

773

Jan Muszynski

Die praktischen Kultureinrichtungen der Neuzeit.

Von

Otto Schnurbusch.

II. TEIL.

Heizungs-Einrichtungen.



LEIPZIG
Verlag von Hugo Voigt.
1903.

Inhaltsverzeichnis.

I. Wärmetheorie.	Seite	VII. Heizkessel.	Seite
Wärme	3	Füllung der Kessel	85
Wärmemessung	5	Wassergehalt der Heizkessel . .	85
Wärmestrahlung	7	Beurteilung eines Warmwasser-	
Wärmeleitung	9	heizkessels	86
II. Heizmaterialien		VIII. Einteilung der Kessel.	
(Brennbarkeit, Flammbarkeit).		Vertikal-Kessel:	
Das Holz	12	a) Einfache Cylinder-Kessel . .	88
Der Torf	13	Englische Cylinder-Kessel . .	90
Braunkohlen	14	Amerikan. Cylinder-Kessel . .	92
Steinkohlen	16	b) Cylinder-Kessel mit Siede-	
Steinkohlenkoke	18	röhre	94
Petroleum	19	Deutsche Siederrohr-Kessel . .	95
Gas	20	c) Cylinder-Kessel mit Unter-	
Luftverbrauch bei der Ver-		feuerung	106
brennung	21	d) Cylinder-Kessel mit Wasser-	
Brennkraft und Heizkraft . .	22	röhren	107
III. Feuerungsanlagen.		Deutsches Fabrikat	107
Planrost	24	Englisches Fabrikat	110
Treppenrost	29	Horizontale Kessel:	
Treppen- und Halbgasroste		a) Sattelkessel	112
von Topf & Söhne	30	Deutsche Sattelkessel	112
Donneleys System	32	Englische Sattelkessel	115
Korbrost von Bruno Schramm .	33	b) Horizontale Cylinder-Kessel .	118
Rost von Strebel	34	Deutsche Cylinder-Kessel . .	118
IV. Heizfläche.		c) Horizontale Wasserröhren-	
Berechnung der Heizfläche . .	39	Kessel	122
Tabellen für die Berechnung .	43	Deutsche Wasserröhren-	
V. Heizungsanlagen.		Kessel	122
Lokalheizung	65	Englische Wasserröhren-	
Zentralheizung	65	Kessel	125
Kanalheizung f. Gewächshäuser	66	Gliederkessel:	
Schüttvorrichtungen	71	Amerikan. Gliederkessel . .	126
Warmwasserheizung	72	Deutsche Gliederkessel . .	129
VI. Heizröhren.		IX. Verbrauch von Heiz-	
Heizröhrenweite	77	materialien	
Abzweigungen	78	X. Haltbarkeit d. Kessel . .	
Verbindungsstücke für lose Flan-		schen	
schen	79	XI. Niederdruck - Dampf-	
Verbindungsstücke für Muffen-		heizung	
röhren	82	XII. Elektrische Heizung . .	
Heizröhren mit Holzkern . . .	83		

Verzeichnis der Abbildungen.

		Seite
Fig. 1	Frauenhofersche Linien	8
" 2, 3, 4, 5, 6, 7,		
" 8, 9, 10, 11	Planroste	24—28
" 12, 12a, 12b	Treppenroste und Halbgasroste	29—31
" 13	Donneleys System	32
" 14	Korbrost von Bruno Schramm	33
" 15	" " Querschnitt	34
" 16	Rost von Strebel	34
" 17, 18, 19, 20	Schornsteinaufsätze	36
" 21	Feuerungsanlagen	37
" 22, 23, 24, 25	Kanalanlagen für Gewächshäuser	67—70
" 26, 27, 28, 29	Zirkulation des Wassers bei Warmwasserheizung	73—75
" 30, 31, 32, 33	Heizröhren	77
" 34, 35	Röhrenabzweigungen	78
" 36—48	Verbindungsstücke für lose Flanschen	79—80
" 49, 50, 51 u. 53	Flanschenausdehnungsverbindungen	80—82
" 52 u. 67	Drosselklappen	81 u. 83
" 54—66	Muffenverbindungen	82—83
" 68 u. 69	Heizröhren mit Holzkern	84
" 70, 71 u. 72	Einfache Cylinderkessel von G. Schneider	88—89
" 73 u. 74	Kleinkessel von O. R. Meyer	90
" 75, 76, 77	Domkuppenkessel von Knappstein	91
" 78	Richmond-Kessel von Arth. Nitzsche	92
" 79, 80, 81, 82	Cylinder-Kessel der Pierce-Kessel-Gesellschaft	93
" 83, 84, 85	Geysir-Kessel von Otto Peschke	95—96
" 86, 87, 88	Germania-Kessel von Arth. Nitzsche	98—99
" 89, 90, 91	Triumph-Kessel von Bruno Schramm	101—102
" 92—93	Kontakt-Röhren-Heizkessel von M. G. Schott	103
" 94, 95	Freistehender Siederohr-Kessel von M. G. Schott	104
" 96, 97, 98	Vulkan-Kessel von G. Schneider	104—105
" 99	Spar-Kessel von L. Nitsche	106
" 100, 101	Schlangen-Kessel von Grimm	108
" 102, 103	Drillings-Kessel von Dietze (Bruno Schramm)	109—110
" 104	Monarch-Kessel von Knappstein	111
" 104, 105, 106	Hohlrippen-Kessel von M. Heller	113—115
" 107, 108, 109	Climax-Kessel von L. Knappstein	115—116
" 110 u. 111	Kaiser-Kessel von L. Knappstein	117
" 112 u. 113	Flammrohr-Kessel mit Innenfeuerung v. M. G. Schott	118
" 114 u. 115	Röhren-Heiz-Kessel mit Flammrohr von M. G. Schott	119
" 116	Füllregulier-Kessel von G. Schneider	120
" 117	Spar-Kessel „Economa“ von Bruno Schramm	121
" 118	Spar- und Schnellheizapparat von Otto Peschke	121
" 119	Deutscher Gärtner-Kessel von Arth. Nitzsche	123
" 120, 121	Röhren-Kessel „Erfordia“ von Bruno Schramm	124
" 122	Rochford-Kessel der Firma C. P. Kinnell & Co.	125
" 123, 124, 125	Glieder-Kessel „Aequator“ d. Pierce-Kessel-Ges.	126—127
" 126, 127	" " „Advance“ " " "	128
" 128, 129, 130,	Gegenstrom-Glieder-Kessel von Strebel (Rud. Otto Meyer)	129—131
" 131		
" 132	Elektrischer Zimmerofen von E. Eckmann	136
" 133, 134	" Gewächshausheizung von E. Eckmann	137
" 135	" automatischer Temperaturregler	138

Vorwort.

Wie schon im Vorwort des ersten Teiles ausgeführt, behandelt dieser zweite Teil die so wichtige Heizungsfrage.

Ich hielt es für zweckmässig, den Leser zuerst mit den Licht- und Wärmeerscheinungen im allgemeinen bekannt zu machen, da hierdurch das Verständnis für das Heizungswesen wohl sehr erleichtert werden dürfte.

Vermieden habe ich solche wissenschaftliche Ausdrücke und Ausführungen, die wohl dem Ingenieur geläufig, dem Laien jedoch unverständlich sind. Hierher gehören vor allem die Gleichungen, worauf sich die übrigen Berechnungen stützen.

Wer sich eingehend wissenschaftlich unterrichten will, dem seien folgende Werke, welche auch von uns benutzt wurden, zum Studium empfohlen:

R. Clausius, Die mechanische Wärmetheorie.

R. Krüger, Die Lehre über Heizmaterialien.

Meyers Konversationslexikon.

Auch Rietschels Leitfaden für Lüftungs- und Heizungsanlagen (dritte Auflage bei Julius Springer, Berlin erschienen).

Für die mir von den Herren Kesselfabrikanten gütigst zur Verfügung gestellten Abbildungen ihrer Kesselkonstruktionen spreche ich an dieser Stelle nochmals meinen Dank aus.

Grafenwerth, im November 1902.

Otto Schnurbusch.

Die Wärme.

Wie wir durch die Wissenschaft wissen, steht Licht und Wärme in ursächlichem Zusammenhang. Wir empfangen von der Sonne, dem Urquell alles Werdens und Lebens, Wärme und Licht. Mit unserem Auge nehmen wir Wärme als Licht und unserem Gefühl Licht als Wärme wahr. Im letzteren Falle, wenn der das Licht ausstrahlende Körper zu weit entfernt ist, geht allerdings das Gefühl der Wärme verloren.

Wir erhalten unsere Wärme von den Selbstleuchtern oder Lichtquellen, wie wir sie in der Sonne, der Flamme etc. kennen. Wir wissen, dass die von der Sonne ausgehende Wärme von der Erdoberfläche und den darauf lebenden Geschöpfen, vor allem den Pflanzen, gierig aufgenommen wird; so wird z. B. in den grünen Blättern der Pflanzen durch die Sonnenstrahlen die aus der Luft aufgenommene Kohlensäure zerlegt, der Sauerstoff scheidet aus und der zurückbleibende Kohlenstoff wird zum Aufbau der Pflanze verwendet. Es sind also thatsächlich die Sonnenstrahlen (oder Sonnenenergie, wie die Wissenschaft sagt) im Holz der Pflanze aufgespeichert und kommen als Licht und Wärme bei der Verbrennung wieder zum Vorschein. Es sind also in den Kohlenlagern grosse Mengen von Sonnenwärme gebunden, die durch den Verbrennungsprozess jederzeit wieder in Freiheit gesetzt werden können. Diese Wärmestrahlen nun, die von der Sonne ausgehen und zu uns kommen, geben uns jedoch keine befriedigende Antwort, was Wärme ist, und wie dieselbe entsteht.

Man nahm früher deshalb allgemein an, dass die Wärme ein besonderer Stoff sei, der in den Körpern in grösserer oder geringerer Menge vorhanden sei und dadurch höhere oder tiefere Temperatur bedinge. Dieser unwägbare Stoff sollte auch von den Körpern ausgesandt werden und den leeren Raum und auch solche Räume, die wägbare Masse enthalten, in sehr grosser Geschwindigkeit durchfliegen und so die strahlende Wärme bilden.

Diese Annahme steht jedoch im Widerspruch mit vielen Licht- und Wärmeerscheinungen, wie z. B. Entstehung von Wärme durch Reibung, Schlag, überhaupt mechanische Arbeit; auch betreffs der Wärmestrahlung konnte diese Theorie keine genügende Rechenschaft geben, wenn man bedenkt, dass die Wärmestrahlen einen Weg von 300 000 Kilometer in einer Sekunde zurücklegen.

Nach der heute allgemein anerkannten mechanischen Wärmetheorie, die von Mayer, Clausius und anderen vertreten wird, nimmt man an, dass die Wärme eine Bewegung ist, eine Bewegung der kleinsten Teile eines Körpers, der Moleküle und Atome, an welcher auch der im Körper befindliche Aether teilnehmen kann, die zwar nicht mit dem Auge sichtbar, wohl aber durch unser Gefühl wahrnehmbar ist.

Die strahlende Wärme wird als eine schwingende Bewegung des Aethers angesehen, welcher im ganzen Weltenraum als noch unbekannter Stoff vorhanden sein muss. Dieser Stoff ist wahrscheinlich die vermittelnde Materie, welche die Sonnenstrahlen in solch rasender Geschwindigkeit zu uns leitet und die, wie oben schon gesagt, in allen Körpern vorhanden ist und an der schwingenden Bewegung der Atome teilnimmt, wahrscheinlich auch an den elektrischen und magnetischen Erscheinungen regen Anteil hat.

Wir wollen nun einmal einige Beispiele anführen, wie durch mechanische Arbeit Wärme erzeugt werden kann:

Treibt man einen eisernen Keil in Holz ein, so wird sich, vor allem in diesem Keil, eine bedeutende Wärme entwickeln. Sie entsteht durch die Reibung, also den Widerstand, welchen das zähe Holz dem Keil entgegensetzt und durch die Wucht des Hammers. Die Entwicklung einer bedeutenden Wärme können wir auch beobachten bei dem Einbohren eines Bohrers in Holz. Die Arbeit, die wir nun hierbei leisten, entspricht genau der Menge der erzeugten Wärme.

Der erste Hauptsatz, den Clausius¹⁾ in seinem Buche über mechanische Wärmetheorie aufgestellt hat, lautet:

„In allen Fällen, wo durch Wärme Arbeit entsteht, wird eine der erzeugten Arbeit proportionale Wärmemenge verbraucht, und umgekehrt kann durch Verbrauch einer ebenso grossen Arbeit dieselbe Wärmemenge erzeugt werden.“

Wenn also Wärme verbraucht wird und dafür Arbeit entsteht, so kann man sagen, die Wärme habe sich in Arbeit verwandelt, und umgekehrt, wenn Arbeit verbraucht wird und dafür Wärme entsteht, kann man sagen, es habe sich Arbeit in Wärme verwandelt.

Dass sich Wärme in Arbeit verwandelt, können wir bei jeder Dampfmaschine beobachten; die Bewegungsenergie erhält dieselbe durch den Dampf, der durch das Feuer unterm Kessel erzeugt wird.

Wenn ein Körper in seiner sichtbaren Bewegung gehemmt wird, so entsteht Wärme, die um so grösser ist, je plötzlicher und je vollständiger die Hemmung und je grösser die Bewegung des Körpers war. Eine Kanonenkugel gegen eine Panzerplatte geschossen kann sich bis zum Rotglühen erhitzen. Die nur in

¹⁾ Die mechanische Wärmetheorie von K. Clausius, Braunschweig.

der Nacht sichtbaren Sternschnuppen entstehen durch die Reibung der im Weltall schwärmenden Meteore mit unserer Atmosphäre. Es tritt also hier gleichfalls eine Hemmung der Bewegungsenergie des Körpers (Meteors) ein, die in demselben eine so grosse Wärmemenge erzeugt, dass er glühend und für uns sichtbar wird. Die Bewegungsenergie setzt sich bei einer plötzlichen, vollständigen Hemmung des Körpers in diesem selbst fort, geht also von der sichtbaren in die unsichtbare Bewegung über, die uns jedoch als Wärme wahrnehmbar ist.

Nach der mechanischen Wärmetheorie beruhen alle Vorgänge in der Natur auf der Verwandlung der Energie einer Bewegungsart in die Energie einer anderen Bewegungsart. Die Umwandlung der gesamten Energie der Natur beruht auf diesem Gesetze, nur sind die Erscheinungen und Formen, worin sich die Umwandlung vollzieht, äussert verschieden, wie bei Wärme, Licht, Schall, chemische Verbrennung und Verbindung etc.

Die einzelnen Stoffteilchen in der Natur wirken entweder abstossend oder anziehend, und zwar in grösserer oder in unmessbarer kleiner Entfernung. Letztere ist die gegenseitige Anziehung der Moleküle der Körper, was eben den zusammenhängenden Körper bildet.

Diese Molekularkräfte sind es, die die Ausdehnung und Zusammenziehung der Körper bewirken, indem sich die einzelnen Stoffteilchen mehr oder weniger anziehen, und zwar kann die Anziehungskraft dieser einzelnen Teilchen durch Einwirkung von anderen Kräften gelockert, event. ganz aufgehoben werden; z. B. durch Erhitzung des Körpers, wodurch die Moleküle in lebhaftes Schwingungen geraten. Der feste Körper geht in flüssigen Zustand und schliesslich in gasförmigen über. Je lockerer das Molekül wird, desto grösser wird der Raum, den dasselbe einnimmt, wie man bei erhitzten Körpern, mögen dieselben nun fest, flüssig oder gasförmig sein, stets beobachten kann.

Die Wärmemessung.

Die Messung der Wärme geschieht nach Wärmeeinheiten oder Calorien, und zwar versteht man unter Wärmeeinheit diejenige Wärmemenge, welche erforderlich ist, um 1 kg oder 1 l Wasser um 1° C. zu erwärmen.

Ebenso hat die Wissenschaft die Arbeitsleistung gemessen, wodurch die Wärme entsteht und führt als Beispiel die Arbeit des Schmiedes an¹⁾. Die Arbeit nämlich, welche der Schmied bei jedem Hammerschlag leistet, ist um so grösser, je schwerer sein Hammer ist und je höher er ihn hebt. Wiegt der Hammer 1 Kilo und wird 1 Meter hoch gehoben, so nennt man die hierzu erforderliche Arbeitsgrösse „ein Meterkilogramm“; durch dieselbe Grösse wird die Wucht (Bewegungsenergie) gemessen,

¹⁾ Meyers Konversations-Lexikon 1890, Bd. 16, S. 391.

mit welcher der Hammer auf den Amboss trifft. Der Schmied müsste 424 Hammerschläge mit der Wucht von je 1 Meterkilogramm führen, um ein Stück Eisen so weit zu erhitzen, dass, wenn es in 1 Kilo Wasser geworfen wird, dieses um 1° Celsius erwärmt. Die Zahl von 424 Meterkilogrammen nennt man das mechanische Aequivalent der Wärmeeinheit. Man kann also mittels dieser Wärmeeinheit die einem Körper zugeführte oder entzogene Wärme messen.

Spezifische Wärme (Wärmekapazität) ist die Wärmemenge, die 1 Kilo eines Körpers bedarf, um sich um 1° C. zu erwärmen.

Die Wärmeaufnahme ist in den verschiedenen Körpern sehr verschieden und deshalb auch die spezifische Wärme derselben. Die Ermittlung der spezifischen Wärme der Körper wird nun nicht durch Wärmeaufnahme, sondern durch die nachherige Abgabe der Wärme gemessen. Es würde wohl zu weit führen, wollte man alle die Apparate, welche zur Messung der spezifischen Wärme erfunden sind, beschreiben, wie die von Lavoisier und Laplace, Bunsen, Regnault etc. Nach dem Dulong-Petit'schen Gesetz bedürfen zu gleicher Temperaturerhöhung die durch die Atomgewichte ausgedrückten Mengen der festen Elemente gleich grosser Wärmemengen, oder: die Atomwärmen der Grundstoffe sind gleich.

Hierbei sei noch erwähnt, dass Körper Wärme aufnehmen können, ohne dass sich ihre Temperatur erhöht, sie verändern sich jedoch, indem sie in einen weniger dichten Zustand übergehen. Man nennt diese nicht wahrnehmbare Wärme gebundene oder latente Wärme. Die latente Wärme des Wassers z. B. beträgt ca. 80 Calorien und die des Wasserdampfes 540 Calorien.

Die spezifische Wärme nimmt mit höherer Temperatur zu.

Nach der Tabelle, die der Bauingenieur Richard Krüger¹⁾ aufgestellt hat, ist die spezifische Wärme einiger Körper folgende:

Körper	Spezifische Wärme Wasser = 1	Körper	Spezifische Wärme Wasser = 1
1. Schmiedeeisen	0,1138	14. Glas	0,1922—0,1980
2. Gusseisen	0,1298	15. Kohle	0,2411
3. Stahl	0,1165—0,1175	16. Schwefel	0,2026
4. Kupfer	0,0952	17. Marmor	0,2098
5. Zink	0,0956	18. Ziegelstein	0,118—0,240
6. Zinn	0,0562	19. Eichenholz	0,570
7. Messing	0,0939	20. Atmosphärenluft	0,238
8. Blei	0,0314	21. Wasserdampf	0,475
9. Antimon	0,0508	22. Wasserstoff	3,406
10. Platin	0,0324	23. Stickstoff	0,244
11. Gold	0,0324	24. Kohlensäure	0,216
12. Silber	0,0570	25. Sauerstoff	0,218
13. Quecksilber	0,0324		

bei gleichem
Druck

¹⁾ Die Lehre von den Brennmaterien von Richard Krüger, Jena.

Die Hauptsätze betreffs der spezifischen Wärme der Körper sind folgende:

1. Je dichter der Körper, desto kleiner seine spezifische Wärme.
2. Die spezifische Wärme der Körper ist in höheren Temperaturen grösser als in niederen.
3. Sie ist den Atomgewichten des Körpers umgekehrt proportional, d. h., die Produkte aus ihr und den Atomgewichten ergeben bei allen Körpern fast ein und dieselbe Grösse.
4. Die spezifische Wärme zusammengesetzter Körper ist gleich den Summen der spezifischen Wärme ihrer Teile.

Krüger führt auch zum praktischen Verständnis folgendes Beispiel an:

Die spezifische Wärme eines schmiedeeisernen Kessels $S = 0,1138$, das Gewicht desselben 1000 kg, das Gewicht seines Wasserinhaltes gleich 7000 kg, und sei verlangt, dass dieses Wasser, welches eine Temperatur von $+10^{\circ}$ und eine spezifische Wärme von $= 1$ hat, auf $+110^{\circ}$ gebracht werden soll, so sind:

1. zur Erwärmung des Kessels:

$$W = 0,1138 \cdot 1000 \cdot 100 = 11380 \text{ Calorien nötig;}$$

2. zur Erwärmung des Wassers:

$$W = 1 \cdot 7000 \cdot 100 = 700\,000 \text{ Calorien,}$$

zusammen also eine Wärmemenge von

$$11380 + 700\,000 = 711\,380 \text{ Calorien}$$

erforderlich.

Wärmestrahlung.

Ein erhitzter Körper sendet Wärme aus, d. h. die von ihm ausgesandten Wärmestrahlen sind uns direkt durch unser Gefühl wahrnehmbar, ohne dass die zwischen uns und dem erhitzten Körper befindliche Luft erwärmt wird. Diese Wärmestrahlen, die von dem heissen Körper ausgehen, pflanzen sich in gerader Linie in ungeheurer Geschwindigkeit bis zu dem anderen Körper fort, welcher sie in sich aufnimmt oder wieder zurückwirft. Stellt man sich vor einen heissen Ofen, so wird man schon bei grösserer Entfernung die von diesem ausgehenden Wärmestrahlen spüren. Wird ein Hindernis zwischen Ofen und unsere Person gebracht, so hört dies Wärmegefühl sofort auf. Daraus ist erstlich ersichtlich, dass sich die Wärmestrahlen, wie oben gesagt, geradlinig fortpflanzen und dass eine Erwärmung der Luft, die uns umgiebt, nicht stattfindet. Diese unsichtbaren Wärmestrahlen nun, die von jedem heissen Körper ausgehen, lassen sich nach demselben Gesetz wie die Lichtstrahlen brechen, werden zurückgeworfen und zerstreuen und absorbieren sich auf rauhen Flächen. Je höher nun die Temperatur des erhitzten Körpers wird, desto stärker wird auch die Ausstrahlung, d. h. es kommen zu den vorher unsichtbaren Strahlen,

die wir nur gefühlt haben, sichtbare und höher brechbare hinzu, der Körper fängt an zu leuchten, er glüht.

Diese Strahlen sind nun genau so zusammengesetzt wie die Sonnenstrahlen, sie bestehen aus farbigen Strahlenbündeln, die, je nachdem der Körper an Temperatur zunimmt, mehr in den einzelnen Farben vorherrschen.

Die Wissenschaft sieht als wahrscheinlich an, dass jede Art farbiger Strahlen bei gleicher Temperatur der Körper auftritt.

Man unterscheidet Rot- und Weissglühhitze, dazwischen liegt Gelbglut.

Die Temperaturen sind folgende:

Dunkelrotglut beginnt fast überall gleichmässig bei 525° , das Spektrum reicht hierbei bis zur Fraunhoferschen Linie B¹⁾, bei 655° bis F (im Grün), bei 725° bis zum beginnenden Blau, bei 1170° (Weissgelbglut) über H hinaus. Die Grenze zwischen Rot- und Gelbglühen ist bei ungefähr 1000° . Die stärkste Weissglut erreicht 1500 — 1600° .

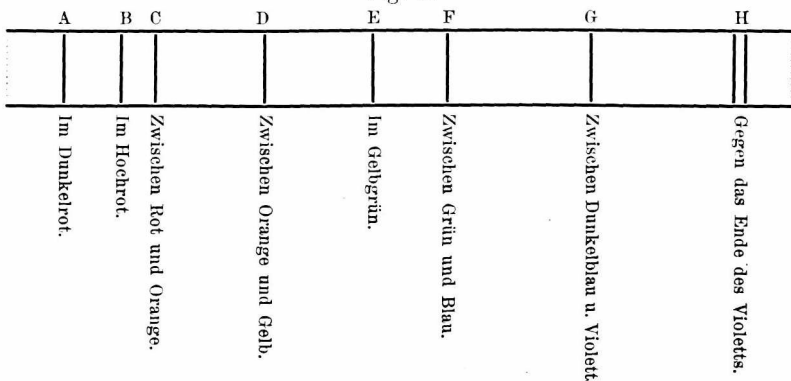
Die Aufnahmefähigkeit der Wärmestrahlen von den einzelnen Körpern hängt von der Beschaffenheit derselben, also von ihrer Zusammensetzung ab. Die Wissenschaft hat allgemein geltende Gesetze aufgestellt, welche nach Krüger folgende sind:

1. Es können Körper um so mehr Wärme in sich aufnehmen, je lockerer ihr Gefüge, je rauher und dunkler ihre Oberfläche ist.
2. Die Körper mit dunkler Farbe und rauher Oberfläche haben eine intensivere Wärmeausstrahlung als die hellgefärbten und glatten.

¹⁾ Meyers Konvers.-Lex., Bd. 6, S. 37. Fraunhofersche Linien nennt man die bei der Farbenzerstreuung in einem Prisma erscheinenden dunklen Linien, und zwar sind dieselben im Spektrum stets gleichmässig verteilt. Fraunhofer hat die Linien zuerst genauer untersucht und gefunden, dass es bestimmte Merkzeichen, die immer denselben einfachen Lichtarten entsprechen, sind, die uns in den Stand setzen, jede Stelle des Spektrums stets genau zu bezeichnen und wiederzufinden.

Fraunhofer hat 8 dieser Linien genau mit Buchstaben bezeichnet:

Fig. 1.



3. Dichte Körper vermögen weniger Wärme auszustrahlen als solche, die weniger dicht und locker sind.

Wir wissen aus dem praktischen Leben, dass Schwarz warm und Weiss kühl macht, darum ziehen wir im Winter dunkle und im Sommer helle Kleider an. Es wäre deshalb verkehrt, Heizröhren hell statt dunkel anzustreichen. Die hellen Farben werfen die Wärmestrahlen zurück, während die dunklen dieselben aufnehmen und ebenso schnell an die kältere Umgebung abgeben. Es wird ein frisch gepflügter Erdboden, der also dunkler ist, viel leichter gefrieren als ein heller. Legt man ein neues helles Brett und ein altes dunkles zusammen, so wird man finden, dass bei einem etwaigen Frost das letztere viel eher bereift sein wird als das erstere, jedoch wird dieser Reiffrost von dem dunklen Brett beim ersten Sonnenstrahl verschwinden, während beim neuen Brett derselbe längere Zeit haften bleibt.

Es giebt Körper, die die Strahlen vollständig durch sich hindurch gehen lassen, wie die Luft z. B. bei der Erwärmung der Erde durch die Sonnenstrahlen.

Auch einige feste Körper lassen die Strahlen vollständig durch sich hindurchgehen, sogen. durchstrahlbare Körper, wie Eis, Glas, Glimmer.

Die direkte Wirkung der strahlenden Wärme auf die Körper ist sehr verschieden und zwar dreimal so stark als die indirekte. Es ist dies namentlich wichtig zu wissen bei der Beurteilung der verschiedenen Kesselkonstruktionen. Die Wärmestrahlen, die von der Glühhitze der Brennmateriale ausgehen, wirken dreimal so stark als diejenigen, welche von den Heizgasen abgegeben werden. Aus diesem Grunde sind auch schon Kesselkonstruktionen entstanden, welche noch die durch die Roste fallenden Strahlen zur Wirkung bringen.

Wärmeleitung.

Die Fortpflanzung der Wärme durch Leitung kann nur bei ein und demselben Körper oder bei mit einander in Berührung stehenden Körpern stattfinden. Die Wärme pflanzt sich von Teilchen zu Teilchen fort, wie schon im ersten Kapitel näher erläutert ist. Wie bei der Wärmestrahlung, ist auch bei der Wärmeleitung die Aufnahmefähigkeit der verschiedenen Körper verschieden. Man unterscheidet gute, mittelgute, schlechte und sehr schlechte Wärmeleiter.

Zu den guten Wärmeleitern gehören die Metalle, aber auch diese sind sehr unterschiedlich. So leitet z. B. Kupfer viel besser als Eisen und letzteres viel besser als Blei. Von allen Metallen leitet Silber am besten und Wismut am schlechtesten. Die für Wasser- und Dampfheizungen in Betracht kommenden Metalle sind Kupfer und Eisen, auch wohl Zink (verzinkte Eisenrohre). In Leitungs-, überhaupt in der Wärmefortpflanzungs- und

-Abgabe-Fähigkeit steht, wie gesagt, das Kupfer obenan, dann kommt Zink und dann Eisen. Zu den mittelguten Wärmeleitern gehören die Gesteine. Da die Steine wegen ihrer Verwendbarkeit und ihres Widerstandes gegen die Hitze zu Feuerungsanlagen benutzt werden müssen, so geht ein grosser Teil der von den Brennmaterialien erzeugten Wärme durch die Aufnahme derselben verloren. Bei einigen Wasserheizungs- und Dampfniiederdruck-Kesseln hat man deshalb statt Einmauerung von Steinen einen Isoliermantel von schlechten Wärmeleitern um den Kessel gelegt und zwischen diesem und den Kesselwänden noch eine Luftschicht gelassen.

Zu den schlechten Wärmeleitern gehören die organischen lockeren Körper, Holz, Stroh, Wolle, Federn etc.

Die Absorptionsfähigkeit dieser Körper in Bezug auf die Wärmestrahlen ist sehr gering, darum halten unsere Kleider warm, weil dieselben bei kalter Temperatur die innere Wärme festhalten, also schlecht in sich aufnehmen, was allerdings viel durch die in den inneren Hohlräumen der Wollfasern enthaltene Luftschicht mit bedingt wird. Von den schlechten Wärmeleitern sind für Feuerungsanlagen nur solche Körper verwendbar, die widerstandsfähig gegen Feuer sind, wie z. B. Asche, Asbest, Kieselgur (Bergmehl). Die leicht brennbaren können nur Verwendung finden zur Isolierung der Dampf- und Wasserröhren, entweder beim Durchgang derselben durch die freie Luft oder im Kesselhause selbst, damit ein vorzeitiges Ausstrahlen der Wärme vermieden wird.

Sehr schlechte Wärmeleiter sind Flüssigkeiten und Gase (Luft).

Die Erwärmung des Wassers geschieht durch Strömungen, die dadurch entstehen, dass die von unten erwärmten Theilchen, die leichter werden, nach oben steigen und Platz für die herabsinkenden schwereren, kälteren machen, die dann ebenfalls erwärmt den Weg nach oben einschlagen. Es entsteht ein Kreislauf, und können wir dies jeden Tag im Kochtopf beobachten. Auf diesen Kreislauf des Wassers bei der Erwärmung ist unser Wasserheizungs-System begründet.

Die Erwärmung der Luft geschieht gleichfalls durch Zirkulation bei der Erwärmung derselben, indem die unten künstlich oder durch Ausstrahlung der Erde erwärmte Luft, die, wie die Flüssigkeiten, leichter wird, nach oben steigt und durch die sinkende kältere ersetzt wird, die dann ebenfalls erwärmt denselben Weg nimmt. Wir haben also in einem geheizten Raum eine fortwährend bewegte Luft, und dies um so mehr, je mehr Ventilation stattfindet. Die von aussen eindringende, sehr kalte und schwere Luft zieht am Fussboden entlang, erwärmt sich an dem Heizkörper und entweicht teilweise durch Thüren und Fenster resp. zirkuliert im Raume selbst. Oeffnet man die Thür eines geheizten Raumes und hält ein brennendes Licht an die obere Oeffnung, so wird sich die Flamme fast

wagerecht nach aussen neigen, während sie am Fussboden nach innen zieht. In der Mitte, wo sich die beiden Luftströmungen treffen, flackert die Flamme hin und her. Wir empfangen also die Wärme, welche von einem offenen Feuer in der freien Luft auf unseren Körper übergeht, namentlich, wenn unbewegte Luft ist, keineswegs durch Vermittelung der zwischen Feuer und Körper befindlichen Luft, sondern zum grössten Teil durch die Wärmestrahlung. Die erwärmte Luft steigt sofort in die Höhe und haben wir fast immer eine kalte, sich stets erneuernde Luft zwischen Feuer und Körper.

Eingeschlossene Luft leitet die Wärme noch schlechter und wirkt isolierend; man umgiebt deshalb Eiskeller mit Mauern, die mit einer inneren Luftschicht versehen sind. Wohnräume versieht man mit Doppelfenstern, um eine zu scharfe Abkühlung zu verhindern.

Ein guter Wärmeleiter entzieht einem ihn berührenden wärmeren Körper sofort einen Teil der Wärme, und umgekehrt giebt er bei höherer Temperatur einen Teil der Wärme an den berührten Körper ab. Im täglichen Leben können wir das jeden Tag wahrnehmen. Nehmen wir bei gleicher Temperatur ein Stück Eisen und ein Stück Holz oder Tuch in die Hand, so fühlt sich das Eisen viel kälter an, weil das Eisen seine Wärme sofort der Hand abgiebt. Erhöht man die Temperatur des Eisens wie des Holzes oder Tuches, so wird sich das Eisen viel wärmer anfühlen. Die Hausfrau nimmt aus diesem Grunde den heissen Topf mittels Tuches vom Herd; aus dem gleichen Grunde versehen wir verschiedene eiserne Küchengeräte mit Holzgriffen.

Heizmaterialien¹⁾.

Es sind dies Körper organischen Ursprungs zur Erzeugung von Wärme durch Verbrennung. Die Kenntnis der Leistungsfähigkeit der Heizmaterialien in Bezug auf Brennkraft und Heizkraft ist von grosser Wichtigkeit, denn nur auf Grund dieser kann die Frage, welches das beste Heizmaterial für diesen und jenen Zweck ist, richtig beantwortet werden.

Die Heizmaterialien bestehen hauptsächlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Kohlenstoff und Wasserstoff sind diejenigen Stoffe, die verbrennen und dabei Wärme erzeugen. Der Sauerstoff bewirkt nur den Verbrennungsprozess. Der Kohlenstoff verbrennt zu Kohlensäure, bei ungenügendem Luftzutritt zu Kohlenoxyd, der Wasserstoff zu Wasser.

Die Heizmaterialien teilt man ein in feste, flüssige und gasförmige.

Zu den ersteren zählen Holz, Torf, Braunkohle, Steinkohle und die aus diesen erzeugten Arten wie Holzkohle, Torfkohle und Koks.

¹⁾ Die Lehre von den Brennmaterialien von Richard Krüger zum Studium empfohlen.

Das wichtigste flüssige Heizmaterial ist das Petroleum, welches nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff besteht.

Von gasförmigen Heizmaterialien kommt nur das Leuchtgas in Betracht. Die gasförmigen Heizmaterialien bestehen im wesentlichen aus Wasserstoff, Kohlenwasserstoff und Kohlenoxyd.

Der Wert der festen Heizmaterialien wird bedingt durch die Menge des darin enthaltenen Kohlenstoffes, je mehr das Heizmaterial davon enthält, desto besser ist dasselbe und um so mehr Wärme erzeugt es.

Der Wert wird beeinträchtigt durch Beimischungen von Schwefel oder sonstigen mineralischen Stoffen. Heizmaterial mit derartigen Beimischungen wirkt schädigend auf die Kesselwände ein und macht es für Kesselheizungen fast vollständig unbrauchbar.

Brennbarkeit.

Die mehr oder minder gute Brennbarkeit eines Heizmaterials hängt von der Stoff-Beschaffenheit desselben ab und ist um so grösser, je lockerer und trockener der Körper ist und je mehr Wasserstoffgas er enthält. Wasserstoffreiches (harziges) Holz ist deshalb brennbarer als hartes, schweres, Holzkohle brennbarer als Koks und Steinkohle brennbarer als Anthracit. Aber auch die Feuchtigkeit spielt eine Rolle, ebenso der Kohlenstoffgehalt des Brennmaterials, namentlich bei einer Verbindung des Wasserstoffes mit Sauerstoff.

Sumpfgas und ölbildendes Gas haben deshalb eine sehr grosse Brennkraft, dann trockener Torf und Holz und zuletzt Kohle, die erst durch leicht brennbare Stoffe entzündet werden muss.

Flammbarkeit.

Die Eigenschaft mit Flamme zu verbrennen hängt von der Entwicklung brennbarer Gase, welche bei einem gewissen Temperaturgrad entstehen, ab. Diese brennbaren Gase bestehen zumeist aus Kohlenwasserstoff. Es werden also diejenigen Heizmaterialien mit mehr oder weniger langer Flamme verbrennen, die das meiste freie Wasserstoffgas entwickeln, daher die Flammbarkeit des Petroleums, des Gases, des Holzes und einzelner Kohlenarten. Aus Koks und Holzkohle sind diese Stoffe ausgezogen. Flammbare Heizmaterialien sind am besten bei unvollkommenen Heizeinrichtungen zu verwenden, wo grosse Flächen oder Räume in Betracht kommen, die schnell erwärmt werden sollen.

Das Holz.

Die Verwendung des Holzes als Heizmaterial erfordert immerhin eine gewisse Kenntnis der einzelnen Holzarten, da der Wert derselben sehr verschieden ist. Sämtliches Holz,

was zum Verbrennen benutzt werden soll, muss möglichst trocken sein, da die Verdampfungsfähigkeit¹⁾ des trockenen Holzes viel grösser ist als die des nassen.

Der Hauptbestandteil des Holzes ist der Faserstoff, Cellulose genannt, welcher 96—98% des ganzen Holzes ausmacht. Die Cellulose besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff und zwar im Durchschnitt aus 50% Kohlenstoff, 6 $\frac{1}{4}$ % Wasserstoff und 43 $\frac{3}{4}$ % Sauerstoff und Stickstoff bei völlig trockenem Holze.

Ausserdem ist im Holze noch enthalten: Wasser, Stärke, Dextrin, Zucker, Gerbsäure, Harze, Mineralstoffe etc. in geringeren Mengen.

Der Aschengehalt des trocknen Holzes ist ausserordentlich gering. So beträgt nach Krüger der Aschengehalt

bei der Rotbuche	1,84%
„ „ Eiche	1,65%
„ „ Birke	1,14%
„ „ Fichte	0,95%
„ „ Tanne	1,02%

Den grössten Kohlenstoffgehalt besitzen die Nadelhölzer (50—51%), den geringsten Buche und Birke, 48 $\frac{1}{2}$ %.

Der Wassergehalt ist in den einzelnen Holzarten sowohl, als auch in den Jahreszeiten verschieden. Die grösste Feuchtigkeit besitzt der Baumstamm im Frühjahr und die geringste im Winter. Das Brennholz sollte deshalb im Winter gefällt werden, weil es dann schneller austrocknet. Auch der Standort der Bäume wirkt auf den Feuchtigkeitsgehalt ein.

Gespaltenes Holz, was ein Jahr an der Luft getrocknet ist, enthält noch 20—25% Wasser, künstlich getrocknetes immer noch 5—10% Wasser. Dieses trockne Holz zieht begierig Wasser an und sollte in einem geschlossenen Raume aufbewahrt werden. Nach dem Wassergehalt und der Aschenmenge richtet sich der Heizwert des Holzes, schon die Verdampfung des Wassers nimmt eine Menge Wärme in Anspruch.

Der Torf.

Ein Heizmaterial, welches in manchen Gegenden billig zu haben ist und vorteilhaft verwertet werden kann. Es besteht aus pflanzlichen Substanzen in verschiedenem Grade der Zersetzung, mit erdigen Bestandteilen vermischt. Der Aschengehalt ist bei den meisten Torfarten grösser als beim Holz. Die Zusammensetzung des Torfes ist in den einzelnen Gegenden sehr verschieden und kommt hauptsächlich auf die Beschaffenheit des Untergrundes an, worauf die Bildung des Torfes stattgefunden hat.

¹⁾ Unter Verdampfungsfähigkeit versteht man die Bestimmung der Wassermengen, welche durch gleiche Gewichtsteile der verschiedenen Heizmaterialien in Dampf verwandelt werden.

Nach Versuchen, die u. a. von Kormarsch gemacht sind, ist trockner Torf laut Tabelle von Krüger folgendermassen zusammengesetzt:

Gewinnungsort des Torfes	Wasser- gehalt bei lufttrock- nem Torf	Kohlen- stoff	Sauer- stoff	Stick- stoff	Wasser- stoff	Asche
			im Durchschnitt und in %			
1. Rheinpfalz	16,5	55	34	2	6	3
2. Preussen	18	53	33		5	9
3. Holland	—	50,9	30,3		4,6	14,3
4. Bremen	—	57,5	34	1,4	5,7	1,4
5. Württemberg	19	50	28,5	2	5,5	14
6. Baden	15	54	38	1,1	5,4	1,5
7. Hamburg	—	57,2	37,56		5,32	2,31
8. Harz	—	57	35,5	0,9	5,8	0,8
9. Neustädter Hütte	10,5	59,6	31,64		5,43	3,32

Wenn eine stetige, nicht allzugrosse Hitze erzeugt werden soll, so ist Torffeuern sehr wohl am Platze. Leichter Torf nähert sich mehr dem Holze, während schwerer Torf mehr der Braunkohle ähnlich ist. Der Torf entzündet sich leicht und verbrennt mit Flamme.

Torfkohle und Torfkoks findet für Feuerungen, wie sie in diesem Buche behandelt werden, weniger Verwendung.

Braunkohlen.

Die Kohlen, wie wir sie zu unseren Heizungen verwenden, sind wie der Torf pflanzlichen, teilweise auch wohl tierischen Ursprungs. Sie sind entstanden durch Erhitzung bei Luftabschluss, indem ganze Wälder durch Eruptionen der Erdoberfläche begraben wurden und so von der Luft abgeschlossen, allmählich verkohlten. Das Verkohlen pflanzlicher und tierischer Stoffe kann auch künstlich geschehen, indem man diese gleichfalls bei Abschluss der Luft erhitzt. Es bilden sich flüchtige Verbindungen (Kohlenstoffverbindungen), die abgeführt werden. Der Rest bildet eine schwarze Masse, die Kohle, welche grösstenteils aus Kohlenstoff besteht. Die Braunkohle steht in der Mitte zwischen Torf und Steinkohle und unterscheidet sich von beiden durch ihre chemische Zusammensetzung. Sie hat einen geringeren Gehalt an Kohlenstoff und einen grösseren an Sauerstoff, Stickstoff, Asche und hygroskopischer Feuchtigkeit¹⁾ als Steinkohle. Braunkohlen lassen sich leichter entzünden als Steinkohlen, da eine grössere Menge

¹⁾ Unter hygroskopischer Feuchtigkeit versteht man solche, welche von den einzelnen Körpern aus der Luft aufgenommen wird, ohne sich mit diesen chemisch zu verbinden. Diese Aufnahmefähigkeit ist sehr verschieden und nimmt z. B. Holz und Braunkohle etc. sehr viel solcher Feuchtigkeit auf.

von flüchtigem Teer darin enthalten ist. Sie verbrennen stets zu Asche, backen nicht zusammen und verbrennen mit langer Flamme. Nach Krüger giebt es 7 Arten Braunkohlen:

1. Die gemeine Braunkohle, Stück- oder Knörpelkohle. Die Kohle ist gross und fest und zeigt ein glänzendes Aussehen.

Fundorte sind: Mansfeld, Sachsen-Thüringen, Rheinprovinz, Böhmen, Steiermark, England.

2. Die erdige Braunkohle, eine staubartige, glanzlose, zerreibliche Masse von gelbbraun bis schwarzbrauner Farbe. Sie hinterlässt viel Asche und ist eine der schlechtesten Braunkohlenarten.

Fundorte: Thüringen, Sachsen, Niederrhein, Algerien. Diese Kohle ist sehr billig und wird an den Fundorten und in der Nähe deshalb viel benutzt. Sie bedarf einer besonderen Rostkonstruktion, des Treppen- und Kettenrostes.

3. Lignit, holzartige Braunkohle. Die Farbe ist schwarzbraun. Lignit hat von allen Braunkohlen den geringsten Aschengehalt.

Fundorte: An der Rhön bei Bischofsheim und Kaltenordheim, Thüringen, Sachsen, Hessen, vor allem auf Island. Abarten sind die Bastkohle und die Nadelkohle.

4. Die Moorkohle. Eine aus Torf entstandene Braunkohle. Die Farbe ist schwarzbraun bis schwarz, ähnelt der Steinkohle.

Fundorte: Hessen, Böhmen, Mähren.

5. Die Blätterkohle, auch Papier- oder Stinkkohle genannt. Mit Teer durchtränkter Polierschiefer, der sich in dünne Blätter spalten lässt. Sie eignet sich nicht als Heizmaterial und wird zur Paraffin- und Photogenbereitung verarbeitet.

Fundorte: Böhmen, Rhein, Siebengebirge.

6. Die Pechkohle oder Gagatkohle. Sie ist leicht mit der Steinkohle zu verwechseln und zeigt keine Spuren vegetabilischen Ursprungs. Als Heizmaterial ist sie von mittlerer Güte, lässt sich jedoch leicht und schön polieren und wird zu Schmucksachen verarbeitet.

Fundort: Böhmen.

7. Die Glanzkohle oder Stängelkohle. Mit Steinkohle leicht zu verwechseln. Hinterlässt fast keine Asche und hat den grössten Kohlenstoffgehalt von allen Braunkohlen.

Fundorte: Westerwald, Meissner und Böhmen.

In nachfolgender Tabelle, welche Meyers Konversations-Lexikon entnommen ist, ist die chemische Zusammensetzung einiger Braunkohlen angegeben:

Braunkohlen und deren Fundorte	Kohlen- stoff	Wasser- stoff	Sauerstoff u. Stickstoff	Asche
1. Heller Lignit aus dem Westerwald	70,26	6,4	21,4	1,9
2. Dunkler Lignit ebendaher	28,20	5,9	35,1	1,7
3. Schwarzbrauner Lignit aus Thallern	49,58	3,81	22,68	19,34
4. Stänglige Glanzkohle vom Meissner	86,67	3,94	9,39	0
5. Erdkohle von Mertendorf	49,5	5,1	22,8	21,5
6. Gelb weissliche Erdkohle von Gerste- witz	67,1	10,2	10,0	12,6
7. Gemeine Braunkohle vom Siebenge- birge	77,1	2,54	19,35	1,0
8. Pechkohle vom Habichtswald	57,26	4,52	26,16	1,33
9. Pechkohle aus Bayern	73,84	3,91	12,25	8,32
	68,36	4,52	23,66	5,36

Der Unterschied in der chemischen Zusammensetzung ist, wie ersichtlich, sehr verschieden und deshalb auch die Güte als Heizmaterial, doch ist die Verdampfungsfähigkeit der Braunkohle immerhin weit grösser als bei Holz, wenngleich sie sich schwerer entzündet als jenes.

Nach Krüger soll man die Braunkohlen in frisch gefördertem Zustande verwenden, weil nach Untersuchungen von Varrentrapp die Braunkohle beim Liegen an der Luft langsam unter reichlicher Entwicklung von Kohlensäure verbrennt.

Steinkohlen.

Steinkohlen und die davon gewonnenen Produkte sind wohl das wichtigste Heizmaterial für Kesselheizungen. Es ist die älteste Kohlenformation, worin irgend eine Holzstruktur nicht mehr zu erkennen ist. Es ist dies das Hauptmerkmal, um die Steinkohlen von den Braunkohlen zu unterscheiden. Der Uebergang von der Braunkohle zur Steinkohle ist so unmerklich, dass es oft schwer fällt, ihn genau zu bestimmen. Die Hauptbestandteile der Steinkohle sind, wie bei Braunkohlen, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, etwas Stickstoff, Schwefel, Bitumen und Asche. Krüger teilt sie ein in:

1. Glanzkohlen, sammetschwarz, spröde und stark glänzend.

Fundorte: Schlesien und Westfalen.

2. Pechkohlen, mit pechartigem Glanz und vollkommen muschligem Bruch.

Fundorte: Schlesien, Rheinprovinz, Sachsen, Süddeutschland, England und Schottland.

3. Schieferkohlen, mit schiefriger Struktur und mittlerem Glanze.

Fundorte: Schlesien, Sachsen, Rheinprovinz, Westfalen, Süddeutschland, England, Schottland.

4. Blätterkohlen, Abart der vorigen mit dünnstiefrieger Struktur und starkem Glanze, dabei geringerer Härte. Fundort: Böhmen.
5. Grobkohlen, mit unebenem Bruch, grobem Korn, stiefrieger Struktur, wenig Glanz und reich an erdigen Bestandteilen.
6. Russkohlen, mit mattschwarzer Farbe, erdige Bestandteile enthaltend, stark abfärbend und sehr weich.
7. Faserkohlen, gleichfalls stark abfärbend und von faserigem Aussehen.
8. Kännelkohlen, schwach glänzend mit muschligem Bruch, leicht entzündbar und mit grosser heller Flamme verbrennend.

Fundorte: England und Schottland.

9. Bogheadkohle, dickschiefrieger, weiche, zähe, glanzlose Art.

Fundorte: Schottland und Hebrideninseln.

10. Anthracit oder Kohlenblende. Die älteste Kohlenart, mit starkem metallischen Glanz und dem grössten Kohlenstoffgehalt. Sie verbrennt sehr schwer mit schwacher Flamme und ohne Rauch.

Fundorte: Schönfeld, Wurzbach, Lischwitz, franz. Alpen, Pennsylvanien und Island.

Die Technik hat die Steinkohlen in verschiedene Gruppen geteilt und hat Gruner 5 Gruppen unterschieden.

1. Trockene Kohlen mit langer Flamme (Sandkohlen).
2. Fette Kohlen mit langer Flamme (Gaskohlen, Sinterkohlen).
3. Fette oder Schmiedekohlen (Backkohlen).
4. Fette Kohlen mit kurzer Flamme (Verkokungskohlen).
5. Magere Kohlen oder Anthracite mit kurzer Flamme.

Chemische Zusammensetzung derselben:

Klassen	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff und Stickstoff	Asche
1. Trockene Kohle	75—80	5,5—4,5	19,5—15	4—3
2. Fette Kohlen m. langer Flamme	80—85	5,8—5	14,3—10	3—2
3. Fette oder Schmiedekohlen .	84—89	5—5,5	11,5—5,5	2—1
4. Fette Kohlen m. kurzer Flamme	88—91	5,5—4,5	6,5—5,5	1
5. Magere Kohlen mit kurzer Flamme	90—93	4,5—4	5,5—3	1

Die Verdampfungsfähigkeit der Steinkohlen beträgt im Durchschnitt bei 1 kg Steinkohlen 7 kg Wasser.

Das Verhältnis zwischen Steinkohle, Braunkohle und Holz stellt sich folgendermassen: 3 kg Steinkohle verdampfen ebenso viel als 5 kg Braunkohle und 8 kg Holz.

Die Verwendung der Steinkohlensorten zu Heizungsanlagen richtet sich ganz nach den Heizungsanordnungen und dem zu

leistenden Heizeffekte. Als beste Hauskohle ist die Anthracitkohle zu betrachten, da diese frei von Gasen ist und keinen Russ erzeugt. Sie entzündet sich jedoch sehr schwer und bedarf viel Luftzuführung, was bei den unvollkommenen Heizvorrichtungen oft nicht zu erreichen ist. Fett- und Esskohlen sind aus diesem Grunde vorzuziehen.

Für Kesselheizungen, die für Gärtnereibetrieb in Betracht kommen, eignet sich am besten die Sinterkohle. Sie erzeugt verhältnismässig wenig Rauch, sinkt zusammen und fällt infolgedessen nicht durch die Roste.

Das wertvollste Produkt aus Steinkohle, was für Warmwasserheizungen auch am meisten Verwendung findet, ist Steinkohlenkoke.

Steinkohlenkoke.

Zur Bereitung der Steinkohlenkoke werden besondere Kohlenarten verwendet, vor allem solche, die fest zusammenbacken, wie die vorher genannten Backkohlen. Nichtbackende Kohlen müssen, um ein gutes Produkt zu liefern, erst mit backenden gemischt werden.

Steinkohlen, die fremde Beimischungen enthalten, eignen sich nicht zur Kokebereitung.

Die Verwendung der Koke für Warmwasserheizungen ist allgemein und wird bedingt durch die Kesselkonstruktionen selbst. Da die Koke schwer entzündlich sind, so sind fast sämtliche Kesselfeuerungen für Dauerbrand eingerichtet, d. h. es kann ein Kessel mit einer grossen Menge Material beschickt werden, das dann, je nachdem Luft zugeführt wird, in sich glühend bleibt und allmählich verbrennt und dadurch mehrere Stunden ohne Aufsicht stehen bleiben kann, ohne zu erlöschen.

Die Steinkohlenkoke enthält durchschnittlich 90% Kohlenstoff, 0,3—0,5% Wasserstoff, 2—2½% Sauerstoff und Stickstoff und 5—10% hygroskopische Feuchtigkeit. Nach Wagner ist die chemische Zusammensetzung einiger Koksarten folgende:

Koke von den verschiedenen Kohlenrevieren	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff und Stickstoff	Asche
1. Zwickauer	89,28	0,42	2,1	8,2
2. Saarer	90,37	1,03	2,4	6,5
3. Rührer	88,97	0,73	4,0	7,3
4. Stockheimer	86,45	0,25	1,9	11,4
5. Böhmsche I	86,94	0,36	2,2	10,6
6. „ II	80,71	0,29	1,6	17,4
7. Belgische	91,92	0,48	2,0	6,6

Hieraus ist ersichtlich, dass durch die Verkokung der Wasserstoff, welcher, wie anfangs erwähnt, die leichte Entzündbarkeit der Heizmaterialien veranlasst, verflüchtigt ist und

die Koke vermöge ihrer Struktur viel hygroskopisches Wasser aufnehmen kann. Koke sollen deshalb trocken aufbewahrt werden. Als rauhe, poröse, dunkle Körper sind die Koke in der Lage, ausserordentlich viel Wärme in sich aufzunehmen und auch wieder abzugeben. Koke mit 15 % Aschengehalt verdampft 5—6 kg Wasser.

Das Petroleum.

Von den flüssigen Heizmaterialien kommt wohl Petroleum am meisten in Betracht. Ein bestimmter Ursprung kann demselben nicht nachgewiesen werden, da es an verschiedenen Orten vorkommt, ohne von einer bestimmten Formation abhängig zu sein, wenigstens kann dies wissenschaftlich nicht nachgewiesen werden. Das Petroleum oder Erdöl findet sich in den verschiedenen Gebirgsformationen und ist älteren und jüngeren Ursprunges. Es ist flüssiger Kohlenwasserstoff mit mehr oder weniger verschiedenen Beimischungen, also ein sehr leicht entzündliches Naturprodukt, da es einen Teil sehr flüchtiger Gase enthält.

Durch die grosse Aehnlichkeit des Petroleums mit den aus Teer gewonnenen Oelen glaubte man seine Entstehung auf die Anwesenheit grosser Kohlenlager zurückführen zu müssen, wie ja thatsächlich in einer Steinkohlengrube zu Shropshire Petroleum direkt aus der Kohlenschicht abfließt. Es entsteht jedoch Petroleum auch aus tierischen Stoffen, wie am Roten Meer, wo sich das Petroleum in den Korallenfelsen durch Absterben der Korallentierchen findet. Einige Gelehrte sind der Meinung, dass das Petroleum unorganischen Ursprungs sein könne.

Da die Beimischungen in den verschiedenen Gegenden auch verschieden sind, so ist wohl anzunehmen, dass die Bildung des Kohlenwasserstoffes ebenso durch vegetabilische, oder tierische, wie auch durch unorganische Stoffe stattfinden kann.

Das rohe Petroleum, wie es in der Natur gewonnen wird, hat eine dunkle, braune oder rotbraune, selten hellgelbgrüne Farbe, riecht unangenehm widerlich und ist dickflüssig. Das im Handel befindliche Petroleum ist destilliert und raffiniert, wodurch es klar und dünnflüssig wird und weniger riecht. Es wird auch durch die Destillation weniger gefährlich, indem es bei Erwärmung, wie es bei der Petroleumlampe der Fall ist, keine brennbaren Gase entwickelt.

Das reine Petroleum besteht aus 86 % Kohlenstoff und 14 % Wasserstoff im Durchschnitt. Die Verdampfungsfähigkeit ist 1 zu 10. Es können mit 1 Kilo Petroleum 10 Kilo Wasser in Dampf von 100° verwandelt werden. Danach wäre Petroleum ein sehr gutes Heizmaterial, doch findet es für grössere Heizungen wegen des Preises und der noch immerhin grossen Gefährlichkeit keine entsprechende Verwendung.

Von anderen flüssigen Heizmaterialien, wie z. B. Spiritus, Teer etc. hat keines eine grössere Verwendung gefunden und kann man diese ruhig übergehen.

Das Gas.

Ein luftförmiges Heizmaterial, was künstlich aus Kohlen hergestellt und vor allem zum Leuchten gebraucht wird; daher der Name Leuchtgas. Nach Krüger besteht es im wesentlichen aus:

36—40 %	Sumpfgas,
40—50 %	Wasserstoffgas,
8—10 %	Kohlenoxydgas,
bis 5 %	Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure,
„ 5 %	ölbildendem Gas.

Letzteres giebt die Leuchtkraft.

Die Bereitung des am meisten verwendeten sogen. Steinkohlengases geschieht durch trockene Destillation, wie ja allgemein bekannt sein dürfte. Die Verwendung des Gases für Kesselheizungen ist nur da zu empfehlen, wo es sich um kleinere Anlagen von Wasserheizungen handelt, die zur Erwärmung von Veranden und kleinen Gewächshäusern dienen sollen und möglichst wenig Bedienung erfordern dürfen. Hier ist dieselbe jedoch am Platze, da der Kessel eventl. selbst mit in dem zu heizenden Raume stehen kann und einen ausserordentlich reinlichen Betrieb ermöglicht.

Die Verdampfungsfähigkeit des Gases beträgt 1 zu 12. Ein Kilo Gas verdampft ca. 12 Kilo Wasser.

Wir haben aus dem vorstehenden ersehen, welchen Wert die einzelnen Heizmaterialien besitzen. Um nun eine Uebersicht zu gewinnen, wollen wir durch Zusammenstellung Vergleiche anstellen und feststellen:

1. Die Brennkraft (absolute Wärmemenge),
2. Die Verdampfungsfähigkeit,
3. Die Heizkraft (den pyrometrischen Wärmeeffekt)

von 1 Kilogramm des Heizmaterials.

Wie schon anfangs gesagt, sind zur Verwandlung von einem Kilo Wasser von 0° in Dampf von 100° C. ca. 652 Wärmeeinheiten erforderlich. Wenn nun mit dieser Anzahl Wärmeeinheiten in die Wärmemenge oder Brennkraft hineindividiert wird, so erhält man die Verdampfungsfähigkeit des betr. Heizmaterials. Die hier ausgerechnete Verdampfungsfähigkeit wird jedoch praktisch nicht erreicht und beträgt nach den wissenschaftlichen Versuchen nur ungefähr 60 %. Schuld daran sind die Feuerungsanlagen, doch sprechen noch andere Umstände mit.

Krüger hat folgende Tabelle aufgestellt:

Brennstoff	Brennkraft in Calorien abgerundet	1 Kilo Brennstoff verwandelt 1 kg Wasser von 0° C. in Dampf von 100° C.	
		theoretisch	praktisch
1. Holz (trocken)	3700	5,8	3,5
2. Holzkohle	7000	10,94	6,56
3. Torf	3800	5,94	3,56
4. Torfkohle	6000	9,4	5,6
5. Steinkohle	7400	11,6	7,0
6. Braunkohle	5000	7,8	4,7
7. Koke	6400	10,0	6,0
8. Petroleum	11000	17,2	10,3
9. Gas	12000	18,5	11,25

Die Reihenfolge in der Verdampfungsfähigkeit wäre danach folgende:

1. Gas.
2. Petroleum.
3. Steinkohle.
4. Holzkohle.
5. Koke.
6. Torfkohle.
7. Braunkohle.
8. Torf.
9. Holz.

Der Luftverbrauch bei der Verbrennung.

Der grösste Wärmeeffekt wird erzielt durch vollständige Verbrennung der Heizmaterialien. Diese vollständige Verbrennung kann nur stattfinden durch Zuführung des entsprechenden Sauerstoffes. Der Sauerstoff der Luft ist es nun, der den Kohlenstoff zu Kohlensäure und den Wasserstoff zu Wasser verbrennt.

Unsere atmosphärische Luft enthält:

- | | | |
|-----------------|-------|----------------|
| 1. Sauerstoff . | 20,96 | $\frac{0}{10}$ |
| 2. Stickstoff . | 79,00 | $\frac{0}{10}$ |
| 3. Kohlensäure | 0,04 | $\frac{0}{10}$ |
| <hr/> | | |
| Sa. 100,00 | | $\frac{0}{10}$ |

Um nun 1 Kilo Kohlenstoff zu Kohlensäure zu verbrennen, sind 8,7 cbm Luft, um 1 Kilo Wasserstoff zu Wasser zu verbrennen 26,1 cbm Luft erforderlich. Zur vollständigen Verbrennung der Heizmaterialien sind also grosse Quantitäten Luft nötig, da der für diese Verbrennung notwendige Sauerstoff nur $\frac{1}{5}$ der Luftmenge beträgt.

Bei der Verbrennung selbst kommt die allgemeine Temperatur in Betracht und erzielt man mit warmer Luft eine vollständigere Verbrennung als mit kalter. Es wird also ein

höherer Heizeffekt erzielt, wenn die zugeführte Luft vorher erwärmt ist.

Krüger berechnet die Luftmenge, die eine vollständige Verbrennung der einzelnen Heizmaterialien herbeiführen, bei einer Temperatur von 0° folgendermassen:

1. Holz . .	7,00	cbm Luft
2. Holzkohle .	7,46	" "
3. Torf . .	5,00	" "
4. Torfkohle .	5,00	" "
5. Steinkohle	9,23	" "
6. Braunkohle	6,28	" "
7. Koke . .	9,05	" "
8. Petroleum.	12,18	" "
9. Gas . .	15,00	" "

Bei höherer Temperatur ist allerdings etwas mehr Luft notwendig, doch genügen diese Luftmengen zur Entfaltung der ganzen Brennkraft der aufgeführten Heizmaterialien.

Zur vollständigen Rauchverbrennung gehören noch grössere Luftmengen, doch nehmen diese dann eine grössere Menge Wärme für sich in Anspruch und wird dadurch die Temperatur bei der Verbrennung erniedrigt statt erhöht. Es ist deshalb notwendig, dass unsere Feuerungsanlagen genau gemacht werden, damit nicht zu wenig und auch nicht zu viel Luft zugeführt wird.

Wissenschaftlich nimmt man in der Regel an, dass die atmosphärische Luft das brennende Heizmaterial mit einer Geschwindigkeit von einem Meter in der Sekunde durchzieht.

Brennkraft und Heizkraft.

Man unterscheidet beim Heizmaterial Brennkraft und Heizkraft. Technisch bezeichnet man die Brennkraft als spezifischen oder absoluten Wärmeeffekt und die Heizkraft als pyrometrischen Wärmeeffekt. Unter absolutem Wärmeeffekt versteht man die Wärme, die ein Heizmaterial überhaupt entwickelt, und unter pyrometrischen den Temperaturgrad, der bei 0° Anfangstemperatur entwickelt wird.

Nach Krüger ist die Heizkraft der Steinkohle 2272° Celsius.

Die Temperatur der Luft beträgt dabei 0° bei einer Menge von 9,23 cbm zur Verbrennung von 1 Kilo Steinkohlen. Die Brennkraft beträgt 7000 Calorien.

Im allgemeinen betragen die Temperaturen (also der pyrometrische Wärmeeffekt) der einzelnen Heizmaterialien in unseren gewöhnlichen Feuerungsanlagen:

1. Holz mit 20 % Wasser . .	1150 ° C.
2. Holz trocken	1200 ° C.
3. Torf	1210 ° C.
4. Faserige Braunkohle . . .	1300 ° C.
5. Steinkohle	1360 ° C.

- | | |
|-------------------------------------|----------------|
| 6. Anthracit | 1360 ° C. |
| 7. Holzkohle | 1340 ° C. |
| 8. Steinkohlenkoke | 1340 ° C. |
| 9. Gasförmige Brennstoffe | 1500—1800 ° C. |

Ein bestimmtes Maß für die Wärme hat die Wissenschaft, wie schon anfangs angedeutet, nicht im eigentlichen Sinne, sondern berechnet diejenige Wärmemenge, die ein Heizmaterial mehr entwickelt als das andere. Der spezifische Wärmeeffekt wird daher bestimmt durch das Volumen des Heizmaterials und wird bedingt durch den äusseren Zustand desselben, der chemischen Zusammensetzung, Feuchtigkeits- und Aschengehalt. Den absoluten Wärmeeffekt findet man, wenn man mit einer bestimmten Gewichtsmenge Heizmaterial die gleiche Gewichtsmenge Wasser um 1 ° C. erwärmt.

Feuerungsanlagen.

Wir haben im vorigen Kapitel die verschiedenen Heizmaterialien kennen gelernt und gefunden, wie verschiedenartig dieselben sind in Betreff ihres Verhaltens bei der Verbrennung. Es ist selbstverständlich, dass hiernach auch die Feuerungsanlagen eingerichtet werden müssen. Vor allen Dingen wollen wir einmal diejenigen Feuerungsanlagen für feste Heizmaterialien besprechen, die ja am meisten für Gewächshausheizung in Betracht kommen.

Es mag auch gleich erwähnt werden, dass, wenn ein Heizmaterial ein anderes an Heizkraft übertrifft, wie z. B. Steinkohlen, Koke, Anthracit, die meisten übrigen wie Braunkohlen, Torf etc., die ersteren unbedingt vorgezogen werden sollten. Es spielt hier jedoch der Preis keine untergeordnete Rolle. Wo Braunkohlen billig zu beschaffen sind, können mit demselben Erfolg solche verwendet werden. Es sind hierfür natürlich besondere Feuerungsanlagen zu schaffen, die eine vollkommene Ausnutzung resp. Verbrennung gestatten.

Eine Feuerungsanlage besteht aus dem Feuerherd, (diejenige Stelle, worauf die Heizmaterialien verbrennen) der Feuerluke, (die Stelle wo die Rauchgase in die Kanäle oder die Feuerzüge überführt werden) den Feuerzügen, (die den Heizgasen die Wärme entziehen) dem Fuchs (die Verbindung zwischen Feuerzügen und Schornstein) und dem Schornstein selbst.

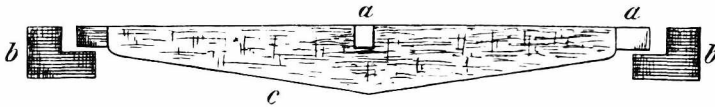
Der Verbrennungsraum oder Herd besteht wieder aus dem oberen Hohlraum, dem Roste und dem unteren Hohlraum oder Aschenfall. Der obere wie untere Hohlraum ist vorn mit je einer Thür oder bei grösseren Anlagen mit Doppelthüren zu verschliessen. Sie dienen, wie bekannt, zur Eintragung des Brennmaterials, zur Entfernung der Asche und zur Regelung der Luftzuführung. Die Grösse und Konstruktion des Herdes richtet sich nach der Art des Heizmaterials und nach der Menge, die auf einmal verbrannt werden soll.

Der Feuerrost, worauf die Verbrennung stattfindet, besteht entweder aus einem Stück oder ist aus einzelnen nebeneinander liegenden, auf einer Unterlage ruhenden oder auch treppenstufenartig übereinander liegenden einzelnen Teilen zusammengesetzt. Erstere sind die Planroste und können dieselben wagerecht liegen oder auch eine schräge Stellung einnehmen. Letztere nennt man Treppenroste, weil sie, wie schon gesagt, treppenförmig übereinander liegen. Die Roststäbe müssen bei der Auflage soviel Zwischenraum haben, dass sie sich frei bewegen, d. h. zusammenziehen und ausdehnen können.

Man unterscheidet bei jedem Rost die freie Rostfläche (das sind die Zwischenräume oder Spalten) und die tote Rostfläche (die von den Roststäben gebildet wird). Das Ganze ist die totale Rostfläche. Die Stärke der Stäbe sowohl, als die Breite der Zwischenräume richtet sich nach den zu verbrennenden Heizmaterialien und nach der zuzuführenden Luft.

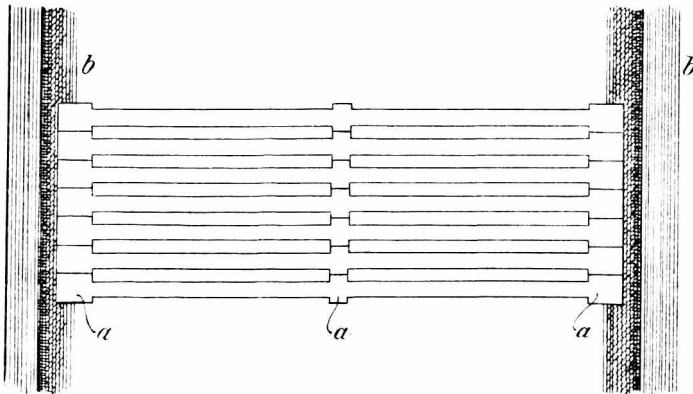
Die Summe der Rostspalten betragen in der Regel $\frac{1}{3} - \frac{1}{5}$ der gesamten Rostfläche. Die einzelnen Roststäbe sind in der Mitte breiter (höher im Querschnitt) und haben in der Mitte und an beiden Enden eine Verstärkung, die die Breite der Rostspalten beträgt.

Fig. 2.



- a) Verstärkung der Roststäbe.
- b) Auflageeisen.
- c) Roststab von der Seite gesehen.

Fig. 3.

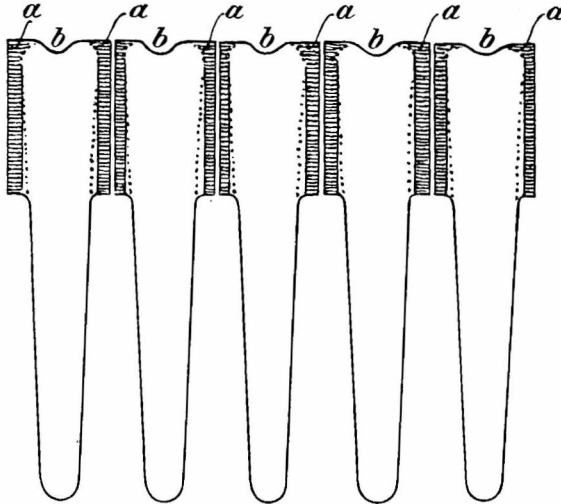


- a) Verstärkung der Rosteisen.
- b) Auflageeisen.

Um nun das Verhältnis der freien zur toten Rostfläche für die einzelnen Heizmaterialien verständlich zu machen, sind nachstehende Abbildungen gegeben:

Für Holz- und Torf-Feuerung.

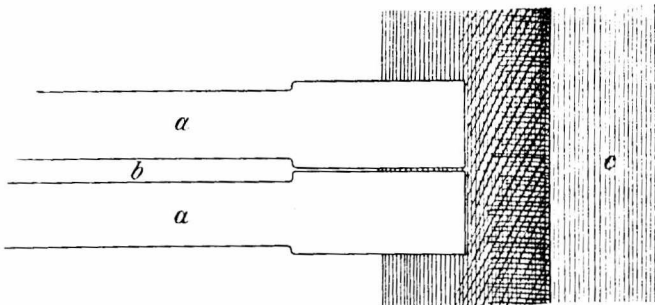
Fig. 4.



Durchschnitt in der Mitte der Roststäbe.

- a) Verstärkung.
- b) Aschennute.

Fig. 5.



Roste von oben gesehen.

- a) Tote Rostfläche.
- b) Freie Rostfläche.
- c) Auflageeisen.

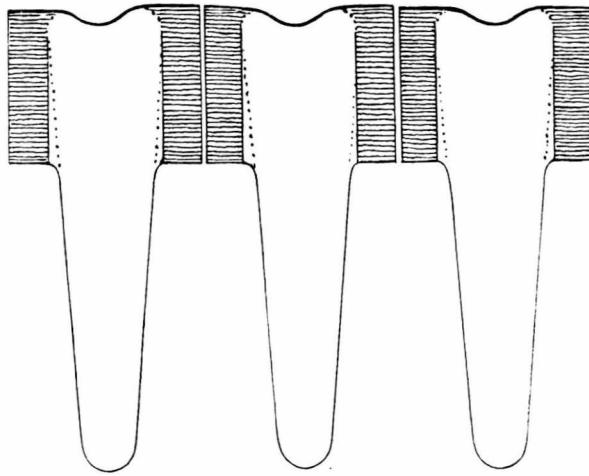
Spaltenweite 4 mm, Stabstärke 10 mm.

**Für erdige
Braunkohle.**

Fig. 6.

Sonst wie vorher.

Spaltenweite
7 mm,
Stabstärke
15 mm.

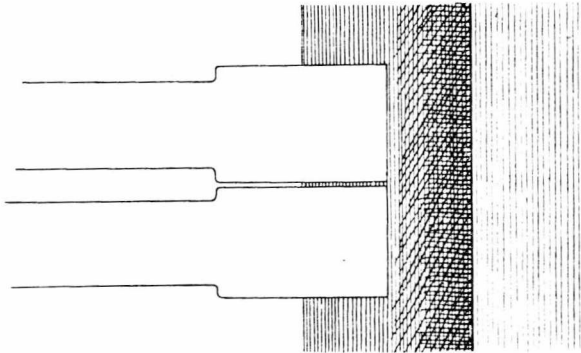


**Für erdige
Braunkohle.**

Fig. 7.

Sonst wie oben.

Spaltenweite
7 mm,
Stabstärke
15 mm.

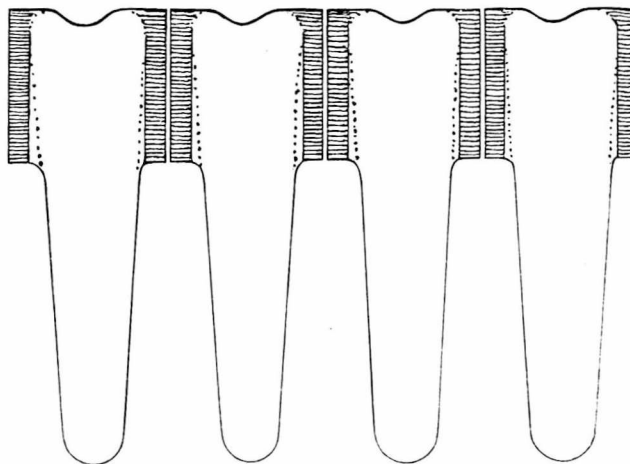


**Für Stein-
kohle.**

Fig. 8.

Sonst wie
oben.

Spaltenweite
10 mm,
Stabstärke
15 mm.

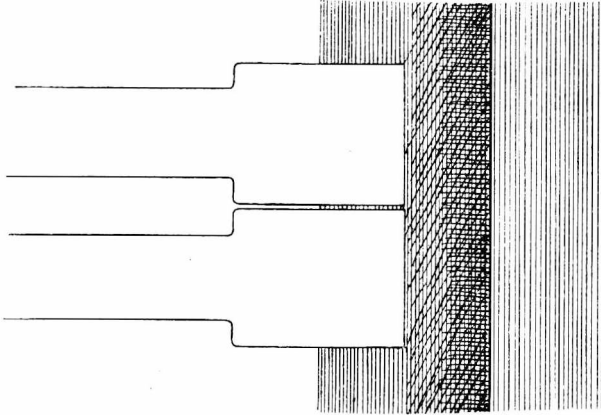


Für Steinkohle.

Fig. 9.

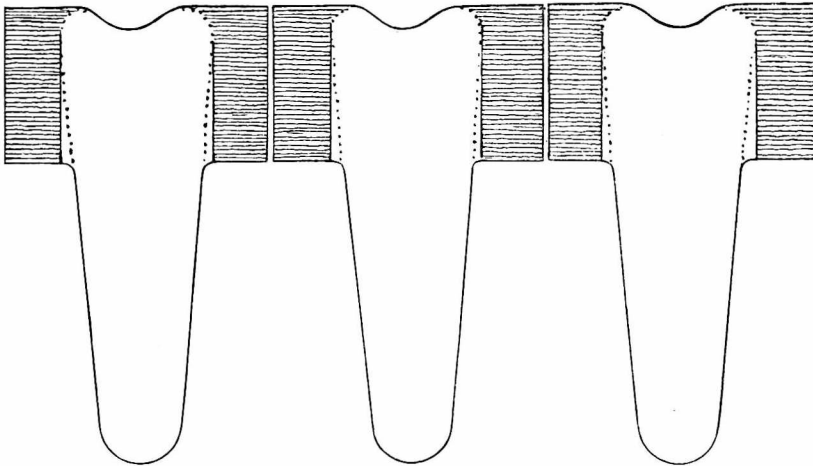
Sonst wie vorher.

Spaltenweite
10 mm,
Stabstärke
15 mm.



Für Koke und auch grobe Braunkohle.

Fig. 10.



Sonst wie oben.

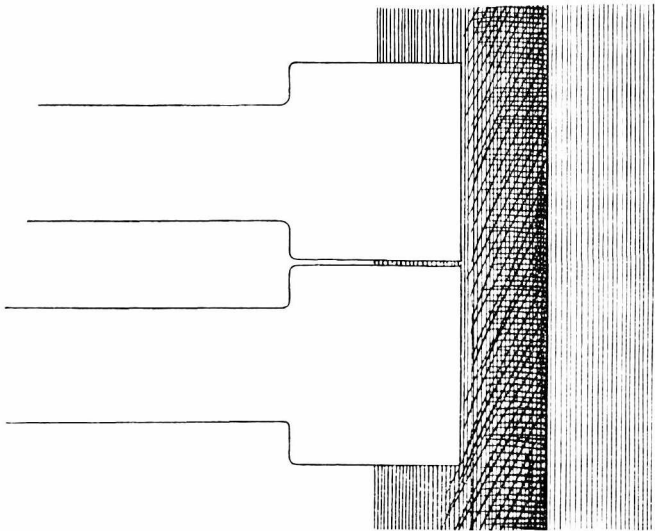
Spaltenweite 16 mm, Stabstärke 20 mm.

Wie aus den Abbildungen ersichtlich, sind die einzelnen Stäbe konisch geformt und oben mit einer Nute versehen. Die konische Form hat den Zweck die Luft energisch durchzuführen. In der Nute oben soll sich Asche sammeln, die den Roststab etwas gegen die Glühhitze des Heizmaterials schützt. Die ausserordentliche Wärmeentwicklung mancher Heizmaterialien haben wir ja im vorigen Kapitel kennen gelernt und ebenso die Schlackenbildung gerade bei diesen (Steinkohle, Koke).

Die Schlacke wird flüssig, schmilzt mit den Roststäben zusammen und versperrt den Luftdurchzug. Es ist das bei manchen Steinkohlen- und Koke-Arten ein grosser Uebelstand und, um diesem zu steuern, hat man bei Wasserheizungen sog. Wasserroste konstruiert, die zweierlei Zweck haben. Zuerst ein Kühlen der Roste und zwar dadurch, dass das kühlere Rückstromwasser durch diese Roststäbe zirkuliert und zweitens wird die durch die direkte Wärmeübertragung und Wärmestrahlung sonst verlorengelende Wärme ausgenützt. Der kühle Rost verhindert vor allem die Schlackenbildung.

Für Koke und auch grobe Braunkohle.

Fig. 11.



Sonst wie vorher.

Spaltenweite 16 mm, Stabstärke 20 mm.

Je nach Art der Kesselkonstruktion liegt der Planrost horizontal oder schräg. Die Wirkung ist natürlich stets dieselbe. Anders der Treppenrost, welcher aus treppenförmig übereinander liegenden breiten Stäben besteht und vor allem für feine Braunkohle, Sägespäne und derartige Heizmaterialien konstruiert ist, die durch die Rostspalten eines Planrostes unweigerlich durchfallen würden, ohne zu verbrennen. Die Fig. 12 zeigt die Konstruktion eines solchen Treppenrostes.

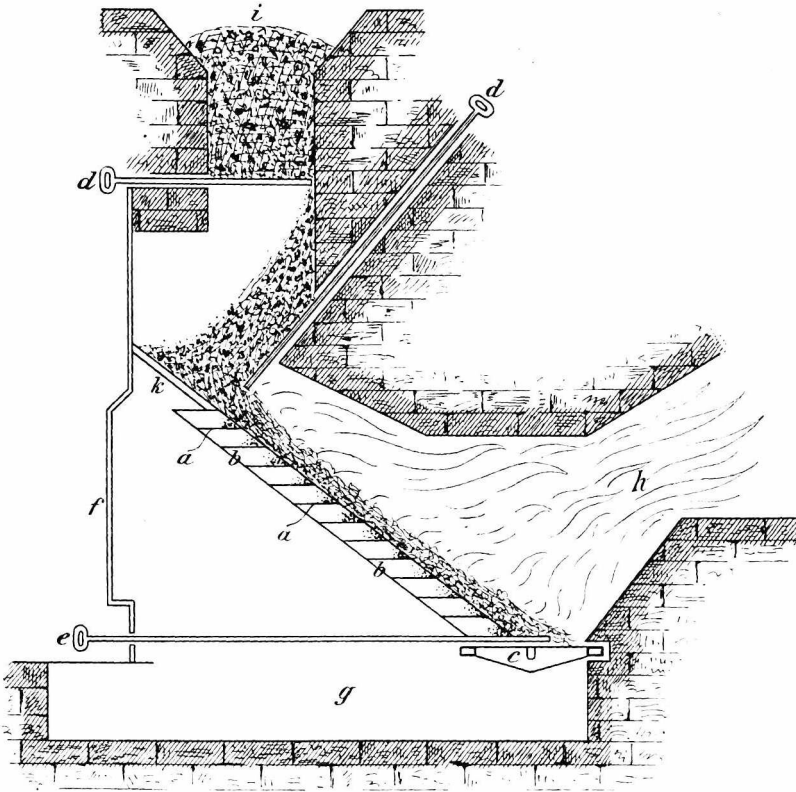
Der Treppenrost eignet sich sowohl für Dampf- als auch für Wasserheizung und ist da vorzuziehen, wo erdige Braunkohle, Sägespäne, Lohe etc. billig zu haben sind.

Verschiedene Firmen haben sich auf die Konstruktion dieses Rostes verlegt und verbessern fortwährend daran, da

auch mit dieser Feuerungsart die beste rauchfreie Verbrennung des Heizmaterials stattfindet.

Treppenrost mit Schüttvorrichtung.

Fig. 12.



- a) Horizontal liegende Platten.
- b) Seitenwangen, worauf die Platten ruhen.
- c) Planrost für die Aschenansammlung.
- d) Schieber zur Regelung der Schüttvorrichtung, (deren mehrere vorhanden sind, je nachdem der Rost gross ist).
- e) Schieber zur Entfernung der Asche (ebenfalls mehrere vorhanden).
- f) Feuerthür zur Regelung des Luftzuges.
- g) Aschenfall.
- h) Feuerluke.
- i) Kohleneinwurf.
- k) Schiefe Ebene, die das Heizmaterial auf den Rost gleiten lässt.

Treppen- und Halbgas-Roste der Firma J. A. Topf & Söhne in Erfurt.

Die Firma, eine der ersten auf diesem Gebiete, sagt über ihre Konstruktionen folgendes:

Die Treppenroste werden je nach Art des Brennmaterials mit Stufen verschiedener Form und Anordnung versehen. Sehr wichtig ist in jedem Falle der Neigungswinkel des Rostes; denn ein jedes Heizmaterial bzw. eine jede Sortierung erfordert eine andere Lage des Rostes. Jeder Rost wird auf einen bestimmten, für jedes Heizmaterial verschiedenen Neigungswinkel konstruiert und ausserdem mit einer Verstellvorrichtung versehen, welche jederzeit während des Betriebes ein Anpassen des Rostes an etwaige Verschiedenheiten in der Heizmaterial-Lieferung nach Möglichkeit gestattet.

Die Halbgasroste dagegen sind Schrägroste, welche aus einer oberen Lage Vergasungs- und ein bis zwei Lagen unterer Verbrennungsroste, sowie einem horizontalen Schlackenroste zusammengesetzt sind. Diese Halbgasroste gestatten im Gegensatz zu den Treppenrosten, welche eine gleichmässige, verhältnismässig niedrige Beschickung verlangen, eine hohe Brennschicht.

Aus diesem Grunde eignet sich der Halbgasrost ausserordentlich zur rationellen Verbrennung von lufttrocknem Torf in Stücken, stückigen, härteren Braunkohlen, gröberen Holzabfällen und besonders von Briketts aus Braunkohlen.

Die Vorteile der Topf'schen Rostanlagen sind:

1. Die vollständige Abstellbarkeit, indem die Verschluss-garnituren luftdicht verschliessbar sind.

2. Gute Luftregulierung, erstlich durch den vollständigen Verschluss und dann vornehmlich durch gute Aussenarmaturen, indem der Rauchkanalschieber bequem gestellt werden kann.

3. Keine Wärmeverluste durch Strahlung.

4. Verluste durch Austritt von angewärmter Luft und Schweldampf in den Schürraum resp. das Kesselhaus und Belästigung durch letzteren sind ausgeschlossen.

5. Das Heraus schlagen der Flammen, veranlasst durch explosionsfähige Gase ist ausgeschlossen.

6. Durch die sachgemässe Zuführung von Luft, also genaue Regelung derselben, wird der höchste Heizeffekt erzielt, und ist dadurch die Dampfproduktion den Steinkohlenheizungen anderer Feuerungen gleich.

7. Das Heizmaterial verbrennt rauchfrei.

8. Verstellbarkeit der Rostneigung zur Regelung der Dicke der Heizmaterialschicht und Anpassung an die Beschaffenheit des Brennmaterials.

9. Der Füllschachtverschluss ist genau zur Regulierung bzw. Absperrung der Heizmaterialzufuhr eingerichtet und bildet

Treppen- und Halbgas-Roste.

Fig. 12 a.

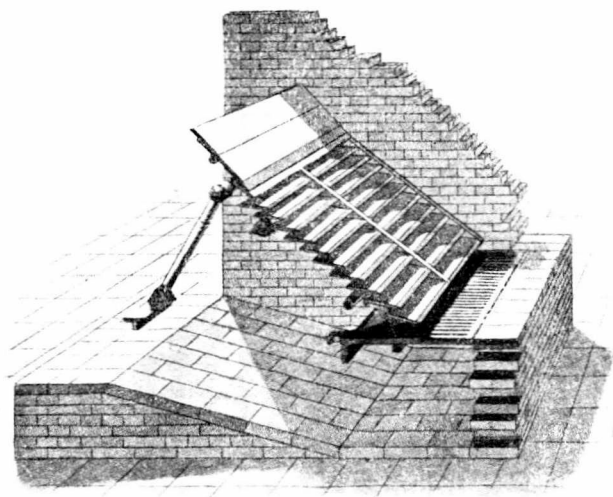
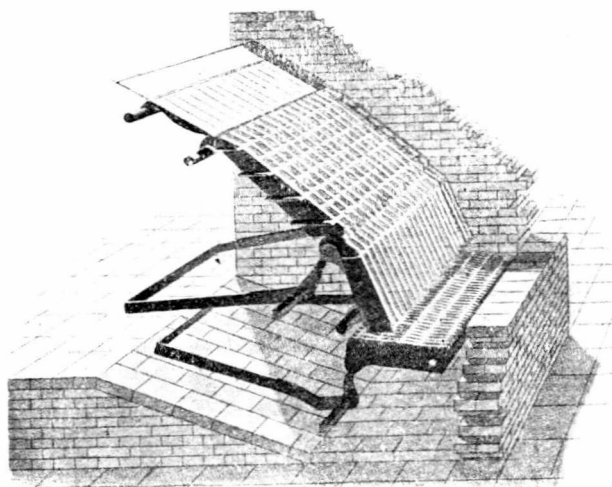


Fig. 12 b.



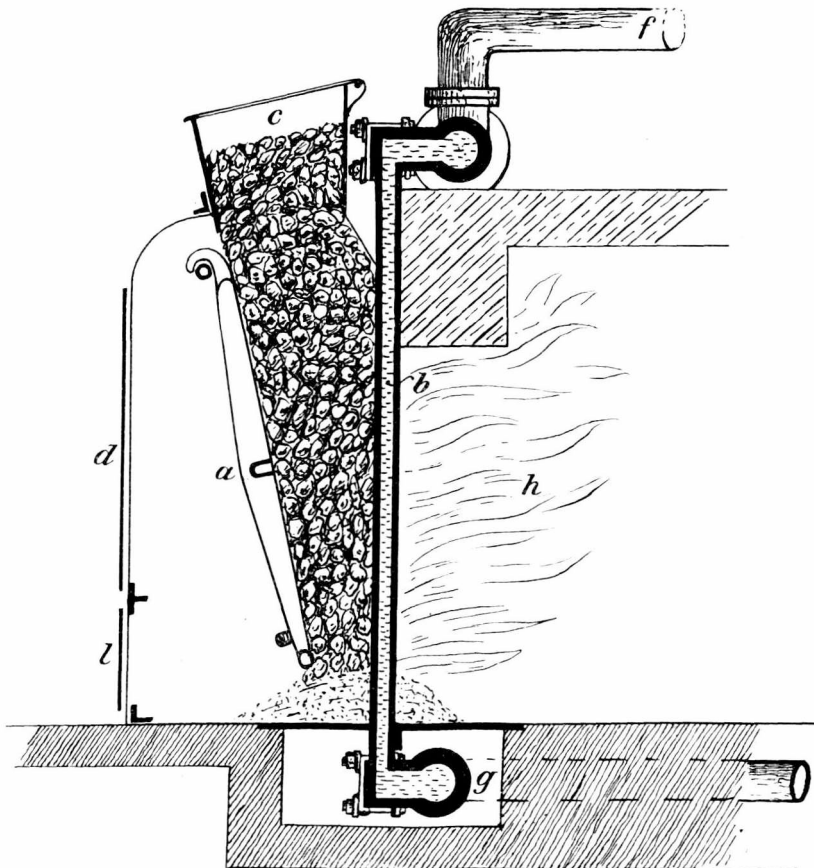
einen vollkommenen Schutz gegen das Heraufbrennen in den Fülltrichter.

10. Sämtliche Armaturen bestehen aus starkem Guss- und Schmiedeeisen und besitzen eine unbegrenzte Dauer.

11. Durch die Art der Konstruktion der Feuerräume und der freien Flammenentwicklung ist das Chamottemauerwerk sehr lange haltbar.

12. Die Feuerungen eignen sich für alle Arten Kessel, auch für solche Flammrohrkessel, die ursprünglich für Planrost-Innenfeuerungen gebaut waren.

Fig. 13.



Donneleys System.

a) Planrost; *b)* Wasserröhrenrost; *c)* Fülltrichter; *d)* Luftregulierthür;
e) Aschenthür; *f)* Steigrohr; *g)* Zuflussrohr; *h)* Eigntl. Verbrennungsraum.

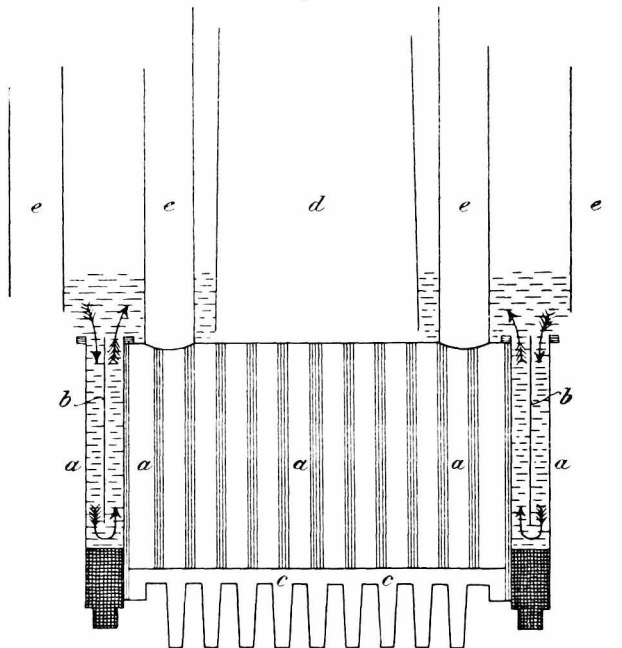
Um die Heizmaterialien soviel als möglich auszunützen und einen möglichst grossen Heizeffekt zu erzielen, sind noch verschiedene Feuerungsanlagen konstruiert worden. Den Verfasser interessierte von den vielen Systemen das Donneleys'sche.

Wie aus der Abbildung, die aus Meyers Konversationslexikon entnommen ist, ersichtlich, besteht die Anlage aus einem Füllschacht, welcher aus zwei Rosten gebildet wird und zwar aus dem äusseren schrägliegenden Planrost und dem inneren senkrechten Wasserröhrenrost.

Hier ist die Wärmestrahlung und die direkte Uebertragung (Kontaktwärme) sehr gut vereinigt und kann bei richtiger Luftregulierung der grösste Heizeffekt erzielt werden. Die Konstruktion ist für Dampfkessel gemacht, doch ist diese selbstverständlich auch für Wasserheizungen anwendbar.

Eine andere Ausnutzung der direkten Wärmestrahlung und Ueberstrahlung ist der Schramm'sche Korbrost; eine ringförmige, senkrechte Anordnung von Wasserröhren umgiebt den Feuerherd. Es findet in diesem Korbrost die Verbrennung des durch einen Fülltrichter beschickten Feuerherdes statt. Das Heizmaterial legt sich um die mit Wasser gefüllten Röhren.

Fig. 14.



Wasserrohr-Korbrost der Firma Bruno Schramm, Erfurt.

- a) Wasserröhren; b) Zwischenwände in den Röhren; c) Planrost;
d) Füllschacht; e) Siederöhren.

und bietet eine sehr grosse Heizfläche dar. Wie in Fig. 14 dargestellt, sind diese Röhren durch eine Zwischenwand in 2 Hälften geteilt, welche die Zirkulation des

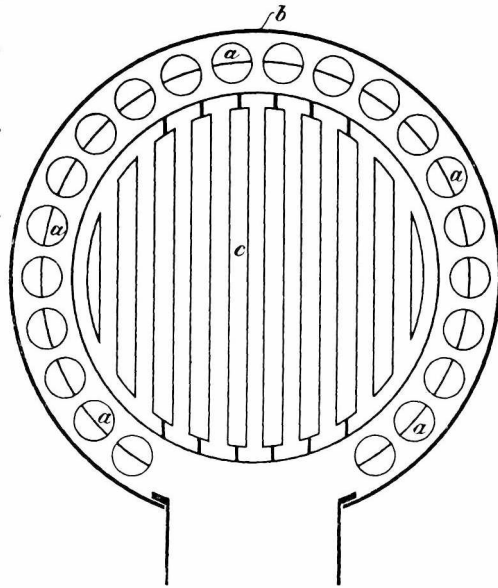
Wassers vermittelt, und zwar laufen die Zwischenwände in derselben Richtung wie die Anordnung der Röhren. Die Wasserröhren umschliesst ein eiserner Mantel, der die in den Verbrennungsraum eintretende Luft vorher erwärmt. Die Anordnung des Korbrostes hat sich die Firma Bruno Schramm in Erfurt s. Zt. gesetzlich schützen lassen.

Wieder eine andere Anordnung des Rostes, um ein Zerschmelzen desselben zu verhüten und die an den Rost abgegebene Wärme zu verwerten, wendet die Firma Rudolf Otto

Meyer in Mannheim an. Der von dieser Firma fabrizierte Strebelsche Gegenstrom-Gliederkessel hat einen Rost, der gleich an die zusammenzusetzenden Glieder angegossen ist und in näherer direkter Verbindung mit dem hohen Kesselraum, der bei dem Rostansatz schräg in den Feuerherd einspringt, steht. Durch diese nahe Verbindung giebt der eiserne Rost seine vom Feuer empfangene Wärme durch Leitung an das Kesselwasser ab.

Der Rost ist, wie aus der Figur 16 ersichtlich, etwas anders eingerichtet, da jedes Glied (der Kessel wird aus einzelnen Gliedern zusammengesetzt) seinen besonderen Rostansatz hat. (Siehe Strebels Gegenstrom-Gliederkessel.)

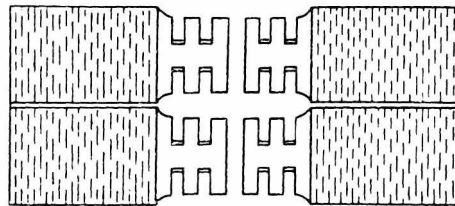
Fig. 15.



Durchschnitt über dem Rost.

a) Röhren mit den Zwischenwänden; b) Planrost; c) Korbrostmantel.

Fig. 16.



Durchschnitt durch die Glieder- und Rostansätze des Strebelschen Gegenstrom-Gliederkessels.

Die für den Flammenabzug bestimmte Oeffnung hinter dem Verbrennungsraum nennt man die Feuerluke, die durch die Feuerbrücke gebildet wird (siehe Fig. 21). Die Feuerluke muss kleiner als die dahinter liegenden Züge sein, damit sich die Gase in dem weiteren Kanal nochmals mit Luft vermischen und verbrennen und ein starker Zug entsteht. Allerdings darf dieselbe nicht so klein sein, dass sich die Gase stauen und ihren Weg nach der entgegengesetzten Seite, also aus der Feuerthür nehmen. Die Oeffnung soll quadratisch sein.

Die Feuerzüge dürfen nicht zu eng und nicht zu weit sein und müssen sich nach der Grösse des Rostes richten, welcher sich wiederum nach dem zu verbrennenden Heizmaterial richten muss. Der Querschnitt der Feuerzüge soll so gross sein wie die freie Rostfläche.

Die Feuerzüge führen die Feuergase in den Schornstein und soll dieser die Weite der Feuerzüge haben. Nach den Ausführungen der Firma Rud. Otto Meyer in Mannheim bestimmt man am besten die Schornsteingrösse oder -Weite unter der Annahme, dass für je 10000 Wärmeeinheiten 1 qdm Querschnitt erforderlich ist. Doch ist hierbei zu beachten, dass ein gutziehender Schornstein bis zu 25000 Wärmeeinheiten pro 1 qdm Querschnitt zu leiten imstande ist. Der Schornstein dient aber nicht allein zur Aufnahme der Feuergase, sondern auch zur Förderung des Luftzuges. Je höher der Schornstein und je wärmer die Feuergase sind, je energischer ist der Zutritt der Luft durch den Rost. Je kälter also die Verbrennungsgase sind, wenn sie in den Schornstein eintreten, je weniger Zug ist vorhanden und je weniger Wärme wird das Heizmaterial entwickeln. Die Ansicht, dass die Feuergase fast kalt in den Schornstein treten sollen, ist falsch; natürlich müssen die Feuergase von ihrer Wärme so viel abgeben, als es ein guter Luftzug gestattet.

Als allgemein gilt die Regel, die Heizgase mit einer Temperatur von 120—150° C. durch den Schornstein abziehen zu lassen. Mit höherer Temperatur ist es nicht rationell. Eine Ausnahme findet beim Anheizen statt, da hier eine grössere Wärmemenge gebraucht wird, jedoch sollen die abziehenden Gase nicht mehr als 300° besitzen. Da die Heizgase die Feuerstelle mit einer Temperatur von ungefähr 1000° verlassen, so müssen diesen durch die Feuerzüge 7—800° C. entzogen werden.

Die Höhe des Schornsteins richtet sich nach der Länge der Züge und nach der Art des zu verbrennenden Heizmaterials. Bei Kesselheizungen ohne Gebläse kann man mindestens das zweifache der Zügelänge rechnen. Haben z. B. die Züge die Länge von 3 m, so muss der Schornstein 6 m hoch sein, um den genügenden Zug hervorzubringen. Gehen die Gase durch mehrere Züge gleichzeitig, so sind diese nur einmal zu messen. Dies ist nur massgebend für freistehende Schornsteine. Mit Gebäuden um-

gebene führt man mehrere Zoll über die höchsten Gebäude hinweg, um ein Eindringen des Windes, der sich zwischen den Gebäuden wirbelt, in den Schornstein zu verhindern, oder man setzt auf den in entsprechende Höhe geführten Schornstein einen Aufsatz, entweder von Eisenblech oder von Thon. Letztere sind am dauerhaftesten und erfüllen ihren Zweck vollkommen.

Wie aus nachstehenden Formen (Fig. 20 a, b, c) der „Vereinigten westdeutschen Thonröhrenfabriken“ zu Köln ersichtlich, kann der Wind nicht von oben in den Schornstein dringen und ist dadurch ein Niederdrücken der Rauchgase in den Schornstein unmöglich.

Fig. 17.



Fig. 18.



Fig. 19.

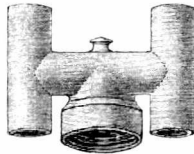
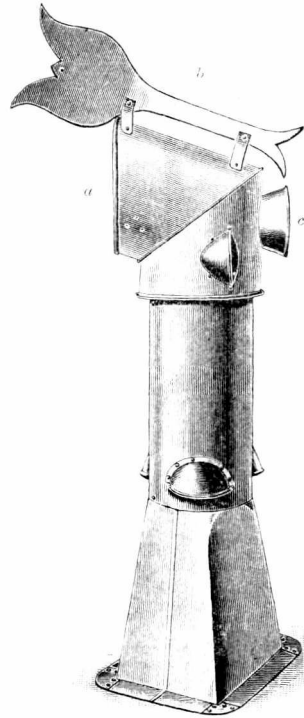


Fig. 20.



- a) Drehbarer Aufsatz.
- b) Windfahne.
- c) Saugtrichter.

Ein anderer Aufsatz aus verzinktem Eisenblech, von der Firma Chas. P. Kinnell & Co. in London konstruiert, giebt dem Rauchausfluss mittels der drehbaren Kappe und der darauf befestigten Windfahne stets die entgegengesetzte Richtung. Gleichzeitig ist der drehbare Aufsatz nach der Windseite mit einem Loch und trichterförmigen Ansatz versehen, der den Wind auffängt und saugend wirkt, indem er durch seine Durchzugskraft die Rauchgase mit fortreisst.

Der Schornstein ist am haltbarsten, wenn er von Steinen gemauert und innen glatt verputzt ist. Eisenblechschornsteine sollten nicht zu schwach genommen werden, da diese innen leicht durch Feuchtigkeit leiden und auch von schlechten, schwefeligen Heizmaterialien angegriffen werden. Das Einregnen verhindert man durch eine auf 4 Stützen ruhende Blechplatte,

die ca. 15 cm über der Oeffnung angebracht ist und einen grösseren Durchmesser hat als der Schornstein. Viele Praktiker sehen in der Verengung des Schornsteins nach oben ($\frac{1}{1}$ zu $\frac{3}{5}$) eine Vermehrung der Zugkraft und geben dem Kanal im Schornstein eine konische Form.

Die Verbindung der Feuerzüge mit dem Schornstein nennt man Fuchs und ist hier die Stelle für den Schornsteinschieber zur Regelung des Zuges. Der Schornsteinkanal geht noch ca. 1 m tiefer als der Fuchs einmündet und ist derselbe am Ende mit einer Thür versehen, um den sich ablagernden Russ und die niederschlagende Flugasche bequem entfernen zu können. Die Fig. 21 veranschaulicht die einzelnen Teile einer Feuerungsanlage zur besseren Orientierung.

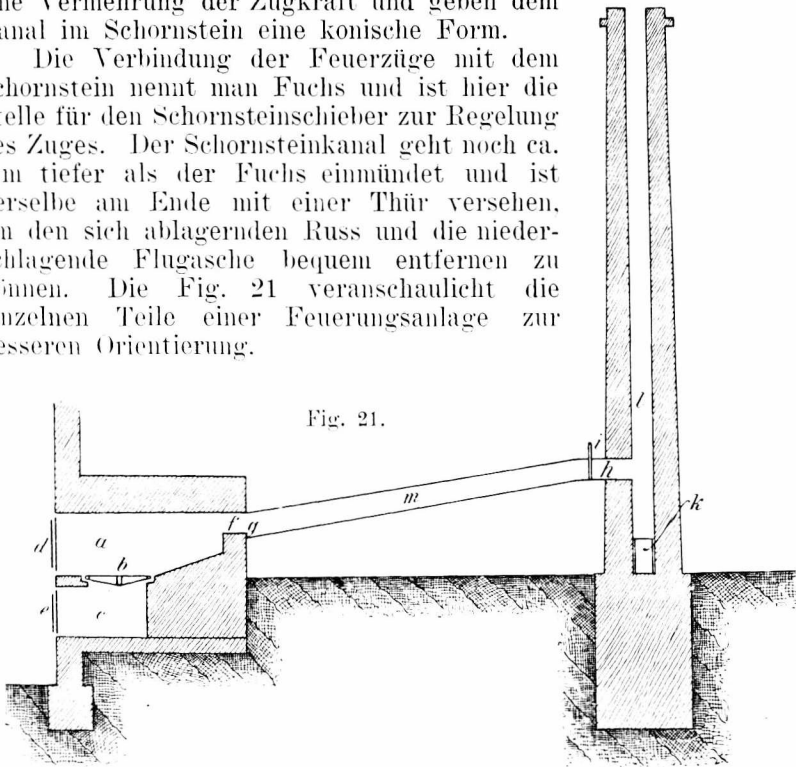


Fig. 21.

- | | | |
|-----------------|-----------------|----------------------|
| a) Feuerherd. | f) Feuerbrücke. | i) Rauchschieber. |
| b) Rost. | g) Feuerluke. | k) Reinigungsthür. |
| c) Aschenfall. | m) Feuerzug. | l) Schornsteinkanal. |
| d u. e) Thüren. | h) Fuchs. | |

Heizfläche.

Unter Heizfläche versteht man die von dem Feuer direkt oder von den Gasen bestrichene Fläche, die zur Abgabe der Wärme an die Luft oder wie bei Wasser- und Dampfheizung an das Wasser dient. Man unterscheidet deshalb direkte und indirekte Heizfläche, bei ersterer noch die Fläche, die vom Feuer berührt (Kontaktwärme), und diejenige Fläche, die durch Strahlung getroffen wird. Die indirekte Heizfläche ist die, welche von den Feuergasen bestrichen wird.

Wie schon früher erwähnt, wirkt 1 qm der strahlenden Wärme auf die Wasserverdampfung dreimal so stark als 1 qm durch Berührung mit den Feuergasen und sollte bei einer

Feuerungsanlage dieser Punkt zuerst berücksichtigt werden. Die Heizflächen müssen im Verhältnis zur Wärmeabgabe stehen, sie dürfen keineswegs grösser sein, desgleichen auch umgekehrt, da bei zu wenig Heizfläche zu viel Wärme durch den Schornstein entweichen würde.

Das Verhältnis der Rostfläche (wonach sich auch die Menge der zu verbrennenden Heizmaterialien richtet) zur Heizfläche soll sein:

1. Für Steinkohlen- und Kokefeuerung 1 zu 50.
2. Für Braunkohlen je nach der Art 1 zu 30—40.

Das Verhältnis des zu erwärmenden Raumes zur Heizfläche richtet sich nach den Abkühlungsflächen, die der betr. Raum besitzt und auch darnach, ob künstliche Ventilation vorhanden ist, da die kühle zuströmende Luft durch die Heizung ausserdem noch erwärmt werden muss.

Wie schon vorher erwähnt, sind zur Erwärmung von 1 cbm Luft um 1° C. 0.31 Wärmeeinheiten erforderlich. Nach Krüger gehen bei einem Wohnraum durch die Thüren, Fenster, Fussböden, Decken und Wände pro Stunde und Quadratmeter Fläche 1—3 Calorien bei 1° Temperaturdifferenz verloren.

Will man nun den Raum auf eine Temperatur von 20° C. bringen, wenn der Raum 100 cbm gross ist, so sind an Heizflächen erforderlich: bei Kachelöfen nicht unter 6 qm, bei eisernen Öfen nicht unter 1,0—1,4 qm. Bei Zentralheizungen (Warmwasser-, Heisswasser- und Dampfheizungen) rechnet man auf 1 qm Heizfläche 20—28 cbm zu erwärmenden Luftraum.

Hieraus ist ersichtlich, dass eine bestimmte Heizfläche für den entsprechenden Raum vorhanden sein muss. Bei Gewächshäusern kommt eine intensive Abkühlungsfläche, das Glas, in Frage, man muss deshalb bei freistehenden Gewächshäusern drei Calorien Wärmeverlust durch Abkühlung pro Stunde und Quadratmeter in Rechnung setzen, und zwar bei 1° Temperaturdifferenz. Da die Gewächshäuser uns am meisten interessieren, so ist die nachstehende Berechnung ausschliesslich für diese, und zwar soll die am meisten gebräuchlich und auch für Gewächshauserwärmung praktischste, nämlich die Warmwasserheizung mit Niederdruck, als Grundlage dienen. Zur Bestimmung der Grösse des Kessels oder dessen Heizfläche bei gehöriger Ausnutzung der direkten und indirekten Wärmeabgabe des Heizmaterials bediene man sich der folgenden Tabelle:

1 □m Kesselheizfläche erhält durch das Heizmaterial im Mittel 7500 Wärmeeinheiten pro Stunde. Diese empfangene Wärme giebt der Kessel an die Heizröhren durch Vermittelung des Wassers weiter. Die glatten Heizröhren geben pro □m und Stunde im Mittel 300 Wärmeeinheiten an die sie umgebende Luft ab.

Hiernach ist also 1 □m Kesselheizfläche imstande, ca. 25 □m Rohrheizfläche mit Wärme zu versorgen. Auf die Länge der Heizrohre berechnet ist 1 □m Rohrheizfläche:

bei 50 mm äusserer Weite	= ca. 6,20 laufende Meter,
" 60 " " " "	= " 5,20 " "
" 83 " " " "	= " 3,85 " "
" 89 " " " "	= " 3,60 " "
" 95 " " " "	= " 3,35 " "

Will man nun 500 laufende Meter dreizöllige (3.85 mm äusserer Durchmesser) Rohre heizen, so müsste der Kessel leisten:

$$\frac{500,00 \text{ m} \times 300 \text{ W.-E.}}{3,85 \text{ m}} = 39\,000 \text{ Wärmeeinheiten.}$$

Jedes □m Heizfläche liefert 7500 Wärmeeinheiten und werden also für die 500 laufenden Meter zu heizender Rohre nötig sein

$$\frac{39\,000}{7500} = 5,20 \text{ qm Heizfläche.}$$

Die angegebenen Zahlen sollen nur ein Bild geben, wieviel eine Kesselheizfläche im Mittel leisten muss, wenn der Kessel gut, oder besser gesagt, vorschriftsmässig konstruiert ist. Es muss vor allen Dingen, wie schon vorher gesagt, die direkte Heizfläche berücksichtigt werden, weil hier die grösste Wärmeabgabe stattfindet.

Wenden wir uns nun auf Grund der vorherigen Berechnungen den Raumverhältnissen zu, die erwärmt werden sollen.

Bei dieser Berechnung sind folgende Punkte in Erwägung zu ziehen:

1. die Aussentemperatur,
2. die Heiztemperatur im Glashause,
3. die Abkühlungsflächen,
4. ob die Glasdecke nachts gedeckt wird oder offen bleibt.

Die meiste Wärme wird beim Anheizen verbraucht. Die Luft stellt an den Heizapparat die wenigsten Ansprüche (1 cbm Luft bei einer Temperatursteigerung von 1° C. 0,31 Wärmeeinheiten), 1 cbm Kalksteine jedoch 300—500 Wärmeeinheiten. Hierzu kommt noch die Ausstrahlung nach aussen.

Zentralheizungen, die fortwährend brennen, sind natürlich stets am praktischsten, da diese des Anheizens nicht bedürfen und demzufolge kein grosser Wärmeverlust dadurch entsteht.

Berechnung der nötigen Wärmemenge für einen bestimmten Raum mit bestimmten Graden bei Warmwasserheizung.

Erstes Beispiel.

Nehmen wir an, es soll ein Gewächshaus auf 20° C. Wärme erhalten werden, welches 20 m lang, 5 m tief und bis zum First 3 m hoch ist. Die Seitenwände sind (1/2 m Stehfenster mit eingerechnet) 1 1/2 m hoch. Die Neigung des Daches (Satteldach) ist 30° gedacht. Der Rauminhalt würde darnach 225 cbm betragen:

$$5 \times 20 \times 2\frac{1}{4} = 225 \text{ cbm.}$$

die Abkühlungsfläche:

$$50 \times 1\frac{1}{2} = 75 \text{ qm und } \frac{3}{4} \times 10 = 7,50, \text{ abgerundet } 8 \text{ qm}$$

$$\text{(Umfassung und Giebel),}$$

$$20 \times 6 = 120 \text{ qm (Dach),}$$

zusammen 203 qm.

1 cbm Luft gebraucht für 1° C. Temperaturerhöhung 0,31 Wärmeeinheiten. 20° C. Wärme und 20° C. Kälte ist eine Temperaturdifferenz von 40° C.

Wir gebrauchen also zur Erwärmung der Luft

$$225 \times 0,31 \times 40 = 2790 \text{ Calorien.}$$

Hierzu kommen die Wärmeverluste durch die Glasdecke und Umfassungswände, und zwar

$$203 \times 3 \times 40 = 24360 \text{ Calorien.}$$

Es sind also für das Gewächshaus bei 40° Temperaturdifferenz zu schaffen:

$$\begin{array}{r} 2790 \\ 24360 \\ \hline \text{zusammen } 27150 \text{ Calorien pro Stunde.} \end{array}$$

1 □m glatte Rohrheizfläche giebt an die Luft 300 Wärmeeinheiten im Mittel pro Stunde ab. Zur Erzeugung von 27150 Calorien sind demnach 90,50 □m glatte Rohrheizfläche nötig (300 : 27150 = 90,50).

90,50 □m glatte Rohrheizfläche geben 348,43 laufende Meter Rohre von 83 mm äusserer Weite.

$$(90,50 \times 3,85 = 348,43.)$$

Die erforderliche Kesselheizfläche bei einer Leistung im Mittel von 7500 Wärmeeinheiten würde gross sein müssen:

$$7500 : 27150 = 3,60 \text{ Heizfläche.}$$

Aus diesen Berechnungen ist zu ersehen, dass ein Gewächshaus in oben angenommener Grösse, welches bei einer äusseren Kälte von 20° C. auf 20° C. Wärme erhalten werden soll, einen Kessel benötigt, der 3,60 □m Heizfläche besitzt und so kon-

struiert ist, dass jedes $\square$ m Heizfläche dem Heizmaterial 7500 Wärmeeinheiten per Stunde entnimmt. Diese Wärme des Kessels an die Luft des Gewächshauses abzugeben, sind 348,43 laufende Meter dreizöllige Rohre notwendig, und zwar bei nichtgedecktem Hause.

Diese Zahlen stimmen mit den praktischen Erfahrungen des Verfassers überein. Es ist jedoch noch folgendes in Erwägung zu ziehen: Die Höchstleistung eines gut konstruierten Kessels ist erheblich höher, oft bis $\frac{3}{5}$ der normalen Leistung, allerdings ist gutes Heizmaterial vorausgesetzt. Wenn also eine Kesselheizfläche dem Heizmaterial statt 7500 10000 oder noch mehr Wärmeeinheiten entnimmt, so wird der Kessel selbstverständlich ein grösseres Rohrnetz heizen, da ja auch eine 40 gradige Temperaturdifferenz durchaus nicht oft vorkommt und eventuell mit einem kleineren Kessel bei forciertem Heizen ausgeglichen werden kann. Es ist jedoch falsch, zu kleine Kessel zu wählen, jedoch ebenso falsch unverhältnismässig grosse. Man nehme die mittlere Wintertemperatur der betreffenden Gegend sowie die niedrigste, nehme hiervon die Mitte und wähle dann hiernach den Kessel und zwar für normale Leistung.

Es ist sehr leicht, auf Grund obiger Berechnungen das notwendige Röhrennetz und den Kessel für ein Gewächshaus festzustellen, noch dazu, als die heutigen Fabrikanten in ihren Katalogen die Leistungen der von ihnen empfohlenen Kessel angeben. Doch zur Bequemlichkeit dienen nachstehende Tabellen.

Zur Orientierung sollen hier noch einige Beispiele angeführt werden; wir wollen jedoch obige Mafse des Gewächshauses beibehalten.

Zweites Beispiel.

Das Gewächshaus soll nur auf 5° C. gehalten werden, also ein sogen. Kalthaus sein. Der Kessel soll nur, selbst bei 20° C. normal in Anspruch genommen werden.

1. Lufterwärmung: $225 \times 0,31 \times 25 = 1744$ Cal. abger.

2. Wärmeverlust: $203 \times 3 \times 25 = 15225$ „ „
Sa. 16970 Cal. abger.

3. Heizrohrfläche: $300 : 16970 = 56,50$ $\square$ m.

4. Rohrlänge bei 83 mm äusserem Durchmesser:
 $56,50 \times 3,85 = 217,50$ laufende Meter.

5. Kesselheizfläche: $7500 : 16970 = 2,25$ $\square$ m.

Drittes Beispiel.

Wir nehmen an, dass sich die Normalleistung der Kesselheizfläche auf die mittlere Wintertemperatur, sagen wir 10° C., bezieht und bei grösserer Kälte eine Forcierung des Kessels stattfinden soll. Das Haus soll eine Temperatur von 8° C. erhalten.

1. Lufterwärmung: $225 \times 0,31 \times 18 = 1260$ Cal. abger.
2. Wärmeverlust: $203 \times 3 \times 18 = 10962$ „ „
Sa. 12222 Cal. abger.
3. Rohrheizfläche: $300 : 12222 = 40$ □m abger.
4. Rohrlänge bei 83 mm äusserem Durchmesser:
 $40 \times 3,85 = 154$ laufende Meter.
5. Kesselheizfläche: $7500 : 12222 = 1,50$ □m abgerundet.

Wenn in vorstehendem und in den nachstehenden Tabellen der durchschnittliche Wärmeverlust durch Transmission der Aussenwände etc. etc. auf 3 Calorien angegeben ist, so ist dies als Durchschnittsverlust anzusehen. Die Absorption der Wände ist nicht mit eingerechnet, da wir hier mit einer stetigen Erwärmung der Räume zu thun haben, die Umfassungswände zu ihrer eigenen Erwärmung daher keine Wärme mehr nötig haben.

Die Durchlässigkeit (der direkte Luftwechsel) der Umfassungsmauern kommt wenig in Betracht, doch muss der Luftwechsel bei der Ueberlage der Scheiben beachtet werden. Auch ist die Transmission durch Glas grösser als durch Mauerwerk (5,3 pro □m und Stunde).

Eine genaue Berechnung dieser Transmission ist schwierig und hängt auch zu sehr von der Bewegung der äusseren Luft ab. Die Luftdurchlässigkeit der einzelnen Baumaterialien hat Lang¹⁾ hauptsächlich untersucht und gefunden, dass die Luftmenge, die in einer Stunde bei einem Druckunterschiede von 1 kgqm durch eine Wand von 1 qm Oberfläche und 1 m Stärke hindurchgeht, im Mittel beträgt:

1. bei Bruchstein	0,000124,
2. „ Ziegeln	0,000201,
3. „ Klinkern, glasiert	0,000000,
4. „ „ unglasiert	0,000145,
5. „ Beton	0,000258,
6. „ Portlandcement	0,000137,
7. „ Gips, gegossen	0,000041,
8. „ Eichenholz über Stein	0,000007,
9. „ Fichtenholz „ „	0,001010.

¹⁾ Lang, Natürliche Ventilation und Porosität der Baumaterialien. Stuttgart 1877.

Tabellen.

Nach den vorstehenden Berechnungen sind die nachfolgenden Tabellen eingerichtet und haben dieselben den Zweck, als Grundlage bei der Anlegung von Warmwasser-Niederdruckheizungen zu dienen. Nach diesen Tabellen ist es möglich, auch darin nicht angegebene Raumgrössen mit Leichtigkeit zu berechnen. Die Wintertemperaturen im Freien sind im Mittel angegeben, ebenso wie die Temperatur, welche die Gewächshäuser für die bestimmten Kulturen haben müssen. Die Kessel werden beim forcierten Heizen mehr leisten und auch bei grösserer Kälte, die doch nicht zu lange anhält, die nötige Wärme schaffen. Wer die Mittel besitzt, kann ja etwas über das angegebene Kesselmafs hinausgehen, doch ist es ratsam, auch hierin vorsichtig zu sein und lieber zwei kleinere zu nehmen. Ein Kessel ist am sparsamsten, wenn er bei normaler Heizung, die in der betreffenden Gegend niedrigsten Wintertemperaturen im Mittel leistet. Bei zu kleinen Kesseln wird sonst stets ein forciertes Heizen stattfinden müssen und was am Kessel gespart ist, geht an der Heizkraft des Brennmaterials verloren, da, wie schon vorher ausgeführt, durch den Ueberschuss an Luft viel Wärme durch den Schornstein entweicht. Zu grosse Kessel kosten viel Geld und bieten keinen Vorteil gegenüber dem normalen Kessel.

Tabelle I a.

Hauswärme soll erzielt werden 20—25° C. (im Mittel 22°). Aussentemperatur beträgt im Mittel 8° C. unter 0 im Winter. Wärmeverlust durch die ungedeckten Häuser 3 Calorien, durch nachts gedeckte Häuser 2 Calorien. Wärmefaufnahme der Luft 0,31 Calorien.

Angabe d. Pflanzen, welche die Wärme bedürfen.	Grösse d. Häuser (Neigungswinkel der Glasfläche 30°).			Luftinhalt in cbm	Abkühlungsfläche in qm	Temperaturdifferenz Celsius	Lufterwärmung p. cbm Calorien	Wärmeverlust durch Wände u. Glasflächen p. cbm u. Stunde Calorien	Benötigte glatte Heizrohrfläche in qm	Rohrweite aussen mm	Rohrlänge Lfd. m	Kesselheizfläche in qm	Angabe ob gedeckt oder ungedeckt.
	Länge in m	Breite in m	Höhe in m										
Vermehrung, Fliedertreiberei, Maiblumentreiberei.	20	5	3	225	203	30	2093	18 270	67,80	83	262	2,70	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	245	2,70	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	227	2,70	"
	"	"	"	"	"	"	"	12 180	47,60	83	184	2,00	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	172	2,00	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	159	2,00	"
	15	5	3	169	158	30	1572	14 220	52,30	83	202	2,10	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	189	2,10	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	175	2,10	"
	"	"	"	"	"	"	"	9 480	37,00	83	143	1,50	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	134	1,50	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	124	1,50	"
	10	5	3	113	113	30	1051	101 70	37,45	83	145	1,50	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	135	1,50	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	126	1,50	"
	"	"	"	"	"	"	"	6 780	26,10	83	101	1,05	gedeckt
										89	94	1,05	"
										95	88	1,05	"

Tabelle 1b.

Hauswärme soll erzielt werden 20—25° C. (im Mittel 22°). Aussentemperatur beträgt im Mittel 12° C. unter 0 im Winter. Wärmeverlust durch die ungedeckten Häuser 3 Calorien, durch nachts gedeckte Häuser 2 Calorien. Wärmefaufnahme der Luft 0,31 Calorien.

Angabe d. Pflanzen, welche die Wärme bedürfen.	Grösse d. Häuser (Neigungswinkel der Glasfläche 30°).			Luftinhalt in cbm	Abkühlungsfläche in qm	Temperaturdifferenz Celsius	Lufterwärmung p. cbm Calorien	Wärmeverlust durch Wände u. Glasflächen p. cbm u. Stunde Calorien	Benötigte glatte Heizrohrfläche in qm	Rohrweite aussen mm	Rohrlänge Lfd. m	Kesselheizfläche in qm	Angabe ob gedeckt oder ungedeckt.
	Länge m	Breite m	Höhe m										
Vermehrung, Fließertreiberei, Maiblummentreiberei.	20	5	3	225	203	34	2372	20706	76,90	83	297	3,12	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	277	3,12	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	258	3,12	"
	"	"	"	"	"	"	"	13804	53,90	83	208	2,16	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	194	2,16	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	180	2,16	"
	15	5	3	169	158	34	1781	16116	59,35	83	228	2,30	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	214	2,30	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	199	2,30	"
	"	"	"	"	"	"	"	10744	41,75	83	161	1,65	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	150	1,65	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	140	1,65	"
	10	5	3	113	113	34	1191	11526	42,40	83	163	1,66	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	152	1,66	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	142	1,66	"
	"	"	"	"	"	"	"	7684	29,58	83	114	1,18	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	107	1,18	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	99	1,18	"

Tabelle 1 c.

Hauswärme soll erzielt werden 20—25° C. (im Mittel 22°). Aussentemperatur beträgt im Mittel 16° C. unter 0 im Winter. Wärmeverlust durch die ungedeckten Häuser 3 Calorien, durch nachts gedeckte Häuser 2 Calorien. Wärmefaufnahme der Luft 0,31 Calorien.

Angabe d. Pflanzen, welche die Wärme bedürfen.	Grösse d. Häuser (Neigungswinkel der Glasfläche 30°).			Luftinhalt in cbm	Abkühlungsfläche in qm	Temperaturdifferenz Celsius	Lufterwärmung p. cbm Calorien	Wärmeverlust durch Wände u. Glasflächen p. cbm u. Stunde Calorien	Benötigte glatte Heizrohrfläche in qm	Rohrweite aussen mm	Rohrlänge Lfd. m	Kesselheizfläche in qm	Angabe ob gedeckt oder ungedeckt.
	Länge m	Breite m	Höhe m										
Vermehrung, Fließertreiberei, Maiblumentreiberei.	20	5	3	225	203	38	2651	23 142	86,00	83	331,10	3,45	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	309,60	3,45	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	288,10	3,45	"
	"	"	"	"	"	"	"	15 428	60,26	83	232,00	2,40	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	217,00	2,40	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	202,00	2,40	"
	15	5	3	169	158	38	1991	18 012	66,67	83	256,70	2,67	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	240,00	2,67	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	223,35	2,67	"
	"	"	"	"	"	"	"	12 008	46,67	83	179,70	1,81	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	168,00	1,81	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	156,35	1,81	"
	10	5	3	113	113	38	1331	12 882	47,40	83	182,50	1,90	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	170,65	1,90	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	158,80	1,90	"
	"	"	"	"	"	"	"	8 588	33,00	83	127,05	1,34	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	118,80	1,34	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	110,55	1,34	"

Tabelle II a.

Hauswärme soll erzielt werden 15—20° C. (im Mittel 17°). Aussentemperatur beträgt im Mittel 8° C. unter 0 im Winter. Wärmeverlust durch die ungedeckten Häuser 3 Calorien, durch nachts gedeckte Häuser 2 Calorien. Wärmefaufnahme der Luft 0,31 Calorien.

Angabe d. Pflanzen, welche die Wärme bedürfen.	Grösse d. Häuser (Neigungswinkel der Glasfläche 30°).			Luftinhalt in cbm	Abkühlungsfläche in qm	Temperaturdifferenz Celsius	Lufterwärmung p. cbm Calorien	Wärmeverlust durch Wände u. Glasflächen p. cbm u. Stunde Calorien	Benötigte glatte Heizrohrfläche in qm	Rohrweite aussen mm	Rohrlänge Lfd. m	Kesselheizfläche in qm	Angabe ob gedeckt oder ungedeckt.
	Länge m	Breite m	Höhe m										
Gardenien, Orchideen (warm), Croton etc.	20	5	3	225	203	25	1744	15 225	53,23	83	204,94	2,15	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	191,63	2,15	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	178,32	2,15	"
	"	"	"	"	"	"	"	10 150	39,67	83	152,73	1,60	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	142,81	1,60	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	132,90	1,60	"
	15	5	3	169	158	25	1310	11 850	43,87	83	168,90	1,75	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	157,93	1,75	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	146,86	1,75	"
	"	"	"	"	"	"	"	7900	30,70	83	118,20	1,25	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	110,52	1,25	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	102,85	1,25	"
	10	5	3	113	113	25	876	8475	31,17	83	120,00	1,24	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	112,21	1,24	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	104,42	1,24	"
	"	"	"	"	"	"	"	5650	21,75	83	83,74	0,87	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	78,30	0,87	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	72,86	0,87	"

Tabelle II b.

Hauswärme soll erzielt werden 15—20° C. (im Mittel 17°). Aussentemperatur beträgt im Mittel 12° C. unter 0 im Winter. Wärmeverlust durch die ungedeckten Häuser 3 Calorien, durch nachts gedeckte Häuser 2 Calorien. Wärmefaufnahme der Luft 0,31 Calorien.

Angabe d. Pflanzen, welche die Wärme bedürfen	Grösse d. Häuser (Neigungswinkel der Glasfläche 30°)			Luftinhalt in cbm	Abkühlungsfläche in qm	Temperaturdifferenz in Celsius	Lufterwärmung p. cbm Calorien	Wärmeverlust durch Wände u. Glasflächen p. cbm u. Stunde Calorien	Benötigte glatte Heizrohrfläche in qm	Rohrweite aussen mm	Rohrlänge Lfd. m	Kesselheizfläche in qm	Angabe ob gedeckt oder ungedeckt
	Länge m	Breite m	Höhe m										
Gardenien, Orchideen (warm), Croton etc.	20	5	3	225	203	29	2023	17 661	65,60	83	252,56	2,65	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	236,15	2,65	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	219,75	2,65	"
	"	"	"	"	"	"	"	11 774	46,00	83	177,10	1,71	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	165,60	1,71	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	154,10	1,71	"
	15	5	3	169	158	29	1519	13 746	58,11	83	223,72	2,03	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	209,20	2,03	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	194,67	2,03	"
	"	"	"	"	"	"	"	9164	35,27	83	135,79	1,50	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	126,97	1,50	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	118,15	1,50	"
	10	5	3	113	113	29	1016	9831	39,53	83	152,20	1,56	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	142,30	1,56	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	132,43	1,56	"
	"	"	"	"	"	"	"	6554	25,24	83	97,17	1,00	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	90,86	1,00	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	84,55	1,00	"

Tabelle II c.

Hauswärme soll erzielt werden 15—20° C. (im Mittel 17°). Aussentemperatur beträgt im Mittel 16° C. unter 0 im Winter. Wärmeverlust durch die ungedeckten Häuser 3 Calorien, durch nachts gedeckte Häuser 2 Calorien. Wärmefaufnahme der Luft 0,31 Calorien.

Angabe d. Pflanzen, welche die Wärme bedürfen.	Grösse d. Häuser (Neigungswinkel der Glasfläche 30°).			Luftinhalt in cbm	Abkühlungsfläche in qm	Temperaturdifferenz Celsius	Lufterwärmung p. cbm Calorien	Wärmeverlust durch Wände u. Glasflächen p. cbm u. Stunde Calorien	Benötigte glatte Heizrohrfläche in qm	Rohrweite aussen mm	Rohrlänge Lfd. m	Kesselheizfläche in qm	Angabe ob gedeckt oder ungedeckt.
	Länge m	Breite m	Höhe m										
Gardenien, Orchideen (warm), Croton etc.	20	5	3	225	203	33	2302	20 097	74,65	83	287,40	2,99	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	268,74	2,99	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	250,08	2,99	"
	"	"	"	"	"	"	"	13 398	52,34	83	201,51	2,09	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	188,42	2,09	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	175,34	2,09	"
	15	5	3	169	158	33	1729	15 642	57,90	83	222,92	2,32	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	208,44	2,32	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	193,97	2,32	"
	"	"	"	"	"	"	"	10 428	40,50	83	155,93	1,60	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	145,80	1,60	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	135,68	1,60	"
	10	5	3	113	113	33	1156	11 187	41,00	83	157,85	1,65	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	147,60	1,65	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	137,35	1,65	"
	"	"	"	"	"	"	"	7 458	28,66	83	110,34	1,15	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	97,18	1,15	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	96,00	1,15	"

Tabelle IIIa.

Hauswärme soll erzielt werden 12—15° C. (im Mittel 13°). Aussentemperatur beträgt im Mittel 8° C. unter 0 im Winter. Wärmeverlust durch die ungedeckten Häuser 3 Calorien, durch nachts gedeckte Häuser 2 Calorien. Wärmefaufnahme der Luft 0,31 Calorien.

Angabe d. Pflanzen, welche die Wärme bedürfen	Grösse d. Häuser (Neigungswinkel der Glasfläche 30°).			Luftinhalt in cbm	Abkühlungsfläche in qm	Temperaturdifferenz Celsius	Lufterwärmung p. cbm Calorien	Wärmeverlust durch Wände u. Glasflächen p. cbm u. Stunde Calorien	Benötigte glatte Heizrohrfläche in qm	Rohrweite aussen mm	Rohrlänge Lfd. m	Kesselheizfläche in qm	Angabe ob gedeckt oder ungedeckt.
	Länge m	Breite m	Höhe m										
Topfrosen, Maréchal Niel, Niphetos, Azalea (Treiberei), Lilien, Poinsetten etc.	20	5	3	225	203	21	1465	12789	47,50	83	182,88	1,90	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	171,00	1,90	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	159,13	1,90	"
	"	"	"	"	"	"	"	8526	33,30	83	128,21	1,33	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	119,88	1,33	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	111,56	1,33	"
	15	5	3	169	158	21	1100	9954	36,00	83	138,60	1,60	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	129,60	1,60	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	120,60	1,60	"
	"	"	"	"	"	"	"	6636	26,00	83	100,10	1,10	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	93,60	1,10	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	87,10	1,10	"
	10	5	3	113	113	21	736	7119	26,00	83	100,10	1,05	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	93,60	1,05	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	87,10	1,05	"
	"	"	"	"	"	"	"	4746	18,27	83	70,33	0,74	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	65,77	0,74	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	61,20	0,74	"

Tabelle III b.

Hauswärme soll erzielt werden 12 – 15° C. (im Mittel 13°). Aussentemperatur beträgt im Mittel 12° C. unter 0 im Winter. Wärmeverlust durch die ungedeckten Häuser 3 Calorien, durch nachts gedeckte Häuser 2 Calorien. Wärmeeaufnahme der Luft 0,31 Calorien.

Angabe d. Pflanzen, welche die Wärme bedürfen.	Grösse d. Häuser (Neigungswinkel der Glasfläche 30°)			Luftinhalt in cbm	Abkühlungsfläche in qm	Temperaturdifferenz Celsius	Lufterwärmung p. cbm Calorien	Wärmeverlust durch Wände u. Glasflächen p. cbm u. Stunde Calorien	Benötigte glatte Heizrohrfläche in qm	Rohrweite aussen mm	Rohrlänge Lfd. m	Kesselheizfläche in qm	Angabe ob gedeckt oder ungedeckt.
	Länge m	Breite m	Höhe m										
Topfrosen, Maréchal Niel, Niphetos, Azalea (Treiberei), Lilien, Poinsetten etc.	20	5	3	225	203	25	1744	15 225	53,23	83	204,94	2,15	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	191,63	2,15	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	178,32	2,15	"
	"	"	"	"	"	"	"	10 150	39,67	83	152,73	1,60	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	142,81	1,60	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	132,90	1,60	"
	15	5	3	169	158	25	1310	11 850	43,87	83	168,90	1,75	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	157,93	1,75	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	146,86	1,75	"
	"	"	"	"	"	"	"	7900	30,70	83	118,20	1,25	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	110,52	1,25	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	102,85	1,25	"
	10	5	3	113	113	25	876	8475	31,17	83	120,00	1,24	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	112,21	1,24	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	104,42	1,24	"
	"	"	"	"	"	"	"	5650	21,75	83	83,74	0,87	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	78,30	0,87	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	72,86	0,87	"

Tabelle III c.

Hauswärme soll erzielt werden 12—15° C. (im Mittel 13°). Aussentemperatur beträgt im Mittel 16° C. unter 0 im Winter. Wärmeverlust durch die ungedeckten Häuser 3 Calorien, durch nachts gedeckte Häuser 2 Calorien. Wärmefaufnahme der Luft 0,31 Calorien.

Angabe d. Pflanzen, welche die Wärme bedürfen.	Grösse d. Häuser (Neigungswinkel der Glasfläche 30°)			Luftinhalt in cbm	Abkühlungsfläche in qm	Temperatur-differenz Celsius	Lufterwärmung p. cbm Calorien	Wärmeverlust durch Wände u. Glasflächen p. cbm u. Stunde Calorien	Benötigte glatte Heizrohrfläche in qm	Rohrweite aussen mm	Rohrlänge Lfd. m	Kesselheizfläche in qm	Angabe ob gedeckt oder ungedeckt.
	Länge m	Breite m	Höhe m										
Topfrosen, Maréchal Niel, Niphetos, Azalea (Treiberei), Lilien, Poinsettien etc.	20	5	3	225	203	29	2023	17 661	65,60	83	252,56	2,65	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	236,15	2,65	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	219,75	2,65	"
	"	"	"	"	"	"	"	11 774	46,00	83	177,10	1,71	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	165,60	1,71	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	154,10	1,71	"
	15	5	3	169	158	29	1519	13 746	58,11	83	223,72	2,03	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	209,20	2,03	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	194,67	2,03	"
	"	"	"	"	"	"	"	9164	35,27	83	135,79	1,50	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	126,97	1,50	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	118,15	1,50	"
	10	5	3	113	113	29	1016	9831	39,53	83	152,20	1,56	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	142,30	1,56	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	132,43	1,56	"
	"	"	"	"	"	"	"	6554	25,24	83	97,17	1,00	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	90,86	1,00	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	84,55	1,00	"

Tabelle IVa.

Häuswärme soll erzielt werden 10–12° C. (im Mittel 11°). Aussentemperatur beträgt im Mittel 8° C. unter 0 im Winter. Wärmeverlust durch die ungedeckten Häuser 3 Calorien, durch nachts gedeckte Häuser 2 Calorien. Wärmefaufnahme der Luft 0,31 Calorien.

Angabe d. Pflanzen, welche die gegebene Wärme bedürfen.	Grösse d. Häuser (Neigungswinkel der Glasfläche 30°).			Luftinhalt in cbm	Abkühlungsfläche in qm	Temperaturdifferenz Celsius	Lufterwärmung p. cbm Calorien	Wärmeverlust durch Wände u. Glasflächen p. cbm u. Stunde Calorien	Benötigte glatte Heizrohrfläche in qm	Rohrweite aussen mm	Rohrlänge Lfd. m	Kesselheizfläche in qm	Angabe ob gedeckt oder ungedeckt.
	Länge m	Breite m	Höhe m										
Ausgepfl. Rosenhäuser, Palmenhäuser etc.	20	5	3	225	203	19	1325	11571	43,00	83	165,55	1,72	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	154,80	1,72	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	144,05	1,72	"
	"	"	"	"	"	"	"	7714	30,13	83	166,00	1,23	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	108,47	1,23	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	100,94	1,23	"
	15	5	3	169	158	19	995	9006	33,33	83	128,32	1,33	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	119,99	1,33	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	111,66	1,33	"
	"	"	"	"	"	"	"	6004	23,33	83	89,82	0,93	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	83,99	0,93	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	78,16	0,93	"
	10	5	3	113	113	19	666	6441	23,34	83	89,86	0,94	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	84,02	0,94	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	78,19	0,94	"
	"	"	"	"	"	"	"	4294	16,53	83	63,64	0,66	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	59,51	0,66	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	55,38	0,66	"

Tabelle IVb.

Hauswärme soll erzielt werden 10—12° C. (im Mittel 11°). Aussentemperatur beträgt im Mittel 12° C. unter 0 im Winter. Wärmeverlust durch die ungedeckten Häuser 3 Calorien, durch nachts gedeckte Häuser 2 Calorien. Wärmefaufnahme der Luft 0,31 Calorien.

Angabe d. Pflanzen, welche die Wärme bedürfen.	Grösse d. Häuser (Neigungswinkel der Glasfläche 30°)			Luftinhalt in cbm	Abkühlungsfläche in qm	Temperaturdifferenz Celsius	Lufterwärmung p. cbm Calorien	Wärmeverlust durch Wände u. Glasflächen p. cbm u. Stunde Calorien	Benötigte glatte Heizrohrfläche in qm	Rohrweite aussen mm	Rohrlänge lfd. m	Kesselheizfläche in qm	Angabe ob gedeckt oder ungedeckt.
	Länge m	Breite m	Höhe m										
Ausgepf. Rosenhäuser, Palmenhäuser etc.	20	5	3	225	203	23	1604	14007	52,00	83	200,20	2,08	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	187,20	2,08	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	174,20	2,08	"
	"	"	"	"	"	"	"	9338	36,47	83	140,41	1,45	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	131,29	1,45	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	122,17	1,45	"
	15	5	3	169	158	23	1205	10902	40,34	83	155,31	1,61	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	145,22	1,61	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	135,14	1,61	"
	"	"	"	"	"	"	"	7268	28,23	83	109,69	1,13	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	101,63	1,13	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	94,57	1,13	"
	10	5	3	113	113	23	806	7797	28,67	83	110,38	1,15	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	103,21	1,15	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	96,04	1,15	"
	"	"	"	"	"	"	"	5158	19,88	83	76,54	0,80	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	71,57	0,80	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	66,60	0,80	"

Tabelle IVc.

Hauswärme soll erzielt werden 10—12° C. (im Mittel 11°). Aussentemperatur beträgt im Mittel 16° C. unter 0 im Winter. Wärmeverlust durch die ungedeckten Häuser 3 Calorien, durch nachts gedeckte Häuser 2 Calorien. Wärmefaufnahme der Luft 0,31 Calorien.

Angabe d. Pflanzen, welche die Wärme bedürfen.	Grösse d. Häuser (Neigungswinkel der Glasfläche 30°)			Luftinhalt in cbm	Abkühlungsfläche in qm	Temperaturdifferenz Celsius	Lufterwärmung p. cbm Calorien	Wärmeverlust durch Wände u. Glasflächen p. cbm u. Stunde Calorien	Benötigte glatte Heizrohrfläche in qm	Rohrweite aussen mm	Rohrlänge Lfd. m	Kesselheizfläche in qm	Angabe ob gedeckt oder ungedeckt.
	Länge m	Breite m	Höhe m										
Ausgepfl. Rosenhäuser, Palmenhäuser etc.	20	5	3	225	203	27	1883	16443	61,08	83	235,16	2,43	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	219,89	2,43	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	204,62	2,43	"
	"	"	"	"	"	"	"	10962	42,82	83	164,86	1,71	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	154,15	1,71	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	143,45	1,71	"
	15	5	3	169	158	27	1415	12798	47,37	83	182,37	1,90	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	170,53	1,90	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	158,69	1,90	"
	"	"	"	"	"	"	"	8532	33,15	83	127,63	1,33	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	119,34	1,33	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	111,05	1,33	"
	10	5	3	113	113	27	946	9153	33,66	83	129,59	1,35	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	121,18	1,35	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	112,76	1,35	"
	"	"	"	"	"	"	"	6102	23,49	83	90,44	0,94	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	84,56	0,94	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	78,69	0,94	"

Tabelle Va.

Hauswärme soll erzielt werden 8—10° C. (im Mittel 9°). Aussentemperatur beträgt im Mittel 8° C. unter 0 im Winter. Wärmeverlust durch die ungedeckten Häuser 3 Calorien, durch nachts gedeckte Häuser 2 Calorien. Wärmefaufnahme der Luft 0,31 Calorien.

Angabe d. Pflanzen, welche die Wärme bedürfen.	Grösse d. Häuser (Neigungswinkel der Glasfläche 30°)			Luftinhalt in cbm	Abkühlungsfläche in qm	Temperaturdifferenz Celsius	Lufterwärmung p. cbm Calorien	Wärmeverlust durch Wände u. Glasflächen p. cbm u. Stunde Calorien	Benötigte glatte Heizrohrfläche in qm	Rohrweite aussen mm	Rohrlänge Lfd. m	Kesselheizfläche in qm	Angabe ob gedeckt oder ungedeckt.
	Länge m	Breite m	Höhe m										
Meteola, Asparagus, Orchideen (temper.), Freesen, Galanthus, Veilchen, Camellien, Wintergärten im allgemeinen etc.	20	5	3	225	203	17	1186	10353	46,67	83	179,68	1,54	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	168,01	1,54	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	156,34	1,54	"
	"	"	"	"	"	"	"	6902	26,96	83	103,80	1,08	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	97,06	1,08	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	90,32	1,08	"
	15	5	3	169	158	17	890	8058	29,83	83	114,85	1,19	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	107,39	1,19	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	99,93	1,19	"
	"	"	"	"	"	"	"	5372	20,87	83	80,35	0,84	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	75,13	0,84	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	69,91	0,84	"
	10	5	3	113	113	17	595	5767	21,20	83	81,62	0,85	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	76,32	0,85	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	71,02	0,85	"
	"	"	"	"	"	"	"	3842	14,79	83	56,94	0,59	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	53,24	0,59	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	49,55	0,59	"

Tabelle Vb.

Hauswärme soll erzielt werden 8–10° C. (im Mittel 9°). Aussentemperatur beträgt im Mittel 12° C. unter 0 im Winter. Wärmeverlust durch die ungedeckten Häuser 3 Calorien, durch nachts gedeckte Häuser 2 Calorien. Wärmefaufnahme der Luft 0,31 Calorien.

Angabe d. Pflanzen, welche die Wärme bedürfen.	Grösse d. Häuser (Neigungswinkel der Glasfläche 30°)			Luftinhalt in cbm	Abkühlungsfläche in qm	Temperaturdifferenz Celsius	Lufterwärmung p. cbm Calorien	Wärmeverlust durch Wände u. Glasflächen p. cbm u. Stunde Calorien	Benötigte glatte Heizrohrfläche in qm	Rohrweite aussen mm	Rohrlänge Lfd. m	Kesselheizfläche in qm	Angabe ob gedeckt oder ungedeckt.
	Länge m	Breite m	Höhe m										
Medeola, Asparagus, Orchideen (temper.), Freesien, Galanthus, Vellchen, Camellien, Wintergärten im allgemeinen etc.	20	5	3	225	203	21	1465	12789	47,50	83	182,88	1,90	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	171,00	1,90	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	159,13	1,90	"
	"	"	"	"	"	"	"	8526	33,30	83	128,21	1,33	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	119,88	1,33	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	111,56	1,33	"
	15	5	3	169	158	21	1100	9954	36,00	88	138,60	1,60	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	129,60	1,60	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	120,60	1,60	"
	"	"	"	"	"	"	"	6636	26,00	83	100,10	1,10	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	93,60	1,10	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	87,10	1,10	"
	10	5	3	113	113	21	736	7119	26,00	83	100,10	1,05	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	93,60	1,05	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	87,10	1,05	"
	"	"	"	"	"	"	"	4746	18,27	83	70,33	0,74	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	65,77	0,74	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	61,20	0,74	"

Tabelle Vc.

Hauswärme soll erzielt werden 8—10° C. (im Mittel 9°). Aussentemperatur beträgt im Mittel 16° C. unter 0 im Winter. Wärmeverlust durch die ungedeckten Häuser 3 Calorien, durch nachts gedeckte Häuser 2 Calorien. Wärmefaufnahme der Luft 0,31 Calorien.

Angabe d. Pflanzen, welche die Wärme bedürfen.	Grösse d. Häuser (Neigungswinkel der Glasfläche 30°)			Luftinhalt in cbm	Abkühlungsfläche in qm	Temperaturdifferenz Celsius	Lufterwärmung p. cbm Calorien	Wärmeverlust durch Wände u. Glasflächen p. cbm u. Stunde Calorien	Benötigte glatte Heizrohrfläche in qm	Rohrweite aussen mm	Rohrlänge Lfd. m	Kesselheizfläche in qm	Angabe ob gedeckt oder ungedeckt.
	Länge m	Breite m	Höhe m										
Medeola, Asparagus, Orchideen (temper.), Freesien, Galanthus, Veilchen, Camellien, Wintergärten im allgemeinen etc.	20	5	3	225	203	25	1744	15 225	53,23	83	204,94	2,15	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	191,63	2,15	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	178,32	2,15	"
	"	"	"	"	"	"	"	10 150	39,67	83	152,73	1,60	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	142,81	1,60	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	132,90	1,60	"
	15	5	3	169	158	25	1310	11 850	43,87	83	168,90	1,75	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	157,93	1,75	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	146,86	1,75	"
	"	"	"	"	"	"	"	7900	30,70	83	118,20	1,25	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	110,52	1,25	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	102,85	1,25	"
	10	5	3	113	113	25	876	8475	31,17	83	120,00	1,24	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	112,21	1,24	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	104,42	1,24	"
	"	"	"	"	"	"	"	5650	21,75	83	83,74	0,87	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	78,30	0,87	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	72,86	0,87	"

Tabelle VIa.

Hauswärme soll erzielt werden 5—8° C. (im Mittel 6°). Aussentemperatur beträgt im Mittel 8° C. unter 0 im Winter. Wärmeverlust durch die ungedeckten Häuser 3 Calorien, durch nachts gedeckte Häuser 2 Calorien. Wärmefaufnahme der Luft 0,31 Calorien.

Angabe d. Pflanzen, welche die Wärme bedürfen.	Grösse d. Häuser (Neigungswinkel der Glasfläche 30°)			Luftinhalt in cbm	Abkühlungsfläche in qm	Temperaturdifferenz in Celsius	Lufterwärmung p. cbm Calorien	Wärmeverlust durch Wände u. Glasflächen p. cbm u. Stunde Calorien	Benötigte glatte Heizrohrfläche in qm	Rohrweite aussen mm	Rohrlänge Lfd. m	Kesselheizfläche in qm	Angabe ob gedeckt oder ungedeckt.
	Länge m	Breite m	Höhe m										
Nelken, Cyclamen, Erica in Knospen etc.	20	5	3	225	203	14	976	8526	31,67	83	121,93	1,27	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	114,00	1,27	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	106,09	1,27	"
	"	"	"	"	"	"	"	5684	22,20	83	85,47	0,89	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	79,92	0,89	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	74,37	0,89	"
	15	5	3	169	158	14	733	6636	24,57	83	94,59	0,98	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	88,45	0,98	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	82,31	0,98	"
	"	"	"	"	"	"	"	4424	17,20	83	66,22	0,69	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	61,92	0,69	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	57,62	0,69	"
	10	5	3	113	113	14	488	4746	17,43	83	67,11	0,70	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	62,75	0,70	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	58,39	0,70	"
	"	"	"	"	"	"	"	3164	12,17	83	46,85	0,49	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	43,81	0,49	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	40,77	0,49	"

Tabelle VIb.

Hauswärme soll erzielt werden 5—8° C. (im Mittel 6°). Aussentemperatur beträgt im Mittel 12° C. unter 0 im Winter. Wärmeverlust durch die ungedeckten Häuser 3 Calorien, durch nachts gedeckte Häuser 2 Calorien. Wärmeaufnahme der Luft 0,31 Calorien.

Angabe d. Pflanzen, welche die Wärme bedürfen.	Grösse d. Häuser (Neigungswinkel der Glasfläche 30°).			Luftinhalt in cbm	Abkühlungsfläche in qm	Temperaturdifferenz Celsius	Lufterwärmung p. cbm Calorien	Wärmeverlust durch Wände u. Glasflächen p. cbm u. Stunde Calorien	Benötigte glatte Heizrohrfläche in qm	Rohrweite aussen mm	Rohrlänge Lfd. m	Kesselheizfläche in qm	Angabe ob gedeckt oder ungedeckt.
	Länge m	Breite m	Höhe m										
Nelken, Cyclamen, Erica in Knospen etc.	20	5	3	225	203	18	1255	10962	47,00	83	180,95	1,63	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	169,20	1,63	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	157,45	1,63	"
	"	"	"	"	"	"	"	7308	2853	83	109,84	1,14	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	102,71	1,14	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	95,58	1,14	"
	15	5	3	169	158	18	943	8532	31,58	83	121,58	1,26	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	113,69	1,26	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	105,79	1,26	"
	"	"	"	"	"	"	"	5688	22,10	83	85,09	0,88	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	79,56	0,88	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	74,04	0,88	"
	10	5	3	113	113	18	637	6102	22,46	83	86,47	0,90	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	80,86	0,90	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	75,24	0,90	"
	"	"	"	"	"	"	"	4068	15,67	83	60,33	0,63	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	56,41	0,63	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	52,59	0,63	"

Tabelle VIc.

Hauswärme soll erzielt werden 5—8° C. (im Mittel 6°). Aussentemperatur beträgt im Mittel 16° C. unter 0 im Winter. Wärmeverlust durch die ungedeckten Häuser 3 Calorien, durch nachts gedeckte Häuser 2 Calorien. Wärmefaufnahme der Luft 0,31 Calorien.

Angabe d. Pflanzen, welche die gegebene Wärme bedürfen.	Grösse d. Häuser (Neigungswinkel der Glasfläche 30°).			Luftinhalt in cbm	Abkühlungsfläche in qm	Temperaturdifferenz Celsius	Lufterwärmung p. cbm Calorien	Wärmeverlust durch Wände u. Glasflächen p. cbm u. Stunde Calorien	Benötigte glatte Heizrohrfläche in qm	Rohrweite aussen mm	Rohrlänge Lfd. m	Kesselheizfläche in qm	Angabe ob gedeckt oder ungedeckt.
	Länge m	Breite m	Höhe m										
Nelken, Cyclamen, Erica in Knospen etc.	20	5	3	225	203	22	1535	13398	49,77	83	191,61	2,00	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	179,17	2,00	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	166,73	2,00	"
	"	"	"	"	"	"	"	8932	34,89	83	134,33	1,40	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	125,60	1,40	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	116,88	1,40	"
	15	5	3	169	158	22	1153	10428	38,60	83	148,61	1,54	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	138,96	1,54	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	129,31	1,54	"
	"	"	"	"	"	"	"	6952	27,00	83	103,95	1,08	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	97,20	1,08	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	90,45	1,08	"
	10	5	3	113	113	22	771	7458	27,43	83	105,61	1,10	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	98,74	1,10	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	91,89	1,10	"
	"	"	"	"	"	"	"	4972	19,13	83	73,65	0,77	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	68,87	0,77	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	64,09	0,77	"

Tabelle VII a.

Hauswärme soll erzielt werden 3—5° C. (im Mittel 4°). Aussentemperatur beträgt im Mittel 8° C. unter 0 im Winter. Wärmeverlust durch die ungedeckten Häuser 3 Calorien, durch nachts gedeckte Häuser 2 Calorien. Wärmefaufnahme der Luft 0,31 Calorien.

Angabe d. Pflanzen, welche die gegebene Wärme bedürfen.	Grösse d. Häuser (Neigungswinkel der Glasfläche 30°).			Luftinhalt in cbm	Abkühlungsfläche in qm	Temperaturdifferenz Celsius	Lufterwärmung p. cbm Calorien	Wärmeverlust durch Wände u. Glasflächen p. cbm u. Stunde Calorien	Benötigte glatte Heizrohrfläche in qm	Rohrweite aussen mm	Rohrlänge Lfd. m	Kesselheizfläche in qm	Angabe ob gedeckt oder ungedeckt.
	Länge m	Breite m	Höhe m										
Kalthäuser und Ueberwinterungshäuser.	20	5	3	225	203	12	847	7308	27,18	83	104,64	1,09	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	97,85	1,09	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	91,05	1,09	"
	"	"	"	"	"	"	"	4872	19,00	83	73,15	0,76	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	68,40	0,76	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	63,65	0,76	"
	15	5	3	169	158	12	628	5688	21,00	83	80,85	0,84	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	75,60	0,84	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	70,35	0,84	"
	"	"	"	"	"	"	"	3792	14,73	83	56,71	0,59	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	53,03	0,59	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	49,35	0,59	"
	10	5	3	113	113	12	420	4068	14,96	83	57,60	0,60	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	53,86	0,60	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	50,12	0,60	"
	"	"	"	"	"	"	"	2712	10,43	83	40,16	0,42	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	37,55	0,42	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	34,94	0,42	"

Tabelle VIIb.

Hauswärme soll erzielt werden 3 -5° C. (im Mittel 4°). Aussentemperatur beträgt im Mittel 12° C. unter 0 im Winter. Wärmeverlust durch die ungedeckten Häuser 3 Calorien, durch nachts gedeckte Häuser 2 Calorien. Wärmefaufnahme der Luft 0,31 Calorien.

Angabe d. Pflanzen, welche die gegebene Wärme be- dürfen.	Grösse d. Häuser (Neig- ungswinkel der Glas- fläche 30°).			Luft- inhalt in cbm	Abküh- lungs- fläche in qm	Tempe- ratur- diffe- renz Celsius	Luft- erwärmung p. cbm Calorien	Wärmeverlust durch Wände u. Glasflächen p. cbm u. Stunde Calorien	Benötigte glatte Heiz- rohrfläche in qm	Rohr- weite aussein mm	Rohr- länge Lfd. m	Kessel- heizfläche in qm	Angabe ob gedeckt oder ungedeckt.
	Länge m	Breite m	Höhe m										
Kalthäuser u. Ueberwinterungshäuser etc.	20	5	3	225	203	16	1116	9744	36,20	83	139,37	1,45	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	130,32	1,45	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	121,27	1,45	"
	"	"	"	"	"	"	"	6496	25,37	83	97,67	1,00	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	91,33	1,00	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	84,99	1,00	"
	15	5	3	169	158	16	838	7584	28,00	83	107,80	1,12	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	100,80	1,12	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	93,80	1,12	"
	"	"	"	"	"	"	"	5056	19,65	83	75,65	0,79	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	70,74	0,79	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	65,83	0,79	"
	10	5	3	113	113	16	560	5424	20,00	83	77,00	0,80	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	72,00	0,80	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	67,00	0,80	"
	"	"	"	"	"	"	"	3616	13,92	83	53,59	0,56	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	50,11	0,56	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	46,63	0,56	"

Tabelle VII c.

Hauswärme soll erzielt werden 3—5° C. (im Mittel 4°). Aussentemperatur beträgt im Mittel 16° C. unter 0 im Winter. Wärmeverlust durch die ungedeckten Häuser 3 Calorien, durch nachts gedeckte Häuser 2 Calorien. Wärmeaufnahme der Luft 0,31 Calorien.

Angabe d. Pflanzen, welche die Wärme bedürfen	Grösse d. Häuser (Neigungswinkel der Glasfläche 30°)			Luftinhalt in cbm	Abkühlungsfläche in qm	Temperaturdifferenz Celsius	Lufterwärmung p. cbm Calorien	Wärmeverlust durch Wände u. Glasflächen p. cbm u. Stunde Calorien	Benötigte glatte Heizrohrfläche in qm	Rohrweite aussen mm	Rohrlänge Lfd. m	Kesselheizfläche in qm	Angabe ob gedeckt oder ungedeckt
	Länge m	Breite m	Höhe m										
Kalthäuser u. Ueberwinterungshäuser etc.	20	5	3	225	203	20	1395	12180	45,25	83	174,21	1,81	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	162,90	1,81	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	151,59	1,81	"
	"	"	"	"	"	"	"	8120	31,72	83	122,12	1,27	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	114,19	1,27	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	106,26	1,27	"
	15	5	3	169	158	20	1048	9480	35,09	83	135,10	1,40	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	126,32	1,40	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	117,55	1,40	"
	"	"	"	"	"	"	"	6320	24,56	83	94,56	0,98	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	88,42	0,98	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	82,28	0,98	"
	10	5	3	113	113	20	701	6780	24,94	83	96,02	1,00	ungedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	89,78	1,00	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	83,55	1,00	"
	"	"	"	"	"	"	"	4520	17,43	83	67,11	0,70	gedeckt
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	89	62,75	0,70	"
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	58,39	0,70	"

Heizungsanlagen.

Unter Heizung versteht man im allgemeinen die künstliche Erwärmung von Räumen. Sie hat den Zweck, den in diesen Räumen sich befindenden lebenden Individuen ein Klima zu schaffen, das dem Organismus derselben angepasst ist. Neben der Erzeugung der notwendigen Temperaturen hat man vor allen Dingen für Reinhaltung der Luft zu sorgen, indem man für richtigen Abzug der durch Verbrennung der Heizmaterialien entstehenden schädlichen Gase sorgt und die durch das Feuer verbrauchte Luft dem Raume zweckmässig wieder zuführt. Um die entsprechenden Temperaturen zu schaffen, hat man sehr verschiedene Heizungsarten, die man in 2 Hauptgruppen teilt:

a. Lokalheizung.

Unter Lokalheizung versteht man diejenige Heizungsanlage, die in einem Raum als selbständige Anlage sich befindet, dort in den meisten Fällen bedient und gereinigt etc. wird. Eine derartige Heizung muss selbstverständlich sehr sauber gehalten werden, bringt aber trotzdem Staub und Schmutz in den Raum und lässt, ist die Anlage nicht gut gemacht, auch schädliche Gase in diesen eintreten.

Man unterscheidet

1. Ofenheizung
2. Petroleumheizung
3. Gasheizung.

Kaminheizung, also offenes Feuer, wie es früher gebräuchlich war, ist wohl heute nur noch wenig anzutreffen. Kanalheizung ist eine Heizung, die von einem besonderen Raum aus bedient wird und heute wohl nur für Gewächshäuser Anwendung findet.

b. Zentralheizung.

Unter Zentralheizung versteht man diejenige Heizanlage, die von einem besonderen Heizraum aus verschiedene Räume mit Wärme versorgt. Die Uebertragung der Wärme vom Heizapparat nach den verschiedenen Räumen geschieht durch Wasser, Dampf oder Luft. Man unterscheidet deshalb 3 Hauptgruppen und zwar:

1. Wasserheizung
2. Dampfheizung
3. Luftheizung.

Die Wasserheizung wird wiederum eingeteilt in:

- a. Niederdruckwarmwasserheizung
- b. Mitteldruckwarmwasserheizung
- c. Heisswasserheizung.

Bei Niederdruckwarmwasserheizung kommt das Wasser nicht über den Siedepunkt und ist am höchsten Punkt offen,

d. h. der Behälter auf dem höchsten Punkt bildet ein offenes Gefäss. Bei Mitteldruckwarmwasserheizung ist dieses Gefäss geschlossen und wird das Wasser bis 130° erhitzt.

Die Heisswasserheizung ist gleichfalls vollständig geschlossen und erhitzt sich bis 160°.

Bei der Dampfheizung unterscheiden wir

a. Hochdruckdampfheizung

b. Niederdruckdampfheizung.

Der Träger der Wärme ist hier der Wasserdampf und arbeitet die Hochdruckdampfheizung mit 1,5—2 Atmosphären, während die Niederdruckdampfheizung mit 0,5 Atmosphären arbeitet. Erstere bedarf der behördlichen Aufsicht, ist also nicht gefahrlos. Der Vorteil der Dampfheizung liegt in der fast unbegrenzten horizontalen Ausdehnung und der schnellen Wirkung, da sich der Dampf sehr schnell fortbewegt. Da der Dampf durch Abkühlung sehr schnell zu Wasser wird, so wirkt eine Dampfheizung auch nicht nachhaltig. Um eine länger andauernde Wärme zu erhalten, wendet man Wasserheizkörper an. Es sind dies grössere, mit Wasser gefüllte Behälter, die durch Dampf erwärmt werden, indem entweder Dampfrohre durch das Wasser gehen und dasselbe erwärmen, oder der Dampf direkt ins Wasser gelassen wird.

Diese Art Heizung war vor 20—25 Jahren noch vielfach für Treibereien in Anwendung, namentlich in Berlin. Sie wird Dampfwasserheizung genannt.

Bei der Luftheizung wird die äussere Luft mittels Kanal in einen geschlossenen Raum des Erdgeschosses geführt, dort erwärmt und wiederum mittels Kanäle in die einzelnen Räume verteilt. Die Erwärmung der Luft geschieht entweder direkt durch das Feuer mittels Ofens oder durch Dampf oder auch Wasser. Man bezeichnet sie deshalb je nachdem mit

a. Feuerluftheizung

b. Dampf- oder Wasserluftheizung.

Diejenigen Heizungen, welche uns am meisten interessieren, sind die, welche vornehmlich für Gewächshäuser Verwendung finden. Hier kommen nur 3 Arten in Betracht und zwar:

1. die Kanalheizung

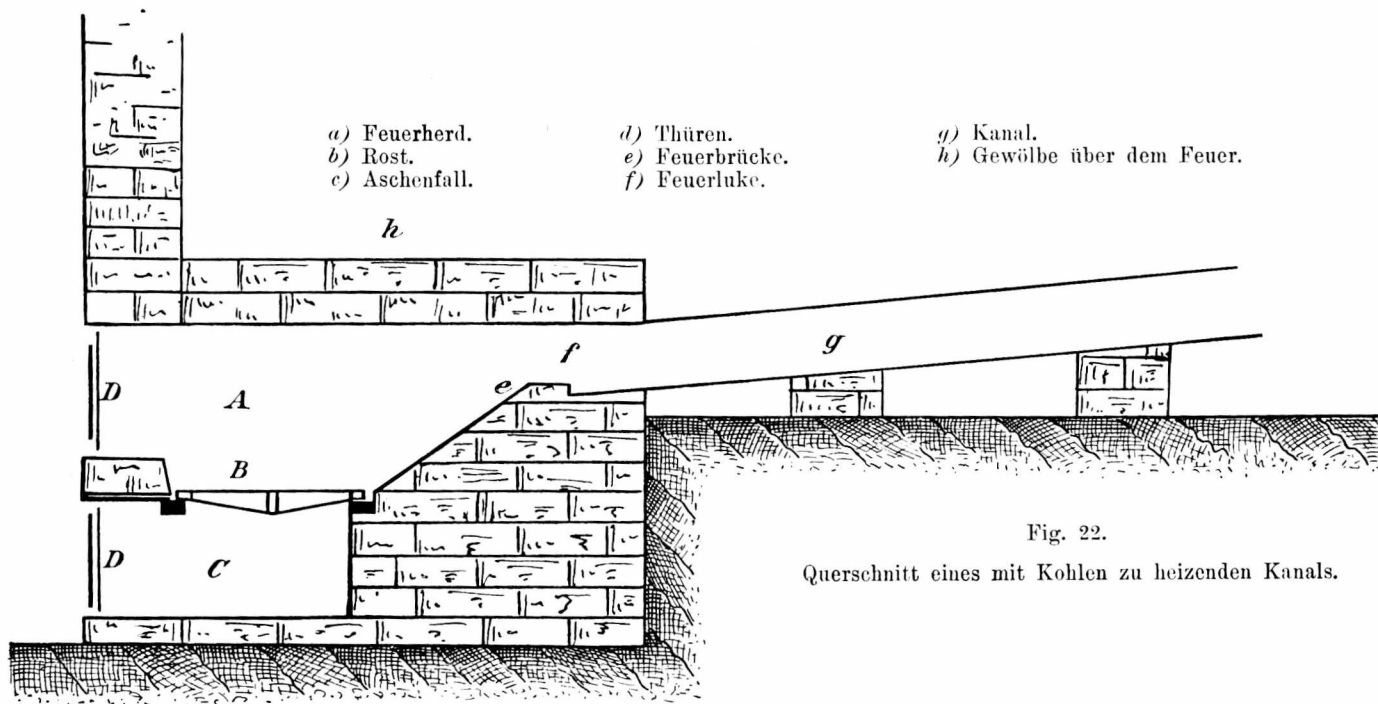
2. die Warmwasserniederdruckheizung

3. die Niederdruckdampfheizung.

(Vielleicht auch die elektrische Heizung, die in einem Anhang besonders behandelt werden soll).

Die Kanalheizung für Gewächshäuser.

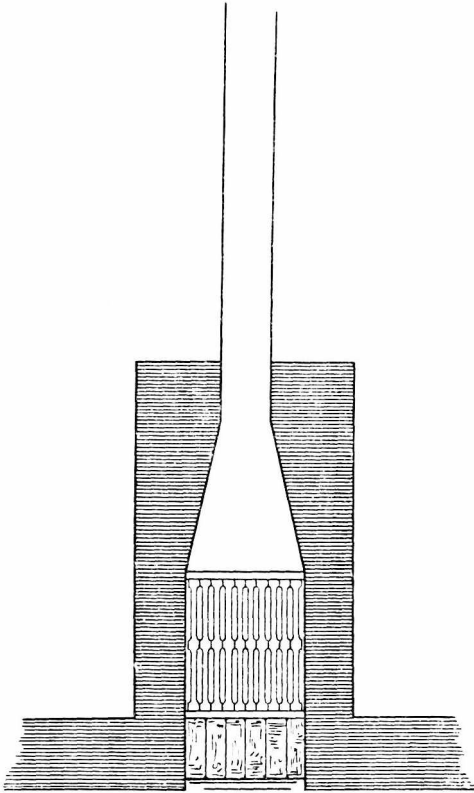
Obgleich die Kanalheizungen noch wenig in Gebrauch sein werden, so soll doch die richtige Anlage einer solchen Heizung durch Wort und Bild vorgeführt werden. Will man in einem Raum, der nur ab und zu geheizt werden braucht, eine Wasser-



heizung sparen, so ist die richtige Anlage des Kanals, sowie das Material, woraus derselbe gemacht werden soll wichtig, denn es muss dabei die Durchlässigkeit dieses Materials in Betracht gezogen werden. Je durchlässiger das Material und je weniger Zug, je grösser die Ausdünstung.

Der Kanal wird entweder bis zur Einmündung in den Schornstein gemauert, oder es besteht nur der Feuerherd bis zur Feuer-

Fig. 23.



Grundriss der Kanalfeuerstätte für Kohlen-
feuerung.

luke aus feuerfestem Material, um dann in ein Rohr von unglasiertem Thon oder Gusseisen zu münden. Der Querschnitt dieser Kanäle ist gleich der freien Rostfläche zu nehmen. Der Feuerherd ist grösser zu machen, wenn Holz oder Torf als Heizmaterial in Frage kommt. Wie bei allen Feuerungsanlagen ist die Feuerluke etwas enger als der eigentliche Kanal und hat den Zweck, wie auch im Kapitel über Feuerungsanlagen gesagt ist, den Zug energisch zu fördern. Da der Kanal gewöhnlich wenig Steigung hat, so ist der Schornstein entsprechend höher zu führen und zwar richtet sich dies nach der Länge des Kanals. Ein mehr horizontal liegender Kanal sollte nie länger als 30 bis 35 Meter gemacht werden. Die Höhe des Schornsteins berechnet man also nach der Länge des Kanals und hat die

Praxis gezeigt, dass der Schornstein $\frac{1}{4}$ Höhe der Länge des Kanals haben muss und zwar vom Rost gemessen. Ein 30 Meter langer Kanal müsste also einen $7\frac{1}{2}$ Meter hohen Schornstein haben.

Gusseiserne Röhren sollten bei je 3 Meter ein Zwischenstück mit Reinigungsdeckel besitzen, denn die Reinhaltung des Kanalrohres ist die Hauptsache. Da sich gusseiserne Röhren durch die Hitze bedeutend ausdehnen, so sind diese entsprechend zu dichten und zwar soll dieser Stoff zum

Dichten unverbrennlich sein. Es empfiehlt sich deshalb Flanschenverschraubungen zu wählen, die eine Asbest-Zwischenlage erhalten.

Fig. 22, 23, 24 und 25 veranschaulichen die Feuerstätte eines Kanals.

Nach Krüger rechnet man bei einer gewöhnlichen Zimmerheizung pro 100 cbm eines auf 20° Celsius zu erwärmenden Raumes an Heizfläche: bei Kachelöfen nicht unter 6 qm, bei eisernen Oefen 1,0 bis 1,4 qm. Bei den Zentralheizungen (Warmwasser-, Heisswasser- und Dampfheizung) rechnet man auf 1 qm Wärmefläche 20 bis 25 cbm zu erwärmenden Luftraum.

Nun wissen wir aus unserer Berechnung und aus der Praxis, dass, wenn 1 qm Heizfläche dem Heizungsmaterial 7500 Cal. im Mittel entnimmt und durch die glatten Heizröhren der Gewächshausluft 300 Cal. pro qm abgegeben werden, dass ein Raum von 225 cbm Inhalt bei 203 qm Abkühlungsflächen und 20° C. Temperaturdifferenz (Tabelle VIIc) 45,25 qm Heizrohr-

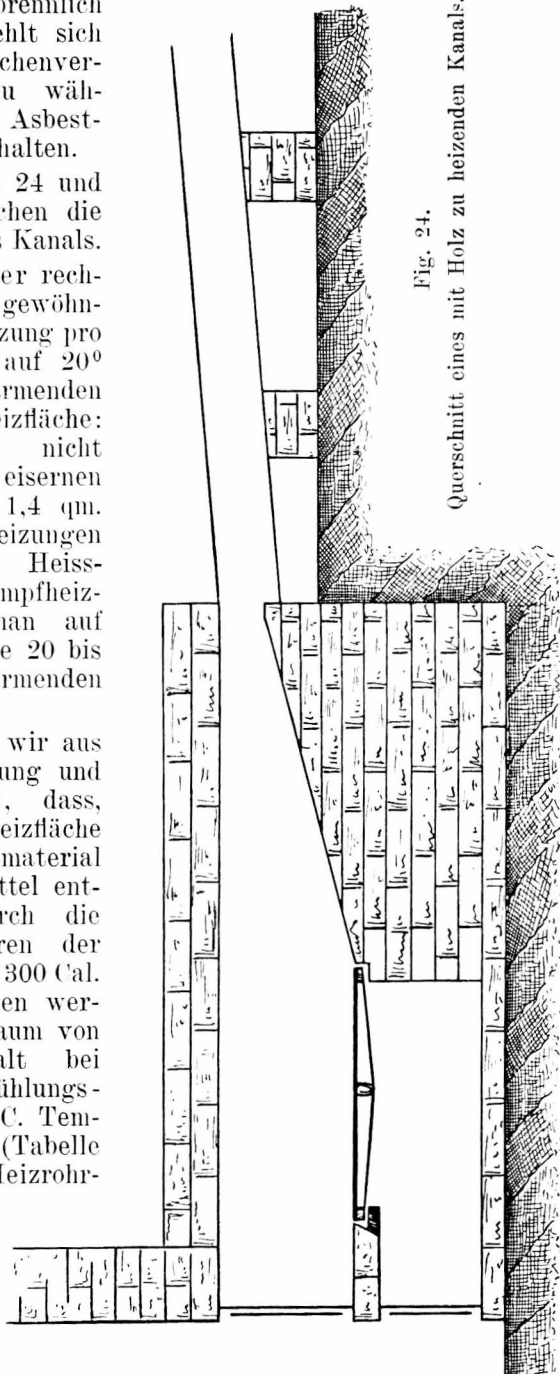
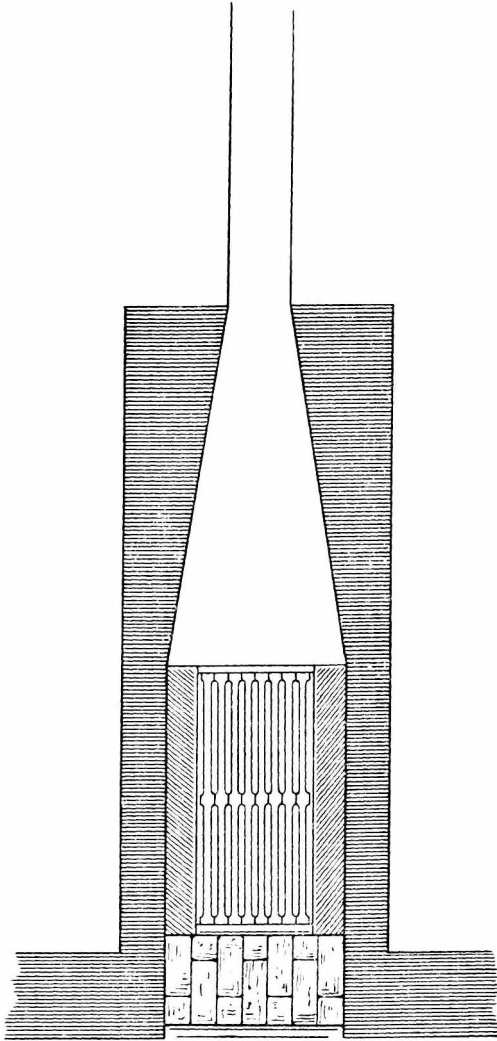


Fig. 24.

Querschnitt eines mit Holz zu heizenden Kanals.

fläche nötig hat, während nach Krüger derselbe Raum als Zimmer 11,25 qm nötig hätte. Es ist also eine viermal grössere Wärmemenge für ein Gewächshaus notwendig, als für ein Zimmer in

Fig. 25.



Grundriss zu Fig. 24.

derselben Grösse. Würden wir nun diese Rechnung auf den Kanal anwenden, d. h. die Wärmeabgabe desselben der Wärmeabgabe eines Kachelofens gleichstellen, so müssten wir auf 100 cbm Luftraum 24 qm Heizfläche rechnen, auf 225 cbm aber 54 qm Heizfläche oder 90,18 lfd. Meter 18—19 cbm l. W. Kanalrohr. In der Praxis kommen wir jedoch mit einer Kanallänge von 45 bis 50 Metern, also mit der Hälfte aus, und ist dies daraus zu erklären, dass der Kanal mehr Wärme abgibt als ein Kachelofen. Wie schon vorher erwähnt, soll ein Kanal keine grössere Länge haben als 30 bis 35 Meter. Wollen wir nun einen Raum von 225 cbm in der geforderten Temperatur halten, so müssten 2 Kanäle in gleichen Dimensionen nebeneinander liegen und die freie Rostfläche doppelt so gross sein.

Bei einem Kanaldurchschnitt (Eisen) von 18—19 cm ä. D. würde die totale Rostfläche ungefähr betragen:

$25 \times 40 \text{ cm} = 1000 \text{ qcm.}$
Die freie Rostfläche $\frac{1}{3}$
hiervon = 334 qcm.

1 qcm Heizfläche = 1,67 lfd. Meter Kanalrohr. Nehmen wir nun 2 Kanäle nebeneinander mit einem Feuerherd, so müsste die totale Rostfläche gross sein: $30 \times 70 \text{ cm} = 2100 \text{ qcm.}$ die freie Rostfläche 668 qcm. Sollen beide Kanäle in einen Schorn-

stein münden, so ist dieser selbstverständlich so weit zu machen, wie die freie Rostfläche bei gemeinschaftlichem Feuerherd beträgt.

Kanalheizung macht die Luft trocken. Bei warmen Häusern, die mit Kanal versehen werden sollen, hilft man sich dadurch, dass man den Feuerherd mit einer Pfanne versieht, die stets voll Wasser gehalten wird. Bei ganz kalten Häusern sollte ein solcher Wasserbehälter vermieden werden. Hier kann das Austrocknen nur vorteilhaft sein, da sich mehr Feuchtigkeit in solchen Häusern bildet, als erwünscht ist. Ist ein Kanal längere Zeit nicht geheizt, so zieht derselbe Wasser an, namentlich dann, wenn er aus Ziegeln oder unglasierten Thonröhren besteht; auch im Innern der Gusseisenröhren schlägt sich Wasser nieder. Es empfiehlt sich und ist auch notwendig, dass unter der Einmündung des Kanals in den Schornstein eine Oeffnung in diesen bleibt, die herdartig gemacht und dicht verschliessbar eingerichtet werden muss. Auf diesem kleinen Herd wird ein sog. Lockfeuer entzündet, dass erstlich den Zweck hat den Schornstein zu erwärmen und die nach unten drückende schwere Luft herauszutreiben, und zweitens durch den entstehenden scharfen Zug die im Kanal befindliche ebenfalls schwere Luft herauszuziehen und so den Feuergasen den Weg frei zu machen. Das Lockfeuer wirkt saugend. Ist der Zug hergestellt, wird der Herd des Lockfeuers dicht verschlossen.

Zur Regelung des Zuges sowohl, als zum Abschluss der Luft nach dem Abheizen, dienen fest schliessende Thüren vor dem Feuerherd. Bei schlecht schliessenden Thüren wird der Kanal nach dem Abheizen sehr schnell kalt und kühlt die untere Luft im Hause ganz unnötig ab.

Ein Kanal erfordert viel Heizmaterial und ist infolgedessen unrationell, namentlich wenn starke Kälte eintritt und das Feuer in der Nacht zuweit niederbrennt.

Wenn es möglich ist, so giebt man dem Kanal gleich Steigung vom Feuerherd aus, doch ist dies nicht unbedingt nötig. Liegt der Rost tief, der Kanal horizontal, vielleicht etwas ansteigend, wie in den Abbildungen veranschaulicht, und ist er bei 30 bis 35 Meter Länge mit einem entsprechend hohen Schornstein und mit der vorgeschriebenen Heizvorrichtung am Fusse desselben versehen, und ist der Kanaldurchmesser mit der freien Rostfläche gleich, so sind alle Bedingungen eines guten Kanals erfüllt. Ein zu niedriger Schornstein wird in den meisten Fällen am schlechten Zug schuld sein.

Schüttvorrichtungen.

Um eine fortwährende Beaufsichtigung des Feuers unnötig zu machen, konstruiert man Feuerungsanlagen mit Schüttvorrichtung, d. h. man versieht den Feuerherd mit einem schrägen

oder senkrechten Schacht, welcher oben mit einer dichten Klappe geschlossen werden kann. In diesen Schacht werden die Kohlen geschüttet, welche, da der Füllschacht nach unten weiter, also konisch geformt ist, von selbst und allmählich in den Verbrennungsraum gleiten und, je nachdem der Luftzutritt reguliert ist, schneller oder langsamer verbrennen. Nicht alle Heizmaterialien lassen sich derartig und mit Erfolg verwenden, doch eignen sich Koke, vor allem Steinkohlenkoke sehr gut für diesen Zweck. Im allgemeinen gilt eine niedrige Beschickung für rationeller und sollte die Kohlschicht nicht höher als 10—15 cm erhalten werden.

Es sind auch thatsächlich Schüttvorrichtungen so eingerichtet worden, dass nicht mehr Heizmaterial nachfällt, als zu einer egalten Schicht von 10—15 cm nötig ist. Diese Schüttvorrichtungen sind durch mehrere Schieber regulierbar, wie z. B. bei den Topf'schen Treppenrostanlagen ersichtlich ist. Die Ausnützung des Heizmaterials ist deshalb bei zu hoher Beschickung, wie dies bei grossem Füllraum notwendig, nicht genügend und es geht sehr viel Wärme verloren. Die Heizflächen sind nicht in der Lage, die viele Wärme aufzunehmen, welche die grosse Menge Heizmaterial, wenn im vollen Brand, entwickelt.

Es muss also auch der Füllraum im richtigen Verhältnis zur Heizfläche stehen, eventuell darf dieser nicht zu hoch gefüllt werden. Manche Kessel sind allerdings nur für Berührungs- und strahlende Wärme-Aufnahme eingerichtet, wie z. B. die freistehenden Cylinderkessel bei Wasserheizungen, doch sind diese nicht rationell genug, namentlich dann, wenn der ganze Feuerraum mit Koke gefüllt ist und die oben direkt in den Schornstein abziehenden Feuergase sich nicht entzünden können. Kessel mit grossem Füllraum, wo sich die Höhe der Kohlschicht nicht selbst regulieren kann, sollten nur des Nachts bis oben gefüllt werden.

Warmwasserheizung.

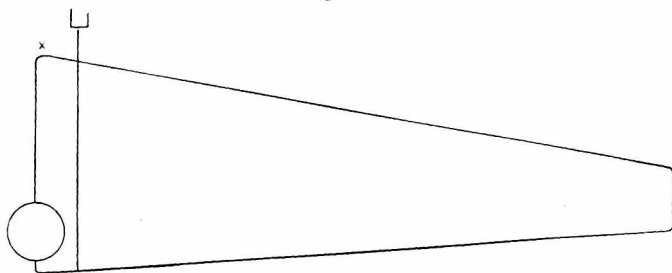
Eine Wasserheizung besteht aus 2 Teilen und zwar aus dem die Wärme aufnehmenden und dem die Wärme abgebenden Teil. Der erstere wird entweder von einem Kessel gebildet oder von spiralförmig gewundenen Röhren, und der zweite Teil durch eine Röhrenleitung, die vom ersten Teil ausgeht und nach dort wieder zurückkehrt. Beide Teile sind vollständig mit Wasser gefüllt und je nachdem mit einem offenen oder geschlossenen Expansionsgefäss versehen.

Die wichtigste und für unsere Gewächshäuser am meisten verwendete Warmwasserheizung ist die mit offenem Expansionsgefäss, die als Niederdruckwarmwasserheizung bezeichnet wird.

Diese Heizung besitzt verschiedene grosse Vorteile. Sie ist gefahrlos, lässt sich leicht bedienen, arbeitet geräuschlos, die Wärme hält sich längere Zeit, der zu heizende Raum wird gleichmässig erwärmt und die Kessel sind bei richtiger Konstruktion sparsam im Heizmaterialverbrauch. Alles grosse Vorteile, die andere Heizungen nicht in dem Mafse oder überhaupt nicht aufzuweisen haben.

Wie schon oben gesagt, ist die Heizung vollständig mit Wasser gefüllt. Die Wärmeübertragung erfolgt durch Vermittlung des Wassers und zwar dadurch, dass dasselbe an der tiefsten Stelle erwärmt wird, in seinem Zusammenhang lockerer und dadurch leichter wird und nach oben strömt. Das dichtere schwerere Wasser sinkt naturgemäss nach unten bis zur tiefsten Stelle, um, wenn dort ebenfalls erwärmt, denselben Weg nach oben einzuschlagen. Man nehme 2 vertikale Röhren, die mit 2 anderen horizontal verbunden und mit Wasser gefüllt sind und erwärme die eine vertikale Röhre am Fusse, so wird man sofort eine Bewegung der darin enthaltenen Wassersäule nach oben beobachten können, ebenso wird man auch sehen, dass das Wasser den kürzesten Weg sucht, nach oben zu kommen. Da die Natur keinen luftleeren Raum duldet und die nach oben steigenden wärmeren Teilchen die kälteren vor sich herdrängen, so muss, so lange die Erhitzung des unteren Punktes der vertikalen Röhre geschieht, ein Kreislauf des Wassers in der Röhre stattfinden. In dieser Bewegung finden wir das Hauptprinzip der Wasserheizung.

Fig. 26.

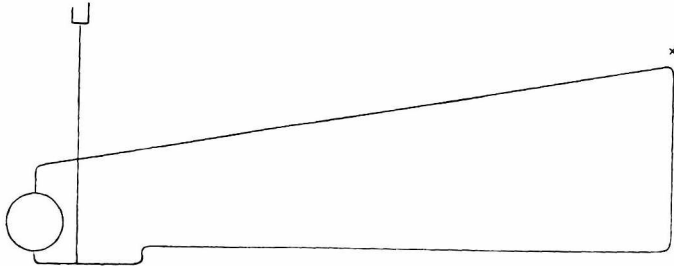


Höchster Punkt überm Kessel. * Lufthahn.

Das aufsteigende Wasser findet bei vertikaler Strömung den geringsten Widerstand, weil es den kürzesten Weg durchläuft. Je grösser nun die senkrechte Entfernung zwischen erwärmtem und höchstem Punkt ist, je schneller wird die Bewegung in den beiden ungleichen Wassersäulen sein, weil die kältere Wassersäule je grösser, je schwerer ist. Wird das erhitzte Wasser gezwungen, den höchsten Punkt in schräger Richtung zu suchen, so ist die Ueberwindung des Widerstandes, den das kältere Wasser leistet, viel grösser und kann nicht in

der ganzen Stärke weggedrängt werden, vielmehr wird das erhitzte Wasser in dem oberen Teile des Steigrohres entlang gehen, während das kalte Wasser in demselben Rohr nach unten zurückströmt. Es wird also eine selbständige Zirkulation in demselben Rohre stattfinden, die durch die gegenseitige Reibung eine Verlangsamung des allgemeinen Kreislaufes des Wassers herbeiführen muss. Auffällig ist dies vor allem beim Anheizen.

Fig. 27.

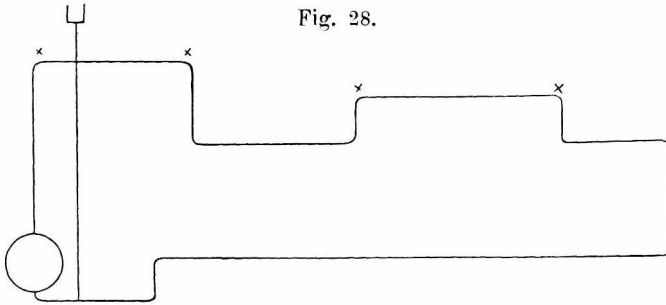


Bei Gewächshausheizungen ist diese Methode, den höchsten Punkt an das Ende der nur mit wenig Steigung versehenen Röhren zu legen, lange und zwar allzulange in Gebrauch gewesen. Noch vor 12 Jahren hat der Verfasser gegen diese verständnislose schablonenhafte Art der Anlegung von Wasserheizungen kämpfen müssen. Ganz abgesehen davon, dass die Zirkulation des Wassers in einer solchen Anlage unbefriedigend ist, hat diese auch noch den Nachteil, dass der Kessel unverhältnismässig tief stehen muss.

Nun sind durch die Grundwasserverhältnisse gewisse Grenzen gezogen und es ist oft auch durch andere Umstände unmöglich, die Kessel so tief zu stellen. Wer also nicht das Risiko einer eventuellen Versagung der Heizung eingehen wollte, musste die Anlage unter solchen Umständen ganz unterlassen, oder ein tiefes Zementbassin zur Aufnahme des Kessels erbauen lassen. Es wird wohl kaum noch eine Anlage nach obigem Muster gemacht, man wendet vielmehr ausschliesslich das sogenannte fallende System an, wo also der höchste Punkt der Heizröhren überm Kessel liegt. Es sollen die ganzen Röhren von dem überm Kessel liegenden höchsten Punkt allmählich fallen und in den niedrigsten Punkt des Kessels einmünden. Muss hiervon abgewichen werden, indem das Rohr nochmals eine Krümmung nach oben machen muss, z. B. bei der Ueberführung über eine Thür etc., so darf diese Krümmung nicht höher sein, als der Punkt überm Kessel. Siehe Fig. 28.

Hindernisse, welche die Zirkulation des Wassers aufheben können, bestehen in Luftblasen, die sich bei Krümmungen, namentlich wie in vorstehender Figur veranschaulicht, bilden,

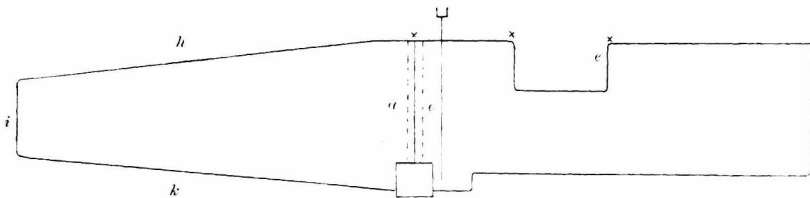
Fig. 28.



Röhrenführung über eine Thür. * Lufthähne.

d. h. es ist dem Wasser beim Füllen der Heizung nicht möglich gewesen die Luft aus diesen Winkeln herauszudrücken. Es ist deshalb notwendig, diese Stellen mit Lufthähnen zu versehen, die beim Füllen zu öffnen sind. Auch der höchste Punkt wird, ist hier nicht gleichzeitig das Expansionsgefäß angebracht, mit einem Lufthahn versehen, denn auch hier könnte die Luft beim Füllen nicht entweichen. Das Hauptbestreben bei der Anlage einer Wasserheizung muss vor allem auf eine Gleichmässigkeit bei Abzweigungen vom Steigrohr gerichtet werden. Man kann nicht von einem Steigrohr Abzweigungen gehen lassen, die unegal im Druck sind. Hat z. B. eine Abzweigung ein Hindernis zu überwinden und die andere nicht, so wird die eine auf Kosten der anderen einfach heisser werden und eventuell findet eine Zirkulation in dem einen Rohr überhaupt nicht statt.

Fig. 29.



Vorstehende Fig. 29 veranschaulicht eine solche Anlage. Die Röhre rechts ist unter einer Thür durchgehend gedacht. Die kalte Wassersäule *e* müsste überwunden werden. Das heisse Wasser findet aber in den Röhren *h. i. k.* diese Hindernisse nicht und wird selbstverständlich hier mit viel grösserer Macht einströmen. Muss ein Rohrstrang solche Krümmungen machen, so soll man ein besonderes Steigrohr aus dem Kessel damit in Verbindung bringen, wie durch Striche angedeutet ist, dieser Rohrstrang würde also ganz für sich arbeiten und dadurch in fast der gleichen Zeit heiss werden wie die übrigen.

Heizröhren.

Die für Gewächshäuser verwendeten Heizrohre können bestehen aus:

1. Kupfer.
2. Gusseisen.
3. Schmiedeeisen.
4. Verzinktem Eisenblech.

Kupfer ist als bester Wärmeleiter für derartige Zwecke am wertvollsten, doch spricht hier der Preis gegen die ausschliessliche Verwendung dieses Metalls.

Gusseisen wird viel in England verwendet und kommen die Röhren von dort nach dem Kontinent in grossen Mengen. Gewöhnlich sind diese Röhren in bestimmten Längen vorrätig. Das Zusammenfügen geschieht durch Flanschen, die durch Gummiringe gedichtet werden. Eine Flansche ist gewöhnlich fest mit dem Rohr verbunden. Geliefert werden auch gusseiserne Röhren mit Wasserkasten, die den Zweck haben feuchte Luft zu erzeugen. Was die Durchlässigkeit der Wärme anbetrifft, so bleibt sich das wohl bei allen eisernen Röhren gleich, selbst bei den verzinkten Eisenblechröhren wird die Wärmeabgabe nicht merklich grösser sein.

Die schmiedeeisernen Röhren sind insofern vorteilhaft, als dieselben ohne Schwierigkeit in jeder Länge geschnitten werden können. Da diese Röhren auf dem Transport viel weniger leiden als z. B. gusseiserne, so werden diese in grossen Längen hergestellt. Die Verwendung grosser Längen bringt stets eine Ersparnis von Flanschen, was ausserordentlich ins Gewicht fällt. Starkwandige, sogenannte gezogene Röhren werden mittels Muffen zusammengesetzt und mit Hanf und Mennige gedichtet. Die Stärke der Eisenwandungen gestattet das Einschneiden des Gewindes. Bei starkwandigen Röhren ist die Muffenverbindung am besten und billigsten. Die Röhren werden mit Gewinde an beiden Seiten und einer Muffe geliefert.

Verzinkte Eisenblechröhren sind sehr viel im Gebrauch und sollten stets da Verwendung finden, wo das Wasser im Winter abgelassen werden muss, wie z. B. bei Chrysanthemumhäusern, Herbstkasten, Frühjahrskasten etc. Eiserne Röhren würden einen Rost ansetzen, welcher die Röhren mit der Zeit zerstört.

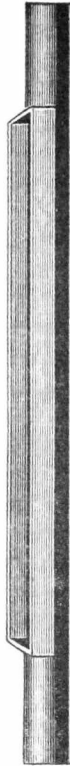
Es ist selbstverständlich, dass das Blech nicht zu dünn sein darf und die Verzinkung gut ausgeführt. Der Versand dieser Rohre sollte sehr sorgfältig geschehen, damit Beschädigungen ausgeschlossen sind. Jede durch Abstossen der Verzinkung blossgefallene Stelle fängt an zu rosten und wird bald undicht sein. Die Verbindung geschieht durch lose Flanschen mit Papp- oder auch Gummizwischenlage, oder auch durch lose Flanschen mit Gummidichtung.

Fig. 30.



Gusseiserne Röhre mit fester Flansche.

Fig. 31.



Gusseiserne Röhre mit Wasserkasten.

Fig. 32.



Verzinktes Eisenblechrohr.

Fig. 33.



Schmiedeeiserne Röhre mit Muffenverbindung.

Die Heizröhrenweite.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass, je grösser die Wassermasse ist, um so länger sie sich warm erhält. Wollte man demnach die Heizröhren lange warm erhalten, so müsste man recht weite Röhre zur Uebertragung der Wärme anwenden. Nun ist es aber ebenso klar, dass zur Erwärmung einer grossen Wassermasse eine grössere Menge Heizmaterial gehört als zu einer kleineren. Daraus folgt, dass die Weite der Röhren eine gewisse Grenze nicht überschreiten darf, sonst wird der Betrieb unrationell. Soll mit einem kleinen Kessel ein grosses Röhrennetz mit recht weiten Röhren geheizt werden, so wird der Kessel immer stark in Anspruch genommen, was durchaus nicht vorteilhaft für diesen ist. Das richtige Verhältnis ergibt sich aus den Tabellen, doch sei bemerkt,

dass es eine Grenze giebt für die einzelnen Rohrweiten in Betreff der Länge bis zum äussersten Punkt.

Ein grosser gut konstruierter Kessel kann ein grösseres Röhrennetz schneller heizen als ein kleiner, doch sind die Rohrweiten hierbei nicht gleichgültig. In den Röhren mit grossem Durchmesser (sagen wir einmal 105 mm), läuft das Wasser langsamer, wenn die Rohrstränge lang sind. Bei seinem Lauf kühlt sich das Wasser selbstverständlich ab, wenn dies auch bei einer so grossen Wassermenge weniger geschieht, als bei einer kleineren; es ist somit der Vorteil durch den Nachteil aufgehoben. Nach den praktischen Erfahrungen des Verfassers sollten sich die Röhrendurchmesser von 83—95 mm äusserer Durchmesser bewegen. Röhren von diesem Durchmesser zirkulieren schnell und erkalten dadurch verhältnismässig langsamer. Bei dieser Röhrenweite wird das Wasser auch die weitesten Röhrenstrecken zurücklegen können, ohne zu sehr zu erkalten. Man kann bis 60 Meter rechnen.

Abzweigungen.

Eine andere Frage, die häufig und mit Recht aufgeworfen wird ist die: Wieviel Abzweigungen kann ein und dieselbe Rohrstärke mit ausreichender Wärme versorgen? Man sollte im allgemeinen wohl annehmen, dass das Zuleitungsrohr, das aus dem Kessel kommt, soviel Wasser enthalten müsste, wie die Abzweigungsrohre zusammen. Das ist aber keineswegs der Fall. Es können vielmehr aus einem Rohr vier derselben Stärke entspringen, ohne dass der Wärmeunterschied sonderlich gross und die Geschwindigkeit des Wassers wesentlich abnimmt.

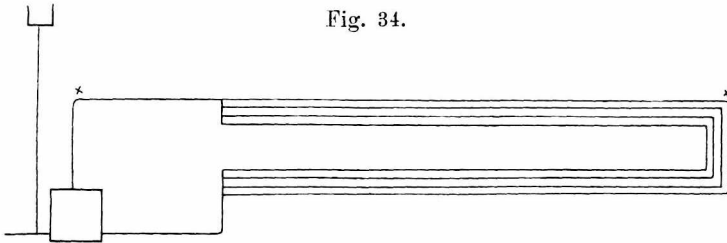


Fig. 34.

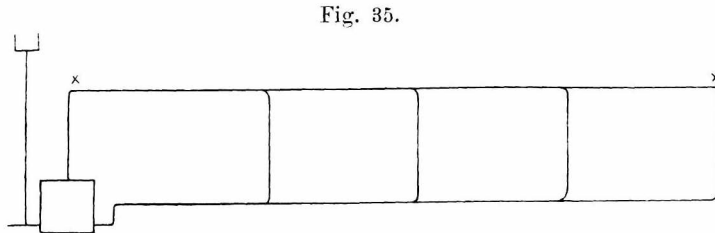


Fig. 35.

Röhrenabzweigungen bei gleicher Rohrstärke. (Fig. 34 und 35).

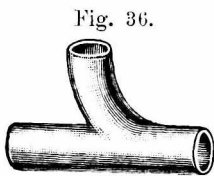
Bei mehr als vier Abzweigungen müsste das Zuleitungsrohr allerdings grössere Dimensionen erhalten und richtet sich das ganz nach der Menge der Abzweigungen.

Sämtliche Abzweigungen, die aus einem Rohr entspringen, müssen einen gleichmässigen Fall, d. h. dürfen keine Hindernisse zu überwinden haben, wie z. B. in Fig. 29 näher beschrieben. Die Länge der einzelnen Abzweigungen ist weniger von Wichtigkeit.

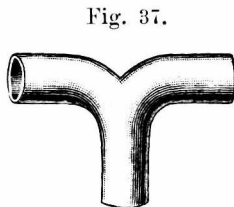
Die Verbindungsstücke der Röhren.

Je weniger Reibung das Wasser in den Röhren ausgesetzt ist, je weniger Wärmeverlust entsteht. Die Reibung an den Wänden der Röhren ist, wenn diese glatt sind, unbedeutend. Es handelt sich vielmehr um die Krümmungen und Abzweigungen, welche die meiste Reibung verursachen. Knie- und T-Stücke sollten, wenn scharf gebogen, möglichst vermieden

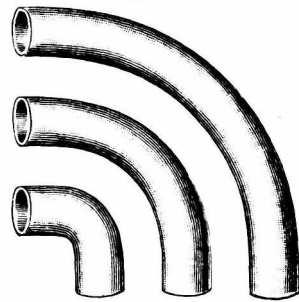
Gusseiserne Formstücke für Expansionsverbindungen.



T-Stück
gebogene Form.



T-Stück
gebogene Form.



Bogenstücke.

werden. Je abgerundeter die Form des Winkels ist, je besser für die schlanke Zirkulation. Es ist nun wohl unnötig, alle die Formen von Verbindungsstücken hier bildlich darzustellen, doch sollen diejenigen Aufnahme finden, welche die meiste Gewähr einer guten Zirkulation bei möglichst wenig Reibung bieten.

Verschiedene Formen zur Abzweigung mehrerer Röhren.

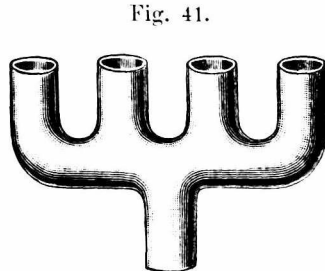
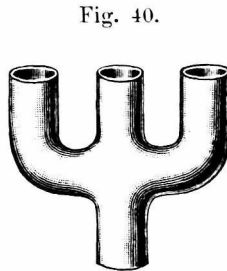
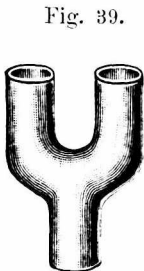


Fig. 43.

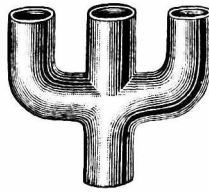


Fig. 42.

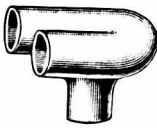


Fig. 44.

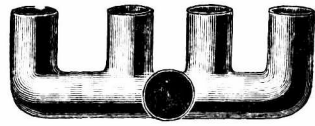


Fig. 46.

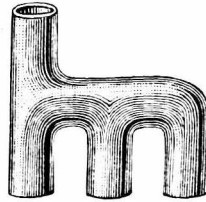


Fig. 47.

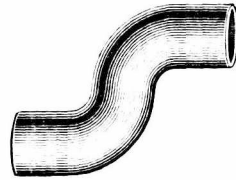


Fig. 45.

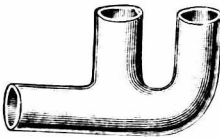
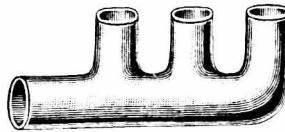
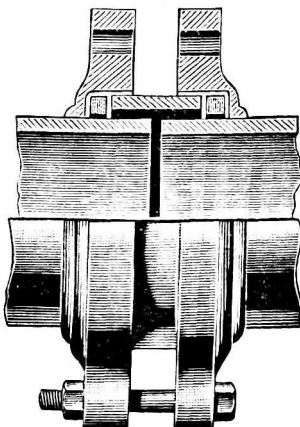


Fig. 48.



Verschiedene Formen zur Abzweigung mehrerer Röhren.

Fig. 49.

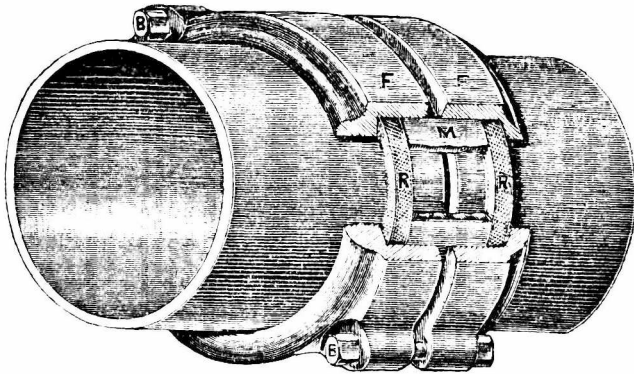


Halb durchschnitten.

Die Verbindungen geschehen mit 2 losen Flanschen, die sich gegen einen Metallring von vielleicht 6 cm Breite, welcher über beide Röhren hinweggeht, legen. Zwischen Metallring und Flansche befindet sich je ein Gummiring. Beim Zusammenziehen der Flanschen drücken sich die Gummiringe so fest an, dass die Verbindung vollständig wasserdicht wird. Beim erstenmal Erhitzen des Wassers müssen die Schrauben nachgezogen werden, weil sich das Eisen durch die Erhitzung ausdehnt und die Verbindungen naturgemäss undicht werden müssen.

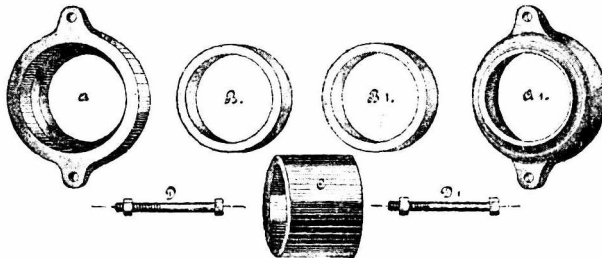
Die Fig. 49—50 stellen diese Dichtungsart genau dar, die wohl hierdurch genügend verständlich wird. —

Fig. 50.



Von Flanschen und Zwischenstück ein Stück entfernt, um die beiden Gummiringe zu zeigen.

Fig. 51.



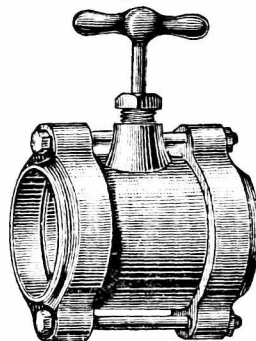
Bestandteile der obigen Expansionsverbindungen.

A) Flanschen. B) Gummiringe. C) Verbindungs-muffen. D) Schrauben.

Auch die zu dieser Konstruktion gehörigen Absperrventile sind besonders geformt. Im allgemeinen nimmt man einfache Klappen, die, wenn geschlossen, die Zirkulation sofort hemmen, man nennt sie Drosselklappen. Durchlaufhähne, die an und für sich sehr kostspielig sind, werden nur noch da angewendet, wo die Röhren teilweise entleert werden sollen. Es darf dabei natürlich nicht vergessen werden, dass, wenn eine Zirkulation bis zu den Hähnen oder auch Drosselklappen stattfinden soll, das Heizrohr mit dem Rücklaufrohr vor den Hähnen oder Klappen verbunden werden muss, sonst würde die Zirkulation natürlich sofort aufhören.

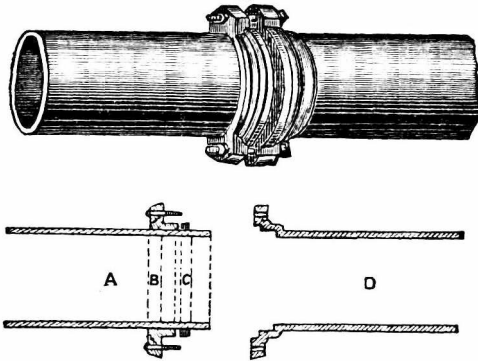
Bei gusseisernen sogen. Patentröhren, welche eine feste Flansche

Fig. 52.



Drosselklappen für Expansionsverbindungen.

Fig. 53.



Verbindung bei einer festen Flansche.

nächsten Figur dargestellt. Die Dichtung geschieht entweder durch 2 oder 3 mm starke und $2\frac{1}{2}$ —3 cm breite Gummiringe oder durch in Oel getränkte Pappringe in derselben Dimension.



Fig. 54.

Verbindungsstücke für Muffenröhren.

Man nimmt für Heizungen nur dann Muffenverbindungen, wenn man schwache Röhren wählt, z. B. mit 55 mm lichter Weite. Hier würden Expansionsverbindungen zu teuer werden. Die Muffenverbindungen haben den Nachteil, dass sie bei Reparaturen zerschlagen werden müssen. Der Hanf in Verbindung mit der Mennige ist so hart und fest, dass eher die Röhren zusammengedrückt werden, ehe die Muffen loslassen.

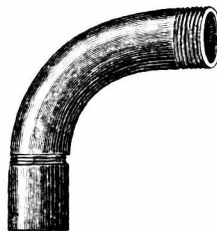
Verbindungsstücke von Schmiedeeisen.

Fig. 58.



Langgewinde.

Fig. 56.



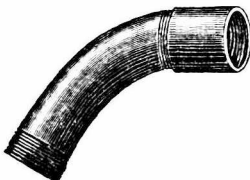
Bogenstück.

Fig. 57.



U-Stück.

Fig. 55.



Bogenstück.

Fig. 59.



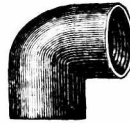
Muffe.

Fig. 60.



Nippel.

Fig. 61.



Kniestück.

Fig. 62.



Dichtungsmutter.

Verbindungsstücke aus Gusseisen.

Fig. 63.



Abzweigstück.

Fig. 64.



Bogenstück.

Fig. 65.



Bogenstück.

Fig. 66.



U-Stück.

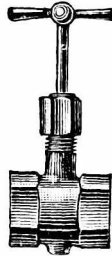


Fig. 67.

Drosselklappe für Muffenröhre.

Heizröhren mit Holzkern.

Manches Neue kommt und geht wieder, ohne dass eine besondere Notiz davon genommen wird, so geht es auch mit der von Martin Bauer in Grethen-Dürkheim empfohlenen und von ihm ausgedachten Holzeinlage in Wasserheizröhren. Der Verfasser hat seinerzeit mit dem Herrn Bauer dieserhalb korrespondiert und die Angaben, die derselbe gemacht hat, sind wohl wert, in diesem Werk Aufnahme zu finden. Natürlich liegt es nicht in der Absicht des Verfassers, seinerseits bestimmte und unumstößliche Schlüsse zu ziehen, da eine solche Sache genau geprüft, also praktisch ausprobiert werden muss, um ein endgültiges Urteil zuzulassen. Bauers Holzkern kann bei jeder auch schon bestehenden Warmwasserheizung eingeführt werden. Der Zweck ist, in diesem Holzkern die Wärme aufzuspeichern und die Wassermenge in den Röhren zu reduzieren. Beides hat etwas für sich und kann ja thatsächlich zu Vortheilen führen. Die Verringerung des Wassers bringt eine Beschleunigung der Zirkulation und die Wärmeaufnahme des Holzes kommt so allmählich, dass die dadurch verloren gehenden Wärme-

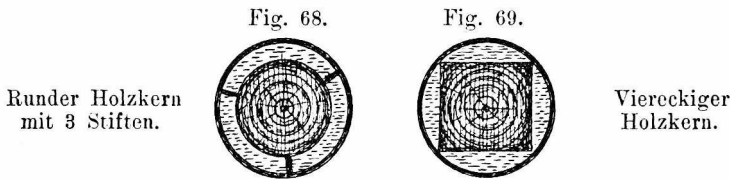
einheiten kaum in Betracht gezogen werden können. Die Wirkung wird sich vor allem in weiten Röhren zeigen, wo der Holzkern gross gemacht werden kann. Es genügt wohl auch, wenn nur die langen Röhren mit diesem Holzkern versehen werden. Man soll den Kern vierkantig und rund machen können. Da bei den vierkantigen Hölzern das heisse Wasser nicht vollständig ringsherum zirkulieren kann, so ist wohl der runde Kern vorzuziehen. Derselbe wird durch Stifte in gleicher Entfernung von der Heizrohrwand gehalten, so dass das Wasser ohne Hindernis fließen kann.

Das Ergebnis der Heizproben, die Bauer an seiner eigenen Heizung gemacht hat, sprechen sehr zu Gunsten einer solchen Einrichtung. Die Proben sind gemacht bei ganz gleichem Quantum Kohlen und in dem ganz gleichen Zeitraum.

Die Temperaturmessungen sind am Rücklaufrohr nahe dem Kessel vorgenommen und sollen folgendes Resultat ergeben haben:

	Ohne Kern.	Mit Kern.
1. Wasserwärme beim Anheizen	13° R.	13° R.
2. Nach einer Stunde 40 Min. Heizdauer . . .	24½° R.	38° R.
3. 2 Stunden nach gewaltsamem Auslöschen des Feuers	18½° R.	27½° R.
4. 4 Stunden nach Auslöschung des Feuers . .	vollständ.kalt	22° R.

Obgleich Bauer sich für Genauigkeit und Richtigkeit seiner Angaben verbürgt, müssen doch noch weitere Proben nach dieser Richtung gemacht werden.



Heizkessel.

Von einem gut konstruierten Heizkessel hängt das Wohl und Wehe der ganzen Wasserheizung ab; dieser Ausspruch ist wohl berechtigt, doch ist dabei zu beachten, dass die Heizröhren ordnungsmässig gelegt sind und auch der Kessel richtig aufgestellt, d. h. alle Bedingungen, die einen guten Zug garantieren, erfüllt sind.

Die Heizkessel können hergestellt werden aus Kupfer, Schmiedeeisen und Gusseisen, sie können ein Ganzes für sich bilden oder eine Fortsetzung des Röhrennetzes sein, indem diese spiralförmig oder nebeneinander gelegt gedreht dem Feuer ausgesetzt werden. Die erste Art wird mehr für Heisswasserheizung in Anwendung gebracht.

Kessel aus Kupfer werden ihres hohen Preises wegen nicht mehr verwendet und haben auch keine Vorteile vor den eisernen Kesseln voraus.

Schmiedeeiserne Kessel sind entweder genietet oder geschweisst. Letzteres ist in England am meisten gebräuchlich.

Die gusseisernen Kessel sind, mit Ausnahme einiger Cylinderkessel aus mehreren einzelnen gleichen Elementen zusammengesetzt und werden Gliederkessel genannt.

Die Ueberlappung der genieteten Kessel sollte nicht dem direkten Feuer ausgesetzt sein, da leicht Undichtigkeiten entstehen können. Bei den Kesseln ist im allgemeinen darauf zu achten, dass das Steigrohr auf dem höchsten Punkt entspringt und das Rücklaufrohr in die tiefste Stelle mündet. Zum Ablass des Wassers aus der ganzen Heizung ist auf der tiefsten Stelle des Kessels ein Ablasshahn anzubringen; bei grossen Kesseln sind ausserdem dicht zu verschliessende Mannlöcher vorzusehen, die ein Reinigen des Kessels ermöglichen.

Die Füllung der Kessel

und der ganzen Heizung soll vorsichtig geschehen, alle Luftventile müssen geöffnet werden, damit sämtliche Teile voll Wasser laufen können. Schmutziges oder kalkhaltiges Wasser soll zur Füllung vermieden werden. Schmutz und Kalk setzt sich auf den Boden des Kessels und bildet schliesslich eine feste Schicht, den Kesselstein. Bei Kesseln mit wenig Wassergehalt an den feuerberührten Stellen kann eine solche Ablagerung verhängnisvoll werden, indem die Kesselfläche bei der abgelagerten festen Schicht glühend wird und schmilzt.

Reines abgesetztes Regenwasser eignet sich am besten zur Füllung von Warmwasserheizungen, sonst auch kalkfreies reines Flusswasser.

Wassergehalt der Heizkessel

bei Niederdruck-Warmwasserheizungen.

Es ist eine weit verbreitete Ansicht, dass ein Kessel mit grossem Wassergehalt die Wärme länger anhalten soll. Die Ansicht ist durchaus nicht falsch, doch findet eine Wärmeverlängerung, wenn nicht gerade eine sehr grosse Wassermenge in Frage kommt, nur in sehr beschränktem Masse statt und steht in keinem Verhältnis zum Mehrbedarf an Heizmaterial, den eine grosse Wassermasse zur Erwärmung erfordert. Der Kessel soll nur soviel Wasser enthalten, wie nötig ist, die vom Heizmaterial erzeugte Wärme aufzunehmen und weiter zu geben. Er soll aber auch soviel Wasser enthalten, dass diese Wärmeaufnahme nicht stürmisch vor sich gehen kann, d. h. die enorme Hitze soll entsprechende Wassermasse gegen sich haben, dass eine Dampfbildung ausgeschlossen ist. Die Aufstapelung

der Wärme muss mehr auf die Heizkörper beschränkt werden. Kessel, und wenn sie noch so gut konstruiert sind, brauchen zur Erwärmung entsprechender Heizkörper eine geraume Zeit, die fast immer zu lang erscheint und sollten Kessel, die eine zu grosse Wassermasse besitzen und zur Erwärmung sehr viel Zeit und Heizmaterial gebrauchen, überhaupt nicht mehr zur Verwendung gelangen, ob für Gewächshäuser oder für Wohnhäuser bleibt sich ganz gleich. Eher empfiehlt es sich, ein grösseres geschlossenes Wasserreservoir neben dem Kessel zu haben, was erstlich nicht so teuer ist, als ein event. zweiter Kessel und so eingerichtet werden muss, dass nach der Verlöschung des Feuers der Kessel abgestellt werden kann und die Zirkulation von diesem Reservoir ausgeht. Beim Anheizen muss wiederum das Reservoir ausgeschaltet werden können, damit die grosse Wassermasse erst dann zur Erwärmung gelangt, wenn die Heizkörper ihre Temperatur erlangt haben. Doch wird man mit dieser Einrichtung das nicht so erreichen wie man möchte. Die Aufspeicherung der Wärme in den Heizkörpern bleibt doch immer das Richtige und kommen wir da auf den Vorschlag des Herrn Bauer zurück, welcher die Einfügung von Holzkernen in dieselben empfiehlt. Man denke sich im Zimmer einen entsprechenden Heizkörper mit einem starken Holzkern versehen, der nach der Abstellung des Kessels der Heizung noch 2—3 Stunden die Wärme allmählich wieder abgibt, was wäre das für ein grosser Vorteil und Ersparnis von Heizmaterial?

Beurteilung eines Warmwasserheizkessels.

Ein Kessel, welcher auf Vollkommenheit Anspruch machen soll, muss folgende Eigenschaften besitzen:

1. Er darf nicht zu viel Raum einnehmen.
2. Eine grosse direkte Heizfläche sowohl für Kontakt, als auch strahlende Wärme haben.
3. Eine grosse indirekte Heizfläche haben.
4. Dem Feuer wenig Angriffspunkte zur Zerstörung bieten.
5. Mit ausreichendem Dauerbrand versehen werden können.
6. Entweder die hohe Kohlschicht allmählich nachfallen lassen oder mit Einrichtungen versehen sein, die die Gase über der Kohlschicht zur Verbrennung bringen.
7. Der Wasserlauf des erwärmten Wassers muss so eingerichtet sein, dass es sich schnell erwärmen und schnell den Kessel verlassen kann.
8. Vorrichtung zur Erwärmung der Verbrennungsluft besitzen.

9. Die Zuführungsstutzen für die Rücklaufrohre sollten tiefer als der Rost angebracht sein.
10. Das Steigrohr soll auf dem höchsten Punkt angebracht sein.
11. Die Konstruktion soll einfach sein.
12. Die Reinigungszüge sollen leicht zugänglich sein.
13. Er soll möglichst freistehend, (also ohne Mauerwerk) sein.
14. Möglichst wenig Brennmaterial gebrauchen.
15. Die Verbrennungsgase möglichst gegen die Wasserströmung ziehen lassen.

Der Preis der Kessel soll bei der Beurteilung der einzelnen Kesselsysteme ausser Betracht bleiben, obgleich bei allen guten Eigenschaften eines Kessels auch noch der Billigkeit durchaus beachtenswert ist. Unter „billig“ kann natürlich nur „im Verhältnis“ verstanden werden. (Es kann ein Siederohrkessel selbstverständlich nicht so billig sein, als ein einfacher stehender Cylinderkessel).

Die neuesten für Niederdruck-Wasserheizungen verwendeten Kessel sind wohl ohne Ausnahme für Dauerbrand eingerichtet und werden hierdurch nur diese einer besonderen Besprechung unterzogen.

Einteilung der Kessel.

Je nach der Art der Konstruktion wollen wir die Kessel in 3 Hauptgruppen einteilen:

1. Aufrechtstehende (Vertikal-)Kessel,
2. Liegende (Horizontal)-Kessel,
3. Gliederkessel.

Die Vertikal-Kessel

zerfallen wiederum in:

- a) Einfache Cylinderkessel,
- b) Siederohrkessel mit Innenfeuerung,
- c) Siederohrkessel mit Unterfeuerung,
- d) Wasserrohrkessel.

Die Horizontal-Kessel in:

- a) Sattelkessel,
- b) Cylinderkessel,
- c) Wasserrohrkessel.

Auch hier könnten noch solche mit Innen- und ohne Innenfeuerung unterschieden werden.

Die Glieder-Kessel

werden unterschieden in:

- a) Nichtstromkessel,
- b) Parallelstromkessel,
- c) Gegenstromkessel.

Wenn auch bei den letzten drei Kesselarten noch die Art der Strömung des Wassers im Verhältnis zu den Heizgasen unterschieden wird, so sei hier bemerkt, dass man bei den Wasserheizkesseln überhaupt zwischen diesen einzelnen Strömungen unterscheidet. Die schnelle Abgabe der Heizgase an das Wasser hängt mit der Strömung zusammen und ist dies vor allem bei der Konstruktion von Heizkesseln zu berücksichtigen.

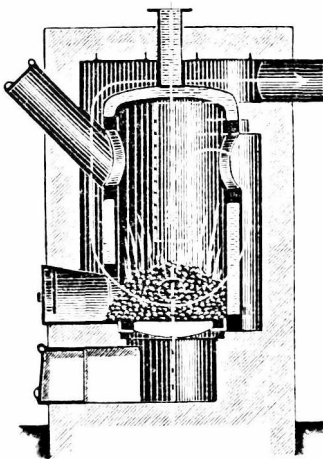
Abteilung I.

Vertikal-Kessel.

a) Einfache Cylinder-Kessel.

Die einfachen Cylinder-Kessel finden Verwendung bei einzelnen kleinen Gewächshäusern oder Veranden. Sie sind im Betriebe unrationell insofern, als die Brennmaterialien sehr schlecht ausgenutzt werden. Sie verlangen eine zu hohe Koks-schicht (andere Brennmaterialien sind darin fast nicht zu verwerten) und diese lässt namentlich bei frischer Beschickung zuviel unverbrannte Heizgase durch den Schornstein entweichen. Wenn auch durch die Umführung dieser Heizgase um die äussere Kesselfläche, durch Ummauerung des Kessels, etwas bessere Ausnützung erzielt wird, so bleiben doch so viel Mängel übrig, dass von einer Aufstellung solcher Kessel bei grösseren Anlagen abgeraten werden muss, auch bietet ein solcher Kessel, namentlich wenn er genietet ist, dem Feuer viele Angriffspunkte, die leicht zu einem vorzeitigen Defekt führen.

Fig. 70.



Schmiedeeiserner Regulierfüllkessel (Domkuppenkessel) mit Füllschacht.

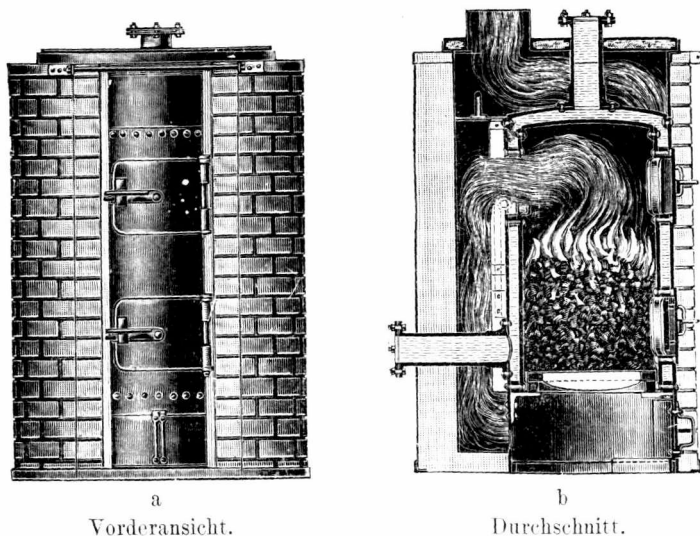
Deutsche Vertikal-Cylinder-Kessel.

Von deutschen Kesseln sind die beiden in den Fig. 70 u. 71 veranschaulichten, von der Firma G. Schneider, Feuerbach-Stuttgart fabrizierten, die gebräuchlichsten Formen. Der schmiedeeiserne Regulierfüllkessel, sog. Domkuppenkessel, Fig. 70, wird in 6 Grössen angefertigt und heizt die Mittelgrösse (No. 3) ca. 495 m 75 mm-Rohre. Der Kessel mit der Einmauerung ist sehr deutlich in der Abbildung ersichtlich.

Fig. 71 u. 72 bringt einen Kessel derselben Firma zur An-

schauung, welcher in fertigem Zustand verzinkt ist. Die vordere Seite des Kessels ist frei von Mauerwerk. Beides sind genietete Kessel.

Fig. 71 u. 72.



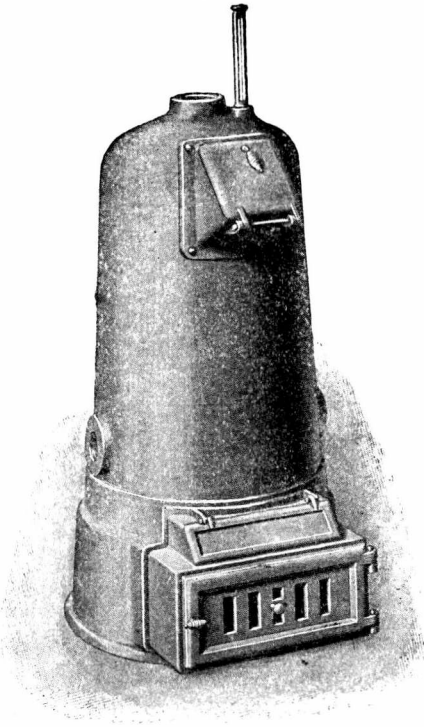
Kleinkessel der Firma Rud. Otto Meyer in Mannheim.

Diese Kessel bilden die Form eines Kegels und sind aus zähem Spezialeisen gegossen. Die Heizfläche ist ausschliesslich Kontaktheizfläche, und sind die Kessel nicht zum Einmauern eingerichtet. Sie sind mit Schüttelrost versehen, damit auch andere Heizmaterialien als nur Koke benutzt werden können. Diese Kessel sind gleichfalls nur für kleine Gewächshäuser vorteilhaft. (Abbildung Seite 90.)

Preise und Grössenangaben der Kessel:

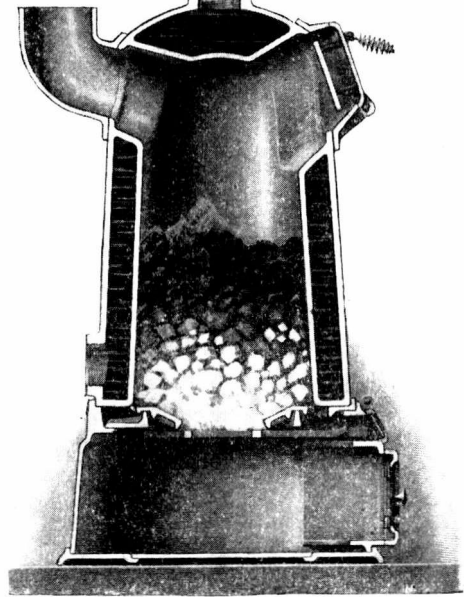
Bezeichnung	Baden	Bebra	Bingen	Bochum
Heizfläche qm	0,4	0,7	1,0	1,5
Normale Leistung W.-E.	4000	7000	10 000	15 000
Inhalt des Füllmagazins . . . l	24	48	86	112
Ganze Höhe mm	850	1050	1100	1350
Kessel-Durchmesser mm	375	430	540	540
Rohr-Anschlüsse	4 à 1 1/2"	4 à 2"	4 à 2"	4 à 2 1/2"
Rauchrohrstutzen mm	100	125	150	150
Gewicht, verpackt ca. kg	145	210	275	320
Preis M	200,—	250,—	310,—	380,—

Fig. 73.



Ansicht.

Fig. 74.



Querschnitt.

Englische Vertikal=Cylinder=Kessel.

Wie schon auf Seite 85 erwähnt, sind die englischen Kessel nicht genietet, sondern geschweisst und bieten dem Feuer dadurch weniger Zerstörungspunkte dar. Die Domkuppenkessel sind wohl englischen Ursprungs und werden dieselben dort in verschiedenen Formen angefertigt. Die einfachen sind den vorherigen im Betriebe gleich.

Um die direkte Heizfläche zu vergrößern, ist bei einigen der obere Teil, welcher die strahlende Wärme und den kurzen Heizgaselauf aufnimmt, mit Wasserröhren durchzogen, deren Anordnung entweder schräg oder horizontal ist. Letzteres ist unvorteilhaft, da hier keine normale Strömung stattfinden kann wie bei den schrägliegenden Röhren.

Domkuppenkessel mit Wasserröhren der Firma H. L. Knappstein in Bochum.

Wie aus den Abbildungen ersichtlich, geschieht die Beschickung durch eine Füllöffnung von oben.

Fig. 75.

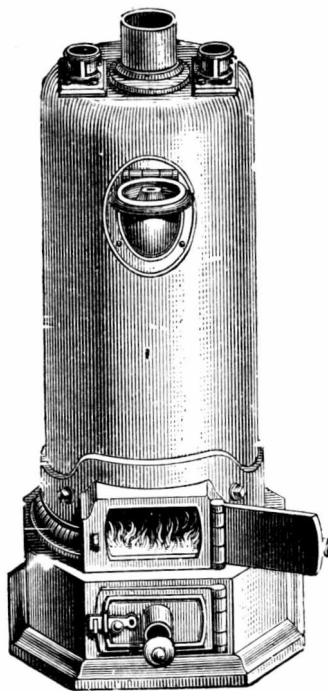


Fig. 76.

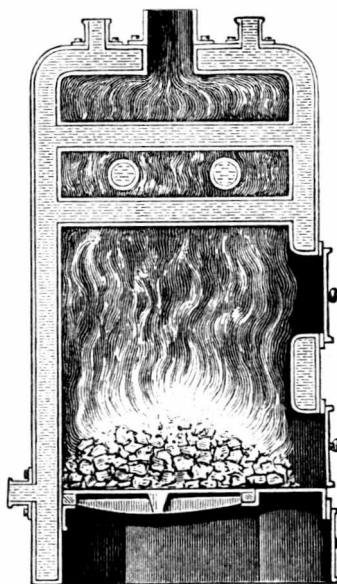
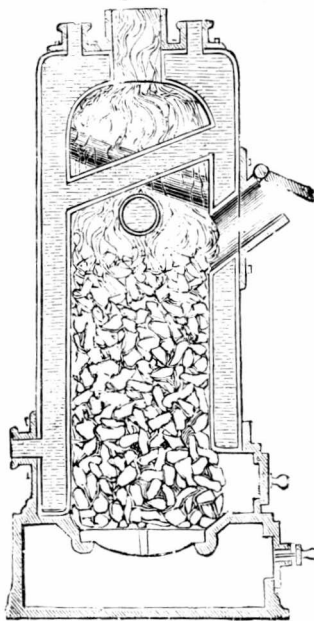


Fig. 77.

Diese Kessel werden in 36 Grössen angefertigt und zwar von 0,94—16,70 m Heizfläche.

Nr.	Dimensionen in m ohne Sockel		Siederohre		Durch- messer des Rauchrohr- stutzens	Heiz- fläche	Heiz- kraft bei 100 mm Rohr m	Preis des Kessels kompl. M	Mehrkosten für Lieferung des Kessels mit Wasserboden wie Domkuppen- kessel 3 D M
	Höhe	Durchm.	Anzahl	Durchm.	mm	qm			
1	0,76	0,46	1	100	150	0,94	96	301,50	38,—
2	0,91	0,46	2	100	150	1,24	123	334,—	38,—
3	1,06	0,46	3	100	175	1,53	150	377,—	38,—
4	0,76	0,53	2	100	175	1,28	132	387,50	38,—
5	0,91	0,53	2	125	175	1,67	162	417,50	38,—

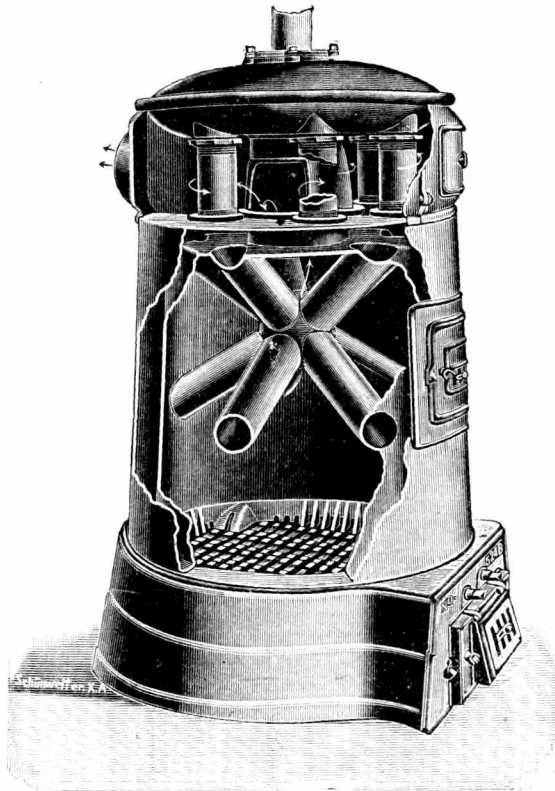
Ganz ähnlich ist ein

Amerikanischer Vertikal-Cylinder-Kessel,

nur mit dem Unterschiede, dass dieser aus zähem Eisen besteht.

Richmond-Kessel der Firma Arthur Nitzsche in Dresden-Trachau.

Fig. 78.



Die beiden nachfolgend abgebildeten Vertikal-Cylinder-Kessel sind gleichfalls aus zähem Gusseisen hergestellt.

Improved Giant

der Firma „Picree-Kessel-Gesellschaft“ Arthur Nitzsche und
Hans Lemke in Dresden-Trachau.

Fig. 79.

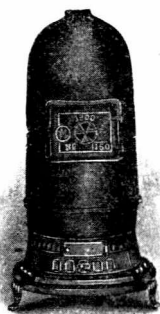


Fig. 80.



Der Kessel ist im Innern, und zwar vor dem Rauchausgang, mit einer Wasserwand versehen, die vor dem Rauchloch gewissermassen eine Kammer bildet, wo sich die Heizgase sammeln und einen grossen Teil ihrer Wärme abgeben, ehe sie zum Schornstein gehen.

No.	Wärmeeinheiten	Gewicht	Preis	
		kg	<i>M</i>	<i>δ</i>
120	11 000	225	220	—
160	18 000	270	325	—
200	24 000	360	442	—

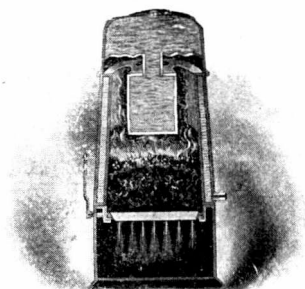
Tropic jr.

derselben Firma ist mit solcher Wasserdecke versehen. Von dieser hängt ein Wasserkasten herab, der von der strahlenden Wärme des Feuers von allen Seiten getroffen wird.

Fig. 81.



Fig. 82.



b) Cylinder-Kessel mit Siederöhren und Innenfeuerung.

Diese Art aufrechtstehender Kessel hat wohl den meisten Anklang gefunden. Die deutschen Kesselfabrikanten für Warmwasserheizungen bauen fast nur solche Siederohrkessel. Es ist Thatsache, dass diese Kessel den Heizmaterialien durch Darbietung einer sehr grossen Heizfläche auch ausserordentlich viel Wärme entziehen und insofern sparsam heizen, als durch Fülltrichter oder sonstige Einrichtungen ein Dauerbrand erzielt wird und die Zuführung der notwendigen Luft genau geregelt werden kann.

Wir haben zwei Arten von Siederohrkesseln, und zwar ist die eine Art so eingerichtet, dass die Heizmaterialien in der Mitte des Kessels liegen und durch einen Fülltrichter dorthin befördert werden, während bei der anderen Art der Feuerherd den ganzen vorderen Teil des Kessels einnimmt und die Feuergase erst hinten durch die Siederöhren ihren Weg nehmen. Beides hat etwas für sich. Bei den mit einem mittleren Füllschacht versehenen Kesseln ist der Entwicklungsraum des Feuers sehr begrenzt. Die strahlende Wärme kommt dem Kessel in beschränkter Masse zu gute, doch ist nicht zu verkennen, dass in dem Nachfallen vollständig unentgaster Heizmaterialien ein grosser Vorteil liegt, namentlich dann, wenn der Kessel längere Zeit ohne Aufsicht brennen muss, also ganz mit Heizmaterialien gefüllt ist.

Bei Kesseln, wo der Feuerherd den ganzen vorderen Raum des Kessels einnimmt, ist zwar eine grosse Feuerentwicklung gegeben, doch können hier die grossen Vorteile nur bei einem guten Heizer zur vollen Geltung kommen. Lässt man das Feuer tief herunterbrennen und schüttet unverhältnismässig viel kaltes Heizmaterial auf, so wird eine starke Entgasung stattfinden und können diese Gase teilweise nicht ausgenützt werden, weil sie trotz Zuführung entsprechender Luftmengen oberhalb der Brennmaterialschicht nicht zur Verbrennung gelangen, was ja auch bei den einfachen Cylinderkesseln der Fall ist. Der Grund liegt darin, dass die entweichenden Gase zuviel mit Wasserdampf, der keine hohe Temperatur besitzt, gemischt sind und sich infolgedessen nicht entzünden. (Siehe hygroskopischer Wassergehalt der Heizmaterialien.) Der Heizer hat bei solchen Kesseln stets darauf zu sehen, dass das Feuer nicht zu tief herunterbrennt, damit eine Durchwärmung der frisch aufgeschütteten Heizmaterialien in kurzer Zeit stattfinden kann. Strahlende und Kontakt-Wärme kommen jedoch beim vorsichtigen Heizen vorzüglich zur Geltung.

Die Siederohrkessel bestehen aus Schmiedeeisen, sind genietet und in vielen Fällen zur Vorwärmung der Verbrennungsluft eingerichtet.

Die Anzahl und Weite der Siederöhrn richtet sich nach der Rostfläche und sollten nicht mehr Siederöhrre vorhanden sein, als der Durchmesser der gesamten Siederöhrreim Verhältnis zur Rostfläche betragen darf. Die stehenden Siederöhrkessel sind halb und halb Gegenstromkessel, indem gewöhnlich der erste Röhrenkranz die Heizgase mit der Strömung führt, während im zweiten Röhrenkranz die Heizgase entgegengesetzt ziehen und unten am Kessel nach dem Schornstein entweichen.

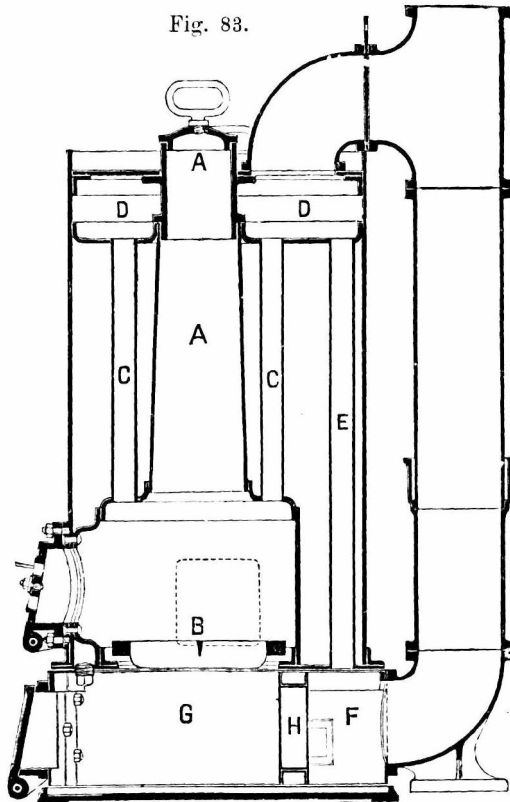
Deutsche Vertikal-Cylinder-Kessel mit Siederöhrn.

Geysir-Kessel

der Firma Otto Peschke, Berlin.

Der beschränkte Verbrennungsraum befindet sich nicht in der Mitte, sondern ist so gerückt, dass sich nur eine Reihe Siederöhrn zwischen Thür und Fülltrichter befindet. Dieser Siederöhrnkranz (E) führt die Verbrennungsgase in die Rauchkammer D und von dieser in die anderen Siederöhrn, die auf dem Durchschnitt Fig. 83 mit E bezeichnet sind. Von hier aus treten diese in die Abteilung F, von wo sie nach dem Schornstein entweichen. Dieser Schornstein wird event. von der Firma in Gusseisen ausgeführt. Zur erstmaligen Erwärmung dieses gusseisernen Schornsteins ist von der Rauchkammer aus eine direkte, mit einem Schieber verschliessbare Verbindung hergestellt, welche die sehr heissen Heizgase in kurzer Zeit gleich in den Schornstein führt. In dem Sockel befindet sich ausser dem Abteil F für die abziehenden Heizgase der mit einer hermetisch schliessenden Thür versehene Asch-

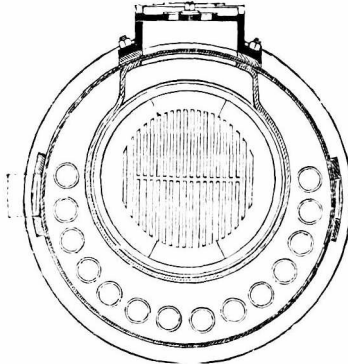
Fig. 83.



Vertikalschnitt.

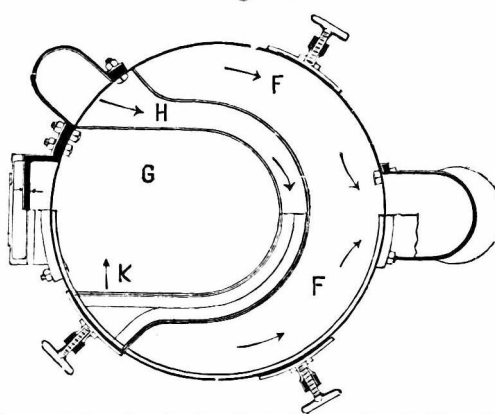
fallraum G und zwischen den Räumen F und G der halbkreisförmig angeordnete Kanal H für die Zuführung und Erwärmung der Verbrennungsluft, welche durch ein mit dem Heizungsregulator in Verbindung stehendes Ventil in der Richtung der Pfeile in den Kanal eintritt, diesen ebenso durchströmt und bei K durch den Aschfall unter den Rost gelangt. Die hermetisch verschliessbare Feuerthür ist mit einer Vorrichtung zum Einlassen eines genau regulierbaren Quantums von Sekundärluft und zum Vorwärmen der letzteren versehen. Der Kessel hat somit alle die Einrichtungen, die zur vollen Ausnützung des Brennmaterials nötig sind.

Fig. 84.



Querschnitt durch den Geysir-Kessel.

Fig. 85.



Querschnitt durch den Sockel des Geysir-Kessels.

Germania-Kessel

der Firma Arthur Nitzsche, Dresden-Trachau.

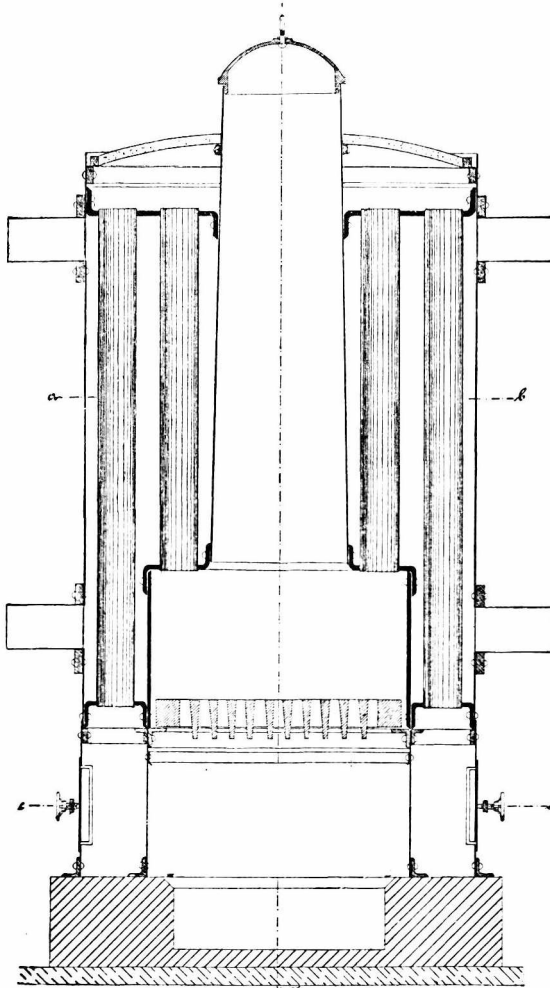
Dieser Kessel wird mit und ohne Wasserdecke gebaut. Es liegt der Verbrennungsraum genau in der Mitte des Kessels;

Bezeichnung			Grund- Platte		Sockel m. Aschfallthür u. m. Rauchrohrbogen m. Fuss				Kessel mit Feuerthür, Rost, Füllschachtkopf und Deckeln				Beypass		Wasser- Inhalt in Litern	Leistung in		Gesamt-		
des Kessels	No.	Heiz-Fläche	Gew.	Preis	Höhe	Durch- messer	Gew.	Preis	Höhe	Durch- messer	Gew. ca.	Preis	Gew.	Preis		Wärme- Einheit. pro Std.	Metern Rohr- leitung 75 mm D	Höhe	Gew. ca.	Preis
		in qm	kg	ℳ	m	m	kg	ℳ	m	m	kg	ℳ	kg	ℳ		Calorien		m	kg	ℳ
Geysir- Kessel mit Luft-Ventil und Luftvor- wärmung, sowie mit Beypass	1	4,0	45,0	12	0,25	0,74	110	88	1,05	0,63	350	480	55	20	140	38 000	350	1,30	565	600
	2	4,5	45,0	12	0,25	0,74	110	88	1,25	0,63	390	530	60	20	150	42 000	400	1,50	605	650
	3	5,0	34,0	10	0,30	0,79	126	90	1,05	0,66	430	550	65	25	160	47 000	450	1,35	655	675
	4	5,5	34,0	10	0,30	0,79	126	90	1,25	0,66	480	575	70	25	187	52 000	500	1,55	710	700
	5	6,0	34,0	10	0,30	0,79	126	100	1,45	0,66	530	585	85	30	250	57 000	550	1,75	775	725
	6	6,5	54,0	15	0,30	0,94	150	105	1,35	0,81	600	600	90	30	280	62 000	600	1,65	890	750
	7	7,0	54,0	15	0,30	0,94	150	105	1,45	0,81	650	630	96	30	350	65 000	650	1,75	950	780
	8	8,0	65,0	18	0,30	1,03	155	110	1,45	0,91	710	660	100	32	420	75 000	750	1,75	1030	820
	9	9,0	65,0	18	0,30	1,03	155	110	1,45	0,91	770	690	105	32	472	85 000	800	1,75	1095	850
	10	10,0	65,0	18	0,30	1,03	155	110	1,76	0,91	830	790	110	32	530	95 000	900	2,06	1160	950

Die vorstehenden **Gewichte** sind nur annähernde. **Die Heizkraft** nach Metern Rohrleitung entspricht einem mittleren Klima und solider baulicher Ausführung der Häuser.

die Siederöhren sind kreisförmig angeordnet (siehe Schnitt a b). Der Fülltrichter ist konisch geformt, wie bei allen diesen Kesseln, und ist die direkte Berührung des unteren Kranzes der Nietenköpfe durch die glühenden Heizmaterialien vermieden, indem

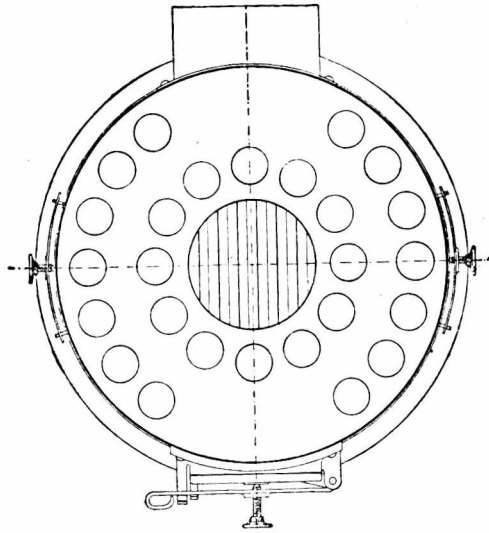
Fig. 86.



Längsschnitt. (Germania-Kessel.)

der Rost über diesen, also höher liegt. Der die Rauchkammer abschliessende Deckel ist doppelt und innen mit Kieselgur gefüllt. Der ganze Kessel ist ebenfalls in richtigen Verhältnissen gehalten und sehr gut aus starken Blechen gearbeitet.

Fig. 87.

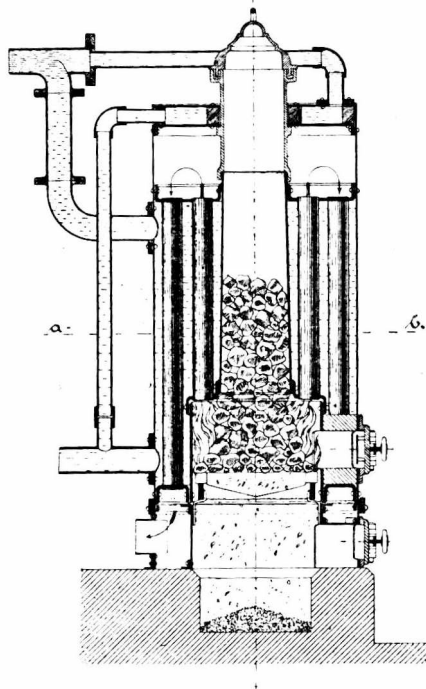


Schnitt a b.

Querschnitt a b.

Germania-Kessel mit Wasserdecke.

Fig. 88.



Eigene Angaben der Germania-Kesselfabrikanten
oder deren Vertreter.

Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8
Wärmeeinheiten pro Stunde bei Warm- wasserheizungen	20,000	30,000	45,000	60,000	75,000	100,000	120,000	150,000
Heizt bei Warm- wasserheizungen 90 mm weite Röhren in m ca.	185	280	380	500	700	1000	1200	1500
Grösse { hoch mm	1250	1500	1600	1700	2100	2000	2200	2400
{ Durchm. mm	700	700	850	900	900	1050	1100	1300
Gewicht ca. kg	500	580	770	850	1040	1300	1600	1800
Preis <i>M</i>	485	530	725	850	970	1270	1520	1850

Triumph-Kessel

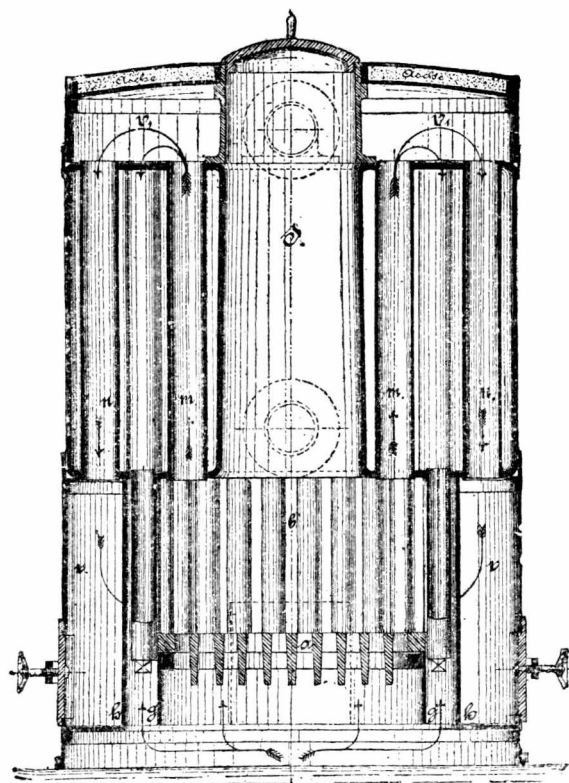
der Firma Bruno Schramm, Ilversgehofen b. Erfurt.

Die Konstruktion des Kessels weicht insofern von dem Geysir- und Germania-Kessel ab, als hier eine Unterfeuerung, nicht eine Innenfeuerung des Kessels stattfindet. Um aber die Kontaktwärme gleichzeitig auszunützen, ist der Feuerherd, der ungefähr so hoch ist, wie die Hälfte des Kessels beträgt, mit einem Kranz von Wasserröhren umgeben, worin das Wasser selbständig zirkuliert, da mittels Scheidewand die Röhren in zwei Hälften geteilt sind (siehe näheres auf Seite 79, Korbrost von Schramm). Die Röhren umgeben den Planrost ringförmig und bilden so einen unverbrennlichen Korbrost. In diesem Korbrost findet die Verbrennung des durch den Füllschacht nachfallenden Brennmaterials statt. Die zur Verbrennung erforderliche Luft muss, bevor sie mit dem Brennmaterial in Berührung kommt, ihren Weg zwischen den zwei Mänteln g und h nehmen, wird hier an der Wand h stark vorgewärmt und verteilt sich in diesem erhitzten Zustande durch den von den Wasserröhren gebildeten Wasserrohr-Korbrost in g über das Brennmaterial. Es gelangen also infolge der nach allen Seiten zerteilten Zuführung der vorher erhitzten Luft in und über das Brennmaterial alle Rauch- und Feuergase zur vollständigen Verbrennung und infolgedessen auch zur vollsten Wirksamkeit. Aus dem Korbrost-Feuerraum nehmen die Feuergase ihren Weg durch den ersten Kreis der Siederöhren m nach oben, wenden sich in der oberen Rauchkammer v¹ und ziehen durch den zweiten Kreis der Siederöhren n nach der unteren Rauchkammer v.

Der Kessel ist gleichfalls ein halb Mit-, halb Gegenstrom-Kessel und stehen sämtliche Teile in richtigem Verhältnis zu einander.

Fig. 89.

Längs-
schnitt.



Schramm's Triumphkessel.

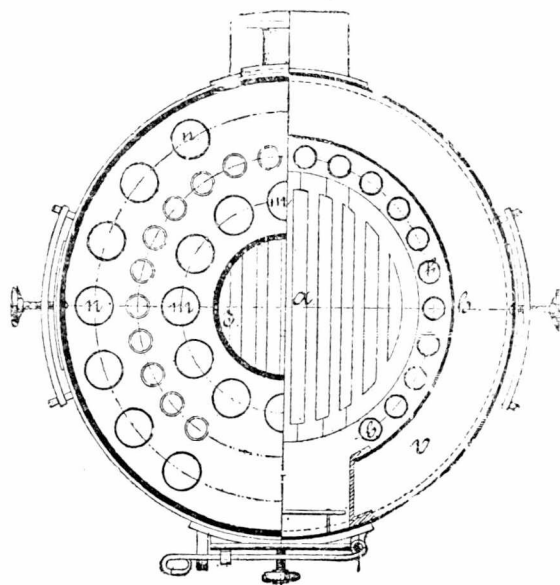


Fig. 90.

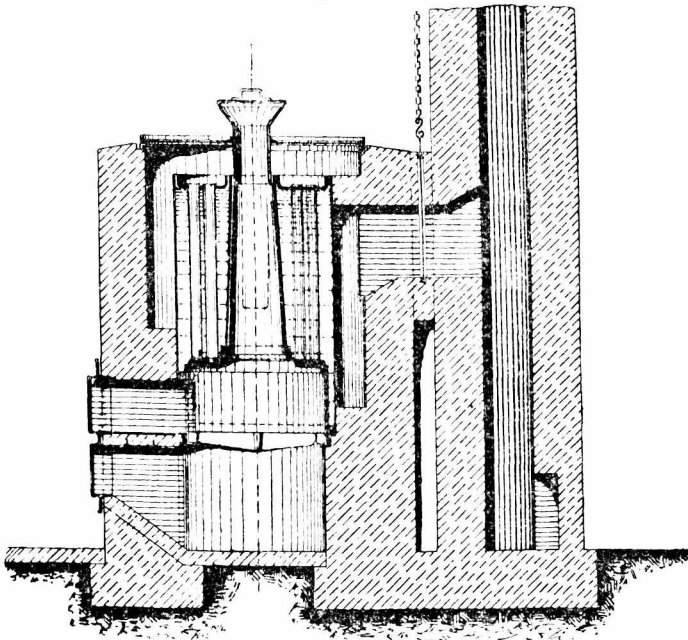
Quer-
schnitt.

Stehender Kontakt-Röhren-Heizkessel mit Einmauerung
der Firma M. G. Schott, Breslau.

Der Kessel lässt seine Heizgase direkt durch seine zwei Reihen Siederöhre nach oben gehen und führt dieselben von der oberen Heizkammer um den äusseren Mantel des Kessels. Es ist ein Kessel, dessen Feuerherd in der Mitte des Kessels liegt und von einem ebenfalls konischen Fülltrichter gespeist wird.

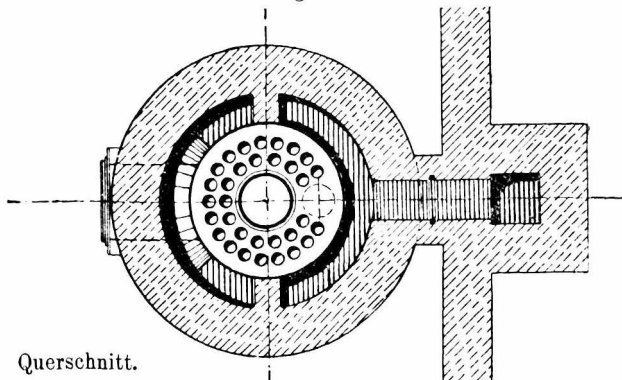
Die Abbildungen veranschaulichen gleichzeitig die Art der Einmauerung.

Fig. 92.



Längsschnitt.

Fig. 93.



Querschnitt.

Freistehender Siederohrkessel mit Innenfeuerung derselben Firma.

Fig. 94.
Längsschnitt.

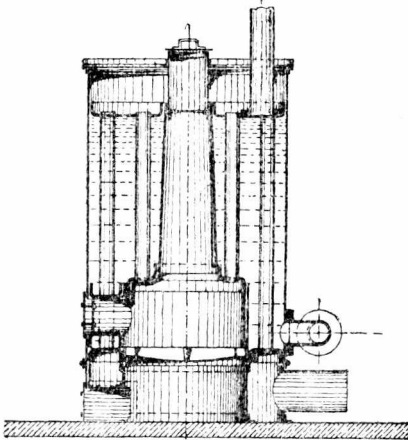
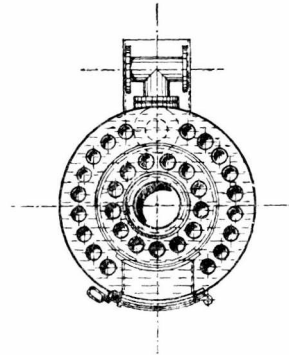
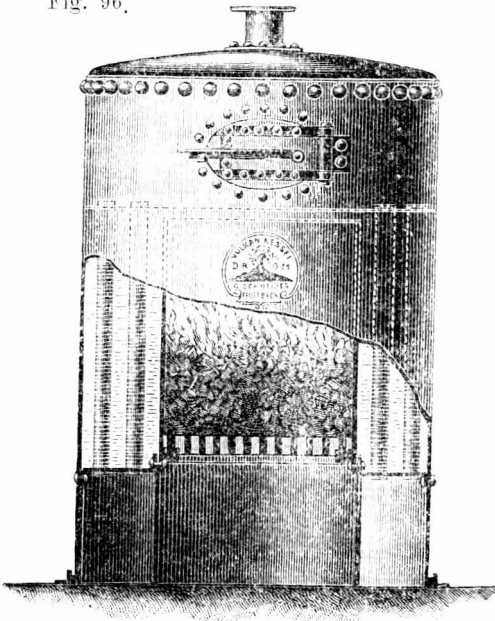


Fig. 95.
Querschnitt.



Was von dem Germaniakessel gesagt ist, gilt auch von diesem Kessel. Der einzige Unterschied besteht in der verschiedenen Anbringung der Auslaufstutzen. Während der Schottsche Kessel sein Steigrohr aus der Decke aufsteigen lässt, führt Nitzsche es an der Seite heraus.

Fig. 96.



**Vulkan-Kessel der Firma
G. Schneider, Feuerbach-
Stuttgart.**

Bei diesem Kessel nimmt der Feuerraum die ganze Höhe des Kessels bis zur Wasserdecke desselben ein; die Rauchkammer befindet sich also direkt im Kessel. Der Feuerherd liegt im vorderen Teil des Kessels, wo die Thür sich befindet, die auch zum Einwerfen der Heizmaterialien benutzt wird. Die sich entwickelnden Rauchgase ziehen, nachdem sie schon einen Teil ihrer Wärme an die Wasserdecke ab-

gegeben haben, in den einen Teil der Siederöhren nach unten, treten in die untere Rauchkammer ein und gehen durch die übrigen Siederöhren nach oben, wo sie nach dem Schornstein geleitet werden. Bei der Konstruktion dieses Kessels ist vor allem auf die Feuerentwicklung im Feuer-raum Rücksicht genommen, ohne einen Dauerbrand entbehren zu müssen. Im übrigen gilt das schon früher über diese Kessel gesagte.

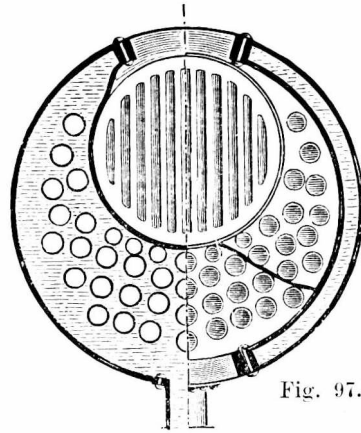
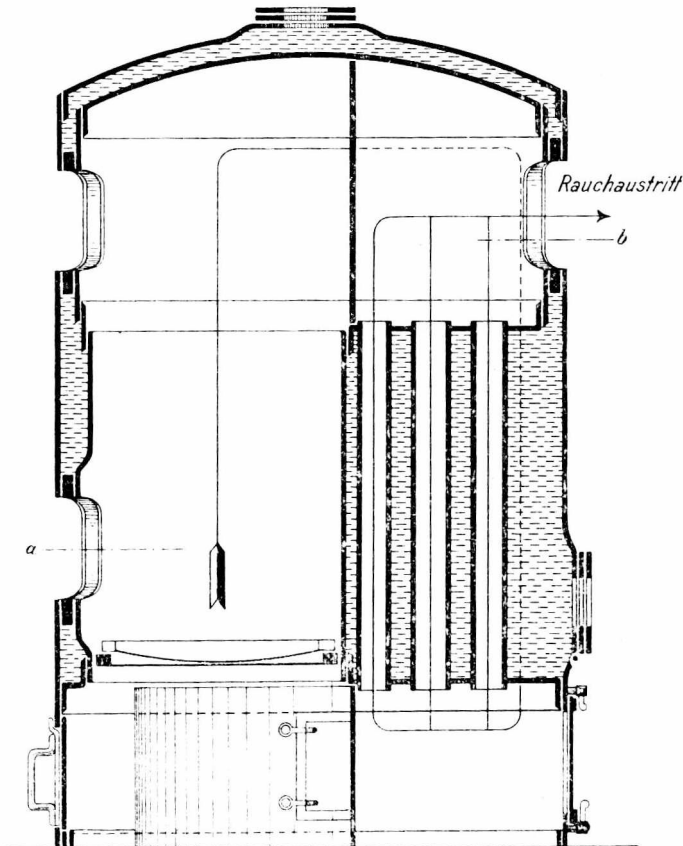


Fig. 97.

Querschnitt.

Fig 98. Längsschnitt.



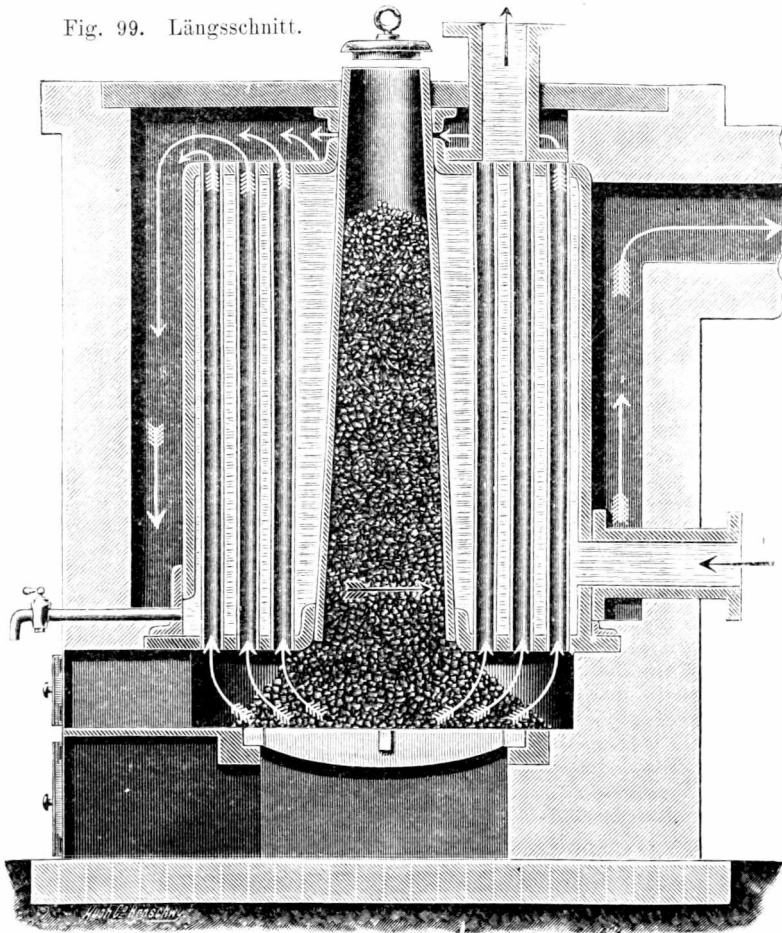
Eigene Angaben des Fabrikanten oder der Vertreter
über den Vulkan-Kessel:

Nummer des Kessels	Weite der Feuerbüchse cm	Aeussere Weite des Kessels cm	Höhe des Kessels cm	Ungefähre Heiz- kraft in 75 mm Röhren m
1	50	90	140	500
2	60	110	170	750
3	70	130	200	1100
4	80	145	230	1550
5	90	160	255	2100
6	100	180	280	2750

C. Vertikal=Cylinder=Kessel mit Unterfeuerung.

Sparkessel der Firma L. Nitschke, Landsberg a. Warthe.

Fig. 99. Längsschnitt.



Sparkessel Mod. 1900.

Ein Kessel mit Unterfeuerung und Einmauerung. Beschickt wird der Feuerherd durch einen Fülltrichter, welcher in der Mitte des Kessels sich befindet. Der Auslaufstutzen sitzt auf der Decke des Kessels. Die Feuergase nehmen ihren Weg erst durch die Siederöhrn und dann um den Kessel herum und endlich zum Schornstein hinaus. Die Kesselwände sowohl als auch die Siederöhrn sind ausserordentlich stark, und sind letztere nach einer besonderen Methode gerichtet. Es ist ein Mitstromkessel.

Grössen, Heizkraft und Preise der Kessel:

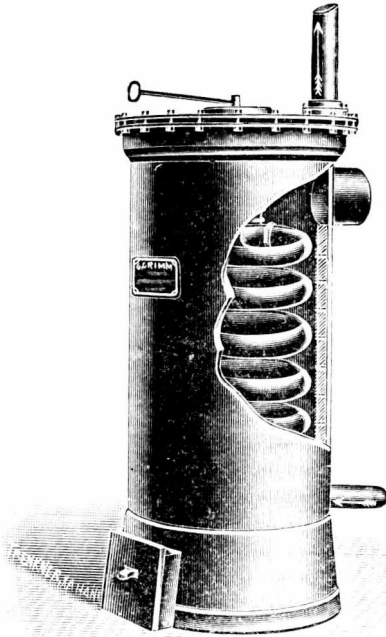
No.	Durch- messer mm ca.	Höhe mm ca.	Heiz- fläche □ m ca.	Lichte Weite der An- schluss- stutzen mm	Durch- messer der An- schluss- flan- schen mm	Gering- ste Lei- stung 83—85 mm weite Röhrn m ca.	Gewicht des Kessels kg. ca.	Gewicht der Arma- tur kg. ca.	Preis mit Arma- tur Mark
1	840	1500	24	115	204	1250	900	202	975
2	840	1144	18	115	204	950	750	202	790
3	760	1144	14	102	191	625	600	164	685
4	625	1090	9,50	76	169	400	400	112	570
5	563	900	6,70	76	169	200	300	87	450
6	563	760	5,20	76	169	100	260	87	370

D. Vertikal=Cylinder=Kessel mit Wasserröhrn.

Wir haben im vorigen Abschnitt kennen gelernt, wie die Feuergase mittels Siederöhrn durch das Wasser gehen; bei der jetzt zur Besprechung gelangenden Kesselart soll das Wasser durch Röhrn gehen, die im Feuer liegen. Man hat nun verschiedene Art der Röhrnlegung konstruiert, entweder man windet die Röhrn spiralförmig zu einer Röhr auf, oder umstellt den Feuerherd mit kurzen, aufrechten Röhrn, die in einen Wassermantel münden. Durch diese Röhrn wird vor allem die Kontakt- und strahlende Heizfläche ausserordentlich vergrössert. Der Wassermantel wird zum Teil ebenfalls durch strahlende Wärme erwärmt und enthält die nötige Wassermenge, denn viel stärkere Röhrn als die Schlangen sind mit erwärmtem Wasser zu versorgen.

Grimms Schlangenkessel.

Die Firma George Grimm in Hannover hat diesen Kessel konstruiert, und geben die beistehenden Abbildungen einen genauen Einblick in die innere Einrichtung. Wir haben hier einen Kessel mit einfacher und einen Kessel mit doppelter Schlange. Ist nur ein Ausflusstutzen vorhanden, so genügt zur Erwärmung wohl 1 Schlange. Der Kessel mit einfacher Heizschlange hat soviel Heizfläche als die Doppelschlange, weil letztere zu dicht übereinander liegt.



Die Kessel sind mit Wasserabdeckplatte versehen, um die aufsteigenden Heizgase möglichst auszunutzen.

Fig. 100.

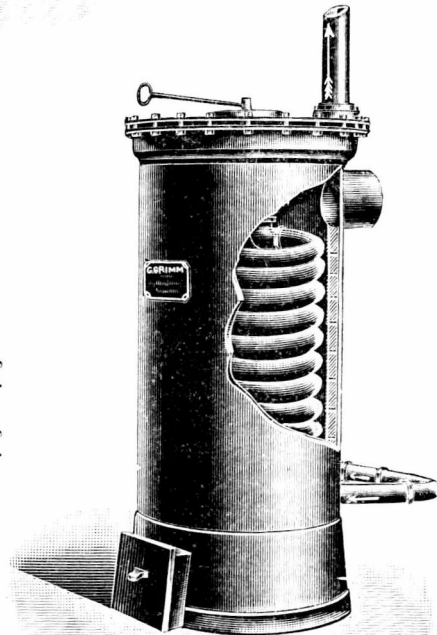
Einfache Schlange.

No. 1 A heizt ca. 185 m $1\frac{1}{2}$ " Rohr, 150 m 2" Rohr, 115 m 3" Rohr. Preis $\mathcal{M}$ 109,50.
 No. 2 A heizt ca. 215 m $1\frac{1}{2}$ " Rohr, 180 m 2" Rohr, 145 m 3" Rohr.
 Preis $\mathcal{M}$ 120,—.

Fig. 101.

Doppelte Schlange.

No. 1 B heizt ca. 300 m $1\frac{1}{2}$ " Rohr, 260 m 2" Rohr, 190 m 3" Rohr. Preis $\mathcal{M}$ 157,50.
 No. 1 B heizt ca. 350 m $1\frac{1}{2}$ " Rohr, 290 m 2" Rohr, 210 m 3" Rohr. Preis $\mathcal{M}$ 170,—.



Dietzes Drillings-Kessel „Sonne“.

Der Kessel ist von einem Gärtner (E. Dietze, Handelsgärtner, Steglitz-Berlin) konstruiert und von der Firma

Bruno Schramm, Ilversgehofen-Erfurt, erworben worden. Wie aus den sehr deutlichen Abbildungen ersichtlich, ist der Kessel aussen cylindrisch, während sein Feuerraum, in welchem eine doppelte Schlange liegt, stark konisch geformt ist; durch diese starke konische Form wird erstlich die Heizfläche grösser, und zweitens rutschen die Heizmaterialien gut nach und legen sich nicht in die Röhrenzwischenräume. Vor allen Dingen wird bei dieser Konstruktion die strahlende Wärme vorzüglich ausgenutzt. Der Kessel besteht aus drei Teilen und kann, sollte ein Teil defekt werden, mit 2 Teilen ruhig weiter geheizt werden, da jeder Teil für sich angeschlossen ist. Nach Versuchen, die eine Kommission von hervorragenden Gärtnern gemacht hat, ergab der Kessel eine grosse Leistungsfähigkeit, indem 1 qm Kesselheizfläche in der Lage war, 11000 W. E. pro Stunde an die Heizrohre zu geben. Der Kessel ist eingemauert und mit Innenfeuerung versehen. Die Heizgase ziehen durch den durchbrochenen oberen Teil des Füllraumes, gehen dann um den Mantel und entweichen nach dem Schornstein.

Fig. 102.

Längsschnitt, Seitenansicht.

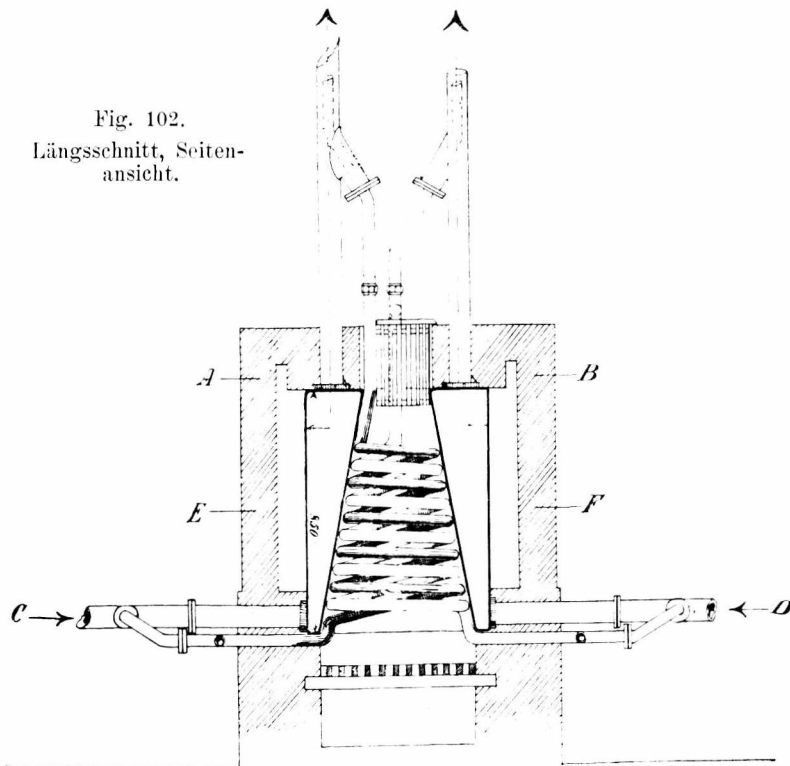
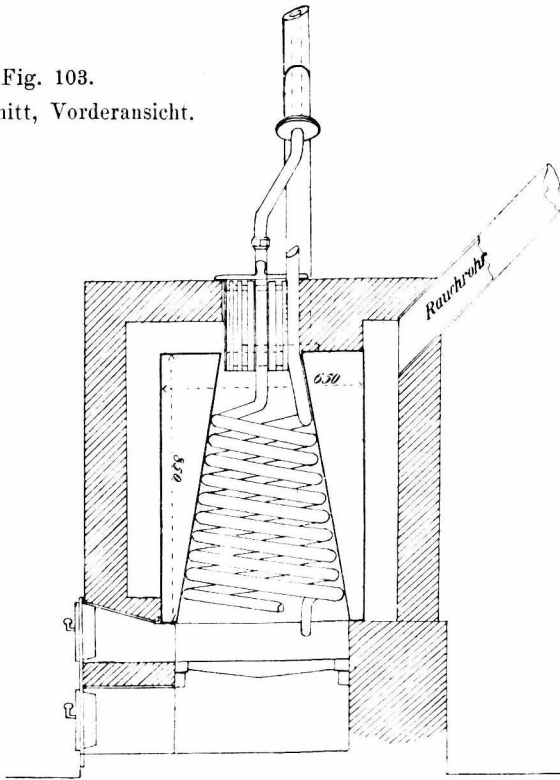


Fig. 103.
Längsschnitt, Vorderansicht.



Heizkraft und Preise des Drillingskessels.

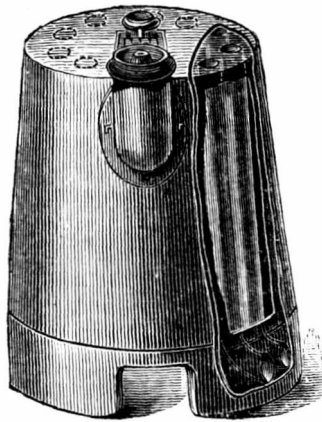
Grössen-Nummer	1	2	3	4	5
Heizt bei Gewächshausheizungen ca. 85—90 mm weite Röhren in Länge von Meter . . .	250	400	550	700	1000
Preis mit Feuerungsarmatur komplett Mark	475,—	675,—	800,—	875.—	1075,—

Engl. Vertikal-Cylinder-Kessel mit Wasser- röhren.

Monarch-Kessel der Firma H. L. Knapstein, Bochum.

Der Kessel ist eine Verbindung eines inneren Röhrenkessels mit einem äusseren kegelförmigen oder cylindrischen Kessel, ganz aus schmiedeeisernen Röhren und starkem Eisenblech gefertigt. Die Heizfläche, namentlich die Kontaktheizfläche, ist gross, und nimmt der Kessel wenig Raum ein. Die Beschickung geschieht von der Seite.

Fig. 104.



Heizkraft, Grösse und Preise des Monarchkessels.

No.	Aeussere Grösse			Heizkraft bei 100 m m Rohr m	Preis	
	Länge m	Breite m	Höhe m		des Kessels Mk.	der Ausstattung Mk.
1	0,68	0,61	0,51	186	344,50	65,—
2	0,76	0,61	0,51	210	366,—	65,—
3	0,68	0,68	0,53	217	387,50	70,—
4	0,76	0,68	0,53	240	409,—	70,—
5	0,91	0,68	0,53	277	452,—	70,—
6	0,91	0,76	0,61	345	517,—	75,50
7	0,91	0,84	0,66	375	538,—	86,50
8	1,06	0,84	0,66	450	624,—	86,50
9	1,06	0,91	0,71	510	710,—	97,—
10	1,22	0,91	0,71	570	775,—	97,—
11	1,22	1,06	0,84	660	861,—	123,50
12	1,37	1,06	0,84	750	969,—	123,50
13	1,42	1,17	0,91	900	1184,—	139,—
14	1,52	1,22	0,96	1110	1399,—	151,—
15	1,52	1,37	1,11	1200	1571,50	183,—
16	1,52	1,52	1,27	1350	1722,—	205,—

Abteilung II.

Horizontale Kessel.

Die Vorliebe für Vertikal-Kessel hat die horizontalen fast ganz in den Hintergrund gedrängt. Die Vorzüge, die ein Vertikal-Kessel besitzt, sind allerdings grosse, doch bieten liegende auch grosse Vorteile, namentlich in Bezug auf die Art des Heizmaterials. Während die Vertikal- und namentlich die Füll-Kessel lockeres und möglichst aschenfreies Heizmaterial haben müssen, wenn sie leistungsfähig sein sollen, kann man in gut konstruierten liegenden Kesseln fast jedes Heizmaterial benutzen.

Solange der Koks, welcher bei Vertikal-Kesseln meistens in Frage kommt, einen entsprechenden Preis hat, ist ja nichts zu sagen. Wird der Preis jedoch unerschwinglich, wie es in den letzten Jahren gewesen, so wünscht sich doch mancher einen Kessel, der auch andere Heizmaterialien verwenden lässt. Man sollte deshalb die Konstruktion guter liegender Kessel nicht versäumen. Es sind ja allerdings schon eine ganze Reihe guter Horizontal-Kessel vorhanden, doch kann da manches noch verbessert werden.

Es sind zwei Gründe, die gegen den liegenden stets vorgebracht werden, erstlich die Grösse (der Kessel nimmt so viel Platz weg) und zweitens die Ablagerung der Flugasche in den Zügen. Der erste ist nun kein stichhaltiger Grund, da gerade die Länge der Feuerzüge die starke Ausnutzung der Feuergase bedingt. Der zweite ist schon bedenklicher. Aber auch hier wird stark übertrieben. Die Heizgase haben, wie bekannt, das Bestreben nach oben zu ziehen. Infolgedessen wird bei horizontalen Zügen die obere Hälfte derselben die grösste Hitze empfangen.

Bei regelmässiger Reinigung wird also diese kleine Ablagerung wenig ins Gewicht fallen, vor allen Dingen dann nicht, wenn der Schornsteinzug ein guter ist und der grösste Teil der Flugasche durch die Gewalt desselben mit in die hintere Rauchkammer gerissen wird und dort leicht, auch während des Betriebes, entfernt werden kann. Der grosse Vorteil liegt aber in der Benutzung jeden Heizmaterials. Es sei da vor allem auf die Topfschen Treppenroste verwiesen, die für liegende Kessel konstruiert sind. Dann hat aber auch noch der Horizontalkessel den Vorteil, dass verschiedene Steigrohre angebracht werden können, ebenso Rücklaufstutzen, ohne im geringsten der Konstruktion zu schaden, wie dies bei dem Vertikal-Siederohrkessel unvermeidlich wäre. Unter den liegenden Kesseln weisen die Sattelkessel die meisten Formen auf.

a) Sattelkessel.

Der Sattelkessel ist ein Spezialartikel Englands. Derselbe ist dort zuerst und in sehr verschiedenen Formen ausgeführt, aber auch Deutschland kann einige sehr gute Sattelkessel aufweisen. Auch die Sattelkessel sind für Dauerbrand eingerichtet.

Deutsche Horizontal-Sattelkessel.

Hellers Hohlrippenkessel.

M. Heller & Co., Ilversgehofen-Erfurt.

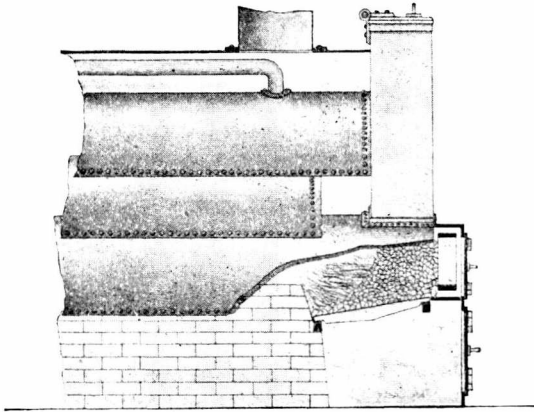
Dieser hat den Namen nach seiner gewellten Heizfläche erhalten. Diese gewellte Form der Heizfläche vergrössert dieselbe ausserordentlich. Der Kessel ist für jede Art Heizmaterial einzurichten und sehr leicht zu reinigen. Die Ver-

Heizkraft, Grösse und Preise des Hohlrippenkessels.

Nummer der Kessel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Ausser Kessel No. 1 besitzen sämtliche andere Kessel einen Füllschacht.
Besitzt Heizfläche in □Meter . . ca.	1,8	2,5	3	3,7	4,5	5,5	6,5	7,5	8	11,5	12,5	
Länge der Kessel mit schrägem Füllschacht und Verbindungsröhren in Meter . . ca.	1,2	1,3	1,5	1,8	1,8	1,8	2,9	3,3	2	2,2	3,3	
Breite der Kessel mit Rücklauf-Stutzen in Meter ca.	0,8	1	1	1	1,1	1	1	1,1	1,1	1,1	1,1	
Höhe des Kessels vom Rost bis Ausgangsstutzen ca.	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,9	0,6	0,6	0,9	1,3	1	
Heizt in Treibhäusern 89 mm weite Röhren in ein. Länge von Meter ca.	100	150	190	230	290	340	460	550	550	800	900	
Desgleichen 51 mm weite Röhren in einer Länge von Meter . . . ca.	180	240	320	400	500	600	800	900	900	1400	1600	
Zahl der Hohlrippenkörper	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	2	
Preise der Kessel ohne Einmauerung inkl. Füllschacht, Feuerportal, Rost- und Reinigungsthüren . //	180	260	320	370	430	500	550	600	680	900	950	

Hälfte statt. Auf der oberen Hälfte erwärmt sich das Brennmaterial und werden die sich dabei entwickelnden Gase, welche über die Flammen streichen, zur Verbrennung gebracht, indem sie sich mit der zwischen Rost und Feuerbrücke eindringenden Sekundärluft verbinden. Der Füllschacht bei Braunkohlen enthält für 5 Stunden, der für Koks für ca. 9 Stunden Heizmaterial. Der Kessel ist eingemauert.

Fig. 106.



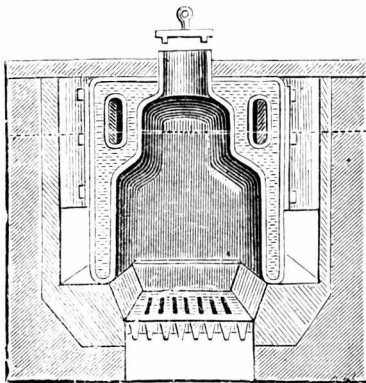
Ansicht eines dreifachen Kessels.

Patent-Climax-Kessel

der Firma W. L. Knappstein, Bochum.

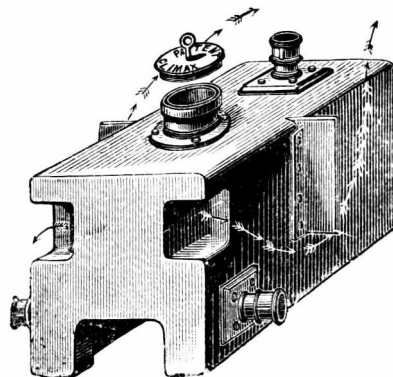
Dieser und der Kaiser-Kessel haben von den englischen Kesseln den meisten Anklang gefunden. Sie haben eine grosse Heizfläche, doch könnte es nichts schaden, wenn die ganzen Kessel etwas länger wären. Beide Kessel sind für Dauerbrand eingerichtet

Fig. 107.



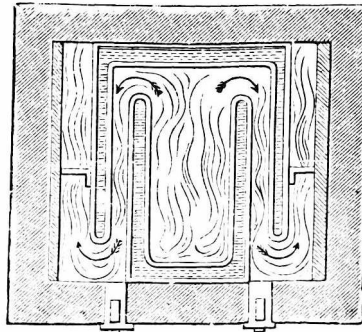
Querschnitt.

Fig. 108.



Ansicht.

Fig. 109.



Durchschnitt.

und werden von oben gefüllt. Sie bestehen aus starkem Schmiedeeisen und sind geschweisst und können nach der Kohlenfüllung 10—24 Stunden ohne Aufsicht stehen. Im Verhältnis zur Kohlenmenge sind sie, wie gesagt, zu kurz und könnten etwas länger fabriziert werden.

Die Kessel werden in 16 Grössen angefertigt und sind bis No. 5 die Verhältnisse und Preise angegeben.

Heizflächen.

No.	Innere Fläche qm	Feuerzüge qm	Aeussere Fläche qm	Totale Heizfläche qm
0	0,85	0,48	0,64	1,970
1	1,20	0,53	0,83	2,560
2	1,46	0,71	1,04	3,210
2a	1,67	0,88	1,25	3,800
3	1,94	0,95	1,39	4,280
3a	2,22	1,17	1,62	5,010
4	2,52	1,22	1,78	5,520
5	2,82	1,31	1,94	6,070

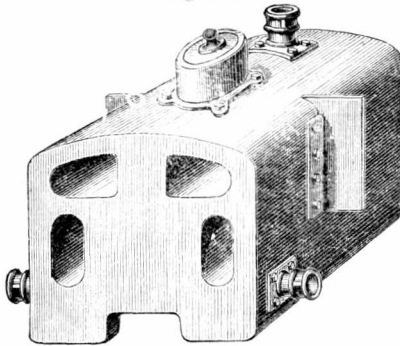
No.	Aeussere Grösse			Heizkraft bei 100 mm Rohr m	Preis des Kessels „	Preis d. Ausstattung „
	Länge m	Breite m	u. Höhe m			
0	0,61	0,53	0,53	127	301,50	59,50
1	0,61	0,61	0,68	172	345,—	65,—
2	0,76	0,61	0,68	210	387,—	69,—
2a	0,91	0,61	0,68	247	431,—	81,—
3	0,91	0,68	0,76	307	474,—	97,—
3a	1,06	0,68	0,76	345	538,—	97,—
4	1,06	0,76	0,84	390	581,50	102,50
5	1,06	0,84	0,91	435	646,—	102,50

Kaiser-Kessel

der Firma H. L. Knappstein, Bochum.

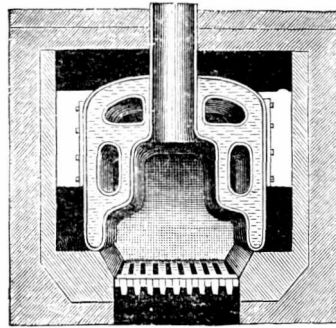
Ganz ähnlich dem Climaxkessel, nur mit doppelten Feuerzügen versehen. Die Heizfläche wird dadurch grösser und da auch der Füllraum eine ziemliche Quantität Heizmaterialien fasst, so kann auch dieser Kaiser-Kessel 6—8 Stunden ohne Aufsicht brennen. Der Kessel ist gleichfalls geschweisst.

Fig. 110.



Ansicht.

Fig. 111.



Querschnitt.

Heizflächen.

No.	Innere Fläche qm	Feuerzüge qm	Aeussere Fläche qm	Totale Heizfläche qm
0	1,02	1,39	1,43	3,840
1	1,53	1,76	1,71	5,000
2	1,76	2,18	2,08	6,020
3	2,04	2,60	2,55	7,190
4	2,32	2,64	2,69	7,650
5	2,60	3,01	3,06	8,670
6	2,97	3,44	3,61	10,020
7	3,48	3,99	4,26	11,730
8	3,95	4,41	4,45	12,810

No.	Aeusseres Maass des Kessels in m			Heizkraft bei 100 mm Rohr m	Preis	
	Länge	Breite	Höhe		des Kessels M	d. Ausstattung M
0	0,76	0,68	0,66	180	398,50	65,—
1	0,76	0,86	0,76	255	452,—	70,—
2	0,91	0,86	0,76	292	517,—	97,—
3	1,06	0,86	0,81	360	614,—	102,—
4	1,06	0,91	0,86	405	710,50	102,—
5	1,22	0,91	0,86	442	840,—	118,50
6	1,37	1,00	0,86	510	1012,—	129,—
7	1,52	1,00	0,96	600	1162,50	151,—
8	1,52	1,12	0,96	675	1248,50	151,—

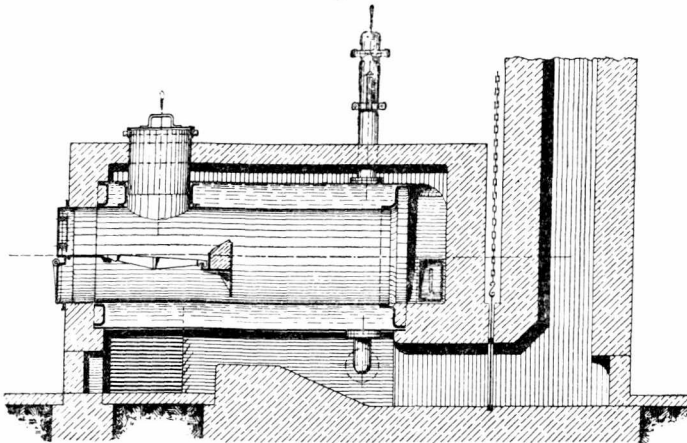
b) Horizontal=Cylinder=Kessel.

Nach Art der Dampfkessel, entweder einfache Cylinder oder mit Siederöhren konstruiert. Mit Vor-, Hinter- oder Innenfeuerung. Im letzteren Falle ist die Kontaktwärme am meisten ausgenutzt. Kommt staubförmiges Brennmateriale zur Verbrennung, ist Vorfeuerung mit Treppenrostanlage vorzuziehen.

Deutsche horizontale Cylinder=Kessel.

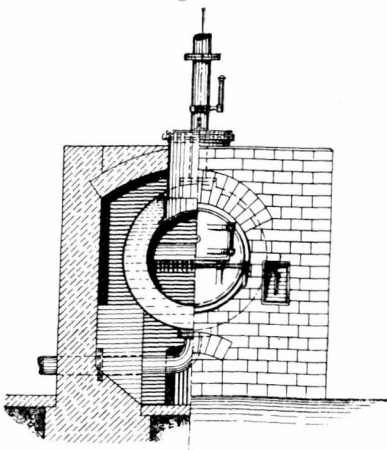
Flammrohrkessel mit Innenfeuerung der Firma M. G. Schott, Breslau.

Fig. 112.



Längsschnitt.

Fig. 113.



Querschnitt.

Eine einfache Form, die jedoch eine gute Ausnutzung des Heizmaterials gestattet, weil die Feuerung im Kessel selbst liegt. Im allgemeinen ist in den liegenden Cylinderkesseln zuviel Wasser enthalten, was bei der Konstruktion ganz gut vermieden werden kann.

Fig. 114.

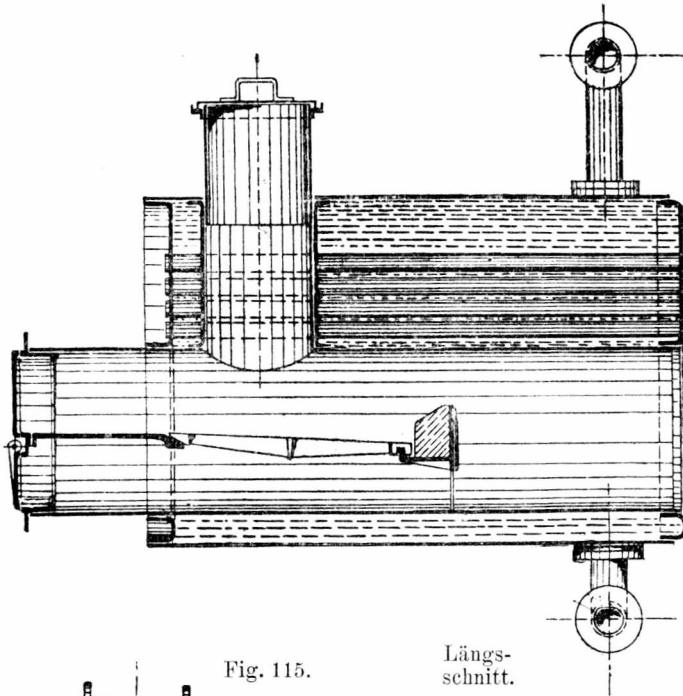
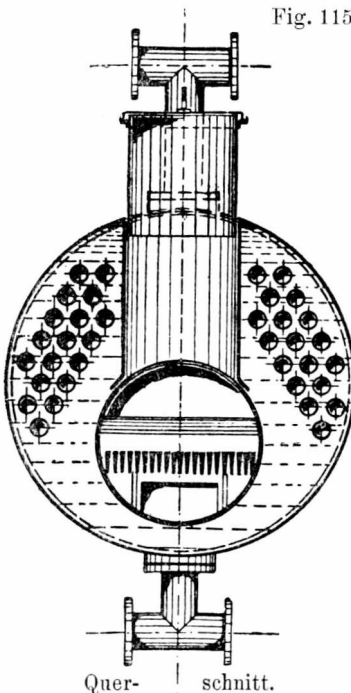


Fig. 115.



Längs-
schnitt.

Quer-
schnitt.

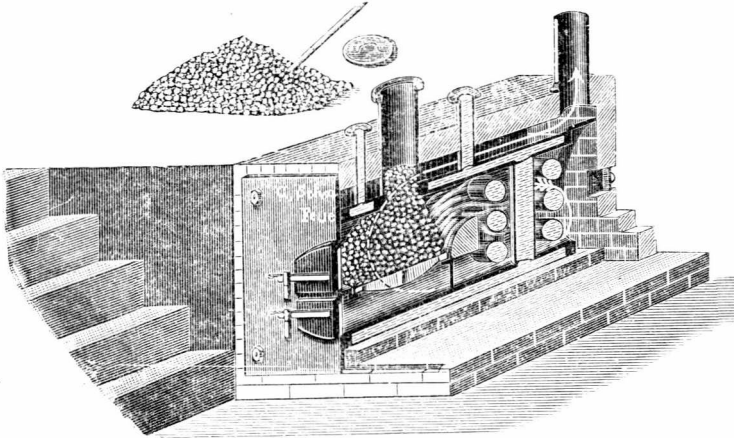
Röhrenheizkessel mit Flammrohr der Firma M. G. Schott, Breslau.

Wie aus der Fig. 114 ersichtlich, durchziehen den oberen Teil des Kessels eine Anzahl Siederöhren. Die Beschickung der ebenfalls wie beim vorherigen Kessel im Innern liegenden Feuerung, geschieht ebenfalls durch Fülltrichter. Der Kessel ist wie fast alle Cylinderkessel für Einmauerung bestimmt. Es könnte, wie auch beim vorherigen, mehr auf den Wasserinhalt Rücksicht genommen werden. Je weniger Wasser, je schneller und wärmer geht es aus dem Kessel.

Füllregulier-Kessel der Firma G. Schneider, Feuerbach-Stuttgart.

Dieser Kessel ist mit Querwasserröhren versehen, durch welche die Feuergase hindurchstreichen. Die Heizfläche ist dadurch bedeutend vergrößert, doch sollte eine horizontale Lage dieser Wasserröhren vermieden werden.

Fig. 116.



Nummer des Kessels.	Weite der Feuerbüchse cm	Ungefähre Heizkraft in 75 mm Röhren m
1	40	180
2	50	315
3	60	495
4	70	720
5	80	990
6	90	1350

Sparkessel „Économa“

der Firma Bruno Schramm, Ilversgehofen-Erfurt.

Ein Kessel mit vertikalem Wasserrost, wie wir es bei dem Donneley-System kennen gelernt haben. Der Kessel ist aus starken Kesselblechen zusammengenietet, von cylindrischer Form und in seiner unteren Hälfte von Siederöhren durchzogen. Der Füllschacht *F* liegt im Mauerwerk vor dem Kessel und wird der Luftzutritt durch einen schrägliegenden Rost und einen horizontalen Planrost vermittelt. Im Verein mit diesen Rosten und einem vertikalen Röhrenrost *W* ist die Ausnutzung der Kontaktwärme gesichert. Auch die strahlende Wärme, welche die vordere Seite des Kessels trifft, wird ausgenutzt. Die Siederöhren nehmen die heissen Feuergase sofort auf, führen diese in die hintere Rauchkammer, von wo aus sie nochmals um den

Kesselmantel gehen. Der Kessel eignet sich für jedes Brennmaterial.

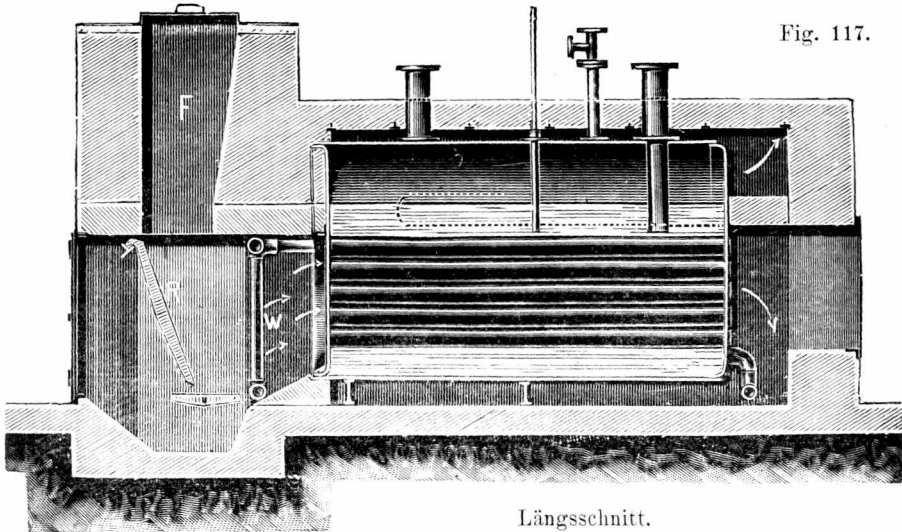


Fig. 117.

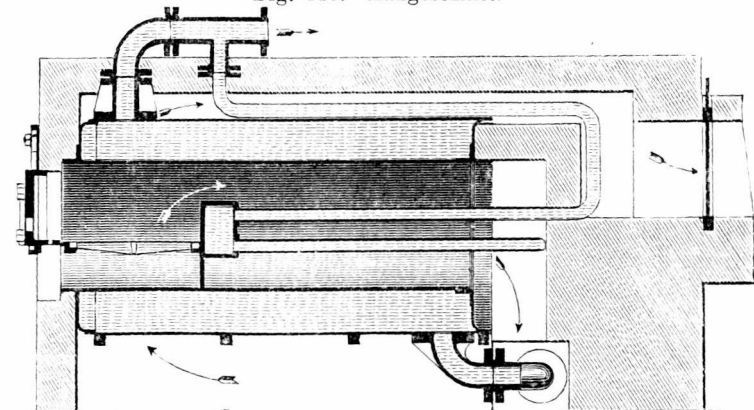
Längsschnitt.

(Tabelle über Grösse und Preise der Kessel S. 122.)

Spar- und Schnellheizapparat der Firma Otto Peschke, Berlin.

Ein Flammrohrkessel mit innenliegender Feuerung.¹⁶ Die Anordnung der Feuerbrücke ist von den andern Kesseln insofern unterschieden, als diese mit Wasser gefüllt ist und somit bedeutend zur Erwärmung und schnellen Zirkulation des Wassers beiträgt, da sie durch eine entsprechend weite Röhre direkt mit Rücklauf und Steigrohr verbunden ist. Die Beschickung geschieht durch Einwurf von vorn.

Fig. 118. Längsschnitt.



c) Wasserröhren-Horizontal-Kessel.

Die Wasserröhrenkessel sind diejenigen, welche am wenigsten Reparaturen bedürfen, da das direkte Feuer mit keinen schädigenden Angriffspunkten in Verbindung steht. Wir haben hier 2 Arten. Die eine Art lässt sämtliche Röhren auf beiden Seiten in Wasserkästen münden und bildet somit ein abgeschlossenes Ganzes für sich, während die andere Art als eine Fortsetzung des Röhrenstranges zu betrachten ist. Die Wasserröhrenkessel haben den Vorteil, dass sich die Röhren einzeln leicht auswechseln lassen und dadurch die Reparaturen sehr verbilligen. Die Wasserröhrenkessel bieten den Heizmaterialien eine grosse Heizfläche dar und sind mit jedem Brennmaterial zu heizen. Die Kessel werden alle eingemauert.

Deutsche Wasserröhren-Horizontal-Kessel.

Grösse der Kessel und Preise des Sparkessels „Economa“.										
Nummer	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Leistung in Wärmeinheiten per Stunde	20000 bis 26000	40000 bis 50000	50000 bis 60000	65000 bis 80000	90000 bis 110000	120000 bis 150000	170000 bis 200000	200000 bis 240000	250000 bis 300000	
Heizt bei Warmwasserheizungen in Gewächshäusern 85—90 mm weite Röhren, Länge in Mtr. ca.	175	350	500	700	1000	1500	2000	2400	2800	
Preis des Kessels mit Wasserrost Mark	400	465	535	650	900	1100	1420	1520	1700	
Preis der groben Feuerungs-Armatur Mark	70	80	85	90	95	100	110	125	140	

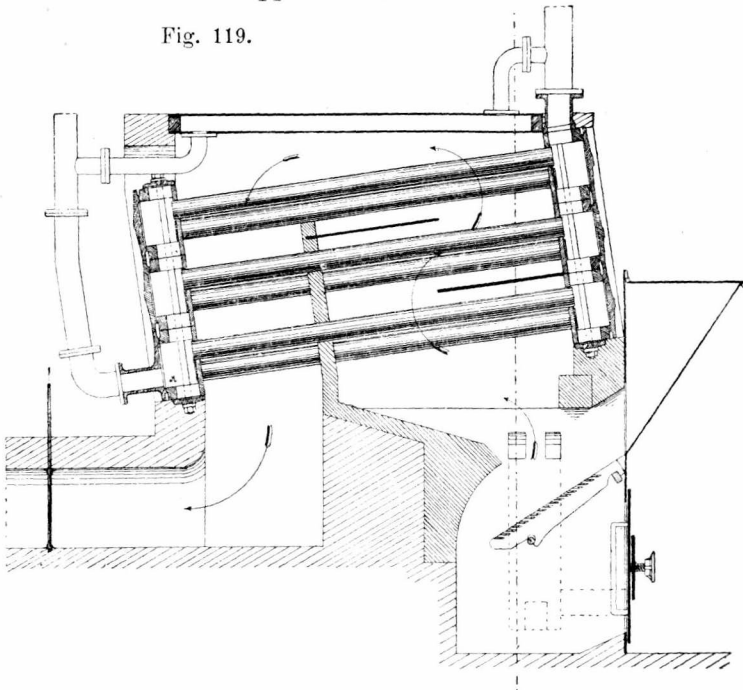
Deutscher Gärtnerkessel

von Arthur Nitzsche, Dresden-Trachau.

Der Kessel besteht aus einzelnen Elementen, welche durch zwei Endkästen mit metallisch eingedichteten Röhren gebildet sind. Flugasche kann sich nur auf den über den einzelnen Röhren liegenden Platten, welche die Züge von einander trennen, lagern und ist leicht zu entfernen. Die Röhren sind $\frac{2}{3}$ ihrer Länge durch eine vertikale Scheidewand von feuerfesten Steinen getrennt zu dem Zweck, durch den hinteren Teil der Röhren die Rauchgase nach unten und zum Schornstein hinauszuführen.

Der Füllschacht befindet sich ausserhalb und lässt das Heizmaterial auf einen Treppenrost gleiten.

Fig. 119.



Ansicht des Kessels und Durchschnitt des Mauerwerks.

Grösse und Preise der Kessel.

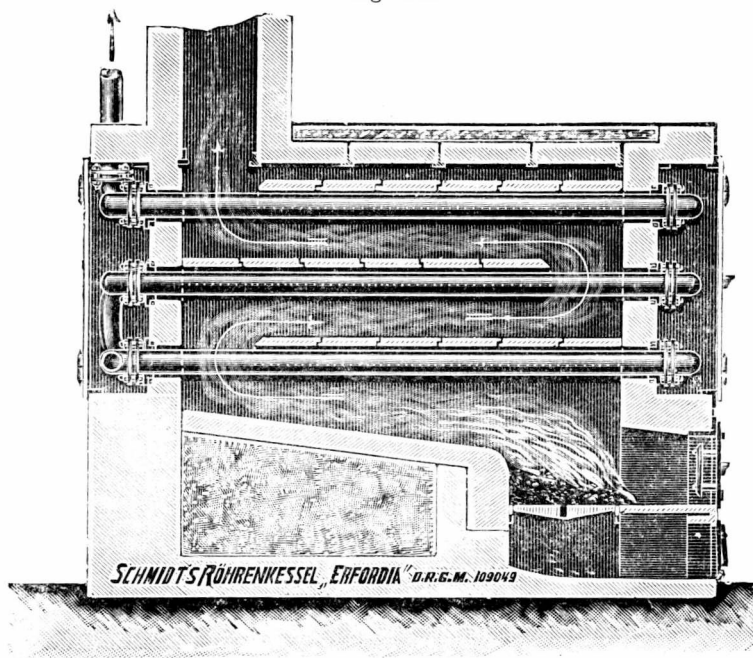
Nummer	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Elemente einreihig	3	3	4						
doppelreihig				3	3	4	5	4	5
Heizfläche ca. qm	3	4	5,5	7	10	13	16	19	22
HeiztmRohr 90 mm ca.	150	200	300	400	500	700	1000	1200	1500
Preis des Kessels inkl. der Armatur Mk.	345	440	500	565	750	875	1125	1250	1500
	mit 2 Stützen					mit 4 Stützen			

Röhrenkessel „Erfordia“

der Firma Bruno Schramm, Ilversgehofen-Erfurt.

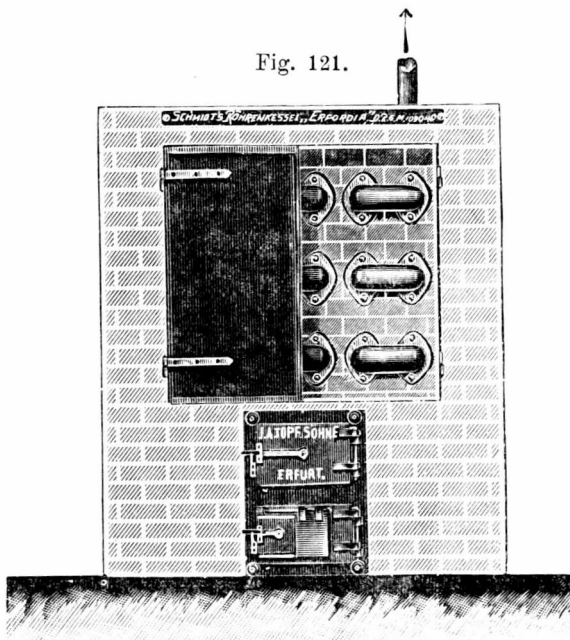
Eine Konstruktion des Inhabers der bekannten Gärtnerfirma J. C. Schmidt, Erfurt, und von obiger Firma erworben. Der Kessel bildet die Fortsetzung der Röhren und ist durch Chamotteplatten in Züge geteilt. Ein Mitstromkessel im wahren Sinne des Wortes. Die Beschickung geschieht durch Einwurf in die Feuerthür.

Fig. 120.



Längsschnitt.

Fig. 121.



Vorderansicht.

Größen, Heizkraft und Preise des Kessels „Erfordia“.

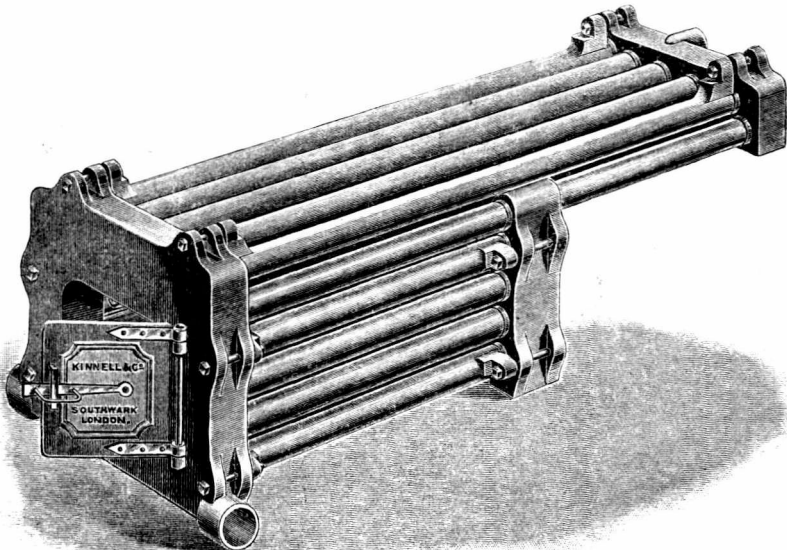
No.	Zahl der Rohre	Stärke der Rohre in mm	Ganze Länge des Apparates in mm	Leistung in Metern für 90 mm weite Rohre	Preis des Kessels		Preis d. groben Armat.		Preis d. feinen Armat.		Preis der Chamotte-Abdeckplatt.	
					M	₡	M	₡	M	₡	M	₡
1	2×4	51/57	1890	175	130	—	75	—	72	50	10	—
2	2×4	51/57	2190	225	140	—	77	50	72	50	12	50
3	3×4	51/57	2040	300	190	—	80	—	72	50	17	50
4	3×4	51/57	2290	350	200	—	82	50	72	50	20	—
5	3×6	51/57	1890	400	240	—	85	—	72	50	25	—
6	3×6	51/57	2190	500	250	—	87	50	72	50	27	50
7	3×6	64/70	2140	575	290	—	105	—	90	—	30	—
8	3×6	64/70	2440	700	335	—	110	—	90	—	35	—
9	4×6	64/70	2240	825	375	—	115	—	90	—	40	—
10	4×6	64/70	2440	925	435	—	120	—	90	—	45	—
11	4×6	76/83	2350	1025	480	—	130	—	112	50	47	50
12	4×6	76/83	2550	1150	550	—	135	—	112	50	52	50
13	4×6	82/89	2560	1225	655	—	150	—	115	—	55	—
14	4×6	82/89	2760	1350	675	—	155	—	115	—	60	—
15	4×6	82/89	2860	1425	690	—	160	—	115	—	65	—
16	4×6	82/89	3060	1550	700	—	165	—	115	—	70	—

Engl. Horizontal-Wasserröhrenkessel.

Rochford-Kessel der Firma C. P. Kinnell & Co., London.

Hier ist der Feuerherd mit Wasserröhren umschlossen und die Kontakt- wie strahlende Wärme ausgenutzt. Die Röhren sind durch mit Gummi gedichtete Wasserkasten verbunden. Die Beschickung geschieht durch die Feuerthür. Es ist ein Mitstromkessel.

Fig. 122. Ansicht.



Glieder-Kessel.

Kessel von Gusseisen, die aus einzelnen Elementen zusammengesetzt sind. Diese Kessel sind berufen, in der Zukunft eine grosse Rolle zu spielen, da denselben Formen gegeben werden können, die bei anderen Kesseln unmöglich sind. Da das vollständige Dichten der einzelnen Glieder heute keine Schwierigkeit mehr bietet, namentlich in Bezug der Ausdehnung, so sind die Kessel bei einigermaßen Aufmerksamkeit in der Behandlung betriebssicher. Die Anordnung der Glieder ist verschieden, entweder dieselben werden aneinander gereiht, oder übereinander gelegt und gedichtet. Die beiden Endglieder sind verschieden von den Mittelgliedern. Letztere können je nach Bedarf vermehrt werden, also der Kessel vergrössert, ebenso ein defektes Glied ohne Schwierigkeit und in kurzer Zeit herausgenommen und durch ein anderes ersetzt werden.

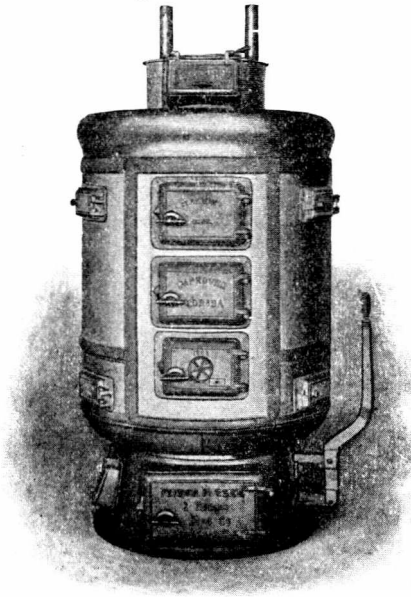
Amerikanische Gliederkessel.

Gliederkessel „Aequator“ der Pierce-

Kesselgesellschaft Arthur Nitzsche & Hans Lemke, Dresden-Trachau.

Der Kessel besteht, wie man aus der Abbildung ersieht, aus einem Untersatz, und ist mit einem Schüttelrost abgedeckt. Alsdann folgt eine gusseiserne Feuerbüchse, die hohlwangig ist und mit dem Wasserraum des Kessels in inniger Berührung steht,

Fig. 123. Ansicht.



so dass das Feuer die mit Wasser berührte Fläche bestreicht und hierdurch eine ganz intensive Kontaktwärme hergestellt ist. Alsdann erfolgt der Aufbau des Kessels durch beliebig viel einzelne Sektionen (Elemente, Glieder), wie wir eine solche unter der Bezeichnung „die gewellte Sektion“ dargestellt finden. Alsdann wird als Schlussektion dem Heizkessel die Wasserdecke aufgesetzt.

Die Heissluftgase bestreichen zunächst die gewellte innere Fläche und gehen gegen die Wasserdecke. Sie nehmen ihren Weg zurück durch die

Wellenschlitzöffnungen, welche man ebenfalls in der Abbildung der gewellten Sektion bemerken kann. Die Gase gehen hier hinunter und umstreichen alsdann noch einmal den ganzen Kessel von aussen. Die Verbindung der einzelnen Glieder erfolgt mit sogenannten Puchnippeln, und obwohl jedes Glied selbst abgedichtet ist, sind sie immer noch einmal seitlich mit kurzen Schraubenbolzen, die also fast keine Ausdehnung erfahren können, verbunden.

Fig. 124.

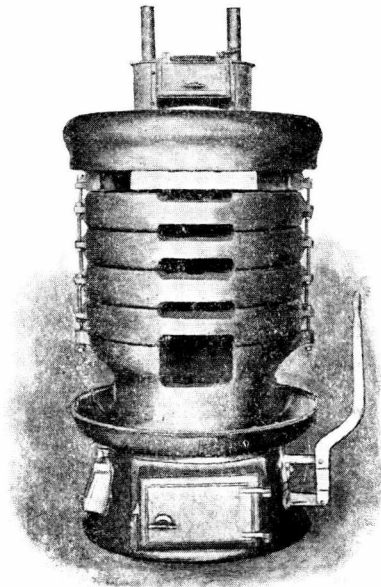
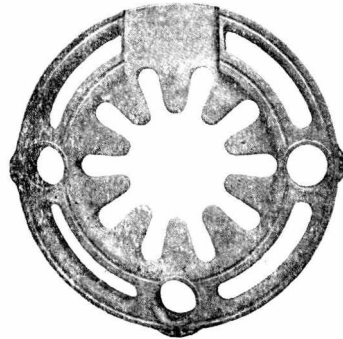


Fig 125.



Montierungsweise des Kessels.

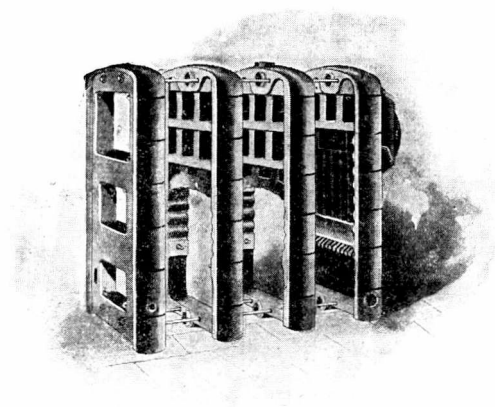
Grösse und Preise der Kessel:

Num- mer des Kessels	Höhe des Kessels mm	Aeusserer Durch- messer des Kessels mm	Innerer Durch- messer des Feuer- raumes mm	Anzahl der Sek- tionen	Durch- messer des Rauch- rohres mm	Gewicht kg	Heizt laufende m 89 mm- Rohr m	Preis Mk.
180	1275	850	400	4	200	653	450	533
181	1400	850	400	5	200	788	500	650
182	1525	850	400	6	200	878	600	696
185	1525	950	500	6	200	1148	750	964
187	1475	1050	600	5	225	1272	850	1125
188	1625	1050	600	6	225	1407	950	1260
190	1525	1150	700	5	250	1530	1050	1400
191	1675	1150	700	6	250	1710	1250	1540
194	1675	1250	800	6	275	1980	1500	1650

**Glieder-Kessel „Advance“ der Pierce-Kessel-Gesellschaft,
Dresden-Trachau.**

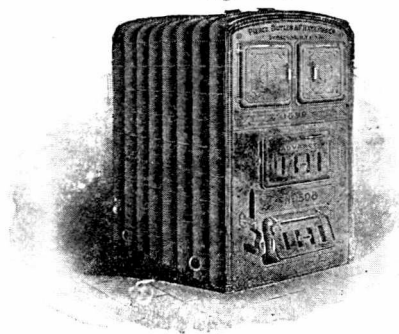
Hier werden die Glieder aneinander gesetzt. Die Aus-
nutzung der Kontakt- und strahlenden Wärme ist auch hier

Fig. 126.



Ansicht der Montierungsart Serie 500.

Fig. 127.



gegeben. Die Feuergase
bleiben im Kessel, gehen
erst nach hinten, dann
wieder nach vorn und
dann wieder zurück nach
dem Schornstein. Es
liegen, wie in den Ab-
bildungen ersichtlich,
mehrere Züge nebenein-
ander, die durch Scheide-
wände getrennt sind.

Aeussere Ansicht.

Serie 500:

No.	Wärmeeinheiten	Gewicht kg	Preis	
			M	§
500	47 000	1260	830	—
5 A	55 000	1395	928	—
502	63 000	1440	953	—
5 B	74 000	1620	1076	—
504	83 000	1665	1100	—
506	100 000	1845	1269	—
5 C	110 000	2025	1395	—
508	117 000	2070	1469	—

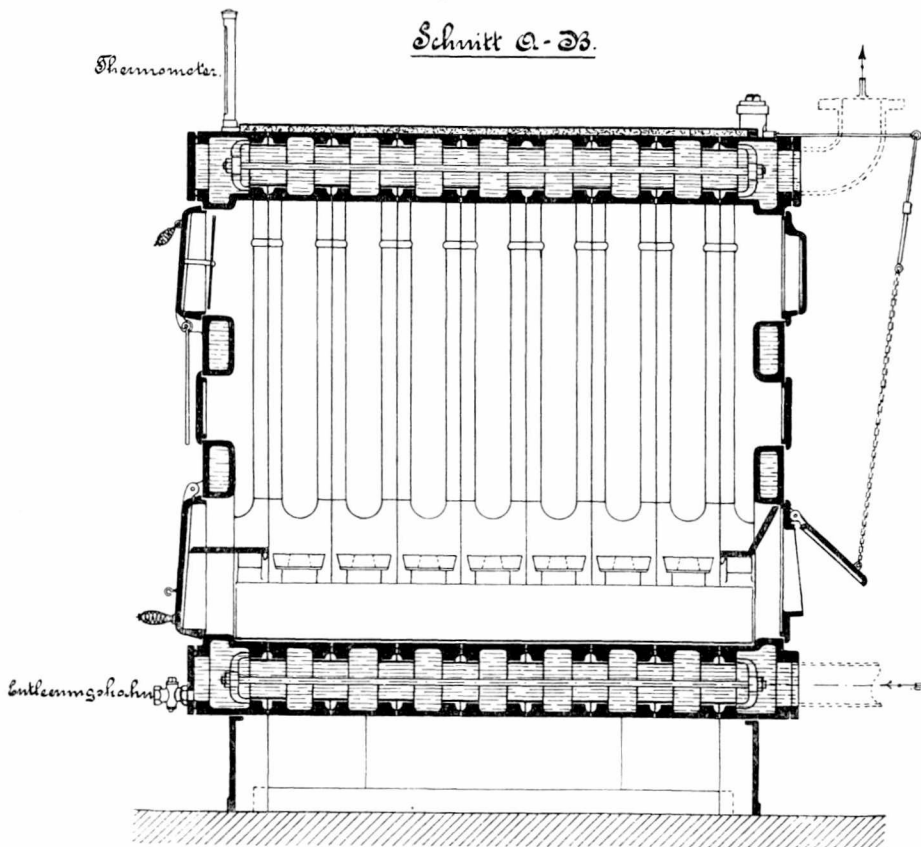
Deutsche Gliederkessel.

**Strebels Original-Gegenstrom-Gliederkessel der Firma
Rudolf Otto Meyer, Mannheim.**

Ein einfacher Kessel von grosser Leistungsfähigkeit. Die Beschickung des Kessels geschieht durch die vordere obere

Fig. 128.

Schnitt A-B.



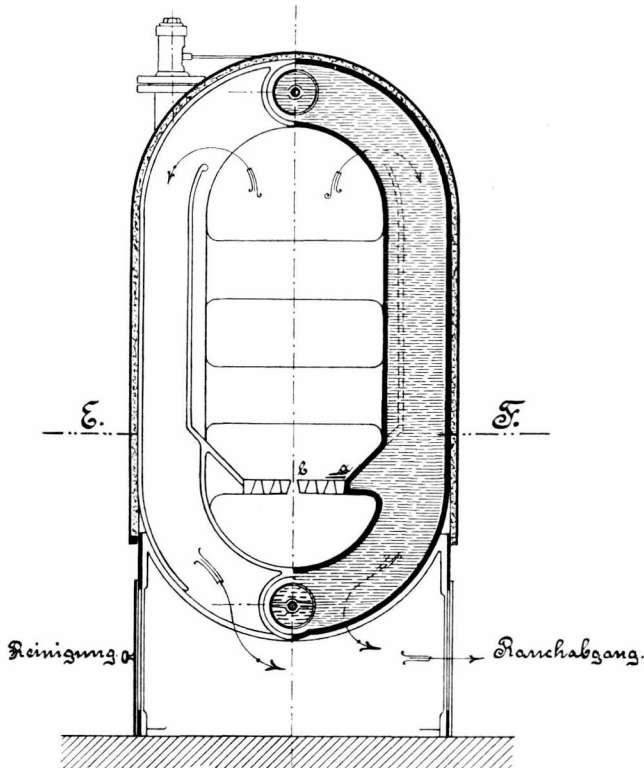
Thür. Das Füllmagazin ist für ein grösseres Quantum Heizmaterial eingerichtet (Dauerbrand wie auch die vorherigen). In den Tabellen sind die Angaben über die normale Leistungsfähigkeit der Kessel auf Grundlage der geringen Beanspruchung derselben mit 7000 W. E. pro 1 qm Heizfläche und 1 Stunde gemacht. Unter diesen Umständen arbeitet der

Kessel mit 94% Nutzeffekt und zwar ergibt sich das aus der durchschnittlichen Zusammensetzung der Rauchgase:

14,4 %	Kohlensäure,
0 %	Kohlenoxyd,
6,0 %	Sauerstoff,
79,6 %	Stickstoff
100,0 %	

Fig. 129.

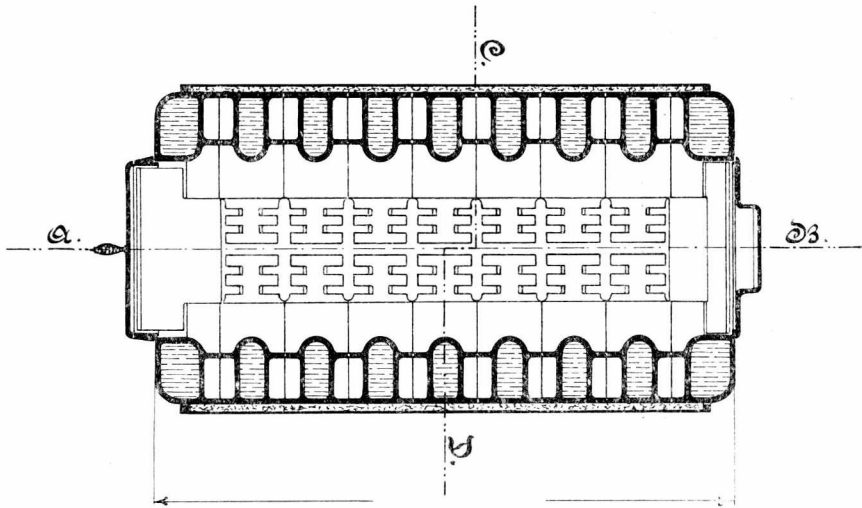
Schnitt c-d



bei einer mittleren Rauchtemperatur von 115° C. und 72° C. Wärme des Kesselwassers. Wie aus den Tabellen ersichtlich, leistet der Kessel im Maximum viel mehr, doch ist er dann nicht mehr so sparsam. Einer der besten und dauerhaftesten Kessel der Gegenwart.

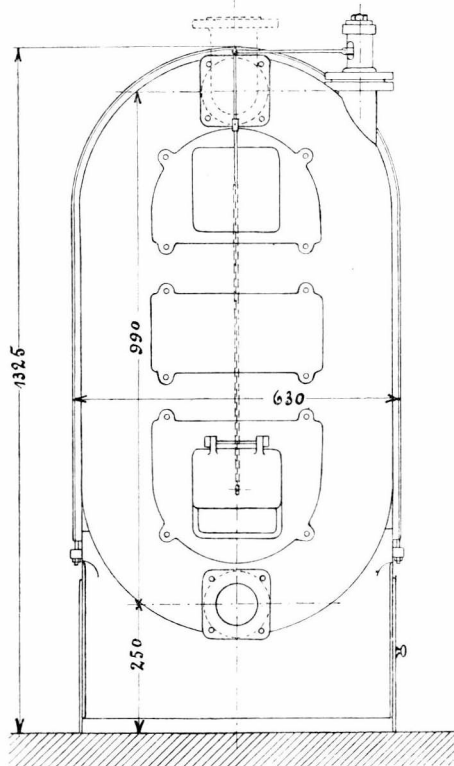
Fig. 130.

Schnitt E-F.



Druckansicht.

Fig. 131.



Grösse und Preise der Kessel (Serie II):

Bezeichnung	Kola	Komet	Knappe	Kaliber	Kry-stall	Kanin-chen	Kosmo-polit	Krab-benfang	Kohlen-sparer
Gliederzahl . . .	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Heizfläche qm . .	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Wärmeleistung									
WE. normal . . .	21000	28000	35000	42000	49000	56000	63000	70000	77000
maximal . . .	36000	48000	60000	72000	84000	96000	108000	120000	132000
Wasserinhalt lt. .	96	112	128	144	160	176	192	208	224
Kokefassung lt. .	75	100	125	150	175	200	225	250	275
Aussen- { Breite m	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630
maase { Länge m	0,500	0,625	0,750	0,875	1,000	1,125	1,250	1,375	1,500
Höhe m	1,330	1,330	1,330	1,330	1,330	1,330	1,330	1,330	1,330
Gewicht unverpackt ca. kg .	500	605	710	815	920	1025	1130	1235	1340
Preis M	390	460	530	600	670	740	810	880	950

Der Verbrauch von Heizmaterialien.

Es ist jedenfalls ausserordentlich schwierig, bestimmte Angaben über den Verbrauch von Heizmaterial bei den einzelnen Kesselsystemen zu machen. Der Verbrauch hängt von zu viel Faktoren ab. Ist der Kessel im Verhältnis zu klein, so muss er natürlich stärker in Anspruch genommen werden und der Heizmaterialienverbrauch ist stärker. Wird der Kessel schlecht bedient oder auch minderwertiges Material verheizt, so ändert sich die Sache gleichfalls.

Wollen wir uns aber trotzdem über diese so wichtige Frage Aufklärung verschaffen, so müssen wir folgendes Verhältnis annehmen:

1. Normale Heizkraft des Kessels,
2. Art des Heizmaterials,
3. Verbrauch auf eine bestimmte Heizfläche,
4. Verbrauch in einer bestimmten Zeit.

Sind diese Fragen beantwortet, so wird man noch weiter die Art der Heizfläche in Betracht ziehen müssen. Haben wir z. B. Kontaktheizfläche, Heizfläche zur Aufnahme der strahlenden Wärme und die ergiebige Ausnutzung der Heizgase, so wird sich der Verbrauch von gleichen Heizmaterialien bei Kesseln, die obige Eigenschaften besitzen, ungefähr gleich stellen. Hat ein Kessel nur indirekte oder nur direkte Heizfläche, so wird sich das Verhältnis entsprechend verschieben.

Nehmen wir nun an, die Normal-Leistung eines Kessels mit den obigen Eigenschaften wäre 7500 W. E. pro 1 qm Heizfläche und 1 Stunde, so würde der Verbrauch an gutem Koks 1—1,10 Kilo betragen, was sich mit den gemachten Erfahrungen deckt.

Nun kann es auch vorkommen, dass sonst gut konstruierte Kessel mehr als das angegebene Quantum an Heizmaterial gebrauchen. (Immer bei normaler Leistung). Es wäre verkehrt zu glauben, dass in jedem Falle der Kessel der schuldige Teil ist. Schwere Zirkulation des Wassers in den Röhren durch verkehrte Anlage derselben kann ebenso gut die Veranlassung sein. Der Kessel muss mehr angestrengt werden und verbraucht infolgedessen auch mehr Heizmaterial. Was nun den Verbrauch von andern Heizmaterialien als Koks betrifft, so richtet sich die Berechnung nach der Heizkraft des betr. Heizmaterials. Hat ein Heizmaterial z. B. halb so viel Heizkraft als guter Koks, dann muss man auch das doppelte Quantum bei der Berechnung des Materialverbrauchs eines Kessels in Rechnung stellen. Es sei auf das Kapitel über Heizmaterialien, Seite 11, verwiesen. Ändert man die Art des Heizmaterials, so hat man auch den Rost entsprechend zu ändern resp. einen andern Kessel zu wählen, was wohl schliesslich das vorteilhafteste ist. Hieraus geht hervor, dass man sich schon bei der Anlage über die Wahl der Heizmaterialien zu entscheiden hat. Hat man z. B. Braunkohlen in unmittelbarer Nähe und kann man diese für sehr billigen Preis haben, so wähle man einen entsprechenden Kessel für diesen Brennstoff.

Wir haben in Kesselformen verschiedene hundert Arten. Von diesen sind die guten beschrieben worden und bildlich dargestellt. Es wird nun für den Laien nicht leicht sein, sich für einen und möglichst den vorteilhaftesten zu entscheiden. Die Verhältnisse sind jedoch oft abweichend von einander. Was hier für gut befunden wird, kann wo anders verworfen werden. Vor allem muss man sich für die Art des Heizmaterials entscheiden, wie schon vorher gesagt. Man sucht die Kessel heraus, die für das betr. Brennmaterial passen, berücksichtigt noch sonstige Verhältnisse, wie z. B. Grösse, ob niedrig oder hoch, ob Kesselhaus vorhanden ist etc. Schliesslich bleiben doch nicht soviel übrig, dass die Auswahl schwer fällt, da man die an einen guten praktischen Kessel zu stellenden Ansprüche auf Seite 86, 87 verzeichnet findet. Man vergleicht die einzelnen Punkte mit den beschriebenen und bildlich dargestellten Kesseln und wählt sich den aus, der die meisten Punkte in sich vereinigt.

Die Haltbarkeit der Kessel

ist gleichfalls bei der Auswahl der Kessel zu berücksichtigen. Je komplizierter ein Kessel ist, je weniger haltbar wird er sein. Siederohrkessel sollten besonders stark gearbeitet sein, namentlich an den Stellen, wo Siederohre eingesetzt sind. Nietenköpfe sollten so wenig wie möglich mit der Glühhitze, namentlich von Koks, in Berührung kommen.

Die Behandlung der Heizkessel bei zeitweiser Betriebs-einstellung verdient eine besondere Beachtung, da von einer ordentlichen Behandlung während dieser Zeit ebenfalls die Haltbarkeit des Kessels abhängt. Nach der Betriebseinstellung sind vor allem die Heizthüren und der Kanalschieber zu öffnen, damit die Luft ungehindert hindurch streichen kann. Je tiefer der Kessel steht, um so weniger wird ein Durchzug stattfinden und ist es in diesem Falle notwendig, dass der Kessel ab und zu einmal geheizt wird, damit der an den Kesselwänden gebildete feuchte Niederschlag verdunstet. Bei hochstehenden Kesseln findet schon eher ein Luftwechsel statt, weil sich hier die Luft eher erwärmt und auch das Wasser im Kessel und Röhren nicht so abkühlt. Die Kessel gut reinigen und womöglich etwas einölen ist das beste Mittel, diese vor Verrosten und vorzeitigem Verschleiss zu schützen.

Niederdruck-Dampfheizung.

Wenn wir entscheiden sollen, welche Art Heizung für die Erwärmung von Gewächshäusern die beste ist, so müsste die Wahl auf alle Fälle auf die Niederdruck-Wasserheizung fallen. Wohl sind auch Niederdruckdampfheizungen in Anwendung, jedoch in so beschränkter Anzahl, dass schon dies als ein Beweis für den obigen Ausspruch dienen könnte. Für Wohngebäude etc. ist diese Heizung jedoch sehr beliebt, denn sie hat den einen grossen Vorteil, die Wärme des Heizkörpers sehr schnell regeln zu können. Bei Gewächshäusern kommt dies weniger in Betracht, da durch die jetzigen vorzüglichen Kesselkonstruktionen schon an und für sich eine schnelle Anheizung, auch einer grösseren Wassermenge, möglich ist. Bei Gewächshäusern wünscht man jedoch keinen schnellen Temperaturwechsel, sondern eine möglichst anhaltende Wärme auch nach einem event. Verlöschen des Feuers. Allerdings stellt sich eine Niederdruckdampfheizung etwas billiger als eine Niederdruckwasserheizung, doch ist die letztere von fast unbegrenzter Dauer. Wenn eine Niederdruckdampfheizung dauerhaft sein soll, so müssen die Röhren teilweise aus Kupfer gefertigt werden, weil die Röhren des Niederschlagswassers leicht rosten. Wie schon der Name sagt, ist diese Dampfheizung eine solche mit niederem Druck, d. h. mit nicht mehr als höchstens 0,05 Atm. In den meisten Fällen beträgt der Druck 0,02—0,03 Atm. Das Niederschlagswasser fliesst selbstthätig in den Kessel zurück. Die Anordnung der Röhren ist ähnlich derjenigen der Warmwasserheizung. Die oberen Röhren werden durch den Dampf erhitzt, erwärmen entsprechend eingeschaltete Heizkörper und nachdem sich der Dampf zu Wasser verdichtet hat, fliesst dieses in dem unteren Rohr dem Kessel wieder zu. Um einen regelrechten Betrieb aufrecht zu erhalten, müssen die ganzen Röhren fallend an-

geordnet werden. Störend ist das Geräusch des Dampfes beim Eintritt desselben in die Heizkörper. Einer staatlichen Aufsicht bedarf diese Heizung nicht, wenn das gesetzlich vorgeschriebene oben offene Standrohr, welches bis in das Wasser hinabreichen muss und nicht über 5 m Höhe und 8 cm Weite haben darf, vorgesehen ist. Die Heizkörper dürfen nicht zu hoch sein und muss, bevor der Dampf eintreten kann, eine Entlüftung stattfinden.

Die Hauptsache bei einer Niederdruckdampfheizung ist die Erhaltung der gleichmässigen Dampfspannung. Hierzu sind selbstthätig wirkende Verbrennungsregler erforderlich. All dieses und die höheren Kosten eines Dampfkessels macht die Billigkeit sehr fragwürdig. Aus diesem Grunde und auch dadurch, dass eine Gefahr immerhin nicht ganz ausgeschlossen ist, ist eine Warmwasserheizung für Gewächshäuser unbedingt vorzuziehen.



Die elektrische Heizung.

Ueberall, auf allen Gebieten gewerblichen Lebens gewinnt die Elektrizität mehr an Boden, nur als Wärmespenderin kann sie noch gar nicht richtig zur Geltung kommen.

Die grossen Vorzüge inbetreff der Sauberkeit, absoluten Regulierfähigkeit, Gefahrlosigkeit, dabei die Erhaltung reiner, guter Luft, indem kein Sauerstoff verbraucht wird, müssten doch für eine schnelle Verbreitung sprechen.

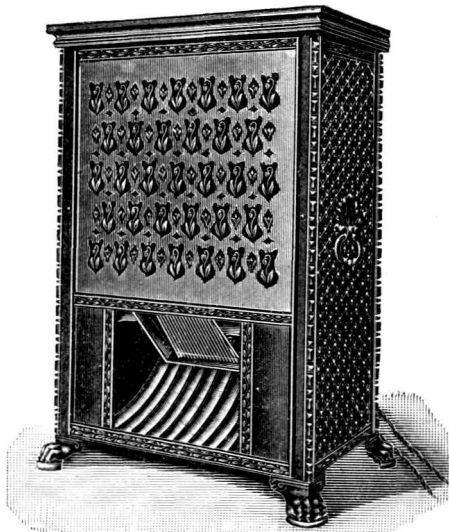
Wenn trotz aller dieser Vorteile die elektrische Heizung keine allgemeine Verbreitung fand und nur vereinzelt angelegt wurde, so ist dies begründet durch die sehr hohen Anschaffungs- und Reparaturkosten und den zu grossen Stromgebrauch. Ein einfacher gusseiserner Ofen von 100 cbm Heizfähigkeit kostet z. B. 336 Mark bei einem Stromverbrauch von 5,5 Kilowatt pro Stunde. Nach Berliner Strompreis, einem der niedrigsten, mit also 16 Pfg. berechnet, würde der Betrieb bei 10stündiger

Dauer 8,80 Mark kosten. Zu den Unkosten kommen noch die Ersatzheizregister eines solchen Ofens für 32 Mark.

Bei solchen Preisen konnte eine allgemeinere Einführung für Wohn- und Arbeitsräume sowohl, als auch für Gewächshäuser nicht wohl stattfinden.

Nun ist es neuerdings dem Ingenieur E. Eckmann in Berlin (Fabrik für elektrische Heizung, G. m. b. H.) gelungen, eine elektrische Heizung herzustellen, die eher Aussicht auf eine allgemeine Einführung hat. Die Vorzüge der

Fig. 132.



Zimmerofen für 200 cbm.

elektrischen Heizung sind natürlich dieselben geblieben, dabei ist der Anschaffungspreis ein viel billigerer und der Stromverbrauch ein viel geringerer als bisher. Die Reparaturen erfordern wenig Mühe und sind mit geringen Kosten verbunden.

Die obige Firma bringt kleine, billige elektrische Oefen in den Handel, die ca. 60% billiger sind, als die bisherigen Systeme.

Die Fig. 132 stellt einen Zimmerofen dar, der für 200 cbm Rauminhalt berechnet ist und 225 Mark kostet. Natürlich ist die Heizvorrichtung zum Einbauen in schon vorhandene Salonkamine ebenfalls geeignet. Der Stromverbrauch ist nach diesem Systeme auf 0,5—0,7 Kilowatt pro 100 cbm Raum und Stunde herabgedrückt.

Von dem Unterschied in Preis und Leistungsfähigkeit des neuen Systems im Vergleich zum alten möge die folgende Aufstellung dienen:

Anschaffungspreis des Ofens nach altem System von 100 cbm Heizfähigkeit Mk. 336.

Anschaffungspreis des Ofens nach neuem System von 100 cbm Heizfähigkeit Mk. 150.

Stromverbrauch nach altem System 5,5 Kilowatt

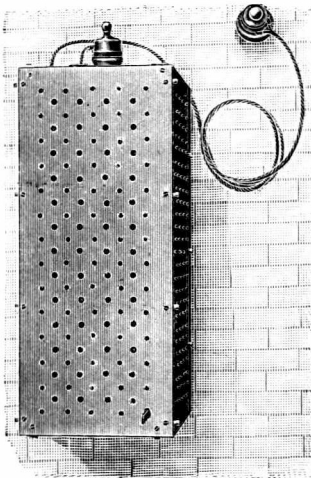
„ „ neuem „ 0,5-0,7 „

Ersatzheizkörper nach altem System Mk. 32,—

„ „ neuem „ „ 3—6.

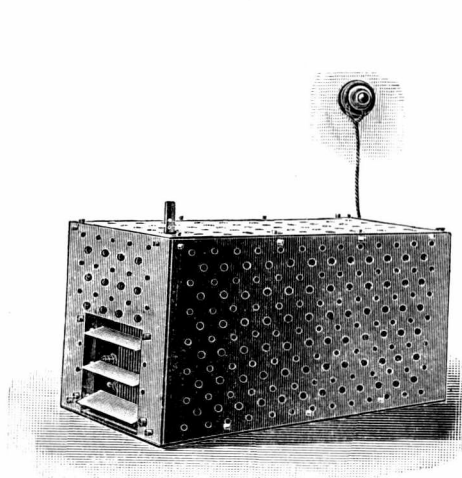
Die Heizung beruht im allgemeinen auf der Wärmeausstrahlung der Widerstandsdrähte und zwar nach dem bisherigen Systeme durch die natürliche Ausstrahlung der die Widerstandsdrähte umhüllenden Masse. Bei der neuen Erfindung wirken jedoch die freigespannten Widerstandsdrähte direkt und wählt man einen möglichst kleinen Querschnitt bei grosser Oberfläche.

Fig. 133.



Hängender Heizapparat.

Fig. 134.



Liegender Heizapparat.

Durch künstlich hervorgebrachten Luftzug in steter Folge wird alle sich entwickelnde Wärme fortgenommen; dadurch ist es möglich, den Draht verhältnismässig stark mit Strom zu belasten, ohne ein sonst unvermeidliches Glühen resp. Abschmelzen desselben befürchten zu müssen.

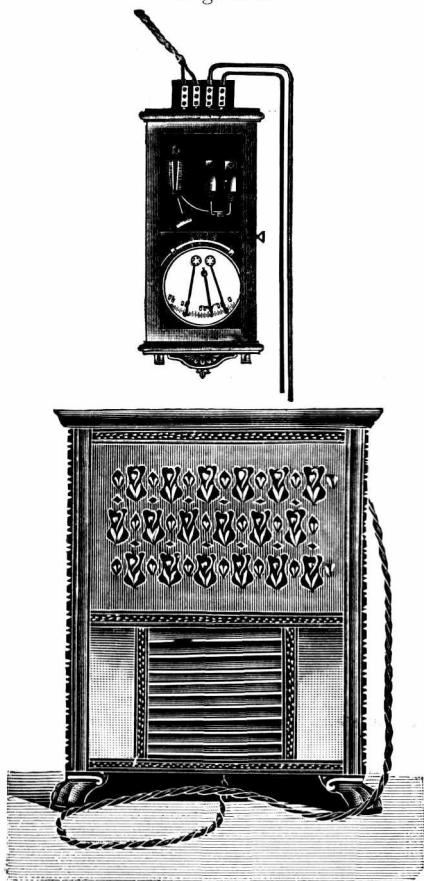
Das fortwährende kräftige Ansaugen kalter und das energische

Hinaustreiben erwärmter Luftmengen aus dem Apparat ergibt eine bedeutend raschere und intensivere Wirkung als bisher. Man braucht deshalb die Apparate nicht ununterbrochen in Betrieb zu erhalten, sondern kann durch bequemes Ausschalten des Stromes, je wie erforderlich, grössere Pausen eintreten lassen.

Bei der Fig. 134 sieht man links durch drei verstellbare Klappen das Heizgitter, hinter welchem sich ein durch einen kleinen Elektromotor getriebener Ventilator befindet, der die kühle Luft durch das Heizgitter gewaltsam durchdrückt.

Das Aus- und Einschalten des Stromes geschieht durch einen von oben genannter Firma hergestellten Temperaturregler, welcher aus einem verstellbaren Kontaktthermometer, einer galvanischen Batterie und dem Schalter besteht und so eingerichtet ist, dass beim Erreichen der beliebig vorher eingestellten

Fig. 135.



Automatischer Temperaturregler.

Maximalgrenze der Strom durch den Apparat selbstthätig unterbrochen, beim Sinken bis an die ebenfalls beliebig gewählte Minimalgrenze ebenso selbstthätig wieder eingestellt wird und dadurch die Heizapparate entsprechend ausser und in Thätigkeit setzt. Es ist also ohne jede Bedienung eine genaue Regulierung der Temperatur innerhalb beliebig eng gestellter Grenzen hierdurch gewährleistet und gleichzeitig dem unnötigen Stromverbrauch nach Erreichung der gewünschten Temperatur vorgebeugt.

Es ist das ein wichtiger Punkt für elektrische Gewächshausheizungen. Hier kommt als wichtiger Faktor die Möglichkeit hinzu, die Wärme in den meist niedrigen und langgestreckten Räumen sehr gleichmässig verteilen zu können.

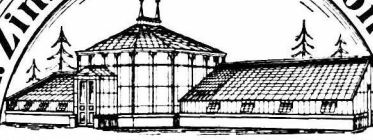
Ein einziger Ofen, bei welchem der Luftstrom durch mehrere hintereinander gespannte, gitterförmige Heizkörper streicht, ist wohl eine starke, für ein Zimmer geeignete Wärmequelle, jedoch nicht für ein Gewächshaus. Hier ist vielmehr eine entsprechende Anzahl schwächerer Wärmequellen zu verwenden, die jedoch mit einander verbunden und im Gewächshause so zu verteilen sind, dass die Wärme sich gleichmässig ausbreiten kann. Man führt bei diesem System die Luft den einzelnen Heizkörpern durch Rohrleitungen von einer beliebig gelegenen Zentralstelle mittels eines Gebläses zu.

Ganz auf demselben Prinzip beruht auch die elektrische Zentralheizung für Gebäude jeder Art. Hier befindet sich das Gebläse im Keller, Maschinenraum etc. und wird die kalte Luft ebenfalls mittels Röhren durch die vor den Ausströmungsöffnungen ausgespannten Heizgitter getrieben, muss sich also kurz vor Eintritt in den zu erwärmenden Raum erhitzen. Dadurch, dass sich die Luft kurz vor Eintritt in den Raum erhitzt, giebt es auch keine Wärmeverluste.

Wenn die Elektrizität aus örtlichen Zentralen entnommen werden kann, so stellen sich die Anlagekosten wohl kaum höher, als die Einrichtung anderer Heizungsarten, namentlich für Gewächshäuser. Anders ist es jedoch, wenn an Ort und Stelle erst die Elektrizität erzeugt werden muss. Grössere Anlagen würden sich wohl auch hierzu einrichten lassen.

Specialgeschäft
für
Gewächshausbau
Wintergärten
Treibhäuser.

Ed. Zimmermann in Altona (Elbe)



Versandhäuser
zum
Selbstaufstellen
zu mässigen
Preisen

gegründet:
Ausführung in Holz - sowie Eisenconstruction.
1870.

Gewächshäuser ☆

in Pitch-pine und Teakholz.

Wintergärten

mit grossen Spannweiten,
aussen in Eisen, innen
in Holz gearbeitet.

Schattendecke „Hercules“

D. R. G. M. 156054

143572 ist die stärkste und auf die Dauer
billigste Schattendecke.

Prämiirt
mit 27 Preisen,
darunter
drei Staatsmedaillen
und
zwei Ehrenpreise.

Elektrische Heizung

für Gewächshäuser, Palmenhäuser, Wintergärten, sowie für Wohnräume.

Einziges System mit automatischer Temperatur-Regelung.

**Geringe Anschaffungskosten. — Absolut ökonomisches Arbeiten
ohne jede Bedienung.**

== Bequeme Handhabung, Gefahrslosigkeit, Sauberkeit. ==

Transportable Apparate, sowie komplette Heizanlagen mit und ohne
Maschinen zur Elektrizitätserzeugung.

Prospekte und Kostenanschläge gratis.

Fabrik für elektrische Heizung, G.m.b.H.

Fernsprecher:
☀ Amt IX, 9093. ☀

Berlin W. 35,

Fernsprecher:
☀ Amt IX, 9093. ☀

★ **Zentrale u. Fabrik:**
Kurfürstenstr. 146/147.

★ **Filialbureau:**
Potsdamerstrasse 121 J.

Die praktischen Kultureinrichtungen der Neuzeit.

Von **Otto Schnurbusch**, Grafenwerth.

Teil I enthaltend: Baumaterialien, Schatten-, Deck- und Lüftungseinrichtungen, Mistbeete, Schutzkästen, sowie kleinere Treibeinrichtungen etc. den höchsten Ansprüchen entsprechend, nach langjährigen Erfahrungen und unter Mitwirkung bekannter grosser Firmen für Gewächshausbau und Heizungswesen mit Baukostenberechnung von **Otto Schnurbusch**.

Preis brosch. Mk. 2,40; geb. Mk. 3,—.

Der praktische Schnittblumenzüchter der Neuzeit.

Teil I.

Enthaltend die Kultur und Treiberei der gangbarsten Schnittblumen und des Schnittgrüns für Herbst, Winter und Frühjahr.

Von **Otto Schnurbusch**.

Zweite Auflage. Mk. 5,—, eleg. geb. Mk. 5,60.

Kein Praktiker wird dieses Buch aus der Hand legen, ohne darin nicht etwas für ihn brauchbares und interessantes gefunden zu haben! Gewächshausbau, Heizungstechnik, Sortenwahl, Vorbereitung der Treibpflanzen, Betriebskalender, Gewinnberechnung, alles bietet dieses in der gärtnerischen Litteratur einzig dastehende Werk!

Teil II.

Eine Zusammenstellung und Kulturbeschreibung der für den Schnittblumenzüchter wertvollsten Sträucher, Stauden, Knollen, Zwiebeln, der einjährigen Pflanzen für Frühjahr, Sommer und Herbst.

Von **Otto Schnurbusch**.

Mk. 4,—, eleg. geb. Mk. 4,80.

Dieser zweite Teil schliesst sich dem ersten würdig an! Es giebt keine Pflanzengattung, die für den Schnittblumenzüchter halbwegs brauchbares Material enthält, die nicht berücksichtigt ist. Dennoch ist überall die Spreu von dem Weizen geschieden.

Teil I und II in 1 Band geb. statt Mk. 10,40 für Mk. 9,—.

Das Planzeichnen für den angehenden Landschaftsgärtner.

Von

Garteninspektor **A. Stütting**, Koestritz.

*** * Mit 17 Tafeln in Schwarz- und Buntdruck. * ***

Preis eleg. geb. Mk. 4,—.

In vorstehendem Buche sind in leichtverständlicher Weise die Hauptpunkte berührt, welche beim Planzeichnen zu berücksichtigen sind. Vorkenntnisse werden entgegen ähnlichen Werken nicht vorausgesetzt.

Die Deutsche Gartenkunst,

ihre Entstehung und Einrichtung, mit besonderer Berücksichtigung der Ausführungsarbeiten und einer Geschichte der Gärten bei den verschiedenen Völkern, bearbeitet für Gärtner, Gartenbauschulen und Freunde der schönen Gartenkunst.

Von **Carl Hampel**, Gartendirektor.

❧❧❧ Mit Abbildungen. ❧❧❧

Preis brosch. *M* 4,50, elegant gebunden *M* 5,50.

Es ist wiederholt das Bedauern in der Gärtnerwelt ausgesprochen, kein handliches, billiges Buch über die Gartenkunst zu besitzen, diesem fühlbaren Mangel ist hiermit in vortrefflicher Weise abgeholfen.

Einträgliche Spargelzucht.

Eine Anleitung zur erfolgreichen Kultur des Spargels nach Lhéraultscher Methode mit besonderer Berücksichtigung der Braunschweiger Kultur.

Von **Franz Göschke**, Garteninspektor.

Eleg. geb. Mk. 2,20.

❧ 4. verbesserte und vermehrte Auflage. ❧

Dieses Buch enthält Alles, was über Anlage von Spargelkulturen Behandlung der Anlagen, Spargelsorten, Krankheiten und Feinde des Spargels zu wissen nötig ist, und kann daher allen Besitzern von Spargelpflanzungen und namentlich solchen, welche im Begriff sind, Spargelbeete anzulegen, dieses in so trefflicher Weise geschriebene Buch bestens empfohlen werden.

Das praktische Feldmessen

und seine Anwendung in der Gärtnerei und der Landwirtschaft.

Von **Wörmann**.

2. Aufl. bearb. von H. Godemann, geb. Mk. 2,50.

Das einzig neuere Werk über diesen Gegenstand, ausschliesslich der gärtnerischen Praxis gewidmet.

Obst- und Gemüsebau.

Von **P. Möschke** und **Ph. Gielen**.

2 Teile zusammen elegant gebunden Mk. 2,20.

Teil I. Obstbau.

Eine Anleitung zum Anbau des Kern-, Stein-, Beeren- und Schalen-Obstes mit ganz besonderer Berücksichtigung der Obstbaumzucht und der Sortenwahl, für die verschiedenen Verhältnisse. Nebst einem kurzen Anhang über die Kultur des Topfobstes.

Von **P. Möschke**.

Geb. Mk. 1,20.

Teil II. Gemüsebau.

Anleitung zur Kultur der gebräuchlichsten Gemüse.

Von **Ph. Gielen**.

Geb. Mk. 1,—.

2 Teile in 1 Band elegant geb. Mk. 2,20.