftumwälzung. Die Erwärmung der unteren Luftschichten des Raumes, in denen der Mensch sich aufhält, erfolgt also stets auf dem Umwege über die Decke. Auch der Reflektorofen, unter dessen Heizregister ein Kupferblech angebracht ist, in dem die Brennerflammen sich spiegeln, heizt vorwiegend durch Luftumwälzung, denn die Strahlung des Reflektors ist ganz unbedeutend.

Aus dem Bestreben, den unteren Teilen der Wohnräume unmittelbar Wärme zuzuführen, ist der Glühkörperofen entstanden. Die Askania-Werke, A.-G., Dessau, haben sich vorwiegend der Entwicklung dieser Ofenart zugewandt. Über den Brennerdüsen sind Magnesiakörper angeordnet, die in Rotglut geraten und dann die Hälfte der an den Raum abzugebenden Wärme in diesen ausstrahlen. In Fig. 71 und 72 sind die in kaltem Zustande weiß erscheinenden Glühkörper deutlich sichtbar. Sie sind so angeordnet, daß die Strahlen den dicht über dem Fußboden liegenden Teil des Raumes treffen. Das ist in hygienischer Beziehung besonders günstig,

denn nun ist es möglich, daß man einen kühlen Kopf und warme Füße hat. Und tatsächlich, kann in einem derart beheizten Raume die Temperatur in Kopfhöhe um 2—3° niedriger gehalten werden als in einem durch Luftumwälzung beheizten. Das bedeutet natürlich Gasersparnis. Der Glühkörperofen wirkt mit seinen rotglühenden Magnesiakörpern wie ein Kamin früherer Zeit, in dem die Holzscheite brannten. In England, Holland und Skandinavien findet man vielfach, der alten Kaminfeuerung nach-

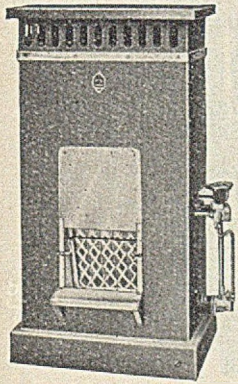


Fig. 71

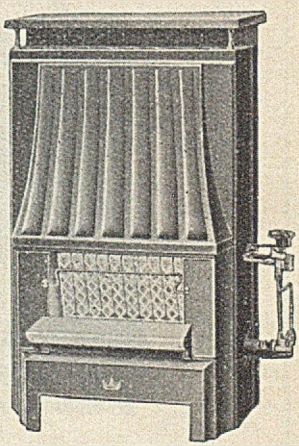


Fig. 72

gebildet, lediglich die Ausnutzung der strahlenden Wärme. Die oberhalb der Glühkörper noch reichlich Wärme enthaltenden Gase ziehen ungenutzt zum Schornstein hinaus. Diese Wärmevergeudung kann sich der reiche Engländer wohl leisten, das verarmte Deutschland muß aber viel sparsamer sein. Wir nutzen daher die Wärme der Abgase noch besonders in einem über den Glühkörpern angeordneten Heizregister aus. Dieser Teil des Ofens heizt also auch durch Luftumwälzung. Der Glühkörperofen hat aber einen großen Vorteil dem reinen Luftumwälzungsofen gegenüber. Dieser besteht in niedrigen Heizflächentemperaturen und der dadurch verringerten Staubverschwelung. Je heißer die Ofenwände sind,

in um so größerem Maße tritt Staubverschwelung ein, die abgesehen von dem schlechten Geruch auch ungesund ist. Der Ofenkonstrukteur beugt der Staubablagerung vor, indem er möglichst viel senkrechte oder stark geneigte Flächen verwendet, aber das beste Abhilfsmittel sind die beim Glühkörperofen möglichen geringen Heizflächentemperaturen, denn die Hälfte der Wärme ist ja schon durch Strahlung dem Raume mitgeteilt worden.

Der Glühkörper gehört in die Wohnräume, seien

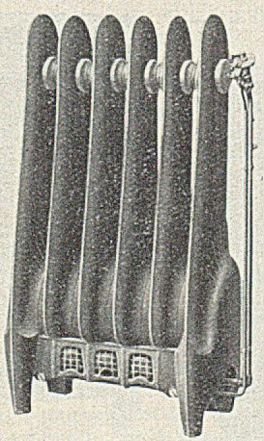


Fig. 73.

es Gesellschaftszimmer, seien es bescheidene Wohnküchen. Gerade für den Unbemittelten, der nur wenig heizen kann, ist diese Ofenart zweckmäßig. Sofort nach Entzündung ist die starke Strahlungswärme vorhanden, in deren Bereich man sich auch in sonst kaltem Zimmer erwärmen kann.

Die Askania-Glühkörper-Heizöfen werden in verschiedenen Ausführungen und Größen hergestellt. Kataloge mit Abbildungen und genauen Angaben stellt die Firma jederzeit kostenlos zur Verfügung.

Professor Junkers Gasiator.

Wichtig ist, daß die Gasheizöfen den neuzeitlichen technischen und hygienischen Anforderungen

entsprechen. Der in Fig. 73 dargestellte Gasheizofen „Prof. Junkers Gasiator“ ist ein Gliederofen, der als charakteristische Merkmale ein dicht geschweißtes inneres Heizregister und einen äußeren wärmeabgebenden Heizmantel hat (s. Fig. 73 a).

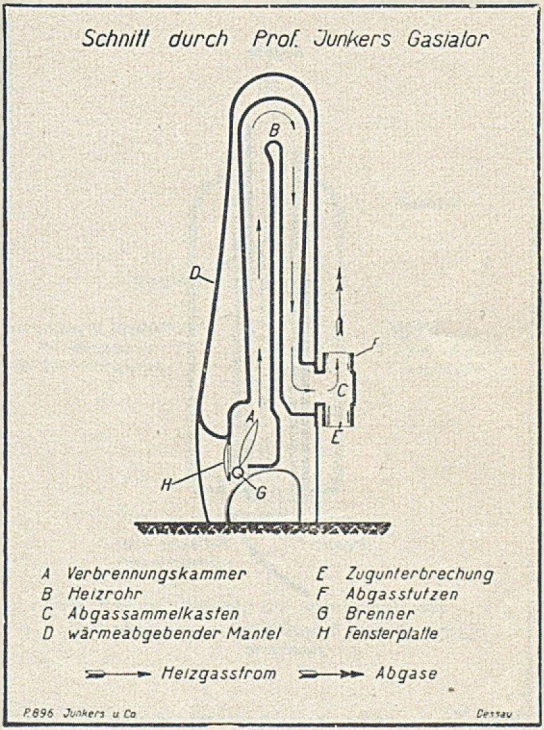


Fig. 73a.

Das Heizregister besteht aus Verbrennungskammer mit anschließenden U-förmigen Heizrohren und Abgassammelkasten. Das Heizrohr hat einen steigenden und einen fallenden Zug; durch diese Zugumkehrung ist erreicht, daß der Gasiator auch bei Unterbelastung mit nahezu demselben Wirkungsgrad

wie bei normaler Leistung arbeitet. Der Auftrieb zum Ansaugen der notwendigen Verbrennungsluft ist durch ausreichende Gewichtsdifferenz der Heizgassäulen im aufsteigenden und im fallenden Zug gesichert. Ebenso ist im Abgassammelkasten noch

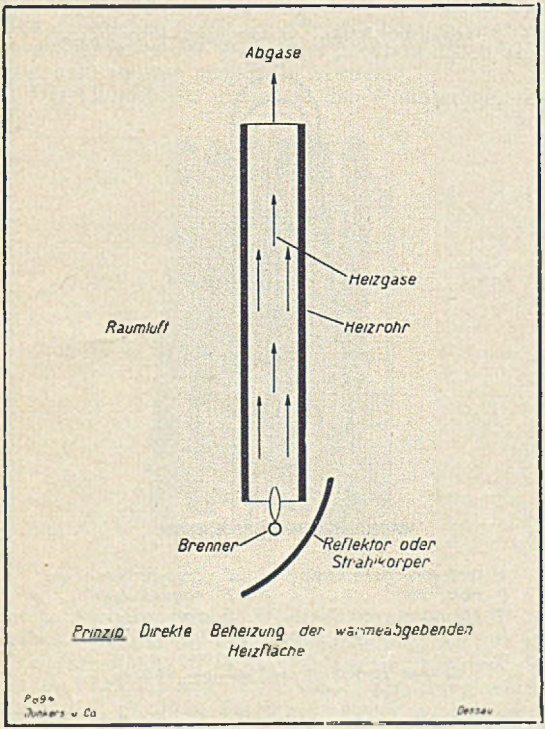


Fig. 74

ein ausreichender Energieüberschuß vorhanden, um die Abführung der Abgase in den Schornstein ohne weiteres zu bewerkstelligen. Der Abgasstutzen ist in seinem unteren Teil als Zugunterbrechung, die gleichzeitig als Rückstromsicherung dient, ausgebildet. Der Flammenraum ist nach vorn abgeschlossen,

um eine Verbrennungsgefahr zu beseitigen. Doch sind die Brennerflammen für eine bequeme Kontrolle sichtbar.

Das grundsätzlich Neue bei diesem Gasheizofen

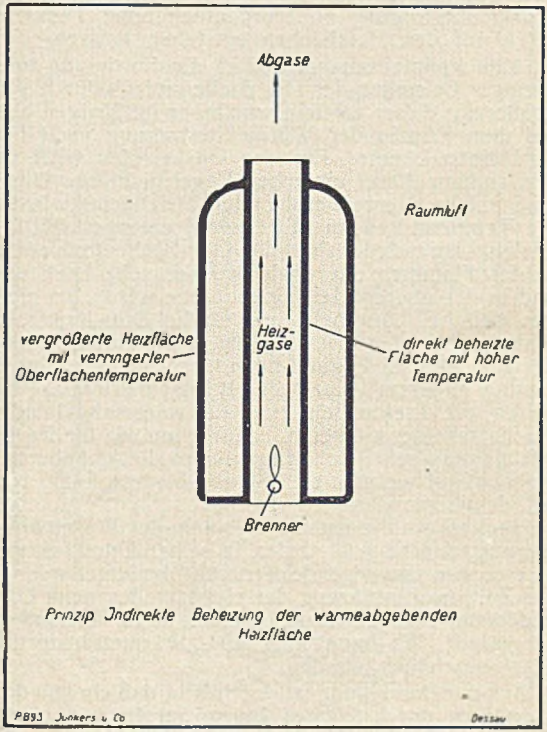


Fig. 75

ist die Art der Wärmeübertragung: bei den bisher üblichen Konstruktionen arbeitete man bezüglich des Wärmeaustauschvorganges nach dem Prinzip der direkten Beheizung der Heizelemente. Dieses Prinzip zeigt schematisch Fig. 74.

Die Fläche eines Heizrohres wird außen von der zu erwärmenden Raumluft bestrichen, während an

der inneren Fläche des Heizrohres die Heizgase vorbeiströmen. Auch bei Öfen, die einen größeren Teil der Wärme durch Strahlung abgeben und eine nachgeschaltete Heizfläche haben, ist dieses Prinzip angewandt. Es ist einleuchtend, daß bei dieser Art Wärmeübertragung außerordentlich hohe Temperaturen auf den Heizflächen entstehen müssen.

Man könnte annehmen, daß die Forderung nach geringer Belastung der Heizfläche einfach durch Vergrößerung dieser erreicht würde, es im übrigen aber bei dem Prinzip der Wärmeübertragung nach Fig. 74 bleiben könnte. Für den Gasheizofen trifft die Anwendung dieser einfachen Regel nicht zu. Durch eine solche Vergrößerung der Heizfläche würden die Temperaturen im Mittel wohl geringer werden. Gleichzeitig würde aber die Oberflächentemperatur in der Flammenzone nach wie vor sehr hoch sein und in der oberen Heizflächenpartie wieder so niedrig, daß bei Unterbelastung starke Schwitzwasserbildung auftreten würde. Man muß zur Erfüllung der gestellten Bedingung beim Gasheizofen nach wesentlich anderem Prinzip der Wärmeübertragung arbeiten: die direkte Beheizung der wärmeabgebenden Fläche scheidet hierbei vollständig aus, da die Raumluft nicht an sehr hoch temperierten direkt beheizten Flächen, auf welchen sich Staub ablagern kann, vorbei zirkulieren darf.

Junkers wählte das neue Prinzip der Wärmeübertragung, das beim Heizofen in seiner Durchführung eine ebenso umwälzende Neuerung bedeutet wie seiner Zeit die Einführung der Heizlamellen beim Gasbadeofen. Dieses Prinzip ist in Figur 75 schematisch dargestellt. Es kann kurz als „Wärmetransformation“ bezeichnet werden.

Aus der Darstellung ist ersichtlich, daß ein von den Heizgasen durchströmtes Innenheizrohr von einem äußeren Heizmantel umschlossen ist. Von dem direkt beheizten Innenheizrohr mit der hohen Oberflächentemperatur wird die Wärme an den äußeren Heizmantel vorwiegend durch Strahlung übertragen. Infolge der größeren Oberfläche des äußeren Heizmantels ist dessen Oberflächentemperatur geringer. Von dem äußeren Heizmantel wird die Wärme an die Raumluft abgegeben. In welch hervorragender Weise es durch dieses neue Prinzip gelungen ist,

eine Gleichmäßigkeit und Herabsetzung der Oberflächentemperatur zu erreichen, zeigt die Fig. 76 und 77.

In Fig. 76 sind die Oberflächentemperaturen eines

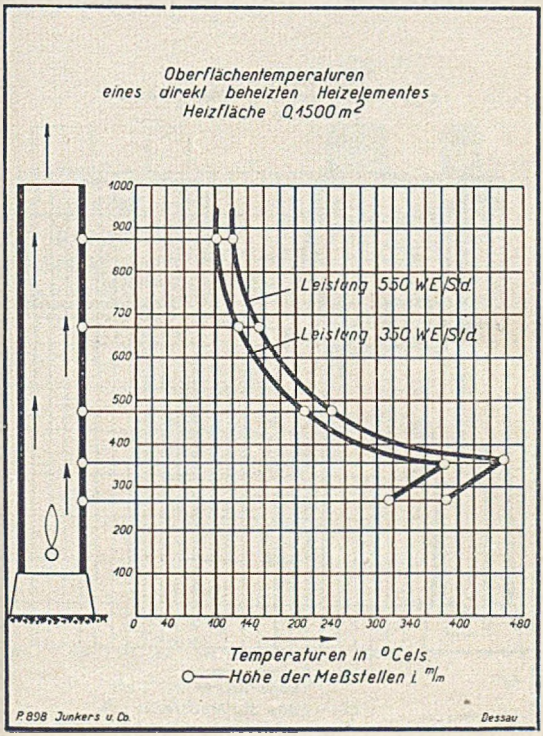


Fig. 76

direkt von Heizgasen berührten Heizrohres praktisch dargestellt. Ihm sind in Fig. 77 die Oberflächentemperaturen eines nach dem neuen Prinzip der Wärmetransformation erwärmten Heizrohres mit Außenmantel gegenüber gestellt.

Installation.

Die Öfen werden möglichst in der Nähe eines Schornsteines aufgestellt, um eine einfache und bequeme Abgasabführung zu erhalten. Durch die tiefe

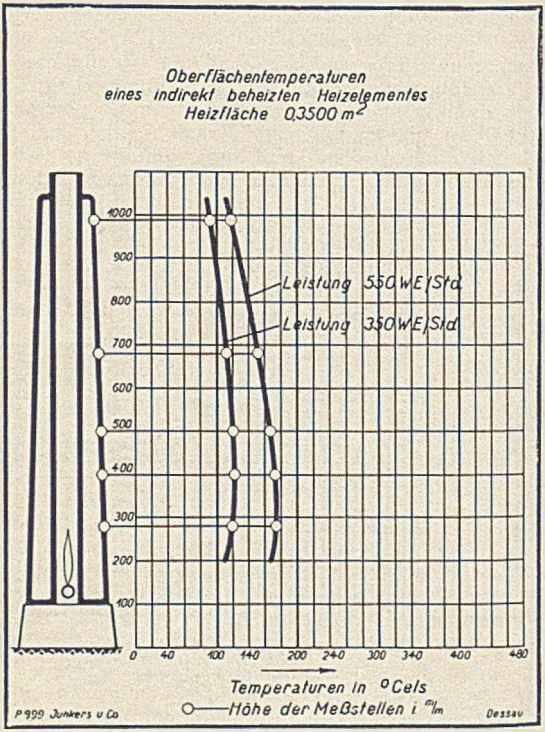


Fig. 77

Lage des Abgasstutzens ist es möglich, den Anschluß des Abgasstutzens an den Schornstein hinter dem Ofen unsichtbar zu verlegen. Die Gaszuleitung wird mit dem Anschlußstutzen der Armatur verbunden. Die Armatur ist eine doppelte Gashahnsicherung, bei welcher in bekannter Weise erst der Zündflammenhahn geöffnet werden muß, bevor der Gas-

hahn geöffnet werden kann. Gas- und Zündflammenhahn haben Vorrichtungen, die eine Regulierung der Gasmenge gestatten. Die Armatur ist hochgelegen angeordnet, um eine bequeme Bedienung zu ermöglichen.

Zur Erzielung sparsamsten Gasverbrauchs und

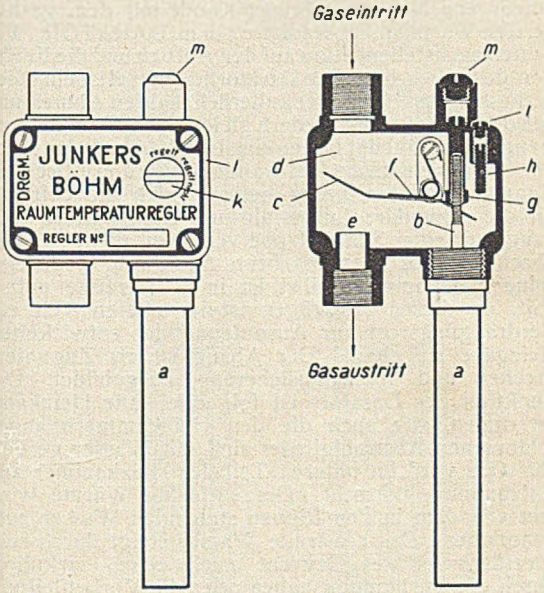


Fig. 78

zur Vermeidung der Überhitzung eines Raumes über eine bestimmte Temperatur ist es zweckmäßig, den Gasheizofen mit einem Temperaturregler auszustatten. Ein solcher Regler ist der Junkers-Böhm-Raumtemperaturregler, wie ihn Fig. 78 im Schnitt zeigt.

Der Regler läßt sich ohne Schwierigkeit in jede Gaszuleitung zum Heizofen einbauen. Der Regler besitzt ein wärmeempfindliches Organ, welches eine Drosselklappe steuert, die wiederum die Gaszufuhr

zum Brenner mehr oder weniger freigibt. Die Öfen werden mit Leistungen von 2200 bis 6050 WE/Std. gebaut und gestatten die Beheizung der größten Räume jeder Art und jeder Temperatur.

Der Knodt'sche Darator.

Eine für den Fachmann wichtige, sehr bekannt gewordene Neuerung bringt Knodt mit dem gasbeheizten Warmwasser-Radiator, dem DARATOR. Wir deuten nachstehend kurz auf den Aufbau und die Funktion desselben hin. Der Daratorheizkessel ist ein Gliederkessel, dessen Glieder äußerlich in ihren Abmessungen den Radiatoren-Gliedern gleich sind. Zwei zusammengebaute Glieder bilden eine Heizkammer. Im unteren Teil der einzelnen Heizkammern wird je 1 Brenner eingebaut. Unter diesen befindet sich die Öffnung für die sekundäre Luftzuführung. Eine weitere Öffnung, mit einer Schauklappe versehen, dient zur Beobachtung des Brenners beim Anzünden. Jede einzelne Heizkammer selbst ist in 4 Heizzüge unterteilt. In diesen Heizzügen ist im oberen Teil ein Verdrängungsrost zur Ausnutzung der entwickelten Heizgase eingebaut. Der Abzug ist als Zugunterbrecher und Rückstausicherung ausgebildet. Die Funktion des Darators ist folgende: Die Heizkammerrippen, wie auch die den Heizkammern angeschlossenen Abstrahlglieder sind mit Wasser gefüllt. Das Gas wird im unteren Teil der Heizkammer zur Entzündung gebracht. Die entfachte Wärme wird nun von dem in den Rippen stehenden Wasser aufgenommen. Das erwärmte Wasser steigt durch sein spezifisch leichtes Gewicht nach oben, zirkuliert durch die Verbindungsnaben oder die Vorlaufleitung nach den Abstrahlkörpern. Die Abstrahlglieder oder Abstrahlkörper geben die im Wasser enthaltene Wärme an den Raum ab. Die Erwärmung beginnt von neuem und so wiederholt sich dieser Kreislauf oder die Zirkulation des Wassers ununterbrochen. Die Maximal-Leistung einer Heizkammer beträgt pro Stunde 5060 kcal. Diese Wärmemenge genügt für 11 qm angeschlossene Abstrahlfläche. Der Darator ist auf verschiedene Arten zu verwenden. Die Heizkammer direkt in Verbindung mit den Abstrahlgliedern ergibt die ideale Warmwassereinzelzimmerheizung. Wird die Erwärmung mehrerer Räume er-

Der Knodt'sche Darator.

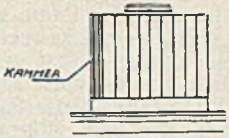


Fig. 79.

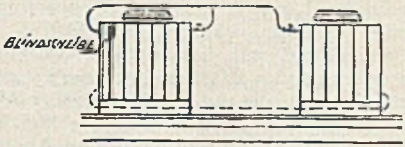


Fig. 80.

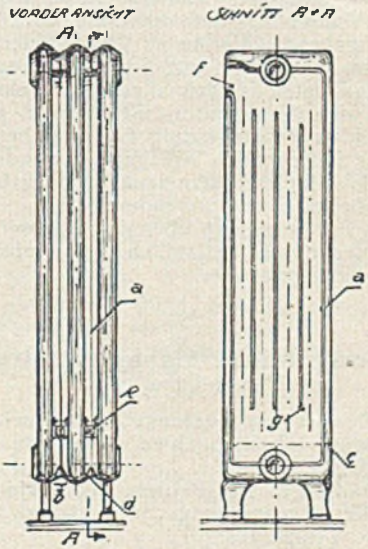


Fig. 81.

wünscht, so läßt sich auch hier der Darator als Mehrzimmerheizung aufstellen. Mehrere Heizkammern werden in dem zu beheizenden Raum mit der erforderlichen Anzahl Abstrahlgliedern verbunden. Die verbleibenden Glieder können in dem anliegenden zur Beheizung in Aussicht genommenen Raum zur Aufstellung kommen. Als Etagen- oder Sammelheizung wird der Heizkessel, der dem Wärmebedarf entsprechend aus mehreren Heizkammern besteht, an einem wenig nutzbaren Platz, im Keller, Souterrain oder auf der Etage aufgestellt. Die Verbindung zwischen Heizkessel und Abstrahlkörpern erfolgt in der bekannten Weise, während bei Einzel- und Mehrzimmerheizungen mit horizontaler Vorlaufleitung die Ausdehnung des Wassers nach dem von den Abstrahlkörpern angeordneten Ausdehnungsgefäß erfolgt ist. Bei Garagenheizungen wird die Heizkammer oder der Heizkessel getrennt von den Abstrahlkörpern untergebracht. Die Abstrahlkörper für die zu beheizende Boxe finden am günstigsten unmittelbar in der Nähe des Kühlers Aufstellung. Durch einfache Vorrichtung läßt sich die vom Abstrahlkörper abgehende Wärme zu dem Kühler des Wagens leiten. Die Beheizungsart ist vollkommen gefahrlos und baupolizeilich allerorts zugelassen. Zuletzt läßt sich der Darator-Gliederkessel auch ganz vorzüglich als Zusatzheizung für die Übergangszeit zu bereits bestehenden Anlagen verwenden. Er ist sowohl als Zimmerzusatzheizung wie auch als Zentralzusatzheizung zu verwenden.

Ausführliche Kataloge über Warmwasserbereitung und Heizung durch Gas stellen die angeführten Firmen zur Verfügung.

Gewerbliche Gasfeuerstätten.

(D. V. G. W. F.)

Vorteile der Gasfeuerung für Schmelzprozesse.

1. Rasche Inbetriebnahme derselben, weil betriebsbereit.
2. Leicht regelbarer Betrieb, leichte Handhabung.
3. Hoher Verbrennungswirkungsgrad, gleichmäßige Temperatur.
4. Reinlicher Betrieb.

5. Möglichkeit, reduzierend oder oxydierend, je nach Wahl zu arbeiten, also Farben, Metalle zu schonen.
6. a) Bei Schmelzöfen größere Schonung der Tiegel, diese halten drei- bis sechsmal länger.
   b) Bei Messingschmelzen ist der Zinkverlust wesentlich geringer als bei Koksschmelzöfen. Oxydation von Kupferschmelzen kann gänzlich vermieden werden durch reduzierende Flamme.
   c) Bei Tiegelbruch läßt sich auch das Material leicht zurückgewinnen.
   d) Ein Mann kann mehrere Öfen bedienen.
   e) Empfindlicher Einsatz kann bei einiger Aufsicht nicht verbrannt werden.
   f) Freiheit von Schwefel und Phosphor bei metallurgischen Prozessen.

Einfluß der Metallvorwärmung auf den Wärmeverbrauch.

Flammofen Material	ohne Isolation nicht vorgewärmt	mit Isolation nicht vorgewärmt	mit Isolation vorgewärmt
Nutzwärme . .	5 600 WE	5 600 WE	5 600 WE
Strahlung . . .	12 100 WE	3 210 WE	3 360 WE
Kaminverlust .	19 900 WE	8 970 WE	1 540 WE
	37 600 WE	17 800 WE	10 500 WE
Nutzwärme . .	14,9 v. H.	31,5 v. H.	53,3 v. H.
Strahlung . . .	32,1 v. H.	18,1 v. H.	32,0 v. H.
Kaminverlust .	53,0 v. H.	50,4 v. H.	14,7 v. H.
	100 v. H.	100 v. H	100 v. H.

Für viele Zwecke genügen Bunsenbrenner für Niederdruckgas, zur Erreichung höchster Temperaturen Preßgas, Preßluft und Mischgas (Selas). Preßluft gewöhnlich 700 mm WS Druck.

Industrielle Gasöfen.

1. Offene Feuer für schnelle Erwärmung bei hohen Temperaturen: Zum Schweißen, Schmieden, Löten, Glühen, Härten, Anwärmen von Nieten, Bolzen, Röhren, Radreifen.

2. Geschlossene Feuer. Die Arbeitsstücke werden nicht direkt der Flamme ausgesetzt.

(Glühplatten, Muffelöfen), für Temperaturen bis ca. 1300° C. Zum Schmieden und Härten von Fräsern, Schneidbohrern, Stanzwerkzeugen, Hobel- und Papiermessern, Sägen, Messerklingen, Scheren, Schlittschuhen, Stahlfedern, Näh- und Schreibmaschinenteilen, Fahrradteilen, Waffen, ärztlichen Instrumenten usw., ferner zum Emaillieren von Schmuckgegenständen.

3. Schmelzöfen zum Schmelzen von Metallen und Salzen in Tiegeln oder Wannen. Anwendung in Metallgießereien, in der Härterei als Salz-, Cyankali- oder Bleibadhärteöfen und als Anlaßöfen.

Härtekosten: Kohle M. 40/100 kg
Koks „ 45/100 kg
Gas „ 1,25/1 m³
Löhne „ 6/Std.

Brennstoff	Arbeitsdauer	Brennstoffkosten Pfg.	Löhne Pfg.	Gesamtkosten Pfg.
Härten von 100 Dornen				
Gas . . .	13 min 20 sec	53,5	134,0	187,5
Koks . . .	27 min 10 sec	129,0	271,0	400,0
Kohlen . .	30 min 20 sec	206,0	301,0	507,0
Härten von Spurstiften				
Gas . . .	10 min 30 sec	21,0	106,0	127,0
Koks . . .	16 min 0 sec	71,0	159,0	230,0
Kohlen . .	16 min 50 sec	84,0	168,0	252,0
Härten von Schraubenziehern				
Gas . . .	16 min 0 sec	323,0	459,0	782,0
Koks . . .	84 min 30 sec	456,0	840,0	1296,0
Kohlen . .	112 min 20 sec	800,0	1125,0	1925,0

Wärmebedarf von Glühöfen bei verschiedenen Brennstoffen.

Es wurden in einem Glühraum von 900 · 600 · 400 mm jedesmal 50 kg Eisen auf 900° erwärmt, dazu waren erforderlich:

bei Kohle . . . . . 446 000 WE
bei Leuchtgas mit natürlichem Essenzug . . . . . 272 000 WE
bei Rohöl . . . . . 245 300 WE
bei Generatorgas . . . . . 245 280 WE
bei Leuchtgas mit Druckluft . . . 163 500 WE

Wärmebilanz von Schmiedeöfen.

Kleiner Schmiedeofen mit Gasfeuerung:

Nutzwärme . . . . . 4,2 v. H.

Strahlungsverlust	14,7 v. H.
Kaminverlust	56,0 v. H.
Verlust durch Kühlwasser, Herdrückstände und Rest	25,1 v. H.

Größerer Schmiedeofen für Koksfeuerung:

Nutzwärme	11,6 v. H.
Strahlungsverlust	27,6 v. H.
Kaminverlust	57,3 v. H.
Rest und Herdrückstände	4,5 v. H.

Schmiedeofen mit Halbgasfeuerung und Rekuperation:

Nutzwärme	16,1 v. H.
Strahlungsverlust	24,0 v. H.
Kaminverlust	47,6 v. H.
Rest und Herdrückstände	12,3 v. H.

Wärmeinhalt von $4^1/_2$ m^3 Luft bei Vorwärmung auf:

100° C . . .	141 WE
200° C . . .	284 WE
300° C . . .	430 WE
400° C . . .	573 WE
500° C . . .	725 WE
600° C . . .	875 WE
700° C . . .	1025 WE
800° C . . .	1180 WE

Daraus folgt: Eine erhebliche Gasersparnis ist bei Vorwärmung der Luft nur dann zu erzielen, wenn man auf höhere Temperaturen geht. Eine Vorwärmung auf 100 oder 200° bringt eine geringe Ersparnis, die die Komplikation der Vorwärmung nicht lohnt.

Lötkolben mit direkter Heizung: Kupfergewicht von 5 g an (stündl. Gasverbrauch 6 l) bis zu 1 kg. — Lötkolbenerhitzer mit 2 oder mehr Brennern pro Brenner 200 l stündl. Gasverbrauch. Für andauernden Betrieb wird Preßgas oder Preßluft vorgezogen. In Klempnereien ohne mechanischen Antrieb dienen hierfür Gewichtsgebläse (Druck ca. 300 mm Wasser). Bei neueren Lötkolben mit Preßluft führt oftmals ein besonderes zweites Luftrohr zum Lötkolben, um die beim Löten entstehenden Dämpfe und Gase fortzublasen.

Bei Hartlötbrennern (Lötpistolen) für Preßgas- oder Preßluft für höchste Temperaturen auch Zuführung von Sauerstoff, für große sperrige Kolben feststehende Lötfeuer.

Autogenes Schweißen mit Leuchtgas-Sauerstoff (System Heine & Herzfeld und Keller & Knappich) wirtschaftlich für Bleche bis zu 3 mm, für Messing und Aluminium.

Muffelöfen: für niedere Temperaturen mit einfachem Bunsenbrenner, für höhere Temperaturen Preßluft, Gasluftgemisch, Preßgas. Größe der Muffeln von 130 × 80 × 35 mm (Tiefe × Breite × Höhe) bis zu 1500 × 500 × 350. Gasverbrauch stündlich von 1 m³ bis zu 14 m³. In den Muffelöfen kommen die zu glühenden usw. Teile mit den Verbrennungsgasen nicht in Berührung, dagegen kann beim Öffnen der Muffeltür leicht Luft an sie gelangen. Für besondere Zwecke, wie z. B. Bijouteriefabrikation, Zähne, Keramik, Spezialkonstruktion.

Glühöfen: Die zu glühenden Teile werden von den Verbrennungsgasen umspült. Infolge des Überdruckes im Glühraum tritt beim Öffnen der Türen keine Luft an die Arbeitsstücke heran. Größe des Glühraumes, Gasverbrauch bei gleicher Arbeitsfläche geringer als bei Muffelöfen. Größe der Arbeitsfläche 200 × 300 mm bis zu 300 × 700 mm. Gasverbrauch von 4 m³ bis zu 25 m³ stündlich.

Salzbadhärteöfen: Tiegelgrößen für 3 bis 150 kg Salze; Tiegelmaterial: Graphit- und Stahlguß. Stündlicher Gasverbrauch (für 800 ° C)
bei 140 l Inhalt 15 m³ stündlich,
bei 60 l Inhalt 10 m³ stündlich.
Härteöfen für Salze und Cyankali sind zweckmäßig mit Dunstschloten zu versehen. Vielfach auch Bleibäder für Härtezwecke.

Anlaßöfen: Füllung mit Öl, Palmin, leichtflüssigen Salzen. Temperaturen bis 500 °. Inhalt 4 l bis zu 125 l. Stündl. Gasverbrauch ½ bis 2½ m³.

Schmelzöfen zum Schmelzen von Gold, Silber, Kupfer, Messing, Eisen (zur Cereisenfabrikation), Weichmetall, Lagermetall usw. Temperaturen bis zu 1400 °; Tiegelmaterial: Graphit, Fassungsraum 1 bis 100 kg (Rotguß), Gasverbrauch 1 bis 20 m³ stündlich.

Schmiedefeuer: Heizfläche 80 × 100 mm

bis zu 200 × 800 mm. Zum Erhitzen von Schnelldrehstählen, Hobelstählen, überhaupt von Werkzeugen, Instrumenten u. dergl. Gasverbrauch 2 bis 8 m³ stündlich.

Trockenöfen: transportabel und feststehend. Größter transportabler Ofen 4 m hoch, 4 m breit, 2 m tief, stündlicher Gasverbrauch 34 m³ bei vollem Betriebe. Für Trocken- und Lackieröfen Anbringung von Thermometer und Temperaturregler zweckmäßig.

Glasmaleröfen, in der Hauptsache Muffelöfen, seltener Öfen mit überschlagender Flamme. Größte Muffel bei transportablen Öfen 58 cm tief, 37 cm lichte Breite, 40 cm lichte Höhe; bei 17 Platteneinlagen ungefähr 2½ Stunden Brennzeit mit 15 m³ Gasverbrauch. Temperatur 620—630°. Neuerdings auch kontinuierlich arbeitende Muffelöfen mit stündlichem Gasverbrauch von 4 m³, bei einer stündlichen Leistung von 10 bis 12 Platten von 55 cm Länge und 35 cm Breite.

Wurstkessel für Würste und Schinken; gebräuchliche Größe 200 l Wasserinhalt, die in einer Stunde bei 5 m³ Gasverbrauch ins Kochen kommen; zum Weiterkochen stündlich 400 bis 500 l Gas.

Räucheranlagen: Für Metzgereien und Fischräuchereien transportabel bis 4,4 m³ Inhalt, entsprechend 350 kg Wurst- und Fleischwaren. Transportable Räucheröfen dienen nicht nur zum Räuchern, sondern auch zum Trocknen der Waren. Sie sind überall aufstellbar, auch ohne polizeiliche Genehmigung. Feuersgefahr nicht vorhanden wie bei der Schmokräucherei.

Bügeleisenerhitzer zum Absengen der Fleischwaren. Gasverbrauch 150 bis 200 l stündlich.

Brotbacköfen. Gemauerte Brotbacköfen für Innenfeuerung mit Holz sind schon an vielen Orten erfolgreich mit Gas geheizt worden. (Mekerbrenner von Dujardin, Düsseldorf, Brenner von Salan & Birkholz, Essen a. d. Ruhr.)

Gasverbrauch für 100 kg Brot 6,5 bis 8,5 m³, für 100 kg Teig 13,6 m³.

Launhardts Gasbrenner für Backofenheizung erfordert einen Gasdruck von nur wenig über 10 mm, ohne zurückzuschlagen. (J. f. G. 1915, S. 572 und 1916, S. 16.)

Dampfbacköfen mit Gasfeuerung verbrauchen in 24 Stunden ca. 40 m³ Gas, je nach Beanspruchung und Größe verschieden.

Nach Berliner Versuchen gebraucht man zum Backen von 100 kg Brotteig 10 m³ bis herab zu 7 m³.

In Torgau wurden mit dem Launhardt'schen Brenner (J. f. G. 1915, S. 572 und 1916, S. 183) mit 1650 m³ Gasverbrauch 24 865 Pfund Backwaren hergestellt, d. i. bei einem Gaspreis von 12 Pfg. für 1 m³, 0,80 Pfg. für 1 Pfund Backware. (J. f. G. 1916, S. 3.)

Der Brennstoff- bezw. Wärmeverbrauch zum Backen von 1 kg Brot beträgt 0,20 kg Briketts entsprechend 1370 WE in der Kohle, elektr. Strom 300 WE entsprechend 3500 WE in der Kohle, Gas 289 WE entsprechend 420 WE in der Kohle.

Der Wärmeverbrauch bei Gasfeuerung schwankt zwischen 370 und 520 WE.

Kuchenbacköfen: Täglicher Gasverbrauch bei Beschäftigung von 4 Gesellen und einer täglichen Backdauer von 3 bis 4 Stunden 8 bis 10 m³ Gas.

Leimtiegel, von 1,5 bis 5 l Inhalt und 100 bis 150 l stündlichem Gasverbrauch.

Schmelzapparate: Für Buchdruckwalzenmasse mit 15 bis 25 l Inhalt, mit 500 bis 600 l stündlichem Gasverbrauch.

Gieß- und Setzmaschinen für Druckereien (Linotype, Monotype, Typograph usw.) bedienen sich mit Vorteil der Gasheizung zum Schmelzen des Letternmetalls. Temperatur ca. 300°, Gasverbrauch stündlich ca. 500 l. Zweckmäßig ist die Anbringung des Regulier-Pyrometers „Fink-Aute" (Firma Technik, G. m. b. H., Buchhändlergewerbehaus Berlin). J. f. G. 1915, S. 28.

Desinfektionskammern: Für Krankenhäuser zum Entgiften von Verbandsstoffen, Werkzeugen, Instrumenten und kleineren Gegenständen bis zu 500 mm äußerem Durchmesser und 750 mm Länge; mit einer Wasserauffüllung können 3 bis 5 Durchdämpfungen ausgeführt werden.

Bügeleisen für Preßgas- oder Preßluftbetrieb. Gasverbrauch 75 bis 90 l stündlich.

Plättmaschinen: Normaldurchmesser 175

bis 200 mm, Länge 600 bis 2500 mm. Umdrehungszahl 65 bis 70.

Für Spezialzwecke, wie Anwärmen von Radreifen, Löten von Messingröhren, Schweißen von Heizröhren, Löten von Fahrradgestellen usw., werden besondere Konstruktionen hergestellt.

Faß-Entpichungsanlagen zum Ausschmelzen des Pechs unter Verwendung von Druckluft. (Unionwerke A.-G., Mannheim.)

Temperaturregler.

Zur Gleichhaltung der Temperatur von Gasheizapparaten sind selbsttätige Temperaturregler einzuschalten. Bei Leuchtflammen genügt das Regeln der Flammenhöhe. Bei Bunsenbrennern müssen, um das Zurückschlagen oder Erlöschen der Flammen zu verhüten, einzelne Flammen durch den Regler gelöscht bezw. ausgeschaltet werden.

Zu diesem Zwecke sind größere Kräfte nötig, weshalb hierfür feste Ausdehnungskörper oder die Dampfspannung eingeschlossener, leicht siedender Flüssigkeiten zur Anwendung kommen.

Abgase.

Das Wichtigste über die Abführung der Abgase bei Gasfeuerungsanlagen.

Die Hauptvorteile des Gases gegenüber den anderen Heizmedien bestehen in der feinen Regulierbarkeit, Sauberkeit im Betriebe ohne Rauch und Asche, sowie in der steten Betriebsbereitschaft.

Bei der Verbrennung des Gases entstehen in der Hauptsache Kohlensäure und Wasserdampf. Das heutige Steinkohlengas bedarf zu seiner vollkommenen Verbrennung auf 1 Raumteil Gas etwa 0,9 Raumteile Sauerstoff oder 4,5 Raumteile Luft, da letztere aus einem Gemisch von etwa 1 Raumteil Sauerstoff und 4 Raumteilen Stickstoff besteht.

Wassergas benötigt zur vollkommenen Verbrennung auf 1 Raumteil ungefähr 2,6 Raumteile Luft, Mischgas mit etwa 30% Wassergehalt und 4300 WE Verbrennungswärme bedarf auf 1 Raumteil Gas etwa 3,9 Raumteile Luft zur vollkommenen Verbrennung.

Ein wichtiges Kapitel nimmt die Abzugsfrage ein. Hierbei ist zu erwähnen, daß bei kleineren Feuerstellen, Kochern und Beleuchtungskörpern eine besondere Abführung der Abgase nicht erforderlich ist. Der in den Abgasen enthaltene Wasserdampf kondensiert im Raum, wobei die Abgase frei austreten. Ist die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt, so schlägt letztere sich nieder, was namentlich an den Fenstern sichtbar wird. Nun erzeugt 1 m^3 reines Steinkohlengas bei der Verbrennung im Mittel 0,5 m^3 = ~ 1 kg Kohlensäure und rund 1,125 m^3 = ~ 900 g Wasserdampf. Dazu kommt noch der aus der Verbrennungsluft und aus dem Gase enthaltene Stickstoff mit ~ 3,7 m^3 = ~ 4,6 kg. Es entstehen somit aus 1 m^3 Steinkohlengas = ~ 5,3 m^3 Abgase.

Beim Wassergas liegen die Verhältnisse wie folgt: 1 m^3 Wassergas liefert bei der Verbrennung ~ 0,5 m^3 = ~ 1 kg Kohlensäure und etwa 0,5 m^3 = ~ 400 g Wasserdampf.

Hierzu tritt noch der Stickstoff, der von der Verbrennungsluft und aus dem Gas herrührt mit 1,7 m^3 = 2,1 kg. Aus 1 m^3 Wassergas entstehen somit ~ 2,7 m^3 Abgase. Das Mischgas mit 30% Wassergehalt (normales Gas der heutigen Gaswerke) ergibt = ~ 0,5 m^3 = 1 kg Kohlensäure und 0,9 m^3 = ~ 725 g

Wasserdampf. Rechnet man den Stickstoff, wie bei den anderen Gasarten angeführt, mit 3,1 m^3 = 3,9 kg hinzu, so entstehen aus

1 m^3 Mischgas ~ 4,5 m^3 Abgase.

Nach der Kondensation des Wasserdampfes hat man daher noch abzuführen:

1. beim Steinkohlengas 4,2 m^3
2. beim Wassergas 2,2 m^3
3. beim Mischgas 3,6 m^3

Wie bereits erwähnt, ist der Abzug der Verbrennungsgase bei größeren Gasapparaten schon aus gesundheitlichen Gründen notwendig. Die Abgase enthalten hauptsächlich Stickstoff, Kohlensäure, Wasserdampf und einen gewissen Überschuß an Luft; das sind etwa dieselben Bestandteile, die bei unserem Atmungsprozeß entstehen. Wenn auch die Gefahr einer Vergiftungserscheinung hier nicht direkt vorliegt, so ruft dennoch die Kohlensäure, in größeren Mengen eingeatmet, sehr oft Unwohlsein hervor.

Aus diesen Ausführungen ist ohne weiteres ersichtlich, daß die Abgase aller größeren Wassererhitzer bezw. Gasgeräte, wozu die Warmwasserautomaten für einzelne Stockwerke oder ganzer Gebäude gehören, stets in einen Schornstein abgeführt werden müssen. Der Gasabzug dient aber lediglich dazu, die Heizgase ins Freie zu leiten. Es ist daher auch ein Ansaugen der Verbrennungsluft durch den Schornsteinzug nicht notwendig. Im Gegenteil wird bei zu starkem Zug nicht nur die Brennerflamme unruhig brennen, es wird auch noch viel Luft hindurchgesaugt, wodurch der Wirkungsgrad des Heizofens sinkt.

Damit der wechselnde Schornsteinzug nicht auf den Heizraum des Schornsteins einwirken kann, ordnet man im Ofen oder auch in der Abgasleitung einen Zugunterbrecher an. Die Anordnung und Ausführung dieser Unterbrechungen ist aus nachstehenden Abbildungen ersichtlich, die wir mit Genehmigung der Firma Prof. Junkers & Co. in Dessau aus der von dieser herausgegebenen vortrefflichen Schrift „Abgas-Installation nach Junkers“ entnommen haben.

—

Technische Erläuterungen.

kcal:

Kilogramm-Kalorie (kcal) oder Wärmeeinheit (WE) ist die Wärmemenge, die nötig ist, um die Temperatur von 1 Liter Wasser (1 kg) um 1° C zu erhöhen.

Fig. 82.

Leistungsangaben:

bei Gas-Warmwasserbereitern erfolgt die Leistungsangabe in kcal pro Minute. Leistungsangaben in Liter Wasser sind nicht eindeutig genug. Leistung = Wassermenge mal (×) Temperaturerhöhung.
bei Gasheizöfen: Hier erfolgt die Leistungsangabe in kcal pro Stunde ,da man in der Heizungstechnik allgemein vom stündlichen Wärmebedarf ausgeht. Leistungsangaben nach Rauminhalt sind falsch. Leistung = Aufwand mal (×) Nutzeffekt.

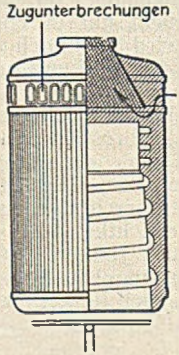


Fig. 83.

Zugunterbrechung:

Die Zugunterbrechung (Fig. 83) ist eine für alle Gasgeräte notwendige und bei diesen von den Fabrikanten vorzusehende Einrichtung, die den Zweck hat, den im Schornstein normal vorhandenen überschüssigen Zug durch Ansaugen von Beiluft auszugleichen, damit der Verbrennungsvorgang nicht beeinflußt wird.

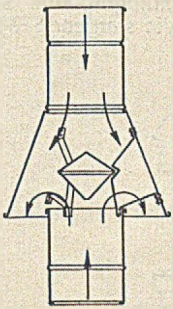


Fig. 84.

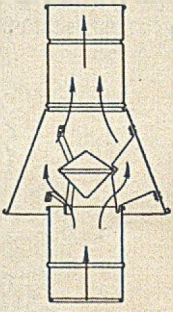


Fig. 85.

Rückstausicherung:

Die Rückstausicherung (Fig. 84 u. 85) ist eine nur für den Notfall in die Abgasleitung einzubauende Vorrichtung. Sie ist erforderlich, wenn bei ungünstigen Abzugsverhältnissen eine Rückströmung in der Abgasleitung durch Windeinflüsse (statischer Überdruck) zu erwarten ist. Dieser Fall tritt dort ein, wo die Ausmündung des Schornsteins oder der Abgasleitung von Stauflächen überragt ist.

Auch wenn im Sommer die Sonne auf dem Schornstein steht, oder wenn auf kaltes Wetter sehr plötzlich ein Umschlag in warmes Wetter eintritt, kommt Rückströmung zustande.

Diese Rückströmung dauert solange, bis der Schornstein (Abgasleitung) warm geworden ist. Die Sicherung bewirkt, daß die rückströmende Luft nicht die Verbrennung des Gases beeinflußt. Sie verhütet unvollkommene Verbrennung. Die Abgase

selbst treten allerdings, solange die Rückströmung dauert, in den Raum.

Windschutzhaube:

Die Windschutzhaube (Fig. 86), oder richtiger, der Schornsteinaufsatz, ist eine Vorrichtung, die an der Ausmündung des Schornsteins oder der Abgasleitung angebracht wird. Sie hat die Aufgabe, bei ungünstigen, die Schornsteinausmündung von oben treffenden Luftströmungen eine Störung des Zuges auszuschließen und die saugende Wirkung

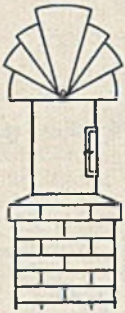


Fig. 86.

des Windes für die Abführung der Abgase nutzbar zu machen.

Schornsteinaufsätze sollten weitestgehend verwendet werden, da hiermit ein Mittel gegeben ist, die Störungen in der Abführung der Abgase in vielen Fällen zu verhüten.

Ausmündung des Abgasrohres und des Schornsteins (Fig. 87):

Ein großer Teil der Störungen in der Abführung der Abgase ist auf falsche Lage der Ausmündung zurückzuführen. Ist diese nicht über Dachfirst geführt, dann werden, je nach Witterung, die Abgase in den Aufstellungsraum zurücktreten. In den

folgenden Darstellungen ist die falsche und richtige Ausführung gegenübergestellt. Man prüfe in allen Fällen vor Inangriffnahme einer Installation die Lage der Ausmündung.

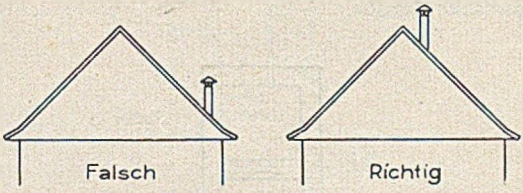


Fig. 87.

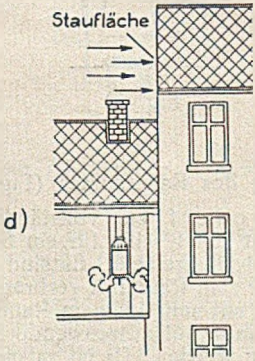


Fig. 88.

Staufläche:

Als Staufläche (Fig. 88) wirkt jede in der Nähe einer Schornsteinausmündung befindliche Erhebung, wie beispielsweise Häusergiebel, Dachflächen, Türme oder Baumgruppen. Auch Gebäudewinkel gehören hierher. Die Wirkung der Staufläche ist für die Funktion einer Abgasleitung immer nachteilig. Da

sich Stauflächen nicht beseitigen lassen, muß bei der Ausführung der Installation darauf Rücksicht genommen werden. In Betracht kommt in der Regel ein Abrücken der Abgasleitung von der Staufläche oder ein Höherführen der Abgasleitung über die Staufläche hinaus.

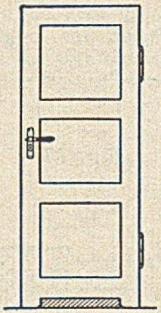


Fig. 89.

Belüftung des Baderaumes (Fig. 89):

Der Luftbedarf zur vollständigen Gasverbrennung beträgt 10—12 cbm für ein Bad. Das Bad wird in 1/4 Stunde hergestellt. Es sind deswegen in 1/4 Stunde 10—12 cbm Raumluft verbraucht. Da vielfach Baderäume mit sehr kleinem Rauminhalt angetroffen werden, muß auf ausreichende Belüftung Bedacht genommen werden. Es ist ratsam, besondere Belüftungsöffnungen vorzusehen, die entweder in der Tür oder in einer Außenwand angeordnet sein können. Dort, wo das Klosett im Baderaum steht, dürfen Üffnungen in der Tür nicht angebracht werden; hier ist nur die Belüftungs-Vorrichtung in der Wand statthaft.

Die bildliche Darstellung zeigt eine Tür, wo in der unteren Querleiste ein 4 cm breiter Ausschnitt für Frischluftzufuhr angeordnet ist. In Bezug auf Sicherheit, leichte Ausführbarkeit und gutes Aussehen ist diese Lösung die zweckentsprechendste.

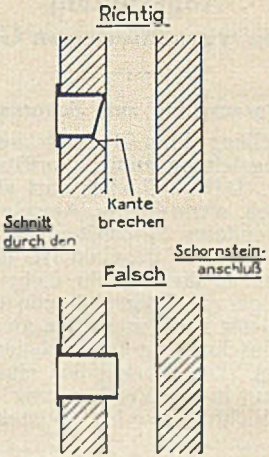


Fig. 90.

Einführung der Abgasrohre in den Schornstein (Fig. 90):

Um einen sicheren Anschluß des Abgasrohres an den Schornstein zu erreichen, ist es ratsam, eine besondere Rohrhülse zu verwenden. Die obenstehende Skizze zeigt, wie der Einbau zu erfolgen hat. Man vergesse nicht, die Innenkante nach unten zu brechen, damit beim Kehren der Ruß nach unten fallen kann. Würde man diese Maßnahme nicht ergreifen, dann könnte sich der Ruß an dieser Stelle festsetzen und so eine allmähliche Verengung und schließlich vollständige Verstopfung des Abgasquerschnittes bewirken.

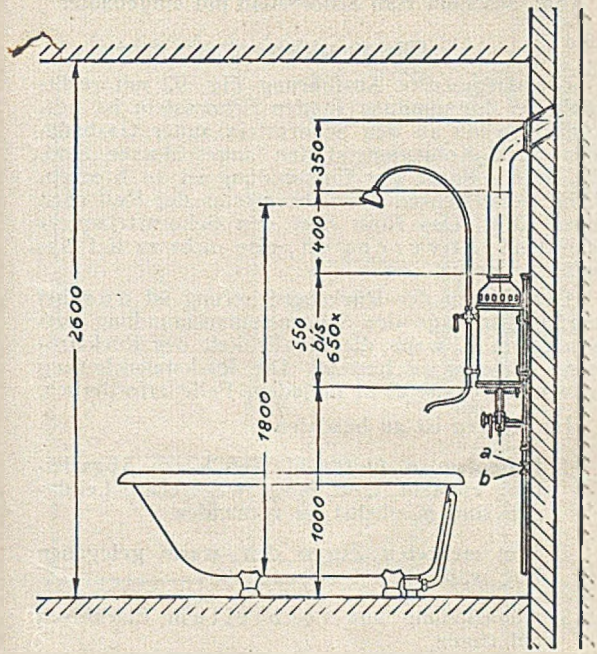
Abgasleitung für die verschiedenen Geräte.

Abgasanschluß zum Schornstein.

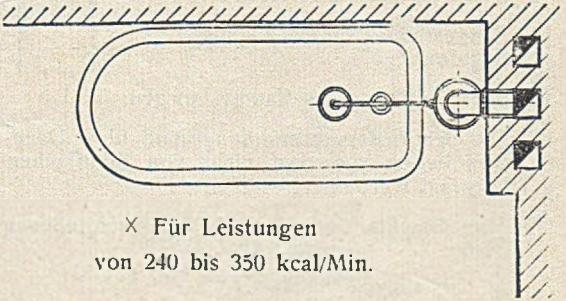
Die Darstellung Fig. 91 zeigt die ideale Form einer Übergangsleitung zum Schornstein mit Krümmer von 120°. Diese Form darf aber nur dann gewählt werden, wenn für die Abgase des Gasbadeofens ein besonderes Schornsteinrohr frei gemacht wird und die Gewähr gegeben ist, daß andere als Gasfeuerstätten an dieses Rohr nicht angeschlossen werden. Das gerade Rohrstück von 0,4 m ist dem Badeofen tunlichst nachzuschalten, um die durch die notwendige Einschnürung entstandenen Widerstände zu überwinden. Der Vorteil der stumpfwinkeligen Einführung liegt in der Verringerung der durch den Aufprall und Richtungswechsel entstehenden Widerstände.

Im übrigen gilt folgendes:

1. Badeofen so anordnen, daß kurze Abgasleitung entsteht, d. h. lange wagerechte Leitungen sind möglichst zu vermeiden.
2. Von mehreren Zügen den warm gelegenen Zug wählen.
3. Abgasleitung aus verbleitem Eisenblech anfertigen.
4. Nur Bogenknie verwenden.
5. Rohre so ineinanderstecken: ⟶
6. Absperrhähne leicht zugänglich anordnen.
7. Für Belüftung des Raumes sorgen.
8. Die Schornsteinausmündung muß über Dachfirst liegen und darf nicht von Stauflächen überragt werden.
9. Man beachte besonders die eingeschriebenen Maße.



a = Gasabsperrhahn b = Wasserabsperrhahn.



X Für Leistungen
von 240 bis 350 kcal/Min.

Fig. 91.

Abgasanschluß zum Schornstein mit eingebauter Rückstausicherung.

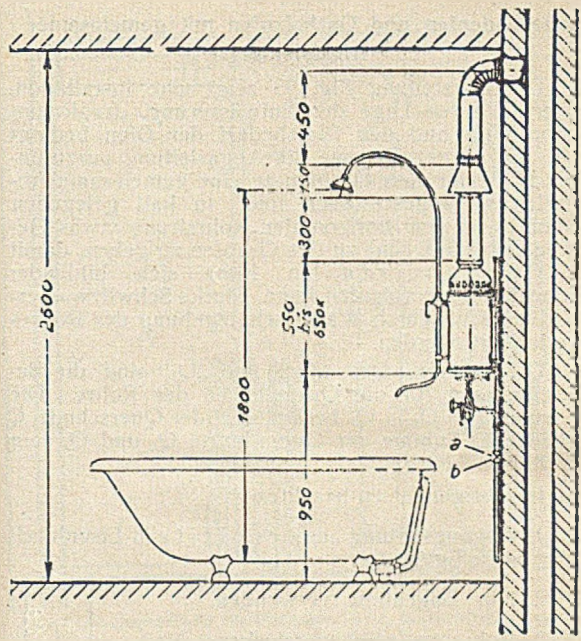
Die dargestellte Ausführung Fig. 92 mit rechtwinkliger Einmündung in den Schornstein ist notwendig, wenn an den Schornstein außer Gasbadeöfen auch Kohlenfeuerstätten angeschlossen sind. Die untere Kante der Einmündung ist zu brechen, damit beim Kehren des Schornsteins der Ruß nach unten fällt. Das Rohr darf den Schornsteinquerschnitt nicht verengen, also nicht zu tief eingeführt werden.

Der Einbau der Rückstausicherung ist nur bei ungünstiger Lage der Schornsteinausmündung notwendig, d. h. wenn die Möglichkeit des Rückströmens der Abgase besteht. Die Rückstausicherung ist also durchaus nicht in jedem Falle erforderlich.

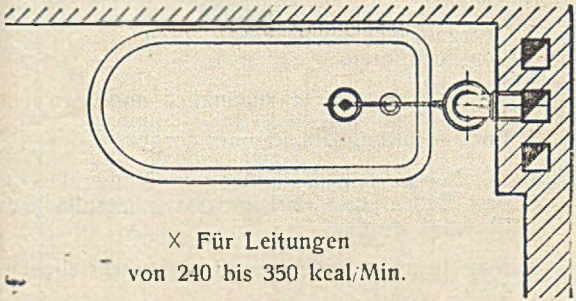
Im übrigen ist zu beachten:

1. Badeofen so anordnen, daß kurze Abgasleitung entsteht, d. h. lange wagerechte Leitungen sind möglichst zu vermeiden.
2. Von mehreren Zügen den warm gelegenen Zug wählen.
3. Abgasleitung aus verbleitem Eisenblech anfertigen.
4. Nur Bogenknie verwenden.
5. Rohre so ineinanderstecken: →
6. Absperrhähne leicht zugänglich anordnen.

7. Für Belüftung des Raumes sorgen.
8. Die Schornsteinausmündung muß über Dachfirst liegen und darf nicht von Stauflächen überragt werden.
9. Man beachte besonders die eingeschriebenen Maße.



a = Gasabsperrhahn b = Wasserabsperrhahn.



X Für Leitungen
von 240 bis 350 kcal/Min.

Fig. 92.

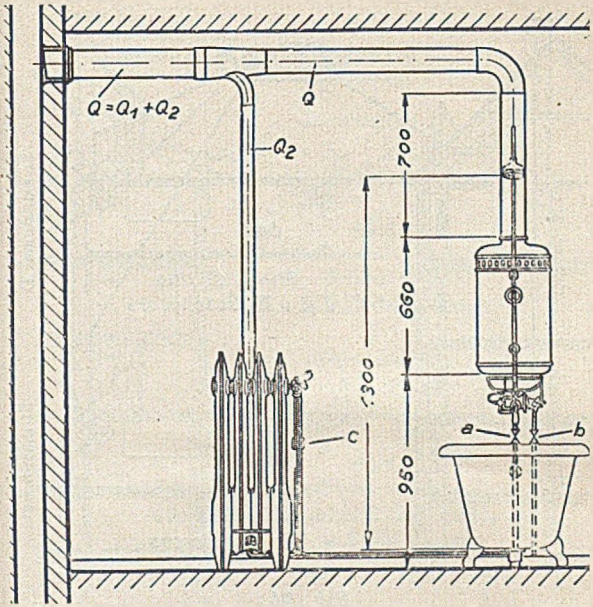
Gasbadeofen und Gasheizofen mit gemeinsamer Abgasleitung.

Die Darstellung Fig. 93 zeigt eine Installation, wie sie durch Lage der Entwässerung, der Raumanordnung und den Platzbedarf der Öfen bedingt ist.. Es ist gezeigt, wie die Abgasleitung auszuführen ist, wenn zwei Gasöfen an eine gemeinsame Abgasleitung angeschlossen sind. In kalt gelegenen Räumen ist dem horizontalen Rohrstrang etwas Gefälle (1 cm auf 1 m) zu den Gasöfen zu geben, damit beim Anheizen im Rohr sich bildendes Schwitzwasser ablaufen kann. Starke Schwitzwasserbildung muß durch Wärmeschutzgebung des Rohres verhindert werden.

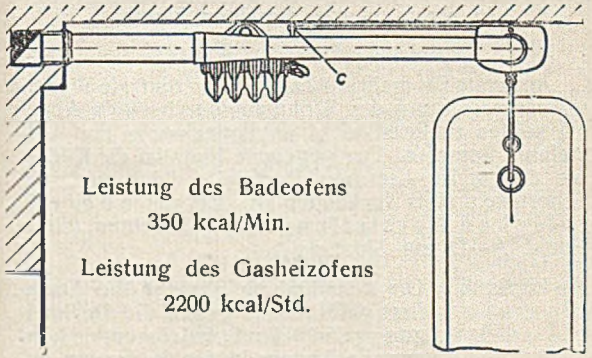
Die Zeichen „Q", „Q_1" und „Q_2" sind die Bezeichnungen für die Querschnitte der Rohre. Die Formel $Q = Q_1 + Q_2$ besagt, daß der Querschnitt Q gleich der Summe der Querschnitte Q_1 und Q_2 sein muß.

Im übrigen ist zu beachten:

1. Abgangsleitung aus verbleitem Eisenblech anfertigen.
2. Nur Bogenknie verwenden.
3. Rohre so ineinanderstecken: →
4. Rohrquerschnitt „Q" hinter Einmündung von Gasheizofen erweitern.
5. Übergangsstück vom Gasheizofen rund ausführen.
6. Absperrhähne leicht zugänglich anordnen.
7. Für Belüftung des Raumes sorgen.
8. Die Schornsteinausmündung muß über Dachfirst liegen und darf nicht von Stauflächen überragt werden.
9. Man beachte besonders die eingeschriebenen Maße.



a = Gasabsperrhahn für Badeofen b = Wasserabsperrhahn
c = Gasabsperrhahn für Heizofen



Leistung des Badeofens
350 kcal/Min.

Leistung des Gasheizofens
2200 kcal/Std.

Fig. 93.

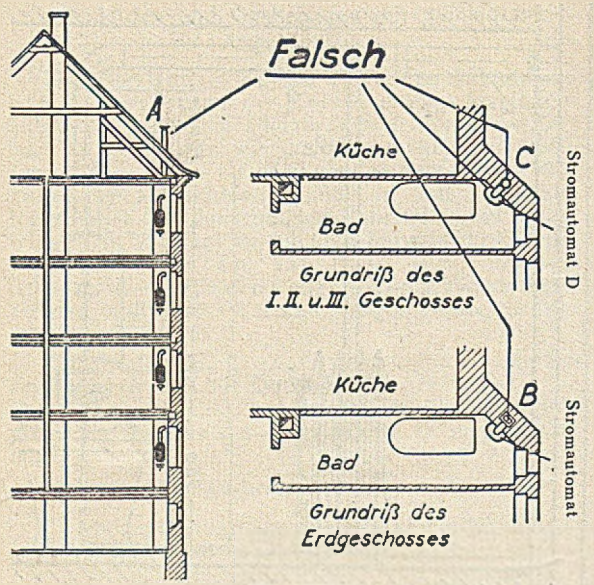


Fig. 94.

Falsche und richtige Anordnung von Abgasleitungen in einem viergeschossigen Hause.

Zur Skizze Fig. 94 u. 94a.

Apparate für mehrere Zapfstellen (zentrale Warmwasserversorgung der Wohnung durch einen Appaat) sollten tunlichst nicht im Badezimmer zur Aufstellung kommen. Der gegebene Platz ist die Küche, wo die meist benutzte Zapfstelle liegt und ein Schornstein stets vorhanden ist. Bei der oberen, falschen Darstellung ist zu beachten (siehe Punkt A—D auf Skizze):

Zu Punkt A = Die Ausmündung ist nicht über Dachfirst geführt. Bei gegen die Dachneigung gerichteten Luftströmungen können die Abgase in den Baderaum gedrückt werden.

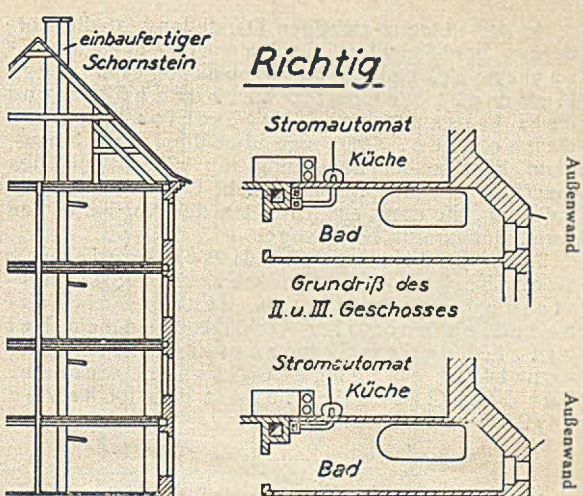


Fig. 94a.

Zu Punkt B = Der Querschnitt ist schon im Erdgeschoß zu eng, die Abgase treten in den Raum aus. Der Abgaskanal liegt in einer Außenwand, was man mit Rücksicht auf die gesicherte Abführung der Abgase vermeiden muß.

Zu Punkt C = Der Querschnitt ist im Obergeschoß viel zu eng, die Abgase treten in den Raum. Der Abgaskanal liegt in einer Außenwand, was man mit Rücksicht auf die gesicherte Abführung der Abgase vermeiden muß.

Zu Punkt D = Der Apparat muß nicht unbedingt im Badezimmer hängen; er hätte ohne besonderen Aufwand auch in der Küche angeordnet werden können.

In der unteren, richtigen Darstellung ist die Forderung berücksichtigt, daß an einen gemeinsamen Schornstein wenn irgend möglich nicht mehr als zwei oder höchstens drei Gasapparate angeschlossen werden sollten. Geht man über diese Zahl hinaus, dann können bei Benutzung nur eines Apparates innerhalb des Schornsteins leicht Gegenströmungen auftreten, die dann ein Austreten der Abgase in den Aufstellungsraum begünstigen.

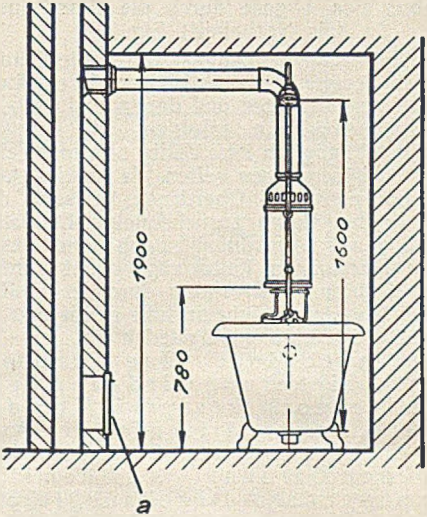
Man paßt sich mit dieser Forderung auch besser den Normen der Schornsteinquerschnitte an, denn zwei Gasbadeöfen normaler Größe können bei gutziehendem Schornstein an ein Rohr von 14/14 cm angeschlossen werden. Für drei Gasbadeöfen ist das Rohr von 14/20 cm ausreichend.

Richtige Abgasführung eines Gasbadeofens bei einer Raumhöhe von 1,9 m und vorzusehender Rückstausicherung.

Die Darstellung Fig. 95 zeigt einen Fall, wo ausnahmsweise ein recht niederer und kleiner Raum als Baderaum gewählt werden mußte. Wenn möglich, soll der Rauminhalt eines Badezimmers etwa 15 bis 18 cbm betragen. Wird dennoch ein kleinerer Raum gewählt, dann muß ausreichende Belüftung vorgesehen werden.

Da für den Einbau der bekannten Rückstausicherung in der Abgasleitung in diesem Falle kein Platz ist, ist es ratsam, in den gemauerten Schornstein eine Putztür einzubauen, die ständig offen bleibt. In dieser Stellung wirkt diese Einrichtung als Rückstausicherung.

Die vorstehend erläuterte Anordnung einer Rückstausicherung ist selbstverständlich nur dann zulässig, wenn in den Schornstein **nur** die Abgase von Gasgeräten eingeleitet werden.



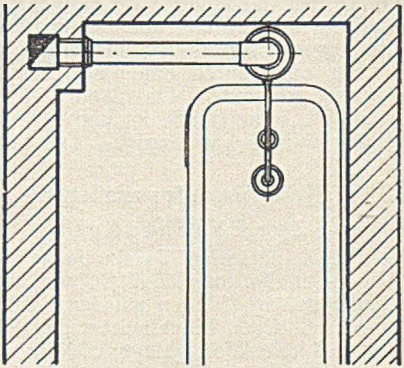


Fig. 95.

Leistung des Badeofens 240 kcal/Min.

Abführung der Abgase durch die Wand ins Freie (als Notbehelf) Fig. 96.

Die Abführung der Abgase durch die Wand oder durch das Fenster ins Freie ist nur als ein äußerster Notbehelf zu betrachten und darf nur in solchen Ausnahmefällen erfolgen, wo eine andere Lösung nicht möglich ist. Völlig störungsfrei arbeiten diese Abgasanlagen selten, da an der Ausmündung wohl meist ein Überdruck herrscht, der die Abgase in den Raum zurückdrückt. Deshalb muß auch bei dieser Anordnung noch eine besondere Rückstausicherung im Raum angeordnet werden, damit der Verbrennungsvorgang durch zeitweilig auftretenden Überdruck unbeeinflußt bleibt und unvollkommene Verbrennung vermieden ist.

Aber auch durch den Einbau der Rückstausicherung wird die Abgasinstallation noch keine völlig ideale; das wirksamste Mittel ist die Anordnung einer nach der Überdruckseite gelegenen Öffnung. Nur damit wird der notwendige Druckausgleich erreicht.

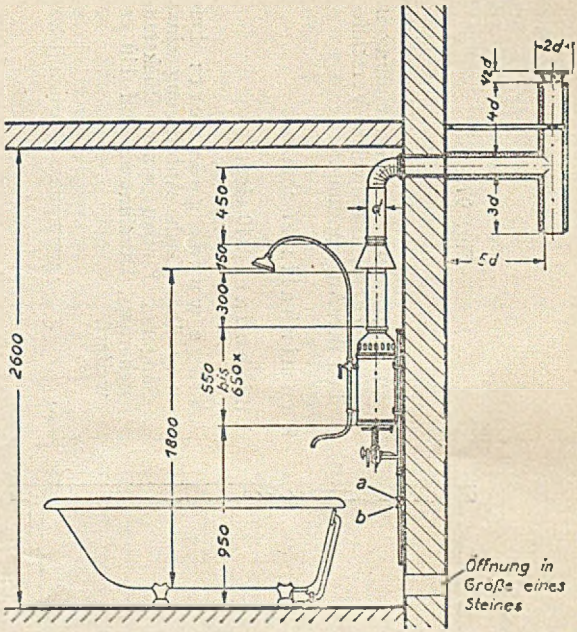
Man achte auch darauf, daß das Maß „A“ von Mitte Rohr bis zum Fenster möglichst groß ist; die Ausmündung darf nicht unter einem Fenster liegen. Zur Verhütung der Bildung von Schwitzwasser wird das außen liegende Rohrstück vorteilhaft durch ein zweites Rohr oder durch einen Holzkasten gegen Wärmeverluste geschützt. Das Maß „5 d“ ist willkürlich gewählt, seine Größe ist von der Stärke des auftreffenden Windes abhängig.

Falsche Abgas-Installationen.

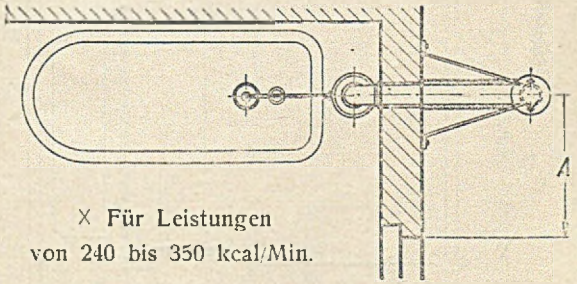
Zur Beachtung.

Die auf den folgenden Tafeln dargestellten falschen Abgas-Installationen sind so wiedergegeben, wie die Anlagen vorgefunden wurden. Auf die Wiedergabe konstruktiver Einzelheiten des Bauwerkes ist naturgemäß kein Wert gelegt; es kam nur darauf an, schematische Darstellungen zu zeigen.

Wir machen ganz besonders darauf aufmerksam, daß es sich hier um falsche Abgas-Installationen handelt.



a = Gashaupthahn b = Wasserabsperrhahn



X Für Leistungen von 240 bis 350 kcal/Min.

Fig. 96.

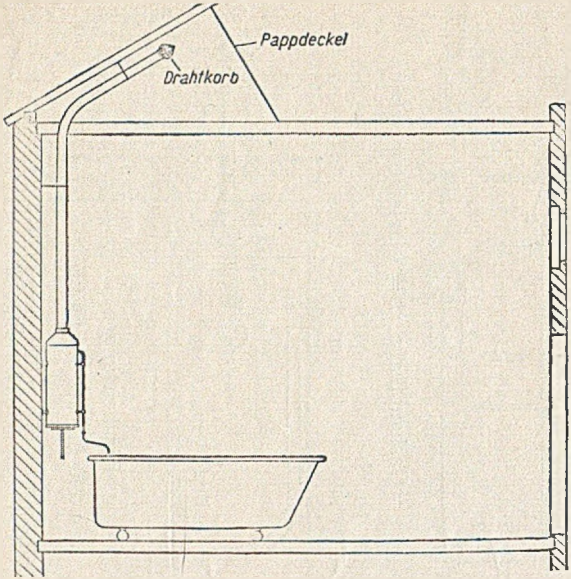


Fig. 97.

Fehler: Querschnitt des Abgasrohres zu eng, ungünstige Ausmündung in den Dachboden, teilweises Verschließen der Ausmündung.

Rauminhalt: 27 cbm.

Luftbedarf: 10 cbm.

Anlage wurde geändert: Leitung über Dach, Anbringung eines Saugers, Einbau einer Rückstausicherung, Durchmesser auf 110 erweitert.

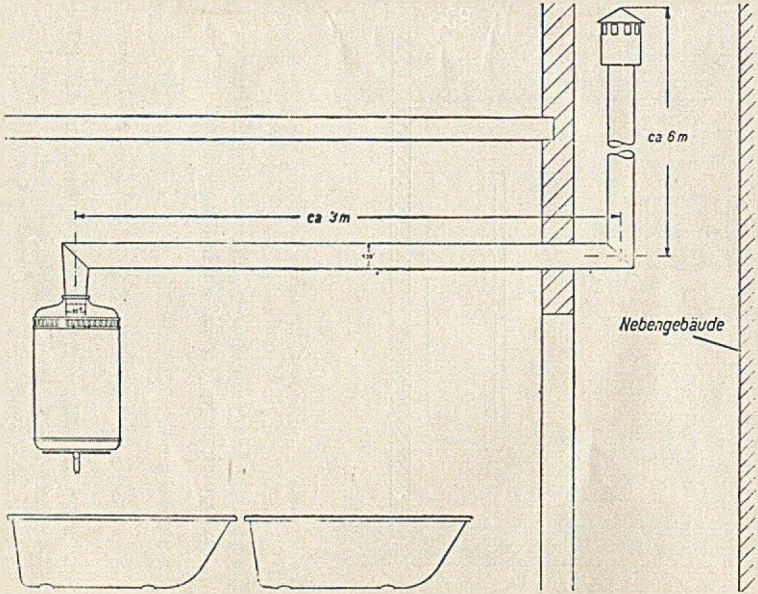


Fig. 98.

Fehler: Stromautomat im Badezimmer, Verender Abgasleitung unmittelbar über dem Lamellenkörper, scharfe Winkel, Ausmündung ins Freie und in einen Gebäudewinkel, lange u. kaltliegende Abgasleitung, keine Rückstausicherung.

Rauminhalt: 15 cbm.

Luftbedarf für 2 Bäder: 20 cbm.

Anlage wurde geändert: Verlegung des Stromautomaten in den Flur, Abgasleitung zum Schornstein unter Einhaltung des vorgeschriebenen Durchmessers, Aufsetzen eines Saugers.

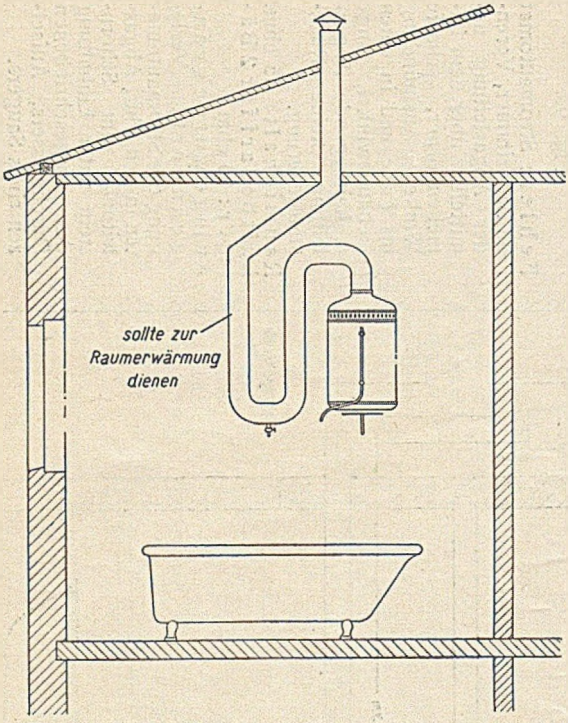


Fig. 99.

Fehler: Ungenügender Auftrieb durch langen, fallenden Zug der Abgasleitung.

Rauminhalt: 16 cbm.

Luftbedarf für ein Bad: 10 cbm.

Anlage wurde geändert: Ausbau des fallenden Zuges und Hochführung der Abgasleitung über Dachfirst.

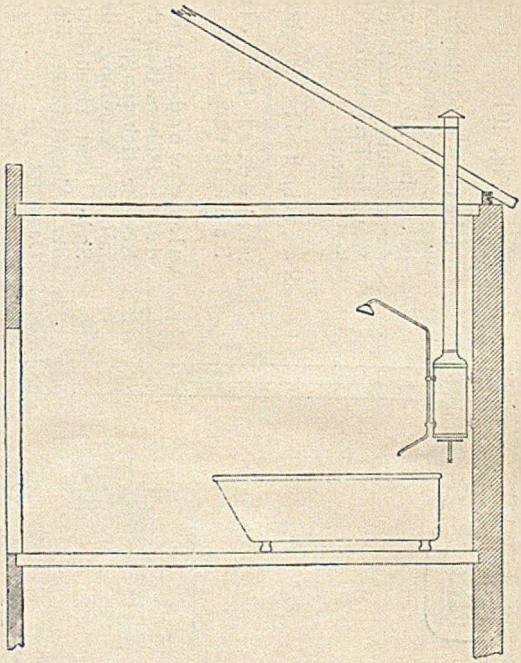


Fig. 100.

Fehler:

1. Ungenügende Frischluftzufuhr, kein Fenster, Tür geschlossen.
2. Abgasrohr mündet in ein Überdruckgebiet, gebildet durch Gebäudewinkel.

Rauminhalt: 15 cbm.

Luftbedarf für ein Bad: 10 cbm.

Anlage wurde geändert: Schlitze am unteren Teil der Tür für Frischluftzuführung angebracht. Verlängerung der Abgasleitung unterhalb der Dachhaut, Ausmündung über First.

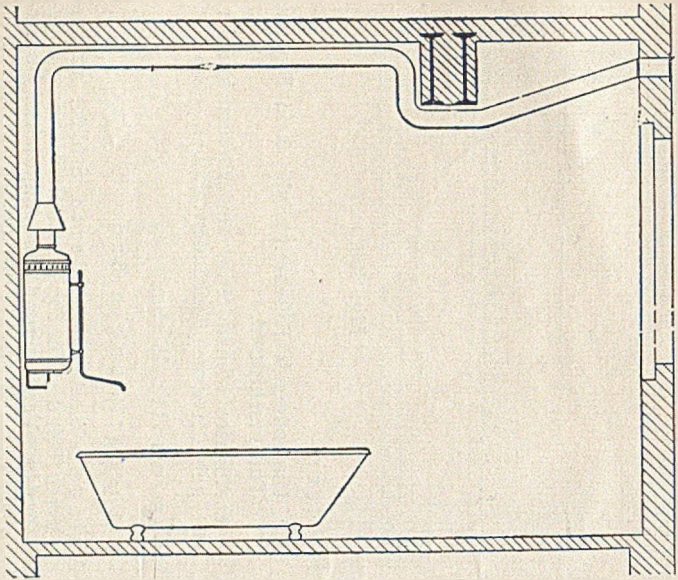


Fig. 101.

Fehler: Rückstausicherung zu nahe am Apparat, gekröpfte Abgasleitung, Ausmündung durch die Wand ins Freie und durch Sieb verengt.

Rauminhalt: 20 cbm.

Luftbedarf für ein Bad: 10 cbm.

Anlage wurde geändert: Höhersetzen der Rückstausicherung, Fortfall der Kröpfung, des Siebes und Hochführen der Abgasleitung über Dachfirst.

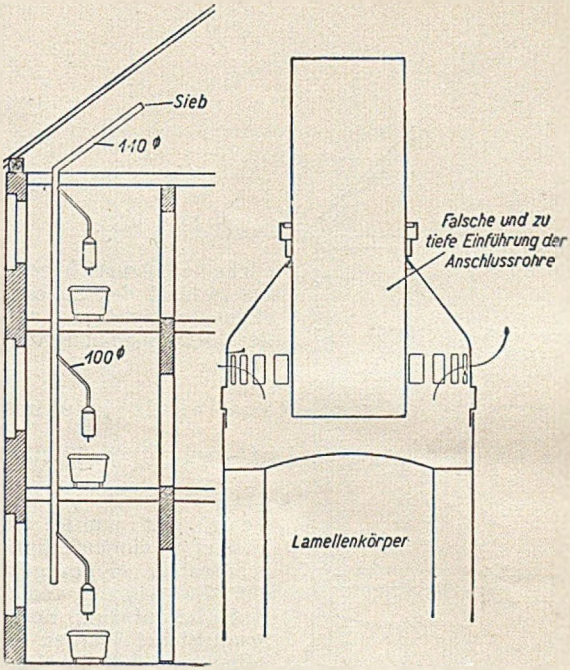


Fig. 102.

Fehler: Abgasrohr zu eng, Schornsteinquerschnitt nur für einen Badeofen ausreichend, ungünstige Ausmündung in den Dachboden, Verschließen der Ausmündung mit Sieb.

Rauminhalt: 25 cbm.

Luftbedarf für ein Bad: 10 cbm.

Anlage wurde geändert: Einbau eines genügend weiten Schornsteins, richtiger Anschluß an den Apparat, Verlegung der Ausmündung über First.

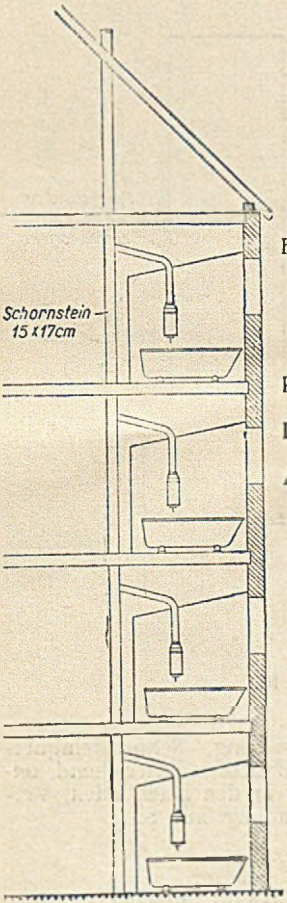


Fig. 103.

Fehler: Unzureichender Querschnitt des Schornsteins, ungünstige Lage der Schornsteinausmündung.

Rauminhalt: je 14 cbm.

Luftbedarf: je 10 cbm.

Anlage wurde geändert: Es wurde ein zweiter einbaufertiger Schornstein eingezogen, der die Abgase von 2 Badeöfen aufnahm. Beide Schornsteine wurden so verlängert, daß die Ausmündungen in der Luftströmung liegen.

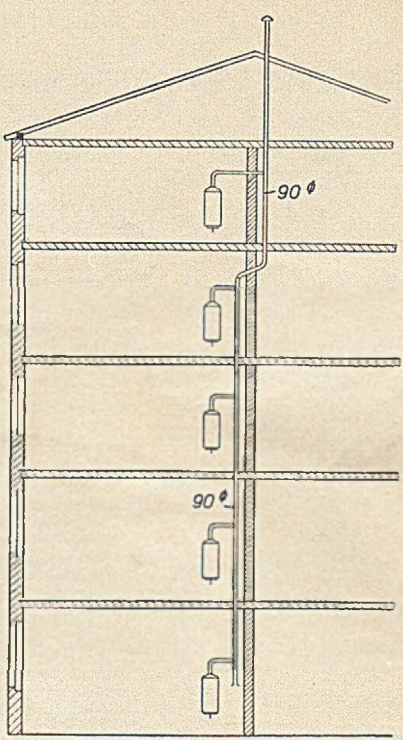


Fig. 104.

Fehler: Querschnitt der gemeinsamen Abgasleitung zu eng.

Rauminhalt: 35 cbm und 40 cbm.

Luftbedarf für ein Bad: 10 cbm.

Anlage wurde geändert: Anlage von zwei einbaufertigen Schornsteinen mit richtig bemessenem Querschnitt und Hochführung der Schornsteine über Dachfirst.

BIBLIOTEKA

INHALTS-VERZEICHNIS.

Gasversorgung.

1. Die Entstehung und Einteilung der Steinkohle 3—4
2. Steinkohlen-Untersuchung 4—6
1. Bestimmung des Wassergehaltes 5
2. Bestimmung der Koksausbeute 5
3. Bestimmung des Aschegehaltes 6
Die Gaserzeugungsöfen . 6—8
Die Gaserzeugung, Kühlung, Reinigung usw. . . . 9—13

Steinkohlengas. 13—33

Die Nebenprodukte . . . 14—15
Übersicht über die Destillationsprodukte des Steinkohlenteers 15
Heizwertbestimmung fester u. gasförmiger Brennstoffe 16—28
Rauchgasuntersuchungen . 29—33

Die Verteilung des Gases.

Die Hauptrohrleitungen . . 34
Berechnung der Hauptrohrleitungen . . . . . 34—38
Einfluß d. Höhenunterschiede auf die Durchgangsmenge 39
Druckunterschiede des Gases bei verschiedenen Höhenunterschieden in mmWS(D). 39
Einfluß v. Abzweigungen auf die Durchgangsmenge . 39—41

Ausführung der Hauptrohrleitungen. 41—47

Probieren der Rohre . . . 42
Verlegen der Rohre . . 42—43
Wassertöpfe für Gasleitungen 43—44
Dichtung d. Rohrverbindung. 44—45
Tabelle über den Bedarf an Blei und Teerstricken . . 44
Abmessungen und Gewichte der normalen nahtlos gewalzten Stahlmuffenrohre . 45
Besondere Fälle von Rohrverlegungen 46
Prüfung der Rohrleitung auf Dichtheit 46
Aufsuchung von Undichtigkeiten . . . . . 46—47
Beseitigung von Naphtalinverstopfungen 47

Ausführung der Zuleitungen.

Nieder- und Hochdruckleitungen . . . . . 47—48

Ausführung der Gasinnenleitungen.

Material und Weite der Rohrleitungen . . . . . 48—51
Anordnung der Rohrleitungen 51—52
Schutz der Leitungen vor Wasseransammlungen und Frost 52
Ausführung d. Rohrleitungen 52—54

Gasgeräte.

Zubehörteile (Hähne, Schlauchverbindungen, Druckregler) . . . . 54—55
Beleuchtungskörper . . 55—56

Gasheizapparate. 56—58

Lichte Weiten von Abzugsrohren . . . . . 57—58

Gasmotoren. 58

Prüfung, Abnahme u. Überwachg. der Gaseinrichtungen, Prüfungspflicht. 58—59

Abnahmeprüfung . . . . 60—61
Übergabe zur Benutzung und späteren Überwachung . 62—63

Schläuche und Schlauchanschlüsse . 63

Gasmessung.

Stationsgasmesser 63
Verbrauchsgasmesser . . 63—64
Nasser Gasmesser . . . 64—66
Trockener Gasmesser . 66—67
Hochleistungsgasmesser . 67—68
Gasautomaten . . . . . 68—71
Berechnung der Gasmessergrößen . . . . . 71—72

Meßgenauigkeit 73
Aufstellung der Gasmesser und Automaten 73

Gasmesserprüfung.

Kubizierapparat zum Eichen von Gasmessern . . . 73—75
Trockener Eichkolben . . . 76
Prüfungsapparat zur Überwachung von Gasrohr-installationen 76
Belastbarkeitsprüfer . . 76—79
Druckschreiber 79
Kontroll- und Vortrags-Gasmesser System „Elster" . 80

Vorteile und Wirtschaftlichkeit der Gasfeuerung. 81—86

Gasbrenner . . . . . 82—84
Der Gaskocher . . . . 84—85
Wirkungsgrad des Kochers 85—86
Gasherde 86

Die Gasbeleuchtung. 86—92

Der Glühkörper . . . 86—87
Das stehende Gasglühlicht . 87
Hängeglühlicht . . . . 87—88
Leuchtkraft u. Gasverbrauch des stehenden Gasglühlichts 88—89
Leuchtkraft u. Gasverbrauch vom Hängelicht 89
Niederdruckstarklicht . . . 89
Starklicht mit erhöhtem Druck (Preßgas) 89
Grundgrößen für die Lichtmessung . . . . . 90—92
a) Lichtstärke 90
b) Lichtstrom 90
c) Die Beleuchtungsstärke 90
d) Beziehung zwischen Lichtstrom und Lichtstärke . . . . . 90—91
e) Entfernungsgesetz . . 91
f) Leuchtdichte 91
g) Lichtmenge 91
h) Lichtausbeute . . . 91—92
Die mittlere sphärische Lichtstärke 92
Die mittlere hemisphärische Lichtstärke 92
Bewertung der Lampen . . 92

Projektierung von Beleuchtungsanlagen.

1. Verkehrsbeleuchtung . . 92
2. Arbeitsbeleuchtung . . 92—93
Lampenabstand . . . 93—94
Wirkungsgrad einer Beleuchtungsanlage . . . . . 94—95
Verbrauch und Lichtausbeute d. verschied. gebräuchlich. Beleuchtungsarten . . 95—96
Innenbeleuchtung 97

Warmwasserversorgung.

Durchlauf- und Vorratsapparate. 98—99

I. Durchlaufapparate
Badeöfen . . . . . 99—104
Druckautomaten . . 104—107
Die Wirkungsweise der Brennerarmaturen mit automatischer Zündung 108—109
Die Bedienung der Druckautomaten 109
Schnellwassererhitzer . . 110
Leistung, Nutzeffekt und Gasverbrauch . . 110—111
Nutzeffekt . . . . 111—112
Gasverbrauch . . . 112—114

II. Vorratsapparate
Apparate mit kleinerem Wasservorrat . . 114—116
Rentabilität v. Gaskocher und Vorratserhitzer 116—117

Zirkulationsanlagen
Anlagen mit größerem Wasservorrat . . . . 117—119
Berechnung von Zirkulationsanlagen . . . 119—123

Gasheizung.

Verwendungsgebiet der Gasheizöfen. 124—125

Bemessung der Öfen (D. V. G. W. F.) . . . . 125—131
Notwendigkeit der Abgasabführung 131
Gasheizöfen mit geschlossener Verbrennungskammer 131—132
Zentralheizung mit Gasfeuerung 132
Warmluftheizung mit Gas 132—133
Gasheizung für Kirchen 133—136
Gasbeheizung von Krankenhäusern und Schulgebäuden 136—139

Stockwerksheizung mit gasgefeuerten Kesseln . 139—146
Beschreibung des Prof. Junkers Warmwasserheizkessels HW 1800 146—149
Beheizung von Kraftwagenschuppen . . . . . 149—153
Gas-Einzelheizung . . 153—156
Glühkörper-Gasheizöfen 156—158
Professor Junkers Gasiator 158—166
Der Knodt'sche Darator 166—168

Gewerbliche Gasfeuerstätten. 168—169

Industrielle Gasöfen . 160—175
Wärmebedarf von Glühöfen bei verschiedenen Brennstoffen 171
Wärmebilanz v. Schmiedeöfen 170
Gasbeheizte Apparate . 171—175
Temperaturregler 175

Abgase.

Das Wichtigste über die Abführung der Abgase bei Gasfeuerungs-Anlagen 176—177
Techn. Erläuterungen . . . 178
Leistungsangaben 178
Zugunterbrechung 179
Rückstau-Sicherung . . 179—180
Windschutzhaube 180
Ausmündung des Abgasrohres u. des Schornsteins 180—181
Staufläche . . . . . 181—182
Belüftung des Baderaumes . 182
Einführung der Abgase in den Schornstein 183

Abgasleitung für die verschiedenen Geräte mit richtiger u. falscher Anordnung 184—203

POLITECHNIKA ŚLĄSKA BIBLIOTEKA w Gliwicach

Gedruckt bei
C. M. Gärtner
Schwarzenberg
Sachsen

E 13
a' 4,5 G
59,28