

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

3086

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297523

x
1.098

FEUERUNGSANLAGEN

FÜR

HÄUSLICHE UND GEWERBLICHE ZWECKE

VON

DR. FERD. FISCHER.

ZUGLEICH ALS 4. AUFLAGE VON »MENZEL'S BAU DER FEUERUNGSANLAGEN«.

VII B 4

MIT 299 ABBILDUNGEN.

17462



KARLSRUHE.

J. BIELEFELD'S VERLAG.

1889.

FESTERUNGSANLAGEN

1877

HANDELSRECHT UND GEWERBLICHE ZWECKE

1877

DR. FERD. FISCHER

VERLEHRENDEN VERWENDENDEN

11/1877

MIT 10 ABHILDUNGEN

11/1877



KARLSRUHE

Druck von Gebrüder Kröner in Stuttgart.

VORWORT.

Die brennenden Holzscheite auf dem offenen Herde der ältesten Völkern bilden den Ausgangspunkt alles Kulturlebens und der Mensch würde wieder in Barbarei verfallen, wenn er das Feuer nicht mehr beherrschte.

Deutschland förderte im Jahre 1885 über 58 Millionen Tonnen Steinkohlen im Werthe von über 300 Millionen Mark und über 15 Millionen Tonnen Braunkohlen im Werthe von 40 Millionen Mark. Rechnet man dazu den Torf, so werden in Deutschland täglich für eine Million Mark (Werth an der Grube) fossile Brennstoffe verbraucht. Berücksichtigt man ferner, dass allein in Deutschland in jeder Minute etwa 1000 Millionen Wärmeeinheiten von den in den Kohlenlagern aufgespeicherten Wärmevorräthen verbraucht werden, ohne dass diese irgendwie wieder ersetzt würden, so haben wir wahrlich alle Ursache, der heute noch allgemein verbreiteten Verschwendung von Brennstoffen entgegen zu treten.

Dass durch eine sachgemässe Aufsicht bei den häuslichen und gewerblichen Feuerungen viel Brennstoff — und somit auch Geld — erspart werden kann ¹⁾, wird leider noch viel zu wenig berücksichtigt.

Als ich von der Verlagshandlung ersucht wurde die im Jahre 1876 erschienene 3. Auflage von »Menzel's Feuerungsanlagen« neu zu bearbeiten, konnte ich nicht zweifelhaft sein, dass — abgesehen von einigen Holzschnitten — nur sehr wenig von derselben wieder verwendet werden durfte. Ich glaubte vielmehr im Sinne des früheren Verfassers zu handeln, wenn ich (in diesem Falle ohne vollständigen Literaturnachweis) den Fortschritten der Feuerungstechnik Rechnung tragend, die sachgemässe Beurtheilung der Feuerungsanlagen ausführlicher besprach, als dieses sonst üblich ist. Feuerungsanlagen können eben nicht nach dem Augenschein beurtheilt, nicht an Zeichentischen — »nach berühmten Mustern« — construiert oder gar »erfunden« werden; sie müssen vielmehr in jedem einzelnen Falle den vorliegenden Verhältnissen, bezw. Brennstoffen, angepasst werden.

Um den Rahmen des Buches nicht zu überschreiten, wurden von den wichtigsten Feuerungen eine Anzahl Beispiele besprochen, um das Wesen derselben zu verdeutlichen und zu weiterem Versuchen bezw. Nachdenken anzuregen. Vorlagen zum gedankenlosen Copiren zu geben war nicht meine Absicht.

Hannover, Oktober 1888.

Der Verfasser.

¹⁾ Vgl. S. 9, 12, 20, 75, 92, 129, 144, 146, 170, 180, 196.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

113086

INHALT.

	Seite		Seite
1. Brennstoffe	1	8. Backöfen	109
Holz	3	9. Dampfkesselfeuerungen	117
Torf, Kohle	4	Desgl. für flüssige Brennstoffe	124
2. Beurtheilung der Feuerungsanlagen	5	Gasfeuerung	127
Untersuchung der Rauchgase	6	10. Generatorgas	127
Wärmeverluste	10	Dowson's Gas	133
Verdampfungsversuch	12	Wärmespeicher	134
3. Theorie der Verbrennung, Rauch	21	11. Leuchtgas und Wassergas	135
4. Feuerungsroste	23	Leuchtgas	135
Tenbrink's Schrägrost	25	Wassergas	138
Dougall's mechanischer Rost	29	Vergleichung derselben	146
5. Schornsteine und Rauchröhren	31	Koksöfen	149
Zugstörungen	35	12. Glasschmelzöfen	152
Schornsteinbau	37	13. Brennöfen für Thonwaaren	156
Schornsteinaufsätze	42	Feldziegelöfen	156
6. Heizung und Lüftung	43	Kammeröfen	158
A. Allgemeines	44	Ringöfen	162
Feuchte und trockene Luft	48	Oefen mit Gasfeuerung	171
Wärmebedarf eines Raumes	50	14. Brennöfen für Kalk und Cement	174
B. Einzelheizung, Kamine	52	Rüdersdorfer Kalkofen	176
Stubenöfen	53	Cementbrennöfen	178
Gasheizung	61	15. Feuerungen für Brauereien und	
C. Sammelheizung	63	Brennereien	184
Feuerluftheizung	63	Malzdarren	184
Wasserheizung	81	Braupfannen	191
Dampfheizung	85	Brennstoffverbrauch für Brauereien	
Verordnung bez. Heizanlagen	89	und Brennereien	194
Schlusswort	92	16. Sonstige Feuerungsanlagen	197
Badeöfen	93	Kessel für Färbereien, Wäschereien	197
Flammenschutzmittel	96	Schmelzöfen für Edelmetalle	200
7. Kochanlagen	97	Salzsiederei	201
		Abdampf- und Calcinirofen	203

Akc. Nr.

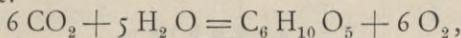
2733/49

I. Brennstoffe.

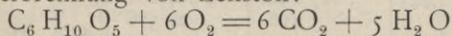
Als Brennstoffe bezeichnet man diejenigen organischen Stoffe, welche, entsprechend erwärmt, sich unter Licht- und Wärmeentwicklung mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft wesentlich zu Kohlensäure und Wasser verbinden. Die vorwiegend zur Wärmeentwicklung verwendeten Brennstoffe: Holz, Torf, Braunkohle und Steinkohle bestehen hauptsächlich aus Zellstoff: $C_6H_{10}O_5$, oder sind daraus entstanden, indem durch Abspalten von Wasser, Kohlensäure und Methan kohlenstoffreichere Reste zurückbleiben, wie nachfolgende Zusammenstellung — auf wasser- und aschenfreie Stoffe berechnet und abgerundet — zeigt:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff (+ N)	Brennwerth
	Proc.	Proc.	Proc.	W.E.
Holz	49	6	45	4100
Torf	55	5	40	4500
Braunkohle	66	5	29	5700
Steinkohle	86	4	10	8000
Anthracit	95	2	3	8200

Der Zellstoff ist unter Mitwirkung der Sonnenstrahlen aus Kohlensäure und Wasser gebildet:



während bei der Verbrennung von Zellstoff:



dieselben Stoffe zurückgebildet werden unter Entwicklung von 4150 W.E.¹⁾ für je 1 k Zellstoff. Dieselbe Wärmemenge ist aber auch zur Bildung von 1 k Zellstoff erforderlich gewesen und somit von der Sonne geliefert. Wir verbrauchen jetzt aber nicht nur die augenblicklich von der Sonne gelieferte Wärme (Holz), sondern stündlich Milliarden von Wärmeeinheiten, welche in früheren Jahrtausenden in den Kohlenlagern aufgespeichert sind²⁾. Dieser Vorrath von Sonnenwärme wird aber täglich kleiner und wird um so früher aufhören, je stärker der Kohlenverbrauch wächst. Blömeke (Berg. H.-Ztg. 1888, S. 126) zeigt in folgender Tabelle, dass der Kohlenverbrauch in 20 Jahren um fast das Dreifache gestiegen ist. Wir haben also alle Ursache, der heutigen grossen Verschwendung von Brennstoffen entgegen zu treten (s. S. 5).

¹⁾ 1 Wärmeeinheit ist gleich derjenigen Wärmemenge, durch welche 1 k Wasser von 0 auf 1° erwärmt wird.

²⁾ Im Jahre 1885 förderte Deutschland 58 320 400 t Steinkohlen im Werthe von 303 Millionen Mark und 15 355 100 t Braunkohlen im Werthe von 40,4 Millionen Mark. Rechnet man 1 k Steinkohle nur zu 7000 W.E., 1 k Braunkohle zu 3500 W.E., so ergibt sich, dass allein Deutschland stündlich über 50 000 000 000 W.E. von diesem Wärmevorrath verbraucht.

Die Production der einzelnen Länder betrug:

	1 8 6 2			1 8 8 2		
	Gruben	Production t	Werth M.	Gruben	Production t	Werth M.
Steinkohlen.						
Preussen	434	13 088 390	67 695 159	399	47 097 376	232 724 491
Hannover	35	360 338	2 220 094			
Kurhessen	1	141 662	1 247 664	58	3 807 848	25 453 207
Sachsen (1863)	88	1 902 467	10 175 945	22	516 698	4 376 684
Bayern	132	307 946	2 734 974	3	8 522	84 518
Baden	3	9 376	110 523	3	762	7 761
Thüringische Staaten	4	24 218	175 238	3	—	—
Oldenburg, Mecklenburg } Lippe und Waldeck . }	1	1	6	1	105 864	968 658
Elsass-Lothringen	—	—	—	2	581 525	4 244 058
Deutsches Reich	716	15 834 398	84 359 603	488	52 118 595	267 859 377
Grossbritannien	?	81 638 338	402 191 679	?	158 847 476	1 341 943 477
Ver. Staaten (1860)	?	15 173 409	80 096 800	?	31 859 996	282 224 376
Frankreich	?	4 309 622	?	252	20 046 796	199 368 666
Belgien (1861)	193	10 057 163	88 011 900	?	17 590 989	140 716 258
Oesterreich (1883)	?	* 2 000 000	?	157	7 194 096	45 751 754
Russland (1863)	?	282 244	2 775 000	—	3 773 665	—
China	—	* 2 000 000	—	—	2 965 000	—
Indien	—	500 000	—	—	2 550 000	—
Australien	—	* 750 000	—	—	2 219 000	19 825 600
Südamerika	—	* 750 000	—	—	* 2 000 000	—
Kanada	—	* 500 000	—	—	1 329 000	13 852 800
Spanien (1861, 1883)	—	331 055	—	465	1 044 480	9 272 926
Japan	—	* 300 000	—	—	931 780	—
Ungarn (1864)	—	350 000	—	—	900 000	—
Tasmanien	—	—	—	—	428 000	6 382 000
Schweden	—	53 490	—	—	249 000	—
Afrika	—	* 500 000	—	—	* 200 000	—
Türkei	—	—	—	—	100 000	—
Portugal	—	—	—	—	12 963	206 150
	—	135 000 000 rund	—	—	306 000 000 rund	—
Braunkohlen.						
Preussen	443	3 817 050	9 997 200	430	10 795 091	29 570 725
Hannover	2	5 416	22 578			
Kurhessen	26	126 233	521 472	16	749 138	2 234 779
Nassau	28	50 982	220 935	125	618 736	1 874 391
Anhalt	14	340 795	936 957	59	747 488	1 266 855
Sachsen (1863)	164	428 615	1 247 133	8	287 388	861 327
Thüringische Staaten	93	173 321	486 285	9	28 249	200 438
Braunschweig	4	119 418	383 136	7	17 976	63 408
Grossherzogthum Hessen	8	31 968	206 871	1	12 550	62 750
Bayern	39	50 262	114 450	—	—	—
Oldenburg, Mecklenburg etc.	—	—	—	—	—	—
Deutsches Reich	821	5 144 060	14 137 257	655	13 256 616	36 134 673
Ver. Staaten	—	* 20 000 000	—	—	61 834 969	304 305 948
Oesterreich (1883)	—	* 2 000 000	—	328	9 853 865	36 573 580
Ungarn (1864)	—	250 000	—	—	960 000	—
Frankreich und Algier	—	* 250 000	—	56	556 908	4 329 338
Italien (1883)	—	* 50 000	—	26	214 421	1 349 119
Spanien (1861, 1883)	—	22 292	—	55	26 270	234 459
Russland	—	* 25 000	—	—	27 619	—
Griechenland	—	* 5 000	—	—	6 000	—
Portugal	—	—	—	—	4 409	—
	—	27 000 000 rund	—	—	86 000 000 rund	—

* geschätzt.

Der natürlichste Brennstoff ist das

H o l z.

Dasselbe besteht wesentlich aus Zellstoff, welcher zu Zellen und Gefässen geformt ist, die den Pflanzensaft enthalten. Die Zusammensetzung des letzteren bedingt die Verschiedenheit der Holzarten in chemischer Beziehung.

Frisch gefällttes Holz enthält 20 bis 50 Proc. Wasser, lufttrockenes 12 bis 20 Proc. Beim Entweichen dieses Wassers schwindet das Holz, ein Umstand, welcher für die Verwendung des Holzes zu Tischlerarbeiten u. dgl. von grösster Bedeutung ist. Bezügliche Versuche von Frey ergaben:

Holzart	Grün		Sommer-trocken		Abge-trockn.		Ausge-trocknet		Dürr		Verkohlt		Procentuale Schwindung							
	Spec. Gewicht	Spec. Gewicht	Absolutes Gewicht Gramm	Spec. Gewicht	Gew.-Verlust Proc.	Aus-getrocknet			Dürr			Verkohlt								
												Achsial	Radial	Gesamt	Achsial	Radial	Gesamt	Achsial	Radial	Gesamt
Eiche . . .	1,0745	0,9852	857,6	0,804	29,1	0,766	38,2	0,387	76,7	0,0	3,1	6,1	0,2	6,8	13,3	6	17	35,2		
Esche . . .	0,8785	0,8304	769,1	0,771	19,6	0,746	29,1	0,371	77,9	0,0	4,3	8,4	0,0	8,6	16,5	7	25	47,7		
Buche . . .	1,0288	0,8160	756,4	0,747	33,5	0,700	41,7	0,319	82,3	0,0	4,3	8,4	0,0	7,5	14,4	6,5	22	43,1		
Kiefer . . .	0,8734	0,7828	671,5	0,678	27,6	0,662	37,7	0,351	80,1	0,0	3,4	6,7	0,2	6,9	13,5	9	26,5	50,8		
Ulme . . .	0,9166	0,7502	626	0,635	35,5	0,595	42,6	0,284	81,9	0,3	3,4	7,0	0,1	5,9	11,5	9	20	41,4		
Eibe . . .	0,9030	0,7106	686	0,696	24,6	0,642	35,3	0,262	76,2	0,0	1,1	2,1	0,5	4,3	8,9	10,5	8	19,6		
Ahorn . . .	0,9210	0,7044	674,3	0,637	33,1	0,604	40,3	0,247	81,4	0,0	1,7	3,4	0,0	4,5	8,9	8,5	13	30,7		
Aspe . . .	0,8809	0,6398	481,3	0,515	46,1	0,463	54	0,179	86,3	0,4	3,8	7,8	0,3	6,1	12,1	7	15	32,8		
Lärche . . .	0,7633	0,6112	572,9	0,607	27,3	0,560	34,3	0,238	77,1	0,2	3,4	6,9	0,4	5,2	10,5	8,5	10,5	26,7		
Weisstanne	0,8041	0,5878	543,5	0,529	37,3	0,510	43,8	0,214	81	0,0	2,3	4,6	0,4	5,7	11,4	10	11	28,7		
Linde . . .	0,7690	0,5810	483	0,505	41,6	0,484	47,7	0,240	84,1	0,0	5,7	11,1	0,1	8,8	16,9	8	25,5	48,9		
Fichte . . .	0,5266	0,4931	464,8	0,487	13,1	0,457	23,1	0,193	73,3	0,0	3,1	6,1	0,3	5,7	11,3	9	10,5	27,1		

Die Probestücke wurden aus 75- bis 100jährigen Stämmen als 1 Kubikdec.-Würfel hergestellt. Aus den Wägungen derselben wurde das spezifische Grüngewicht für jede Holzart berechnet. Von diesen 8 Würfeln wurden 4 zur Verkohlung bestimmt, welche zugleich auch zur Erhebung der Gewichtsveränderung durch »Abtrocknen« dienten, und je zwei zum »Austrocknen« und »Ausdörren«, wobei die Wahl so getroffen wurde, dass das mittlere Gewicht in jeder Gruppe möglichst genau dem allgemeinen Mittelgewichte der Holzart entsprach. Zur Feststellung des Gewichtes des Holzes im »sommertrockenen« Zustande wurden aus dem halbentrindeten, an luftigen Orten nach Wagnerart liegen gebliebenen Resten anfangs August noch je 2 Würfel verfertigt. Es erschien die Erhebung des Gewichtes in diesem Zustande deshalb wichtig, weil für mannigfache technische Verwendungen dieser Zustand die Regel ist. Dies war auch der Grund, weshalb in der Tabelle die Holzarten nach den in dieser Richtung ermittelten Gewichten geordnet erscheinen. Die Abtrocknung wurde erzielt, indem man die zur Verkohlung bestimmten Würfel ohne jede weitere Vorkehrung bis Mitte Juni liegen liess. Die Schwindung in diesem Grade der Trockenheit war noch unermessbar und konnte daher kein spezifisches Gewicht erhoben werden. Der Zustand »ausgetrocknet« wurde dadurch erreicht, dass man die betreffenden Würfel in einem Zimmer auf hohen Möbeln luftig aufschichtete. Der Raum wurde bis Ende August meist geheizt und anfangs

August dürfte der Zustand des Holzes ziemlich dem entsprochen haben, welchen man in der Regel als eine Folge des »jahrelangen Liegens unter Dach« bezeichnet. Zur Herstellung des Zustandes »dürr« wurden zuerst Versuche vorgenommen, das Holz chemisch trocken herzustellen. Da dies misslang, so brachte man die Würfel anfangs Mai in den Darrraum der Parquettenfabrik am Sulgenbach bei Bern. Die Resultate dieser durch 2 Monate festgesetzten Darrung bei allmählich steigender Temperatur, welche in den letzten 14 Tagen bis 100° betrug, wurden an Ort und Stelle durch Messungen und Wägungen festgestellt. Zur **Verkohlung** bediente man sich der Apparate der Pulverfabrik in Worblaufen. Die Würfel wurden in eingemauerten Retorten verkohlt und nach vollendeter Verkohlung und Abkühlung an Ort und Stelle gemessen und gewogen. —

Der **Brennwerth** des Holzes wird durch den Wassergehalt vermindert, indem dadurch nicht nur die Menge der brennbaren Stoffe in 1 k vermindert wird, sondern auch das Wasser noch verdampft werden muss. Während also 1 k völlig trockenes Holz 4100 bis 4200 W.E. entwickeln kann, gibt Holz mit 20 Proc. Wasser nur

$$(4200 \times 0,8) - (0,2 \times 636) = 3233 \text{ W.E.}$$

Wird das Holz stärker erhitzt, so entweichen Kohlensäure, Kohlenoxyd, Wasser (welches Essig und Holzgeist enthält), schliesslich bleibt fast reiner Kohlenstoff zurück, welcher einen Brennwerth von 8080 W.E. hat. Die gewöhnliche Holzkohle bildet die verschiedenen Zwischenstufen zwischen Holz und reiner Kohle (vgl. F. Fischer: Handbuch der chemischen Technologie 13. Aufl. S. 19).

T o r f.

Der Brennwerth des Torfes ist nicht nur von dem Wassergehalte, sondern auch von dem Aschengehalte (welcher nicht selten 10 bis 20 Proc. beträgt) und auch von der chemischen Zusammensetzung abhängig. Für guten luft-trockenen, schweren Torf wird man etwa 4000 W.E. rechnen können. Sog. loser Torf — die oberen Schichten — gibt nur etwa 3000 W.E. und weniger. Bei grösseren Bezügen an Torf ist daher eine vorherige Untersuchung desselben zu empfehlen. Dasselbe gilt von der

B r a u n k o h l e,

welche grubenfeucht bis 60 Proc. Wasser, dazu selbst über 20 Proc. Asche enthält, so dass der Brennwerth derselben ganz ungemein (von 2000 bis 6000 W.E.) schwankt. Ohne vorherige Untersuchung lässt sich daher über den Nutzwert einer Braunkohle wenig sagen.

S t e i n k o h l e.

Die Zusammensetzung der Steinkohle ist insofern günstiger, als dieselbe meist nur 2 bis 4 Proc. Wasser enthält. Der Aschengehalt schwankt aber von 1 bis 30 Proc., ja selbst noch mehr, der Gehalt an Sauerstoff, und damit auch der an Kohlenstoff und Wasserstoff, ist ebenfalls sehr verschieden, so dass der Brennwerth von etwa 4000 bis 8000 W.E. schwankt. Für gute Kohlen darf man 7000 bis 7500 W.E. annehmen. Für alle wichtigen Fälle sollte der Brennwerth der Steinkohle calorimetrisch besonders festgestellt werden (vgl. S. 19).

Je geringer der Gehalt der Kohle an Wasserstoff und Sauerstoff ist, um so weniger Gase gibt sie beim Erhitzen, um so »magerer« ist sie, um schliesslich in Anthracit überzugehen (vgl. Koks und Leuchtgas).

2. Beurtheilung der Feuerungsanlagen.

Deutschland gebraucht jährlich fast 60 Millionen Tonnen Steinkohlen (vgl. S. 1); nimmt man dazu die grossen Mengen Braunkohlen, Torf und Holz, ihrem Brennwerthe nach in Kohle umgerechnet, so werden allein in Deutschland jährlich über 70 Millionen Tonnen Kohlen verbrannt. Bis jetzt werden dieselben in unseren Feuerungsanlagen meist sehr unvollständig ausgenutzt; entweichen doch, wie Verf. zeigte, bei Dampfkesselfeuerungen oft 30 bis 60 Proc., bei Stubenöfen 80 Proc. des Gesamtbrennwerthes in den Schornstein, während dieser Verlust an der Hand entsprechender Gasuntersuchungen auf 10 bis 15 Proc. ermässigt werden kann. Durch Besserung der Feuerungsanlagen und deren Wartung könnten daher in Deutschland jährlich etwa 50 Millionen Mark für Brennstoffe erspart werden.

Eine zuverlässige Beurtheilung der meisten Feuerungsanlagen ist nur durch Untersuchung der entweichenden Verbrennungsgase möglich. Selbst in solchen Fällen, wo die Leistung der Feuerung auch auf andere Weise festgestellt werden kann, z. B. durch einen sog. Verdampfungsversuch bei Dampfkesseln (S. 18), ist die Gasanalyse mindestens eine werthvolle Ergänzung der Untersuchung, da nur durch sie die Verluste festzustellen sind. Nur auf Grund der Gasuntersuchungen ist man im Stande, verbessernd einzugreifen, sie allein gestattet eine sichere Betriebsaufsicht.

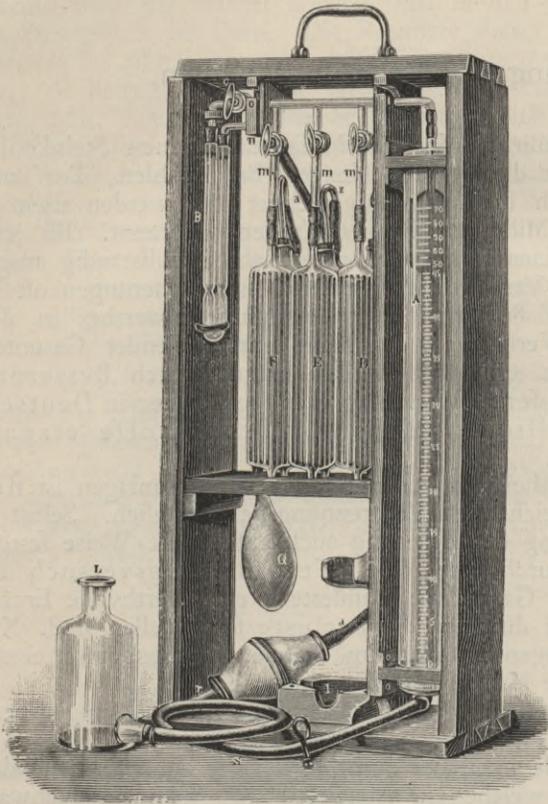
Zur Ausführung der Untersuchung dient der vom Verf.¹⁾ angegebene Apparat Fig. 1.

Der untere, 45 cc fassende Theil der zum Messen des zu untersuchenden Gases bestimmten Bürette A, welche zur Abhaltung von Temperaturschwankungen von einem weiten Cylinder mit Wasser eingeschlossen wird, ist in Zehntel, der obere in ganze Kubikcentimeter eingetheilt. Das dickwandige gläserne Capillarrohr ist an beiden Enden festgelegt, bei i in einem Ausschnitte der Scheidewand und bei o durch eine kleine, an der Decke des Kastens befindliche Stütze. Die vier Glashähne schliessen sicher dicht und klemmen sich bei nur einigermassen verständiger Behandlung (d. h. wenn man den Apparat nie aus der Hand setzt, ohne die Hähne neu gefettet zu haben) nie fest. Das Hahnrohr ist am vorderen Ende umgebogen und mit dem U-Rohr B verbunden, dessen Schenkel Baumwolle enthalten, während sich in der unteren Biegung etwas Wasser befindet, um allen Russ und Staub zurückzuhalten und das angesaugte Gas sicher mit Feuchtigkeit zu sättigen, bevor es zur Messung gelangt. Das nach hinten gerichtete Ende des Dreiweghahnes c ist durch einen Gummischlauch a mit dem Gummisauger C verbunden, durch welchen es leicht gelingt, das Gaszuführungsrohr und B mit dem zu untersuchenden Rauchgase zu füllen. Die Absorption geschieht in den unten in Einschnitte festgelegten U-förmigen Gefässen D, E und F, welche durch kurze Kautschukschläuche

¹⁾ Vgl. Fischer's Jahresbericht der chem. Technologie 1880, S. 231. Der Apparat wird vom Universitätsmechaniker W. Apel in Göttingen geliefert.

mit dem Hahnrohre verbunden und zur Vergrößerung der Absorptionsfläche mit Glasröhren angefüllt sind. Da die Marke m sich über dieser Verbindungs-

Fig. 1.



stelle befindet, so ist diese stets mit der betreffenden Flüssigkeit benetzt und so leicht vollkommen dicht zu halten. Das andere Ende des U-Rohres ist mit einem Kautschukstopfen geschlossen, welcher ein Glasröhrchen x enthält; die Röhrchen sind mit einem gemeinschaftlichen, etwa 200 cc fassenden schlaffen Gummibeutel G, zur Abhaltung des atmosphärischen Sauerstoffs, verbunden.

Soll der Apparat gebraucht werden, so füllt man zunächst den die Bürette A umgebenden Cylinder, sowie auch die Flasche L mit destillirtem Wasser. Zur Füllung der drei Absorptionsflaschen nimmt man die Stopfen mit den Glasröhren x und Gummibeutel G ab und gießt in das Gefäß D etwa 100 cc Kalilauge von 1,20 bis 1,28 spec. Gewicht, so dass dasselbe etwas über halb damit angefüllt wird. Ferner löst man 18 g Pyrogallussäure in 40 cc heissem Wasser, fügt 70 cc der obigen Kalilauge hinzu

und gießt das Gemisch in das zweite Gefäß E zum Lösen des Sauerstoffs. Zur Bestimmung des Kohlenoxydes bringt man 35 g Kupferchlorid mit 200 cc concentrirter Salzsäure und 25 bis 30 g Kupferblechnitten in eine gut schliessende Flasche und lässt unter häufigem Umschütteln etwa 2 Tage lang stehen, setzt 120 cc Wasser hinzu und füllt die erforderliche Menge der Lösung in das Gefäß F. Man schliesst die drei Glashähne, stellt den Hahn c wagrecht und hebt die Flasche L, so dass das Wasser die Bürette A füllt, gibt dem Hahn c eine Vierteldrehung nach links, so dass die zweite Durchbohrung zum Rohr B führt, öffnet den Hahn des Gefäßes D, senkt die Flasche L und öffnet den Hahn des Gefäßes D, senkt die Flasche L und öffnet vorsichtig den auf den Schlauch s gesetzten Quetschhahn, so dass die Kalilauge bis zur Marke m aufsteigt, worauf der Hahn geschlossen wird. In gleicher Weise werden auch die Flüssigkeiten der beiden anderen Gefäße bis zur Marke m aufgesaugt, wobei das Auge stets auf die aufsteigende Flüssigkeit gerichtet ist¹⁾. Dann werden die drei Stopfen mit den Glasröhren x luftdicht aufgesetzt.

¹⁾ Es empfiehlt sich, diese Handhabung zunächst mit reinem Wasser einzutüben und erst dann die Absorptionsflüssigkeiten einzufüllen.

In Röhre B bringt man zunächst etwa 1 cc Wasser, füllt beide Schenkel mit loser Baumwolle, setzt die Stopfen wieder ein und verbindet das Röhren n mittels eines Gummischlauches mit dem Glasrohre, oder bei hohen Temperaturen Porzellanrohre, welches mit Lehm luftdicht in den Rauchkanal o. dgl. eingesetzt ist, um den Zutritt der atmosphärischen Luft zu verhüten.

Zur Probe, ob der Apparat dicht ist, stellt man den Hahn c wagrecht, presst den Schlauch unmittelbar an dem Rohr im Rauchkanal mittels Quetschhahn oder der Hand fest zu und öffnet den Quetschhahn des Schlauches s. Die Wassersäule in A sinkt etwas, muss dann aber völlig fest stehen bleiben, da ein fortgesetztes langsames Sinken irgend eine Undichtigkeit verrathen würde, die natürlich zunächst beseitigt werden muss, sei es durch besseres Ueberziehen des Schlauches, festes Eindrücken der Stopfen oder Schmieren der Glashähne mit Vaseline.

Nachdem man die Bürette A durch Heben der Flasche L bis zur Marke 100 mit Wasser gefüllt hat, stellt man den Hahn c so, dass die Verbindung von dem Gummisauger C durch das Rohr B mit dem Rauchkanal hergestellt ist, und saugt durch 10- bis 15maliges Zusammenpressen von C so lange, bis die ganze Leitung sicher mit dem zu untersuchenden Gase gefüllt ist. Dieses geschieht am bequemsten in der Art, dass man mit der linken Hand C zusammenpresst, dann mit dem Daumen der rechten Hand den Röhrenansatz r schliesst und nun durch Oeffnen der linken Hand den Ballen aufblähen lässt, den Daumen lüftet, C wieder zusammenpresst u. s. w., bis der Zweck erreicht ist. Nun stellt man den Hahn c wieder wagrecht, öffnet den Quetschhahn von s und senkt die Flasche L, so dass sich die Bürette A mit dem zu untersuchenden Rauchgase bis zum Nullpunkt anfüllt, worauf c durch Vierteldrehung nach links wieder geschlossen wird. Das Gas ist jetzt zwischen den vier Glashähnen und der Wassersäule in A eingeschlossen.

Zur Bestimmung der Kohlensäure öffnet man den Hahn von D und hebt L mit der linken Hand, so dass beim Oeffnen des Quetschhahnes auf s mit der rechten Hand das Gas in die Flasche D übertritt, senkt L wieder, bis die Kalilauge in D etwa zur Schlauchverbindung unter m reicht und treibt das Gas noch einmal durch Heben von L in das Kaligefäss. Durch Senken der Flasche L und vorsichtiges Oeffnen des Quetschhahnes lässt man nun die Kalilauge wieder bis zur Marke m aufsteigen, schliesst den Glashahn, öffnet den Quetschhahn, hält die Flasche L so neben die Bürette, dass das Wasser in beiden Gefässen gleich hoch steht, schliesst den Quetschhahn wieder und liest endlich das zurückgebliebene Gasvolum ab. Der Stand des Sperrwassers gibt direkt den Procentgehalt des untersuchten Gases an Kohlensäure. In gleicher Weise lässt man das Gas in das Gefäss E zwei- bis dreimal übertreten, bis keine Volumabnahme mehr erfolgt; die Ablesung nach der erfolgten Einstellung gibt die Menge der Kohlensäure und des Sauerstoffs zusammengenommen, während durch gleiche Behandlung des Gases in dem Gefässe F ausserdem noch das Kohlenoxyd gelöst wird. Bei den gewöhnlichen Feuerungen ist diese Prüfung auf Kohlenoxyd meist überflüssig, sobald einige Procente Sauerstoff gefunden werden.

Ist so die Analyse beendet, so stellt man den Hahn c wieder wagrecht, hebt Flasche L, öffnet den Quetschhahn und lässt das Wasser in der Bürette bis auf 100 aufsteigen, stellt c wieder senkrecht, füllt mittels C die Leitung mit dem zu untersuchenden Gase und nimmt eine neue Probe. Ist, wie gewöhnlich, kein Kohlenoxyd vorhanden, so kann man bei einiger Uebung alle 5 Minuten eine bis auf Zehntelprocent genaue Analyse ausführen.

Wird die Absorption nach 100 bis 150 Analysen träge, so entleert man mittels eines kleinen Hebers die Gefässe, spült mit destillirtem Wasser nach und füllt sie von neuem mit Kalilauge, Pyrogallat und Kupferchlorür. — Sollte durch Unachtsamkeit die Absorptionsflüssigkeit in das Hahnrohr steigen, so hebt man die Flasche L, öffnet den Quetschhahn und spült so durch das destillirte Wasser die Lösung in das Gefäss zurück. Gelingt dieses nicht ganz, so zieht man den Schlauch a von Hahn c ab, gibt letzterem eine halbe Umdrehung und lässt durch Heben von L so lange Wasser durch das Hahnrohr und den Hahn c ablaufen (die übrigen sind geschlossen), bis dasselbe völlig rein ist. Wurde dabei das Sperrwasser in der Bürette unrein, so muss es erneuert werden. Man stelle den Apparat nie zur Seite, bevor man nicht sämtliche Glashähne neu mit Vaseline gefettet hat.

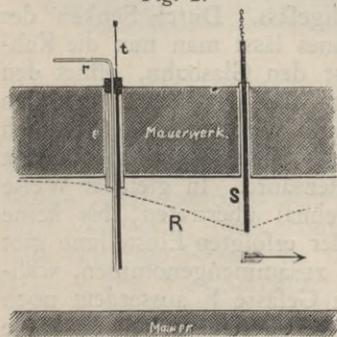
In weitaus den meisten Fällen genügt die Bestimmung von Kohlensäure und Sauerstoff. Die Summe derselben soll bei Steinkohlenfeuerungen 19,5 bis 20,5 betragen, sonst ist die Analyse falsch (was durch sorgfältige Wiederholung derselben zu prüfen ist), oder die Gase enthalten grössere Mengen brennbarer Gase (Kohlenoxyd, Wasserstoff, Kohlenwasserstoffe), die Feuerung ist also fehlerhaft.

Bei der Untersuchung der Feuergase ist zur Probenahme vor Anwendung von Eisenröhren zu warnen, da sie aus Sauerstoff haltigen Gasen diesen schon bei niederen Temperaturen theilweise aufnehmen, an reducirende Gase aber wieder abgeben. Für Temperaturen unter 600° nehme man daher Glasrohre, für höhere Hitzegrade aber Porzellanrohre (Königl. Porzellanmanufaktur in Berlin), welche in die Wandung des betreffenden Ofens eingelassen werden, worauf man die Fugen dicht mit Lehm u. dgl. verstreicht. Ist man zweifelhaft, ob die Gase gut gemischt waren, so nimmt man zur Controle an irgend einer anderen Stelle des betreffenden Ofens oder Gaskanals ebenfalls gleichzeitig einige Gasproben, in der angegebenen Weise.

Zur Bestimmung von Temperaturen bis zu 250° können gewöhnliche Quecksilberthermometer verwendet werden, bis zu 350° wömöglich solche mit Stickstofffüllung, da für diese Wärmegrade gewöhnliche Quecksilberthermometer nicht mehr ganz zuverlässig sind. Bei der Bestimmung der Lufttemperatur ist das Thermometer vor strahlender Wärme zu schützen¹⁾.

Bei Temperaturbestimmungen der abziehenden Rauchgase muss das Thermometer möglichst nahe der Stelle eingesetzt werden, wo die Verbrennungsgase die fragile Anlage (Dampfkessel u. dgl.) verlassen, jedenfalls aber vor dem Zugschieber S (vgl. Fig. 2), da durch den Spalt im Mauerwerk kalte Luft eingesaugt wird. Zur Befestigung des Thermometers wird passend in das Gewölbe des Rauchkanales R ein 2 bis 3 cm weites Rohr e (z. B. Gasrohr) eingesetzt und gut gedichtet. In dieses befestigt man mittels durchbohrten Korkes das Thermometer t, gleichzeitig auch ein Glasrohr r zur Entnahme von Gasproben. Da das Quecksilbergefass des Thermometers und die untere Oeffnung des Glasrohres r sich wömöglichst mitten im Gasstrome befinden sollen, so richtet sich

Fig. 2.



¹⁾ Die Bestimmung höherer Temperaturen vgl. Fischer: Handbuch der chem. Technologie 13. Aufl., S. 10.

ihre Stellung nach der des Schiebers S, wie Fig. 2 andeutet. Es ist daher vortheilhaft, 0,75 bis 1 m lange Thermometer zu verwenden, damit man die Temperatur ablesen kann, ohne das Thermometer verschieben zu müssen¹⁾.

Um den Gang der Verbrennung rasch beurtheilen zu können, bestimmt man mit dem S. 6 beschriebenen Apparate in einer angesaugten Gasprobe Kohlensäure, Sauerstoff und etwaiges Kohlenoxyd, was bequem in etwa 5 bis 10 Minuten ausführbar ist. Ist, wie gewöhnlich, kein Kohlenoxyd vorhanden, so genügt es für die Betriebsaufsicht, noch durch Wiederholung der Probe die etwaigen Schwankungen in der Zusammensetzung der Gase festzustellen, dabei die Temperatur der Gase zu bestimmen.

Wie wesentlich es ist, nicht gar zu viel Luft zuzuführen und durch entsprechende Grösse der Heizflächen den Verbrennungsgasen Gelegenheit zu geben, ihre Wärme abzugeben, so dass sie mit nur etwa 150° in den Schornstein entweichen, zeigt folgende Zusammenstellung der Wärmeverluste, wenn die Gase 5, 10 und 15 Proc. Kohlensäure enthalten und (bei 20° Lufttemperatur) mit 120 bezw. 320° entweichen (so dass also $t - t_1 = 100$ bezw. 300°) für 1 k Kohle mittlerer Zusammensetzung:

Kohlensäuregehalt der Verbrennungsgase	Wärmeverlust wenn ($t - t_1$) =	
	100	300
5 Proc.	970 W.E.	2930 W.E.
10	500	1530
15	340	1060

Bei 15 Proc. Kohlensäure und 120° gehen somit für 1 k Kohlen nur 340 W.E. oder etwa 5 Proc., bei nur 5 Proc. Kohlensäure und 320° aber 2930 W.E. oder etwa 40 Proc. des gesammten Brennwerthes verloren.

Handelt es sich um genaue Feststellung der Ausnutzung der Brennstoffe einer Feuerungsanlage, so überzeugt man sich zunächst durch einige Gasuntersuchungen und Temperaturmessungen, ob die Feuerung unregelmässig geführt wird bezw. grössere Schwankungen in der Zusammensetzung auftreten. Ist dieses der Fall, so bestimmt man in angedeuteter Weise während 8 bis 10 Stunden (andernfalls genügen 4 bis 6 Stunden) alle 10 Minuten Kohlensäure, Sauerstoff und etwaiges Kohlenoxyd. Auch die Temperatur wird alle 10 Minuten abgelesen.

Wird eine magere Kohle oder Koks gebrannt, so erhält man auf diese Weise die zur Berechnung des Wärmeverlustes erforderlichen Angaben in für alle praktischen Zwecke völlig ausreichender Genauigkeit.

Handelt es sich aber um wissenschaftlich genaue Versuche oder wird ein wasserstoffreicher Brennstoff verwendet, so saugt man — ausser den Augenblicksproben — noch mit Hilfe eines Glockengasometers möglichst gleichmässig stündlich 10 bis 12 l der Gase so an, dass sie zunächst durch ein Rohr mit Asbest (zur Russbestimmung), dann durch Kaliapparat und Chlorcalciumrohr, durch ein kurzes Verbrennungsrohr mit Kupferoxyd, wieder durch Chlorcalciumrohr (Wasserstoff) und Kaliapparat (CO), schliesslich durch eine Experimentirgasuhr zum Gasometer gehen. Auf diese Weise vermeidet man die oft groben Fehler²⁾, welche durch die Löslichkeit einiger Bestandtheile der Gasproben in der Sperrflüssigkeit entstehen, wenn Gasproben in ein Gasometer gesaugt und erst dann im Laboratorium untersucht werden. Die erwähnten Einzelproben, welche auch alle 5 Minuten ausgeführt werden können, sind nicht

¹⁾ Universitätsmechaniker W. Apel liefert dieselben in vorzüglicher Ausführung.

²⁾ Vgl. Z. d. Vereins deutsch. Ing. 1884, S. 398.

zu entbehren, da nur durch diese die grössere oder geringere Regelmässigkeit der Verbrennung festgestellt werden kann¹⁾.

Ist so die Zusammensetzung und Temperatur der Verbrennungsgase festgestellt, so erhält man die durch Rauchgase veranlassten Verluste in folgender Weise:

Geben die während eines Versuches gemachten Gasanalysen im Durchschnitt k Proc. Kohlensäure, o Proc. Sauerstoff und n Proc. Stickstoff, so ist das Verhältniss der gebrauchten Luftmenge zu der theoretisch erforderlichen, wenn die Verbrennungsluft x Proc. Sauerstoff und z Proc. Stickstoff enthält:

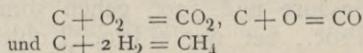
$$v = \frac{x}{x - (z \cdot o : n)} \text{ oder } \frac{n}{n - (z \cdot o : x)} \text{ bezieh. } \frac{21}{21 - (79 \cdot o : n)}$$

bei 21 Proc. Sauerstoff; 1 Kilogr. der Kohle mit c Proc. Kohlenstoff²⁾ gibt = 1,854 c : 100 = K cbm Kohlensäure (von 0° und 760 mm), $K \cdot o : k = O$ cbm Sauerstoff und $K \cdot n : k = N$ cbm Stickstoff. Die Menge W des in den Rauchgasen enthaltenen Wasserdampfes wird berechnet aus dem Wassergehalt der Kohle ($o,01 w$), dem durch Verbrennung des Wasserstoffes gebildeten ($o,09 h$) und dem in der Verbrennungsluft enthaltenen ($v L f$)³⁾. Die Gesammtmenge der Verbrennungsgase von 1 k Kohle ist somit:

$$K + \frac{K(o+n)}{k} + \frac{2s}{286,4} + \frac{W}{0,805} \text{ cbm v. } 0^\circ \text{ u. } 760 \text{ Millim.}$$

$$\text{oder } \frac{2,667 c}{100} + 1,43 O + 1,257 N + \frac{2s}{100} + W \text{ Kilogr.}$$

Enthalten die Rauchgase Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffe, so ist zu berücksichtigen, dass nach den Formeln



je 1 cbm dieser Gase 0,5395 Kilogr. Kohlenstoff enthält. Ergab nun die Analyse k Proc. Kohlensäure, d Proc. Kohlenoxyd, m Proc. Methan (CH_4), h Proc. Wasserstoff, o Proc. Sauerstoff und n Proc. Stickstoff, sowie in 1 cbm r Kilogr. Kohlenstoff als Russ, so enthält 1 cbm dieser Gase =

$$\frac{(k + d + m) \cdot 0,5395}{100} + r \text{ Kilogr. Kohlenstoff,}$$

und 1 Kilogr. Kohle gibt =

$$\frac{c}{(k + d + m) \cdot 0,5395 + r} = G \text{ cbm trockener Gase,}$$

darin:

$$G k : 100 = K \text{ cbm Kohlensäure,}$$

$$K d : k \text{ oder } G d : 100 \text{ Kohlenoxyd,}$$

$$G m : 100 \text{ Methan, } G h : 100 \text{ Wasserstoff,}$$

$$G o : 100 \text{ Sauerstoff und } G n : 100 \text{ Stickstoff.}$$

Die Menge des Russes ist meist so gering, dass sie vernachlässigt werden kann.

Schwefelsäure (bezw. Schwefelwasserstoff) und Wasserdampf werden wie vorhin berechnet. Das Gewicht dieser Gase findet sich leicht mit Hilfe folgender Tabelle:⁴⁾

¹⁾ Vgl. Ferd. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe (Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn) S. 295 u. 383.

²⁾ Nach Abzug des etwaigen Gehaltes der Asche und Schlacken an unverbranntem Kohlenstoff.

³⁾ Statt vL wird man oft hinreichend genau $K + O + N$ nehmen, welcher Ausdruck wegen des beim Verbrennen des Wasserstoffes verschwundenen Sauerstoffes etwas kleiner ist als vL .

⁴⁾ Nach Regnault (Mém. l'Acad. 26,1); die Zunahme des spec. W. der Kohlensäure wurde nur bis 210° bestimmt. Für die höhere Temperatur hat Verf. dieselben berechnet, die Zahlen können daher nur als Näherungswerthe gelten (vgl. Chem. Technologie der Brennstoffe S. 142).

	Spec. Wärme	Gewicht	Spec. Wärme
		v. 1 cbm	v. 1 cbm
Kohlensäure (CO ₂) von 10 bis	150 ⁰ 0,2091	1,9781	0,414
	200 0,2156	—	0,427
	250 0,2220	—	0,439
	300 0,2281	—	0,451
	350 0,2341	—	0,463
	1000 0,2891	—	0,572
	1500 0,318	—	0,629
	2000 0,329	—	0,651
Kohlenoxyd (CO)	0,2450	1,2593	0,308
Sauerstoff	0,2175	1,4393	0,311
Stickstoff	0,2438	1,2566	0,306
Wasserstoff	3,4090	0,0896	0,305
Wasserdampf	0,4805	0,8048	0,387
Methan (CH ₄)	0,5929	0,716	0,424
Schwefligsäure (SO ₂)	0,1553	2,846	9,445

Der Wärmeverlust durch die höhere Temperatur der Rauchgase ergibt sich durch Multiplication der einzelnen Gasmengen mit der spec. Wärme und dem Temperaturüberschuss der Gase über die Verbrennungsluft.

Der Verlust durch unvollkommene Verbrennung ergibt sich aus dem Brennwerth der unverbrannten Kohle in den Herdrückständen und dem der etwaigen brennbaren Bestandtheile (Kohlenoxyd, Methan, Wasserstoff, Russ) der Rauchgase.

Folgendes Beispiel möge diese Berechnung erläutern.

Die verwendete Kohle enthalte z. B. 80 Proc. Kohlenstoff, 4 Proc. Wasserstoff, 8 Proc. Sauerstoff, 3 Proc. Schwefel und 3 Proc. Wasser; die Untersuchung der Rauchgase ergebe zunächst 320⁰ und

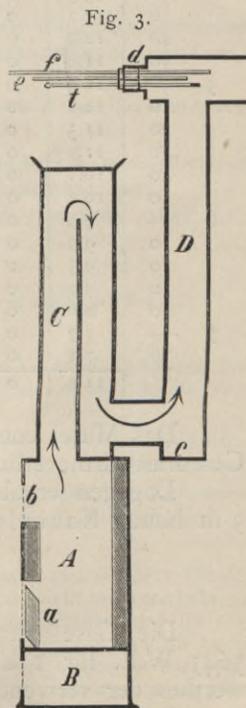
Kohlensäure 15 Proc.
Sauerstoff 5 „
Stickstoff 80 „

Die in die Feuerung tretende Luft habe 20⁰ und sei mit Wasserdampf gesättigt, so dass $f = 0,017$ Kilogr. (vgl. S. 48); die Asche enthalte zu vernachlässigende Mengen unverbrannter Kohle. Dann ergab 1 Kilogr. Kohle $1,854 \times 0,8 = 1,483$ cbm Kohlensäure, 0,494 cbm Sauerstoff und 7,909 cbm Stickstoff, zusammen 9,886 cbm trockener Gase; dieselbe Zahl wird nach der Formel $c : (k \times 0,5395)$ oder $80 : (15 \times 0,5395)$ erhalten. Das Verhältniss der gebrauchten zur theoretisch erforderlichen Luftmenge ist $v = 1,31$. Die Menge des Wasserdampfes ist $= 0,03 + 0,36 + (7,97 \times 1,31 \times 0,017) = 0,567$ Kilogr. $= 0,705$ cbm. Der Wärmeverlust beträgt somit für 1 Kilogr. Kohle:

	cbm (320-20)	× Spec. W.	Wärmeverlust
Kohlensäure	1,483	139	206 W.E.
Sauerstoff	0,494	93	46
Stickstoff	7,909	92	727
Schwefligsäure	0,014	133	2
Wasserdampf	0,705	116	82
	10,605		1063 W.E.

Somit etwa 14 Proc. des Gesamtbrennwerthes.

Als einfaches Beispiel einer solchen Untersuchung möge die Prüfung eines Stubenofens besprochen werden. Der eiserne Ofen (Fig. 3 zeigt den Durchschnitt in $\frac{1}{20}$ n. Gr.) hatte einen 0,5 m hohen, mit feuerfesten Steinen ausgesetzten Feuerraum A. Die Thüren zu der mit einem schrägen Rost versehenen Schüröffnung a und die zum Aschenfall B waren mit einer Verschraubung versehen, schlossen aber, wie auch die



Füllthür b, nicht völlig dicht. Die Rauchgase gingen in der Pfeilrichtung durch den Aufsatz C und entwichen durch das Blechrohr D zum Schornstein. In dem Rohransatz d wurde mittels eines gut schliessenden Korkes das Thermometer t mit Stickstofffüllung, das zum Zugmesser führende Rohr e und das mit dem Apparat zur Untersuchung der Rauchgase (S. 6) verbundene Glasrohr f befestigt. Durch die vielen Biegungen wurden die Rauchgase völlig gemischt; gleichzeitig bei c und d genommene Gasproben hatten bis auf 0,1 Proc. genau dieselbe Zusammensetzung. Bei Verbrennung von Piesberger Anthracit ergaben sich so folgende Zahlen:

Zeit		Kohlensäure	Kohlenoxyd	Sauerstoff	Stickstoff	Abzugsgase Temperatur	Bemerkungen
2	50	12,5	o	8,0	79,5	240 ⁰	Temperatur im Zimmer 12 ⁰ .
3	—	12,6	o	7,9	79,5	241	1 mm Zugstärke.
	10	11,5	o	9,1	79,4	240	Dann nachgeworfen, Thüren geschlossen.
	20	11,8	Spur	8,4	79,8	201	
	30	13,7	o	6,4	79,9	234	
	40	14,1	o	6,2	79,7	242	
	50	13,6	o	6,7	79,7	248	Nochmals aufgeworfen.
4	—	13,5	o	6,9	79,6	206	
	10	13,4	o	7,2	79,4	229	
	20	13,5	o	7,0	79,5	248	
	30	13,1	o	7,4	79,5	247	
	40	12,0	o	8,6	79,4	246	
	50	11,9	o	8,6	79,5	245	2 mm Zug.
5	—	11,8	o	8,9	79,3	245	
	10	11,8	o	8,8	79,4	243	
	20	11,5	o	9,2	79,3	239	
	30	11,1	o	9,4	79,5	235	
	40	10,7	o	10,0	79,3	226	2,2 mm Zug. Untere Thür mögl. gedichtet.
	50	10,2	o	10,4	79,4	220	
6	—	9,9	o	10,8	79,3	211	
	10	9,9	o	10,7	79,4	206	
	20	9,3	o	11,5	79,2	190	
	30	9,0	o	11,7	79,3	179	
	40	8,6	o	12,3	79,1	150	
7	—	7,7	o	13,1	79,2	129	
	10	7,1	o	13,7	79,2	122	
		11,4	o	9,2	79,4	218	Mittel.

Das Mittel entspricht, in der S. 10 angegebenen Weise berechnet, einem Gesamtwärmeverlust von nur 15 Proc. des Brennwerthes der Kohle.

Dagegen ergab eine gleiche Versuchsreihe an einem 1,2 m breiten und 3 m hohen Kachelofen mit eisernem Einsatz im Mittel

Kohlensäure	2,8 Proc.
Sauerstoff	17,9 "
Wasserstoff	29,3 "

Die Gase entwichen mit 340⁰, entsprechend einem Wärmeverlust von 5645 W.E. für 1 k Kohle, entsprechend fast 80 Proc. des Gesamtbrennwerthes der verwendeten Kohle (vgl. S. 44).

Für die Feststellung der Leistung eines Dampfkessels durch einen Verdampfungsversuch hat eine Commission (der auch der Verf. angehörte) des Vereins deutscher Ingenieure und des Verbandes der Dampfkesselvereine folgende Vorschriften vereinbart:

Einleitung.

Die folgende Zusammenstellung hat den Zweck, für die Untersuchungen an Dampfkesseln und Dampfmaschinen zur Ermittlung ihrer Leistungen die dabei zu beobachtenden Massregeln und Einrichtungen anzugeben sowie hierfür Grundsätze von allgemeiner Giltigkeit zu schaffen.

Es ist wünschenswerth, durch Angabe der wichtigsten Verhältnisse der untersuchten Anlagen und der Umstände, unter welchen die Resultate erzielt worden sind, den gewonnenen Ergebnissen nicht nur für den einzelnen Fall, sondern auch allgemeinen Werth zu ertheilen.

Mit der Ausführung solcher Untersuchungen sind nur Personen zu beauftragen, welche die hierzu erforderliche Sachkenntniss und Uebung besitzen. Dieselben sollen mit Beachtung des jeweiligen Zweckes ein Versuchsprogramm aufstellen, die zur Untersuchung dienenden Apparate auf ihre Brauchbarkeit prüfen und die Ergebnisse der Untersuchung zusammenstellen. Ihren Arbeiten sind die folgenden Bestimmungen mit sinngemässer Anwendung und Auswahl für den einzelnen Fall zu Grunde zu legen.

A. Allgemeine Bestimmungen.

I. Art der Untersuchungen.

- a) Die Leistung einer Dampfkesselanlage ist zu untersuchen
 1. auf das Mass der Dampfzerzeugung auf 1 qm Heizfläche und Stunde; ausserdem entweder
 2. auf ihren Wirkungsgrad, d. h. auf das Verhältniss der an den Kesselinhalt abgegebenen Wärmemenge zu dem Heizwerthe des angewendeten Brennstoffes unter gleichzeitiger Bestimmung der einzelnen Wärmeverluste, oder nur
 - auf die Verdampfungsziffer, d. h. auf die Zahl der Kilogramm Wasser von bestimmter Temperatur, welche durch je 1 k näher bezeichneten Brennstoffes in Dampf von gewisser Spannung verwandelt werden.
- b) Bei der Untersuchung einer Dampfmaschine kann es sich handeln um die Ermittlung
 1. der indicirten oder effectiven Arbeit in Pferdekräften,
 2. des Wirkungsgrades, d. h. des Verhältnisses der durch die Bremse zu ermittelnden Nutzarbeit zu der durch den Indicator zu bestimmenden indicirten Arbeit,
 3. des Dampfverbrauches und Vergleichung desselben mit der geleisteten Arbeit,
 4. des Ganges und der Güte der Dampfvertheilung¹⁾.

II. Allgemeine Versuchsbestimmungen, insbesondere Zahl und Zeit der Untersuchungen.

- a) Um die zu prüfende Anlage im Betriebe kennen zu lernen, die zur Verwendung kommenden Apparate und Einrichtungen zu prüfen und die Hilfskräfte einzuüben, ist ein Vorversuch anzustellen.
- b) Für jede Untersuchung, welche auf Zuverlässigkeit Anspruch machen soll, sind mindestens zwei Versuche hinter einander auszuführen, die nur dann als gültig erachtet werden, wenn sie nicht durch Störungen unterbrochen worden sind, und wenn ihre Ergebnisse nicht um mehr von einander abweichen, als unvermeidlichen Beobachtungsfehlern zu-

¹⁾ Eine Dampfmaschine nach ihrem Brennstoffverbrauche für Stunde und indicirte Pferdekraft zu bewerthen, ist im allgemeinen nicht zu empfehlen, weil hierdurch leicht Missverständnisse und Missbräuche veranlasst werden können. Diese Brennmaterial-Verbrauchsziffer wird für ein und dieselbe Dampfmaschine in sehr erheblichem Masse schwanken, je nachdem man ein hoch- oder geringwerthiges Brennmaterial, eine Dampfkesselanlage mit hohem oder niedrigem Wirkungsgrade in Verwendung nimmt. — Will man jene Ziffer dennoch benutzen, so muss sie auf ein ganz bestimmtes Brennmaterial und eine ganz bestimmte Dampfkesselanlage bezogen werden.

Soll die Beurtheilung der Dampfkessel- und Maschinenanlage nicht blos in Bezug auf ihre Leistung, sondern auch nach den übrigen Richtungen erfolgen, so ist sie in ihren einzelnen Theilen einer besonderen Durchsicht zu unterwerfen, wobei auf Dauer und Betriebssicherheit in erster Linie Rücksicht zu nehmen ist.

geschrieben werden darf. Aus den Versuchen mit annähernd gleichen Ergebnissen wird der Mittelwerth als endgiltig angenommen.

- c) Zu Anfang und zu Ende jedes Versuches sollen überall gleiche Verhältnisse vorhanden sein, Maschinen bezw. Kessel sollen sich im Beharrungszustande befinden.

Bemerkung. Bei einem Betriebe mit Unterbrechungen bedarf die Feststellung des eingetretenen Beharrungszustandes besonderer Sorgfalt.

- d) Alle für den Versuch nicht zur Anwendung kommenden Dampf- und Wasserröhren sind mittels Blindflanschen vom Versuchskessel bezw. -Maschine abzusperrern, und zwar möglichst nahe an denselben.

- e) Jeder Versuch, welcher die Ermittlung des Brennmaterialverbrauches und der durchschnittlichen Leistung eines Kessels oder des Dampfverbrauches und der durchschnittlichen Arbeitsleistung einer Maschine zum Zwecke hat, soll, wenn er während des Fabrikbetriebes mit seinen gewöhnlichen Schwankungen und Unterbrechungen ausgeführt wird, a) bei Tagbetrieb je einen Tag lang, und b) bei Tag- und Nachtbetrieb je einen Tag und eine Nacht lang dauern.

Bemerkung. Die Dauer der regelmässigen Unterbrechungen des Betriebes und die Menge des während derselben verheizten Brennmaterials sowie die Art ihrer Verrechnung sind anzugeben.

- f) Werden dagegen für die Versuche gleichmässige Betriebsverhältnisse herbeigeführt, so hat ein Versuch bei Dampfkesseln mindestens 10, bei Dampfmaschinen mindestens 8 Stunden ohne Störung und Unterbrechung zu dauern.

- g) Zu Versuchen über die Arbeitsleistung von Dampfmaschinen (A I b 1) genügt, wenn die Belastung eine nahezu gleichmässige ist, ein Versuch von entsprechend kürzerer Dauer.

Für die Ermittlung des Verhältnisses der effectiven zur indicirten Leistung (A I b 2) sowie des Leerlaufwiderstandes ist die Dauer der Versuche ohne Einfluss; ebenso bei der Entnahme von Diagrammen zur Beurtheilung der Dampfvertheilung.

- h) Bei Versuchen von besonderer Wichtigkeit, z. B. bei Garantievorsuchen, von deren Ergebnissen die Abnahme, Abzüge oder Prämien abhängen, ist die Dauer derselben je nach der Bedeutung des damit verknüpften Interesses zu bemessen und vorher zu vereinbaren.

- i) Das Mass der Abweichung von der versprochenen Leistung, welches zulässig sein soll, ohne die Zusage als verletzt erscheinen zu lassen, ist vor den Versuchen (sei es im Lieferungsvertrage, sei es bei Aufstellung des Programmes) zu vereinbaren.

- k) Unmittelbar nach Inbetriebnahme einer Anlage soll kein Garantievorsuch ausgeführt werden; dem Lieferanten wird zu eigenen Vorversuchen und zu den etwa nöthigen Verbesserungen eine Frist eingeräumt, deren Dauer und sonstige Bedingungen möglichst bei Abfassung des Lieferungsvertrages festzustellen sind.

III. Masse und Gewichte für die Berechnungen.

- a) Alle Wärmemessungen (Wärmeeinheiten, Temperaturgrade) beziehen sich auf das rootheilige Thermometer (Celsius).

- b) Ist ohne nähere Angabe von Dampfdruck die Rede, so ist darunter stets der den Druck der Atmosphäre übersteigende Druck, Dampfüberdruck, zu verstehen.

- c) Spannungen unter der atmosphärischen werden durch das Vacuum gemessen. Man versteht darunter den Unterschied zwischen der zu bestimmenden Spannung und der atmosphärischen.

- d) Als Masseinheit für den Ueberdruck sowohl wie für das Vacuum dient der Druck von 1 k auf 1 qcm oder die metrische Atmosphäre.

Bemerkung. Federmanometer, offene Quecksilbermanometer, Indicatorfedern geben direkt den Ueberdruck oder das Vacuum an. Sind die Scalen dieser Instrumente nach anderen Massstäben eingetheilt, so hat Umrechnung ihrer Angaben in metrische Atmosphären stattzufinden.

Ist die Kenntniss der absoluten Dampfspannung von Wichtigkeit, so muss der jeweilige Atmosphärendruck mittels des Barometers gemessen und nach Umrechnung in metrische Atmosphären zum Ueberdrucke hinzu gerechnet bezw. muss das Vacuum davon abgezogen werden.

- e) Die Zugstärke von Kaminen wird durch eine in Millimeter getheilte Wassersäule gemessen; 1 mm = 0,0001 metrische Atmosphäre.
- f) Die Angabe des Dampfdruckes eines Dampfkessels bezieht sich auf den durch die Concessionsurkunde festgesetzten höchsten Druck, diejenige des Wasserstandes auf den festgesetzten tiefsten Stand.
- g) Unter Heizfläche ist bei Dampfkesseln die Grösse des Flächeninhaltes der einerseits von den Feuergasen, andererseits vom Wasser berührten Wandungen des Kessels zu verstehen und dieselbe auf der Feuerseite zu messen.

Bemerkung. Zur Heizfläche gehören auch die in den Fuchs eingebauten Vorwärmer (Economiser); doch ist deren Heizfläche stets gesondert aufzuführen. Ueberhaupt empfiehlt es sich, die verschiedenen Theile der Heizfläche gesondert aufzuführen.

- h) Die für die Leistung der Dampfmaschine massgebende Dampfspannung ist die unmittelbar vor dem Eintritt in die Maschine vorhandene.
- i) Für die Leistung einer Dampfmaschine gilt als Masseinheit die Pferdekraft gleich 75 Secundenmeterkilogramm. Ohne weitere Bezeichnung ist darunter stets die effective (von der Kurbelwelle abgegebene, durch die Bremse messbare) Leistung verstanden. Soll die indicirte Pferdekraft gemeint sein, so ist dies ausdrücklich auszusprechen. Die Angabe in nomineller Pferdekraft ist zu vermeiden.

B. Ausführung der unter A. I bezeichneten Untersuchungen.

Untersuchung der Dampfkesselanlage.

1. Brennstoff.

- a) Probenahme. Von jeder Ladung (Karre, Korb u. dergl.) des zugeführten Brennstoffes wird eine Schaufel voll in eine mit einem Deckel versehene Kiste geworfen und aus dieser Masse eine Durchschnittsprobe entnommen.

Bemerkung. Hierbei kann in folgender Weise verfahren werden. Das Brennmaterial wird zerkleinert, gemischt, quadratisch ausgebreitet und durch beide Diagonalen in vier Theile getheilt. Zwei einander gegenüberliegende dieser Theile werden fortgenommen, die beiden anderen wieder zerkleinert, gemischt und getheilt. In dieser Weise wird fortgeföhren, bis eine Probemenge von etwa 5 k übrig bleibt, welche gut verschlossen zu chemischer Untersuchung zu bringen ist.

- b) Die Zusammensetzung des Brennmaterials, d. h. dessen Gehalt an Kohlenstoff, Wasserstoff, Asche und hygroskopischem Wasser, bezw. an Schwefel und Stickstoff ist durch chemische Analyse, das Verhalten in der Hitze durch Verkokungsprobe zu ermitteln.

Zur Wasserbestimmung unter möglichstem Luftabschlusse soll während des Versuches eine Anzahl besonderer kleinerer Proben von dem zu verheizenden Brennstoffe in Gläser gefüllt werden, welche sofort luftdicht zu verschliessen und zur Untersuchung zu bringen sind¹⁾.

2. Verbrennungsproducte und Wärmeverluste.

- a) Messung der Temperatur.

Die Temperatur der abziehenden Gase bis zu 360° wird durch Quecksilberthermometer mit Stickstofffüllung bestimmt, welche möglichst nahe der Stelle, wo die Gase den Kessel verlassen, aber jedenfalls vor dem Abschlussorgane, mit sorgfältiger Abdichtung in den Rauchkanal so eingesetzt werden, dass die Quecksilberkugel sich mitten im Gasstrome befindet. Die Ablesungen erfolgen jedesmal bei Entnahme der Gasproben (s. unten). Temperaturen über 360° werden am besten calorimetrisch bestimmt.

Die Temperatur der in die Feuerung tretenden Luft wird nahe der Feuerung gemessen, jedoch so, dass das Thermometer vor der Wärmestrahlung des Rostes geschützt ist.

¹⁾ Vgl. F. Fischer, Handbuch der chem. Technologie 13. Aufl. (Leipzig 1888) S. 8.

Aus den erhaltenen Zahlen wird das arithmetische Mittel genommen und der Berechnung zu Grunde gelegt (s. S. 10).

b) Gasuntersuchung.

Während der Dauer des Heizversuches werden in gleichmässigen Zwischenräumen von 10 bis 15 Minuten Gasproben durch ein luftdicht neben dem Thermometer eingesetztes Rohr (zu empfehlen sind solche aus Glas oder Porzellan), dessen untere Mündung mitten in den Gasstrom reicht, entnommen und der Gehalt an Kohlensäure und Sauerstoff bestimmt. Zur Ermittlung eines Durchschnittes können ausserdem die Gase mittels gleichmässig saugenden Aspirators entnommen werden.

Enthalten die Rauchgase nennenswerthe Mengen Kohlenoxyd, so ist die Verbrennung unvollkommen. Soll dieser Fehler ziffernmässig ermittelt werden, so sind Gasproben einzuschmelzen und im Laboratorium zu untersuchen.

Um die Dichtigkeit des Mauerwerkes festzustellen, werden gleichzeitig an mehreren Stellen der Feuerzüge entnommene Proben auf ihren Gehalt an Kohlensäure und Sauerstoff geprüft (vgl. S. 6).

Bemerkung. Auf einfache Weise kann man starke Undichtigkeiten des Mauerwerkes meist nachweisen, indem man den im Betriebe befindlichen Rost mit stark rauchendem Brennstoffe frisch beschickt und den Zugschieber schliesst, oder auch dadurch, dass man beobachtet, ob die Flamme eines an dem Kesselmauerwerk entlang bewegten Lichtes angesaugt wird.

c) Bestimmung der Wärmeverluste.

1. Der Wärmeverlust durch die Rauchgase in Folge ihrer höheren Temperatur T berechnet sich aus der Menge der Bestandtheile derselben, deren spezifischer Wärme und der Temperaturdifferenz gegen die Eintrittstemperatur t der äusseren Luft.
2. Der Wärmeverlust in Folge unvollständiger Verbrennung, welcher dadurch entsteht, dass Brennstofftheilchen (unverbrannt) durch den Rost fallen und von den aus dem Verbrennungsraum entfernten Herdrückständen (Schlacke, Asche) eingeschlossen werden, ist in der Weise zu ermitteln, dass das Gewicht der Verbrennungsrückstände nach jedem Versuche bestimmt und aus ihnen eine Durchschnittsprobe behufs Feststellung des Gehaltes an unverbrannten Bestandtheilen entnommen wird.
3. Der Wärmeverlust, welcher dadurch entsteht, dass Asche und Schlacke in heissem Zustande aus dem Verbrennungsraume beseitigt werden, ist zu vernachlässigen.
4. Werden von dem Heizwerthe des Brennstoffes die Wärmeverluste 1 und 2 und die in das Kesselwasser übergegangene Wärmemenge in Abzug gebracht, so kann die Differenz als Verlust durch Strahlung, Leitung, Russ und unverbrannte Gase angesehen werden.

3. Verdampfung.

- a) Wenn die Leistung eines Dampfkessels durch einen Verdampfungsversuch festgestellt werden soll, so ist die Art des Versuches nach Massgabe des unter A Ia und II Bemerkten zu vereinbaren.
- b) Die Constructions- und Betriebsverhältnisse der Kesselanlage sind möglichst vollständig anzugeben und durch eine Zeichnung zu erläutern; insbesondere sollen diese Angaben enthalten:

1. Heizfläche des Kessels (vgl. A III g).
2. Heizfläche etwaiger Speisewasservorwärmer in den Rauchkanälen.
3. Kubikinhalte des Wasser- und Dampftraumes bis zur Wasserstandsmarke sowie etwaiger Speisewasservorwärmer.
4. Verdampfungsoberfläche, gemessen in der Höhe der Wasserstandsmarke.
5. Gefamnte und freie Rostfläche; die Grösse etwaiger Schwelplatten ist besonders anzugeben.
6. Querschnitt der Feuerzüge an den wesentlichen Stellen.
7. Zugquerschnitt in jeder Stellung der betreffenden Absperrvorrichtung.
8. Höhe des Schornsteines (von der Rostfläche aus gemessen), Querschnitt desselben an der Ausmündung, bezw. an der engsten Stelle.

- c) Vor Beginn der Versuche ist der Kessel zu reinigen, innerlich und äusserlich zu untersuchen und auf seine Dichtigkeit zu prüfen; die Feuerzüge sind zu putzen, die Mauerfugen dicht zu verstreichen.
- d) Nach dieser Reinigung muss der Kessel je nach seiner Beschaffenheit einen oder mehrere Tage im normalen Betriebe gewesen sein, damit derselbe sich im Beharrungszustande befinde.
- e) Der Wasserstand und der Dampfdruck werden bei Beginn des Versuches genau vermerkt und sollen während des Versuches möglichst auf gleicher Höhe erhalten werden; der Dampfdruck wird durch Manometer gemessen und viertelstündlich vermerkt.

Bemerkung. Geringe Abweichungen des Wasserstandes oder des Dampfdruckes am Ende des Versuches sind, falls sich dieselben nicht ganz vermeiden lassen, nach ihrem Wärmewerthe zu ermitteln und bei der Rechnung zu berücksichtigen. Es genügt also nicht, das mehr oder minder im Kessel enthaltene Wasser am Schlusse des Versuches dem Speisewasser ab- oder zuzurechnen, sondern es sind mit Rücksicht auf die Spannungen am Anfang und Ende des Versuches die gesammten im Kessel enthaltenen Wärmeeinheiten zu ermitteln.

Besondere Sorgfalt verlangen in dieser Beziehung die Wasserröhrenkessel und ähnliche Constructionen mit stark schwankendem Wasserspiegel, bei denen ausserdem während der Dampfentwicklung die Wassermasse durch die im Wasser enthaltenen Dampfblasen erheblich vergrössert erscheint.

- f) Das Speisewasser wird entweder gewogen oder in tarirten Gefässen, deren Inhalt gegebenen Falles nach der Temperatur des Wassers zu berichtigen ist, gemessen; bei genauen Versuchen ist nur ersteres zulässig.

Die Speisungen müssen regelmässig und möglichst ununterbrochen geschehen; kurz vor Beginn und kurz vor Schluss des Versuches sind Speisungen zu vermeiden. Die Temperatur des Speisewassers wird im Behälter, aus welchem gespeist wird, gemessen; bei genauen Versuchen je nach Umständen auch kurz vor dem Eintritt in den Kessel, und zwar bei jeder Speisung, mindestens halbstündlich. Die Speisung durch Injectoren ist nur zulässig, wenn solche den Dampf aus dem Versuchskessel erhalten.

Findet gleichzeitig mit der Untersuchung der Dampfkesselleistung eine Untersuchung des Dampfverbrauches einer von dem Kessel gespeisten Dampfmaschine statt, so ist die Verwendung von Dampfmaschinen zur Speisung unzulässig, welche ihren Betriebsdampf aus dem Versuchskessel entnehmen, oder deren Abdampf mit dem Speisewasser in Berührung kommt. Der Kraft- bzw. Dampfverbrauch einer von der Versuchsmaschine betriebenen Speisepumpe kann vernachlässigt werden.

Alles Leckwasser an den Kesselgarnituren sowie etwa ausgeblasenes Wasser ist aufzufangen und in Rechnung zu bringen. Das auf diese Weise ermittelte Wassergewicht ist umzurechnen auf Speisewasser von 0° und Dampf von 100°.

- g) Bei der Bestimmung des Brennmaterialverbrauches ist darauf zu achten, dass zum Beginne des Versuches das Feuer in einen normalen Zustand der Beschickung und Reinigung gebracht, Asche und Schlacke aus dem Aschenfall entfernt werden; ist die Entleerung des Aschenfalles nicht möglich (Tenbrink u. s. w.), so sind die Rückstände in demselben vor und nach dem Versuche bis auf eine bestimmte Höhe zu bringen und abzugleichen. In demselben Zustande muss sich das Feuer am Ende des Versuches befinden. Die Dauer und der Brennmaterialverbrauch des Anheizens werden vermerkt, bleiben aber ausser Berechnung.

Das während des Versuches zur Verwendung kommende Brennmaterial ist zu wiegen und angemessen zu zerkleinern; die Beschickung des Rostes geschieht möglichst regelmässig.

- h) Versuche, bei welchen nachweisbar erhebliche Wassermengen durch den Dampf mechanisch mitgerissen werden, sind ungenau.¹⁾

Die gesammte Verdampfungswärme des Wassers ist nach Regnault = 606,5 + 0,305 t; nachfolgende Tabelle enthält eine entsprechende Zusammenstellung:

¹⁾ Die Untersuchung einer Dampfmaschinenanlage s. Zeitschrift des Ver. deutsch. Ing. 1884, S. 862.

Temperatur t des gesättigten Dampfes	Dampfspannung		Druck auf 1 Quadratcentim. in Kilogr. (metr. Atm.)	Verdampfungs- wärme
	in Millim.	in Atm.		
0°	4,6	—	—	606,5
20	17,4	—	—	612,6
40	54,9	0,072	0,075	618,7
60	148,8	0,196	0,203	624,8
80	354,5	0,466	0,482	630,9
100	760,0	1,000	1,033	637,0
110	1075,4	1,415	1,462	640,0
120	1491,3	1,962	2,027	643,1
130	2030,3	2,671	2,760	646,1
140	2717,6	3,576	3,695	649,2
150	3581,2	4,712	4,869	652,2
160	4651,6	6,120	6,324	655,3
170	5961,7	7,844	8,105	658,3
180	7546,4	9,929	10,260	661,4
190	9442,7	12,425	12,834	664,4

Ausführung eines Verdampfungsversuchs. Verf. hat gemeinschaftlich mit dem Magdeburger und hannoverschen Dampfkesselverein i. J. 1885 bezügliche Versuche mit Steinkohle und mit Holzkohle ausgeführt. Dabei wurde von Vereinsingenieuren die Verdampfungsanzahl durch Wiegen der Kohlen und des Wassers, Anmerken des Manometerstandes u. s. w. festgestellt. Docent E. Müller bestimmte alle 10 Minuten die Temperatur und Feuchtigkeit der Luft, die Temperatur der abziehenden Gase vor den Schiebern mit Quecksilberthermometer (mit Stickstofffüllung), sowie die des Nebenkessels. Durch ein luftdicht eingesetztes Glasrohr wurden von einem Chemiker täglich 2mal während etwa 4 Stunden 10 bis 15 l Verbrennungsgase durch ein Chlorcalciumrohr (Wasser), einen Kaliapparat (Kohlensäure), ein Rohr mit glühendem Kupferoxyd nochmals durch Chlorcalcium und Kali (Wasserstoff und Kohlenoxyd), schliesslich durch eine Experimentirgasuhr in ein Glockengasometer angesaugt. Dem Verf. selbst blieb die Aufgabe, stündlich 6- oder 12mal Gasproben in der S. 6 angegebenen Weise auf ihren Gehalt an Kohlensäure,

Fig. 4.

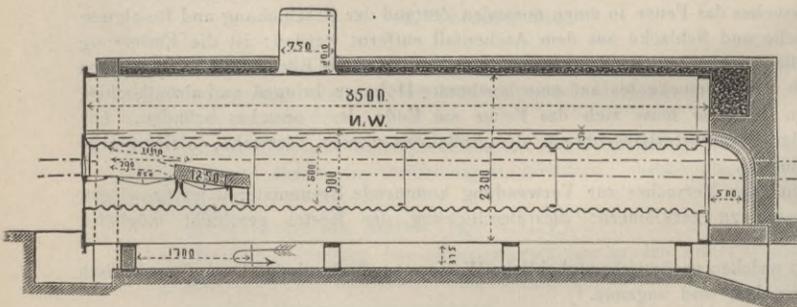
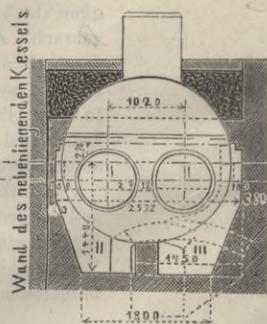


Fig. 5.



Kohlenoxyd und Sauerstoff zu untersuchen. — Der aus dem Kessel entweichende Dampf wurde durch ein Möller'sches Dampffilter geführt, um etwa mitgerissenes Wasser bestimmen zu können. Das aus dem Filter abgelassene Wasser erwies sich jedoch als rein, so dass ein Ueberreissen von Wasser überhaupt nicht stattgefunden hat. Es wurden daher alle denkbaren Vor-

sichtsmassregeln gebraucht, um genaue Ergebnisse zu erzielen. — Der Kessel (s. Fig. 4 u. 5) war am 7. Juni zum letzten Male gereinigt. Da sich bei dem Vorversuche ergab, dass (wie dieses sehr häufig der Fall ist) der Rost zu gross war, so wurde er bis auf 790 mm abgedeckt. Die vom Wasser bespülte Heizfläche betrug 71,8 qm, die verdampfende Wasserfläche 18,2 qm. Am 15. und 16. Juli wurde Nusskohle von Zeche Germania gebrannt, am 17. Juli Buchenholzkohle. — Die wesentlichsten Ergebnisse waren:

		Steinkohle		Holzkohle
Versuchsdauer	Stunden	9 ¹ / ₄	10 ¹ / ₂	10
Kohlenverbrauch	k	587,2	650	743
Wasser	"	5896	6524	6386
Wassertemperatur	"	19,6 ⁰	19,45 ⁰	19,7 ⁰
Dampfdruck	Atm.	4,9	4,9	4,9
1 k Kohle verdampfte Wasser	k	10,03	10,04	8,60
Entsprechend Wärmeeinheiten		—	6378	5460
Herdrückstände	k	66	54,5	—
Temperatur der Rauchgase		243 ⁰	235 ⁰	235 ⁰
desgl. des Nebenkessels		231 ⁰	228 ⁰	222 ⁰

Die beiden Versuche mit Steinkohle stimmen somit fast völlig überein. Eine Russbestimmung ergab kaum 0,1 Proc., wurde daher nicht weiter berücksichtigt. Da die eine Bestimmung der unvollständig verbrannten Gase am ersten Tage verunglückte, so soll nur der zweite Tag weiter berücksichtigt werden. — Die in bekannter Weise (S. 15) genommene Durchschnittsprobe der Kohlen ergab:

Kohlenstoff	80,91 Proc.
Wasserstoff	3,11 "
Stickstoff	0,91 "
Sauerstoff	7,14 "
Schwefel	0,51 "
Asche	7,42 "

und einen calorimetrisch¹⁾ bestimmten Brennwerth von 7720 W.E. auf Wasserdampf von 15 bis 20⁰ als Verbrennungsproduct bezogen, während die Dulong'sche Formel nur

$$(81,12 \times 8100 + 2,1 \times 28800) : 100 = 7175 \text{ W.E.}$$

gibt. Die Dulong'sche Formel ist demnach völlig unbrauchbar. Etwa alle zwei Stunden genommene kleinere Proben ergaben:

	Wasser	Asche
1.	1,94	6,61
2.	1,30	7,51
3.	1,93	8,91
4.	1,34	7,45
5.	0,75	7,82
6.	1,15	7,61
Mittel	1,40	7,65

Die Untersuchung der Rauchgase ergab im Mittel von 75 Analysen:

Kohlensäure	12,42 Proc.
Kohlenoxyd	0,08 "
Sauerstoff	7,45 "
Stickstoff	80,05 "

Der Wassergehalt wurde aus der Zusammensetzung der Kohlen und dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft berechnet. Daraus ergibt sich in der S. 10 an-

1) Vgl. Ferd. Fischer: Handbuch der chemischen Technologie 13. Aufl., S. 12.

gegebenen Weise ein Wärmeverlust von 808 W.E. Die 8,38 Proc. Herdrückstände enthielten 11 Proc. Kohlenstoff, entsprechend 74 W.E.

Die verwendete Holzkohle hatte trocken im Durchschnitte folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff	85,22 Proc.
Wasserstoff	2,21 „
Sauerstoff	11,23 „
Asche	1,34 „

Die calorimetrische Bestimmung der trockenen Holzkohle ergab 7291 W.E., also etwas mehr als der Dulong'schen Formel entspricht. Die Wasserbestimmung der Einzelproben ergab im Durchschnitt 1,45 Proc., so dass die verbrannte Kohle einen Brennwerth von 7180 W.E. hatte. Die Untersuchung der Rauchgase ergab im Durchschnitte:

Kohlensäure	13,61 Proc.
Kohlenoxyd	1,01 „
Wasserstoff	0,09 „
Sauerstoff	6,09 „
Stickstoff	79,20 „

Danach ergibt sich für die besprochenen Versuche im Vergleich zu früher vom Verf. in Essen ausgeführten folgende Wärmevertheilung:

	Mühlhausen (Scheurer-Kestner)		Essen		Hannover	
	Mittel von 1869	Ruhrkohle 1885	Wellrohrkessel 6. Juli 1883	Zwei- flamrohr 20. Juli 1883	Stemkohle 16. Juli 1885	Holzkohle 17. Juli 1885
Kohle auf 1 qm Rostfläche k	—	—	123,8	86,3	46,9	55,4
Wasser auf 1 qm Heizfläche „	—	—	26,6	24,7	8,7	8,9
Brennwerth der Kohle calorimetrisch bestimmt W.E.	—	—	7790	7720	7630	7180
Davon in Wasser aufgenommen . . . Proc.	60,5	67,3	74,9	68,4	83,6	76,0
Verlust in den Herdrückständen . . . „	1,5	—	2,1	3,6	0,9	0
Verlust durch unvollständig verbrannte Gase „	14,5	3,1	—	—	0,3	4,9
Verlust durch die höhere Temperatur der Rauchgase „		8,5	16,7	19,3	10,6	10,9
Verlust durch Leitung und Strahlung als Rest „		24,5	21,1	6,3	8,7	4,6

Die grössere Kohlenoxydbildung bei Holzkohlenfeuerung erklärt sich daraus, dass eine dicke Schicht Holzkohle leicht Kohlenoxyd gibt, während gleichzeitig im anderen Flammrohre überschüssiger Sauerstoff vorhanden sein kann. Treffen die Gase am Ende beider Flammrohre zusammen, so sind sie bereits unter die Entzündungstemperatur des Gemisches abgekühlt, so dass nun Kohlenoxyd und Sauerstoff neben einander entweichen. Darin liegt eben der Vorzug des weiten Wellblechflamrohres (s. Dampfessel), dass hier die Gase viel mehr Gelegenheit haben, sich zu mischen, so lange sie noch heiss sind. Mehr oder weniger vollständig wird derselbe Zweck erreicht durch einen Chamotteinsatz im Flammrohre, durch Vorfeuerung, durch allmähliches Vorschieben der Kohle z. B. Dougal's mechanische Feuerung (S. 28). — Hat die Mischung der Gase bei entsprechender Temperatur stattgefunden, so ist auch sämtliche überhaupt mögliche Wärmeentwicklung vollendet, so dass jeder

Grund fehlt, die heissen Gase dann vor unmittelbarer Berührung mit dem Flammrohre zu schützen, was übrigens durch die Siemens'schen Ringe auch nicht völlig erreicht wird. Immer aber wird die Wärmeübertragung gleichzeitig durch Leitung und Strahlung geschehen.

Dass der Wärmeverlust durch Strahlung bei Holzkohlenfeuerung stärker ist als bei Steinkohlen, war schon während des Versuches vorauszusehen, da hierbei vor dem Kessel eine kaum erträgliche Hitze herrschte. — Da die Temperatur der abziehenden Gase des Nebenkessels fast genau so hoch war wie die des Versuchskessels, so kann wenigstens von einer Wärmeübertragung auf letzteren nicht die Rede sein. Bei einzelnen Kesseln wird der Verlust durch Leitung und Strahlung wohl etwas grösser sein als hier; mehr als 8 bis 10 Proc. wird er aber bei gut in Stand gehaltener Einmauerung nicht betragen, so dass die Angaben Scheurer-Kestner's wohl kaum richtig sein können, welcher dafür 21 bis 25 Proc. fand.

Bezügliche Versuche mit Ziegelöfen, Generatoren, Wassergas u. dgl. sollen an geeigneten Stellen besprochen werden.

3. Theorie der Verbrennung, Rauch.

Erwärmt man Holz, Torf, Braunkohle oder Steinkohle, so entweicht zunächst das vorhandene Wasser. Ueber 150° beginnen mannigfache Zersetzungen; der Wasserstoff entweicht theils frei, theils in Verbindung mit Sauerstoff als Wasser, theils mit Kohlenstoff als Kohlenwasserstoffe, der Rest des Sauerstoffes als Kohlensäure und Kohlenoxyd. Das entstehende Gemisch ist bekannt als Leuchtgas (s. d.), ausserdem bildet sich Theer, zurück bleibt Kohlenstoff mit — je nach der Temperatur — mehr oder weniger Wasserstoff u. dgl., d. h. Holzkohle, Torfkohle, Koks.

Kann bei diesen Umsetzungen der atmosphärische Sauerstoff in hinreichender Menge zutreten und ist die Temperatur genügend hoch, d. h. ist die Entzündungstemperatur erreicht, so verbindet sich der Sauerstoff mit den Bestandtheilen des Gasgemenges zu Wasser und Kohlensäure, d. h. es findet eine vollständige Verbrennung statt. Reicht der Sauerstoff nicht aus, so verbindet er sich wesentlich mit dem Wasserstoff, die schweren Kohlenwasserstoffe scheiden festen Kohlenstoff, d. h. Russ, ab. Etwas schwieriger ist der Theer von Holz und Torf zu verbrennen, viel schwieriger aber der Theer von Steinkohlen, welcher neben genügendem Sauerstoff auch eine hohe Temperatur erfordert. Je nach Umständen entweicht der Theer unzersetzt und gibt dann, meist gemischt mit Russ, den unangenehmsten Rauch oder er verbrennt unvollkommen unter reichlicher Russbildung. Die völlige Verbrennung dieser Bestandtheile des Rohgases ist um so schwieriger, je weniger innig die Vermischung mit freiem Sauerstoff ist. Daraus folgt, dass einmal gebildeter Rauch bezw. Russ viel schwieriger zu verbrennen ist, als das Rohgas selbst. Es ist daher darauf zu sehen, die Rauch- bezw. Russbildung zu verhüten, da eine Rauchverbrennung wenig aussichtsvoll, ja in den meisten Fällen ganz aussichtslos ist.

Die unvollständige Verbrennung der schweren Kohlenwasserstoffe und des Theeres wird auch durch vorzeitige Abkühlung des Gas- bezw. Dampf- gemisches unter die Entzündungstemperatur veranlasst. Diese Abkühlung wird aber bewirkt durch Berührung des Gemenges mit kalten Flächen, bevor

die Verbrennung vollendet ist. Es ist daher darauf zu sehen, dass, so lange Rauchbildung möglich ist, das fragliche Gemisch nicht mit Dampfkesseln, Abdampfpfannen u. dgl. in Berührung kommt. Dass durch das leider noch vielfach angewendete Nässen der Kohlen die Rauchbildung befördert, ausserdem aber auch die Wärmewirkung vermindert wird, liegt auf der Hand.

Die Abkühlung wird auch bewirkt durch zu grosse oder unzweckmässige Luftzufuhr. Alle sog. Rauchverbrennungsvorrichtungen, bei denen hinter oder über der Feuerbrücke Luft zugeführt wird, sind daher von recht zweifelhaftem Werth, ja die meisten begünstigen sogar die Rauchbildung.

Bei weitaus den meisten Feuerungen werden die Kohlen in gewissen Zeiträumen auf das mehr oder weniger niedergebrannte Feuer geworfen. Durch die Wärme entwickelt sich eine grosse Menge Leuchtgas, zu dessen völliger Verbrennung die zugeführte Luft zuweilen nicht ausreicht. Andererseits wird zum Erwärmen der Kohle und zur Entgasung Wärme verbraucht und dadurch das Gasgemenge theilweise unter die Entzündungstemperatur abgekühlt; die Verbrennungsgase enthalten wieder Russ, Kohlenoxyd u. dgl. Dies tritt um so leichter ein, als unmittelbar vorher durch die theilweise blosgelegten Rostspalten und während des Schürens durch die Thür grosse Mengen Luft eintreten und den Feuerraum abkühlen. Die Leuchtgasentwicklung lässt allmählich nach, die Temperatur erhöht sich, die Rauchbildung hört auf und die zurückbleibenden Koks verbrennen ohne Russbildung, dann aber meist mit überschüssiger Luft, also unvortheilhaft.

Ein gleichmässig richtiges Verhältniss zwischen Brennstoff und Verbrennungsluft und somit völlig sichere Rauchverhütung bei guter Brennstoffausnutzung ist dadurch zu erzielen, dass die Kohlen ununterbrochen in die Feuerung gelangen und gleichmässig vorgeschoben werden, wie es z. B. beim Dougal'schen Rost der Fall ist (S. 28). Etwas weniger vollkommen sind die sog. Schüttfeuerungen. Zuverlässig rauchverhütend, aber noch nicht überall anwendbar sind die Gasfeuerungen (s. Generatorgas), richtige Handhabung natürlich vorausgesetzt.

Dass rauchende Feuerungen höchst unangenehm für die Umgebung sind, bedarf keines Beweises. Der Russ, namentlich der theerhaltige, beschmutzt die Kleidung, Gesicht und Hände der davon getroffenen Personen, wirkt unangenehm auf die Schleimhäute, dringt ferner in die Wohnungen, setzt sich an den Häuserflächen, auf den Pflanzen u. s. w. fest, beschmutzt überhaupt Alles, womit er in Berührung kommt. Namentlich grosse Städte sollten daher darauf dringen, dass mehr und mehr die Gasfeuerungen eingeführt würden, dass namentlich die Dampfmaschinen durch Gaskraftmaschinen ersetzt würden, dass statt der meist sehr mangelhaft bedienten Kochherde Leuchtgas- oder Wassergasbrenner verwendet würden. Mindestens sollten für alle Hausfeuerungen die viel Leuchtgas und Theer liefernden sog. Flammkohlen, welche somit ganz besonders zur Rauchbildung geneigt sind, nicht verwendet werden, sondern ausschliesslich sog. magere Kohlen, welche bei der trocknen Destillation nur sehr wenig Theer geben und daher meist russfrei brennen. Flammkohle sollte nur für Gasfeuerungen verwendet werden.

Ueber die in Feuerungen, namentlich Gasfeuerungen mit Wärmespeichern, erzielbaren Wärmegrade werden die verschiedensten Angaben gemacht; namentlich wird behauptet, dass die Grenze der Hitze nach oben durch die Dissociation der Kohlensäure und des Wasserdampfes bedingt sei. Verf.¹⁾ zeigte bereits, dass für die industriellen Feuerungsanlagen die Dissociation der

¹⁾ Fischer's Jahresbericht der chem. Technologie 1888, S. 168.

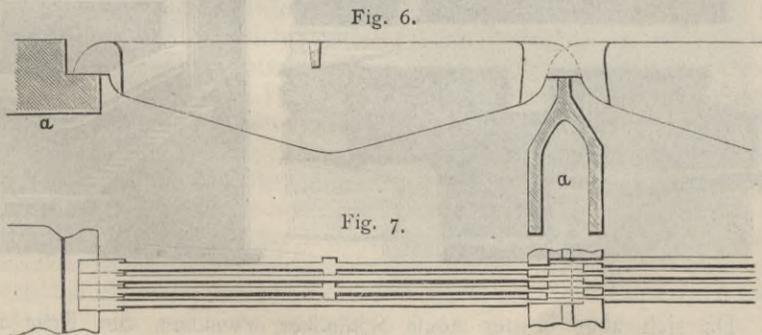
Verbrennungsgase ohne nennenswerthe Bedeutung ist. Selbst wo es sich um ausnahmsweise hohe Temperaturen handelt, z. B. beim Schmelzen von Platin (1780°), beträgt die Dissociation höchstens wenige Procent. Bevor daher die Grösse dieses Zerfalles unter verschiedenen Verhältnissen genau festgestellt ist, braucht sie für praktische Zwecke nicht in Betracht gezogen zu werden. Auch eine einigermaßen zutreffende Berechnung der Verbrennungstemperaturen ist leider so lange nicht ausführbar, als nicht die spec. Wärmen der bzgl. Dämpfe sowie die etwa mögliche Dissociation genau bekannt sind. An eine unmittelbare Bestimmung der Verbrennungstemperaturen ist bekanntlich gar nicht zu denken.

4. Feuerungsroste.

Der Rost (oder die Rast) ist bestimmt, den Brennstoff der möglichst gleichmässigen Einwirkung der atmosphärischen Luft zugänglich zu machen, dabei zu verhindern, dass unverbrannter Brennstoff hindurchfällt. Er kann seine Aufgabe nur dann dauernd erfüllen, wenn er leicht zu reinigen ist und nicht rasch verbrennt.

Die Summe der Rostspalten wird in der Regel für Steinkohlen zu $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{8}$ der ganzen Rostfläche genommen. Holz und Torf bekommen engere Oeffnungen, nämlich $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{10}$. Bei Steinkohlen sollen die Spalten zwischen den Roststäben nicht über 1 cm breit sein, doch so, dass sie sich nicht werfen. Roste für Holzfeuerung können Oeffnungen von 6 mm erhalten, für Torffeuerung macht man breite Stäbe und breite Oeffnungen. Staubige, ungeformte Braunkohlen erhalten oft Stäbe von 1 bis 1,5 cm Stärke und etwa 4 mm Spalten, eckige Braunkohlen in Klötzen erhalten 2 bis 2,5 cm starke Stäbe und 8 bis 13 mm weite Oeffnungen.

Man macht gewöhnlich die ganze Rostfläche $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{40}$ von der Heizfläche. Auch nimmt man an, dass auf 1 qm Rostfläche in der Stunde 50 bis 80 k Steinkohlen verbrannt werden können, doch kann man selbst bis 130 k verbrennen (vgl. S. 20). Gesetzt, die Brennstoffschicht bedecke $\frac{3}{4}$ der Rostspalten und es trete die kalte Luft durch den Rost mit 2 mal grösserer Geschwindigkeit in den Herd, als die warme Luft oben zum Kamin abzieht, so wird die Fläche der Rostspalten gleich dem kleinsten Querschnitt des Kamins gemacht.



Der Rost kann sowohl aus Schmiedeeisen wie Gusseisen gefertigt werden. Die einzelnen Stäbe müssen lose auf Trägern liegen, dürfen also der Länge

und Breite nach nicht gespannt sein, weil sie sich in der Hitze stärker ausdehnen, als die steinernen Wände des Ofens, in denen die Träger ruhen. Wo man dies nicht beobachtet, werden sich die Stäbe biegen und krümmen.

Als Beispiel eines einfachen Rostes möge der von Mehl (Fig. 6 u. 7) angeführt werden. Die Stäbe sind sehr dünn, oben 6 mm, unten 4 mm stark und bieten auch nur einen Zwischenraum an der Oberfläche des Rostes von 2 bis 3 mm. Besonders hervorzuheben ist, dass die einzelnen Stäbe nicht stumpf hinter einander stossen, sondern in einander eingreifen.

Fehlerhaft sind alle Roststäbe mit seitlichen Vorsprüngen, so dass sie sich nicht mit einfachen Schüreisen reinigen lassen. Dazu gehören die vielen hübsch »gezeichneten« patentirten Roste (Polygonroste u. dgl.) bis zu den Rosten von Dobson, Kessler (Fig. 8) u. A., vor deren Anwendung nur gewarnt werden kann.

Fig. 8.



Wie wichtig die Reinhaltung der Rostspalten für die Erhaltung des Rostes ist, hatte Verf. vor einiger Zeit Gelegenheit, zu beobachten. Von einem solchen Kessler'schen Rost schmolz innerhalb weniger Tage ein Theil der seitlichen Vorsprünge ab, weil die Zwischenräume mit geschmolzener Schlacke verstopft waren, somit keine Luft zur Kühlung eindringen konnte. Beobachtet man, dass der Rost von unten gesehen gleichmässig hell ist, und beseitigt jede dunkle Stelle, was bei geraden Rostspalten jedenfalls am leichtesten zu erreichen ist, so dürfte ein Abschmelzen auch bei der stärksten Hitze kaum vorkommen.

Gibt man den Rosten eine geneigte Form, so liegt das höhere Ende der Roststäbe in einem Falz, der sich in der Bodenplatte (Vorplatte) der Feuerthür befindet, oder, was noch besser ist, auf einer eisernen Querstange, die aber mindestens 6 mm von der Feuerthür entfernt liegen muss, weil die Roststäbe sich durch die Wärme ausdehnen und sonst die Feuerthür herausdrängen

Fig. 9.

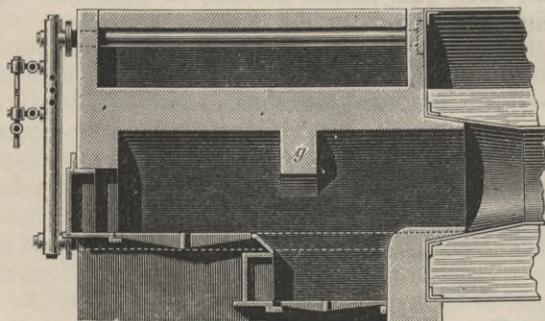
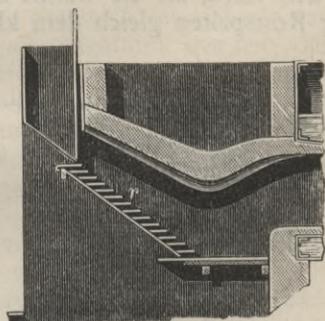


Fig. 10.

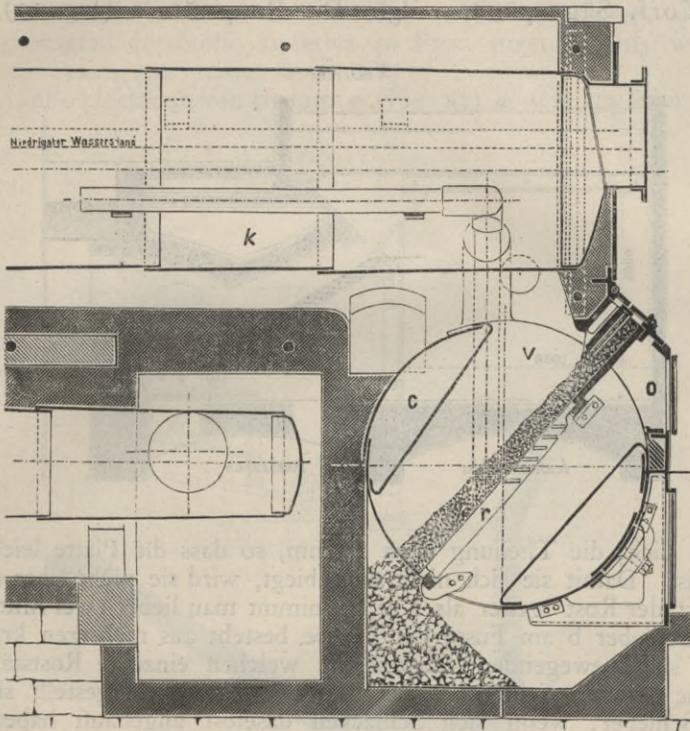


würden. Da sich aber immer noch Schlacken zwischen den Rost und die Feuerthür setzen können, so empfiehlt es sich, die Roststäbe an den Enden nach unten zu abschwächen. Einen Doppelrost zeigt Fig. 9. Für Grieskohlen u. dgl. ist es vortheilhaft, einen Treppenrost (Fig. 10) anzuwenden,

der wie eine kleine Treppe *r* schräg gestellt ist und aus Seitenwangen und dazwischen eingelegten Stäben besteht.

Bei dem Schrägrost von Tenbrink (Fig. 11) liegt unter dem eigentlichen

Fig. 11.



Kessel *k* quer zu diesem ein Cylinder *C*, welcher von einem konischen Rohre durchdrungen wird. In demselben befindet sich der Verbrennungsraum *V* mit dem geneigt liegenden Roste *r*, an welchen sich oben die kastenförmige Rostplatte anschliesst. Die Seitenwangen dieses Kastens besitzen drei Führungen, in welche eine Platte eingeschoben werden kann. Dieselbe ist in der oberen Führung liegend gezeichnet. Je nachdem man die eine oder die andere Führung benutzt, wird die Kohlschicht, welche nach Oeffnung der Klappe durch die Füllöffnung auf den Rost rutscht, mehr oder weniger stark sein. Nach oben begrenzt die eingeschobene Platte einen Kanal, welcher mittels einer Klappe nach aussen hin abgeschlossen oder durch welchen bei Oeffnung derselben Luft zugeführt werden kann.

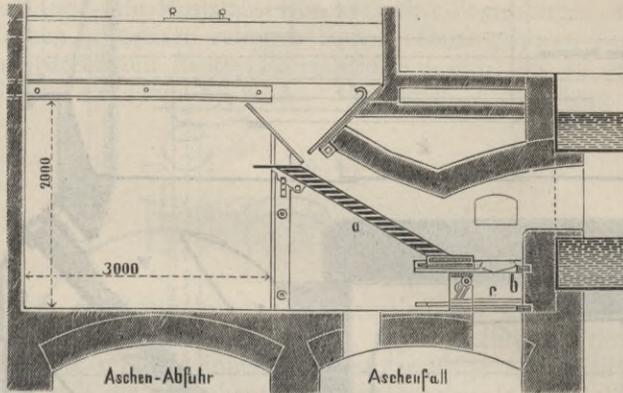
Unterhalb der Füllöffnung liegt zunächst die durch eine Thür gut abschliessbare Oeffnung *O* für den Zutritt der Luft unter den Rost. Dieselbe macht überdies den Rost leicht zugänglich, so dass dessen Spalten von Asche und Schlacken bequem und leicht gereinigt werden können. Weiter unten befindet sich die ebenfalls gut abschliessbare Oeffnung zum Entfernen von Asche und Schlacke.

Die Roststäbe tragen in dem oberen Theile treppenförmige Rippen zu dem Zwecke, das Durchfallen kleiner Kohlenstücke zu verhindern. In der unteren Zone sind diese in Folge des Verkokens mehr oder minder zusammen-

gebacken, so dass hier die Rippen entbehrt werden können. Ferner hat sich ergeben, dass es bei solchen Rosten, welche sich durch Abwärtsrutschen der Kohle selbstthätig beschicken, rätlich ist, in den oberen Rosttheil den Luftzutritt zu erschweren.

Nach R. Weinlig eignen sich die Treppenroste namentlich für Braunkohlen, Torf, Sägespäne u. dgl. Die Rostplatten a (Fig. 12) sind nur

Fig. 12.



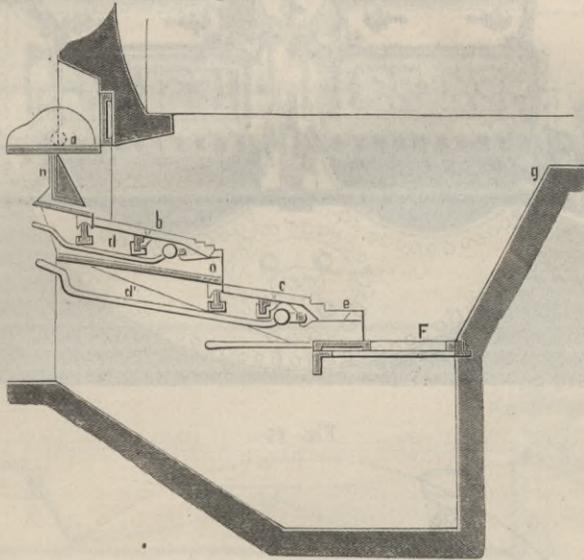
etwa 8 mm dick, die Theilung etwa 20 mm, so dass die Platte leicht herauszunehmen ist. Damit sie sich nicht durchbiegt, wird sie nicht über 0,5 m lang gemacht; ist der Rost breiter als 1 m, so nimmt man lieber zwei Mittelwangen. Der obere Schieber b am Fusse der Treppe besteht aus mehreren kräftigen, in Führungen sich bewegenden Rahmen, in welchen einzelne Roststäbe liegen, während die unteren Schieber c aus massiven Platten hergestellt sind. Man zieht die Schieber, wenn sich Schlacken daselbst angehäuft haben, in der Regel 2mal in jeder Arbeitsschicht, lässt die Schlacken vom obersten auf den geschlossenen untersten fallen, schliesst den obersten und öffnet den untersten. Diesen untersten pflegt man immer etwa 30 mm weit offen zu lassen. Damit die Schieber nicht durch Schlacken oder Kohlenstückchen an der Bewegung gehindert werden, lässt man die Führungsleiste nicht bis an die hintere Wand gehen, damit der Schieber alles vor sich herschieben und abstossen kann. Zur grösseren Vorsicht macht man auch in den Rostträger zwischen den beiden Schiebern in der Regel zwei Klappen, welche nach dem Heizerstande hin sich öffnen lassen, um Schlacken herauszuziehen.

Bedienung bedarf der Treppenrost nach Weinlig nur sehr wenig; ja das heftige Herunterstossen der Kohle von der Schürplatte aus und das häufige Stochern zwischen den Rostplatten ist der Verbrennung nur ungünstig. Die günstigste Wirkung gibt der Treppenrost, wenn die Verbrennungszone auf der unteren Partie der Treppe liegt; demgemäss muss das Streben des Heizers dahin gehen, hier durch Stochern das Ausstossen der Asche und das Reinhalten von Schlacke zu befördern, weil der Treppenrost den Fehler hat, dies nicht selbstthätig zu thun. Das Stochern muss von unten herauf erfolgen, wenn die Asche herabrutschen, und von oben hinab, wenn Kohle herunterrutschen soll. In der Regel ist es am Besten, zuerst von unten zu stochern und dann nach Bedürfniss von oben den Rest nachzuholen. — Man soll die Neigung der Treppen derart machen, dass unten auf derselben eine 50 mm und oben eine etwa 120 mm

hohe Schicht ist, d. h. man sucht durch Aufschütten der Kohle auf einen Haufen den natürlichen Böschungswinkel der Kohle und legt die Treppe von dieser Linie unten 50 und oben etwa 120 mm weit ab. Die untere Vorlage wird dann etwa 100 mm breit. In der Regel kann man für Torfgrus, erdige Braunkohle, Sägespäne die Treppe unter 30° neigen, da diese Stoffe einen Böschungswinkel beim Aufschütten von etwa 32 bis 35° zeigen. Hierbei ist der Feuchtigkeitsgrad der Stoffe zu etwa 40 Proc. angenommen, wie er sich in der grossen Praxis am meisten vorfindet.

Der Klarkohlenrost von Bolzano (Fig. 13) besteht aus einer oder zwei

Fig. 13.



Abtheilungen geneigter, an den Enden mit einem treppenartig geformten Ansätze e versehener Roststäbe b, c, von denen immer der zweite durch einen um einen Bolzen d drehbaren Hebel d' in lothrechter Richtung sich verschieben lässt, und aus einem Planrost F, welch letzterer mittels Handhabe herausgezogen werden kann. Das obere Ende des Rostes ist durch eine Platte abgeschlossen; über dieser befindet sich die Aufschüttvorrichtung, welche aus einer, auf den angegossenen Zapfen a ruhenden, mit Seitenwänden versehenen Platte besteht, die sich mittels eines Handgriffes nach vorn niederkippen lässt; nach vorn hin wird der Rost durch die etwas geneigt stehende, mit Schaulöchern versehene Platte n begrenzt. Bei dem Feuern wird der auf dieser Platte befindliche Brennstoff durch Heben derselben auf den Rost herabgestürzt, wobei die Treppenstufen ein Vorrollen etwaiger grösserer Stücke verhindern, und auf den geneigten Rostflächen ausgebreitet. Ist dabei der Brennstoff backend und schlackenbildend, so wird durch mehrmaliges Bewegen der Hebel d, d' die zusammengesinterte Masse aufgelockert. Das dabei durch die Rostspalten auf die Platte o fallende Kohlenklein wird mit einer Krücke auf die untere geneigte Rostfläche geschoben. Das Schüren erfolgt nach zwei- oder dreimaligem Aufgeben mittels eines flachen Schüreisens zuerst von der unteren Treppe auf den Planrost, dann von der oberen auf die untere Treppe. Alle zwei Stunden sind die Schlacken zu entfernen; dabei wird die Planrostfläche mit dem Schürhaken mehrmals

Fig. 14.

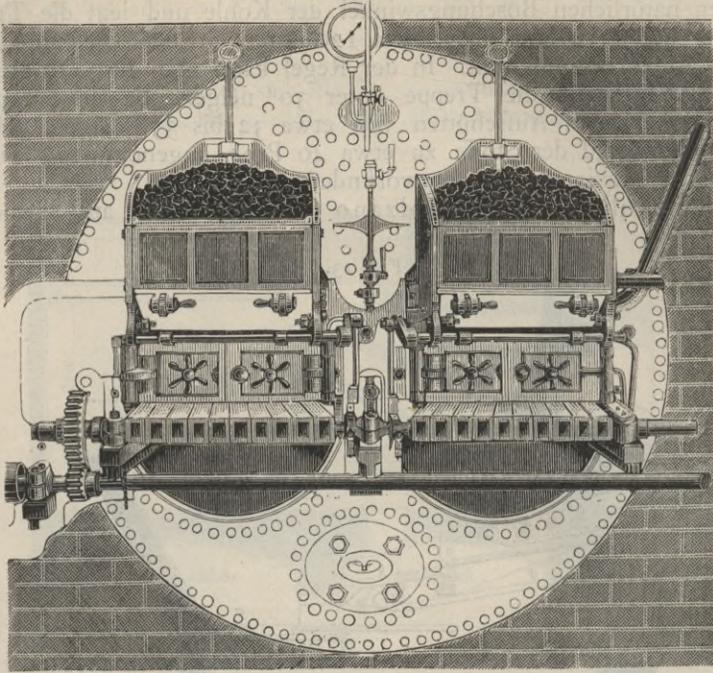
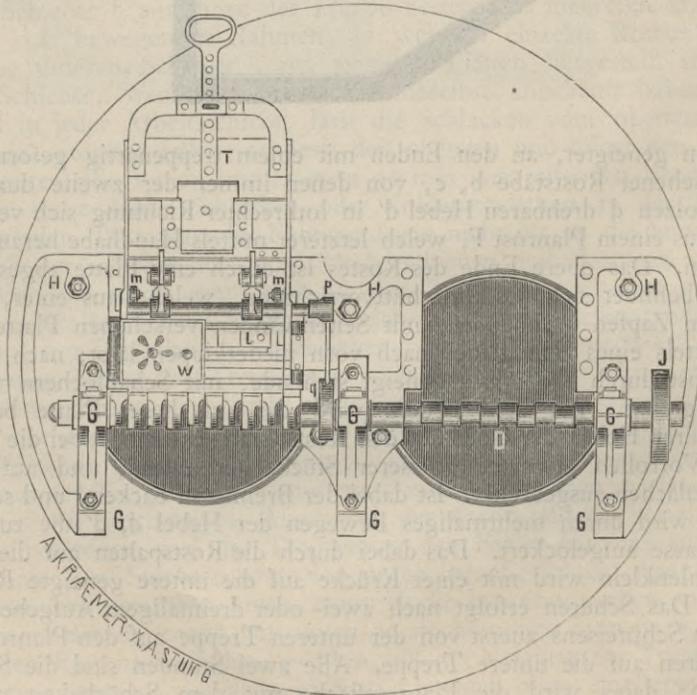


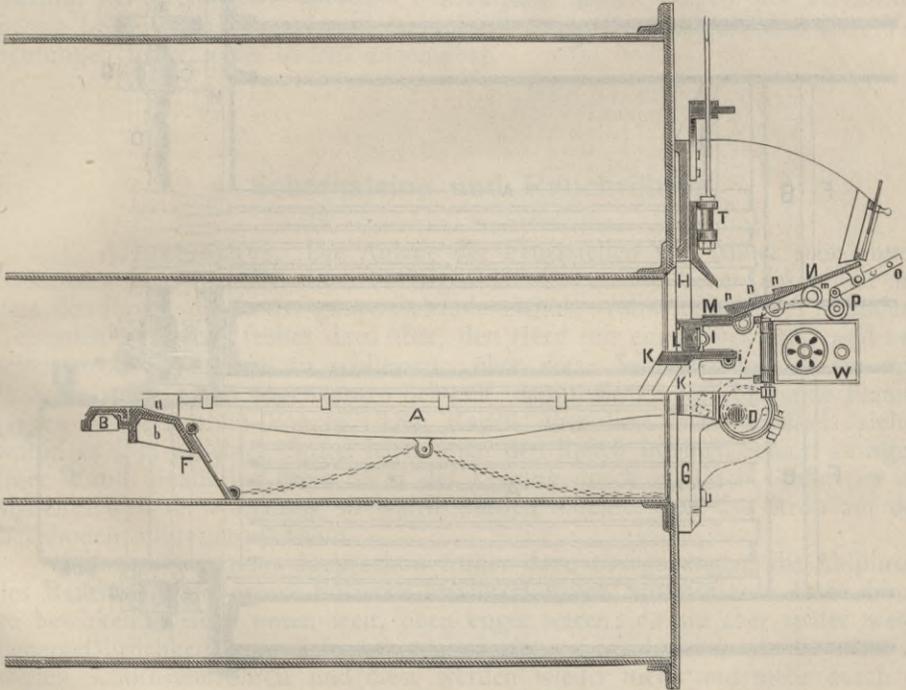
Fig. 15.



durchgeschürt, um die Schlacken zu lockern und diese durch Zurückziehen des Rostes in den Aschenfall gestürzt. Der Rost wird dann sogleich wieder vorgeschoben, mittels des Schüreisens mit den Rückständen der unteren Treppe bedeckt und auf dieser ebenso ein Theil des Feuers von der oberen Treppe ausgebreitet, aber so, dass immer eine Feuerschicht auf den Rostflächen zurückbleibt, um den sofort nachgestürzten frischen Brennstoff augenblicklich zur Entzündung zu bringen.

Von den mechanischen Rosten hat sich besonders die Einrichtung von MacDougall bewährt (Fig. 14 bis 17). Die Roststäbe A liegen mit ihrem abgeschrägten Ende a auf der Abschrägung b der festen Schlackenbrücke B und sind an ihrem anderen Ende um ein entsprechendes Stück über das Feuerrohr

Fig. 16.



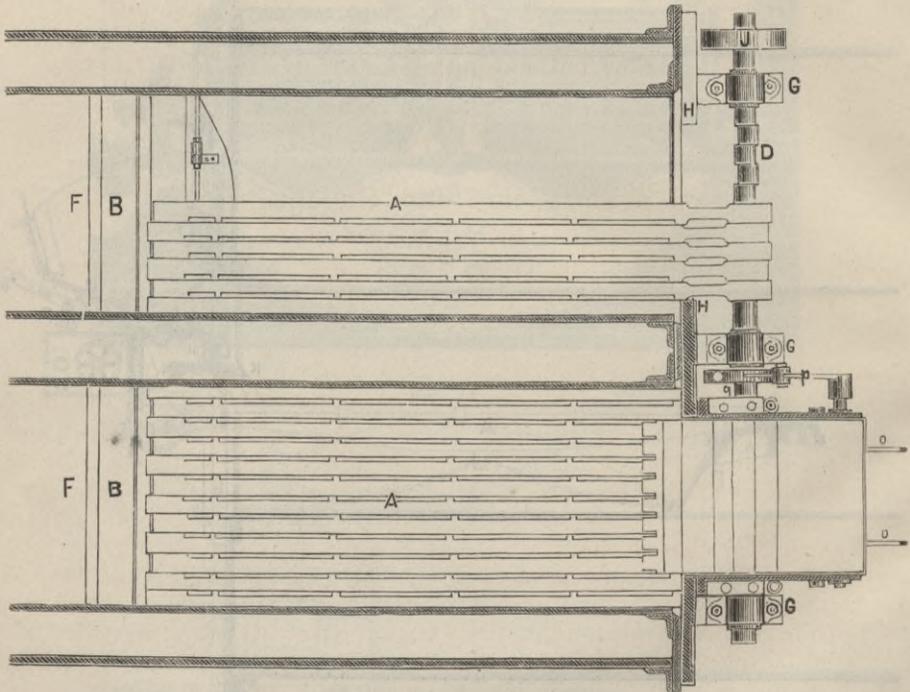
hinaus verlängert. Mittels eines an diesem Ende angebrachten schrägen Einschnittes sind die Roststäbe auf der Welle D gelagert. Der Theil dieser Welle D, auf welcher ein Roststab aufliegt, ist excentrisch abgedreht und zwar so, dass der nebenliegende Theil für den nächsten Roststab entgegengesetzt excentrisch gelegen ist; bei einer Drehung der Welle D werden also benachbarte Roststäbe entgegengesetzte Bewegungen annehmen, indem die aus den Feuerröhren herausstehenden Enden Kreise beschreiben, während das hintere Stück des Roststabes auf der schiefen Ebene b auf- und abgleitet, mithin eine etwa ebenso grosse Bewegung in senkrechtem Sinne macht. Während also die Roststäbe 1, 3, 5, . . . rückwärts und abwärts gehen, bewegen sich die übrigen Stäbe 2, 4, 6, . . . vorwärts und aufwärts. In Folge dessen wird die brennende Masse mit voller Regelmässigkeit durch die aufsteigenden Stäbe langsam nach hinten geschoben, während gleichzeitig die zwischenliegenden Stäbe sich senken,

von der brennenden Masse mehr oder weniger sich entfernen und erst nach vollständigem Rückgang wieder hoch gehen, um nun ihrerseits das Feuer in den Ofen weiter hineinzuschieben. Auf diese Art wird die Kohle die ganze Länge des Rostes durchschreitend zur Feuerbrücke gelangen, bis sie nach vollständiger Verbrennung als Asche und Schlacke über die Schlackenbrücke B in die Schlackenkammer F fällt, welche durch einen Schamotteklotz E begrenzt ist und durch die Klappe F entleert werden kann.

Die in den Lagern G ruhende Welle D erhält ihren Betrieb durch die Scheibe J.

Dem Roste wird die Kohle durch einen aus mehreren Theilen bestehenden Fülltrichter ununterbrochen zugeführt. Der untere Theil K des Trichters ist

Fig. 17.



mit senkrechten zackenförmigen Einschnitten k versehen, ruht einerseits auf dem Rost und ist andererseits mittels der Zapfen i in den Seitenwänden des Trichters eingelegt, so dass man ihn bei etwa nothwendig werdender Handfeuerung leicht herausnehmen kann; zu Folge dieser Anordnung dreht sich der Boden K bei der Bewegung der Roststäbe regelmässig auf und ab, wodurch die Kohlen lose erhalten und die Entzündung schon an dieser Stelle begünstigt wird. Der zweite Theil L des Trichters ruht gleichfalls mittels zweier Zapfen in den Seitenwänden, ist aber unbeweglich und mit durch Schieber l (Fig. 16) schliessbaren Oeffnungen versehen, durch welche — wenn nöthig — geschürt werden kann. Der dritte Theil M ist fest gelagert, während der vierte N beweglich und auf der oberen Fläche mit Rippen versehen ist, um die Kohlen im Fülltrichter durch hin- und hergehende Bewegung lose zu erhalten und auf den Rost zu schieben; er hat geneigte Lage und ruht auf M und 2 Rollen m.

Durch Stangen o, Winkelhebel p und Excenter q erhält N von der Welle D aus seine Bewegung und kann dieselbe je nach Beschaffenheit der Kohle und dem Grade der Feuerung regulirt werden. Die Menge der zutretenden Kohle wird durch die Stellung des Schiebers T bestimmt und durch die Geschwindigkeit, mit welcher die ganze Vorrichtung arbeitet; denselben kann man am besten regeln, wenn die Betriebsscheibe J als Stufenscheibe angeordnet ist. Die Feuerthüren W treten nur in Wirkung, wenn aus irgend einem Anlasse von Hand gefeuert werden muss. Der ganze Mechanismus wird von der Platte H getragen, welche leicht an den Kessel zu befestigen ist.

Die zum Betriebe nothwendige Kraft beträgt für einen zweifachen Heizapparat, wie ihn die Zeichnungen darstellen, nur etwa 0,5 Pferd.

Verf. hat wiederholt Feuerungen, welche mit dieser Vorrichtung versehen sind, untersucht und festgestellt, dass die Rauchverhütung und die gute Ausnutzung der Brennstoffe durchaus befriedigend sind. Wegen der verhältnissmässig hohen Anlagekosten und der erforderlichen Betriebskraft sind diese Vorrichtungen leider nicht überall anwendbar.

5. Schornsteine und Rauchröhren.

1. Allgemeines. Die Anlage der Feuerstellen war früher sehr unvollkommen. Man mauerte einen niedrigen Herd, zündete Feuer darauf an und liess den Rauch durch das ganze Gebäude ziehen, wohin er wollte. In anderen Gegenden ging man früher dazu über, den Herd mit einer Rückwand und zwei schmalen Seitenmauern zu schliessen; über diese Seitenmauern wölbte man, $\frac{1}{2}$ Stein stark, einen sogenannten Schweif, damit die emporschlagende Flamme keinen Schaden thun konnte. Den Rauch aber liess man ebenfalls ziehen, wohin es ihm beliebte. Später leitete man den Rauch in einen Schloft zu irgend einer Wand hinaus ins Freie. Vor der Leitung durch das Dach fürchteten sich Manche, weil diese Leitung so warm werden möchte, dass das Stroh auf dem Dachboden anbrennen könnte.

Indessen war man doch schon früher dazu übergegangen, die Abführung des Rauches durch grosse hölzerne, trichterförmige Schlotte zum Dach hinaus zu bewirken, welche unten weit, oben enger waren; da sie aber später wegen Feuergefährlichkeit gesetzlich verboten wurden, so sind sie durch die massiven weiten Schornsteinröhren und diese werden wieder mehr und mehr durch die sogenannten russischen oder engen Schornsteinröhren verdrängt.

Der Schornstein bewirkt den Zug und ist so die eigentliche Maschine jeder Feuerung. Peclet hat für die durch Auftrieb entstehende Luftgeschwindigkeit die Formel aufgestellt:

$$v = \varphi \sqrt{\frac{2gh(T-t)}{273+t}}$$

in welcher v die sekundliche Luftgeschwindigkeit, g die bekannte Zahl 9,8, h die Luftsäulenhöhe in Meter, T und t die Temperaturen bezeichnen. φ ist eine Werthziffer, welche die Bewegungswiderstände zum Ausdruck bringt; sie soll zwischen 0,38 bis 0,85 — je nach den örtlichen Verhältnissen — gewählt werden. Giesker hat neuerdings gezeigt, dass für φ in der Regel $\frac{1}{3}$ einzusetzen ist.

Es sei z. B. bei einer Lufttemperatur von $t = + 7^{\circ}$ die Temperatur der

abziehenden Rauchgase $T = 107^{\circ}$ und 307° , die Schornsteinhöhe $h = 10$ und 30 m, so ergibt sich:

$$1) \quad v = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{2 \times 9,8 \times 10 (307 - 7)}{273 + 7}} = 4,44.$$

$$2) \quad v = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{2 \times 9,8 \times 30 (307 - 7)}{273 + 7}} = 8,30.$$

Die Geschwindigkeit der aufsteigenden Gase nimmt also nicht proportional der Höhe des Schornsteines zu, so dass eine Erhöhung über 30 bis 40 m nur selten vorteilhaft ist.

$$3) \quad v = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{2 \times 9,8 \times 30 (107 - 7)}{273 + 7}} = 4,44.$$

Gleichung 1 und 3 zeigen, dass eine Erhöhung der Temperatur der Gase auf das Dreifache dieselbe Beschleunigung bewirkt, als eine dreifache Erhöhung des Schornsteines. Da aber durch die Temperatur die Gase gleichzeitig ausgedehnt werden, so ist der durch grössere Geschwindigkeit der Gase in Folge Temperaturerhöhung erzielte Erfolg thatsächlich erheblich geringer und erreicht bald eine praktische Grenze.

Die genaue Berechnung der Schornsteine geschieht nach H. Fischer¹⁾ in folgender Weise:

Es sei Fig. 18 ein Schornstein, dessen Querschnitt auf der ganzen Höhe gleich bleibt, dessen Höhe h ist und in dem t Grad warmer Rauch mit der Geschwindigkeit v sich bewegt. Die Temperatur der freien Luft sei t_1° und die Bewegungshindernisse bis zum Fusse des Schornsteines seien p . Alsdann ist der Auftrieb, da das Gewicht des Räuches annähernd dem Gewicht der Luft gleich ist $h \left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \right)$, und die im Schornstein auftretenden Bewegungshindernisse sind

$$\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \left\{ 1 + \kappa \cdot 20 h \frac{u}{q} \left\{ \frac{v^2}{2g} \right. \right.$$

folglich muss

$$h \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \right\} = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \left\{ 1 + \kappa \cdot 20 h \frac{u}{q} \left\{ \frac{v^2}{2g} + p, \dots \dots \dots 1 \right. \right.$$

sein; es ist

$$v = \frac{L}{3600q} \frac{1}{\left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \right)}, \dots \dots \dots 2$$

wenn L die stündlich zu fördernde Rauchmenge (in Kilogr.) bedeutet.

Aus diesen Formeln kann man die Abmessungen des Schornsteines in folgender Weise bestimmen.

Aus 1. und 2. entsteht zunächst:

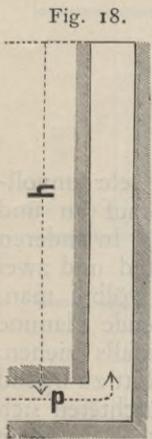
$$h \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \right\} = \left\{ 1 + \kappa \cdot 20 h \frac{u}{q} \left\{ \frac{L^2}{2gq^2 3600^2} \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} + p, \dots \dots \dots 3 \right. \right.$$

sonach

$$h \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \right\} = \frac{L^2}{2gq^2 3600^2} \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} + \frac{\kappa \cdot 20 \frac{u}{q} L^2}{2gq^2 3600^2} h + p \dots \dots \dots 4$$

oder

¹⁾ H. Fischer: Handbuch der Architektur Bd. 4, S. 127.



$$h = \frac{L^2 + 2gq^2 3600^2 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} p}{\left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t}\right) 2gq^2 3600^2 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} - \kappa \cdot 20 \frac{u}{q} L^2} \dots 5$$

Ferner aus 3:

$$h \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} - h \left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t}\right)^2 - p \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} - \frac{\left(1 + \kappa \cdot 20 h \frac{u}{q}\right) L^2}{2gq^2 3600^2}$$

oder

$$\left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t}\right)^2 - \left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{p}{h}\right) \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} - \frac{\left(\frac{1}{h} + \kappa \cdot 20 \frac{u}{q}\right) L^2}{2gq^2 3600^2} = 0,$$

d. h.

$$\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} = \frac{1}{2} \left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{p}{h}\right) \pm \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{p}{h}\right)^2 - \frac{\left(\frac{1}{h} + \kappa \cdot 20 \frac{u}{q}\right) L^2}{2gq^2 3600^2}}$$

und

$$t = \frac{\frac{\gamma_0}{\alpha}}{\frac{1}{2} \left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{p}{h}\right) \pm \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{p}{h}\right)^2 - \frac{\left(\frac{1}{h} + \kappa \cdot 20 \frac{u}{q}\right) L^2}{2gq^2 3600^2}}} - \frac{1}{\alpha}$$

Das Zeichen vor der Wurzel muss positiv sein, da mit dem Wachsen von L auch t zunimmt, also ist:

$$t = \frac{1}{\alpha} \left\{ \frac{2\gamma_0}{\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{p}{h} + \sqrt{\left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{p}{h}\right)^2 - \frac{\left(\frac{1}{h} + \kappa \cdot 20 \frac{u}{q}\right) L^2}{2gq^2 1800^2}}} - 1 \right\} \dots 6$$

Die Gleichung 3 lässt sich unmittelbar auf q lösen, wenn man $\frac{u}{q}$ schätzungsweise bestimmt und einsetzt, um demnächst zu prüfen, ob die Schätzung eine richtige war oder nicht.

Es entsteht aus 3 ohne Schwierigkeit:

$$q = \frac{L}{3600} \sqrt{\frac{\left\{ 1 + \kappa \cdot 20 h \frac{u}{q} \right\}}{\left[h \right] \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \right\} - p} 2g \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t}} \dots 7$$

Die Schätzung des $\frac{u}{q}$, sowie die nachträgliche Prüfung der Richtigkeit der Schätzung wird für Schornsteine runden, achteckigen, bezw. quadratischen Querschnittes erleichtert, indem man bedenkt, dass, wenn α die Weite des Schornsteins bezeichnet, $\frac{u}{q}$ in diesen besonderen Fällen ist:

$$\frac{u}{q} = \frac{\alpha \pi}{\frac{\alpha^2}{4} \pi} = \frac{4}{\alpha}, \text{ bezw. } \frac{u}{q} = \frac{\left(\frac{8\alpha}{1 + 2 \cos 45^\circ}\right)}{\left(\frac{2\alpha^2}{1 + 2 \cos 45^\circ}\right)} = \frac{4}{\alpha}, \text{ bezw. } \frac{4\alpha}{\alpha^2} = \frac{4}{\alpha} \dots 8$$

Die Formeln 5, 6 und 7 gestatten die directe Berechnung der Schornstein-Höhe, -Temperatur und -Weite, wenn zwei dieser Werthe, bezw. für 7 das Verhältniss zwischen Fläche und Umfang des Schornsteinquerschnittes nach Schätzung angenommen werden.

Während der Rauch zur Mündung des Schornsteines emporsteigt, verliert derselbe eine gewisse Wärmemenge, so dass, genauer genommen, die mittlere Schornsteintemperatur $\frac{t + t_2}{2}$ für t in die vorigen Formeln eingesetzt werden muss, wobei t₂ die Temperatur an der Mündung, t wie bisher die Temperatur am Fusse des Schornsteins bezeichnet.

Der Wärmeverlust darf proportional $kh u \left(\frac{t_2 + t}{2} - t_1 \right)$ gesetzt werden, wenn k die Zahl der Wärmeeinheiten bezeichnet, welche stündlich eine Wand, wie die des Schornsteins, bei 1° Temperaturunterschied überführt. Bezeichnet dann noch c die spezifische Wärme des Rauches (durchschnittlich ist $c = 0,25$), so entsteht die Gleichung:

$$L(t - t_2)c = kh u \left(\frac{t + t_2}{2} - t_1 \right)$$

oder

$$\left(Lc + \frac{kh u}{2} \right) t_2 = Ltc - kh u \frac{t}{2} + kh u t_1,$$

woraus mit Leichtigkeit gefunden wird:

$$\frac{t_2 + t}{2} = \frac{2Lct + kh u t_1}{2Lc + kh u} \dots \dots \dots 9$$

Benutzt man die Formel 5, d. h. geht man von bestimmten Annahmen für t und u aus, so kann man $\frac{t_2 + t}{2}$ statt t direct einflechten; dasselbe ist der Fall, wenn man die Formel 6 benutzen will.

Angesichts der geringen Leitungsfähigkeit der gemauerten Wände kann man jedoch den Einfluss der Rauchabkühlung dadurch ausgleichen, dass man t von vornherein etwas kleiner in die Rechnung einführt, wie t wirklich sein wird, so dass man also den Temperaturverlust $t - t_2$ schätzt. Dieses Verfahren ist um so eher zulässig, als die Temperatur t_1 , diejenige des Freien, im Laufe des Jahres nicht selten um 50° wechselt, wodurch mindestens ein ebenso grosser Einfluss geübt wird, als durch jenen Temperaturverlust. Hierzu kommt noch, dass ein Zuschlag für das entsprechend rasche Anheizen gemacht werden muss, also für den Beharrungszustand ein Ueberschuss des Auftriebes zur Verfügung steht.

Für Blechschornsteine und andere metallene Schornsteine muss dagegen der Wärmeverlust voll berücksichtigt werden.

Abgekürztes Verfahren. Es wurde schon angedeutet, dass die Berechnung des p für Rauchschorneusteine schwierig sei, für diese ist deshalb ein abgekürztes Rechnungsverfahren zulässig, was zwar in einzelnen Fällen zu kleine, meistens aber zu grosse Masse liefert.

Setzt man nämlich in Gleichung 3, bezw. 1 und 2:

$$\frac{\left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \right) \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} 3600^2 2g}{1 + \alpha \cdot 20h \frac{u}{q} + p \frac{2g}{v^2}} = \psi^2 \dots \dots \dots 10$$

so entsteht:

$$h \psi^2 = \frac{L^2}{q^2}, \text{ oder: } h = \frac{L^2}{\psi^2 q^2}; \dots \dots \dots 11$$

$$L = \psi q \sqrt{h} \dots \dots \dots 12$$

$$q = \frac{L}{\psi \sqrt{h}} \dots \dots \dots 13$$

Die Formeln 11, 12 und 13 sind dieselben, welche Redtenbacher aufstellte; derselbe gibt an, dass erfahrungsmässig $\psi = 924$ sei, wofür wohl unbedenklich, der Einfachheit halber $\psi = 1000$ gesetzt werden kann.

Die Vorgänge im Schornsteine lassen sich leicht mit Hilfe der kleinen, von Meidinger angegebenen Vorrichtung (Fig. 19) zeigen. Dieselbe besteht aus einem senkrechten Rohr, in welches in geeigneten Abständen drei wagrechte Schenkel eingesetzt sind, die gewissermassen die Röhrenmündungen dreier über einander befindlichen Stockwerke darstellen sollen. Das senkrechte Rohr wurde ausserdem in zwei Theilen hergestellt, einem längeren oberen und kürzeren unteren Stück und mit einem Mantel umgeben, um in den Zwischenraum kaltes oder warmes Wasser giessen zu können.

Um zu zeigen, dass gemeinsame Kamine schlechten Zug in oberen Stockwerken bewirken, ist der Mantel der Vorrichtung mit Wasser gefüllt, welches etwas wärmer ist als der Versuchsraum. Man zündet die vor den drei Seitenröhren befindlichen Kerzen an. Die untere Flamme wird stark angesaugt, die obere fast gar nicht. Man bläst jetzt die unterste Flamme aus, dann die mittlere; es gibt sich kein merklicher Unterschied in dem Verhalten der obersten Flamme zu erkennen. Man setzt endlich den Deckel auf die unterste und mittlere Seitenrohröffnung (schliesst also den Kamin am dritten Stockwerk gewissermassen ab); man findet jetzt, dass die oberste Flamme lebhaft eingeblassen wird, fast ebenso stark wie vorher die unterste Flamme.

Daraus folgt, dass bei gemeinsamen Hauskaminen, welche gleichweit gebaut sind und in ihrer vollen Weite oben ausmünden, der Zug im untersten Stockwerk stark und unveränderlich ist; in den oberen Stockwerken ist er schwächer, und um so mehr, je höher nach oben; dabei ist es gleichgültig, ob unten Feuer brennt oder nicht. Der Zug ist jedoch auch dann stark in oberen Stockwerken, wenn dieselben einen besonderen Kamin haben.

Man setzt nun einen kleinen Hut auf die Ausmündung der Röhre, von $\frac{2}{3}$ der Weite der letzteren. Man wiederholt alsdann die Versuche in derselben Reihenfolge wie vorher. Es zeigt sich sofort, dass wenn die drei Flammen vor den offenen Seitenröhren angezündet werden, die unterste stark wie vorher eingeblassen wird, die mittlere sehr schwach, und die obere wird zurückgeblasen durch einen daselbst aus der Röhre austretenden Luftstrom; setzt man ein brennendes Rauchkerzchen in den unteren oder mittleren Schenkel, so sieht man Rauch aus dem obersten Schenkel heraustreten. Schliesst man die beiden unteren Seitenrohre, so wird die oberste Flamme wiederum stark in der Weise eingesaugt.

Es ergibt sich hieraus, dass Verengerungen des Kamines an seiner Ausmündung, die so häufig vorgenommen werden, indem ein rundes Rohr auf den gemauerten viereckigen Kamin aufgesetzt wird, um die Ausströmung des Rauches über den Dachfirst zu ermöglichen, sich bei gemeinsamen Kaminen sehr nachtheilig auf den Zug in oberen Stockwerken erweisen, während das unterste davon nicht berührt wird, ebenso wenig ein einfacher Kamin.

Man füllt den unteren kleinen Mantel mit Wasser von etwa 10^0 höherer Temperatur als die umgebende Luft, den oberen Mantel mit kaltem Wasser. Das mittlere Seitenrohr bleibt geschlossen, das oberste und unterste sind offen; in das letztere wird ein brennendes Rauchkerzchen hineingestellt. Sofort tritt der Rauch desselben gänzlich aus dem obersten Schenkel heraus. Das oberste Seitenrohr wird jetzt geschlossen, das mittlere geöffnet, der Rauch tritt jetzt hier aus.

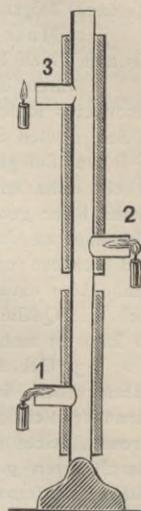
Ist somit ein Kamin in seinem oberen Theile kälter, in seinem unteren wärmer als die äussere Luft, so zieht der Rauch, wenn im unteren Stockwerk Feuer angemacht wird, oben in die Stuben hinein. Es sucht nämlich die im kalten Kamintheil befindliche Luft niedersinken, die im warmen Theil befindliche Luft aufzusteigen. Beide nehmen ihren gemeinschaftlichen Ausgang an einer vorhandenen Zwischenöffnung. Dieser Fall des Rauchens wird nicht selten beobachtet, insbesondere wenn auf Frost milde Witterung folgt.

Man füllt die beiden Mäntel mit kaltem Wasser, das mittlere Seitenrohr bleibt vorerst geschlossen. Man stellt ein brennendes Rauchkerzchen in den obersten Schenkel; sofort tritt der Rauch zum untersten Schenkel heraus. Ebenso nimmt der Rauch diesen Ausgang, wenn das oberste Rohr geschlossen und in das mittlere das Kerzchen eingestellt wird.

Ist also ein Kamin seinem ganzen Verlaufe nach kälter als die äussere Luft und man macht in einem oberen Stockwerk Feuer an, so raucht es unten, die in dem Kamin niedersinkende kalte Luftströmung zieht den Rauch mit in die Bewegung hinein. Das Feueranmachen im untersten Stockwerk würde in diesem Falle nicht gelingen, bevor nicht der Rückzug durch starkes Feuer innerhalb des Kamines unterdrückt wäre.

Alle diese oft so empfindlichen Zugstörungen können nicht zur Entstehung kommen, wenn jedem Stockwerk ein besonderer Kamin zugetheilt wird. Auch in einem gleichen Stockwerk sollte ein Kamin von nicht mehr als zwei Oefen den Rauch ableiten; am zweckmässigsten würde es selbst sein, jedem Ofen einen besonderen Kamin zu geben. Verschiedene Ofenleitungen,

Fig. 19.



welche aus dem gleichen Stockwerk in einen Kamin münden, wirken zwar auch etwas zugmindernd auf einander, doch rufen sie nie die oben erwähnten Störungen hervor.

Um das Rauchen der Schornsteine überhaupt zu verhindern, gelten (nach Menzel) folgende Grundsätze:

1. Muss jedes offene Feuer, Herd- und Kaminfeuer, eine besondere Schornsteinröhre bis zum Dach hinaus erhalten.

Wären demnach in drei Stockwerken über einander Küchen angelegt, so muss jede ihr besonderes Rauchrohr erhalten, und wo sie im Dache einen gemeinschaftlichen Schornsteinkasten bilden, müssen die Röhren, jede für sich besonders, durch Zungen geschieden bleiben.

2. Bei geschlossenen Feuerungen kann man mehrere Oeffnungen in demselben Stockwerk in ein Rohr leiten, nur müssen die Reinigungsöffnungen und alle diejenigen Oefen, welche zu einem Rohr gehören und in denen nicht geheizt wird, vollständig geschlossen sein, damit nicht Nebenluft zu dem Schornstein strömt, wodurch der Rauch abgekühlt oder zurückgedrängt wird und Rauchen entstehen kann. In ein geschlossenes Rohr von 16 cm Quadrat kann man drei Stubenöfen einleiten; wenn jedoch in allen drei Oefen zugleich Feuer angemacht wird, wodurch sich viel Qualm entwickelt, der durch die kalten Schornsteinwände noch mehr abgekühlt wird, so kann es rauchen, sonst findet ein meist hinreichender Zug statt.

3. Gehen mehrere Oefen eines Stockwerks in ein und dasselbe enge Rohr, so muss man darauf sehen, dass die eisernen Röhren, aus denen der Rauch der Oefen in den Schornstein tritt, einander nicht unmittelbar entgegenstehen, weil sonst der Rauch des einen Ofens, welcher stärker brennt, leicht den gegenüber herauskommenden schwächeren Rauch zurückdrängt. Die eisernen Rauchröhren müssen deshalb nicht wagrecht (wie gewöhnlich), sondern etwas schräg und in einiger Entfernung über einander eingelegt werden.

4. Für jeden einzelnen Ofen rechnet man 80 qcm der Grundfläche der Röhre. Ist demnach eine Röhre 15,5 cm im Quadrat gross, so hält sie = 240 qcm und $240 : 82 = 3$, gibt drei Oefen, für welche sie ausreicht, die aber in einem und demselben Stockwerke stehen.

5. Weite und enge Röhren dürfen nie unter einem flacheren Winkel als 45° gezogen und auch nicht anders zusammengewölbt werden.

6. Enge Röhren, in welche starke Feuerungen gehen, in welche also viel Rauch einströmt, wie bei verdeckten Herden, Braupfannen, Branntweinblasen, kleinen Dampfkesseln u. dgl. müssen immer allein zum Dache hinausgeführt werden, und dürfen nie Ofenheizungen hineingeleitet werden, weil sonst alle Oefen einrauchen.

7. Jede Röhre und auch jeder Röhrrkasten muss mindestens 0,3 bis 0,6 m hoch über die Dachfirst hinausgeführt werden.

8. Röhren oder Röhrenkasten, welche an der Seite des Daches herauskommen, wenn man sie auch bis über die First hinaufführt, rauchen um so leichter, je höher sie in freier Luft stehen, weil die äussere Temperatur auf sie alsdann viel mehr einwirken kann, als wenn sie im Dachraume selbst bis an den First geleitet werden. Man muss also die Röhren, welche nicht in der Mitte des Hauses liegen, durch Ziehen auf massiven Mauern u. dgl. immer so zu leiten suchen, dass sie in der Mitte des Firstes herauskommen.

9. Man muss darauf sehen, immer so viel Röhren wie möglich in einem Kasten zu vereinigen, weil dadurch weniger Durchbrechungen der Dachfläche entstehen, wodurch Einregnungen vermieden werden und die Röhren wärmer liegen.

2. Schornsteine für häusliche Feuerungsanlagen. Die weiten Schornsteinröhren werden 45 cm lang im Lichten, und ebenso breit gemacht. Bei rechteckigem Querschnitte muss derselbe mindestens 42 cm . 47 cm sein. Wird das Lichtmass über 60 cm im Quadrat ausgedehnt, so sind in regelmässiger zu reinigenden Schornsteinen Steigeisen zur Erleichterung des Besteigens anzubringen. Enger darf man sie gesetzlich nicht machen, wenn sie von Menschen bestiegen werden sollen. Die engen Röhren dagegen werden bei ihrer Reinigung nicht von Menschen bestiegen, sondern man lässt von oben in den Schornstein ein Seil herab, an welchem ein festgebundener Besen mit einer eisernen Kugel befestigt ist.

Die engen Röhren werden 16 cm im Lichten lang und breit gemacht und

dürfen gesetzmässig nicht grösser werden als 21 cm lang und 21 cm breit im Lichten. Ist die Röhre rund, so wird bei ihrer Aufmauerung ein hölzerner Klotz 62 cm lang und genau so dick, wie die Röhre werden soll, gehörig eingelothet und um denselben mit besonders geformten Steinen herumgemauert, damit die Röhre inwendig möglichst glatt und eben werde. Die runden Röhren aus gewöhnlichen Mauersteinen durch Ausdrückung der Ecken mit Steinbrocken und Mörtel, behufs Bildung der inneren Rundung, herzustellen, ist unstatthaft, weil derartig construirte Röhren beim Reinigen derselben sehr leicht im Inneren beschädigt werden.

Die weiten Röhren wendet man bei fast allen sogenannten offenen Feuern an, d. h. wo das Feuer frei, nicht eingeschlossen brennt und solche offene Feuer sind, wie bemerkt, das gewöhnliche Küchenherdfeuer, der Heizkamin, der Kochkamin und der Leuchtkamin. Hierzu sind, mit Ausnahme des russischen Wandkamins, die engen Röhren nicht tauglich, weil sie den in einem grösseren Umkreise sich bewegenden Rauch nicht sogleich auffangen können, und selbst wenn man sie unten weiter und oben erst eng macht, führen sie den Rauch des offenen Feuers nicht gehörig ab. Die engen Röhren wendet man stets dann an, wenn das Feuer in einem geschlossenen Raume brennt, wie bei Stubenöfen, bei den sogenannten verdeckten oder geschlossenen Küchenherden, und bei all den unzähligen technischen Feueranlagen, der Brau-, Brenn-, Siede- und Dampfapparate, sofern nicht mehr Rauch abzuführen ist, als drei bis vier geheizte Stubenöfen liefern, und im ersten Fall gibt man ihnen 16 cm, im anderen bis 21 cm Quadrat.

Jede Schornsteinröhre, weit oder eng, muss von Grund auf fundamentirt sein, damit sie, wenn die Balken brennen, nicht einstürze. Es dürfen deshalb gesetzlich keine Schornsteine auf Balken stehen, oder auf Holz aufliegen, oder an das Holz der Gebälke oder des Dachstuhles angelehnt werden. Im Gegentheil muss die äussere Fläche jeder Schornsteinröhre, wenn dieselbe weniger als 25 cm (1 Stein) stark ist, mindestens 7 cm von jedem Holz entfernt sein.

Es ist immer ein wesentlicher Vortheil, sowohl für die Ersparung des Raumes als auch des Materials, wenn man die Röhren auf einem oder mehreren Punkten des Gebäudes so viel wie möglich vereinigt und sogenannte Schornsteinkasten im Dache bildet; Fig. 20 zeigt eine solche Vereinigung von drei Rauchröhren in verschiedener Stellung. Fig. 21 eine eben solche für vier Röhren zu einem Kasten. Es ist hierbei zu bemerken, dass jede Röhre durch eine Quermauer (Zunge) von der ihr zunächst liegenden getrennt bleiben muss, bis an die oberste Oeffnung des Kastens; diese Trennungswand darf gesetzlich nicht schwächer sein, als einen halben Stein stark. Viele Maurer machen diese Zungen von hochkantig gestellten Steinen, wo es dann oft geschieht, dass bei dem Besteigen der weiten und durch das Anschlagen der Kugel bei engen Röhren diese dünne Wand eingedrückt wird.

Fig. 20 u. 21.

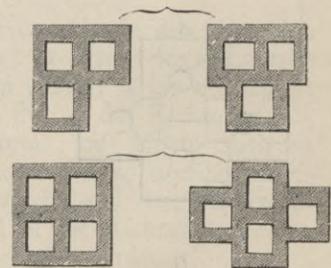


Fig. 22 zeigt den Verband einer gewöhnlichen Schornsteinröhre von $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Stein lichten Weite im Aufriss, A und B sind die Steinlagen dazu, welche so mit einander abwechseln, dass niemals Fuge auf Fuge trifft; dazu sind in jeder Schicht zwei Dreiquartierstücke q erforderlich. Die auf beiden Seiten vorbeistreichenden Balken b b sind deswegen ausgeschnitten, damit das stehen gebliebene Holz mindestens 22 cm von der inneren Seitenwand der Röhre entfernt bleibt. Es versteht sich übrigens von selbst, dass eine solche Ausschnidung unnöthig ist, wenn man es einrichten kann, dass der ganze Balken selbst mindestens 7 cm von der Aussenseite der Schornsteinwand entfernt bleibe, was allemal vorzuziehen ist, weil die Ausschnidung den Balken schwächt.

Fig. 23 A und B ist eine einfache runde Schornsteinröhre von 16 cm lichtigem Durchmesser, aus besonders dazu geformten Steinen.

Fig. 22.

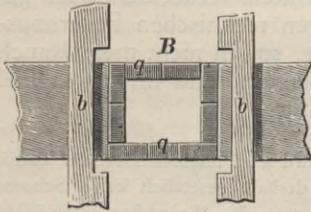
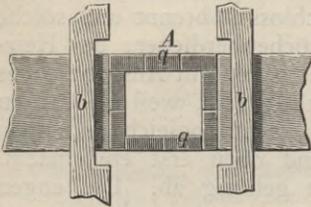


Fig. 23.



Fig. 24.

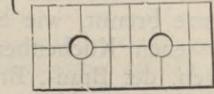
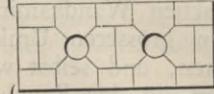


Fig. 25.

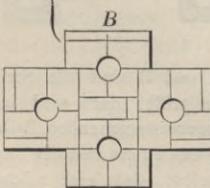
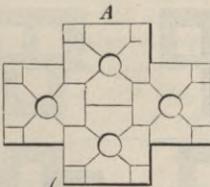


Fig. 26.

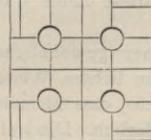
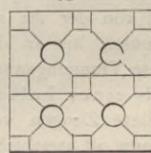


Fig. 27.

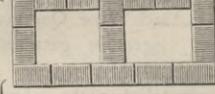


Fig. 24 A und B zeigt die Steinconstruction, wenn in einer 2 Stein starken Mauer zwei eben solche aus Formsteinen gebildete Röhren neben einander zu liegen kommen.

Fig. 25 zeigt die Lage der Formsteine, wenn vier 16 cm starke runde Röhren da, wo sich zwei Mauern rechtwinklig durchkreuzen, neben einander emporsteigen.

Fig. 26 A und B zeigt die Lage der Formsteine, wenn vier 16 cm starke runde Röhren in einen Schornsteinkasten zusammengezogen sind. Diese runden Schornsteinröhren dienen meistens als Leitungsröhren, wenn ein Gebäude mit erwärmter Luft geheizt werden soll und wenn man sich gebrannte Thonröhren nicht billiger beschaffen kann. Seltener werden sie zur Ableitung des Rauches wie andere Schornsteinröhren angewendet.

Fig. 27 A und B ist der Verband zu einer doppelten Schornsteinröhre von $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Stein lichter Weite.

Die Figuren 28 a und b zeigen den Mauerverband enger, sogenannter russischen Schornsteinröhren.

Jede unbefahrbare Röhre ist unten, wo sie anfängt, über dem obersten Dachboden, und bei mehr als 2 mal veränderter Richtung auch in der Mitte, behufs der Reinigung mit einer Seitenöffnung von der erforderlichen Grösse zu versehen und diese Oeffnung mit eisernen, in Falze schlagender Thüren genau zu verschliessen. Alle diese Thüren dürfen jedoch weder unter einer hölzernen Treppe, noch in der Nähe von anderem Holzwerk angebracht werden, sondern müssen wenigstens 1 m von letzteren entfernt bleiben, sowie sie Vorpflaster oder eine Eisenblechplatte auf dem zunächst darunter befindlichen Boden erhalten.

In Fig. 29 und 30 liegen drei russische Röhren in der Kreuzung mehrerer Wände von verschiedener Stärke.

Fig. 28.

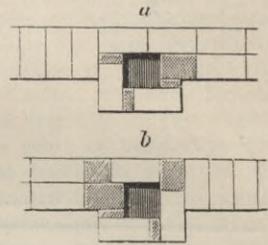
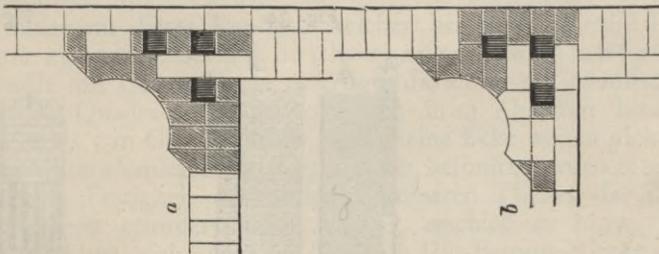


Fig. 29 u. 30.



Das Ziehen oder Schleifen der Schornsteine ist in den folgenden Figuren vorgestellt, wie es nur stattfinden soll. Fig. 31 stellt den Grundriss und Aufriss eines Schornsteins vor, welcher von dem Punkte a bis b gezogen werden soll. Dies darf nur geschehen, wenn man ihn in der Richtung a b, welche mindestens einen Winkel von 45° betragen muss, auf einen massiven Pfeiler a b c oder auf eisernen Unterlagern von solcher Stärke und so unterstützt, dass eine Durchbiegung nicht eintritt, herüberzieht und dann senkrecht hinaufgehen lässt. Unter keiner Bedingung aber darf in der Richtung a b eine Holzunterlage liegen und darauf der Schornstein geschleift werden.

Fig. 32 zeigt, wie zwei Schornsteine so an einander gewölbt werden, dass einer senkrecht steht.

3. Die Fabrikschornsteine. Die Schornsteinhöhe ist nach S. 32 wesentlich von der Zuglänge vom Rost bis in den Schornstein und von der Rostfläche abhängig.

Die runden Schornsteine macht man, wenn sie aus Formsteinen gefertigt werden, oben 15 bis 23 cm stark; viereckige, gewöhnlich etwas stärker und häufig sogar 31 bis 47 cm, besonders wenn man einen weit ausladenden Kopf aufsetzt, oder wenn man den Schornstein mehr gegen Abkühlung schützen will. Die Weite der Fabrikschornsteine muss mindestens ebenso gross

Fig. 31.

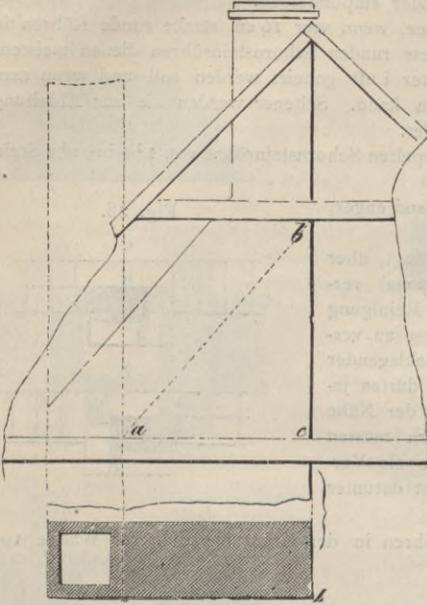


Fig. 32.

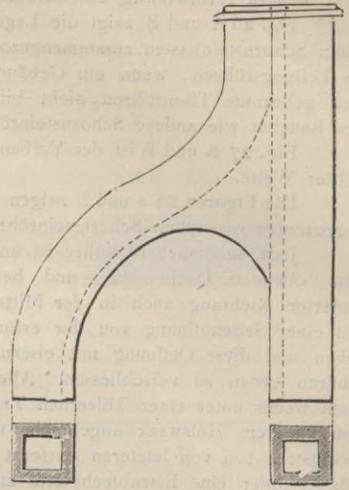
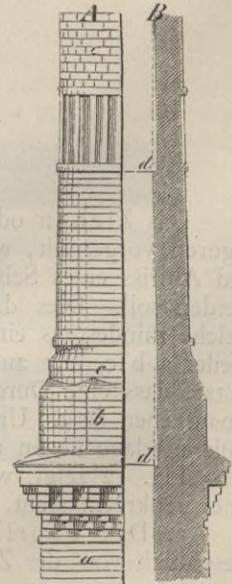
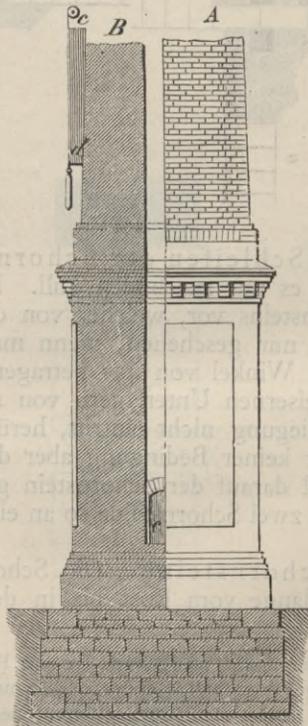
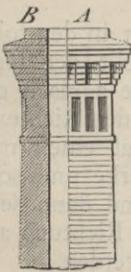


Fig. 34.

Fig. 35.

Fig. 33.



sein, als die Summe der freien Zwischenräume des Rostes. Die Schornsteine verstärkt man nach unten etwa alle 3 bis 5 m um $\frac{1}{2}$ Stein (vergl. Fig. 33, 34 und 35, in welchen A die Ansichten und B die Durchschnitte darstellen). Des bessern Aussehens wegen pflegt man sowohl den runden wie den viereckigen Schornsteinen einen viereckigen lothrecht aufsteigenden Unterbau zu geben, der oben mit einem Gesims verziert und gut abgewässert wird. Dieser Unterbau muss jedoch so stark sein, dass die schräge Böschungslinie, nach unten verlängert, nicht aus dem Mauerwerk heraustritt. Ueber dem Sockel wird bei c eine Reinigungsöffnung von 47 bis 62 cm Breite und 62 bis 94 cm Höhe angelegt und überwölbt, sie wird jedoch nicht durch eine Thür geschlossen, sondern mit Ziegeln ausgemauert. Oben erhalten die Schornsteine, wenn man ihnen etwas Ansehen geben will, einen sogenannten Kopf, welcher häufig aus einer Platte besteht, die durch vorgekragte Ziegel (consolartig) unterstützt und gut abgewässert wird. An manchen Orten erfolgt die Abwässerung durch einen eisernen Hut, der zugleich zur Befestigung eines Blitzableiters dient.

Was den Verband betrifft, so wendet man, da die Schornsteine nur selten berappt oder geputzt, sondern gewöhnlich sauber ausgefugt werden, meistens Kreuzverband an. Da die Schichten nach oben immer kürzer werden (alle $4\frac{3}{4}$ m um 1 Stein), so geht der zweite oder dritte Strecker der untersten Schicht in den folgenden Schichten in ein Quartierstück über, bis er ganz wegfällt (vergl. Fig. 33 A). Da der Schornstein aussen schräg in die Höhe geht, so benutzt man zum Lothen ein Richtscheit c d, das oben um die Grösse der Böschung breiter als unten ist. Im übrigen gelten für das Mauern der Schornsteinecken die bekannten Regeln. Bei runden Schornsteinen ist es nicht vortheilhaft, lauter Streckerschichten zu mauern, weil dann der Schornstein, namentlich wenn er viel Hitze auszuhalten hat, Risse bekommt, sondern es ist besser, Streck- und Läufer-schichten wechseln zu lassen, obwohl man dazu mehrere verschiedenartige Formsteine nöthig hat (vergl. Fig. 35 A).

Einen säurefesten Kamin hat W. Tölke aus Nürnberg auf der chemischen Fabrik von Müller, Packard & Comp. zu Wetzlar a. d. Lahn aufgeführt und zwar ohne Gerüst.

Das Fundament dieses Kamins, welcher bestimmt ist, die Heizgase und Wasserdämpfe zweier grosser Phosphorsäure-Abdampfpfannen abzuführen, wurde aus Cementbeton gefertigt; die unterste Grundfläche desselben beträgt 7 m im Quadrat und verjüngt sich in 4 Absätzen bis auf 4 m im Quadrat, bei etwa 3 m Gesamthöhe, wobei eine Ecke wegen nicht genügender Festigkeit des Untergrundes etwa 0,75 m tiefer betonirt werden musste. Wegen allzu bedeutender Festigkeit des übrigen grösseren Theiles des Untergrundes, welche Sprengarbeit erfordert haben würde, erschien es nicht thunlich, das ganze Fundament so viel tiefer zu legen. Die Betonmischung bestand aus 10 Theilen gebaggertem Flusskies mit Sand gemischt und 1 Theil Dyckerhoff'schen Portlandcement; das Mischen sowie Einbringen der Masse in die Baugrube wurde im übrigen nach Vorschrift der genannten Cementfabrik ausgeführt. Auf diesen Betonklotz wurde der Sockel aus Backsteinen mit Kalkcementmörtel aufgemauert; derselbe misst 3,2 m im Quadrat bei einer runden Höhlung von 1,5 m Durchmesser, so dass die Wandstärke an den dünnsten Stellen nur 85 cm beträgt; der Sockel hat eine Höhe von 10 m. Den Uebergang aus dem Viereck des Sockels zum Kreise der Säule vermittelt die in Form eines Achteckes aus Beton hergestellte Abdeckung. Ueber diesem Sockel erhebt sich nun die runde aus Formsteinen erbaute Kaminsäule in einer Höhe von noch 42,5 m, so dass die ganze Höhe des Kamins 52,5 m beträgt. Bei einem lichten Durchmesser des Schaftes an der Basis von 1,5 m und äusserem Durchmesser von 2,4 m ergibt sich eine Wandstärke von 45 cm. Diese vermindert sich bei 7 Absätzen, von denen 3 je 6 m, 2 je 6,5 m und 2 je 7 m hoch geplant waren, bis auf 16 cm im letzten Absätze; die obere lichte Weite beträgt 1 m und der äussere Durchmesser also 1,32 m. Die ganze Säule wurde vom Sockel an ohne Gerüst von innen aufgebaut, und zwar in den Monaten April und Mai bei theilweise ziemlich heftig wehenden Winden.

Da der Kamin bestimmt ist, stark Säure haltige Dämpfe abzuführen, so

wurde für denselben nicht gewöhnliches Material verwendet, sondern eine porzellanartige Steinmasse aus der Fabrik Rheinische Industrie für feuerfeste Producte in Bendorf a. Rh., welche unter der Bezeichnung »säurefestes Material« bereits seit einer langen Reihe von Jahren in derselben Fabrik sowohl zur Füllung von Glower- und Gay-Lussac-Thürmen, als auch zum Baue von Abdampfpfannen mit ausgezeichnetem Erfolge Verwendung gefunden hat. Dieser Stein zeichnet sich durch aussergewöhnliche Härte und Widerstandsfähigkeit selbst gegen concentrirteste Säuren aus.

Als Mörtel zum Aufbaue des Kamins wurde eine Mischung aus Cement, feinem Quarzsande und gemahlenem Schlackensande verwendet, je etwa $\frac{1}{3}$. Dieser Mörtel scheint allerdings nicht so säurefest zu sein als die Steine; allein die Erfahrung hat gelehrt, dass derselbe mit den Steinen aushält. Ein im Jahr 1877 aus gleichem Materiale erbauter und für gleichen Zweck betriebener Kamin musste nach 8 Jahren wegen eines Risses an der Krone einige Meter lang abgebrochen werden, eine Arbeit, welche nur mit grosser Mühe in Folge der ausserordentlichen Festigkeit der Fugen ausgeführt werden konnte. Noch schwieriger war das Putzen der Steine behufs Wiederaufbau. Mörtel und Stein bildeten eine Masse und ersterer war so hart, dass er vielfach am Hammer Funken gab; er war von der Säure wohl etwas an der Oberfläche der Fugen angegriffen, aber der Festigkeit wegen hatte die Säure doch nicht tiefer eindringen können. Hauptsache ist: möglichst dünne Fugen.

4. Die Schornsteinkappen. Der Wind kann Rauchen verursachen, wenn der Schornstein von einem anderen Gegenstande, einem Dache, einem Hause u. dgl. überragt wird. Ein solcher Fall ist in Fig. 36 vorgestellt.

Fig. 36.

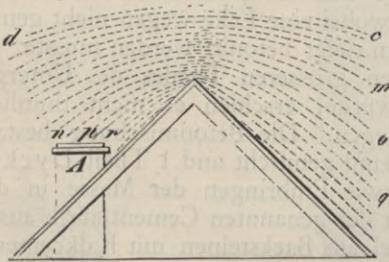
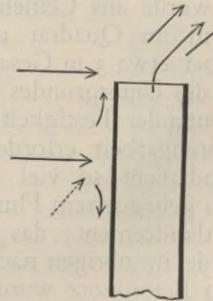


Fig. 37.



Es befindet sich die obere Oeffnung eines Schornsteins unter dem Dachfirst; der Wind streiche von der anderen Seite her über den First in der Richtung von c nach d; dabei werden die Windstrahlen von m o q aus eine Richtung schief aufwärts erhalten, und nachdem sie über den First hinweg sind, sich wieder ebenso nach unten ausbreiten, bei n p r aber in die Schornsteinöffnung treffen, den Rauch zurückdrängen und ihn niederwärts treiben. Das wird aber nicht mehr der Fall sein, wenn die Schornsteinröhre 0,3 bis 0,6 m über den Dachfirst hinaufreicht, weil dann der Wind in der durch Fig. 37 erläuterten Weise auf den Zug des Schornsteins wirkt.

Immer lässt es sich jedoch nicht vermeiden, dass nicht höhere Gegenstände den Rauch am Entweichen hinderten. Für diese Fälle hat man unzählige Vorrichtungen erfunden, welche jedoch um so weniger geholfen haben, je zusammengesetzter sie waren.

Es ist in vielen Fällen schon ausreichend, wenn man auf die obere Schornsteinöffnung eine sogenannte Mauersteinkappe setzt. Diese kann auf zweierlei Art ausgeführt werden. Entweder man setzt platte Dachsteine über die Schornsteinöffnung auf 2 Seiten derselben schräg an einander, so dass sie oben eine scharfe Kante bilden; oder man setzt auf die 4 Ecken des Schornsteines 4 senkrechte Mauersteine und 4 in die Mitte desselben und deckt die obere Fläche mit Dachsteinen zu, so dass 8 kleine Seitenöffnungen entstehen, durch welche der Rauch entweichen kann. Dabei ist natürlich zu beachten, dass die Mündung des Schornsteines dadurch nicht verkleinert wird. Besser ist die Vorrichtung Fig. 38, mit gerader oder gewölbter Decke. Die Grössenverhältnisse ergeben sich aus der Figur.

Durchaus bewährt ist der aus glasiertem Thon hergestellte Aufsatz A, Fig. 39, welcher keiner weiteren Erläuterung bedarf.

Fig. 38.

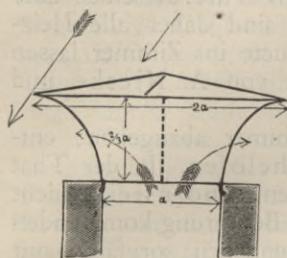


Fig. 39.

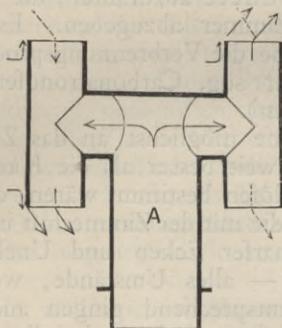
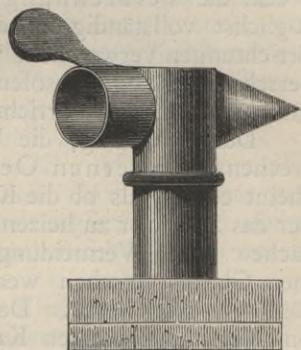


Fig. 40.



Häufig kommen drehbare Blechaufsätze zur Verwendung, welche durch den Wind selbst wie eine Wetterfahne bewegt werden, in der Form, welche Fig. 40 zeigt. Sie sind wirksam, haben aber den Nachtheil, dass die Drehung durch Rost und Rauch bald erschwert bzw. unmöglich gemacht wird, und daher sehr häufige Ausbesserungen nöthig sind, so dass die Vorrichtungen (Fig. 38 u. 39) jedenfalls vorzuziehen sind.

6. Heizung und Lüftung.

Geschichte. Die einfachste Form der Feuerung, welche sich bei den ältesten Völkern nachweisen lässt, bestand in einem offenen Herd, auf dem der Brennstoff einfach aufgeschichtet wurde. Dieser Herd, welcher inmitten des Raumes stand, wobei der Rauch durch die Thüre oder eine Oeffnung im Dache den Abzug fand, ist auch der Mittelpunkt, von dem alles Kulturleben ausgegangen ist. Wir finden dann bei den Römern Heizanlagen, wo die Wärme die Heizungen durch Kanäle unter den Fussböden und durch lothrechte Röhren in der Mauer in das obere Geschoss geleitet wurde. Eine solche Vorrichtung zur Erwärmung hiess »hypocaustum« und ist somit als Vorläufer der sogenannten »Luftheizung« anzusehen. Derartige Heizvorrichtungen finden sich vorzüglich erhalten auf der Saalburg bei Homburg.

Den Hypocausten ähnliche Heizvorrichtungen finden sich in der Kaiserpfalz in Goslar und in Klöstern, wo in Heizkammern grosse Steine glühend gemacht wurden und dann die darüber geleitete Wärme in die zu erwärmenden Räume geführt wurde. Im 7. Jahrhundert ging man

dann allmählich zu Kaminen¹⁾ und Oefen über. Der Kamin stand ursprünglich, wie der Herd der alten Völker, in der Mitte des Raumes oder Saales und fand der Rauch, wie dort, durch eine Dachluke den Abzug, während wir später, z. B. in den romanischen Schlossbauten, den Kamin schon an die Wand oder gar in eine Ecke gerückt finden. Während die Kaminheizung in England, Frankreich und Italien noch heute vorwiegt, wurde diese in Deutschland durch die Oefen²⁾ verdrängt. Anfangs hatte man nur Kachelöfen, eiserne Oefen wurden erst im 14. Jahrh. eingeführt.

A. Allgemeines.

Eine Heizung hat den Zweck, die Wohnräume u. dgl. mit möglichst wenig Brennstoffaufwand gleichmässig zu erwärmen — je nach Gewohnheit und Liebhaberei auf 15 bis 20° (12 bis 16° R.), ohne dabei die Zimmerluft zu verunreinigen.

Der Ofen und die entsprechenden Heizvorrichtungen haben demnach den Zweck, die Verbrennungsproducte abzuführen, die Wärme derselben aber möglichst vollständig an das Zimmer abzugeben. Es sind daher alle Heizvorrichtungen verwerflich, welche die Verbrennungsproducte ins Zimmer lassen (verschiedene sog. Gasöfen, der sog. Carbonatronofen von A. Nieske und ähnliche unsinnige Vorrichtungen).

Der Forderung, die Wärme möglichst an das Zimmer abzugeben, entsprechen die eisernen Oefen weit besser als die Kachelöfen. In der That scheint es fast, als ob die Kachelöfen bestimmt wären, den Schornstein, nicht aber das Zimmer zu heizen, da die mit der Zimmerluft in Berührung kommenden Flächen unter Vermeidung scharfer Ecken und Unebenheiten sorgfältig mit einer Glasur versehen werden — alles Umstände, welche die Wärmeabgabe möglichst erschweren. Dem entsprechend gingen auch die Gase aus einem vom Verf. untersuchten Kachelofen, obgleich derselbe — abgesehen von dem eisernen Einsatz — etwa die sechsfache Heizfläche hat wie der S. 11 besprochene eiserne Ofen, mit durchweg 100° mehr in den Schornstein als aus diesem, dessen Oberfläche vollständig mit kleinen, vorspringenden Verzierungen bedeckt, für die Wärmeabgabe demnach sehr günstig ist. Der Wärmeverlust der Kachelöfen kann allerdings durch guten Verschluss der Thüren wesentlich gemindert werden; wegen der ungleichen Ausdehnung von Eisen und Thon ist aber ein völliger Verschluss wohl kaum zu erreichen. Wird die Luftzufuhr bei dem mit Steinen ausgesetzten eisernen Ofen richtig durch gut schliessende Thüren gehandhabt, so halten sie die Wärme wohl ebenso lange als die Kachelöfen; jedenfalls lassen sie weit weniger Wärme in den Schornstein gehen als diese, sind daher überall da vorzuziehen, wo man Ursache hat, sparsam zu sein.

¹⁾ Bis zum 8. Jahrh. hiess unser Kamin *caminata*; von da ab jedoch verstand man unter diesem Worte ein heizbares Gemach: *Kemenäte*, welches unserem Cabinet entspricht, während ein unheizbarer Raum *camera*, Kammer, hiess und noch jetzt so heisst.

²⁾ Die aus dem 7. oder doch aus dem 8. Jahrh. stammenden Baugesetze der Longobarden erwähnen auch schon der Oefen, welche aus »Töpfen« (topfartigen Holzriegeln) erbaut waren, und sollen hierzu 250, 500, ja sogar 1000 solche Töpfe für einen Ofen verwendet worden sein. Der Ofen heisst hier *pensile* (*pisile*, *pensele*) und soll dies von *pendere* (schweben) abstammen, da bei den Römern Luftheizung in Verwendung stand, die Erwärmung der Räume also durch erhitzte, aufsteigende, daher schwebende Luft herbeigeführt wurde. Später ist das Gemach selbst nach dieser Heizeinrichtung — *pensile* — (Frauengemach, Arbeitsgemach) genannt, obwohl dieses auch von *pensum* — Aufgabe, Arbeit — hergeleitet wird. Jedenfalls haben sich diese zwei verschiedenen Begriffe später in dem auf das Gemach übertragenen Ausdrucke gedeckt. *Pensile*, *pisile* würde also einen geheizten Raum und Arbeitsgemach zugleich bedeuten. Auf ähnliche Weise erhielt vom Ofen, der englisch *stove*, italienisch *stufa* hiess, später der von diesem beheizte Raum selbst, die Stube den Namen.

Nun ist aber, zuerst von Carret (1865) behauptet, eiserne Oefen gäben an die Zimmerluft Kohlenoxyd ab. Nach Regnault kann Kohlenoxyd nur durch Verkohlung des auf den Heizflächen abgelagerten organischen Staubes in die Zimmerluft gelangen; die hierdurch gebildeten Kohlenoxydmengen können offenbar nur bei Fahrlässigkeit wahrnehmbar werden. Die hierbei gleichzeitig auftretenden empyreumatischen Stoffe machen sich z. B. bemerkbar, wenn ein Ofen nach längerer Zeit zum ersten Mal wieder geheizt wird, ohne vorher abgestäubt zu sein.

Deville und Troost (1864) erklären das Vorkommen von Kohlenoxyd und Wasserstoff in der Heizluft durch die Diffusion dieser Gase durch glühende Eisenwände. Auch eine französische Commission bestätigte diese Angabe; sie führte aber aus, dass dieser Fehler durch Auskleiden der eisernen Oefen mit feuerfesten Steinen vermieden würde. Wolfhügel bestätigte die Diffusion von Kohlenoxyd durch glühendes Eisen.

Die Verunreinigung der Luft durch diese diffundirten Gase lässt sich somit vermeiden, wenn man durch Aussetzen der Heizapparate mit feuerfesten Steinen das Glühendwerden der Eisenwände verhütet, sowie auch, wenn man durch passende Behandlung des Feuers die Bildung von Kohlenoxyd im Ofen selbst möglichst verhindert. Dieses ist um so mehr zu empfehlen, als sonst durch Undichtigkeiten, namentlich bei mangelndem Schornsteinzuge, leicht Feuergase direct in die Zimmerluft treten und diese somit stark verunreinigen können. Selbstverständlich sind aber solche Undichtigkeiten bei Fliesenöfen mindestens ebenso häufig als bei eisernen. Man hat somit keine Ursache, eiserne Oefen oder gut ausgeführte Luftheizungsanlagen bei einigermaßen verständiger Behandlung irgendwie als gesundheitsschädlich zu bezeichnen (vgl. S. 76).

Für jeden Raum, in welchem sich Menschen aufhalten, ist eine Lüftung erforderlich, weil bei der Athmung Sauerstoff aufgenommen, dafür Kohlensäure, Wasserdampf u. dgl. ausgeschieden werden, so dass die Luft schliesslich unangenehme Wirkungen ausübt, welche sich bis zur Uebelkeit, Schwindel und Ohnmacht, ja selbst zur Erstickung steigern können.

Bezüglich des Sauerstoffgehaltes der Luft wurde bereits von Regnault gezeigt, dass Thiere erst bei einem Gehalte von 10 Proc. Sauerstoff der Athemluft anfangen, schneller zu athmen, dass aber bei 4 bis 5 Proc. Erstickungserscheinungen eintreten. Nach W. Müller wird das Athmen erst bei 5 bis 7,5 Proc. Sauerstoff beschwerlich, während er, wie auch Friedländer und Herter, bei 15 Proc. Sauerstoff noch keine Einwirkung auf den Athmungsprocess feststellen konnten. Ist aber der Sauerstoffgehalt der Athmungsluft um 4 bis 7 Proc. herabgesetzt und dauert der Aufenthalt in solcher Luft einige Zeit, so findet nach Herter eine Verminderung der oxydirenden Processe im menschlichen Körper statt, welche jedoch durch Erhöhung der Respirations-thätigkeit ausgeglichen werden kann. Solche beträchtliche Verringerungen des Sauerstoffgehaltes kommen aber nur unter ganz besonderen Verhältnissen in Räumen (z. B. Gruben) vor, in welchen sich Menschen aufhalten.

Von Kohlensäure müssen schon beträchtliche Mengen in der Athemluft zugegen sein, bis eine Wirkung derselben auf den thierischen Organismus eintritt. Nach Versuchen von Friedländer treten beim Einathmen einer Luft mit 20 Proc. Kohlensäure während einer Stunde noch keine eigentlich giftigen Wirkungen auf, sondern nur eine Reizung der Athmungsorgane und Steigerung der Herzarbeit. Die Luft im Söldunstbade zu Oeynhausien bei Hannover enthält mehrere Procente Kohlensäure und doch wird sie ohne die geringsten Beschwerden 30 bis 60 Minuten lang eingeathmet; die Luft in Gärkellern

enthält oft 4 Proc. Kohlensäure, Mengen, welche in Wohnräumen, Theatern u. dgl. nicht vorkommen.

Da somit die quantitative Veränderung der normalen Luftbestandtheile nicht gross genug ist, um einen übeln Einfluss der Luft in Wohnräumen zu erklären, so nahm man an, dass der Mensch ausser der Kohlensäure noch gasförmige Stoffe ausscheide, welche bereits in sehr geringen Mengen in seiner Athemluft enthalten und wieder eingeathmet nach kürzerer oder längerer Dauer eine Art von giftiger Wirkung auf ihn ausübten. Hermans hat die Luft aus einem dicht verschlossenen Kasten von 1,6 cbm Inhalt, in welchem sich 1 bis 2 Personen einige Stunden lang aufhielten, wiederholt untersucht. Wurde die gebildete Kohlensäure nicht theilweise durch Natronlauge oder Aetzkalk entfernt, so stieg der Gehalt der Luft bis 5 Proc. derselben. Dabei ergab sich, dass nur dann die ersten bemerkbaren Erscheinungen der Athemnoth erfolgten, wenn der Kohlensäuregehalt der Kastenluft mindestens 3 Vol.-Proc. betrug. Dabei war es vollkommen gleichgiltig, bis zu welchem Procentsatze der Sauerstoffgehalt vermindert wurde, so zwar, dass bei einem Gehalte der Luft von 10 Proc. Sauerstoff durchaus keine unangenehmen oder übeln Empfindungen wahrgenommen wurden, so lange eben keine 3 Proc. Kohlensäure anwesend waren.

Fernere Versuche zeigten, dass der normale und gesunde Mensch keine nennenswerthen Mengen von flüchtigen verbrennlichen Stoffen an die ihn umgebende Luft abgibt und dass, wenn letzteres geschieht, dies zunächst zurückzuführen ist auf die Entwicklung von Gasen, welche bei einer mangel- oder fehlerhaften Verdauung im Darne, hauptsächlich in Folge von unzureichender Ernährung erzeugt werden, oder welche ihre Entstehungsursache in Zersetzungs Vorgängen von Abscheidungsproducten an der Körperfläche, also ausserhalb des Körpers (bei schmutziger Haut, Kleidern u. dgl.) haben.

Für die Erklärung der übeln Wirkung der Luft in schlecht gelüfteten Räumen bleiben also wesentlich Wasserdampf und Wärme über. Feuchte Luft erschwert die Wasserverdunstung des Körpers und die dadurch bedingte Entwärmung. Kommt dazu eine unzureichende Temperaturerhöhung der Luft, so wird die erforderliche Abkühlung des Menschen um so mehr verhindert, je ungünstiger — z. B. in stark überfüllten Räumen, wo die Menschen eng an einander sitzen oder stehen — die Bedingungen für die Wärmeabgabe durch Strahlung sind. Unter solchen Verhältnissen kann die Körpertemperatur des Menschen sich leicht um 0,3 bis 0,6^o erhöhen, was namentlich bei längerer Einwirkung, ganz abgesehen von dem Einflusse der Stoffzersetzung, auf die nervösen Centralorgane, besonders die des Gefässsystems, mannigfache Wirkungen ausübt. Es ist wohl sicher, dass Ohnmachtsanfälle u. dgl., welche in ungenügend gelüfteten Räumen mitunter beobachtet werden können, vorzüglich eine Folge der ungenügenden Abkühlung sind.

Für die Grösse der Luftverunreinigung diene als Anhalt, dass ein Mensch in 24 Stunden je nach Alter u. dgl. 0,41 bis 0,55 cbm Kohlensäure ausathmet. Die Menge des abgegebenen Wasserdampfes ist naturgemäss ungemein verschieden, indem sie von dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft abhängt. Die Wärmeabgabe eines Menschen an die Umgebung beträgt stündlich etwa 50 bis 120 W.E.

Wichtig ist die Luftveränderung durch die künstliche Beleuchtung. Ueber die Grösse derselben hat der Verf.¹⁾ umfassende Versuche ausgeführt, deren Hauptergebnisse in folgender Tabelle zusammengestellt sind:

¹⁾ Fischer's Jahresbericht der chem. Technologie 1883, S. 1229.

Für die stündliche Erzeugung von 100 Kerzen sind erforderlich			Dabei werden entwickelt		
Beleuchtungsart	Menge	Preis	Wasser	Kohlen- säure	Wärme
		derselben			
		Pf.			
Elektricität, Bogenlicht . . .	0,09 bis 0,25 e	5,4 bis 12,3	0	wenig	57 bis 158
„ Glühlicht . . .	0,46 bis 0,85 e	14,8 bis 14,9	0	0	290 bis 536
Leuchtgas, Siemens-Regene- rativlampe	0,35 bis 0,56 cbm	6,3 bis 10,1	—	—	etwa 1500
Leuchtgas, Argand	0,8 cbm (bis 2)	14,4	0,86	0,46	4 860
„ Zweilochbrenner	2 cbm (bis 8)	36,0	2,14	1,14	12 150
Erdöl, grosser Rundbrenner . .	0,28 k	5,0	0,37	0,44	3 360
„ kleiner Flachbrenner	0,60	10,8	0,80	0,95	7 200
Solaröl, Lampe von Schuster und Baer	0,28	5,3	0,37	0,44	3 360
Solaröl, kleiner Flachbrenner . .	0,60	11,4	0,80	0,95	7 200
Rüböl, Carcellampe	0,43	41,3	0,52	0,61	4 200
„ Studirlampe	0,70	67,2	0,85	1,00	6 800
Paraffin	0,77	139	0,99	1,22	9 200
Walrath	0,77	270	0,89	1,17	7 960
Wachs	0,77	308	0,88	1,18	7 960
Stearin	0,92	166	1,04	1,30	8 940
Talg	1,00	160	1,05	1,45	9 700

Bezüglich der Verunreinigung der Luft kommen, wie erwähnt, Kohlensäure und Wasser in Betracht. Aus den in der Tabelle zusammengestellten Zahlen ergibt sich, dass Solaröl und Erdöl am wenigsten Kohlensäure und Wasserdampf geben, Leuchtgas und Talg am meisten; bei dem Siemens'schen und ähnlichen Regenerativbrennern werden sie nach aussen geführt, kommen daher nicht in Betracht.

Man hat sich nach dem Vorgange Pettenkofer's daran gewöhnt, den Kohlensäuregehalt der Luft als Massstab der Luftverunreinigung anzusehen. Danach soll Zimmerluft höchstens 0,1 Proc. Kohlensäure enthalten. Obige Auseinandersetzungen zeigen hinreichend, wie vorsichtig man in den aus dem Kohlensäuregehalte der Luft zu ziehenden Schlussfolgerungen sein muss. Vielleicht kann die bakteriologische Luftuntersuchung noch so ausgebildet werden, dass sie sichere Aufschlüsse über die grössere oder geringere Schädlichkeit der Luft gibt. Zur Zeit fehlt leider noch ein zuverlässiges Untersuchungsverfahren¹⁾.

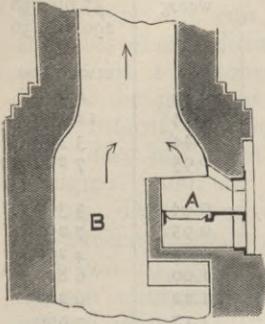
Jeder zum zeitweiligen oder dauernden Aufenthalt von Menschen dienende Raum bedarf jedenfalls einer Lüftung. Wo möglich sind für Kopf und Stunde 20 bis 30 cbm Luftzufuhr zu fordern, in Schulen, Versammlungssälen u. dgl. 30 bis 40, in Krankenhäusern 50 cbm.

In weitaus den meisten Fällen begnügt man sich bis jetzt noch mit dem natürlichen Luftwechsel durch Wände, Fenster und Thüren. Allerdings ist fast jedes Mauerwerk, wenn trocken und nicht mit Oelfarben gestrichen, durchlässig. Auch Thüren und Fenster schliessen nicht völlig dicht. Der dadurch stattfindende Luftwechsel ist aber nicht gross, so dass namentlich für alle Räume, in denen sich mehrere Menschen aufhalten, eine künstliche Lüftung wünschenswerth ist. Diese wird ausgeführt:

¹⁾ Ausführlich wird die Untersuchung der atmosphärischen Luft besprochen in Ferd. Fischer, Chemische Technologie der Brennstoffe S. 167 u. 298.

1. Durch Absaugen der verdorbenen Luft, so dass von aussen andere Luft angesaugt wird. Dieses geschieht einmal durch die Stubenöfen. Wird die Verbrennung in denselben richtig gehandhabt, so ist der auf diese Weise erzielte Luftwechsel nur gering. Lässt man mehr Luft in die Feuerung treten (vgl. S. 12), so geht die Hitze wesentlich in den Schornstein, so dass der Luftwechsel sehr theuer kommt. Wird nicht geheizt, so ist man schon gezwungen, die Luft in dem Abzugsrohr zu erwärmen, was durch eine Gasflamme, durch eine besonders eingebaute Lockfeuerung A (Fig. 41), unter Umständen auch mit Hilfe eines regelmässig gebrauchten Schornsteines geschieht.

Fig. 41.



Alle diese Einrichtungen haben aber den grundsätzlichen Fehler, dass die durch Thüren, Wände u. s. w. angesaugte Luft nicht selten sehr fragwürdiger Abkunft (Vorplätze, Aborte u. dgl.) ist und sonach nicht die Bezeichnung »Frischlufte« verdient. Es ist daher vorzuziehen

2. die Luft von einer ausgesuchten Stelle im Freien zu entnehmen und in die betreffenden Räume einzuführen.

Im Winter kann dieses mit der Heizung gleichzeitig geschehen (vgl. S. 74 u. 76), oder aber, namentlich für grössere Räume, durch besondere Gebläse, welche im Sommer unerlässlich sind, wenn das Oeffnen der Fenster nicht thunlich ist ¹⁾.

Ueber die Frage, ob die eingeführte Frischluft anzufeuchten ist oder nicht, herrschen noch die verworrensten Ansichten. Siemens fordert eine mit Feuchtigkeit gesättigte Luft, Lex 70 bis 80 Proc. Sättigungsgrad, Andere 60, 50 bis herunter auf 25 Proc. Ein Kubikmeter mit Wasser gesättigte Luft enthält bei

Temper.	Wasser	Temper.	Wasser	Temper.	Wasser
1 ⁰	5,2 g	11 ⁰	10,0 g	21 ⁰	18,2 g
2	5,6	12	10,6	22	19,3
3	6,0	13	11,3	23	20,4
4	6,4	14	12,0	24	21,5
5	6,8	15	12,8	25	22,9
6	7,3	16	13,6	26	24,2
7	7,7	17	14,5	27	25,6
8	8,1	18	15,1	28	27,0
9	8,8	19	16,2	29	28,6
10	9,4	20	17,2	30	30,1

Neuerdings behauptet Deneke (Jahresb. 1887, 220), dass bisher eine richtige Anschauung über die Wirkungsweise verschiedener Grade von Feuchtigkeit unmöglich gewesen sei, weil als Massstab für dieselbe allgemein die »relative Feuchtigkeit« benutzt wurde, welche keinen richtigen Ausdruck für die Beeinflussung unseres Körpers durch den Feuchtigkeitszustand der Luft liefere. Er meint, nicht dasjenige Verhalten der Luftfeuchtigkeit, welches auf die Gesamtmenge des vom Körper abdunstenden Wassers von Einfluss ist, könne als der wesentliche, gesundheitliche Umstand angesprochen werden, sondern eine örtlich gesteigerte Verdunstung. Besonders der Eingang zu dem Athmungsorgan soll den schädlichen Wirkungen einer zu raschen Verdunstung ausgesetzt sein. Gefühl von Rauigkeit oder Kitzel im Halse, Schmerzhaftigkeit, Heiserkeit, chronische Katarrhe u. dgl. sollen die Folgen sein.

Als Massstab für die Luftfeuchtigkeit empfiehlt Deneke nun das sogen. Sättigungs-

¹⁾ Bezügliche Berechnungen finden sich ausführlich in Herm. Fischer, Handbuch der Architektur Bd. 4, S. 73.

deficit, d. h. die Wassermenge, welche unter den jeweiligen Verhältnissen von der Luft noch aufgenommen werden kann, deren Spannung in Millimeter Quecksilber ausgedrückt wird. Nachfolgende Tabelle zeigt dieses Sättigungsdeficit in Millimeter Quecksilber bei verschiedenen Temperaturen und 20, 40, 60 und 80 Proc. relativer Feuchtigkeit:

Temperatur	Relative Feuchtigkeit in Proc.			
	20	40	60	80
	Sättigungsdeficit			
8	6,42	4,81	3,21	1,60
10	7,34	5,50	3,67	1,83
12	8,37	6,28	4,18	2,09
14	9,53	7,15	4,76	2,38
16	10,83	8,12	5,42	2,71
18	12,29	9,22	6,14	3,07
20	13,91	10,43	6,96	3,48
22	15,73	11,80	7,86	3,93
24	17,74	13,31	8,87	4,44
30	25,24	18,93	12,61	6,31

Bei gleicher relativer Feuchtigkeit kann somit die Luft noch etwa viermal so viel Wasserdampf aufnehmen, wenn sie 30°, als wenn sie 8° warm ist. Deneke bezeichnet das höchste im Freien beobachtete Monatsmittel des Sättigungsdeficits als diejenige Grenze des Feuchtigkeitsgehaltes, welche in anhaltend, für längere Zeit benutzten Wohnräumen einzuhalten ist; dasselbe beträgt 5,3 mm. Für kürzeren Aufenthalt und für eine vorübergehende Beschaffenheit der Luft in beheizten Räumen bezeichnet er als äusserste zulässige Grenze 8 bis 9 mm, welches Sättigungsdeficit, seiner Ansicht nach, schon eine gewisse Belästigung mit sich bringt¹⁾.

Ist die Grundbedingung einer jeden guten Heizung, die gleichmässige Erwärmung bei Tag und Nacht erfüllt, so ist es natürlich völlig gleichgiltig, ob der Feuchtigkeitsgehalt der Luft als Sättigungsdeficit oder als relative Feuchtigkeit ausgedrückt wird, so dass man ruhig bei letzterer, auch dem Nichtfachmann verständlichen Bezeichnung bleiben kann.

Athmet ein erwachsener Mensch in 24 Stunden 10 cbm Luft aus, so enthalten diese rund 380 g Wasser. Werden diese mit 60 Proc. relativer Feuchtigkeit im Winter bei 0° eingeathmet, so enthalten sie 30 g Wasser, entziehen somit dem Körper 350 g, während sie im Sommer bei 24° bereits 130 g Wasser enthalten, dem Körper daher nur 250 g Wasser entziehen. Wenn trotzdem das Wasserbedürfniss des Körpers im Sommer grösser ist, so kommt dieses lediglich daher, dass die Körperoberfläche im Sommer erheblichere Wassermengen abgibt, als im Winter, wo durch dichtere Kleidung der Luftwechsel an derselben möglichst erschwert wird.

Wäre thatsächlich das Sättigungsdeficit massgebend, so müsste nach obiger Tabelle eine Luft von 8° und 20 Proc. Feuchtigkeit dieselbe Wirkung auf den Körper haben, als eine solche von 30° und 80 Proc. relativer Feuchtigkeit. Die tägliche Erfahrung zeigt, dass dieses durchaus nicht der Fall ist. Thatsächlich enthalten 10 cbm Luft im ersten Falle 16 g, im zweiten 240 g Wasser, d. h. erstere entziehen dem Körper 364 g, letztere nur 140 g Wasser.

¹⁾ Deneke behauptet ferner: »Gerade bei Luftheizungen kommt es erfahrungsmässig leichter wie bei anderer Beheizung zu zeitweise sehr gesteigerten Temperaturen und durch diese erhalten wir selbstverständlich ein entsprechend höheres Sättigungsdeficit, sowie eine lästig fallende Trockenheit der Luft, die sich allerdings in den Feuchtigkeitsprocenten nicht ausspricht. Die Verhältnisse liegen ferner bei der Luftheizung noch deshalb besonders ungünstig, weil hier die ausgiebige und lebhaft Luftbewegung fortwährend dafür sorgt, dass die Luft stets mit ihrem vollen Evaporationsvermögen mit den exponirten Schleimhäuten der Bewohner in Berührung kommt, während bei weniger starkem Luftwechsel weit leichter eine Zone feuchterer Luft in der nächsten Umgebung der reichlich Wasser abdundstenden Menschen gebildet werden kann.«

Diese Behauptungen sind nicht richtig! Es ist durchaus falsch, dass es bei Luftheizungen leicht zu zeitweise sehr gesteigerten Temperaturen komme. Wenn dieses bei der zur Begründung dieser Behauptung angeführten Luftheizung im Göttinger Gymnasium (Fig. 93) thatsächlich der Fall ist, nun so ist die Anlage oder die Bedienung derselben schlecht! (Vgl. S. 75.)

Bei verschiedenen Temperaturen kann sonach das Sättigungsdeficit ebenso wenig als richtiger Massstab gelten, wie die relative Feuchtigkeit.

Ist die Zimmerluft 18° warm, so enthalten 10 cbm derselben bei 20 Proc. relativer Feuchtigkeit (12,3 mm Sättigungsdeficit) 30 g, bei 60 Proc. (6,1 Proc. Sättigungsdeficit) 90 g Wasser. Die Athmungsluft wird also dem Menschen stündlich im ersteren Falle 14,5 g, im letzteren 12,1 g Wasser entziehen. Sollten diese 2,4 g Wasser¹⁾ wirklich einen solch' gewaltigen Einfluss auf das Wohlbefinden des Körpers haben, wie Deneke u. A. behaupten?

Die tägliche Erfahrung spricht dagegen. Im März 1887 war z. B. die Luft im Freien unerträglich »trocken«, obgleich bei — 2° nur ein Sättigungsdeficit von 3 mm festgestellt wurde, während die Luft im Zimmer des Verf. bei 20° und 14,5 mm Sättigungsdeficit ganz behaglich war, weil sie rein war. Da ferner die Luft in seinem Hause nicht angefeuchtet wird, so herrscht in den Zimmern während des ganzen Winters ein Sättigungsdeficit von 10 bis 14 mm, und doch hat er noch nicht die geringste Unannehmlichkeit davon verspürt (vgl. S. 76).

Nach Mittheilung von Prof. Hermann Fischer²⁾ wird die Luftanfeuchtungsanordnung der Technischen Hochschule in Hannover unter Zustimmung sämmtlicher Lehrer überhaupt nicht benutzt. Nach Messungen, welche Müller vom 9. bis 16. März 1887 auf Bitte des Verf. in verschiedenen Hörsälen und zu verschiedenen Zeiten ausführte, betrug das Sättigungsdeficit 10,1 bis 14,3 mm, ging somit erheblich über die von Deneke selbst für kürzeren Aufenthalt als äusserste zulässige Grenze aufgestellten 8 bis 9 mm hinaus. Auch die Luft in den mit Heisswasserheizung versehenen Staatslehranstalten Sachsens³⁾ zeigte im Durchschnitt von 3 Jahren mehr als als 9 mm Sättigungsdeficit.

Dass somit eine reine Zimmerluft von 18 bis 20° bei 20 bis 40 Proc. relativer Feuchtigkeit (oder 10 bis 14 mm Sättigungsdeficit) irgend wie gesundheitsschädlich wirken kann, muss so lange bestritten werden, bis thatsächliche Beweise dafür erbracht werden, welche bis jetzt fehlen und auch wohl nie erbracht werden.

Zweifellos hat trockene Zimmerluft entschiedene Vorzüge vor feuchter. Wenn bei feuchter Luft nicht stetig geheizt und durch kräftige Luftbewegung für gleichmässige Erwärmung gesorgt wird, so werden namentlich die unteren Theile der Aussenwände unter den Thaupunkt abgekühlt, es schlägt sich Wasser darauf nieder, wie dieses an den Fenstern bekanntlich häufig geschieht. In entsprechender Weise werden auch Teppiche, Polstermöbel u. dgl. durchfeuchtet und so grosse Flächen eines für die Entwicklung von Spalt- und Schimmelpilzen geeigneten Nährbodens geschaffen, durch welche der auf den feuchten Stoffen liegende organische Staub u. dgl. zersetzt wird. Der unangenehme dumpfe Geruch in Wohnungen mit feuchter Luft ist demnach leicht erklärlich. Besonders günstig für eine derartige Durchfeuchtung sind die Schlafzimmer, deren Fenster des Tages über offen stehen, während man Nachts die Thür zu dem mit feuchter Luft gefüllten Wohnzimmer öffnet. Und da wundert man sich noch über schlechte Luft in den Kammern!

Feuchte Luft wirkt erschlaffend, trockene Luft regt zu körperlicher und geistiger Thätigkeit an! —

Um den Wärmebedarf eines Raumes feststellen zu können, muss man die Grösse der Wände, Thüren und Fenster kennen.

In der (für Preussen) amtlich geltenden Anweisung, betreffend die Vorbereitung, Ausführung und Unterhaltung der Centralheizungs-

1) Ein 70 k schwerer Mensch besteht aus	
Wasser	41 k
Mineralstoffe	6,3 k
Organische Stoffe	22,7 k

Vgl. Ferdinand Fischer, Die Verwerthung der städtischen und Industrie-Abfallstoffe S. 73.

²⁾ Handbuch der Architektur, Bd. 4.

³⁾ Fischer's Jahresb. d. chem. Technolog., 1885 S. 1323.

anlagen in fiscalischen Gebäuden (7. Mai 1884) sind folgende Zahlen für die Wärmeübertragung (Wärmetransmissionscoefficienten) für je 1° Temperaturunterschied stündlich angegeben:

1 qm Mauerfläche	0,25 m stark	1,80 W.E.
1 „ „	0,38 „ „	1,30 „
1 „ „	0,51 „ „	1,10 „
1 „ „	0,64 „ „	0,90 „
1 „ „	0,77 „ „	0,75 „
1 „ „	0,90 „ „	0,65 „
1 „	Balkenlage mit halbem Windelboden als Fussboden	0,40 „
1 „	„ „ „ „ „ „ Decke	0,50 „
1 „	Gewölbe mit Dielung darüber als Fussboden	0,60 „
1 „	„ „ „ „ „ „ Decke	0,70 „
1 „	einfaches Fenster	3,75 „
1 „	Doppelfenster	2,50 „
1 „	einfaches Oberlicht	5,40 „
1 „	doppeltes „	3,00 „
1 „	Thüren	2,00 „

Bei Aussenmauern und Fenstern, welche nach Norden, Osten, Nordosten oder Nordwesten gelegen sind, werden noch 10 Proc. zugeschlagen. Ferner bei nicht stetiger Heizung 10 Proc., wenn nur am Tage geheizt wird und das Haus eine geschützte Lage hat, 30 Proc. aber, wenn es dem Wetter ausgesetzt ist.

Herm. Fischer¹⁾ berechnet die in folgender Tabelle unter F gegebenen Werthe, während Redtenbacher die unter R aufgeführten angibt (Wärmeeinheiten für je 1 qm Fläche, 1 Stunde und 1° Temperaturunterschied):

1. Gemauerte dem Freien zugekehrte lothrechte Wände.

Wandstärke in m	Backsteinmauern		Bruchsteinmauern	
	F	R	F	R
	W.E.	W.E.	W.E.	W.E.
0,14	2,31	—	—	—
0,27	1,66	—	—	—
0,30	—	1,80	2,45	2,00
0,40	1,27	1,37	2,12	1,63
0,50	—	1,17	1,87	1,36
0,53	1,03	—	—	—
0,60	—	1,00	1,68	1,16
0,66	0,86	—	—	—
0,70	—	0,87	1,52	1,01
0,79	0,74	—	—	—
0,80	—	0,77	1,39	0,90
0,90	—	0,70	1,28	0,81
0,92	0,66	—	—	—
1,00	—	0,63	1,18	0,73
1,05	0,59	—	—	—

2. Gemauerte Scheidewände.

Wandstärke in m	Backsteinmauern	Bruchsteinmauern
	W.E.	W.E.
0,14	2,20	—
0,27	1,62	2,14
0,40	1,23	1,74

¹⁾ Handbuch der Architektur Bd. 4, S. 65.

3. Beiderseitig geputzte Holzscheidewände:

Einfache Bretterwand = 1,5 W.E.

Doppelte hohle Holzwand = 0,9 „

4. Einfache ungeputzte Bretterdecken = 2,0 „

5. Dem Freien zugekehrte Thüren.

Dicke der Thüren in cm	Eichenholz W.E.	Tannenholz W.E.
2	2,92	2,24
4	2,20	1,50

6. Dem Freien zugekehrte Fenster:

Einfache Fenster = 5,0 W.E.

Doppelfenster = 1,77 „

7. Wagrechte Fenster (Oberlichter):

Einfache Fenster = 5,4 „

Doppelfenster = 2,6 „

8. Einige andere mittlere Werthe:

Stündliche Wärmeüberführung:

Aus Luft oder Rauch durch eine etwa 1 cm dicke

Thonplatte in Luft = 5 „

Aus Luft oder Rauch durch eine Wand von Guss-
eisen oder Eisenblech = 7 bis 10 „

Aus Luft oder Rauch durch eine gusseiserne oder
schmiedeiserne Wand in Wasser und umgekehrt . = 13 bis 20 „

Aus Wasserdampf durch eine guss- oder schmiede-
eiserne Wand in Luft = 11 bis 18 „

Aus Dampf durch eine metallene Wand in Wasser = 800 bis 1000 „

Aus Dampf durch eine Metallwand in Luft . . = 14,3 „

B. Einzelheizung.

Kamine, welche zur Erwärmung der Zimmer dienen, sind meist von 3 Seiten eingeschlossen und mit einer massiven Decke versehen. Es sind Mauervertiefungen, welche einen gemauerten Fussboden haben, auf welchem das Feuer brennt. Der Rauch geht durch einen unmittelbar über dem Kamine

Fig. 42.

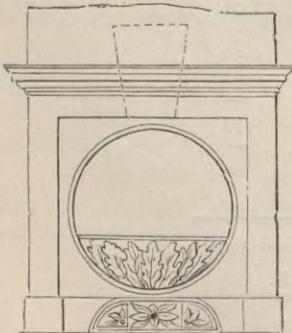


Fig. 43.

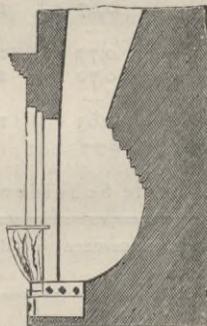
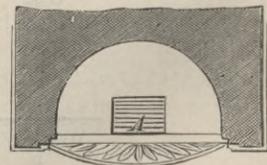


Fig. 44.



befindlichen Schornstein zum Dache hinaus. Sie haben verschiedene Grundrissformen und werden in sehr verschiedenen Grössen angelegt. Entweder sind

sie länglich viereckig, oder mit abgestumpften Ecken, oder dreieckig, oder halbkreisförmig.

Wegen der damit verbundenen Holzverschwendung werden sie in Deutschland selten angelegt, sind indess im südlichen Europa und in England noch sehr üblich, wo man jedoch anstatt des Holzes Steinkohlen brennt und sie in sehr kleinen Massen (gegen früher) ausführt. Fig. 42 bis 44 zeigen Ansicht, Durchschnitt und Grundriss eines solchen Kamines, worin A einen eisernen Rost bezeichnet, welcher bei Steinkohlenfeuerung durchaus nöthig ist. Man nennt diese Art wegen ihrer Form auch parabolische Kamine. Bei Kaminen, in denen Holz gebrannt wird, fehlt der Rost, es werden dann nur ein paar eiserne Böcke in den Kamin gestellt, worauf man das Holz legt.

Ist das Feuer ausgebrannt, so schliesst man den gewöhnlichen Kamin durch einen vorgesetzten Schirm, den parabolischen durch einen eisernen Schieber im Schornsteine.

Neuerdings sind die Kamine häufig durch die sog. Kaminöfen ersetzt. Letztere haben zwei ganz getrennte Feuerungen, vorn ein offenes Kaminfeuer, seitwärts eine Ofenheizung, von der aus hin- und herlaufende Züge die Feuerung durch den oberen Aufsatz des Ofens hindurch in den Schornstein führt (Kamine mit Gasheizung S. 63).

Stubenöfen. Die gebräuchlichen Stubenöfen kann man im wesentlichen einteilen in solche mit unterbrochener und solche mit ununterbrochener Heizung, d. h. mit sog. Füllfeuerung. Bezüglich des verwendeten Stoffes in solche aus Eisen, aus Thon und solche aus beiden Stoffen.

Fig. 45.

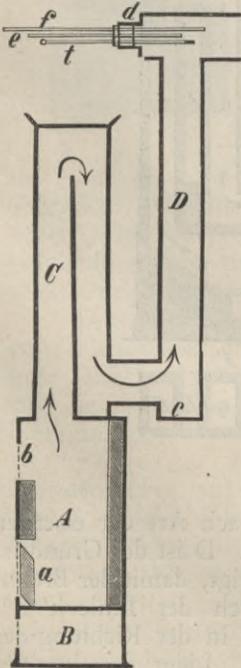


Fig. 46.

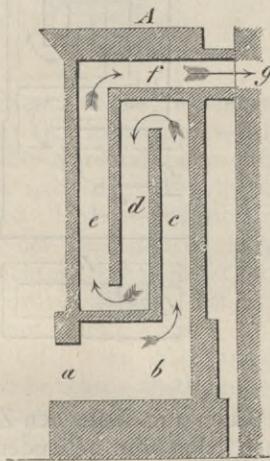
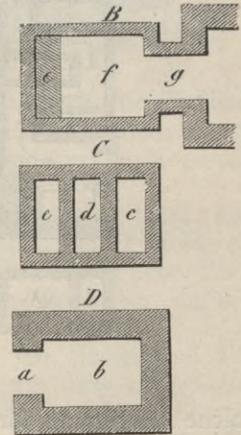


Fig. 47.



Die früher allgemein verwendeten eisernen Oefen, welche von aussen (mit Holz oder Torf) geheizt wurden, werden mehr und mehr verdrängt durch

die vom Zimmer aus zu heizenden eisernen sog. Reguliröfen (Fig. 45), welche zwar als Füllöfen verwendbar sind, in der Regel aber nicht als solche verwendet, sondern mit Unterbrechung gefeuert werden. Sie sind bequemer als die alten eisernen Oefen, gestatten eine sehr gute Wärmeausnutzung, wie S. 11 gezeigt wurde, und bewirken einen — wenn auch meist nicht bedeutenden — Luftwechsel.

Die thönernen Oefen werden zuweilen aus Mauersteinen ausgeführt, häufiger aus Ofenkacheln zusammengesetzt oder auch aus Thonkasten gefertigt, welche auf einem Kacheluntersatz liegen. Fig. 46 und 47 zeigen einen Ofen aus Mauersteinen zusammengesetzt mit stehenden Zügen in verschiedenen Schnitten. a ist das Heizloch, b der Feuerherd, c der erste steigende Zug, d ein fallender Zug, e der zweite steigende Zug, f ein wagerechter Zug, welcher bei g in den zugehörigen Schornstein führt. Der Feuerkasten ist nach seiner ganzen Höhe von einer einen halben Mauerstein starken Mauer umgeben. Der obere Theil des Ofens dagegen, wo die Züge liegen, ist nur von auf die hohe Kante gestellten gebrannten Mauersteinen gebaut. Diese Oefen lassen weitaus die meiste Wärme in den Schornstein abziehen, wie S. 12 gezeigt wurde.

Um die Wärme nicht zu verlieren, welche die Zungen und Scheidungen der Züge im Innern des Ofens aufnehmen, hat man auch Oefen in der Weise gebaut, dass sich zwischen den einzelnen Zügen luftige Zwischenräume befinden, so dass unmittelbar die Wärme ausströmen kann. Die Fig. 48 A B zeigt eine

Fig. 48.

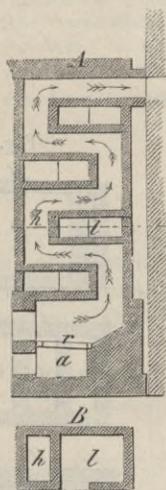
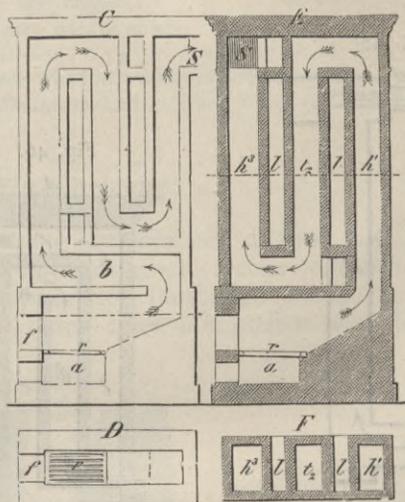


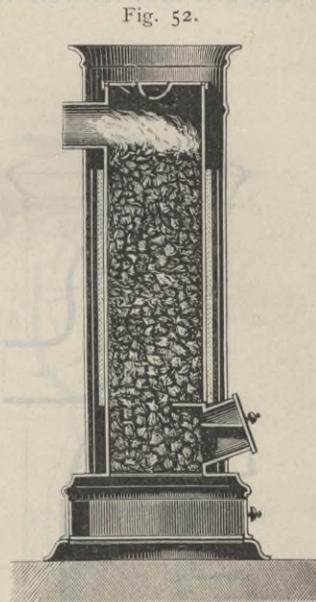
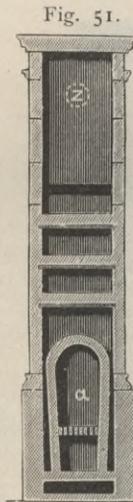
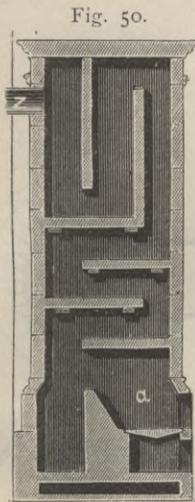
Fig. 49.



solche Anordnung für einen Ofen mit liegenden Zügen, nach Art der eisernen Etageöfen; Fig. 49 zeigt einen Ofen mit stehenden Zügen. D ist der Grundriss des Rostes und Feuerherdes, welcher nach hinten etwas steigt, damit der Brennstoff auf den Rost zurückfällt. F ist der Grundriss nach der Linie $h' h''$; l und l sind die luftigen Zwischenräume. Das Feuer geht in der Richtung der Pfeile durch die Züge und bei S nach dem Schornstein. Liegt derselbe der Feuerungsthür f gegenüber, dann trifft man die in Fig. C in einfachen Linien dargestellte Anordnung, indem man den Zug über der Decke des Feuerherdes erst wagrecht und alsdann durch die lothrechten Züge gehen lässt.

Der grösseren Festigkeit und des besseren Aussehens wegen sind die Zwischenräume l an der vorderen Seite mit durchbrochenen Gittern zugesetzt. Gewöhnlich kommen diese Oefen in Verbindung mit gusseisernen Feuerkasten vor, deren Seitenwände am untersten Theil des Feuerherdes mit Mauerziegeln ausgesetzt werden. Damit die Decke des Feuerkastens frei gegen die Luft liegt, um die Wärme gleich abgeben zu können, dürfen alsdann die beiden letzten Züge nicht bis auf dieselbe heruntergehen.

Der sog. Berliner Fayenceofen (Fig. 50 u. 51) ist in seinen äusseren Wänden aus Kacheln hergestellt, der Feuerraum a aus Scharmottemasse und



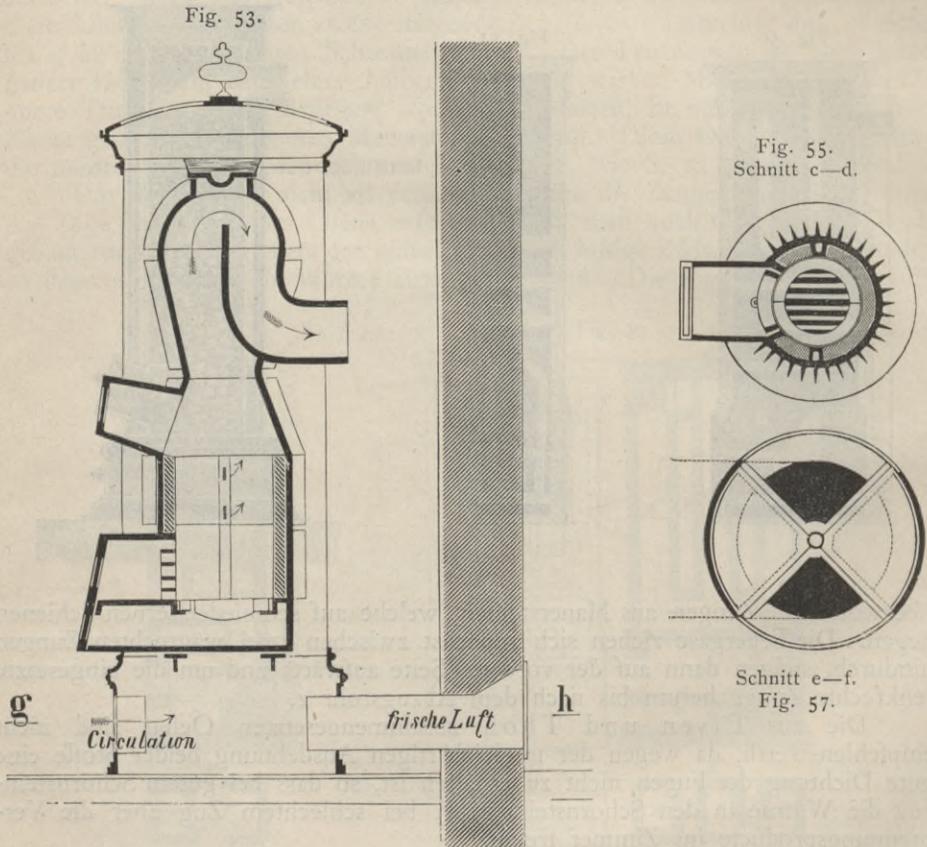
überwölbt, die Zungen aus Mauersteinen, welche auf schmiedeeisernen Schienen liegen. Die Feuergase ziehen sich zunächst zwischen zwei wagrechten Zungen hindurch, steigen dann auf der vorderen Seite aufwärts und um die eingesetzte senkrechte Zunge herum bis nach dem Abzugsrohr z.

Die aus Eisen und Thon zusammengesetzten Oefen sind nicht empfehlenswerth, da wegen der ungleichartigen Ausdehnung beider Stoffe eine gute Dichtung der Fugen nicht zu erhalten ist, so dass bei gutem Schornsteinzug die Wärme in den Schornstein geht, bei schlechtem Zug aber die Verbrennungsproducte ins Zimmer treten.

Füllöfen. Bei dem Ofen von Meidinger hat der gusseiserne Füllcylinder t (Fig. 52) unten einen schräg ansteigenden Hals mit dicht schliessender Thüre, welche sich jedoch zur Regelung des Zuges seitwärts verschieben und behufs Aschenentleerung nach oben umschlagen lässt. In den ringförmigen Raum zwischen den mit äusseren Rippen versehenen Cylinder und Mantel tritt die Luft durch eine Anzahl Löcher ein und strömt erwärmt durch den Deckel nach dem Zimmer. Damit keine Kohlenstücken zwischen Cylinder und Mantel fallen, wird der Ofen nur mit Anwendung eines Trichters mit nussgrossen Stücken Steinkohlen oder Koks gefüllt, die Füllung wird bis etwa 20 cm unter das Rauchrohr gemacht, sodann wird etwas klein gespaltenes Holz aufgelegt, angezündet und noch eine Hand voll Koks oder Kohlen darauf gelegt, wonach

der Deckel geschlossen wird. Die Verbrennung geht von oben nach unten, die Luft tritt durch die Thür zu, ein Rost ist nicht vorhanden; die Regelung des Luftzutritts erfolgt durch mehr oder weniger Oeffnen der Thüre. — Der Ofen ist (wenigstens hier in Hannover) wieder ganz verdrängt durch den Ofen Fig. 45 S. 53, den von Lönholdt u. A. Da der Ofen nicht mit Scharmotte ausgesetzt ist, so werden die Wandungen glühend; die Zimmerluft wird daher leicht mit brenzlichen Producten und Kohlenoxyd verunreinigt. Da ferner die Feuergase unmittelbar in den Schornstein gehen, so ist die Wärmeausnutzung mangelhaft.

Bei den Mantelöfen von E. Sturm (Fig. 53 bis 58) enthält der Feuer-



raum einen Planrost und einen lothrecht gestellten Gitterrost, die Einfüllung des Brennstoffes, als welchen Steinkohlen, Holz, Torf, Braunkohlen verwendet werden können, geschieht durch einen Füllhals. Die Scharmottefütterung des Feuerraumes ist mit engen gusseisernen Luftkanälen durchzogen, welche mit Oeffnungen versehen sind, so dass Luft aus dem Aschenraume in die Kanäle zieht, sich in diesen erhitzt und dann zu den Flammen gelangt; hierdurch kann allerdings eine nur geringe Verbesserung der Verbrennung eintreten, so dass diese Einrichtung besser fortbleibt. Der auf den Feuerraum gesetzte Heizkörper ist birnförmig gestaltet, wenn frische Aussenluft durch den Ofen behufs gleichzeitig mit der Heizung erfolgender Lüftung geleitet wird (Fig. 54). Beim Leiten

der Zimmerluft durch den Ofen bildet Sturm den Heizkörper cylindrisch. In beiden Fällen ist dieser wie auch der Feuerraum mit Aussenrippen versehen. Der den eigentlichen Ofen umgebende Mantel verhütet die lästige Wärmestrahlung. Durch den Raum zwischen dem Mantel und dem Innenofen kann je nach der Aufstellung frische Luft oder die Zimmerluft selbst geleitet werden, welche dann durch die durchbrochene Ofendecke wieder austritt. — Sturm legt ganz richtig grossen Werth auf ein entsprechendes Verhältniss zwischen Mantelweite und Heizflächengrösse, damit die durch den Ofen geleitete Luft nicht bei zu engen Durchgangsquerschnitten überhitzt wird.

Sturm will auch den beschriebenen Innenofen zur Sammelheizung

Fig. 54.

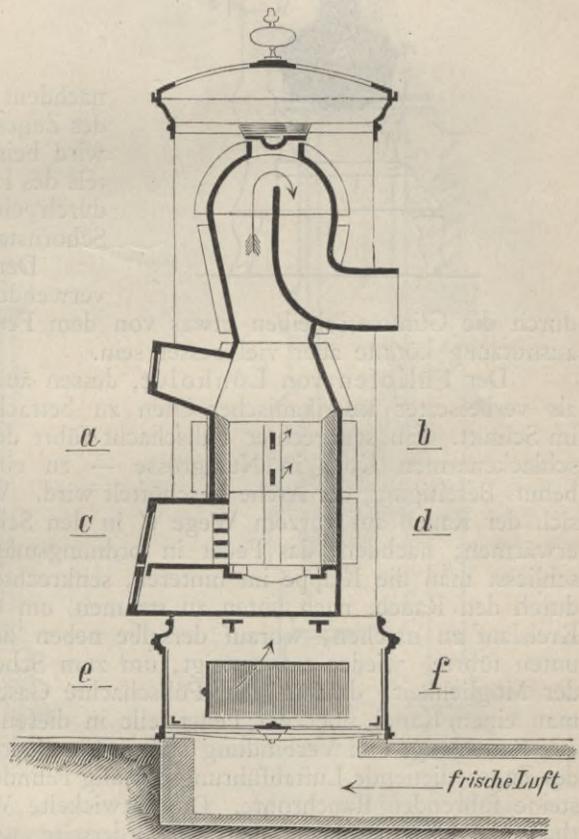
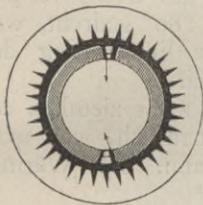
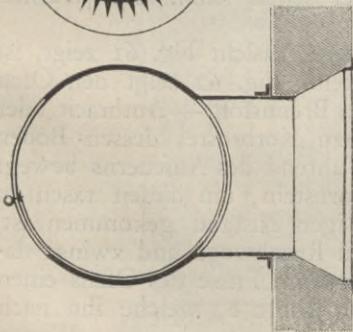


Fig. 56.
Schnitt a—b.



Schnitt g—h.
Fig. 58.



verwenden, indem dann eine der nothwendigen Heizfläche entsprechende grössere Zahl der Oefen in einer Heizkammer neben einander aufgestellt werden (S. 71).

Der Perry'sche sog. amerikanische Ofen, welcher nur mit Anthracit und wenig schlackendem Koks geheizt werden kann, hat einen gusseisernen Feuerraum A (Fig. 48 u. 49), welcher sich nach unten verengt und hier durch eine durchlöchernte Platte geschlossen wird. Der Mantel, welcher den Raum umgibt, hat einen grösseren Durchmesser und wird daher wesentlich durch Strahlung und die emporsteigende erhitzte Luft erwärmt. Ein Ueberhitzen des Mantels soll dadurch verhindert werden, dass die heissen Rauchgase in dem

ringförmigen Hohlraum an der Innenseite emporsteigen, während der kältere Rauch am Mantel heruntersinkt. Bei B treten die Gase aus dem Feuerraum, durchziehen den Canal C, erfüllen den Raum D und treten durch E in den Abzug. Die Zimmerluft zieht durch I wieder seitlich in das Zimmer zurück,

Fig. 59.

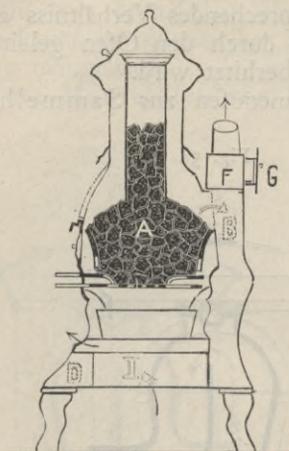
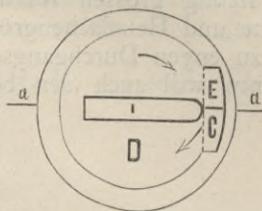


Fig. 60.



nachdem sie sich an den Wandungen des Zuges D erwärmt hat. Die Klappe F wird beim Anfeuern des Ofens mittels des Hebels G um 180° gedreht, wodurch eine schnellere Erwärmung des Schornsteins erzielt wird.

Der Ofen wird zwar ziemlich oft verwendet, wohl namentlich, weil man

durch die Glimmerscheiben etwas von dem Feuer sehen kann. Die Wärmeausnutzung könnte aber viel besser sein.

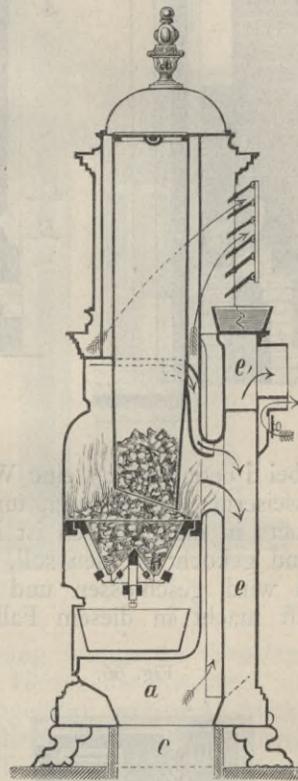
Der Füllofen von Lönholdt, dessen äussere Ansicht Fig. 61 zeigt, ist als verbesserter amerikanischer Ofen zu betrachten. Fig. 62 zeigt den Ofen im Schnitt. Ein senkrechter Füllschacht führt den Brennstoff — Anthracit oder schlackenarmen Koks in Nussgrösse — zu einem Korbroste, dessen Boden behufs Beseitigung der Asche geschüttelt wird. Während des Anfeuerns bewegt sich der Rauch auf kurzem Wege e' in den Schornstein, um diesen rasch zu erwärmen; nachdem das Feuer in ordnungsmässigen Zustand gekommen ist, schliesst man die Klappe im hinteren, senkrechten Rauchwege und zwingt dadurch den Rauch, nach unten zu strömen, um dort im Fusse des Ofens einen Kreislauf zu machen, worauf derselbe neben der Röhre e, welche ihn nach unten führte, wieder emporsteigt, um zum Schornstein zu gelangen. Wegen der Möglichkeit, dass in dem Füllschachte Gase sich entwickeln können, hat man einen Kanal über der Feuerstelle in diesen münden lassen, welcher mit den Rauchwegen in Verbindung steht. Eine jedoch hauptsächlich der Regelung des Zuges dienende Luftabführungsöffnung befindet sich unter dem zum Schornsteine führenden Rauchrohre. Die entwickelte Wärme durchstrahlt (angeblich) theils die Glimmerfenster der Ofenvorderseite, wird zum grössten Theile durch vom Rauche berührte bezw. vom Feuer bestrahlte Aussenwände an die sie berührende Luft abgegeben und endlich an diejenige Luft überführt, welche bei a durch den Boden des Ofens eintritt und an der Hinterseite des Ofens, über einem zum Anfeuchten der Luft dienenden Gefässe (s. aber S. 50) in das betreffende Zimmer sich ergiesst. Letztere Luft kann entweder über dem Fussboden aus dem Zimmer geschöpft oder mittels eines besonderen Kanales c dem Freien entnommen werden. Die Regelung des Feuers findet statt mittels Rüttelns des Rostbodens, Oeffnens bezw. Schliessens des unter dem Rauchrohre liegenden Luftabzugschiebers und Einstellens einer an der Aschenfallthür angebrachten Klappe.

Oefen, welche gleichzeitig zum Heizen und Kochen benutzt werden. Bei der Herstellung der Heiz- und Kochöfen ist nach F. Engel hauptsächlich darauf zu sehen, dass die beim Kochen erzeugten Wasserdämpfe von einem über dem Kochherde des Ofens angebrachten Dunstmantel aufgefangen und sicher abgeführt werden. Der Kochherd selbst wird am zweckmässigsten mit einer gusseisernen mit einzusetzenden Ringen versehenen Platte ausgestattet. Fig. 63 bis 67 zeigen einen Heiz- und Kochofen, welcher aus Mauersteinen hergestellt ist und sich durch Billigkeit und Dauerhaftigkeit bewährt hat. Im Winter, wenn bei der Ofenheizung zugleich gekocht werden

Fig. 61.



Fig. 62.



soll, muss der Schieber α geschlossen werden, ebenso wird die kleine zum Kochapparat gehörige Thür 8 nebst Aschenfallthüre mit Mauersteinen zugesetzt und mit Lehm sorgfältig verstrichen. Nachdem dieses geschehen, erfolgt die vollständige Heizung des Ofens, wobei die Flamme unter der Herdplatte hinzieht und ein schnelles Kochen der auf der letzteren stehenden Speisen stattfindet. Wasserdampf und Rauch werden mit dem Zink- oder Blechmantel aufgefangen und durch den schmalen Zug dem Schornsteine zugeführt. Ein Verschluss dieses Zuges wird durch Einsetzen eines passenden Mauersteines oder eines Blechschiebers bewirkt.

Soll dagegen im Sommer nur gekocht aber nicht geheizt werden, so wird bei λ ein Mauerstein eingestellt und mit Lehm verstrichen, die Rauchröhre des Ofens geschlossen und der Schieber 8 geöffnet und die Heizthüre α 8 mit Zu-

behör in Gebrauch genommen. Der jetzt abzuführende Rauch geht durch den hinter dem Ofen befindlichen Zug *y* direct in den Schornstein.

Die Fig. 68 u. 69 zeigen die Schnitte eines lediglich zur Steinkohlenfeuerung eingerichteten Heiz- und Kochofens. Derselbe ist aus glasierten Kacheln aufgesetzt und derartig eingerichtet, dass in der mit eiserner Herdplatte ausgestatteten und mittels einer Thür verschliessbaren Röhre *C* gekocht werden

Fig. 63.

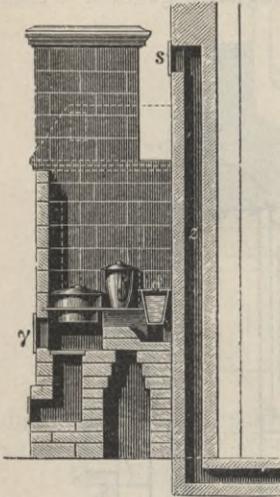


Fig. 64.

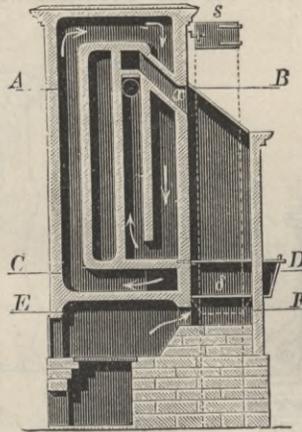
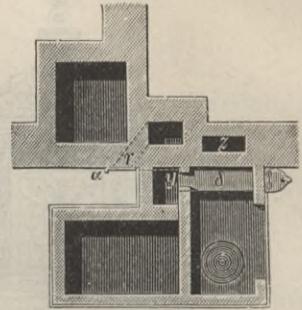


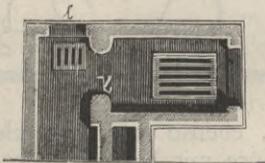
Fig. 65.



Schnitt E—F.

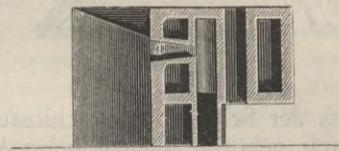
kann; bei *d* befindet sich eine Wärmeröhre, ferner bei *e* eine Nische, in welcher ein gusseiserner Topf hängt, um Wasser in demselben zu wärmen. Der Gang des Feuers in diesem Ofen ist im Winter, wenn zu gleicher Zeit im Ofen geheizt und gekocht werden soll, folgender: die Klappe in der Rauchableitungsröhre *a* wird geschlossen und dieselbe in dem Rauchrohre *b* geöffnet, die Feuerluft macht in diesem Falle den in Fig. 68 durch Pfeile angedeuteten

Fig. 66.



Schnitt C—D.

Fig. 67.



Schnitt A—B.

Gang. Wird dagegen im Sommer nur im Ofen gekocht, so wird die Klappe *b* geschlossen und dagegen die bei *a* befindliche geöffnet; das Feuer bestreicht dann nur die Herdplatte der Kochröhre und der Rauch zieht, ohne den Ofen zu erwärmen, direct durch die Röhre *a* in den Schornstein.

Beide oben gezeigten Ofenarten sind mit Vorrichtungen zur Zuführung frischer Luft versehen. Man bemerkt in der Mauer des Grundrisses Fig. 65, ferner in den Durchschnitzzeichnungen Fig. 63 u. 64 eine Röhre *z*, welche, vom Fussboden aufsteigend, mit einem aus dem Freien kommenden

Kanäle in Verbindung steht, welche bei *s* in das Zimmer einmündet. Da die Wände der Zuführungsröhre *z* an der einen Seite durch das Ofenfeuer, an der anderen durch die angrenzende russische Röhre erwärmt werden, so wird die durch dieselbe zufließende reine Luft im Winter erwärmt in das Wohnzimmer eingeführt; durch die vom Ofen ausstrahlende Wärme wird die nachfließende reine Luft noch mehr erwärmt, in die Höhe gehoben und zugleich eine der einfließenden Luftmenge gleiche Luftmenge aus dem Zimmer verdrängt, und zwar die kälteste Luft, weil die Abflussöffnung sich am Fussboden (bei *v* Fig. 65) befindet und dort mit der russischen Röhre in Verbindung steht. Natürlich sind diese Oefen nur für sehr beschränkte Verhältnisse zu empfehlen.

Fig. 68.

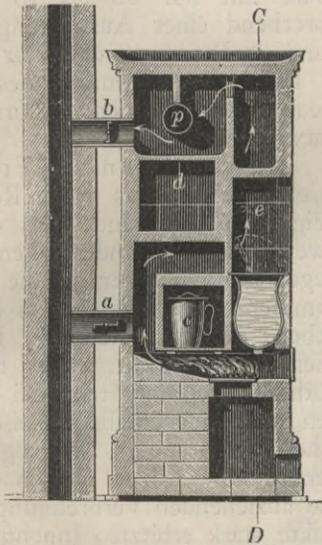
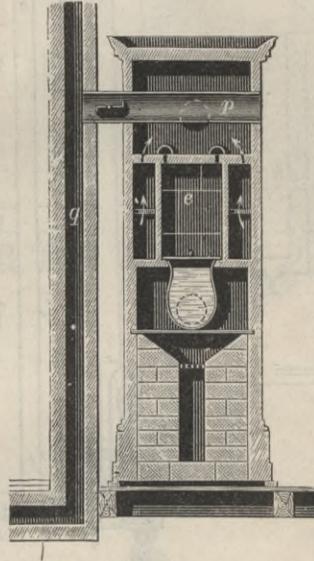


Fig. 69.



Leuchtgasheizung. Zur Zimmerheizung wurde das Leuchtgas bereits vor 50 Jahren benutzt, mehr noch zum Heizen der Kirchen, wobei in der Regel die Verbrennungsproducte nicht abgeführt wurden. Auch heute werden noch Gaskamine und Gasöfen empfohlen, welche die Verbrennungsproducte in das Zimmer treten lassen, jedenfalls ein Zeichen von Gedankenlosigkeit, da ja doch ein Ofen nur den Zweck hat, die Wärme von den Verbrennungsproducten zu trennen. Wenn man ferner bedenkt, dass zur Erzeugung von 20000 W.E. fast 4 cbm Leuchtgas erforderlich sind, welche beim Verbrennen 2,2 cbm Kohlensäure, 4,2 k Wasser und etwa 4 g Schwefligsäure geben (S. 47), so wird man gewiss alle diese Vorschläge verwerfen.

Von den Oefen mit Abführung der Verbrennungsproducte¹⁾ möge die einfache Vorrichtung erwähnt werden, welche Verf. jahrelang zum Heizen seines Arbeitszimmers verwandt hat. Die fünf im Kreise stehenden Bunsenschen Brenner *b* sind mit Hähnen versehen, so dass je nach Bedürfniss alle oder nur einzelne brennen. Damit das Blechrohr *g* unten nicht glühend wird,

¹⁾ Vgl. Fischer's Jahresber. d. chem. Technol. 1883, S. 1279 u. 1283.

strömungen versehen. Die Platte d und das gefaltete Kupferblech b bewirken, dass die unten eintretende Luft stark vorgewärmt zur Flamme tritt.

Wer überhaupt für Kaminheizung schwärmt, wird diese Einrichtung ge-

Fig. 72.

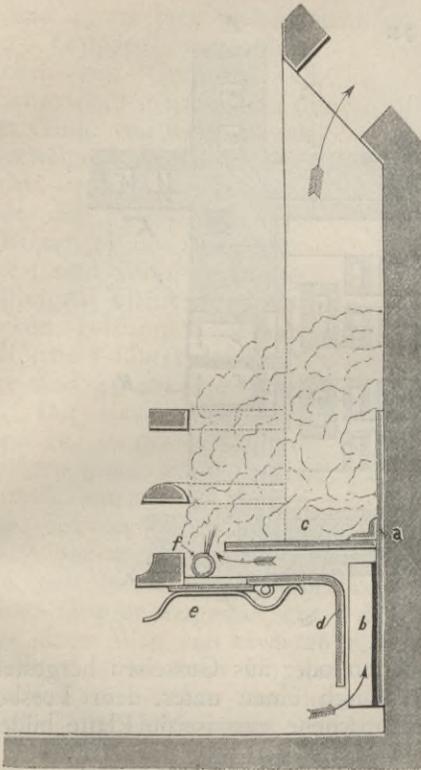
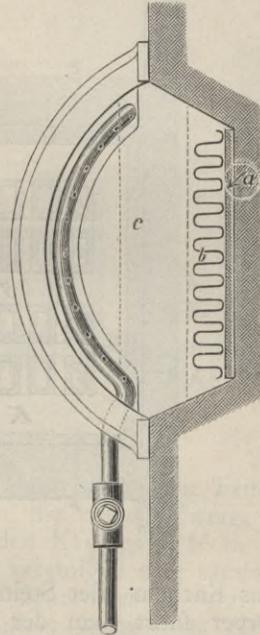


Fig. 73.



wiss recht gut verwenden können. Eine einigermaßen gute Ausnützung der Brennstoffe und eine gleichmässige Erwärmung des Zimmers ist natürlich auch mit diesem Kamine nicht zu erreichen.

C. Sammelheizung.

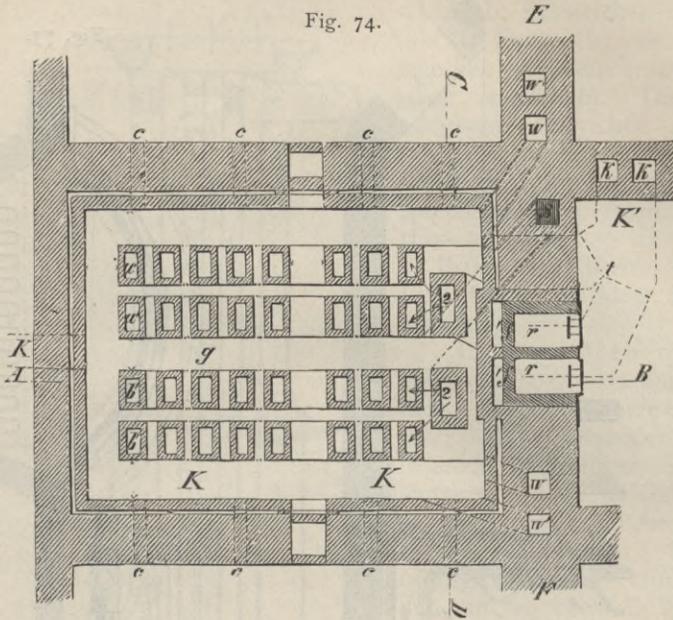
Zur gleichzeitigen Heizung mehrerer Räume oder zur Heizung eines grossen Raumes (Kirche u. dgl.), wofür ein gewöhnlicher Ofen nicht ausreichend wäre, verwendet man sog. Feuerluftheizung, Wasserheizung oder Dampfheizung.

1. **Feuerluftheizung** oder kurzweg Luftheizung genannt, unterscheidet sich von der gewöhnlichen Ofenheizung im wesentlichen nur dadurch, dass der Ofen, bezw. Heizkörper ausserhalb des zu heizenden Raumes steht, so dass in diesen nur die an den heissen Flächen erwärmte Luft eintritt. Wird die entsprechende Luftmenge wieder in den Heizraum zurückgeführt, um aufs Neue erwärmt in die betreffenden Räume geleitet zu werden, so nennt man dieses

Luftheizung mit Umlauf (Circulation), lässt man die Abluft aus dem Zimmer ins Freie entweichen, so ist es eine Luftheizung mit Lüftung (Ventilation).

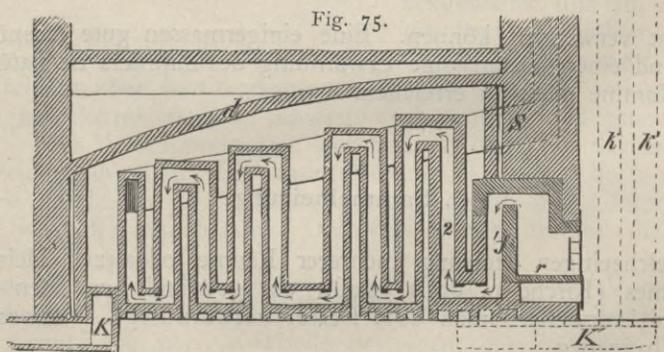
Am wenigsten vollkommen ist die Abart der Luftheizung, welche Kanalheizung genannt und für Kirchen, Gewächshäuser u. dgl. angewendet wird.

Fig. 74.



Den aus Kacheln oder Steinen aufgemauerten oder aus Gusseisen hergestellten Heizkörper führt man der Länge nach durch einen unter dem Fussboden liegenden Kanal, dessen Decke eine durchbrochene gusseiserne Platte bildet.

Fig. 75.



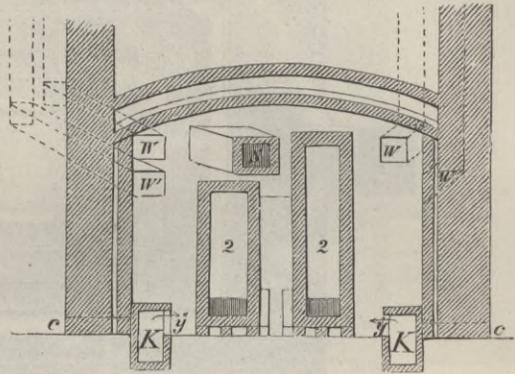
Diese Einrichtung ist namentlich für Kirchen durchaus nicht empfehlenswerth, da es sich gar nicht vermeiden lässt, dass der Heizkörper in der Nähe der Feuerung glühend wird, dann eine sehr unangenehme, namentlich auch zu heisse Luft gibt, so dass durch dieselbe das Gestühl in Brand gerathen kann, wie dies kürzlich in der Lutherkirche in Leipzig der Fall gewesen ist.

Die für die besseren Feuerluftheizungen verwendeten Heizvorrichtungen werden zuweilen gemauert, bestehen aber in der Regel aus Gusseisen.

Von einem gemauerten Heizapparate zeigt Fig. 74 den Grundriss, Fig. 75 den Durchschnitt nach der Linie A B des Grundrisses, Fig. 76 den Querschnitt nach der Linie C D des Grundrisses. Danach liegen 2 Roste r, jeder 70 cm lang und 45 cm breit, neben einander. Die Ofenzüge sind in der Heizkammer in 2 Gruppen angeordnet.

Zwischen den Gruppen und den Seitenwänden ist ein 0,4 m breiter Gang, von welchem aus die etwaigen Ausbesserungen bewirkt werden können. Die Wände des Feuerkastens (bei den Rosten r) und die Feuerbrücke f sind von Scharmotte, alle übrigen Theile des Ofens aber von gebrannten Steinen. Die Kanäle 1 hinter der Feuerbrücke sind 45 cm und 33 cm gross. Der Kanal 2 in jener Gruppe ist 40 cm und 16 cm im Lichten gross, einen halben Stein stark; sämtliche übrigen Kanäle sind von Steinen auf der hohen Kante angefertigt 28 cm im Lichten lang, 14 cm breit.

Fig. 76.



Die Feuergase theilen sich hinter der Feuerbrücke und gehen in die beiden Zweige jeder einzelnen Gruppe dergestalt über, dass sie bis zu den Kanälen a' b' in jedem Zweige einen Weg von etwa 26 m machen. Hier vereinigen sich sämtliche 4 Kanäle a' b' in einen einzigen, welcher in den Schornstein s führt. Die einzelnen Kanäle stehen mit ihren unteren Seiten nicht unmittelbar auf dem Fussboden der Heizkammer, sondern auf einzelnen gebrannten Steinen, die einen Zwischenraum lassen, um dadurch so wenig als möglich Heizfläche zu verlieren.

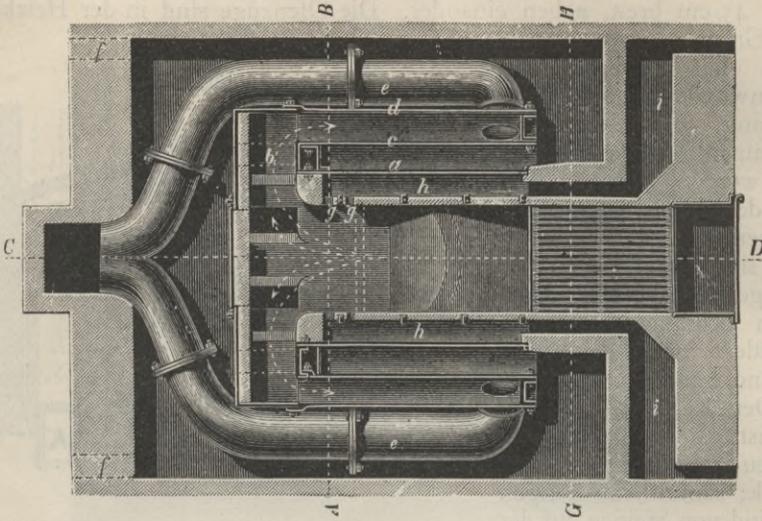
Bei dem vorliegenden Ofen ist die Anlage der 26 cm im Quadrat grossen Kanäle für warme Luft w w' insofern schwierig gewesen, als derselbe unmittelbar unter dem Flur des Gebäudes steht und die Mittelwand E F nicht zur Anlage derselben benutzt werden konnte. Man ist deshalb gezwungen gewesen, die Kanäle w w' rechts und links abzuleiten, um dadurch die Längsscheidewände der Zimmer zu erreichen. In Fig. 76 ist die Führung der Kanäle für warme Luft sichtbar. Die oberen Einmündungen w sind für das Erdgeschoss, die unteren w' für das erste Geschoss bestimmt. Der Kanal K dient für die Einleitung der kalten Luft von der Strasse. Man sieht auch bei y die Einströmungsöffnungen in die Heizkammer.

Im Grundriss (Fig. 74) und im Durchschnitt (Fig. 75) sind bei K' die zusammengezogenen Kaltluftkanäle, in welchen die kältere Luft aus den Zimmern in die Heizkammer geführt wird, angedeutet. Bei t theilt sich der Kanal K' in zwei Theile, deren einer unter die Roste der Feuerkasten und deren anderer in den Kanal K der Heizkammer geführt wird. Ausser den genannten Zügen für kalte Luft sind noch im Kellergeschoss in gleicher Höhe mit dem Pflaster desselben, in den beiden Seitenmauern der Heizkammer kleine, 16 cm im Quadrat grosse Kanäle c angebracht, die nach Bedarf geöffnet oder an der

äusseren Seite durch lose vorgesetzte Mauersteine geschlossen werden. Dieser Lübké'sche Ofen soll sich an einigen Orten bewährt haben.

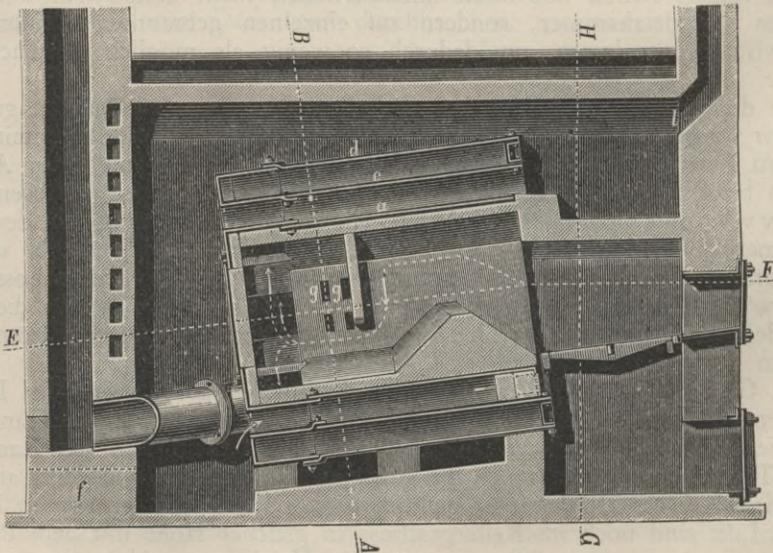
Vorzuziehen sind im allgemeinen die eisernen Heizkörper, nur ist

Fig. 77.



darauf zu achten, dass sie nicht glühend werden, d. h. sie müssen im eigentlichen Feuerraum mit feuerfesten Steinen ausgesetzt werden und ausserdem eine genügend grosse Heizfläche haben.

Fig. 78.



Als Beispiel der älteren Vorrichtungen dieser Art möge die von C. Schwatlo beim Ausbau des Königl. Gewerbe-Instituts in Berlin ausgeführte erwähnt werden.

Fig. 77 zeigt den Grundriss in der Höhe FF, Fig. 78 den Längendurchschnitt, Fig. 79 den Querschnitt bei AB, Fig. 80 den eisernen Cylinder a und die 6 Verbindungsrohre b in den Raum zwischen Querschnitt bei GH.

Das Feuer tritt vom Roste durch den inneren Raum zwischen die beiden äusseren Cylinder e und d, theilt sich in 2 Züge e und vereinigt sich sodann wieder mittels derselben im Schornstein. Die Scharmotteausmauerung dient dazu, um das Rothglühendwerden des Gusseisens zu verhüten. Zur Erzielung eines grösseren Hitzegrades tritt am Ende des innersten Cylinders durch die Oeffnungen g heisse Luft aus den Seitenkanälen h in den Feuerraum. Dieselbe ergänzt sich aus dem Vorwärmer i, die wiederum directen Luftzug erhalten durch die Kanäle, welche äusserst klein sein müssen, da sonst die Luft zu stark nach dem Feuer zieht und eine Abkühlung des Kessels bewirkt. (Diese Vorrichtung ist nicht zu empfehlen. F.)

Die zu erwärmende Luft tritt wie gewöhnlich über dem Fussboden durch die Kanäle f in die Heizkammer und berührt den Kessel rings herum und ausserdem zwischen den Cylindern a und c und geht so erhitzt aufwärts nach den warmen Luftkanälen l. Der ganze Heizapparat hat eine schräge Lage erhalten, damit die warme Luft zwischen den Cylindern a und e schneller aufwärts steigen kann.

Die Berührungsfläche des Kessels mit der zu erwärmenden Luft der Heizkammer, also die eigentliche Heizfläche ergibt sich aus folgender Berechnung, sobald der äussere Cylinder 1,88 m Durchmesser und ebenso viel Länge erhält:

der äussere Cylinder	= 11,54 qm,
der mittlere Cylinder nach Abzug der 6 Seitenzüge	= 8,56 „
die 6 Seitenzüge	= 1,08 „
der innere Cylinder	= 5,91 „
der Boden des Kessels nach Abzug der 6 Luftöffnungen =	2,46 „

Fig. 79.

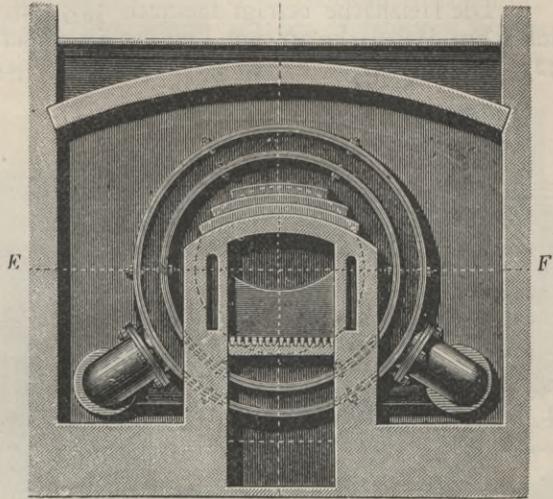
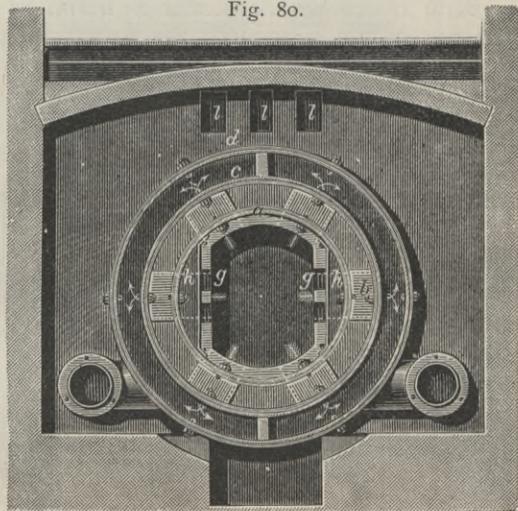


Fig. 80.



der Ring an der Rostseite	= 1,08 qm,
die beiden Züge e e	= 6,10 „
Ummauerung des Rostes	= 2,75 „
	<hr/>
	39,48 qm.

Die Heizfläche beträgt hiernach 39,5 qm, rechnet man nun nach Menzel auf 1 qm Heizfläche 90 cbm Luft, so ist dieser Apparat Räume von zusammen 3235 cbm Inhalt zu heizen im Stande (vgl. jedoch S. 51).

Fig. 81.

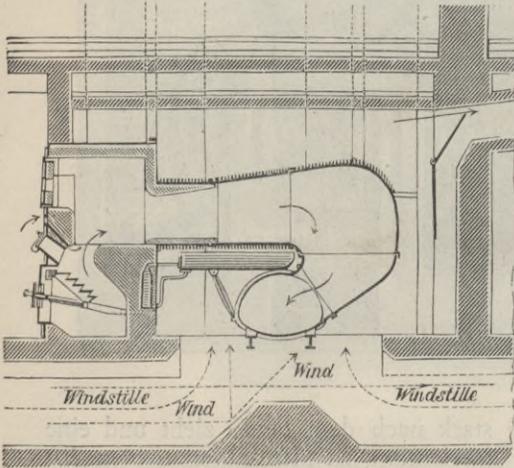
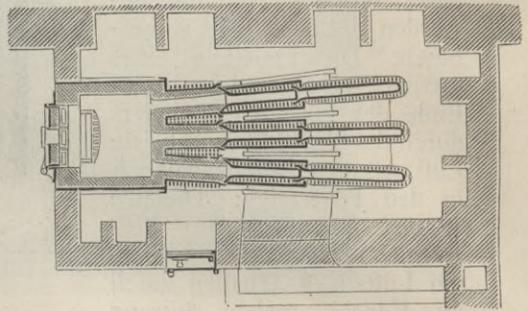


Fig. 82.



Beim neuen Wallnertheater in Berlin ist dasselbe System mit 5 Cylindern anstatt nur 3 von Eisenblech zur Anwendung gekommen, was sich ebenfalls bewährt haben soll, da die Scharmottefütterung selbst das dünne Eisenblech vor dem Rothglühendwerden gänzlich schützt. —

Fig. 83.

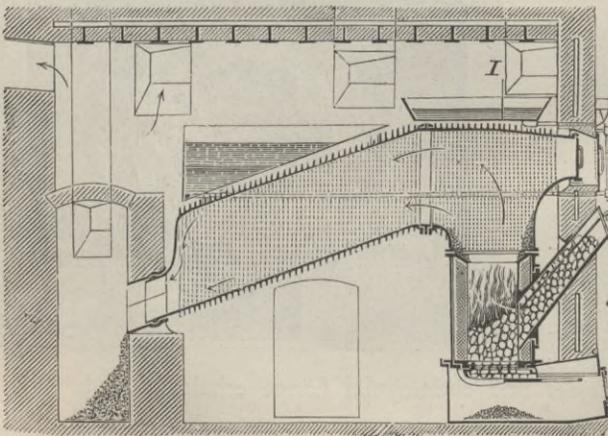
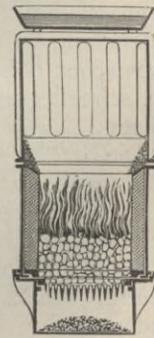


Fig. 84.



Schnitt I.

Bei dem für Feuerluftheizung bestimmten Ofen des Eisenwerks Kaiserslautern ziehen die Feuergase auf kürzestem Wege zum Schornstein, was allerdings die Reinigung erleichtert, die Wärmeausnutzung aber erschwert. Bei der

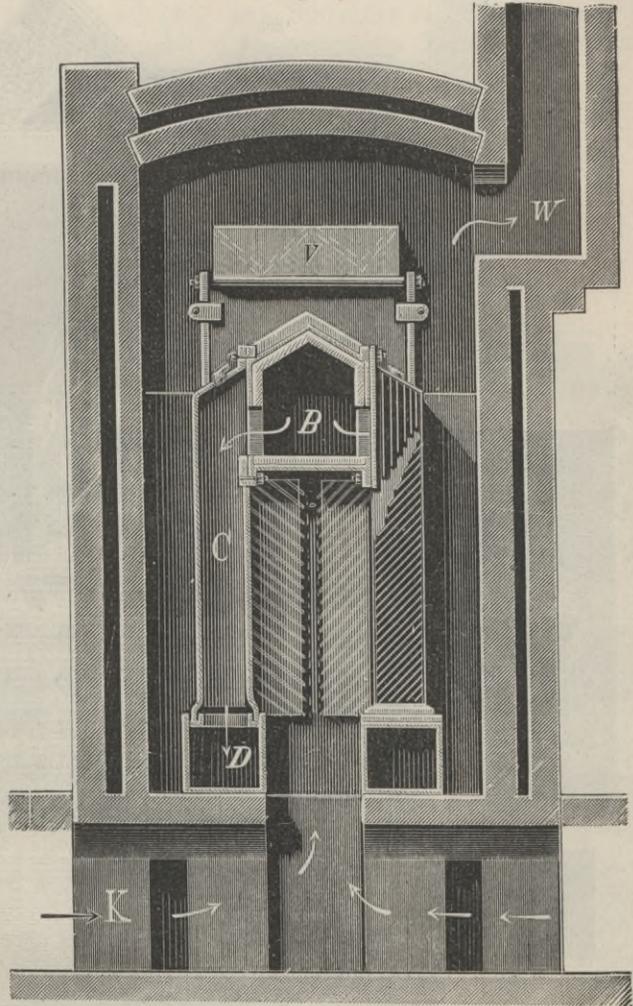
für Kohlen bestimmten Füllschichtfeuerung (Fig. 81 u. 82) liegt über dem Roste auf der Seite des Füllhalses die Kohle dick auf, während daneben eine dünnere Schicht bereits entgasten Brennstoffes liegt. Die nachrutschenden Kohlen verkoken zuerst und die dadurch entstehenden Gase verbrennen mit der durch die erwähnte dünnere Schicht im Ueberschusse zugeführten erwärmten Luft. Die Wasserverdunstung ist regelbar, indem auf den Heizröhren Wassergefäße mit schrägem Boden stehen, welche mit einander verbunden sind. Fülltrichter und Wasserstandsglas befinden sich an der Vorderseite des Ofens und die Verdunstungsfläche kann beliebig vergrößert oder verkleinert werden. Auch über den Feuerkasten ist noch ein Wassergefäß gestellt.

Dieser Ofen kann mit geringer Abänderung der Feuerung für jeden Brennstoff benutzt werden; die Fig. 83 u. 84 zeigen die Anordnung bei Verwendung von Steinkohlen oder Koks. Die Anzahl der neben einander befindlichen Rippenröhren ist je nach Bedarf verschieden. — Die Verdunstungsgefäße auf dem Heizkörper bleiben besser fort (S. 50).

Die Vorrichtung von Gebr. Körting in Hannover zeichnet sich dadurch aus, dass sie auf kleinem Raume eine grosse Heizfläche hat. Die in der mit entsprechenden Thüren *t* *m* und *l* (Fig. 85 u. 86) versehenen Füllschichtfeuerung *A* entwickelten

Verbrennungsgase treten in den mit Scharmotte ausgekleideten mittleren Kanal *B*, gehen durch die Rippenrohre *C* nach unten in die mit Reinigungsthüren *P* versehenen Kanäle *D* zum Schornsteinkanal *S*. Die kalte Luft tritt bei *K* ein und entweicht durch die Heissluftkanäle *W* in die zu heizenden Räume. Die Wasserverdunstungsvorrichtung *V* kann besser fortgelassen werden. Die Einrichtung bewährt sich, nur dürfen keine russenden Kohlen verwendet werden. —

Fig. 85.



Die Einführung der erwärmten Luft in die Zimmer möge an einer Sturm'schen Heizanlage für eine Schule (Fig. 87 u. 88) gezeigt werden. Die frische Luft tritt in die Luftkammern, durchzieht einen Wasorraum und die Heizkammer, steigt in drei Kanälen auf und tritt aus den mit entprechenden Klappen versehenen Oeffnungen v in die Zimmer. Eine entsprechende Menge

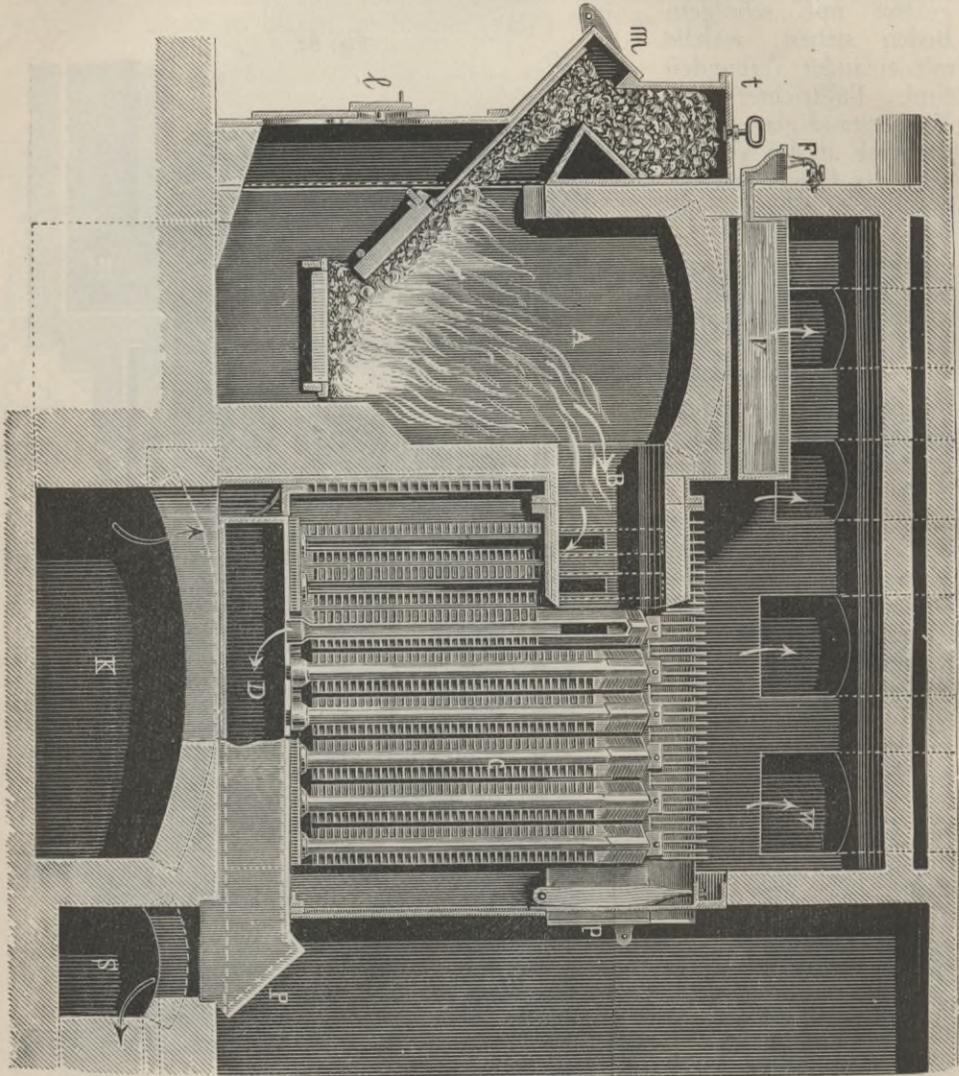


Fig. 86.

Zimmerluft entweicht durch die unmittelbar über dem Fussboden angebrachten Oeffnungen c, um durch unter dem Dache mündende Kanäle zu entweichen (rechte Seite der Fig. 86). Ist es zu warm, so kann man die oberen Klappen e öffnen.

Um auch im Sommer einen Luftwechsel zu erzielen, ist eine sog. Lockfeuerung (vgl. S. 48) vorgesehen, durch welche die Luft in dem mittleren

Schlott erwärmt wird, so dass ein Ansaugen durch Kanal S und Oeffnungen a stattfindet.

Die hier vorgesehene Verwendung Sturm'scher Oefen ist übrigens viel weniger gut als die eines grossen Heizkörpers, wie z. B. Fig. 85 u. 93 zeigen.

Als Beispiel einer bewährten Feuerluftheizung möge die im Hause des Verf. vorhandene besprochen werden.

Die Anlage hat die Aufgabe, 6 Zimmer mit warmer und reiner Luft zu versorgen, unten (Hochparterre) 3 Wohnzimmer A B C (Fig. 89: V Vorplatz, D Küche), darüber, eine Treppe hoch (Fig. 90), Bibliothek A, Arbeitszimmer B, Nebenzimmer C (D Laboratorium nebst daranstossendem Sammlungszimmer).

Fig. 87.

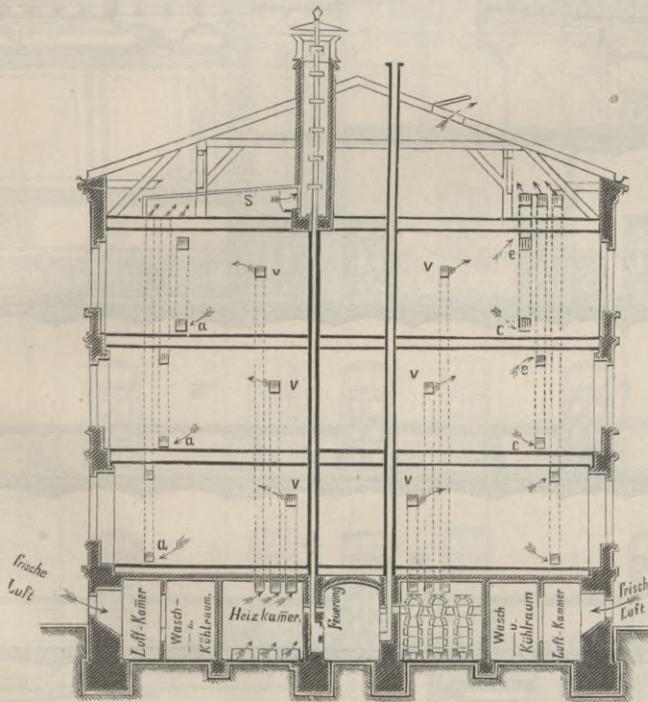
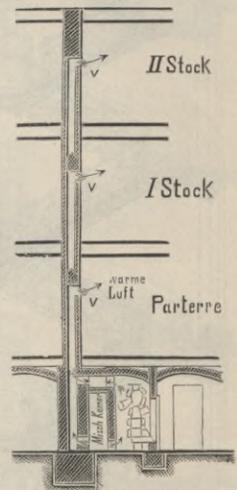


Fig. 88.



Die Heizungsanlage befindet sich in dem Kellerraum unter dem Zimmer B.

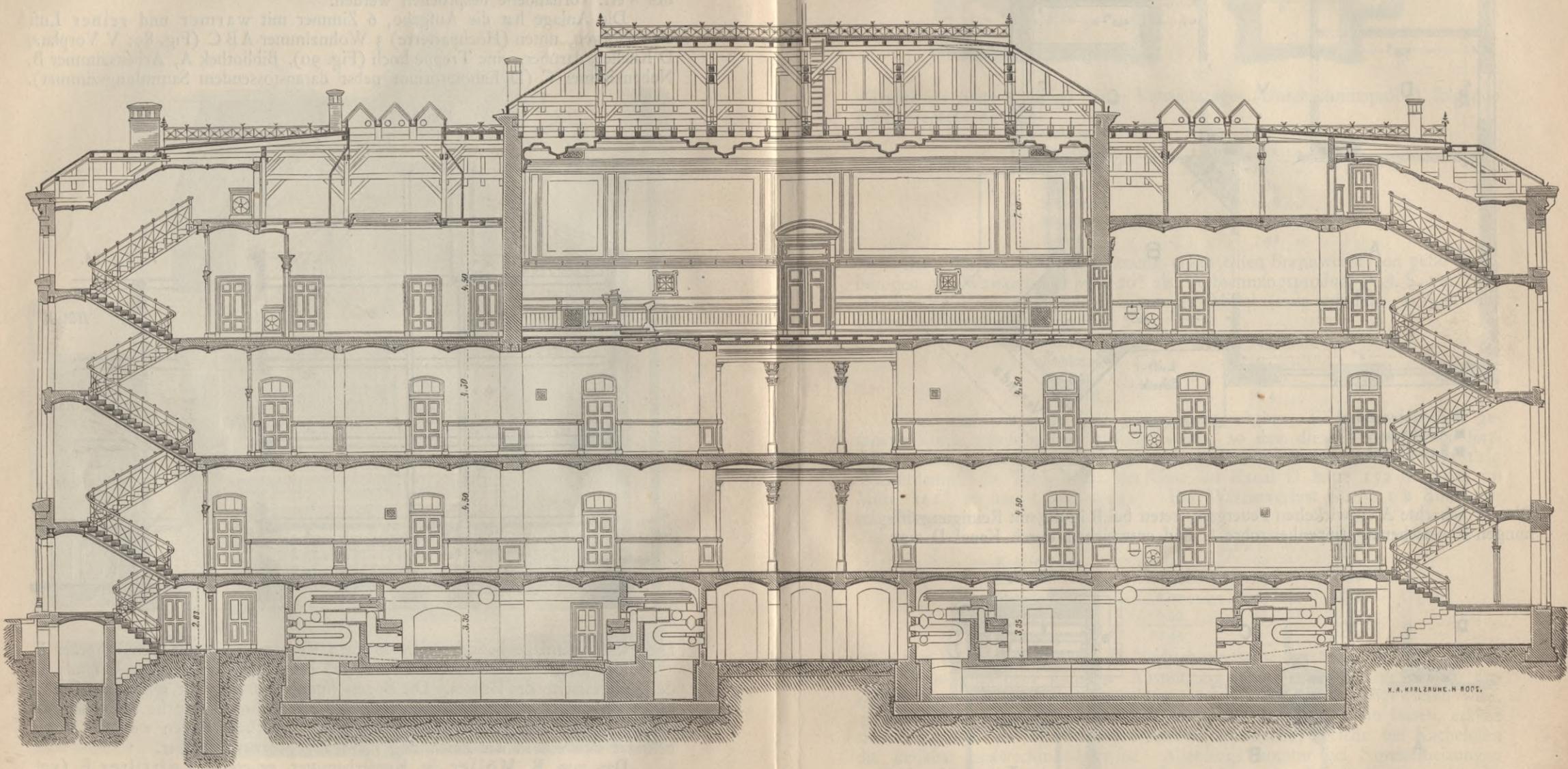
Der Luftschacht K¹) (Fig. 89 u. 92) befindet sich unter der Veranda an der Südwestseite des Hauses. Die Bogenöffnung derselben ist mit einem Drahtgitter verschlossen, vor welchem eine Reihe Wachholdersträucher steht, so dass dadurch schon alle gröberen Verunreinigungen zurückgehalten werden. Bei Z befindet sich ein in der Zeichnung nicht angegebener Schieber.

Das von K. Möller in Kupferhammer gelieferte Luftfilter F (vgl. Dingl. 254 S. 193) ist 2 m breit; die einzelnen Taschen sind 1,5 m lang und 0,85 m hoch. Bei 20 Taschen ergibt sich somit eine GesamtfILTERfläche von rund 50 qm. Die Heizung gebraucht stündlich 2000 bis etwa 3000 cbm Luft.

¹) Dieser von dem betreffenden Constructeur vorgeschriebene Schacht, welcher in der Anlage ziemlich theuer war, ist natürlich überflüssig, da die Luft ebenso gut durch das Fenster V, welches ebenfalls noch unter der Veranda sich befindet, eingeleitet werden könnte.

Es hat sich innerhalb dreier Jahre nicht der geringste störende Einfluss auf die Luftzufuhr bemerkbar gemacht, so dass der Schieber S fest verschlossen werden konnte, seit 2 Jahren aber entfernt und durch festes Mauerwerk ersetzt ist. Alle zutretende Luft muss somit durch das dichte Baumwollgewebe gehen.

Fig. 94.



Dieses hält Russ und Staub völlig zurück, erfüllt somit seinen Zweck in jeder Weise ¹⁾.

¹⁾ Als im ersten Herbst die ersten kalten Tage eintraten, fanden sich in dem Raum unter dem Filter viele Tausende kleiner Fliegen und Mücken, welche sich aus dem angrenzenden grossen Georgen-Parke geflüchtet hatten, durch das Filter aber gehindert wurden, in die Heizkammer zu gelangen, um an den Heizröhren C zu versengen und dementsprechend die Zimmerluft zu verderben.

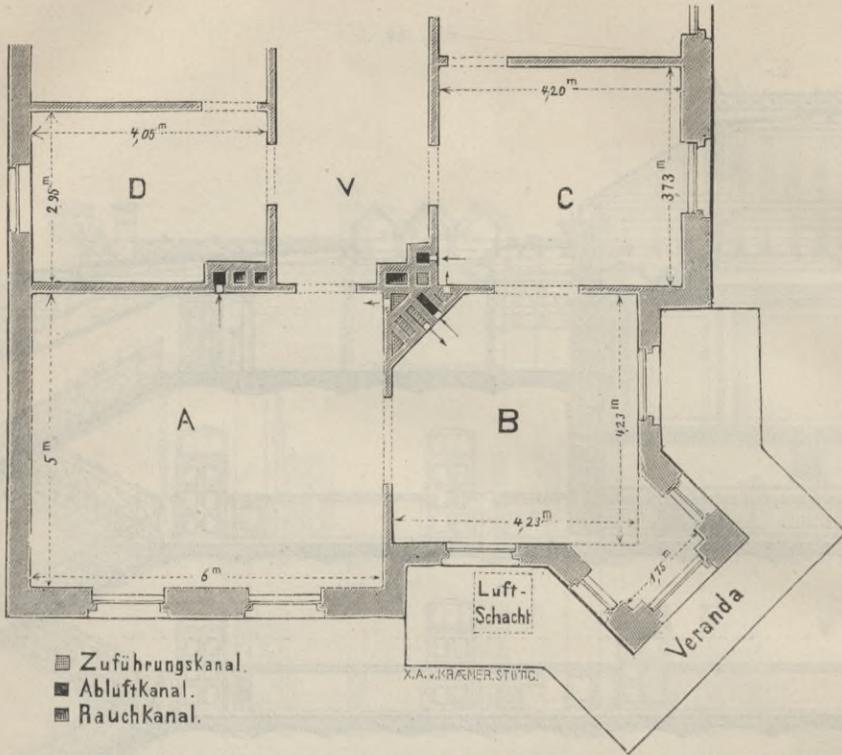
Die staubfreie Luft tritt durch Kanal L in die Heizkammer, erwärmt sich an den Heizröhren C und tritt bei W in 6 senkrecht glatt gemauerte (aber ohne Kalkverputz) Zuführungskanäle, von denen, wie Fig. 89 u. 90 zeigen, 5 in der Nische des Eckzimmers untergebracht sind, und welche in den

Fig. 94.

Zimmern 2 m über dem Fussboden münden. Von hier entweicht die Abluft unmittelbar über dem Fussboden durch 6 Schächte, welche auf dem Hausboden (nicht über dem Dach) münden. Dieser Umstand trägt wohl, ausser den ziemlich gut schliessenden (aber einfachen) Fenstern, dazu bei, dass, trotzdem die Luftzufuhr nur von einer Seite her stattfindet und das Haus in Folge der freien Lage dem Wind und Wetter sehr ausgesetzt ist, sich keinerlei Störung zeigt.

Die Kohlen werden durch Füllschacht f (Fig. 93) eingeworfen, während Thür t nur bei der Reinigung geöffnet wird und Thür a die Luftzufuhr regelt.

Fig. 89.



Die im Schachte A entwickelten Feuergase treten bei B in die mit Reinigungsöffnungen P versehenen Rippenheizrohre C und entweichen durch Kanal D zum

Fig. 90.

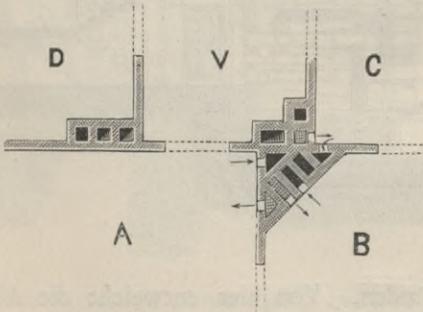
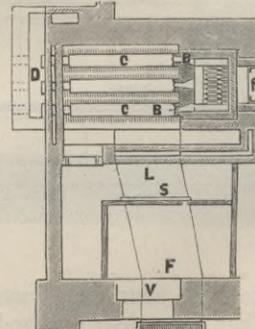


Fig. 91.



Schornstein. Die oberen Rohre C sind mit Scharmottesteinen ausgesetzt, wodurch eine Ueberhitzung desselben verhütet wird.

Die im ersten Winter in der Heizung verwendete Nusskohle der Zeche

Fig. 92.

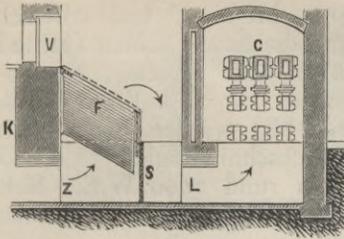
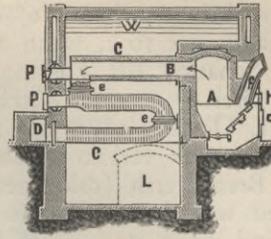


Fig. 93.



»Germania« hatte während eines Versuchstages (Durchschnittsprobe) folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff	80,01 Proc.
Wasserstoff	2,88 „
Sauerstoff	7,20 „
Stickstoff	0,89 „
Schwefel	0,48 „
Wasser	1,12 „
Asche	7,42 „

Die calorimetrische Bestimmung ergab einen Brennwerth von 7680 W.E., bezogen auf Wasserdampf von 20° als Verbrennungsproduct (vgl. S. 11). Die abziehenden Verbrennungsgase hatten im Mittel (von stündlich 6 Analysen) folgende Zusammensetzung:

Kohlensäure	14,9 Proc.
Kohlenoxyd	0 „
Sauerstoff	4,7 „
Stickstoff	80,4 „

Russ und brennbare Gase waren nicht wägar, die durch den Rost gefallene Kohle wurde wieder durchgebrannt, so dass diese Verlustquellen fortfallen. Die in die Feuerung eintretende Luft enthielt bei 20° in 1 cbm 12 g Wasserdampf, die Temperatur der Gase im Kanal D hatte 152 bis 169, im Mittel 161°, so dass $t - t_1 = 141^\circ$. Der Wärmeverlust für je 1 k Kohle beträgt demnach:

	cbm	$141 \times \text{sp. W.}$	Wärmeverlust W.E.
Kohlensäure	1,48	60	89
Sauerstoff	0,47	44	21
Stickstoff	8,00	43	344
Wasserdampf	0,49	55	27
	<u>10,44</u>		<u>481</u>

Der Wärmeverlust durch die Verbrennungsgase beträgt somit nur 6,3 Proc.

Diese ungemein günstige Ausnutzung der Brennstoffe gegenüber den Zimmeröfen, besonders den Kachelöfen, welche, wie S. 12 nachgewiesen wird, 40 bis 80 Proc. des gesammten Brennwerthes in den Schornstein lassen, erklärt sich durch die weit zweckentsprechendere Heizfläche, welche bei Kachelöfen die denkbar unzweckmässigste ist. Allerdings kommt bei Sammelheizungen auch der Verlust durch Leitung und Strahlung der Feuerungsanlage an die Umgebung in Frage. Berücksichtigt man aber, dass derselbe für die Dampfkesselfeuerungen nur 5 bis 8 Proc. beträgt (vgl. S. 20), so wird derselbe bei der fraglichen Anlage gewiss nicht mehr betragen. Zudem dient diese Wärme dazu, das ganze Treppenhaus und die Vorplätze V (Fig. 89 u. 90) gleichmässig zu erwärmen.

Der grösste Brennstoffverbrauch für 24 Stunden betrug 110 k Kohlen bei — 15° Aussentemperatur und heftigem Ostwind mit Schneetreiben, dem nament-

lich die Zimmer B und C ausgesetzt sind. Ferner bei -8° und Westwind 90 k Kohlen, bei -4 bis -6° etwa 80 k, bei -2° und schwachem Ostwind 65 k, aber nur 50 k, wenn am Mittag die Sonne schien (Mitte Februar), obgleich im Schatten das Thermometer nicht über 0° stieg, Nachts aber auf -5° sank. Bei $+3^{\circ}$ und Windstille wurden nur 25 k Kohlen gebraucht.

Vom 1. October 1886 bis 10. April 1887 wurden 7500 k Kohlen der Grube »Margaretha« verbrannt, also im Durchschnitt täglich 38 k. Die Kohle hatte einen Brennwerth (calorimetrisch) von rund 7600 W.E. Nehmen wir der Sicherheit wegen an, dass 80 Proc. der Wärme in die 6 Zimmer gelangt wären, so sind dieses 231 000 W.E.

Die Luft tritt mit durchschnittlich 45° in die Zimmer und entweicht wieder mit 20° . Die Durchschnittstemperatur im Freien beträgt für Hannover im

October	7,8 ^o
November	2,3
December	1,1
Januar	0,2
Februar	1,1
März	2,2

Im Durchschnitt des ganzen Winters somit $2,5^{\circ}$, so dass rund 60 Proc. der Wärme für die eigentliche Heizung erforderlich ist und 40 Proc. für die Lüftung verwendet wird.

Die Wärmevertheilung in den Zimmern ist sehr gut. Obgleich z. B. das Arbeitszimmer des Verf. (B Fig. 90) die Ecke des Hauses bildet und 5 Fenster hat, beträgt selbst bei Ostwind und -4° der Temperaturunterschied in Kopfhöhe und am Fussboden nur etwa 1° , ein Ergebniss, wie es gleich günstig von keiner anderen Heizung ohne so lebhaft Luftbewegung, am wenigsten von der Ofenheizung, erzielt wird.

Wäre die Anlage nicht mit Lüftung sondern mit Umlauf (Circulation) eingerichtet, so würden zwar 40 Proc. Brennstoff weniger gebraucht, aber jedenfalls auf Kosten des Wohlbefindens der Bewohner, da jetzt alle Zimmer von völlig staubfreier reiner Luft durchströmt werden.

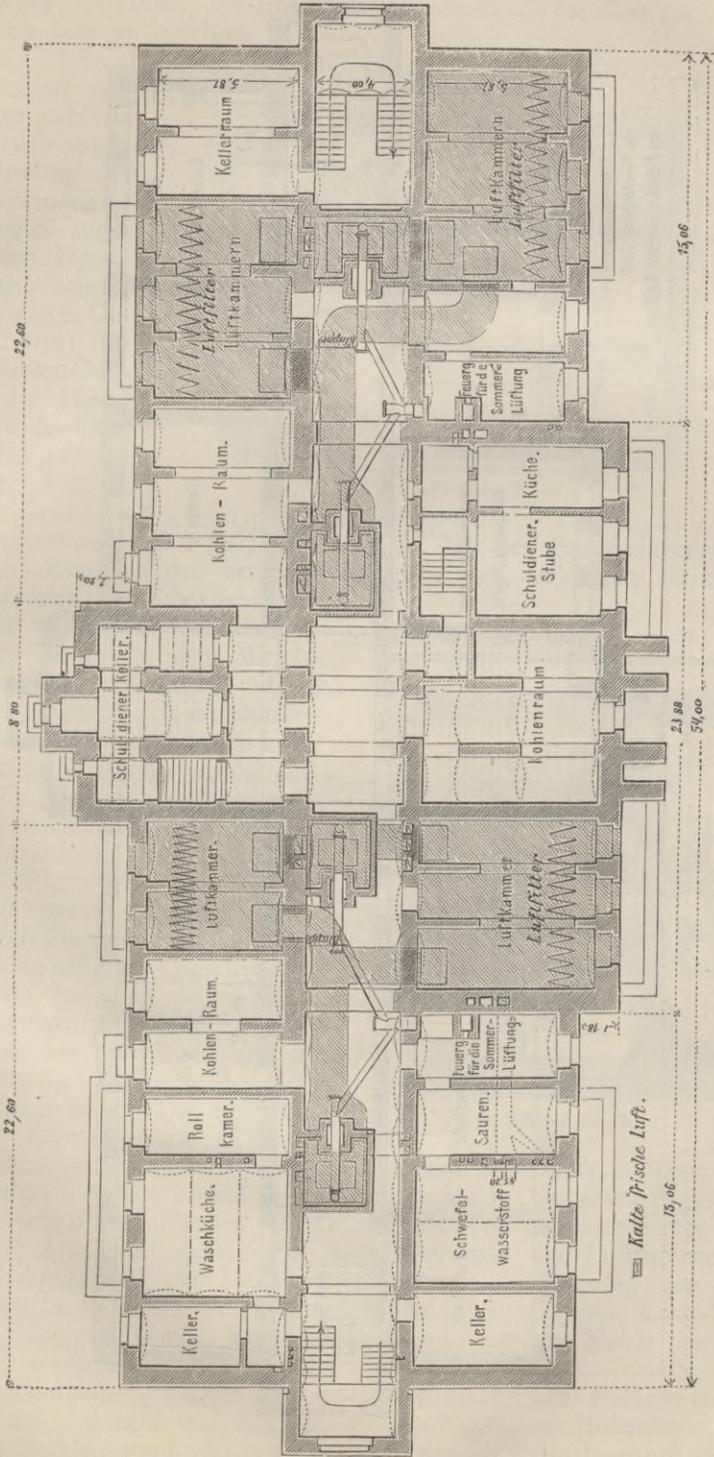
Die Aussenfläche der 6 Zimmer beträgt etwa 200 qm, davon 35 qm Fenster, die Bodenfläche rund 130 qm. Um diese 6 Räume Tag und Nacht gleichmässig auf 19 bis 20° zu erhalten, waren somit im Durchschnitt des ganzen Winters täglich 138 600 W.E. erforderlich oder für jedes Zimmer rund 23 000 W.E.

Vergleichen wir diese Erfahrungswerthe mit den nach S. 52 berechneten. Der stündliche Wärmeausgleich für 1 qm beträgt:

	nach d. aml. Verordn., (S. 51)
165 qm Backsteinmauerwerk von 0,5 m	183 W.E.
35 qm Fenster	<u>131</u> „
	314 „
Mittlerer Temperaturunterschied 17°	= 5338 „
Die mittlere Temperatur des Kellers betrug etwa $+13^{\circ}$,	
daher bei 65 qm Bodenfläche	300 „
65 qm Decke bei etwa $+5^{\circ}$	<u>500</u> „
	6138 W.E.

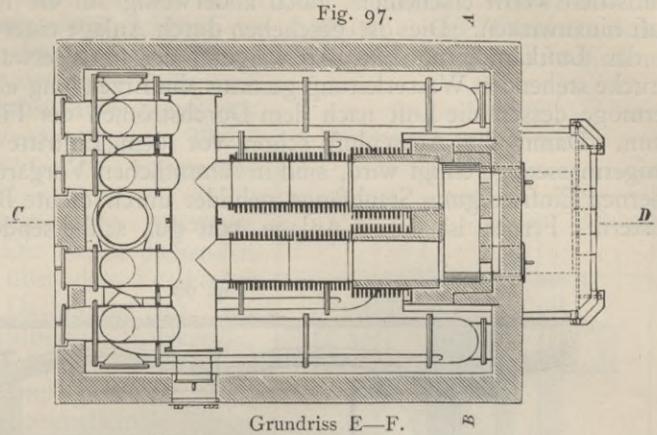
Somit in 24 Stunden rund 146 000 W.E. Die Rechnung stimmt also befriedigend, wenn man berücksichtigt, dass die Wände u. s. w. trocken gehalten werden. Andererseits zeigen die Ergebnisse der einzelnen Tage, dass bei ruhigem trockenem Wetter viel weniger Wärme erforderlich war, als die Rechnung ergibt, bei regnerischem Wetter, wenn namentlich die Fenster nass waren,

Fig. 95.



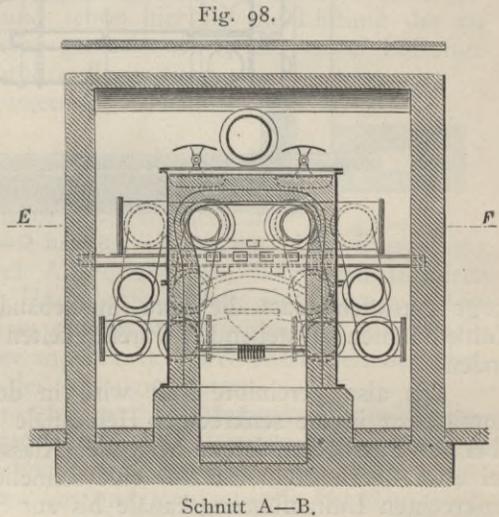
aber ganz erheblich mehr, ein Umstand, der namentlich bei allen sog. Garantieversuchen sehr zu beachten ist.

Als Beispiel einer grossen Anlage möge die von Reinhardt ausgeführte Heizung des neuen Gymnasiums in Göttingen angeführt werden. Fig. 94 zeigt einen Schnitt durch das ganze Gebäude (1 : 200) mit den vergitterten Oeffnungen der Heissluftkanäle in den Klassen und den 4 Oefen im Keller. Fig. 95 zeigt den Grundriss



des Kellergeschosses (1 : 300) und Fig. 96 den des Erdgeschosses (1 : 300). Nach Massgabe der örtlichen Lage der zu heizenden Räume, sowie

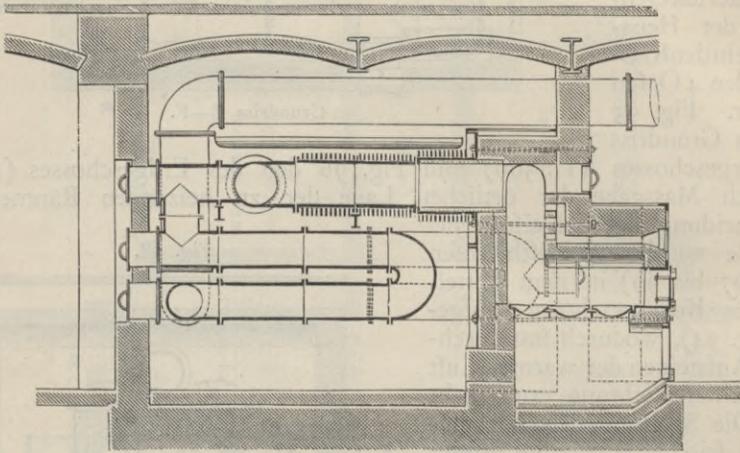
zur Vermeidung des Schleifens der Heizkanäle wurden 4 Luftheizöfen (s. Fig. 97 bis 99) in dem Mittelgange des Kellergeschosses aufgestellt (Fig. 94), wodurch fast durchweg ein Aufsteigen der warmen Luft in senkrechter Richtung ermöglicht wurde. Die Speisung der Heizkammern mit frischer Aussenluft erfolgt durch Vermittlung grosser begehbare Kaltluftkammern, und zwar für je 2 Oefen zusammengehörig. Um die störenden Einwirkungen jeglicher Windrichtung möglichst unschädlich zu machen, hat man demnach 4 Kaltluftkammern angeordnet, von denen 2 an der nördlichen und 2 an der südlichen Langseite des Gebäudes belegen sind. Die einander gegenüber liegenden und zu derselben Oefengruppe gehörenden Luftkammern sind unter sich und mit den Heizkammern durch Kanäle unterhalb der Kellersohle in Verbindung gesetzt, wie durch die schraffirten Flächen im Grundrisse (Fig. 95) angedeutet ist. Die frische kalte Aussenluft nimmt also ihren Weg von den Luftkammern durch den Verbindungskanal zur Heizkammer. Durch die Stellung von Wechselklappen, welche in diesen Verbindungskanälen angebracht sind, kann die frische Luft, der jeweiligen Windrichtung entsprechend, von der Nord- oder Südseite entnommen werden.



Zur Reinigung der Luft sind in den Luftkammern Filter angebracht, bestehend aus senkrecht und zickzackförmig aufgestellten Holzrahmen, welche mit grober Sackleinwand von etwa 0,5 mm Maschenweite bespannt sind.

Die freie Lage des Gebäudes im Vereine mit der grossen Staubentwicklung auf den nur mit Steinschlagbahnen versehenen Zugangsstrassen liess es wünschenswerth erscheinen, noch anderweitig auf die Reinigung der frischen Luft hinzuwirken. Dies ist geschehen durch Anlage einer Brausevorrichtung in den Luftkammern. Eine Abzweigung der unter etwa 2,5 Atm. natürlichem Drucke stehenden Wasserleitung gestattet die Erzeugung eines Wasserschleiers, vermöge dessen die Luft nach dem Durchströmen der Filter gewaschen werden kann. Damit die Aussenluft schon vor dem Eintritte in die Luftkammern einigermaßen gereinigt wird, sind in sämtlichen Vorgärten längs der schmiedeeisernen Einfriedigung Staubfänge gebildet durch dichte Bepflanzung mit Nadelhölzern. Ferner ist durch Anlage von gut schliessenden Doppelthüren Für-

Fig. 99.



Schnitt C—D.

sorge getroffen, dass die etwa im Gebäude-Innern, in den Wirtschafts- und Kohlenräumen entstehenden Unreinigkeiten keinen Eingang in die Luftkammern finden.

Die also gereinigte Luft wird in den Heizkammern erwärmt und tritt unmittelbar in die senkrechten Heizkanäle ein, welche in der Höhe von 2,1 m über den Fussböden der zu heizenden Klassenzimmer ausmünden. Damit jedoch bei etwa überheiztem Zimmer eine schnelle Abkühlung erfolgen kann, sind die senkrechten Luftzuführungskanäle bis zur Sohle der Heizkammer hinabgeführt. Die Oeffnung unterhalb des Deckengewölbes der Heizkammer ist mit einer Wechselklappe versehen. Je nach der Stellung derselben kann warme oder kalte frische Luft in den senkrechten Kanal eingeführt werden oder auch eine Mischung von warmer und kalter Luft.

Die in den Klassenzimmern befindlichen Ausströmungsöffnungen der warmen bezw. frischen Luft sind mit einer Drosselklappe versehen. Bei Regelung der Gesamtanlage durch Vornahme von Probeheizungen ist die Stellung dieser Klappen dem Luftbedarfe jeden Raumes entsprechend bestimmt worden. Nach dieser einmaligen Festsetzung verbleibt die Stellung der Klappen. Während des ferneren Betriebes ist den Lehrern und Schülern erschwert, daran selbstthätig zu ändern, indem die Drehung der Klappe nur mittels eines Schlüssels vorgenommen werden kann. Die Wärmeregulung erfolgt zu Gunsten einer

ständigen Lüftung nur seitens des Heizers durch den Gebrauch der bereits erwähnten Wechselklappen in der Heizkammer. Damit demselben das Ablesen der Zimmertemperaturen ohne Betreten der Klassen ermöglicht werde, sind in den Thüren der Klassenzimmer Schlitzlöcher zur Aufnahme von Thermometern angebracht. Die Unterschiede der Temperaturen im Zimmer und auf dem Gange sind hinsichtlich der Einwirkung auf das Thermometer möglichst unschädlich gemacht durch doppelte Verglasung des Thürschlitzes an der dem Gange zugewandten Seite.

Die Lüftung erfolgt durch Absaugen der verdorbenen Luft. Die hierzu dienenden Kanäle beginnen dicht über dem Fussboden und münden auf dem Dachboden aus, wo sie mittels luftdicht geschlossener Holzkanäle, welche aussen mit Asphaltpappe und Strohhalmüberzug gedichtet und geschützt sind, gesammelt werden. Die Sammelkanäle führen zu den Sauggeschächten an den beiden Schmalseiten der Aula. Die Wirkung der letzteren beruht auf der Ausnutzung der von den Heizöfen entweichenden Feuergase. Je zwei der Heizöfen haben gemeinsamen Rauchabzug erhalten, welcher zunächst im Mauerwerke ausgespart ist und schon hier für die Lüftung der zunächst liegenden Räume dadurch nutzbar gemacht wird, dass zwei Lüftungskanäle unmittelbar neben dem Rauchrohre liegen und von demselben nur durch 7 mm starke gusseiserne Essenplatten geschieden sind (Fig. 101).

Vom Fussboden des Dachbodens ab besteht das Rauchrohr aus einem gusseisernen Cylinder; um denselben ist der auf Kastenträgern ruhende Saugschacht hochgemauert, in welchen die oben beschriebenen Sammelkanäle einmünden. Der Einwirkung des Windes auf die Lüftung ist durch Anordnung von Schornsteinaufsätzen aus verzinktem Eisenblech begegnet. Um die Saugkraft der Lüftungsschlote namentlich für die Zeit, in welcher nicht geheizt wird, wirksamer zu machen, sind zehn Gasflammen in jedem Schachte angebracht; durch Anzünden derselben findet eine sehr erhebliche Steigerung der Absaugung statt.

Ausser der unteren Abzugsöffnung haben die Lüftungskanäle in sämtlichen Zimmern noch eine solche unter der Decke. Letztere lüftet kräftiger und wird hauptsächlich dann benutzt, wenn in Folge plötzlichen Witterungswechsels eine Ueberheizung stattgefunden hat und eine schnelle Abkühlung gewünscht wird. Beide Oeffnungen sind mittels eiserner Schieber mit festen Rahmen zu öffnen, bezw. zu schliessen. Die kleineren sind aus Gusseisen, die grösseren aus Schmiedeeisen gefertigt.

Der Kohlenverbrauch war unter Annahme von 180 Heiztagen zu je 8 Stunden auf 107,5 t Kohlen berechnet; es wird also nicht stetig geheizt, vgl. S. 49. — Die Heizung der Dienstwohnungen erfolgt durch Kachelöfen.

Die Wasserheizung.

Man unterscheidet zunächst bei der Wasserheizung zwei Arten, diejenige mit sog. Niederdruck oder Warmwasserheizung und die mit Hochdruck oder Heisswasserheizung. Bei der ersten wird der Siedepunkt des Wassers

Fig. 100.

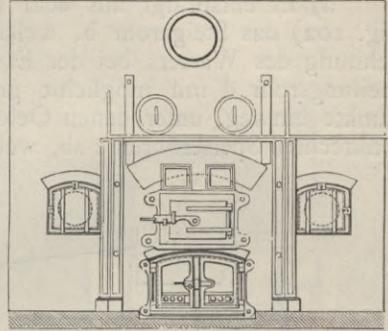
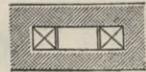


Fig. 101.



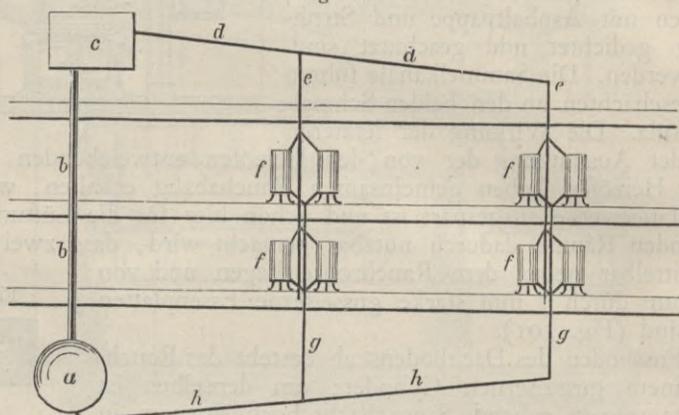
nicht erreicht, bei der zweiten bedeutend überschritten, die Dampfbildung aber verhindert durch die Pressung in den Röhren, weil kein dampfbildender Raum freigelassen ist.

1. Warmwasserheizung.

Die Art der Röhrenleitung kann verschieden sein:

a) Es entspringt aus dem höchsten Punkte des Kessels *a* (schematische Fig. 102) das Steigerohr *b*, welches zu dem Expansionsgefäß *c* (für die Ausdehnung des Wassers bei der Erwärmung) führt, von da aus geht ein Verteilungsrohr *d* mit möglichst grossem Gefälle im Dachraum über alle die Punkte hinweg, unter denen Oefen stehen sollen; von *d* aus zweigen sich die senkrechten Speiseröhren *e* ab, welche die Oefen *f* füllen. Aus den Oefen geht

Fig. 102.



das abgekühlte Wasser durch die Röhren *g* nach dem Rückleitungsrohr *h* und durch dies in den tiefsten Punkt des Kessels *a* zurück. So geschieht der Kreislauf einfach dadurch, dass das Wasser in den Röhren *e* und *g*, sowie in den Oefen *f* kälter, also schwerer ist als dasjenige in *a*. Es folgt daraus, dass die Röhren bei Wasserheizungen mit viel Gefälle gelegt werden müssen.

b) Um die starke Abkühlung im Dachraume zu vermeiden, ordnet man auch, wie im nachfolgenden Beispiele gezeigt ist, für jede Ofengruppe besondere Steigeröhren an, wobei sich die Expansionsgefäße in Aufsätzen auf den Oefen befinden. In Fig. 103 ist ein derartiges System dargestellt; die Röhren *a* sind Zuleitungs-, die Röhren *b* Rückleitungsrohre, *c* ist ein Ueberlaufrohr zur Regelung der Wassermenge im Expansionsgefäße *d*. Jeder Ofen ist durch zwei Hähne absperrbar.

Nach Granger und Hayn wird ein kleiner, aufrechtstehender, nur 1 m im Quadrat, einschliesslich Mauerwerk, einnehmender Kessel mittels einer Schüttvorrichtung *i* (Fig. 104 bis 106) mit Brennstoff gefüllt und unterhält die Wiedererwärmung des durch ihn von *h* nach *g* kreisenden Wassers während Tag und Nacht. Die Bedienung der Feuerung beschränkt sich auf das Reinigen der Roste *b* von Schlacken und das ein- bzw. zweimalige Füllen des Schüttzylinders, ungefähr eine halbe Stunde täglich. Die Verbrennungsluft tritt durch Kanal *a* unter den Rost *b*, die Feuergase gehen durch die Züge *c* zum Schornstein *d*.

Der Kessel besteht aus 19 gusseisernen, senkrecht stehenden Röhren von 65 mm Durchmesser, welche an ihrem oberen und unteren Ende durch zwei wagrechte, hufeisenförmige Ringstücke *f* zu einem Ganzen verbunden sind. Die Zwischenräume der einzelnen Röhren sind durch an dieselben angegossene

Fig. 103.

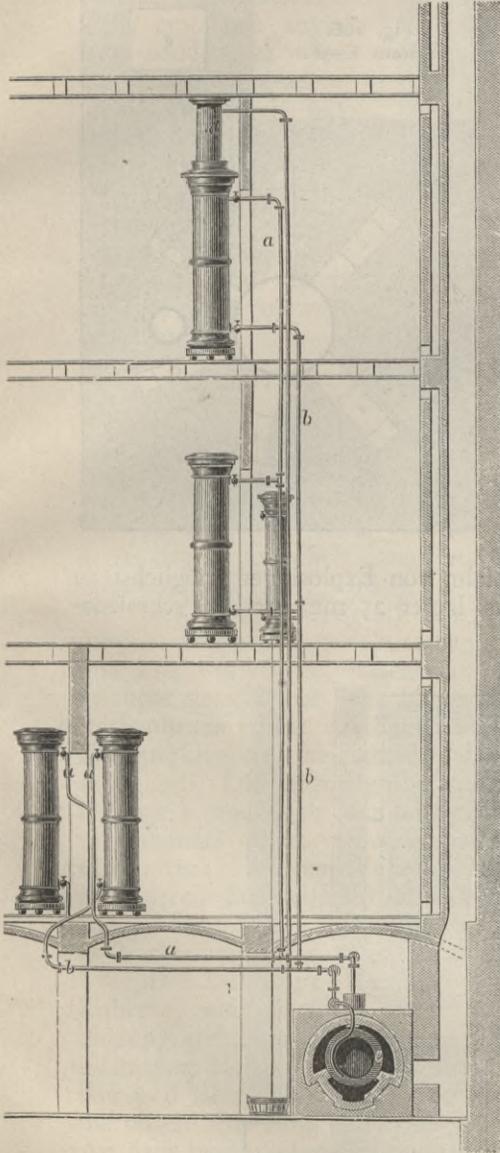
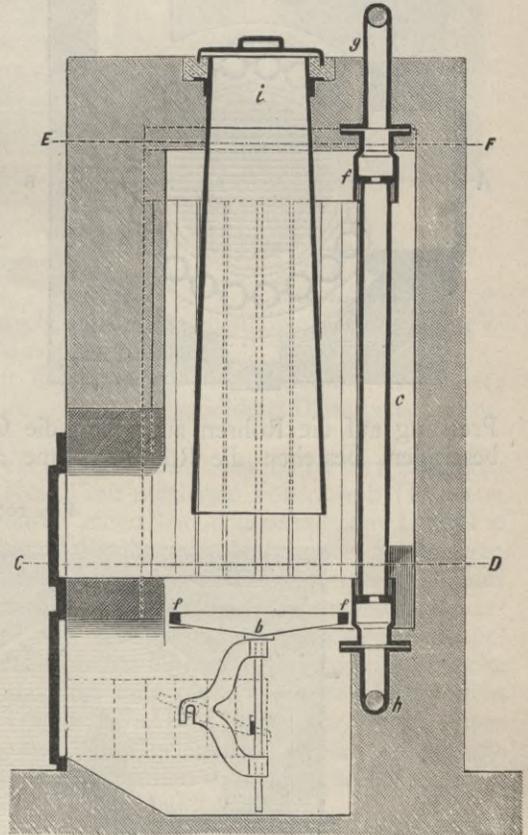


Fig. 104.



Schnitt A—B.

a Kanal zur Zuführung der Luft. — c Feuerzüge.
d Rauchrohr.

Flanschen ausgefüllt, wodurch die feuerberührte Fläche thunlichst vermehrt wird. An dem oberen Ringe ist der Stutzen angegossen, mit dem das Steigerohr *g* verbunden; in gleicher Weise führt das Rücklaufsrohr *h* das abgekühlte Wasser unten in den Kessel zurück.

2. Heisswasserheizung.

Das Wasser wird bei der sog. Perkins'schen Heizung weit über den Siedepunkt ohne Expansionsraum erhitzt und übt in Folge dessen eine ungeheure

Fig. 105.
Schnitt C—D.

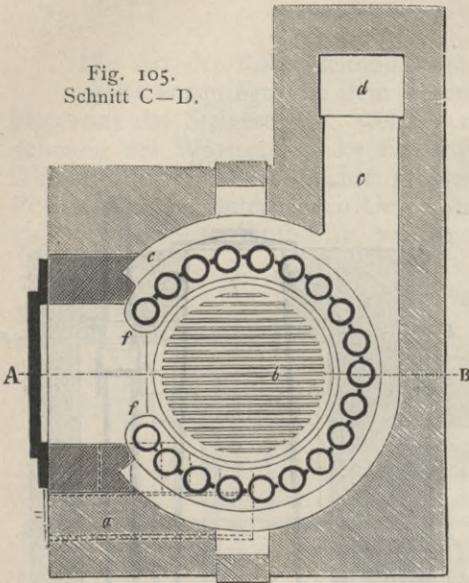
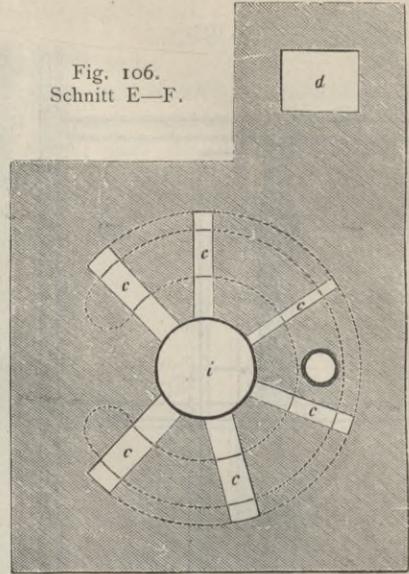
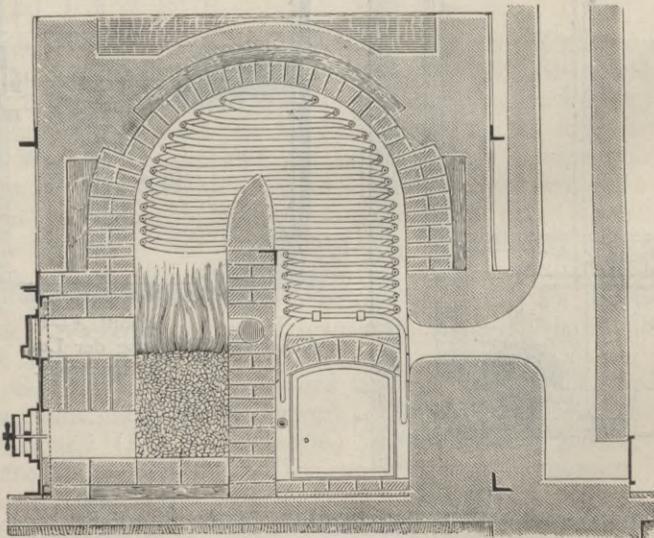


Fig. 106.
Schnitt E—F.



Pressung auf die Röhren aus. Um die Gefahr von Explosionen möglichst zu beseitigen, bestehen die Röhrensysteme aus lauter 25 mm starken schmiede-

Fig. 107.

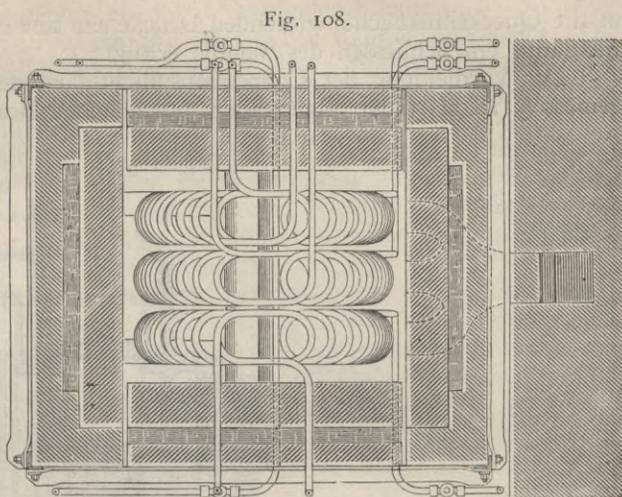


eisernen, auf den Druck von etwa 80 Atm. probirten Röhren. Da die Wassermenge bei diesem Systeme sehr gering ist, so kühlt dasselbe schnell ab, so-

bald mit der Feuerung aufgehört wird. Es gibt aber auf der andern Seite wiederum sehr schnelle Hitze. Ein

Kessel wird hierbei nicht besonders angelegt, sondern es wird das Wasser unmittelbar in den mehrfach hin und her geführten Röhren erhitzt.

Die Feuerung für Heisswasserheizung von Fischer und Stiehl wird durch Fig. 107 und 108 verdeutlicht.



Dampfheizung.

Bei den Dampfheizungen unterscheidet man ebenfalls Niederdruckdampfheizung und Hochdruckdampfheizung.

Zu ersterer wird in Fabriken oft der Abdampf der Maschine verwendet; es ist dann namentlich darauf zu sehen, dass das gebildete Dampfwasser entsprechend abgeführt wird¹⁾.

Bei der Niederdruckdampfheizung von Bechem und Post in Hagen wird als Dampferzeuger ein stehender Kessel mit mittlerem Füllrohr b (Fig. 109 und 110) verwendet, welches oben durch einen leicht abnehmbaren Deckel e luftdicht verschlossen ist. Unter diesem Füllrohr und über einer geräumigen Aschengrube i liegt der Rost d, welcher der besseren Reinigung wegen zum Herunterklappen eingerichtet und mit pendelnden, sog. Messerroststäben versehen ist. Die Aschengrube sowohl wie die ausserdem vorhandene Schüröffnung k sind beide mit luftdicht schliessenden Thüren l verschlossen, welche mit einander derart verbunden sind, dass die eine ohne die andere sich nicht öffnen lässt. Die zur Verbrennung erforderliche Luft kann nur durch einen besonderen Zuleitungskanal m unter den Rost gelangen. Dieser Zuleitungskanal ist durch ein Tellerventil n, welches mit einem selbstthätigen Druckregler in Verbindung steht, luftdicht abschliessbar.

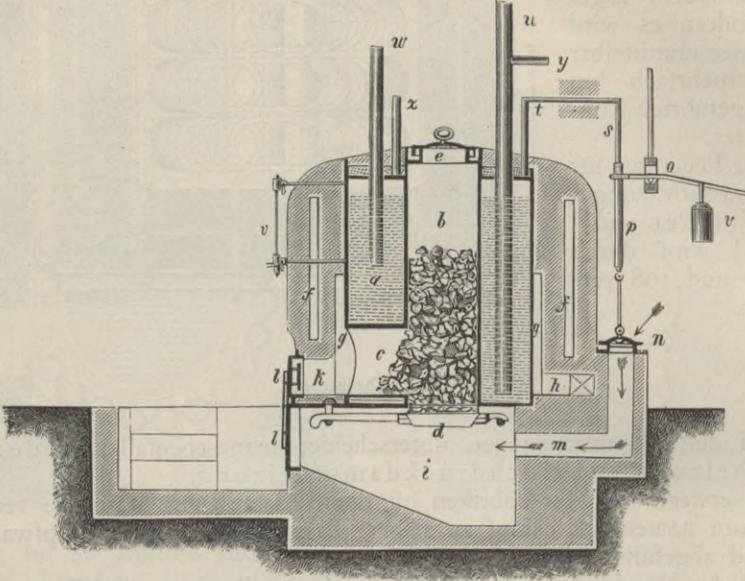
Der Druckregler besteht aus einem festen, senkrechten, unten offenen Rohre s, welches durch Rohr t mit dem Dampfraume des Kessels a in Verbindung steht, und aus einem zweiten, weiteren Rohre p, welches, an einem astatischen Hebel o aufgehängt, sich frei über dem festen Rohre auf und nieder bewegen lässt. Das bewegliche Rohr ist so weit mit Quecksilber gefüllt, dass die untere Oeffnung des festen Rohres stets unter Quecksilberabschluss bleibt. An dem beweglichen Rohre hängt nun der Teller des den Luftzuführungskanal schliessenden Ventils n. Durch ein an dem freien Arme des Hebels angebrachtes Laufgewicht v wird derselbe ausgeglichen, so dass bei dem geringsten

¹⁾ Die Anordnung der Rohrleitungen u. dgl. vgl. H. Fischer: Handbuch der Architektur III, Bd. 4, S. 185.

auf die Quecksilberfläche wirkenden Drucke ein Sinken des beweglichen Rohres und damit ein Schliessen des Ventils erfolgt.

Zur Vermeidung der Concessionspflichtigkeit der Kesselanlage ist dieselbe (gemäss § 18 al. 3 der allgemeinen polizeilichen Bestimmungen über die An-

Fig. 109.



legung von Dampfkesseln vom 29. Mai 1871) mit einem oben offenen, 8 cm weiten, in den Wasserraum des Kessels hinabreichenden Standrohr u von 5 m Höhe versehen, welches in das Freie geführt wird, also den Kessel unver-

Fig. 110.

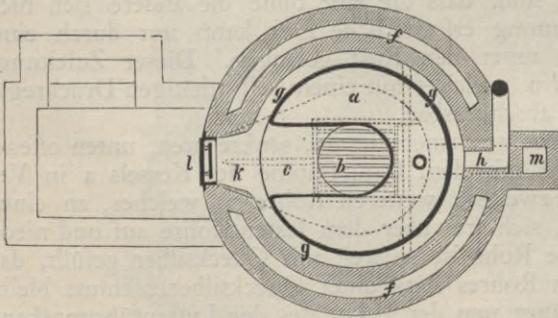
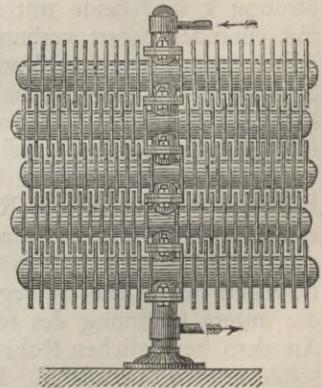


Fig. 111.



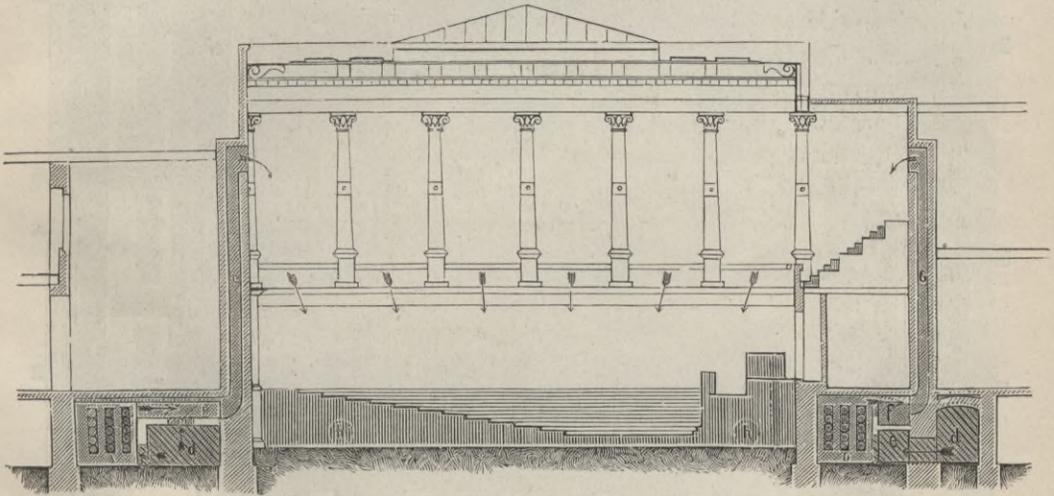
schliessbar mit der Atmosphäre verbindet. Durch diese Einrichtung gehört der Dampferzeuger dieses Systems in die Klasse der offenen Kessel, kann also, wie jeder Kochtopf, ohne Gefahr überall Aufstellung finden.

Der Kessel muss tiefer liegen als die zu heizenden Räume und wird daher in dem Keller, wo möglich in einem abgeschlossenen Raume, aufgestellt. Die Einrichtung wird vervollständigt durch ein Feuerrohr c, die Einmauerung f, den Zug g, die Verbindung mit dem Schornstein h, einen Wasserstandszeiger v, einen selbstthätigen Speiserufer w.

Von dem Kessel führt ein Hauptdampfrohr x von etwa 40 mm lichter Weite bis zu dem höchsten Punkte der zu beheizenden Räume in möglichst gerader Richtung. Von diesem Hauptdampfrohr zweigen Vertheilungsrohre in abnehmenden Weiten derart ab, dass die Zuleitungsrohre zu den einzelnen Heizkörpern höchstens noch eine lichte Weite von 13 mm haben.

Zur Heizung der Räume, das heisst zur Uebertragung der in dem Dampf enthaltenen Wärme an die Zimmerluft, dienen besondere, in jedem einzelnen Raume aufgestellte Heizkörper. Dieselben bestehen, entsprechend dem für den Raum berechneten Wärmeverbrauch, aus einer Anzahl (3, 4, 5 u. s. w.) gusseiserner Rippenelemente, welche vermittels Flanschen über einander geschraubt werden und so einen zusammenhängenden grösseren Dampfraum bilden (Fig. 111).

Fig. 112.



An jedem Heizkörper ist ein Dampfbsperrventil angebracht, so dass ein jeder, unabhängig von den anderen, aus der Leitung ausgeschaltet werden kann. Dieser Heizkörper ist umgeben mit einem doppelwandigen eisernen Mantel, dessen Hohlraum mit Isolirmaterial gefüllt ist. Oben wird dieser Mantel von einem ebenso isolirten, beweglichen Deckel geschlossen. In den Mantel tritt die Luft von unten ein und wird durch ein gelochtes Blech gleichmässig an alle Theile des Heizkörpers geführt. Wird der Deckel geöffnet, so tritt die von dem Rippenheizkörper abgegebene Wärme in das Zimmer ein, bei Schliessung des Deckels hört die Wärmeabgabe an das Zimmer wieder auf.

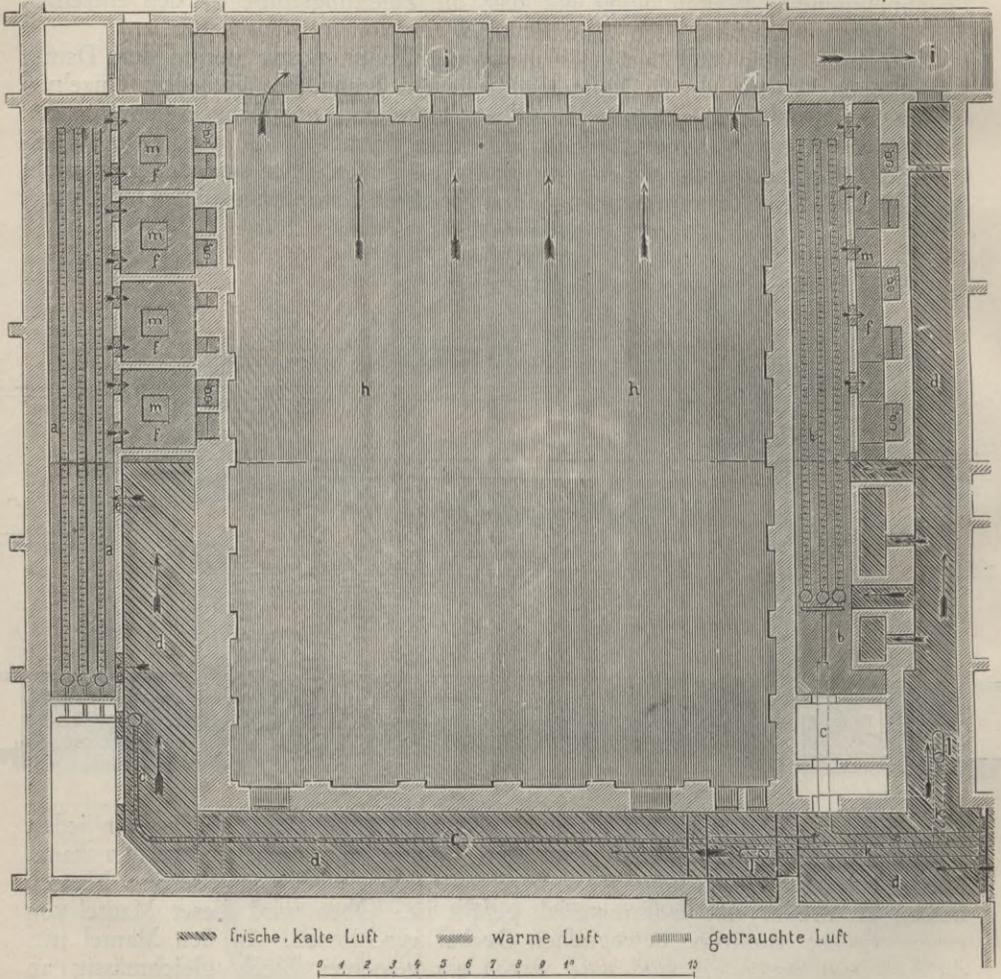
Das in den Rippenheizkörpern durch die Wärmeabgabe gebildete Dampf- wasser wird durch besondere Fallrohre von allen Seiten in ein gemeinsames Hauptrückleitungsrohr y geführt, welches in das Standrohr des Kessels mündet. Die Anlage hat sich bewährt. —

Die Hochdruckdampfheizung unterscheidet sich nur dadurch, dass der Dampf unter 3 bis 4 Atm. Ueberdruck gehalten wird. Sie hat nur da Vorzüge,

wo es sich um die Heizung vieler in etwa gleicher Höhe liegender Räume handelt.

Als Beispiel einer Dampfheizung möge die des Sitzungssaales des deutschen Reichstages in Berlin besprochen werden. Fig. 112 zeigt einen lothrechten Durchschnitt und Fig. 113 einen Grundriss der Anlage. Letzterer ist zur Hälfte nahe über dem Fussboden des Kellergeschosses, zur anderen Hälfte in grösserer Höhe liegend angenommen. Neben, theils unter dem Saale be-

Fig. 113.



finden sich im Kellergeschoss zwei lang gestreckte Heizkammern a und b, in denen zahlreiche, mit Dampf gespeiste Rohre gelegt sind; die Dampfleitungsrohre sind mit c bezeichnet.

Frische aus dem Garten des benachbarten Herrenhauses entnommene Luft strömt unter Vermittlung der Kanäle d zunächst durch Oeffnungen e in die Heizkammer, wird dort erwärmt und gelangt, die sog. Mischkammern f durchströmend, in die lothrechten Kanäle g, welche sie in den Saal führen. Vermöge zahlreicher Oeffnungen in den lothrechten Theilen des aufsteigenden

Fussbodens und Präsidentenplatzes gelangt die Luft in den Hohlraum h, von wo aus sie durch den Kanal i zu einem mächtigen, 2,7 m im Quadrat weiten und 28 m hohen Lockschornstein geführt wird. Die Sitzstufen der Tribünen sind ebenfalls durchbrochen und stehen, mittels besonderer Kanäle, mit dem Kanale i in Verbindung.

An kalten Tagen vermittelt der Auftrieb der lothrechten Kanäle g und der Heizkammern die Heranschaffung der frischen Luft; bei warmem Wetter, besonders im Sommer, kommen zwei durch eine Dampfmaschine betriebene Flügelgebläse in Benutzung; welche die frische Luft durch etwa 45 cm weite Thonrohre k einblasen. Diese Rohre steigen bei l aus dem Fussboden empor und sind mit Krummrohren versehen, so dass die Luft etwa 90 cm über dem Fussboden der Kanäle d in der Richtung derselben ausströmt. Vor, bezw. über den Mündungen der Rohre befinden sich Brausen, welche nach Bedarf einen kräftigen Regen auf den austretenden Luftstrom fallen lassen, um im Sommer die austretende Luft zu kühlen.

Wegen des kleinen Querschnittes und der grossen Länge der Rohre vermögen dieselben, trotz sehr kräftiger Maschinen, die erforderliche Luftmenge nicht heranzuführen, weshalb man den Kanal, welcher an kalten Tagen den Kanälen d die Luft liefern soll, auch während des Betriebes der Gebläse frei nach aussen münden lässt, so dass die aus den Rohrmündungen l mit grosser Geschwindigkeit austretende Luft zum Ansaugen grösserer Luftmengen benutzt wird. Im vorliegenden Falle liegt keine Veranlassung für eine derartige Anordnung vor, da der erwähnte weite Luftzuführungskanal neben, bezw. über dem Rohr k entlang läuft und nahe an dem Maschinenraume vorbeigeführt ist (vgl. H. Fischer: Handbuch S. 265). Der Eintritt der Luft in die Heizkammern wird durch in die Oeffnungen e gesetzte Klappen geregelt.

Die Dampfrohre der Heizkammern sind in drei von einander unabhängige Abtheilungen zerlegt; jede Abtheilung ist für sich absperrbar und besitzt ihren eigenen Wasserableiter. Die verwendete Heizfläche ist für den Bedarf viel zu gross und wird deshalb niemals vollständig benutzt.

Vermöge der Oeffnungen m stehen die Mischkammern f mit den Kanälen d in Verbindung. Drosselklappen, welche in m angebracht sind, gestatten einerseits die Regelung, bezw. Absperrung des Luftzutritts kalter frischer Luft in die Mischkammern; andererseits hemmen die aus dem Boden hervorragenden Ränder derselben den Zufluss erwärmter Luft. Die Temperatur der einströmenden Luft soll im Winter nicht mehr als 10° höher sein als die Temperatur im Saal. Der Lockschornstein — welcher auch zur Lüftung einiger anderer Räume dient — wird durch einen in der Mitte desselben stehenden Ofen erwärmt, welcher einen nur niedrigen Schornstein besitzt. Dieser entlässt den Rauch in den Lockschornstein, so dass — in etwa $\frac{1}{3}$ der Höhe des letzteren — die Erwärmung der abgesaugten Luft durch Mischung derselben mit dem Rauch der Feuerung erfolge. An warmen Tagen genügt der hierdurch gewonnene Auftrieb nicht, weshalb man rings um den Ofen, auf dem Fussboden des Lockschornsteins, ein mächtiges Holzfeuer unterhält. Die Kühllhaltung des Saales soll im Sommer in befriedigender Weise gelingen und zwar ohne dass über Zug geklagt werde.

In der (für Preussen) amtlich geltenden Anweisung, betr. die Vorbereitung, Ausführung und Unterhaltung der Centralheizungsanlagen in fiscalischen Gebäuden (7. Mai 1884), sind folgende Vorschriften für die Anordnung und Ausführung der Centralheizungs- und Ventilationsanlagen gegeben:

1. Betreffend Luftheizungen.

a) Die Construction der Caloriferen, sowie die Anordnung der Heizkammern ist im allgemeinen, sofern nachfolgend nicht besonders bestimmt wird, den Concurrenten anheimzugeben. Es ist jedoch Werth darauf zu legen, dass die Caloriferen eine Form erhalten, welche das Auswechseln einzelner Theile ermöglicht, auch die Gewähr bietet, dass Ersatzstücke sich ohne Schwierigkeit dauernd beschaffen lassen.

b) Es ist mitzutheilen, ob die Heizung mit oder ohne Circulation angeordnet werden soll. In ersterem Falle sind die Rücklaufkanäle der Luft nach dem Keller hinabzuführen und dort so zu vereinigen, dass die Luft entweder wieder in die Heizkammer eintreten oder in den Ventilationsschlot gelangen und dort abgesogen werden kann. Im anderen Falle bleibt es dem Concurrenten überlassen, geeignete Vorschläge für die Führung der Kanäle zu machen.

c) Die Einströmungsöffnungen für frische warme Luft sind mit ihrer Unterkante etwa 2,0 bis 2,5 m über dem Fussboden anzuordnen. Die Kanäle zur Abführung verbrauchter Luft erhalten je eine Oeffnung dicht über dem Fussboden und eine dicht unter der Decke für die Entlüftung des Raumes.

d) Der Querschnitt der Zufahrtskanäle für frische warme Luft ist so gross zu wählen und die Luft in der Heizkammer nur so weit zu erwärmen, dass dieselbe höchstens mit einer Geschwindigkeit von 1,5 m pro Secunde und mit einer Temperatur von höchstens 40° C. in die Räume eintritt.

e) Die abzuführende verbrauchte Luft darf in die betreffenden Kanäle ebenfalls nur mit einer Geschwindigkeit von höchstens 1,5 m eintreten. Den Abgangskanälen für verbrauchte Luft ist ein etwas kleinerer Querschnitt als den Zufuhrkanälen zu geben.

f) Bei der Einführung frischer Luft von aussen in die Heizkammer sind die unterirdischen Kanäle auf möglichst geringe Längen zu beschränken.

Am besten wird dies durch Anlage von Luftvorkammern erreicht. Um rückläufigen Bewegungen der Luft in den Einführungskanälen vorzubeugen, empfiehlt es sich, die Luftentnahme an zwei entgegengesetzten Gebäudefronten derart anzuordnen, dass man je nach der Richtung des Windes die Luft von der einen oder anderen Seite der Calorifere zuführen kann. Es sind Vorkehrungen zu treffen, welche eine genügende Reinigung der von aussen in die Heizkammern gelangenden frischen kalten Luft von Staub u. s. w. (Filter) bewirken. Dieselben müssen bequem zugänglich sein und leicht gereinigt werden können. Ebenso ist Sorge zu tragen, dass die Luft in der Heizkammer, bezw. in den zu erwärmenden Räumen entsprechend feucht erhalten wird. Die betreffenden Einrichtungen sind durch Zeichnung ausreichend zu erläutern.

g) Die Caloriferen müssen eine so grosse Heizfläche erhalten und sind überhaupt so zu construiren (Ausmauerung mit Scharmottesteinen im ersten Feuerzuge), dass ein Glühen der Eisentheile nicht eintreten kann.

h) Sämmtliche Verbindungsstellen der Caloriferen müssen so dicht schliessend hergestellt werden, dass ein Austreten des Rauches oder anderer schädlicher Heizgase in die Heizkammer nicht möglich ist. Der Concurrent hat über die Details der Dichtung ausreichend genaue Mittheilungen zu machen. Ferner ist die Calorifere so zu gestalten, dass ihre Theile sich unbeschadet der Dichtigkeit des Verschlusses ausdehnen können, auch die Reinigung im Aeussern von Staub mit Leichtigkeit von der Heizkammer aus erfolgen kann. Die Reinigung des Innern der Caloriferen muss dagegen ohne Schwierigkeit von einem Raume ausserhalb der Heizkammer, welcher mit der Zuführung frischer Luft in keinem Zusammenhange steht, sich bewirken lassen.

i) Der Heizkammer ist eine solche Grösse zu geben, dass sie jederzeit, selbst während der Heizung, begangen und jeder Ofentheil auf Rauchsicherheit geprüft werden kann. Die Einsteigeöffnung ist mit doppelter eiserner, gut schliessender Thür zu versehen.

k) Sofern Heisswasser-caloriferen zur Anwendung gelangen, sind zur Verhinderung des Einfrirens zweckentsprechende Vorkehrungen zu treffen.

2. Betreffend Heisswasserheizungen.

a) Die Feuerschlange und Heizrohre, welche aus gezogenem Schmiedeeisen zu fertigen sind, erhalten einen äusseren Durchmesser von 34 mm bei 6 mm Wandstärke. Die Rohre müssen vor ihrer Verwendung auf einen Druck von 150 Atmosphären und die ganze montirte Heizanlage vor ihrer Inbetriebnahme auf 100 Atmosphären geprüft werden.

b) Bei der Führung der Rohre durch Wände und Decken sind geeignete Vorkehrungen zu treffen, welche verhindern, dass an diesen Stellen in Folge der Ausdehnung der Rohrleitung der dichte Schluss beeinträchtigt und der anstossende Putz losgelöst wird. Die Rohre sind überall

leicht zugänglich anzuordnen. Eine Verlegung von Rohren in die Fussböden der zu beheizenden Räume ist unstatthaft, ebensowenig dürfen Verbindungsmuffen innerhalb des Mauerwerks oder der Decken angeordnet werden.

c) Die Heizanlage ist so zu construiren, dass zur Erzielung des vorgeschriebenen Effects das Wasser nicht über 150° C. erwärmt zu werden braucht.

d) Die Länge der Rohrleitung eines Systems darf einschliesslich der Feuerschlange 200 m nicht übersteigen. Jedes System muss unabhängig von anderen geheizt werden können.

e) Die Heizöfen sind so zu construiren, dass die Feuerschlangen behufs ihrer Erneuerung ohne wesentliche Beschädigung des Ofens herausgenommen werden können.

f) Heizschlangen, welche zur Erwärmung kalt liegender Aspirationsschlote dienen sollen, sind nicht mit Wasser, sondern mit einer anderen geeigneten Flüssigkeit zu füllen, welche dem Einfrieren bei der am Orte vorkommenden niedrigsten Temperatur nicht ausgesetzt ist. Dasselbe Verfahren muss bei ganzen, ausgedehnten Heizanlagen zur Anwendung kommen, wenn nach Lage des Gebäudes, sowie im Hinblick auf die klimatischen Verhältnisse des Orts ein Einfrieren einzelner Theile der Leitung zu befürchten ist.

g) Es ist des näheren vorzuschreiben, inwieweit es möglich sein soll, gewisse, besonders zu bezeichnende Räume aus der Heizung auszuschalten.

h) Für die Unterbringung einer genügenden Zahl ausreichend grosser Expansionsapparate ist Sorge zu tragen.

i) Bei Biegung der Rohre um 180° muss eine entsprechende Erweiterung in der Führung der Rohre an der Rohrstelle vorgesehen werden, wenn die parallel laufenden Rohraxen weniger als 200 mm von einander entfernt sind.

3. Betreffend Warmwasserheizungen und Dampfwaterheizungen mit circulirendem Wasser.

a) Die Construction und Art der Anordnung der Kessel bleibt dem Concurrenten überlassen. Er hat seine Vorschläge jedoch ausreichend zu begründen, auch müssen die beizugebenden Zeichnungen über sämtliche Details genügende Auskunft geben und insbesondere die Anordnung des Rostes, die Feuerzüge, die Einmauerung der Kessel, sowie die wichtigsten Blechstärken klar ersehen lassen. Es ist grosser Werth darauf zu legen, dass das Rücklaufrohr der Leitung (beim Steigerrohr ist es ohnehin ausgeschlossen) eine derartige Lage erhält, dass es von der Stichflamme der Feuerung nicht getroffen werden kann.

b) Die Heizanlage ist so zu projectiren, dass zur Erzielung des vorgeschriebenen Effects das Wasser im Kessel, bezw. der Leitung nicht über 95° C. erwärmt zu werden braucht.

c) Der Concurrent hat die Durchmesser der einzelnen Rohre genau anzugeben, auch mitzuthellen, wie er die Verbindung derselben bewerkstelligen will, aus welchem Material die Rohre bestehen sollen, wie oft er die Einschiebung von Compensationsstücken beabsichtigt und in welchem Material letztere gedacht sind, in welcher Weise er für genügende Beweglichkeit der Leitung mit Rücksicht auf die eintretende Ausdehnung zu sorgen und wie er die Rohre durch die Wände und Decken zu führen gedenkt. Die Angaben sind, soweit erforderlich, durch Zeichnungen zu erläutern.

d) Die Art, wie die Rohre durch das Gebäude vom Kessel aus zu den einzelnen zu beheizenden Räumen und wieder zurück geführt werden sollen, muss aus dem Project klar ersichtlich sein, insbesondere auch, ob der Concurrent das Hauptvertheilungsrohr im Dachboden oder im Keller anordnen will. Im allgemeinen verdient letztere Anordnung den Vorzug.

e) Die nicht zur Wärmeabgabe bestimmten Leitungsrohre sind mit schlechten Wärmeleitern zu umgeben. Concurrent hat mitzuthellen, in welcher Weise und mit welchem Material er die betreffenden Rohre so umhüllen will, dass ein Wärmeverlust thunlichst verhindert, auch ein Einfrieren des Wassers in den Rohren ausgeschlossen wird.

f) Die von dem Concurrenten in Vorschlag zu bringenden Heizkörper müssen nicht nur durch Zeichnungen so erläutert werden, dass die Details der Verbindungen und des Anschlusses an die Rohrleitung genau ersichtlich werden, sondern es ist auch anzugeben, wie stark die Bleche gedacht sind und aus welchem Material, Schmiedeeisen, Kupfer u. s. w., die einzelnen Theile hergestellt werden sollen. Die Cylinderöfen sind auf Erfordern so mit Wechselklappen zu versehen, dass man nach Belieben Zimmerluft oder Ventilationsluft durch den Ofen streichen lassen kann. In jedem Falle werden die Cylinderöfen derart auf Füssen anzuordnen sein, dass man unter denselben den sich ablagernden Staub leicht entfernen kann. Sämtliche Heizkörper sind so zu construiren, dass ein bequemes Abnehmen derselben sich ohne Demontiren der Rohrleitung er-

möglichen lässt. Um das Verunreinigen der Wände über den Heizkörpern zu verhindern, sollen oberhalb der letzteren zweckmässige Vorkehrungen zum Abfangen des Staubes vorgesehen werden.

g) Sämmtliche Rohrleitungen und Heizkörper, sowie deren Verbindungen sind in solidester Art so dicht herzustellen, dass sie auf Verlangen der Bauverwaltung nach vollständiger Montirung der Heizanlage einer entsprechenden Druckprobe unterzogen werden können.

h) Die auf dem Dachboden aufzustellenden Expansionsgefässe, welche mit Schwimmer, Signalrohr oder dergleichen und mit Ueberlaufrohr auszustatten sind, müssen eine dem Wassergehalt des betreffenden Systems entsprechende Grösse erhalten und gegen Einfrieren durch zweckentsprechende Umhüllung geschützt werden. Unter dem ohne Druckventil zu construierenden Expansionsgefäss ist ein aus Metall herzustellender Sicherheitsboden anzuordnen und für das auf demselben sich etwa ansammelnde Wasser eine Ableitung vorzusehen.

i) Ob Reservekessel anzuordnen sind, hat die Bauverwaltung in jedem Falle besonders zu erwägen. Im allgemeinen ist deren Beschaffung für erwünscht zu erachten, sofern keine wesentliche Vermehrung der Kosten dadurch herbeigeführt wird.

4. Betreffend Dampfheizung und Dampfwasserheizung mit circulirendem Dampf.

a) Die Construction und Art der Anordnung der Kessel bleibt dem Concurrenten überlassen. Er hat seine Vorschläge jedoch eingehend zu begründen, auch müssen die beizugebenden Zeichnungen über sämmtliche Details genügende Auskunft geben und insbesondere die Anordnung des Rostes, die Feuerzüge, die Einmauerung der Kessel, sowie die wichtigsten Blechstärken klar ersehen lassen.

b) Wie viele Reservekessel beschafft werden sollen, ist von der Bauverwaltung vorzuschreiben.

c) Die Kessel müssen mit allen Vorrichtungen versehen werden, welche nach den Vorschriften für den Betrieb von Dampfkesseln erforderlich sind.

d) Die Heizanlage ist so zu construiren, dass störendes Geräusch, Pochen und Knallen in den Rohrleitungen oder Ofen nicht vorkommt.

e) Hinsichtlich der Lage und Construction der Ventile müssen seitens des Concurrenten für den betreffenden Fall zweckentsprechende Vorschläge gemacht werden.

f) Im übrigen gelten die bei 3 unter c, d, e, f und g aufgeführten Bedingungen auch hier mit der Massgabe, dass eine genügende Zahl von Luftventilen und Condensstöpfen vorgesehen, dass die Heizkörper in den Zimmern bei der Dampfwasserheizung mit Vorkehrungen zum Entleeren bezw. Nachfüllen ausgestattet werden, und dass durch Anordnung von Reductionsventilen für eine ausreichende Herabminderung der Dampfspannung in der zur Beheizung dienenden Rohrleitung gesorgt wird. Um jede Gefahr auszuschliessen, darf der Ueberdruck in letzterer höchstens $1\frac{1}{2}$ Atmosphären betragen, und soll derselbe an einem oder mehreren Manometern ersichtlich sein.

Schlusswort. Alle Sammelheizungen haben den Stubenöfen und Kaminen gegenüber den grossen Vorzug, dass die Wärmeentwicklung ausserhalb der zu heizenden Räume stattfindet, dass diese daher frei bleiben von Asche, Russ u. dgl. Sie bedingen ferner eine grosse Arbeitersparung, da für eine grössere Anzahl Zimmer nur eine und zwar unmittelbar neben dem Kohlenraume befindliche Feuerung zu bedienen ist, mit welcher ausserdem viel leichter eine gute Brennstoffausnutzung erzielt wird als mit den gewöhnlichen Stubenöfen. Schliesslich ermöglichen alle Sammelheizungen viel leichter als Stubenöfen eine ununterbrochene Heizung und somit eine gleichmässige Durchwärmung des Zimmers.

Von den Sammelheizungen ist die Feuerluftheizung (S. 68) am billigsten in der Anlage, einfach zu bedienen und bewirkt bei kräftigem Luftwechsel eine sehr gleichmässige Durchwärmung des Zimmers. Sie ist aber wenig geeignet für die Heizung in wagerechter Richtung weit von einander entfernter Räume, weil die warme Luft möglichst senkrecht aufsteigen soll, so dass das Einbauen in bereits vorhandene Häuser zuweilen Schwierigkeiten macht. Nur in solchen Fällen sind Wasser- und Dampfheizungen vorzuziehen.

Erwähnenswerth ist noch die Heizung mit Leuchtgas (S. 62). Dieselbe ist zwar sehr angenehm, aber recht theuer. 1 cbm Leuchtgas entwickelt etwa 5300 W.E. (Wasserdampf als Verbrennungsprodukt, vgl. S. 47). Davon können, wie Verf. gezeigt hat, etwa 5000 W.E. ausgenutzt werden. Man rechnet für ein kleineres Zimmer während des ganzen Winters im Durchschnitt täglich 10000 W.E. Dazu sind 2 cbm Leuchtgas erforderlich, welche in den verschiedenen Orten 24 bis 40 Pf. kosten, während man bei verständiger Sammelheizung für nur 3 bis 4 Pf. Kohlen gebraucht; für Ofenheizung kommt das Eintragen der Kohlen, die vermehrte Arbeit, der unvermeidliche Schmutz mit in Frage, sowie die Schwierigkeit, eine gleichmässige Temperatur zu halten (während die Heizung mit Leuchtgas keine Hilfe der Dienstboten verlangt und bei Anwendung mehrerer abstellbarer Flammen sehr leicht, namentlich wenn man in der kälteren Jahreszeit einige Flammen auch des Nachts brennen lässt, eine nur innerhalb 2 bis 3° schwankende, angenehme Wärme erzielt werden kann). Man wird daher für eine gute Ofenheizung (S. 56) 5 bis 6 Pf., für die gewöhnlichen Kachelöfen aber 10 bis 20 Pf. rechnen müssen (S. 44). Hoffentlich wird das Wassergas (s. dieses) bald allgemeiner eingeführt, um allen denen, welche keine Sammelheizung haben können (z. B. die Mehrzahl der Miether), eine reinliche Heizung zu ermöglichen und damit gleichzeitig die Rauchplage in den Städten zu beseitigen¹⁾, da dann auch die Dampfmaschine durch die Gaskraftmaschine ersetzt werden würde.

Badeöfen. Die Badeöfen haben einerseits den Zweck, das Badezimmer im Winter zu heizen, vornehmlich aber das Wasser für das Bad zu erwärmen. Diese Oefen bestehen meist aus einem eisernen oder aus Fliesen zusammengesetzten Gehäuse, in welchem ein Gefäss (Blase) von Kupfer oder Eisen angebracht ist. Unter dieser Blase befindet sich die Feuerung, und es geht die heisse Luft durch die Züge um diese herum durch ein Rohr im obersten Theil des Ofens nach dem nächsten Kamin. Fig. 114 zeigt einen Badeofen mit Fliesengehäuse.

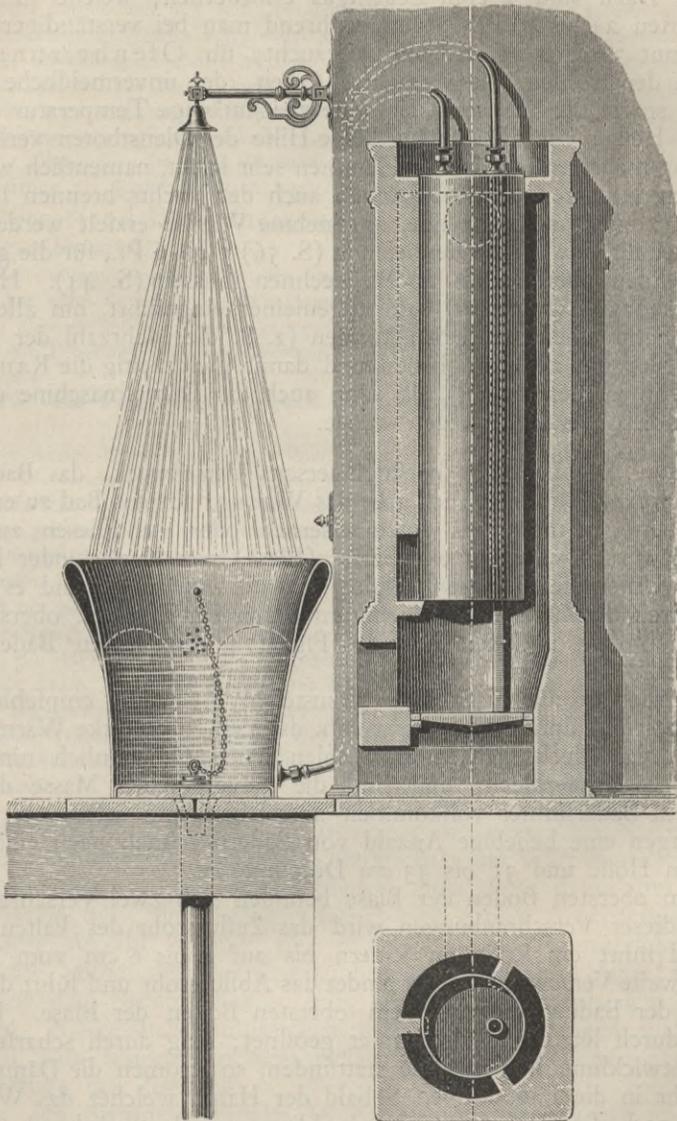
Die Wärmeblase aus Eisenblech herzustellen, ist wenig empfehlenswerth, weil das Eisen leicht durchrostet, besonders da man, um starke Wärmeverluste zu vermeiden, das Blech nicht stark wählen darf. Gewöhnlich nimmt man daher schwaches Kupferblech, und sind die gewöhnlichen Masse der Blase, welche für ein Badezimmer vollkommen ausreichen und selbst bei richtigen Feuerungsanlagen eine beliebige Anzahl von Bädern schnell nach einander zulassen, 1,40 m Höhe und 31 bis 33 cm Durchmesser.

Auf dem obersten Boden der Blase befinden sich zwei Verschraubungen. An die eine dieser Verschraubungen wird das Zuflussrohr des kalten Wassers befestigt, und führt ein Rohr im Innern bis auf 4 bis 6 cm vom untersten Boden. Die zweite Verschraubung verbindet das Abflussrohr und führt das warme Wasser nach der Badewanne mit dem obersten Boden der Blase. Die Blase ist demnach durch letzteres Rohr immer geöffnet; mag durch scharfes Heizen eine Dampfbildung in der Blase stattfinden, so strömen die Dämpfe durch das Abflussrohr in die Badewanne. Sobald der Hahn, welcher das Wasser der Hauptleitung nach dem Wärmeapparat abschliesst, geöffnet wird, tritt das kalte Wasser, welches bis beinahe zum untersten Boden der Blase reicht, in den untersten Theil derselben und drängt das in der Blase erwärmte Wasser durch die zweite Röhre nach der Badewanne.

¹⁾ An die Zimmerheizung durch Reibung oder Elektrizität ist nicht ernstlich zu denken, da beide — Dampfmaschinen vorausgesetzt — nur 3 bis 5 Proc. der aufgewendeten Wärme nutzbar machen (vgl. Fischer's Jahresbericht d. chem. Technologie 1882, S. 1171; 1884, S. 1332).

Es ist bei der Bereitung des Bades zu beachten, dass man vorher, ehe man das heisse Wasser in die Badewanne einlässt, den Boden der Wanne bis etwa 8 cm über der Einmündung des Warmwasserrohres mit kaltem Wasser anfüllt und allmählich so viel kaltes Wasser während des Einströmens des

Fig. 114.



warmen aus der Blase zulässt, dass man dadurch das Aufsteigen von Dämpfen verhindert. Versäumt man diese Vorsicht, so wird man, sobald das warme Wasser zunächst in die Wanne gelassen ist, sofort das Badezimmer mit dichten Dämpfen gefüllt haben.

Aus diesem Grunde erscheint das Einströmen des warmen Wassers von oben über den Rand der Badewanne unpraktisch, weil sich hierbei die angegebene Vorsicht nicht bewerkstelligen lässt.

Die Badeöfen mit eisernem Mantel haben im Sommer die Unannehmlichkeit, dass sie das Zimmer mehr als nöthig erwärmen, bis das Wasser in der Blase die gewünschte Temperatur erhalten hat, sind indessen im Winter sehr brauchbar. Die Oefen mit Fliesenmantel haben dagegen den Nachtheil, dass

Fig. 115.

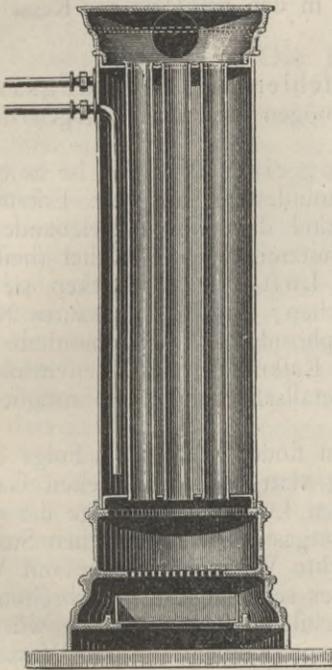
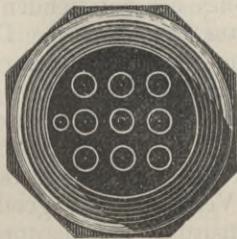
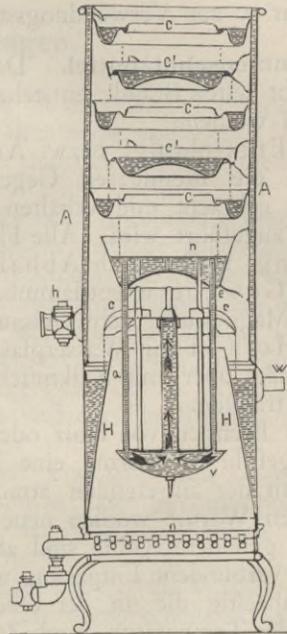


Fig. 116.



man im Winter oft 2 bis 3 Stunden den Ofen heizen muss, ehe man die zum Baden nöthige Temperatur erlangt, wenn die Badestube nicht täglich gebraucht wird. Da inzwischen das Wasser in der Blase schon lange Zeit zum Sieden gebracht ist und da man diese Dämpfe in die Badewanne ableiten muss, wird das darin befindliche Wasser bald so erwärmt, dass viele Dämpfe in das Zimmer aufsteigen.

Die Vortheile beider besprochenen Anlagen verbindet der Ofen Fig. 115. Der äussere Mantel ist mit Wasser angefüllt und vertritt hier die Stelle der früher eingehängten Blase. Durch diesen Cylinder gehen Röhren, welche sich über der Feuerung befinden und die heisse Luft nach einem oberen Aufsatzstück und durch dieses nach dem Kamin führen. Sobald das Wasser die nöthige Temperatur zum Bade erreicht hat, kann man durch Einlassen des neuen kalten Wassers die Einwirkung des Ofens auf die Lufttemperatur auf-

heben. Im Winter genügt kurze Zeit, das Zimmer vollkommen zu erwärmen und warm zu erhalten, wie bei Oefen einer Warmwasserheizung.

Sehr bequem sind namentlich im Sommer und überall da, wo Sammelheizungen zur Verfügung stehen, die Badeöfen mit Leuchtgasheizung. Als Beispiel eines solchen zeigt Fig. 116 den Gasofen von Sugg. Derselbe ist mit einem ringförmigen Gasbrenner *n* versehen. Das durch Hahn *h* eintretende Wasser steigt zwischen den beiden Wandungen des Ofens nach oben, fließt über die Schalen *C*, durchbricht fünfmal den aufsteigenden Gasstrom, geht vom Behälter *n* durch Röhren *e* nach unten in den Kessel *v*, steigt im inneren Rohre wieder auf, fließt über die Glocke *c* in den ringförmigen Kessel *H* und durch Rohr *w* zur Verwendungsstelle.

Flammenschutzmittel. Da durch fehlerhafte Heizungsanlagen u. dgl. nicht selten Brände entstehen¹⁾, so mögen die Mittel dagegen hier kurz besprochen werden.

Zur Entstehung, bezw. Ausbreitung eines Brandes ist es erforderlich, dass die brennbaren Gegenstände mindestens auf ihre Entzündungstemperatur gebracht und erhalten werden und dass eine hinreichende Menge Sauerstoff zugeführt wird. Alle Flammenschutzmittel wirken daher theils durch Abkühlung, theils durch Abhalten der Luft, theils bewirken sie beides.

Um Gewebe unentflammbar zu machen, sind wolframsaures Natrium, borsaures Magnesium, schwefelsaures und phosphorsaures Ammonium zu empfehlen. Holz ist mit Wasserglas und mit Kalkmilch oder Eisenvitriol zu bestreichen oder aber mit Kalkmilch oder Metallsalzlösungen wo möglich unter Druck zu tränken.

Beim Brennen von Holz oder Geweben findet zunächst in Folge der von aussen zugeführten Wärme eine Entgasung statt, die entwickelten Gase verbrennen mit der zutretenden atmosphärischen Luft, und in Folge der dadurch entwickelten Wärme werden neue Theile entgast. Die organischen Stoffe und die daraus gebildete Kohle sind aber schlechte Wärmeleiter; die mit Wärmeabsorption verbundene Entgasung würde daher sehr langsam fortschreiten, wenn nicht gleichzeitig die an der Oberfläche gebildete Kohle vergast würde, bei hinreichender Temperatur durch Zersetzung von Kohlensäure und Wasser unter Bildung von Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffen, ein mit grosser Wärmeabsorption verbundener Vorgang, namentlich aber durch Verbrennung zu Kohlensäure und Kohlenoxyd auf Kosten des Sauerstoffes der zutretenden atmosphärischen Luft, wodurch gleichzeitig die Temperatur erhöht wird. Da bei hoher äusserer Temperatur das Eindringen der Wärme nie völlig verhindert werden kann, so ist auch niemals an eine völlige Verhinderung der Entgasung oder der Verkohlung zu denken, und kann daher auch von einer Unverbrennlichmachung von Holz und Geweben keine Rede sein. Wohl aber ist man im Stande, das Eindringen der Wärme durch schützende Ueberzüge oder passende Tränkung zu erschweren, namentlich aber die Vergasung der gebildeten Kohle fast ganz zu verhindern und dadurch die Entgasung der darunter liegenden Theile wesentlich zu verlangsamen, die Verbrennung von Holz, Geweben,

¹⁾ So kürzlich die Lutherkirche in Leipzig. Besonders verhängnissvoll waren die mit Verlust vieler Menschenleben verbundenen Theaterbrände in Saragossa (1788), wobei 600 Personen, in Quebeck (1848), bei welchem mehr als 500 Personen, in Petersburg (1836), Karlsruhe (1847), Brooklyn (1876), Nizza (1880), der Brand des Ringtheaters in Wien am 8. December 1881, bei welchem etwa 400 Menschen erstickten und verbrannten, am 26. Mai 1887 der Brand der komischen Oper in Paris mit 200 Todten, am 6. September 1887 das Theater in Exeter mit 160 Todten und im März 1888 das Theater in Oporto mit über 150 Todten. In St. Jago verbrannten am 8. December 1863 in kaum 10 Minuten mehr als 2000 Frauen.

Papier u. dgl. somit so sehr zu erschweren, dass sie nur dann verbrennen, wenn bei Luftzutritt dauernd grössere Wärmemengen zugeführt werden.

Die mit den genannten Stoffen unentflammbar gemachten Gewebe verkohlen daher wohl, wenn sie einer Gasflamme u. dgl. zu nahe kommen, brechen aber nicht in Flammen aus, sind daher auch nicht im Stande, das Feuer fortzupflanzen, wie die nicht mit solchen Salzen behandelten Decorationen beim Kirchenbrand in St. Jago oder im Wiener Ringtheater. Entsprechend behandeltes Holz brennt äusserst schwierig, kann daher mindestens sehr leicht gelöscht werden.

7. Die Kochanlagen.

Kochherde mit offenem Feuer, welche als die ursprünglichsten Feuerstellen zu betrachten sind, verbrauchen den meisten Brennstoff und ziehen der Unannehmlichkeiten so viele nach sich, dass sie in städtischen Wohngebäuden wohl niemals mehr zur Ausführung kommen.

Die Kochherde mit geschlossenem Feuer- oder Brennraum unterscheiden sich wesentlich von einander: 1. in der Kochplatte, welche theils ohne Topflöcher, theils mit mehreren, theils mit einem solchen verwendet wird; 2. in der Richtung, welche der Feuerlauf vom Brennraum zum Schornstein entwickelt, die entweder wagrecht steigend oder wagrecht steigend und fallend sein kann; 3. in der Art und Weise, wie das Feuer ausgenutzt wird, ob zum Kochen und Braten je ein selbständiger Brennraum angelegt oder ob die Anordnung derart ist, dass zu beiden Vorrichtungen nur ein und derselbe Brennraum benutzt wird und ausreichend ist.

Kochplatten mit mehreren Topföffnungen sind in vielen Gegenden fast ausschliesslich üblich. Jedoch beruht die Annahme, dass die Einrichtung desto besser, je mehr Oeffnungen zum Einhängen der Töpfe vorhanden sind, auf Irrthum. Wenn das Feuer frei unter der Platte spielen und sich gleichmässig unter derselben vertheilen kann, so erreicht man bedeutende Wärme. Ist aber dieselbe vollständig untermauert und sind nur die entsprechenden kreisrunden Oeffnungen unter einander in Verbindung gebracht, so wird oben die Platte gar nicht und der Topf nur von der Seite erwärmt. Dieser Uebelstand wird aber noch vermehrt durch die fortwährende Abkühlung, welche das Feuer erleidet, denn die Einsatzöffnungen erleichtern den Zutritt der Luft und diese wirkt nachtheilig auf den Verbrennungs- und Heizprocess. Danach sind freiliegende Kochplatten ohne oder mit einer Oeffnung über dem Brennraum für die meisten Zwecke vorzuziehen.

Sehr wesentlich wird der Erfolg von der Richtung des Feuerlaufs beeinflusst. Man gibt am besten den heissen Gasen, ehe sie nach dem Schornstein gelangen, durch ein angebrachtes Hinderniss eine nach abwärts fallende Richtung. Durch das natürliche Bestreben der erwärmten Luft, nach aufwärts zu steigen, werden alle heissen Gase mit einer gewissen Spannung sich unter der Kochplatte ausbreiten und dadurch dieselbe so stark erhitzen, dass nunmehr auf allen ihren Theilen Siedhitze entsteht. Erst nach Erreichung dieser Wirkung kann das Feuer seinen Weg nach abwärts mit einem ruhigen Zuge beginnen und, wenn nicht noch andere Zwecke damit erreicht werden sollen, in den Schornstein geleitet werden.

Das zur Erhitzung der Kochplatte verwendete Feuer genügt meist auch noch, um gleichzeitig damit braten und backen zu können. Es ist nicht nöthig, dass in den gewöhnlichen Haushaltungskochmaschinen zweierlei Brennräume

vorhanden sind. Dabei empfiehlt es sich vorzugsweise, die Bratöfen von oben nach unten und nicht von unten nach oben zu heizen, weil dadurch die Speisen gleichheitlicher gar werden.

Wie diese Grundsätze praktisch angewendet und die mit ihnen verbundenen Vortheile erreicht werden können, welche Formen und Stoffe hierzu erfahrungsgemäss am geeignetsten sind, soll an einigen Beispielen erläutert werden. Die verschiedene Stellung eines Kochherdes, welcher freistehen oder mit einer, zwei oder drei Seiten an den Umfassungswänden der Küche liegen kann, kommt hierbei nur unwesentlich in Betracht; sie ist weniger von Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Herdes als auf die bequemere Bedienung derselben und die leichtere Handhabung der Kochgeschirre.

Die Sparherde sind entweder vollständig aus Eisen oder haben gemauerte Seitenwände und sind mit einer eisernen Kochplatte bedeckt. Letztere, welche unmittelbar über der Feuerung liegt, besteht gewöhnlich aus mehreren Stücken, welche in den Rahmen vermittels Falze eingelegt werden. Die einzelnen Theile der Kochplatte sind entweder viereckige Stücke, in welchem Falle die Kochgeschirre auf dieselben gestellt werden; oder es sind in der Kochplatte kreisrunde Löcher angebracht, welche durch Ringe beliebig vergrössert, verkleinert und geschlossen werden können. Die eisernen Töpfe werden in diesem Falle so in die Oeffnungen eingesenkt, dass der untere Theil derselben vom Feuer umspielt wird. Diese Einrichtung (Ringelfeuerung) ist zum Kochen ganz brauchbar, kann aber zum Braten keine Verwendung finden. Es muss also noch eine Einrichtung zum Braten am Spiess oder eine Bratröhre vorhanden sein. Neben der Ringelfeuerung kann zwar gleichzeitig eine Bratvorrichtung angebracht werden, doch kann dieselbe nicht immer angebracht werden, es ist vielmehr rathsam, neben der Ringelfeuerung noch eine Bratröhre mit besonderer Feuerung einzurichten, oder einen Kochofen, eine Kochmaschine mit 2 oder 3 übereinanderstehenden Röhren aufzustellen.

Die Kochmaschinen oder Röhrenkochapparate lassen sich zum Braten wie zum Kochen, Backen u. s. w., überhaupt zu jeder Art von Speisebereitung benutzen. Für kleine Haushaltungen sind diese Kochapparate deshalb zweckmässig. Die unterste Röhre einer Kochmaschine dient zum Kochen und Braten. Die unterste Platte derselben, welche unmittelbar über der Feuerung liegt, ist oft als Ringfeuerung eingerichtet, also mit Ringen versehen. Die zweite darüber befindliche Röhre soll bei einer zweckmässigen Anlage so viel Hitze erhalten, dass im Kochen befindliche Speisen fortkochen und dient ausserdem zum Backen.

In den Kochröhren ist in der Oberplatte eine mit Klappen verschlossene Oeffnung angebracht, welche durch Schieber zu öffnen ist, um den Dampf des Ueberkochens in den Rauchfang zu leiten.

Kochapparate, Ringfeuer und Kochmaschinen findet man ebensowohl von Gusseisen oder Eisenblech, als auch von Backsteinen gemauert, mit eingesetzten eisernen Platten, Thüren und Röhrenkasten. Die eisernen Kochapparate haben allerdings den Vorzug, dass sie keinen grossen Raum einnehmen und leichter aufstellbar sind. Dieselben sind ferner wohlfeiler und hitzen schneller als gemauerte, sind aber, da sie die Hitze schnell abgeben, oft belästigend und unbequem für diejenigen, welche daran kochen.

Einen einfachen Kesselherd zeigen Fig. 117 bis 119. Die beiden vorderen Oeffnungen zum Einsetzen von Kochgeschirren befinden sich über dem Rost und gleichweit von der Mitte desselben entfernt, während die dritte Oeffnung hinter dem Roste in der Richtung seiner Axe liegt. Ein Backstein a ist dicht hinter dem Roste auf die lange Seite gestellt, indem er mit den beiden schmalen Seiten in die schräg aufsteigenden Steine des Feuerraums eingreift; hinter diesem

Steine ist ein zweiter b hochkantig so auf die schmale Seite gestellt, dass zwischen dessen vorderen Kanten und den Seiten der vorderen Töpfe nur ein sehr geringer Zwischenraum bleibt, welcher bis zur Deckplatte des Herdes reicht. Hinter diesem aufgestellten Stein ist das Mauerwerk deswegen so weit

Fig. 117.

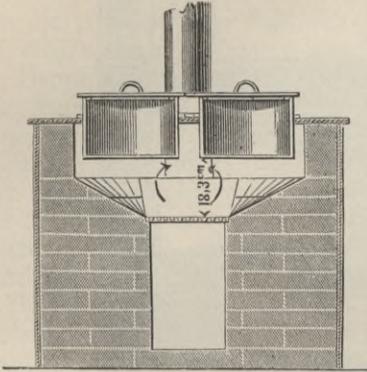
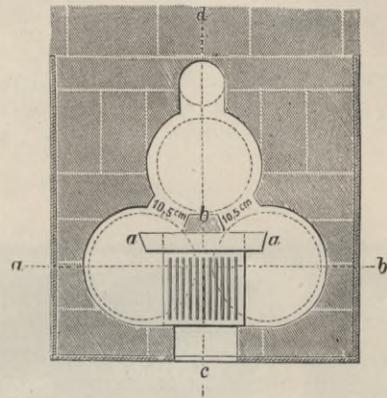


Fig. 118.



hinaufgeführt, dass zwischen demselben und dem Boden des hinteren Topfes nur etwa 5 cm Zwischenraum bleiben, während die Ummauerung zwischen den Seiten der drei Töpfe einen zum Ausgleich der Wärme dienenden Zwischenraum von 2 bis 3 cm lässt. Die Zwischenräume zwischen dem Steine b und der Ummauerung betragen etwa 10 cm, durch welche die Hitze zum hinteren Topfe einströmt und von da durch das unmittelbar hinter demselben befind-

Fig. 119.

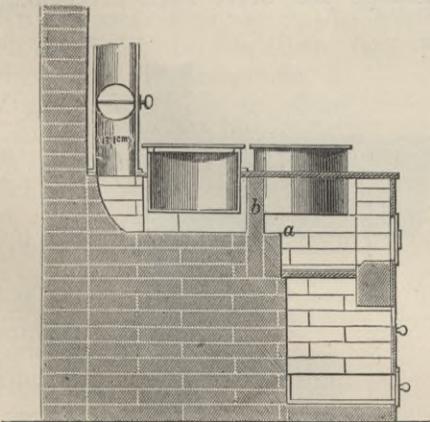
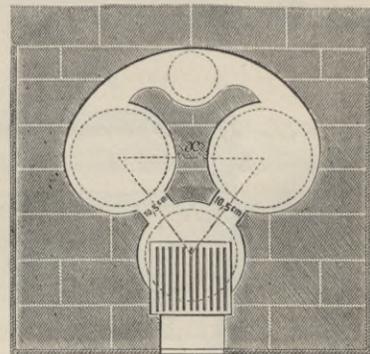


Fig. 120.

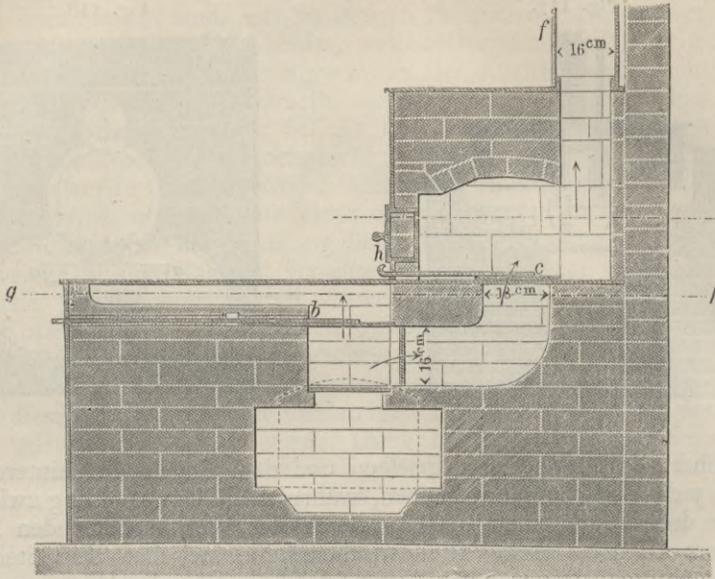


liche, mit einer Klappe versehene Rauchrohr in den Schornstein entweicht. Der Herd ist mit eisernen Verstellplatten umkleidet.

Bei dem Fig. 120 im Grundriss dargestellten Herde steht blos ein Topf über dem Rost, während die beiden andern in gleicher Entfernung hinter demselben angebracht sind. Zum Zweck der Bewegung des Feuers um die hinteren Töpfe ist zwischen denselben ein Mauerkörper angelegt, welcher bis unter die Herdplatte reicht.

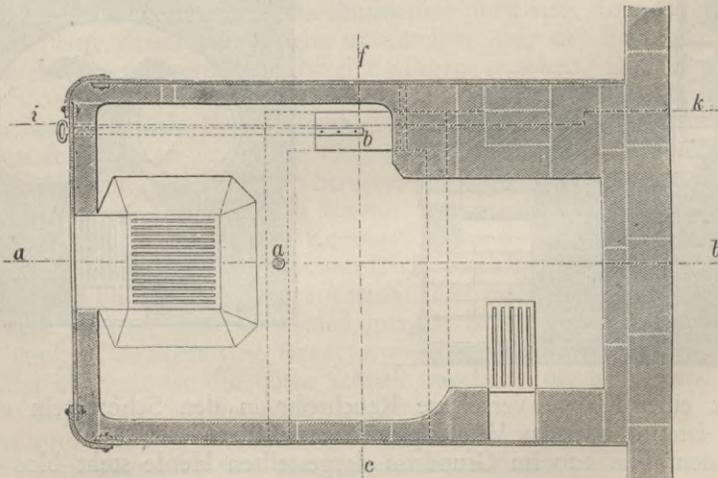
Einen grösseren Kochherd mit Bratofen zeigt Fig. 121 und 122 im Durchschnitt und Grundriss. Der Herd ist nur mit einer Einsatzöffnung über dem Rost versehen und dient ausserdem zum Kochen auf der Platte. Diese wird

Fig. 121.



theils vom Mauerwerk, theils von der Eisenstütze a getragen. Der untere Theil des Herdes enthält noch einen Ofen, welcher zum Braten und Backen benutzt werden kann, mit besonderer Feuerung. Der obere Theil ist ebenfalls

Fig. 122.



ein Bratofen mit Wasserschiff. Dieser Ofen ist ebenfalls mit besonderer Feuerung versehen für den Fall, dass die abgehende Hitze des Herdes nicht ausreichen sollte.

Die Hitze, welche unter der Herdplatte hingeführt wurde, umzieht den oberen Bratofen, hierauf das Wasserschiff, worauf sie durch die Blechröhre in den Schornstein geführt wird.

Für die Leitung der Hitze des unteren Bratofens, deren Lauf Fig. 121 zeigt, dienen die beiden Schieber b und c; will man sie unter die Herdplatte führen, so wird der Schieber b geöffnet, während c geschlossen bleibt, und wenn die Hitze in den Backofen gehen soll, umgekehrt. Zur Reinigung der Züge dienen die mit Kapseln geschlossenen Oeffnungen h.

Damit die äusseren Wände des Kochherdes kühl bleiben, genügt eine einfache Ausmauerung, welche für gewöhnliche Zwecke im Brennraum 23 bis 26 cm, an anderen Stellen 12 cm stark ist. Für Anstaltsküchen u. dgl., die den ganzen Tag im Betriebe erhalten werden, kann der Brennraum mit Scharmotte ausgefüllt werden und die Wandung 18 bis 20 cm Stärke erhalten.

Eine Bekleidung von Marmorplatten an Kochmaschinen ist besonders hübsch. Wo es hierauf nicht ankommt, können auch Schieferplatten, sonst Serpentinplatten oder Solenhofer Steine verwendet werden. Die höchste Eleganz kann man durch Anwendung von Glasplatten (Spiegelscheiben oder Dachglas) erreichen, denen man mit Leichtigkeit jede Färbung — wenn man sonst Lust hat, sogar das Aussehen von Gold, Silber, Schildpatt oder Perlmutter — verleihen kann.

Fig. 123 u. 124 zeigen einen Kochherd, welcher mit einer Seite an der Küchenmauer liegt, somit auf drei Seiten frei steht. Derselbe ist 130 cm lang, 80 cm breit, die Kochplatte liegt in dem Falz der kupfernen Einfassung g.

Aschenfall i, Brennraum k, Züge l, Rauchrohr m, Brat- und Backrohr n, Wärmrohr n', Wasserkasten o, Füll- und Schöpföffnung z, Ringöffnung p, ausgesparter Raum q, Bratrohrklappe r, Wandbekleidung s, eiserne Stehplatte v, Stifthalen u sind aus den Zeichnungen ersichtlich.

Durch die angelegte Bratrohrklappe r und die Stehplatte v kann man beliebig das Brat- und Wärmrohr ausser Betrieb setzen; steht die Klappe senkrecht, wie angedeutet, d. h. ist sie zu, dann sperrt sie die Röhren von der Hitze ab und die heissen Gase gehen nicht zwischen Brat- und Wärmrohr, sondern direct zur Wasserblase und dem Rauchrohr; liegt dagegen diese Klappe wagrecht, d. h. ist sie offen, so ändert sich der Gang. Man kann übrigens die Klappe stets offen lassen, nur wenn man die Röhren nicht braucht, werden sie durch Schliessen der Klappe mehr geschont. Bei schlecht ziehenden

Fig. 123.

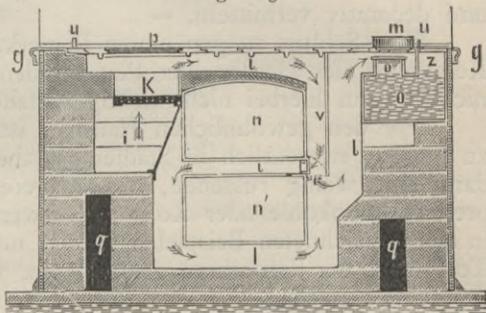
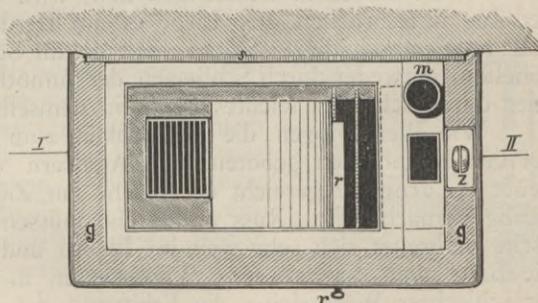


Fig. 124.



Schornsteinen, ist es zuweilen nothwendig, den Rauch mit einer höheren Temperatur entweichen zu lassen; für diesen Fall empfiehlt es sich, die Klappe zu schliessen: der Rauch nimmt dann einen kürzeren Weg, kommt wärmer in den Schornstein und steigt leichter in die Höhe (vgl. S. 32). An der Wandbekleidung *s* ist in der Nähe des Gesimses eine Stange angebracht, um verschiedene Küchengeräthe, die immer bei der Hand sein müssen, daran anzuhängen.

Unumgänglich ist es bei allen Kochherden wegen der Abnutzung, welche sie durch den beständigen Gebrauch, sowie durch den Angriff des Feuers erleiden, dass alle Materialien nur in bester Beschaffenheit verwendet und sehr sorgfältig verarbeitet werden. Wo Metall und Stein mit einander verbunden sind, müssen die Fugen unter allen Umständen verdeckt werden und zwar nicht bloß so, dass die Thüren über die Zargenrahmen greifen, sondern es sind Anschlagrahmen an letzteren anzubringen, welche den Verschluss constructiv und decorativ vermitteln. —

Zum Schluss mögen einige Bemerkungen über Brennstoff, Bedienung und Reinigung des Herdes hier Platz finden. Auch die beste Construction nützt nichts, wenn hierbei nicht richtig verfahren wird.

Für den gewöhnlichen Haushalt ist es am bequemsten, mit hartem Holz zu heizen; namentlich in Städten ist aber das Holz meist zu theuer, so dass dann eine wenig russende, sog. magere Steinkohle (vgl. S. 3) oder auch gepresste Braunkohle oder Koks zu verwenden sind. Die Grösse des Brennraums in den gezeichneten Beispielen genügt noch für gute Braunkohle; für Holz und Torf muss der Brennraum grösser sein, was man am besten durch Tieferlegung des Rostes erreicht.

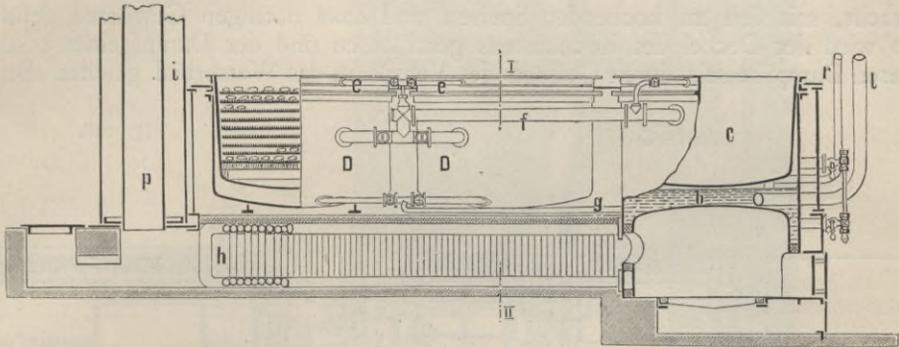
Hauptbedingung für die Bedienung des Herdes ist es, dass der Luftzutritt durch den Aschenfall gleichmässig stattfindet, dieser also möglichst von Asche gesäubert wird. Die Spalten des Rostes müssen mit dem Feuerhaken stets offen gehalten werden, namentlich ist dies bei schlackenden Kohlen, die hierzu übrigens ausgeschlossen bleiben sollten, zu beachten. Gleichwohl können, namentlich bei kleineren Haushaltungen, Unregelmässigkeiten in der Leistung des Herdes eintreten, insbesondere wenn der Zug im Schornstein nicht lebhaft genug ist. Es muss alsdann zunächst untersucht werden, ob der Grund in dem Herde oder im Schornstein liegt; durch brennendes Papier, welches man vor die einzelnen Oeffnungen hält, wird man bald feststellen können, wo der Zug unterbrochen ist. Liegt es am Herde, dann sind die Züge verstopft und müssen gereinigt werden; liegt es am Schornstein, dann muss man dort abhelfen, entweder durch Schliessen der unnöthig geöffneten Schornsteinthüren, oder durch schnelles leichtes Feuer in demselben u. s. w. (vgl. S. 36).

Wie allen Dingen die Reinlichkeit zum Segen gedeiht, so ist sie auch bei den Kochherden geboten. Im Aeussern wird sie selbstverständlich streng geübt — denn sie gereicht der Küche zur Zierde — aber im Innern wird sie häufig vernachlässigt. Russ und Asche müssen oft beseitigt werden. Die Flugasche verbreitet sich sehr weit im Innern und bedeckt, mit dem Russ gemengt, die Brat- und Wärmröhren, Wasserblasen u. dgl. mit einer Schicht, welche als schlechter Wärmeleiter die Erhitzung der genannten Theile bedeutend beeinträchtigt. Die Verrichtung der Reinigung ist viel einfacher, als man glaubt, und erfordert nicht annähernd solche Vorkehrungen, wie sie zum Reinigen der Möbel, der Fussböden, des Kochgeschirrs erforderlich werden. Mit einem einfachen Handfeger ist sie in wenigen Minuten beendet, ohne dass es nöthig wäre, Schornsteinfeger oder Töpfer hinzuzuziehen. —

Namentlich für grössere Kochanlagen ist es vortheilhaft, mit Hilfe von Dampf oder heissem Wasser zu kochen.

Einen Grove'schen Dampfkochapparat mit drei aus verzinnem Kupfer hergestellten Kochkesseln zeigen Fig. 125 u. 126. Unter dem ersten Kochkessel c befindet sich der Dampfwickler b und ragt ersterer in letzteren hinein. Die beiden anderen Kessel hängen in Dampfmänteln d, welche mittels starker I-Träger auf der gusseisernen Herdplatte aufrufen und vom Dampfwickler b aus durch das Rohr f mit Dampf gespeist werden. Der Dampfwickler hat Innenfeuerung und ist zur vollkommenen Ausnutzung der Wärme

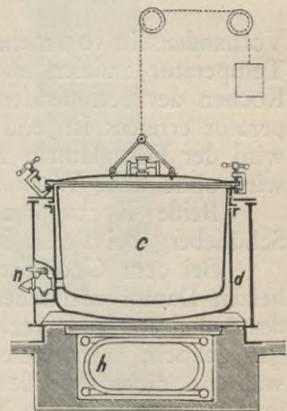
Fig. 125.



ein System von Siederöhren h angeordnet, welche in dem unter den Kesseln sich hinziehenden Rauchkanale liegen. Zuletzt wird die Wärme der Feuergase noch im Kamin p zur Zugerzeugung in dem umgebenden Schlothe i behufs wirksamer Lüftung des Kochraums benutzt.

Der Dampfwickler hat ein offenes, 5 m hohes Standrohr l und kann die Dampfspannung daher 0,5 Atm. nicht überschreiten. Das etwa aus dem Standrohr gedrückte Wasser fließt durch ein zweites Rohr r sofort wieder in den Dampfwickler zurück. Das sich in den Dampfmänteln d niederschlagende Wasser gelangt durch die Leitung g ebenfalls wieder in den Dampfwickler, so dass der Wasserverbrauch ein sehr geringer ist. Der Wasserstand ist daher auch bei einer Anlage in den Küchen des Eisenbahnregimentes in Schöneberg bei Berlin in 8 Tagen nur um 1 cm gefallen. Dieser geringe Wasserverbrauch macht eine Speisepumpe überflüssig und zur Verhütung der Kesselsteinbildung die Speisung mit abgekochtem Wasser möglich. Die Kochkessel c sind mit Wasserablaufhähnen n versehen und kann in dieselben zum Kochen mit directem Dampf dieser durch die Rohre e zuströmen. Die luftdicht aufgeschraubten Deckel sind, da sie an Ketten mit Gegengewichten hängen, leicht abhebbar.

Fig. 126.

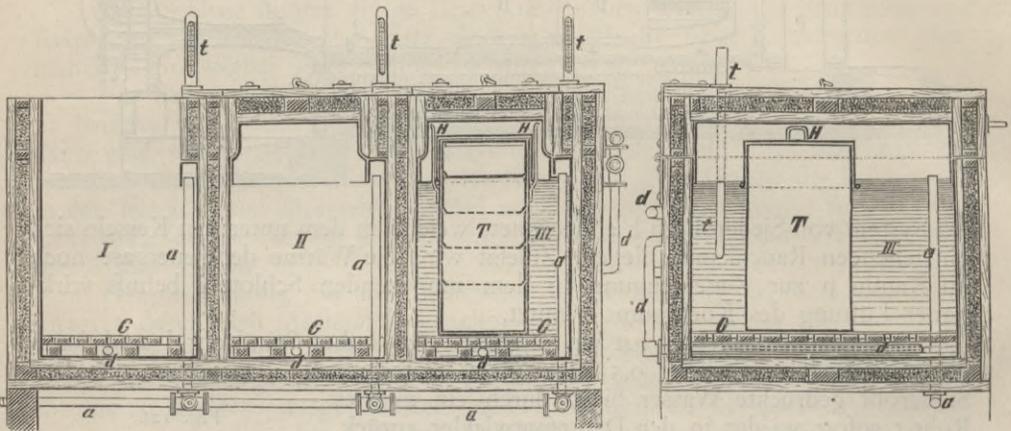


W. Becker bedient sich des Wasser- und Dampfbades zum Kochen von Speisen, welche verschiedene Temperaturen bedürfen, in folgender Weise: Der innen mit Kupfer ausgeschlagene Holzkasten (Fig. 127 u. 128) ist durch Doppelwandungen mit Einlage von schlechten Wärmeleitern so vollkommen wie möglich gegen Wärmeverluste geschützt. Der Kasten ist durch Scheidewände in Kammern, hier in 3, eingetheilt und mit möglichst dicht schliessenden, ebenfalls doppelwandigen Deckeln versehen. In Fig. 127 ist Kammer 1

ohne Deckel, II mit demselben und III mit Wasser gefüllt und mit darin stehendem Kochtopf T dargestellt. In den Kasten bzw. in jede Kanne mündet in der Nähe des Bodens ein innerhalb des Kastens mit feinen Löchern versehenes Dampfrohr d unterhalb des Holzgitters G. Mit a sind die Ueberlaufrohre für die Wasserbäder und mit t die Thermometer bezeichnet. Die Gefäße sind mit Deckeln geschlossen, welche mit ihren Kanten unter das in die Kanne bis zur gewissen Höhe eingefüllte Wasser reichen. Man kann die Töpfe auch luftdicht verschliessen und statt des Wasserbades nur Dampf zum Kochen benutzen. Sind die Töpfe mit Hilfe der Henkel H in die Kammern gebracht, mit den zu kochenden Speisen und dazu nöthigen Gewürzen gefüllt, so wird der Deckel des Kochkastens geschlossen und der Dampf eines besonderen Dampfkessels durch Oeffnen des Ventils in das Wasserbad geleitet. Beim

Fig. 127.

Fig. 128.



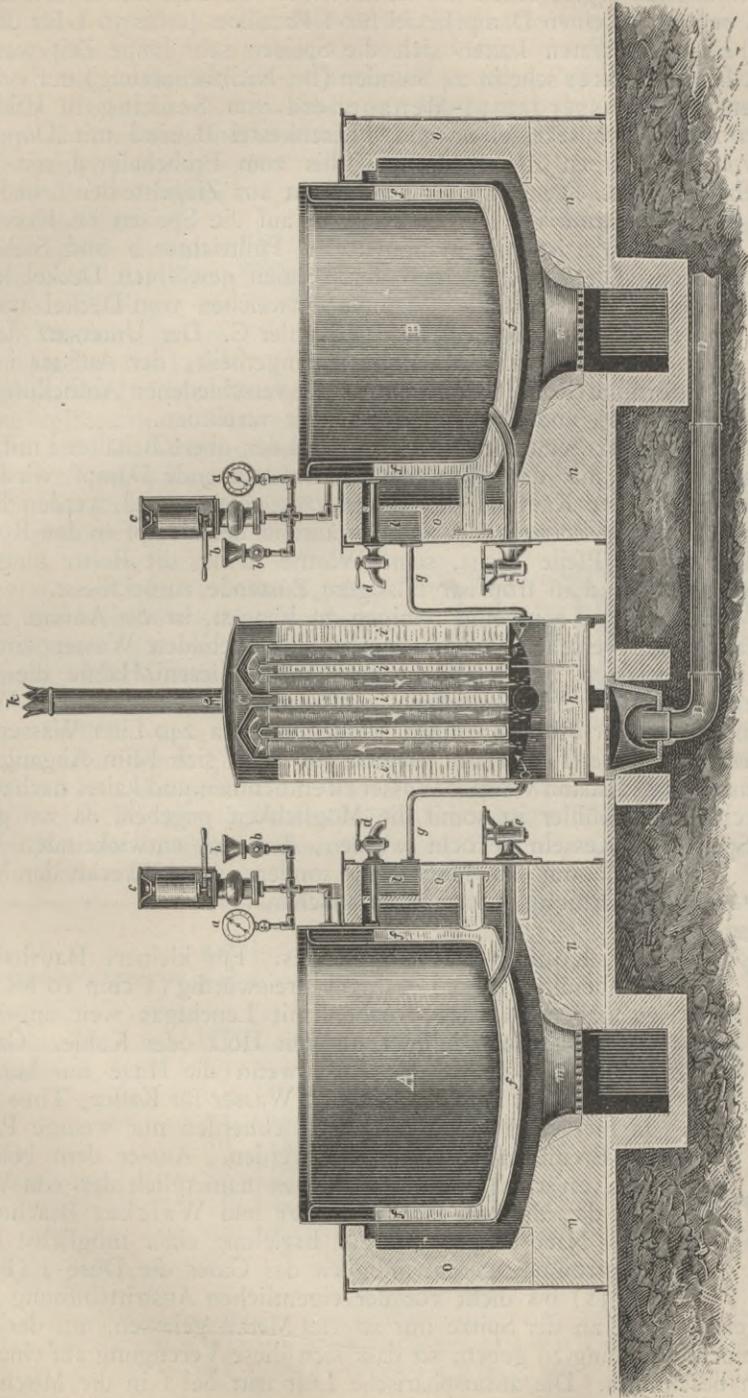
Vorhandensein von mehreren Kammern kann man in jeder Abtheilung eine andere Temperatur erzielen und zwar immer diejenige, welche erfahrungsgemäss zum Kochen der betreffenden Speisen erforderlich ist. Sobald die gewünschte Temperatur erreicht ist und mittels der Thermometer t festgestellt werden kann, wird der Dampfzutritt zu der betreffenden Kammer abgesperrt und die Speise wird ohne neue Wärmezufuhr zu Ende gekocht.

Beide Kochapparate sind in den Küchen des Eisenbahnregimentes in Schöneberg bei Berlin im Betriebe und bewähren sich.

Bei dem Grove'schen Apparate ist in $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Stunden nach dem Anheizen Dampf vorhanden, und dauert das Kochen aller Speisen, vom Beginne des Anheizens an gerechnet, höchstens $2\frac{3}{4}$ Stunden. Rindfleisch ist in 1 Stunde gar gekocht mit einem durchschnittlichen Gewichtsverlust von 32,2 Proc., während dieser bei dem alten Verfahren 47,9 Proc. beträgt. Kartoffeln sind in durchschnittlich 30 Minuten und Hülsenfrüchte in $1\frac{1}{2}$ Stunden fertig gekocht. Der Kohlenverbrauch beträgt für den Tag und 1 Bataillon 46,5 k, während in der alten Küche 110 bis 120 k verbraucht wurden.

Bei dem Becker'schen Apparate steigt die Temperatur im Wasserbade bei Dampfzuführung von 2 Atm. in 10 Minuten z. B. von 65° auf 85° , und findet der Ausgleich zwischen den Temperaturen im Wasserbade und im Topfe in durchschnittlich $\frac{3}{4}$ Stunden statt. Rindfleisch ist in durchschnittlich $1\frac{1}{3}$ Stunden, Kartoffeln sind in $1\frac{1}{2}$ und Hülsenfrüchte in 2 Stunden gar ge-

Fig. 129.



kocht. Rindfleisch ergibt einen Gewichtsverlust von 26,2 Proc. Der Kohlenverbrauch beträgt für einen Dampfkessel für 1 Bataillon 40 bis 50 k für den Tag.

In beiden Apparaten halten sich die Speisen sehr lange Zeit warm, so verliert z. B. der Becker'sche in 24 Stunden (bei Nichtbenutzung) nur etwa 20⁰.

Einen sog. Wasserdampf-Menageherd von Senking in Hildesheim zeigt Fig. 129. Gemüsekessel A und Fleischkessel B sind mit Doppelwandungen versehen, deren Zwischenraum f bis zum Probelahn d mit Wasser gefüllt gehalten wird. Die Einmauerung besteht aus Ziegelsteinen n und Scharmotte o. Der die Wärme von der Feuerung m auf die Speisen im Kessel übertragende Wasserraum f ist mit Manometer a, Fülltrichter b und Sicherheitsventil c versehen. Die Kessel werden durch einen gewölbten Deckel luftdicht geschlossen, die entwickelten Wasserdämpfe entweichen vom Deckel aus durch ein Rohr und treten durch Rohr g in den Kühler C. Der Untersatz desselben ist durch zwei Wände in drei Abtheilungen eingetheilt, der Aufsatz i enthält eine Anzahl U-förmige Rohre C, welche in die verschiedenen Abtheilungen des Untersatzes h münden und diese unter einander verbinden.

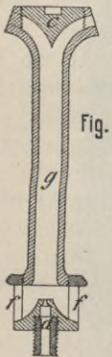
Soll der Apparat benutzt werden, so wird der obere Behälter i mit kaltem Wasser gefüllt, der aus den Kochgefäßen ausströmende Dampf wird durch Rohr g in die vordere Kammer des Untersatzes geleitet und werden hier die etwa mitgeführten Speisereste abgelagert, während der Dampf in den Rohren C in der Richtung der Pfeile kreist, seine Wärme an das die Rohre umgebende Kühlwasser abgibt und in tropfbar flüssigem Zustande zurückfließt.

Um den Untersatz zeitweilig reinigen zu können, ist der Aufsatz mit drei starken Handgriffen versehen und abnehmbar. Das gebildete Wasser wird durch einen Hahn abgelassen und empfiehlt sich unter diesem Hahne die Anlage eines Abzugskanals D. Hähne dienen zur Entnahme reinen heißen Wassers.

Beim Kochen der Mittagsmahlzeit werden so etwa 240 Liter Wasser bis zu 90⁰ erwärmt; ist diese Temperatur erreicht, so zeigt sich beim Abgangsrohr k etwas Wrasen, es ist alsdann warmes Wasser zu entnehmen und kaltes nachzufüllen.

Durch diesen Kühler ist somit die Möglichkeit gegeben, da wo grössere Mengen Speisen in Kesseln gekocht werden, den sich entwickelnden Wrasen nicht nur zu beseitigen, sondern zum Zwecke der Wassererwärmung nutzbar zu machen.

Fig. 130.



Kochen mit Leuchtgas. Für kleinere Haushaltungen ist überall da, wo Leuchtgas preiswürdig (1 cbm 10 bis 12 Pf.) zu haben ist, das Kochen mit Leuchtgas weit angenehmer und meist auch billiger als mit Holz oder Kohle. Ganz besonders ist dieses der Fall, wenn die Hitze nur kurze Zeit dauert, z. B. zum Kochen von Wasser für Kaffee, Thee u. dgl., da hierbei in gewöhnlichen Kochherden nur wenige Procente des Brennstoffes ausgenutzt werden. Ausser dem bekannten Bunsen'schen Brenner verdienen namentlich der von Wobbe und der ähnliche von Schäffer und Walcker Beachtung.

Nach Wobbe ist zur Erzielung einer möglichst grossen Ausströmungsgeschwindigkeit des Gases die Düse a (Fig. 130 u. 131) bis dicht vor der eigentlichen Austrittsöffnung cylindrisch ausgebohrt und an der Spitze nur so viel Metall gelassen, um der Durchbohrung noch Wandung zu geben, so dass sich diese Verengung auf eine Länge von 3 mm beschränkt. Die atmosphärische Luft tritt bei f in die Mischdüse g. Zur Erzielung eines günstigen Luftverhältnisses kann der Kegel c auf und nieder geschraubt werden.

Die Gaskochbrenner von Schäffer & Walcker unterscheiden sich dadurch, dass die Deck- oder Brennerscheibe in das mit ihr verbundene Luftzuführungsrohr l (Fig. 132) ausläuft, welches zur Verstellbarkeit der Flammenstärke und des vortheilhaftesten Gasgemisches wegen unten mit einem Gewinde und einem Vierkante bei a versehen ist. Durch das Rohr l wird die zur vollständigen Verbrennung nothwendige Verbrennungsluft auch dem Innenraume des Flammenkörpers zugeführt. Damit diese innere

Verbrennungsluft die Flamme behufs inniger Mischung möglichst rechtwinkelig durchdringt, ist über dem Brennerluftrohre l, mit entsprechendem Luft-

durchgange, die Luftleitungsscheibe s fest verschraubt. Durch diese Vorrichtung soll eine vollkommene Verbrennung erzielt werden.

Um über die Wärmeausnutzung solcher Brenner ein Urtheil zu gewinnen, wurden vom Verf.¹⁾ zwei niedrige Kessel mit flachem Boden verwendet, wie man sie für Spirituslampen und Erdölkocher hat. Der grössere Kessel aus verzinnem Eisenblech, dessen Boden einen Durchmesser von 20 cm hat, wurde mit 1,5 Lit. Wasser, der kleinere aus Messingblech, dessen Boden 14,5 cm Durchmesser hat, mit 0,7 Lit. Wasser von 14° bis auf einen kleinen Steigraum gefüllt; selbstverständlich wurde der Kessel vor jedem Versuche durch Füllen mit Wasser ebenfalls auf 14° abgekühlt, dann entleert und nun das gemessene Wasser eingegeben. Nach dem Aufsetzen des Deckels wurde bis zum beginnenden Sieden erhitzt. Der Druck, unmittelbar vor dem Brenner bestimmt, schwankte ziemlich stark, weil sich in etwa 300 m Entfernung eine Gaskraftmaschine befand.

Fig. 131.

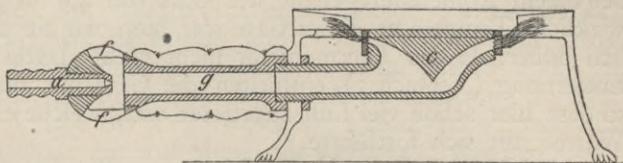
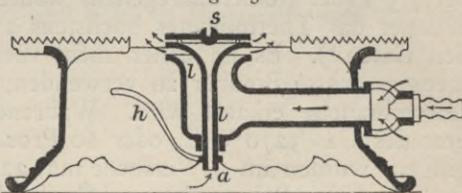


Fig. 132.



Nummer	Verwendeter Brenner	Verw.	Gasdruck	Gas-	1 Lit.	Dauer des	Bemerkungen
		Wasser	mm	verbrauch			
		Liter		Liter	Liter	Min.	
1	Bunsen	0,7	15 bis 18	19,3	27,6	9,5	Kessel 5 cm über Brenner.
2		0,7	17 „ 20	24,2	34,6	11,5	„ 10 cm „ „
3		0,7	19 „ 22	18,7	27,6	7,3	„ 3 cm „ „
4		1,5	15 „ 17	39,9	26,6	20,1	„ 3 cm „ „
5		1,5	14 „ 18	48,5	32,3	25,7	„ 10 cm „ „
6	Wobbe (Fig. 130)	1,5	13 „ 18	48,8	32,5	11,0	
7		1,5	17 „ 20	48,9	32,6	10,2	
8		0,7	13 „ 16	27,1	38,7	5,7	
9		0,7	16 „ 19	27,7	29,7	5,5	
10	Wobbe (Fig. 131) I	1,5	19 „ 22	45,6	30,4	11,3	
11		1,5	11 „ 14	44,4	39,3	13,2	
12		0,7	12 „ 14	23,0	32,9	6,9	
13	II	1,5	15 „ 18	45,2	30,1	22,0	
14		0,7	16 „ 20	21,6	30,9	9,7	

¹⁾ Fischer's Jahresb. d. chem. Technol. 1883, S. 1286.

Die Versuche 1 bis 5 mit einem gewöhnlichen Bunsen'schen Brenner bestätigen den grossen Einfluss, welchen die Entfernung der zu heizenden Fläche von der Brennermündung hat. Bei 5 cm Entfernung, wo die Spitze der inneren blauen Flamme den Kesselboden eben berührte, mehr noch bei 3 cm Entfernung, entwickelten sich mitten auf dem Kesselboden die grösste Wärme, welche so gut ausgenutzt wurde, dass ein an den unteren Rand des Kessels gehaltenes Thermometer mit kleinem Quecksilbergefässe nur bis auf 96° stieg, bei einem Kohlendioxidgehalte der Gase von 4,9 bis 5,5 Proc. (vgl. S. 10). Die wirkliche Temperatur dieser Gase war hier, wo sie den Kessel verlassen, natürlich höher, da das Thermometer nicht völlig davon umgeben war. Bei 10 cm Entfernung (Versuch 5) enthielten die Gase nur noch 3,5 Proc. Kohlendioxid, so dass hier schon viel Luft zugegetreten war, welche einen Theil der entwickelten Wärme mit sich fortführte.

Bei Verwendung der Wobbe'schen Brenner wird die Mitte des Kesselbodens nicht von der Flamme getroffen, geht daher für die Wärmeausnutzung verloren; dies trat besonders bei dem kleinen Kessel hervor, dessen Boden nur 14,5 cm Durchmesser hat, während für Versuch 6 bis 12 die Deckplatte der Brenner 5 cm Durchmesser hat. Dem entsprechend stieg das Thermometer am unteren Rande des Kessels im 8. Versuche auf 323° , im 12. Versuche auf 312° , bei 7,3 Proc. Kohlendioxidgehalt, während im 13. Versuche mit dem kleineren Brenner das Thermometer höchstens 172° angab, bei 5,3 Proc. Kohlendioxid in den Gasen¹⁾. Es ist daher nicht vortheilhaft, zum Erhitzen kleiner Wassermengen grosse Brenner zu verwenden, da die kürzere Zeitdauer mit grösserem Gasverbrauche erkauft wird. Während z. B. im 4. Versuche für 1 cbm verbranntes Gas 3270 W.E. oder 60 Proc. des Brennwerthes in das Wasser übergingen, wurden im 9. Versuche nur 2200 W.E. oder 40 Proc. nutzbar gemacht (vgl. S. 12). Bei stärkerem Gasdrucke dürfte sich das Verhältniss kaum günstiger gestalten. Nichts desto weniger sind für den Küchengebrauch die Wobbe'schen Brenner denen von Bunsen vorzuziehen, weil sie eine viel weniger sorgfältige Behandlung erfordern als diese. Zudem hindert die Deckplatte das Hineinfließen verschütteter Stoffe und ermöglicht, dass die Kessel sehr nahe über der Flamme stehen können, so dass Zugluft weniger schädlich wirkt als bei Brennern mit langer Flamme.

Das Ankochen von 1 Lit. Wasser mit Leuchtgas kostet somit bei einem Gaspreise von 12 bis 16 Pf. für 1 cbm nur 0,4 bis 0,5 Pf., während es mit Holz oder Kohle auf dem Herde etwa 2 Pf. kostet. Bei Erdölkochern stellt sich der Preis etwa so hoch wie bei Leuchtgas; dieselben sind aber viel weniger bequem und entwickeln meist einen unangenehmen Geruch. Wo daher die Wärme der Küchenherde nicht noch anderweitig ausgenutzt wird, ist — namentlich für kleinere Haushaltungen — Gasheizung vorzuziehen. Wassergas (S. 143) würde sich voraussichtlich noch günstiger stellen.

¹⁾ Zur Beurtheilung der mehr oder weniger vollständigen Verbrennung wurde etwa 1 Liter von den, wie erwähnt, 3,5 bis 8,7 Proc. Kohlendioxid enthaltenden Gasen durch eine Palladiumlösung gesaugt. Nur selten konnten gleich nach dem Aufsetzen des mit kaltem Wasser gefüllten Kessels Spuren von Kohlenoxyd nachgewiesen werden, so dass also hier das Gasgemisch theilweise vor der völligen Vereinigung unter die Entzündungstemperatur abgekühlt war. Bei den übrigen Versuchen wurde auf diese Weise kein Kohlenoxyd gefunden, so dass die Verbrennung gewöhnlich vollständig ist. Dennoch erscheint auch hier eine Ableitung der Verbrennungsgase empfehlenswerth, auch deshalb, damit bei unachtsamer Behandlung, welche in Küchen jedenfalls vorkommen kann, das etwa entweichende Leuchtgas in den Schornstein abgeführt wird. Stehen mehrere Brenner in einem Herde zusammen, so könnte eine kleine Zündflamme angebracht werden, so dass kein unverbranntes Leuchtgas entweichen kann.

8. Die Backöfen.

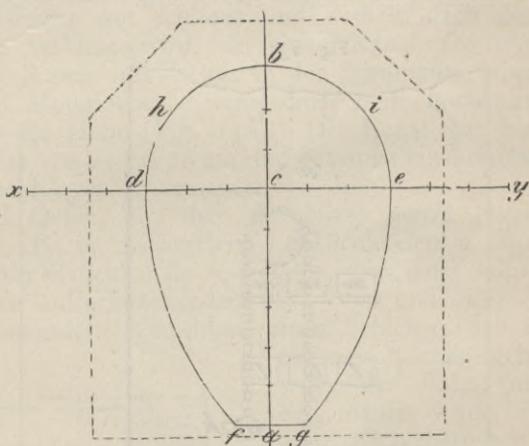
Man unterscheidet Backöfen mit unterbrochenem (periodische) und ununterbrochenem Betrieb (continuirliche). Bei den ersteren brennt das Feuer im Herdraume des Ofens, während bei den letzteren der Herd entweder ganz oder theilweise aus Eisenplatten besteht, welche von darunter befindlicher Feuerung aus geheizt werden. Die ersteren Backöfen erfordern bedeutend mehr Brennstoff, wie die Backöfen mit ununterbrochenem Gange; sie eignen sich daher vortheilhaft nur für kleinere Bäckereien und Private, während für grosse Anlagen die Backöfen mit ununterbrochenem Betriebe unentbehrlich sind.

Der Herd dient bei den Backöfen mit unterbrochener Feuerung zur Aufnahme des Brennstoffes und nach der Erwärmung des Ofens, bezw. nach Entfernung der Brennstoffrückstände zur Aufnahme des Gebäckes. Bei den Oefen mit ununterbrochener Feuerung wird er dagegen nur zur Aufnahme des Backwerks benutzt.

Wie sich die Länge und Breite bei Brodbacköfen zu einander verhalte, hängt oft von dem Platze ab, wohin man den Backofen stellen will, da man ihn nicht immer so lang oder breit machen kann, als es sonst wohl am besten wäre. Ist kein sonstiges Hinderniss vorhanden, so scheint erfahrungsgemäss aus manchen Gründen das geschickteste Verhältniss das zu sein, dass man 9 Masstheile auf die ganze Länge des Herdes (die Sohle des Mauerloches nicht gerechnet)

und 6 Theile auf die Breite rechne. Es soll z. B. der Herd 2,80 m lang werden, so ist der Masstheil $\frac{1}{9}$ davon, nämlich 31 cm. In diesem Falle würde der Herd 1,86 m breit. Oder es sollte der Herd 2,50 m lang werden, so wäre ein Masstheil $\frac{1}{9}$ davon, nämlich 28 cm, und der Herd würde 1,68 m breit. Der Herd wird dann so auf das Papier gezeichnet, dass man die Linie a b als die Richtung der Länge zieht und solche in 9 gleiche Theile abtheilt (Fig. 133). Vom Mundloche aus durch den 6. Theilpunkt c zieht man eine rechtwinklige Linie über Kreuz x y, auf welcher man von c aus rechts und links 3 Masstheile absticht. Nun wird von c aus ein halber Kreis durch d, b und e gezogen. Die Punkte x und y sind von d und e so weit entfernt, als diese von c, nämlich 3 Masstheile, also 6

Fig. 133.



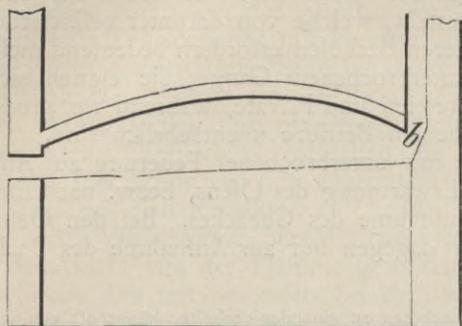
Masstheile von c aus. Von x und y ziehe man die beiden Seitenbögen e g und d f.

Ein Gewölbe unter den Herd zu setzen, ist nur in dem Falle rathsam, wenn der Vorplatz des Ofens stets warm ist, weil ausserdem der Herd von unten zu sehr erkalten würde. Andere geschlossene Höhlungen (Kanäle) darunter anzubringen, lässt zwar den Herd trocken und warm, gestattet aber dem Ungeziefer einen erwünschten Aufenthalt. Am schicklichsten nimmt man zur Ausfüllung des inneren Raumes zwischen dem Gemäuer Schmiedeschlacken, und wo sie nicht zu haben sind, kleine Steine, oder unten kleine Steine und obenauf Schmiedeschlacken. Letztere Schlacken oder kleine Steine dürfen nur bis ohngefähr 23 cm unter der Herdsohle emporreichen. Auf sie kommt eine Lage Kohlenklein (Kohlösche) oder ausgelaugte Asche 10 cm hoch, auf diese 5 cm hoch feiner Sand und darauf erst das Herdpflaster ohngefähr 8 cm dick.

Nie heizt sich ein Ofen bei einem wagerechten Herde so gut, als bei steigendem, und überdies hat ein steigender Herd das Gute, dass man die Brode leichter überschauen kann. Doch darf die Steigung nie so gross sein,

dass die weichenden Brode, in den Ofen gebracht, abwärts fließen, ehe sie genug erhärtet sind. (Aus demselben Grunde müssen die Backöfen der Zuckerbäcker, worin man Torten bäckt, einen ganz wagerechten Herd haben.)

Fig. 134.



Für jede 30 cm Länge 2,5 cm Steigung wird ein geschicktes Verhältniss geben. Es ist gut, wenn diese Steigung von dem Mundloche aus 0,5 m lang mehr beträgt (wie Fig. 142 zu sehen ist), nämlich 10 cm auf diese Länge. Dadurch kommt die Stürze (der obere Theil) des Mundloches tiefer zu stehen, was dem Ofen sehr erspriesslich ist, und es bleiben doch noch 10 cm, um den Herd zu übersehen und den Stiel der Backschaufel (des Schiessers, Schusse) aufzunehmen. Doch ist es auch nicht sehr viel gefehlt, wenn der Herd wie Fig. 134 gestaltet ist.

Die sog. Leuchte erhält eine besondere Oeffnung x von der Seite des Mundloches, gewöhnlich zur rechten Hand (Fig. 135 und 136). Sie kommt oben mit der Höhe des Mundloches gleich, hat aber gegen den Ofen hin nur 10 cm ins Geviert. Gegen aussen ist die Oeffnung etwa 16 cm breit und

Fig. 135.

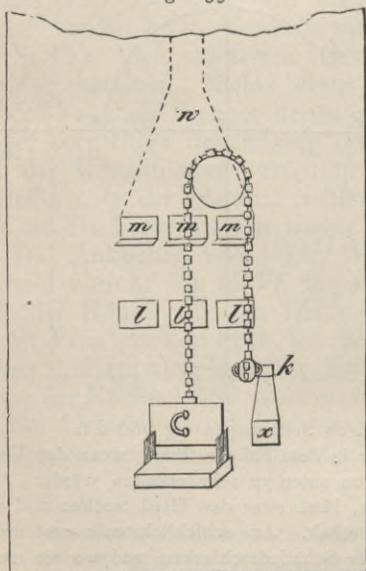
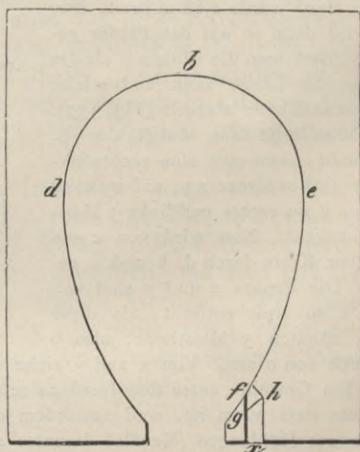


Fig. 136.



21 cm hoch und nimmt in der Mitte der Höhe gleichlaufend mit der inneren Wand ein bewegliches Eisenstäbchen auf (Fig. 136 g h), damit die Leuchtspäne daran gelehnt werden können. Für die innere Oeffnung wird ein Stein gehauen, welcher solche genau schliessen kann, wenn das Brod im Ofen bäckt. Damit vom Leuchtfeuer kein Rauch in den Ofen ziehe, ist von der Leuchtöffnung aus ein kleiner Kamin in die Wand aufwärts eingemauert, welcher bei k (Fig. 135)

ausmündet. Man kann noch besser den Ofen auch durch eine einfache Lampe von dieser Oeffnung aus beleuchten.

Zugleich mit dem Mundloche sind die Seitenwände des Ofens nebst den nöthigen Widerlagern für das Gewölbe aufzusetzen. Sobald die erste Lage mit Ziegelsteinen fertig ist, also ungefähr 8 cm über der Herdsohle, werden in der Gegend *d b e* (Fig. 136, 137 u. 138) die Rauchkanäle angelegt. Da sie 23 cm im Quadrat gross werden, so kommt auf die Seitenmauer ein Theil der Oeffnung und einer ins Gewölbe, so aber, dass ihr oberer Theil in jedem Falle etwas höher als die Stürze des Mundloches liege. Je mehr der Herd Steigung hat, desto näher der Herdsohle können die Rauchlöcher gerückt werden, was für die Heizung vortheilhaft ist.

Fig. 137.

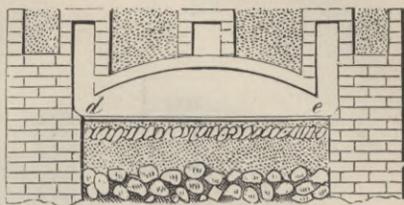
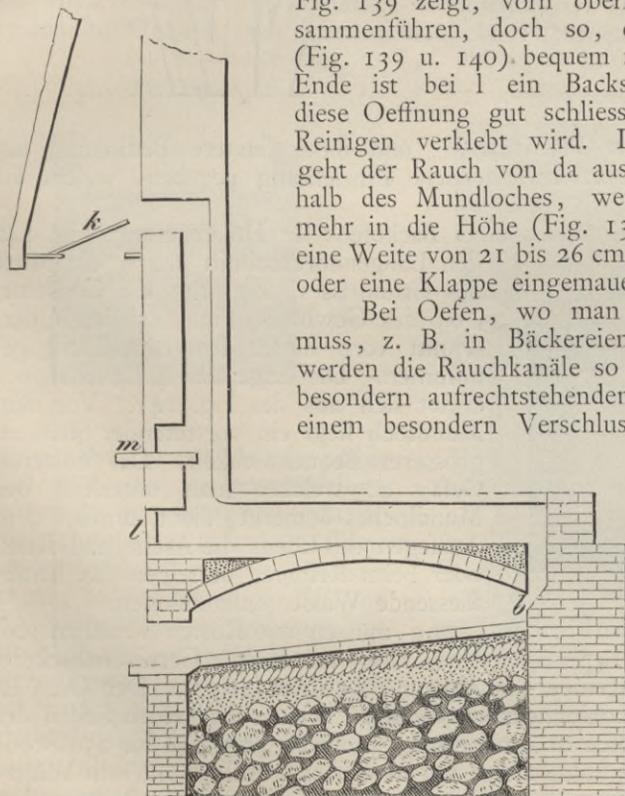


Fig. 138.



Nach Verfertigung des Gewölbes werden die liegenden Rauchkanäle 16 cm weit und 21 cm hoch angelegt. Bei gewöhnlichen Backöfen zu grösseren Broden kann man diese, wie Fig. 139 zeigt, vorn oberhalb des Mundloches zusammenführen, doch so, dass man sie von *l* aus (Fig. 139 u. 140) bequem reinigen kann. Zu diesem Ende ist bei *l* ein Backstein eingesetzt, welcher diese Oeffnung gut schliesst und deshalb nach dem Reinigen verklebt wird. In einen Kanal vereinigt, geht der Rauch von da aus in der Stirnmauer, oberhalb des Mundloches, wenigstens 1 m hoch oder mehr in die Höhe (Fig. 138). Der Kanal hat hier eine Weite von 21 bis 26 cm und bei *m* ist ein Schieber oder eine Klappe eingemauert.

Bei Oefen, wo man die Hitze genau regeln muss, z. B. in Bäckereien, Lebküchlereien u. dgl., werden die Rauchkanäle so geführt, dass jeder seinen besondern aufrechtstehenden Kanal hat und jeder zu einem besondern Verschluss einen Schieber, der in

eisernen Nuthen geht, wozu der Rahm mit eingemauert wird. Zu diesen Schiebern muss man ebenfalls durch

eine verschliessbare Oeffnung *m* (Fig. 135) kommen können, um nachzuhelfen, wenn etwas daran fehlt. Diese aufrechten Kanäle münden in den Rauchfang *n* (Fig. 135). Wird letzterer unterhalb der Kanäle geschlossen, so

wird der Zug im Ofen lebhafter und der Raum vor dem Ofen (Backküche u. dgl.) bleibt wärmer und rauch- und russfrei.

Die Backöfen mit unterbrochenem Betrieb sind bis jetzt noch am häufigsten im Gebrauche.

Die auf dem Lande, besonders in den Ostseegegenden, am häufigsten vorkommenden Backöfen sind die sog. Kuppelöfen. Sie dienen sowohl zum

Fig. 139.

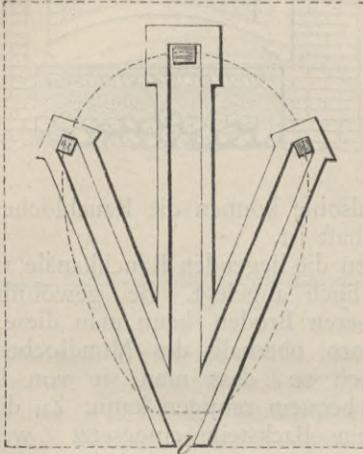
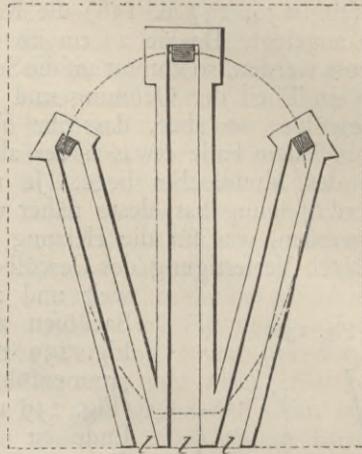


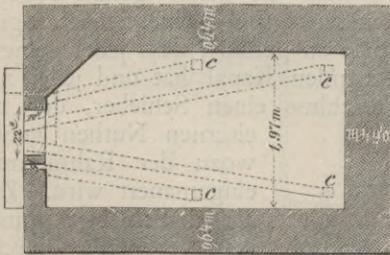
Fig. 140.



Brodbacken als auch zum Flachsdrarren, und diese letztere Bedingung hat ihnen die ungeheuer holzverschwenderische Einrichtung gegeben, welche sie alle haben.

Fig. 141 zeigt den Grundriss eines Backofens für Holzfeuerung, Fig. 142 den Längendurchschnitt durch die Mitte des Grundrisses, Fig. 143 die Construction des Gewölbes, Fig. 144 den Querschnitt vorn hinter dem Mundloche genommen. Die Lage der 4 Rauchzüge c ergibt sich aus der Fig. 141. Vor dem Mundloch liegt ein vortretender Stein zu grösserer Bequemlichkeit. Das hölzerne Gefäß a, welches man unterhalb des Mundloches bemerkt, dient, um bei dem Ausfegen des Ofens die Asche und Russ, oder beim Reinigen desselben das herabfließende Wasser aufzunehmen.

Fig. 141.



Backöfen für Steinkohlenfeuerung müssen mit Rosten versehen sein (vgl. S. 23). Fig. 145 bis 147 zeigen einen Ofen der Kölner Garnisonsbäckerei nach dem Berichte des Ingenieur-Hauptmanns Brehm (1857). Der Ofen ist mit 2 Rosten b für Steinkohlenheizung versehen, welche zu beiden Seiten des Mundloches liegen. Der Ofen ist 4 m lang, 3,75 m breit, fasst 240 bis 250 Brode von je 3 k in sich. Seine Sohle steigt mit zwölfacher Anlage an, sein Widerlager 15 bis 16 cm hoch, Gewölbe 18 cm Stich, so dass es in der Mitte 34 cm lichte Höhe hat. Sohle, Widerlags- und Gewölbesteine sind aus dem sog. Backofenstein von Königswinter erbaut. Die Feuerräume liegen auf jeder Seite des Mundloches und sind aus feuerfesten Steinen hergestellt; der Rost jenes Raumes ist 78 cm lang und 36 cm breit.

Wenn das Feuer ausgebrannt ist, wird ein Verschlussstein auf den Rost gelegt, der so dicht als möglich schliessen muss. Um dem Feuer beliebige Richtungen geben zu können, werden 2 gusseiserne Feuerleitschirme während

Fig. 142.

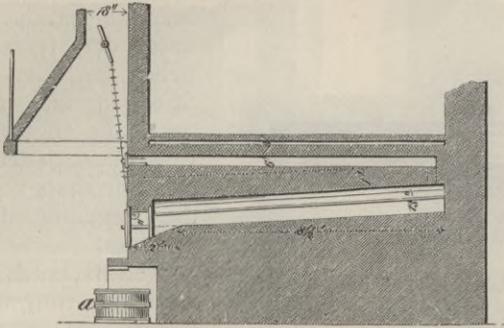
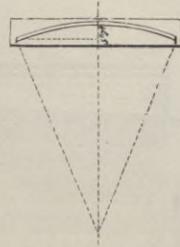


Fig. 143.



des Heizens durch das Mundloch eingeschoben. Die 5 Füchse haben jeder 15 cm im Quadrat; der gemeinschaftliche Fuchs ist 34 cm hoch und 21 cm

Fig. 144.

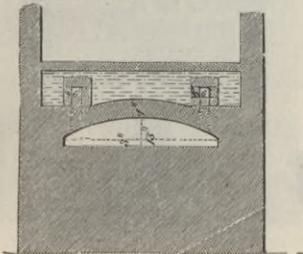
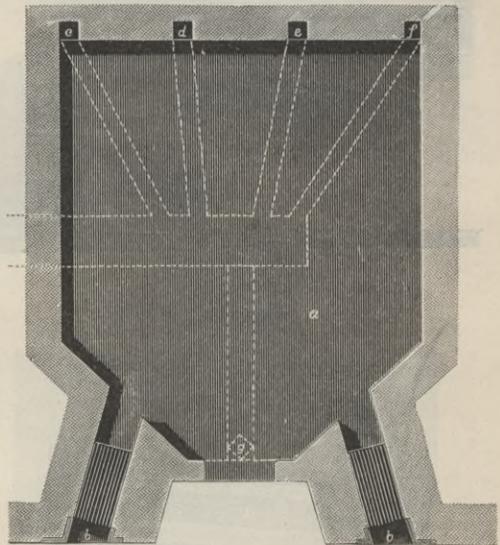


Fig. 145.

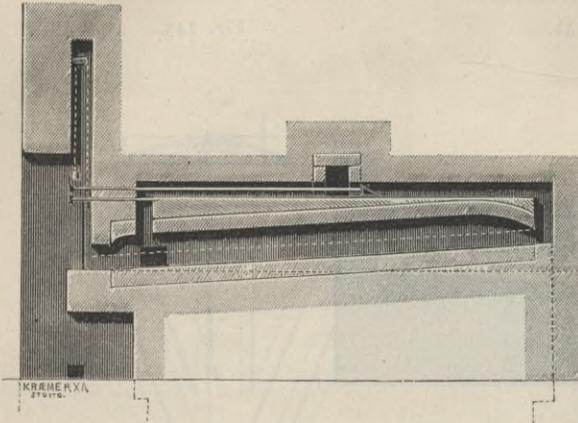


breit. Der Verschluss der Züge c, d, e, f wird da bewerkstelligt, wo sie in den gemeinschaftlichen Fuchs einmünden, indem eine Platte von Sturzblech, welche an einer langen, bis ins Innere der Bäckerei reichenden Stange befestigt ist, durch diese gegen jeden der kleinen Füchse gestossen wird. Jede dieser vier langen Stangen liegt in einer schmiedeeisernen Röhre. Der 5. Fuchs g erhält seinen Verschluss schon da, wo er noch senkrecht aufsteht, durch eine einfache horizontale Platte. Die Reinigung geschieht vom gemeinschaftlichen Fuchs aus.

Bei den Backöfen mit ununterbrochenem Betrieb befindet sich die Rostfläche unter der Herdfläche; diese Oefen können entweder einfache sein, wie Fig. 148 bis 150 zeigen, oder doppelte nach Fig. 151. Der Backraum a

ist mit Thür b versehen. Es ist entweder ein Schieber c angebracht, durch dessen Oeffnung erforderlichen Falls die Wasserdämpfe abziehen können oder ein Paar schmiedeeiserne

Fig. 146.



ein Paar schmiedeeiserne Rohre r. — Die Kohle verbrennt auf dem Roste d, die Flamme und Verbrennungsproducte ziehen unter der Herdsohle hin, gehen an der hinteren Seite in die Höhe und durch die Züge e über den Ofen hin nach dem Schornsteine f, dessen Schieber g die Regelung des Zuges gestattet.

Von Backofen für Steinkohlenfeuerung von Essen zeigen Fig. 151 u. 152 zwei rechtwinklige Durch-

Fig. 147.

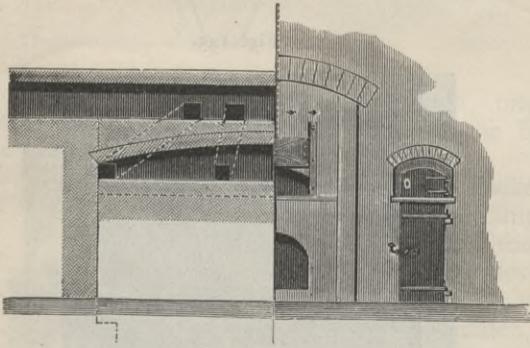


Fig. 148.

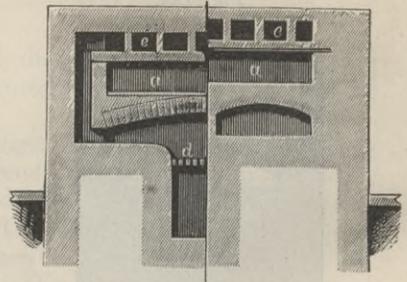


Fig. 149.

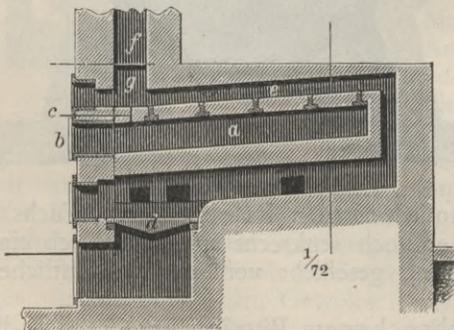
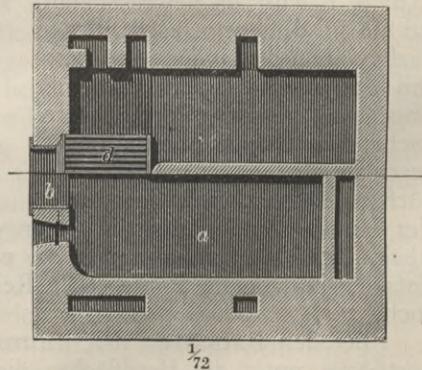


Fig. 150.



schnitte, Fig. 153 die äusserste Ansicht, von der Heizstelle aus gesehen. Es ist ein sog. Doppelfofen, in welchem 2 gleich grosse Backräume A und A'

entsprechend über einander liegen. Jeder dieser Backräume ist 1,94 m breit, 0,28 m hoch, der obere etwas niedriger. Der untere Backraum wird von 2 Gewölben getragen, über denen sich eine Sandschicht befindet, wodurch

Fig. 151.

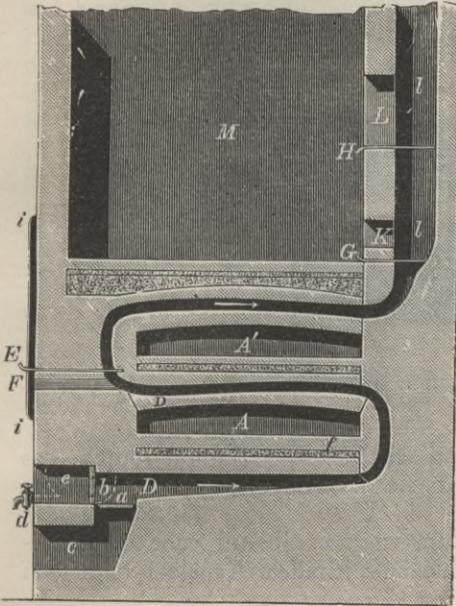
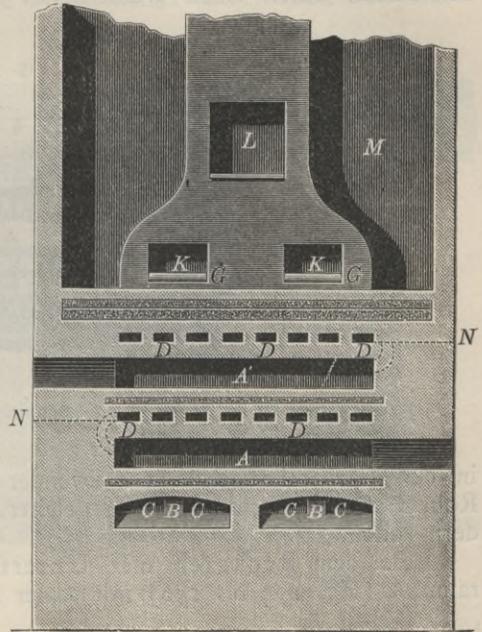


Fig. 152.

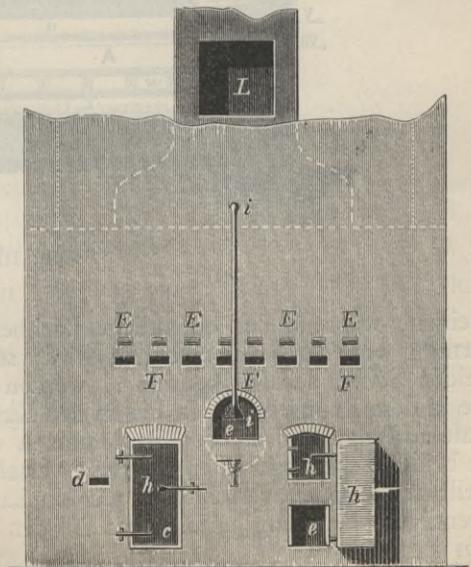


die Hitze gleichmässig verbreitet und gemildert wird. Vor und beziehungsweise unter diesem Backraume liegen in dem Mauerwerk die beiden Feuer-

ungen c mit dem Roste a', welcher mit feuerfesten Steinen überwölbt und mit einer quadratischen Thür von 23 cm Seitenlänge geschlossen wird. Von dem Roste a aus strömt die heisse Luft und die Verbrennungsproducte durch die beiden Kanäle B, welche sich bei C in 4 und bei D in 8 Zweige theilen; unter und über dem Backraume vor den Feuer- und Aschenlöchern b und c ist eine eiserne Thür h angebracht, um eine Abkühlung der Kanäle zu verhüten, sowie zur Regelung der Hitze entsprechende Schieber E, D und H vorhanden sind. Zu beiden Seiten der Heizkanäle sind endlich verschliessbare Luftkanäle d angeordnet, welche eine vollständige Verbrennung unterstützen sollen. Der obere Ofen A' liegt unmittelbar über dem unteren A. Um die Hitze dieses oberen der des unteren

gemildert wird. Vor und beziehungsweise unter diesem Backraume liegen in dem Mauerwerk die beiden Feuer-

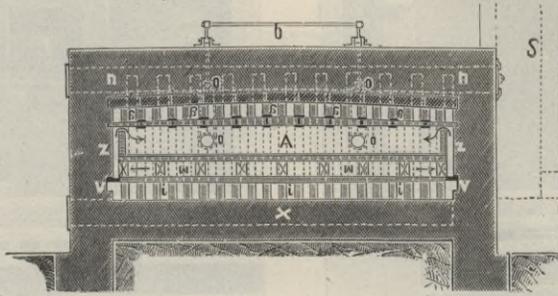
Fig. 153.



ren gleich zu machen, ist über demselben eine Thon- und Sandschicht g f angebracht, ferner ist derselbe etwas niedriger gemacht, wodurch seine Nutzbarkeit nicht beeinträchtigt wird.

Um möglichste Vortheile aus der Feuerung zu ziehen, hat man zwischen den beiden Oefen einen Wasserkessel e angebracht. Das heisse Wasser wird

Fig. 154.

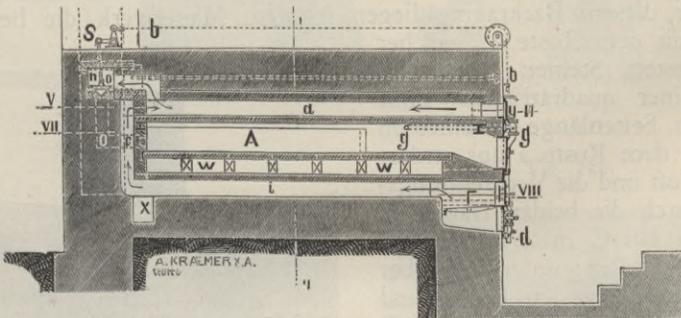


Schnitt I—II.

in der Bäckerei überhaupt verwendet und auch heisse Dämpfe durch das Rohr i auf die Backkammer M geleitet, wo sie das Aufgehen des Teiges fördern sollen.

Bei dem Backofen mit Unterfeuerung von Seidel ruht der Backraum A (Fig. 154 bis 156) mit seiner Sohle auf parallele Kanäle i bildenden

Fig. 155.



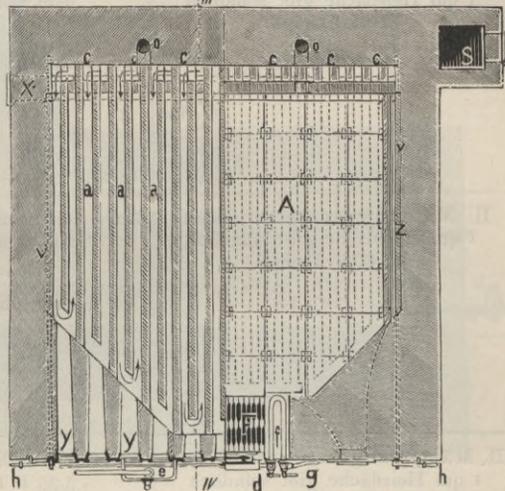
Schnitt III—IV.

Steinen, während der eigentliche Backherd durch Steinwürfel in einiger Entfernung von der Sohle gehalten wird, so dass der Hohlraum w entsteht. Zu beiden Seiten des Backraumes A werden die Kanäle z gebildet, durch welche die in dem Räume w durch die in den Kanälen i hinziehenden Feuergase erhitze Luft aufsteigt und in den Backraum A eintritt. Die Sohle des Raumes c ist an beiden Seiten mit einer Oeffnung versehen, welche mittels durch Handhebel h stellbarer Klappen verschlossen werden kann und durch welche die Hitze nach beendigter Feuerung unmittelbar in den Hohlraum w bezw. A geleitet werden kann.

An die Kanäle i, unter welchen sich im hinteren Theile des Ofens ein Reinigungskanal x quer hinzieht, schliessen sich die an der Backraumrückwand aufsteigenden Kanäle c an, welche bis zu den über der von Längs- und Quereisenträgern getragenen Backraumdecke liegenden Kanälen a mit Reinigungsöffnungen y führen. Die Kanäle c und a sind derart eingerichtet, dass die in je 2 Kanälen i und c hindreichende Hitze in je einem der Kanäle a nach vorn geht, dort umkehrt und in einem zweiten der Kanäle a nach hinten streicht, wie linksseitig in Fig. 155 durch Pfeile angegeben ist, um in den in den Schornstein S einmündenden Sammelkanal n zu entweichen. Von der Wasserpfanne führt ein Rohr d nach dem Dampfentwickler f. Das Rohr g bringt den Dampf in den Backraum A, während die in den Sammelkanal n ausmündende Dampfableitung o durch Kegelventile und Zugvorrichtung b geregelt wird.

D. Grove will bei Backöfen die erforderliche Wärme durch überhitzte Luft aus einer Luftheizkammer derart zuführen, dass die heisse Luft durch Kanäle veranlasst wird, von aussen um den Backraum herum zu kreisen, die Wärme an denselben abzugeben, nach unten zu fallen und sich von neuem an der unterhalb des Backraumes in der Luftheizkammer angeordneten Heizvorrichtung zu erhitzen und das Spiel ununterbrochen zu wiederholen.

Fig. 156.



Schnitt V—VI.

VII—VIII.

9. Dampfkesselfeuerungen.

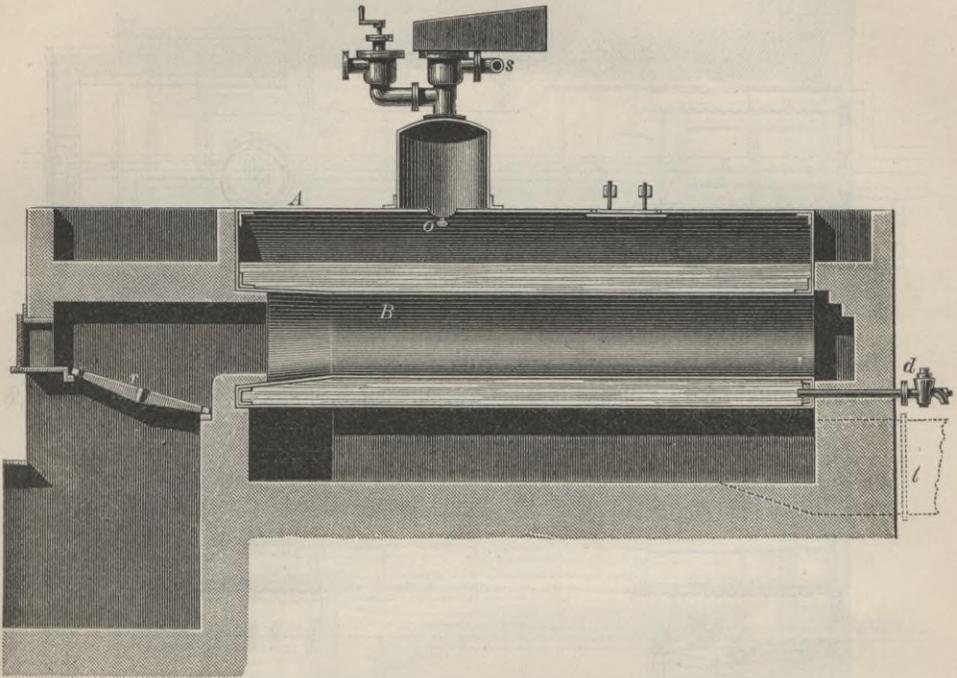
Die Beurtheilung von Dampfkesseln¹⁾ und Kesselfeuerungen wurde bereits S. 15, die Einrichtung der Feuerungsroste S. 23, die der Schornsteine S. 31 besprochen. Die Grössenverhältnisse derselben hat H. v. Reiche in folgender Tabelle zusammengestellt. In derselben bezeichnet $\frac{F}{R}$ das Verhältniss von Heizfläche zu Rostfläche, $\frac{F}{f}$ das Verhältniss von Heizfläche zum obersten Schornsteinquerschnitt, und $\frac{R}{f}$ das Verhältniss von Rostfläche zum obersten Schornsteinquerschnitt:

¹⁾ 1 Pferdekraft = 75 Meterkilogr. sekundlich = $\frac{75 \times 60 \times 60}{425} = 635$ W.E. stündlich.

	Westfälische Steinkohle (Kesselkohle)				Beste Anhalter Braunkohle			
Auf 1 qm Rostfläche werden stündlich verbrannt Kilogramm ==	40	60	80	100	100	200	300	450
I. Stark geschonter Kessel. 1 qm Heizfläche gibt stündlich 10 k Dampf. $\frac{F}{f} = \text{etwa } 220$	Auf 1 qm Heizfläche stündlich 1,11 k Kohlen. 1 k Kohle gibt 9 k Dampf.				Auf 1 qm Heizfläche stündlich 3,33 k Kohlen. 1 k Kohle gibt 3,33 k Dampf.			
$\frac{F}{R} =$	36,0	54,0	—	—	33,33	—	—	—
$\frac{R}{f} =$	6	5	—	—	7	—	—	—
II. Mässig geschonter Kessel. 1 qm Heizfläche gibt stündlich 16,66 k Dampf. $\frac{F}{f} = \text{etwa } 180$	Auf 1 qm Heizfläche stündlich 2,08 k Kohlen. 1 k Kohle gibt 8 k Dampf.				Auf 1 qm Heizfläche stündlich 5,55 k Kohlen. 1 k Kohle gibt 3 k Dampf.			
$\frac{F}{R} =$	—	28,8	38,4	48,0	18,0	36,0	—	—
$\frac{R}{f} =$	—	5	4	4	7	6	—	—
III. Mässig angestrenzter Kessel. 1 qm Heizfläche gibt stündlich 23,33 k Dampf. $\frac{F}{f} = \text{etwa } 140$	Auf 1 qm Heizfläche stündlich 3,33 k Kohlen. 1 k Kohle gibt 7 k Dampf.				Auf 1 qm Heizfläche stündlich 8,75 k Kohlen. 1 k Kohle gibt 2,66 k Dampf.			
$\frac{F}{R} =$	—	—	24,0	30,0	11,4	22,8	34,28	—
$\frac{R}{f} =$	—	—	4	4	7	6	5	—
IV. Stark angestrenzter Kessel. 1 qm Heizfläche gibt stündlich 30 k Dampf. $\frac{F}{f} = \text{etwa } 100$	Auf 1 qm Heizfläche stündlich 5 k Kohlen. 1 k Kohle gibt 6 k Dampf.				Auf 1 qm Heizfläche stündlich 12,85 k Kohlen. 1 k Kohle gibt 2,33 k Dampf.			
$\frac{F}{R} =$	—	—	—	20,0	—	15,5	23,3	35,0
$\frac{R}{f} =$	—	—	—	4	—	6	5	4
V. Locomotivkessel. Dampfspannung = 9 Atm. Ueberdruck. Auf 1 qm Rostfl. stündl. 230 k Kohlen. 1 qm Heizfl. gibt stündl. 40 k Dampf. $\frac{F}{R} = 46$	Auf 1 qm Heizfläche stündlich 5 k Kohlen. 1 k Kohle gibt 8 k Dampf.							
VI. Locomobilkessel. Dampfspannung = 3,75 Atm. Ueberdr. Auf 1 qm Rostfl. stündl. 192 k Kohlen. 1 qm Heizfl. gibt stündl. 30 k Dampf. $\frac{F}{R} = 32$	Auf 1 qm Heizfläche stündlich 6 k Kohlen. 1 k Kohle gibt 5 k Dampf.							

Die Dampfkessel mit einem Flammrohr sind entweder mit einer Vorfeuerung versehen (vgl. Fig. 157 u. 158) oder mit Innenfeuerung. Bei ersteren

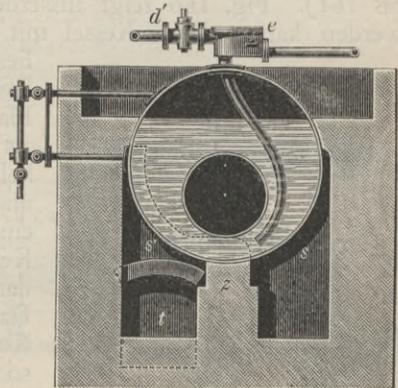
Fig. 157.



ist das Flammrohr B zuweilen vorn etwas erweitert, damit von der Vorfeuerung aus ein schwacher Ring von Scharmottesteinen eingesetzt werden kann, wodurch das Flammrohr geschützt ist. Das Feuer geht vom Rost r durch das Feuerrohr, dann an der Seite s des äußeren Kessels, und zuletzt nach s' hin um von hier in den Abzugskanal t zu gelangen, welcher nach dem Schornstein führt.

Wenn das Wasser viel Kesselstein¹⁾ absetzt, lässt man den Zug durch das Flammrohr nach hinten und den zweiten Zug, in die beiden Seitenzüge getheilt, vorgehen; hierauf vereinigen sich beide Züge unter dem Kesselboden und gehen als ein Zug hinten nach dem Schornstein. Wenn hingegen das Wasser wenig Bodensatz absetzt, so kann man den zweiten Zug unter dem Kesselboden (und den dritten Zug in den Seitenkanälen) entlang zu führen, weil die Flamme dann noch mehr Wärme besitzt, als wenn sie erst durch die Seitenkanäle geht, und weil der unter dem Kesselboden gehende Zug an und für

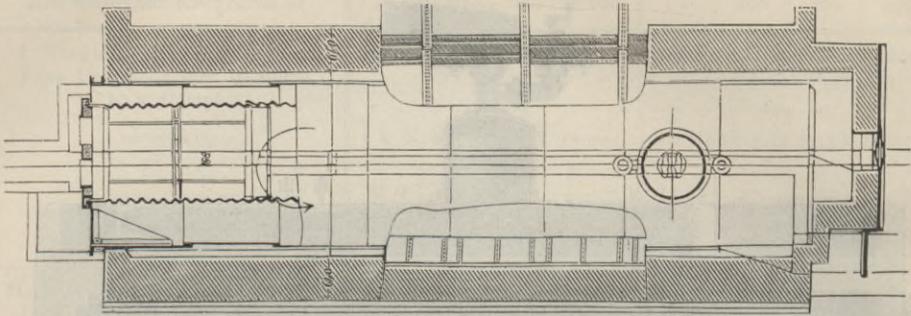
Fig. 158.



¹⁾ Vgl. Fischer: Chemische Technologie des Wassers (Braunschweig, Vieweg u. Sohn).

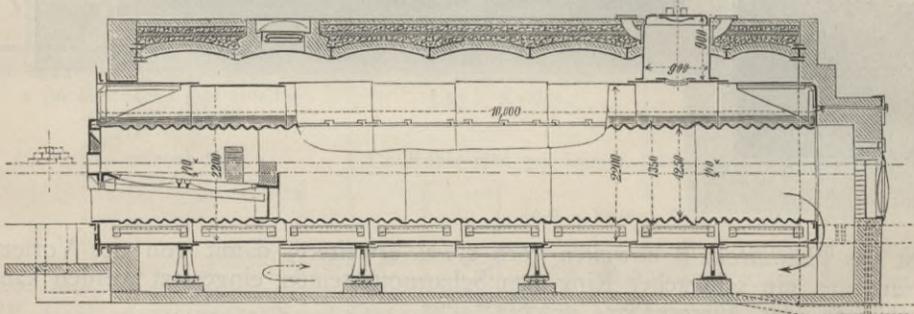
sich wirksamer ist, da die höchsten Stellen des Zuges vom Kessel selbst gebildet werden. Die Zuführung des Speisewassers geschieht hier von oben; der Dampf entweicht bei o in den Dom.

Fig. 159.



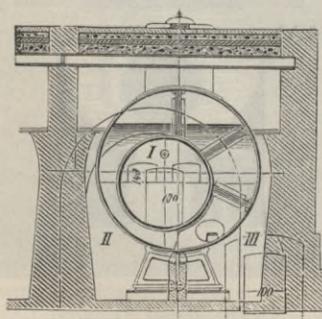
Bei den Flammrohrkesseln mit Innenfeuerung wird hinter dem Rost eine Feuerbrücke angebracht, um das Herabrutschen der Kohlen zu verhüten (Fig. 159)

Fig. 160.



bis 161). Fig. 160 zeigt ausserdem, wie eine zu grosse Rostfläche abgedeckt werden kann. Diese Kessel mit weitem Flammrohr, welches der grösseren

Fig. 161.



Festigkeit wegen aus Wellblech hergestellt ist, bewähren sich recht gut, da in dem weiten Flammrohre die Verbrennung vollständiger ist als in engen Flammenröhren. Die Feuergase kehren durch den Unterzug II nach vorn zurück und gehen durch III wieder nach hinten. Die eingeschriebenen Maasse beziehen sich auf den Kessel, mit welchem der S. 20 erwähnte Verdampfungsversuch in Essen ausgeführt wurde. Da es hierbei weniger auf gute Ausnutzung der Kohlen als auf grosse Dampflieferung ankam, so wurden auf je 1 qm Heizfläche stündlich 29,5 k Wasser verdampft, dabei auf 1 qm Rost 127 k Kohlen verbrannt und doch wurde eine 9,0- bis 9,7fache Verdampfung erzielt.

Einen ähnlichen Kessel mit zwei Flammröhren zeigen Fig. 4 u. 5, S. 18, einen Zweiflammrohrkessel mit mechanischer Feuerung Fig. 14 bis 17, S. 28.

Bei Kesseln mit zwei Feuerröhren liegt die Feuerung zuweilen unter dem Kessel. Fig. 162 stellt den Grundriss unter dem Boden des Kessels dar,

Fig. 162.

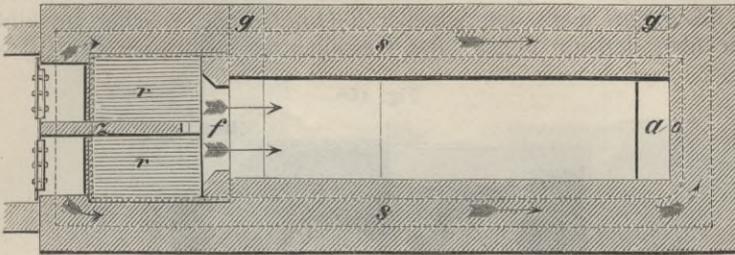
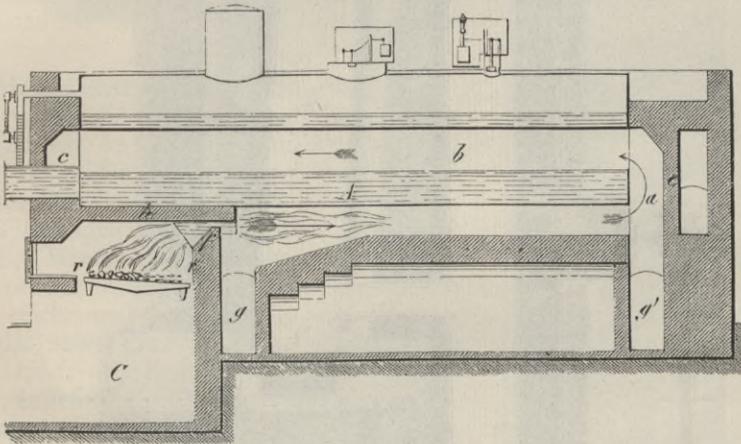


Fig. 263 den Längendurchschnitt, Fig. 264 den Querdurchschnitt durch den Rost. Das Feuer brennt auf dem Roste r, der hier durch eine Zunge z in zwei

Fig. 163.



Theile getheilt ist, um diese abwechselnd zu beschicken. Das Gewölbe h schützt den Kesselboden vor unmittelbarer Berührung und befördert so, in Verbindung mit der Feuerbrücke F, die völlige Verbrennung. Die Flugasche sammelt sich bei g.

Das Feuer schlägt vom Rost aus über die Feuerbrücke f unter dem Boden des Kessels nach hinten, geht bei a in die Höhe, in den beiden Feuerröhren b vor, bis c und in den beiden Seitenkanälen s hinten nach dem Schornstein.

Fig. 164.

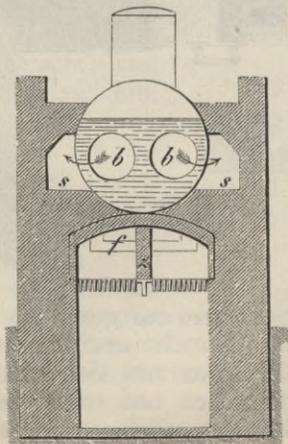
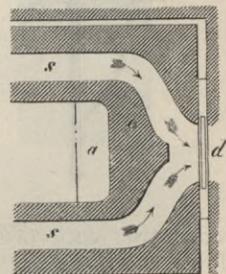


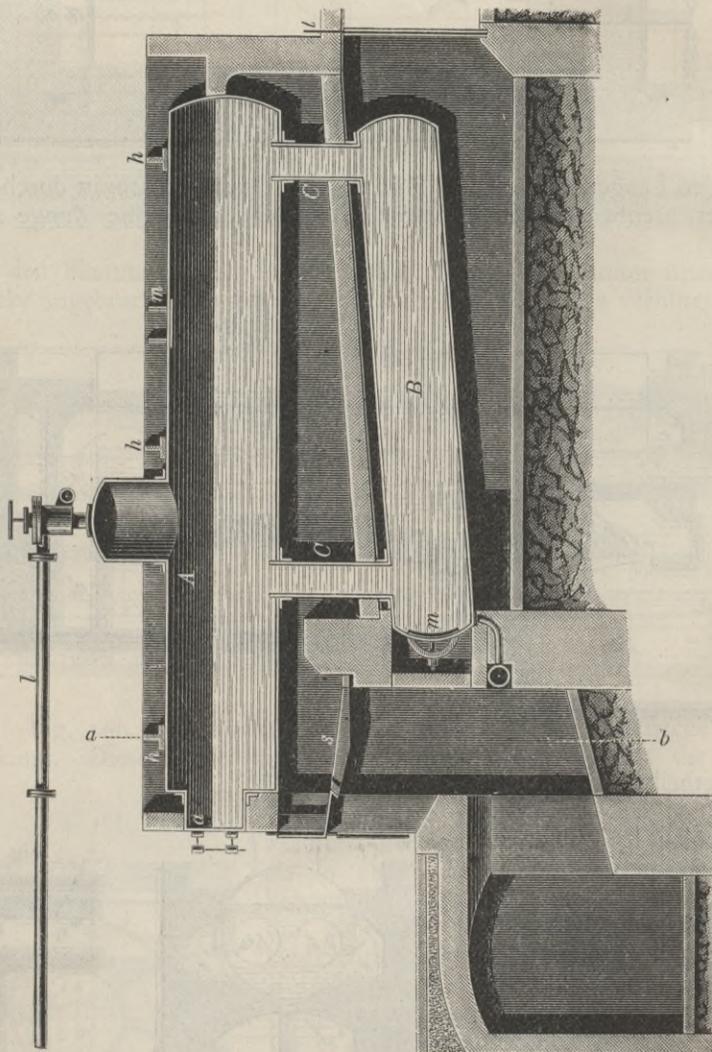
Fig. 165.



Die Seitenzüge *s* müssen 9 cm unter dem niedrigsten Wasserstande im Kessel geschlossen werden, weil sonst die Kesselwand glühend werden würde, wenn das Wasser etwas tiefer sänke.

Besser ist es, die Züge *s* so zusammenzuziehen, wie Fig. 165 zeigt. Zur Regelung des Zuges dient der Schieber *d* (Fig. 165), welcher an einer Kette hängt, die über den am Gebälk des Kesselhauses befestigten Rollen bis senk-

Fig. 166.



recht über die vordere Kesselwand geleitet wird. An dem herunterhängenden Theil der Kette ist eine schwache eiserne Stange, die einen Handgriff hat, befestigt, mittels deren der Feuerraum den Schieber beim Anfeuern, wo sich viel Qualm entwickelt, hochziehen und später mehr oder weniger herunterlassen kann, je nachdem mehr oder minder stark gefeuert wird.

Bei dem Kessel mit einem Siederohre *B* (Fig. 166 bis 168) hat der

Fig. 167.

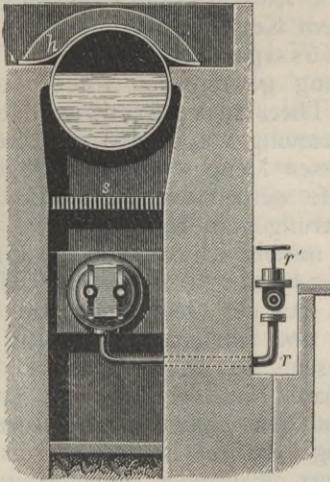
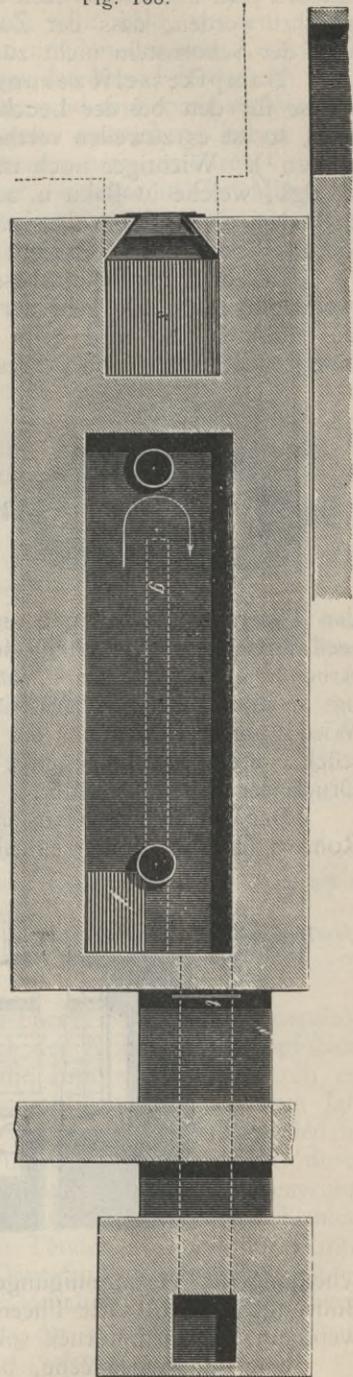


Fig. 168.



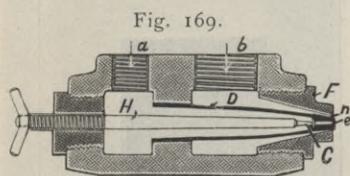
obere Hauptkessel A 1 m Durchmesser, 5,5 m Länge, ohne die Wölbung der Böden; das Siederohr hat 62 cm Durchmesser bei 4 m Länge, die beiden Verbindungsrohre C haben je 29 cm Durchmesser: Beide Kessel haben, um das Reinigen zu ermöglichen, je ein sogenanntes Mannloch m, der obere Kessel noch einen vorderen Ansatz a, der durch die Kesselmauer reicht und an welchem das Wasserstandsglas, sowie die Probirhähne angeschraubt sind. Durch das Rohr r wird das Speisewasser zugeführt, r' ist das Absperrventil. Der untere Kessel oder Sieder B liegt auf einer schwachen Mauer, der obere A hat drei Kesselträger h, welche an den Kessel genietet sind und deren Enden auf den Seitenmauern des Kessels liegen. Die Kohle wird durch die Heizthür auf den Rost s gebracht, und das Feuer geht unter dem oberen Kessel hin, am hinteren Ende auf der rechten Seite nach dem unteren Kessel, wird an diesem zurückgeführt und verlässt denselben in der linken Seite durch den Abzugskanal, welcher zur Regelung des Zuges mit einem Schieber t versehen ist und in den Schornstein führt.

Kommen mehrere Kessel neben einander zu liegen, so wird rücksichtlich der Lage der Feuerung und der Züge jeder für sich behandelt. Da jedoch die letzten Züge sämtlicher Kessel in einen Schornstein münden, so muss man, des guten Zuges wegen, darauf sehen, dass die Leitung nach dem Schornstein nicht durch mehrere rechtwinklige Biegungen erfolgt, sondern die Zungen

müssen sich allmählich nach dem Schornstein zu schmiegen und so weit hinaus geführt werden, dass der Zug sich nicht stösst. Damit dies möglich wird, darf der Schornstein nicht zu nahe an dem Kessel stehen. —

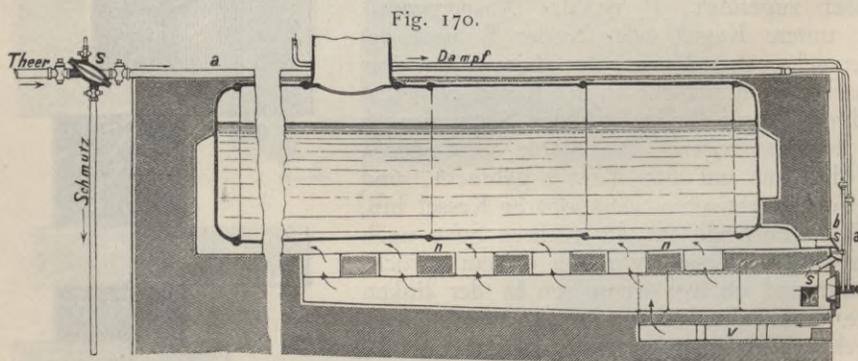
Dampfkesselfeuerungen für flüssige Brennstoffe. Wenn die Preise für den bei der Leuchtgasherstellung gewonnenen Theer sehr niedrig sind, so ist es zuweilen vortheilhaft, den Theer zu verbrennen oder zu vergasen¹⁾. Wichtiger noch ist die Verbrennung von Erdöl, Erdölrückständen u. dgl., welche in Baku u. a. O. in grossen Mengen zu sehr billigen Preisen zu haben sind. Diese flüssigen Brennstoffe werden durch Pressluft, meist aber durch Wasserdampf zerstäubt in die Feuerung getrieben.

Bei dem zur Dampfkesselfeuerung mittels Theer von H. Drory verwendeten Zerstäuber geht der bei a (Fig. 169 u. 170) eintretende Theer durch die Hülse D und wird beim Ausströmen aus der Oeffnung e von dem bei b eintretenden Dampf oder Pressluft erfasst und fein zerstäubt in den Feuerraum eingeblasen. Das in der Hülse D befindliche verstellbare Nadelventil C hat den Zweck, einerseits den Zufluss des Theeres zu der Oeffnung e zu regeln und mit dem Ansatz etwa ganz einzustellen, andererseits die Ausflussöffnung jederzeit ohne weitere Umstände reinigen zu können. Das verstellbare Mundstück F dient dazu, die Entfernung zwischen



der Theerausflussöffnung e und jener des Mundstückes F bei n zu bestimmen, weil durch diese Verstellung die Zerstäubung des Theeres geregelt werden kann. Arbeitet man mit Dampf von 0,5 Atm. Ueberdruck, so ist das Mundstück F um 1 mm gegen die Austrittsöffnung e der Theerhülse D zurückzustellen. Wird Luft von etwa nur 0,1 Atm. Ueberdruck angewendet, so ist das Mundstück F etwa 10 mm gegen e vorzustellen und wird auch bei diesem geringen Druck der Theer zerstäubt.

Der Theer fliesst aus einem 3 m höher stehenden Hauptbehälter durch Rohre a (Fig. 170) den einzelnen Feuerungen zu, muss aber zunächst zur Ab-



scheidung der Verunreinigungen durch ein dreifaches Sieb S mit 1 mm weiten Bohrungen gehen. Alle Theerzuleitungsrohre müssen vor Abkühlung geschützt werden. Der Dampfdruck soll höchstens 1 Atm. betragen.

Um die Kesselbleche, besonders die Nietenköpfe und Nietenstösse vor

¹⁾ Vgl. Fischer's Jahrb. der chem. Technologie 1885, S. 1313; 1886, S. 1131; 1887, S. 207.

dem scharfen Theerfeuer zu schützen, wurde eine Anzahl Scharmotteplatten n unter dem Kessel angebracht. Diese erhitzen sich sehr bald, werden unten an der dem Feuer zugekehrten Seite weissglühend und an der dem Kessel zugekehrten in Folge fortwährender Wärmeabgabe an den Kessel dunkelroth, wie durch die Schauöffnungen s beobachtet werden kann, und sind somit als Wärmespeicher und genügender Schutz für die Kesselbleche anzusehen, haben auch den Zweck, die vollständige Verbrennung des Theeres herbeizuführen.

Im Feuerraume, etwa 70 cm vom Zerstäuber, welcher in der Mitte der dicht schliessenden Feuerthüre genau eingepasst ist, befindet sich ein keilförmiger Pfeiler, an welchem sich der mit Dampf eingeblasene Theer vertheilt und somit der Verbrennungsprocess beginnt. Auf die Weise wird auch der vordere Theil und somit überhaupt eine gleichmässigerer Erwärmung des ganzen Kessels herbeigeführt.

Die nothwendige Verbrennungsluft strömt durch den unter dem Feuerherd liegenden Luftkanal v ein, theilt sich am Ende desselben nach rechts und links, macht den Weg nach vorne, um in der Nähe — jedoch unterhalb — des Zerstäubers bei c in den Feuerraum einzutreten. Auf dem etwa 3 m langen Wege von dem Eintritt in den Luftkanal bis zum Austritt in den Feuerherd erhitzt sich die Luft durch die von den glühenden Scharmottesteinen ausstrahlende Wärme auf 500 bis 1000°.

Das Gaswerk Belvedere in Wien heizt in dieser Weise mehrere Dampfkessel und verbraucht dazu den gesammten Theer.

Ein daselbst von Zwiauer ausgeführter 1ostündiger Verdampfungsversuch ergab einen stündlichen Theerverbrauch von 14,6 k, womit 138,5 k Wasser verdampft wurden, für 1 k Theer somit 9,5 k Wasser von 22,7° zu Dampf von 2,6 Atm. Der Theer enthielt:

Kohlenstoff	85,06 Proc.
Wasserstoff	5,37 „
Sauerstoff	6,57 „
Stickstoff	0,23 „
Schwefel	0,31 „
Wasser	2,01 „
Asche	0,45 „

Die in den Schornstein abziehenden Verbrennungsgase enthielten 12,7 Proc. Kohlensäure und kein Kohlenoxyd bei 226°.

Bei einem nach der Dulong'schen Formel berechneten Brennwerth von 8390 W.E. würden darnach 71 Proc. desselben an den Kessel abgegeben, 11,4 Proc. durch den Schornstein verloren und 17,6 Proc. sonst verloren sein (vgl. S. 20).

Erdöl hat einen höheren Brennwerth als Theer, wird daher neuerdings auch für die Kessel der Dampfschiffe, namentlich der Kriegsschiffe empfohlen. In Locomotivfeuerungen treibt Urquhart die Erdölrückstände durch ein einfaches Dampfstrahlgebläse ein. Derartige Locomotiven sind seit dem Jahr 1883 auf der Griäsy-Zarizyner Eisenbahn mit russischen Erdölrückständen im Betriebe. Der durch Rohr d (Fig. 171) zugeführte Dampf treibt das durch Rohr o zufließende Oel zerstäubt mit der bei v angesaugten Luft in die Feuerung. Das Vorrathsgefäß B für Erdöl befindet sich an Stelle des früheren Kohlenraumes zwischen den Wasserbehältern auf dem Tender, so dass im Winter beim Erwärmen des Tenderwassers durch ein Dampfrohr S das Erdöl mit erwärmt wird. Ausserdem befindet sich beim Ablassbahne ein schlangenförmig gebogenes Dampfrohr, damit das Oel warm in das zur Feuerung führende Rohr treten kann, durch welches zur weiteren Erwärmung auch das Rohr S geleitet ist.

Bewährt hat sich namentlich die Art der Ausmauerung Fig. 172 und 173, wo die durch die vordere Aschenkastenthür eintretende Luft in dem Kanale A

stark vorgewärmt wird. Die beiden Rohre B gestatten der Flamme, auch den Theil der Röhrenplatte unter den Siederohren zu erhitzen. Der Erdölzufluss wird mittels der Spindel D geregelt. Es waren bereits im Jahr 1885 143 Locomotiven mit dieser Feuerung versehen.

Fig. 171.

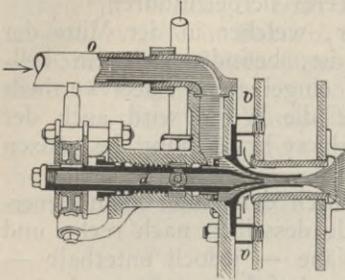


Fig. 172.

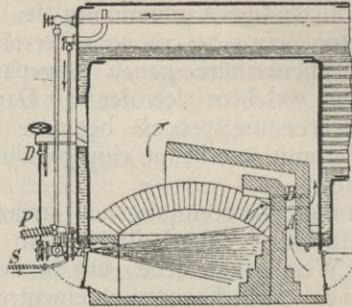
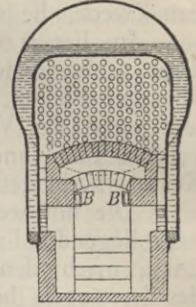
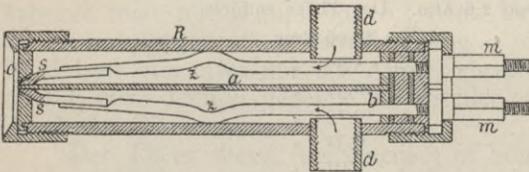


Fig. 173.



Nach Mittheilung von Rossmässler in Baku ist auf Dampfbooten, welche das Kaspische Meer befahren, zum Zwecke der Verbrennung von Erdölrückständen unter den Dampfkesseln ein Dampfstrahlapparat im Gebrauche (Fig. 174).

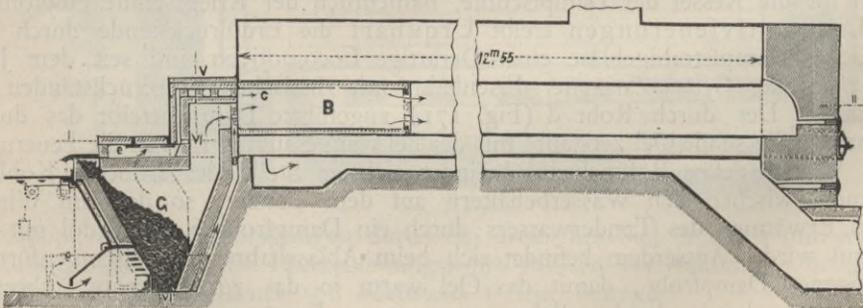
Fig. 174.



Ein schmiedeeisernes Rohr R (225 mm lang, 40 mm weit) ist durch eine Scheidewand a der Länge nach in zwei Kammern, eine Dampfkammer und eine Oelkammer, geschieden. Die Zuleitung von Dampf bzw. Oel in die Kammern erfolgt durch zwei Rohrstutzen d, welche mit Gewinde zum Anschrauben der Zuleitungsröhren versehen sind.

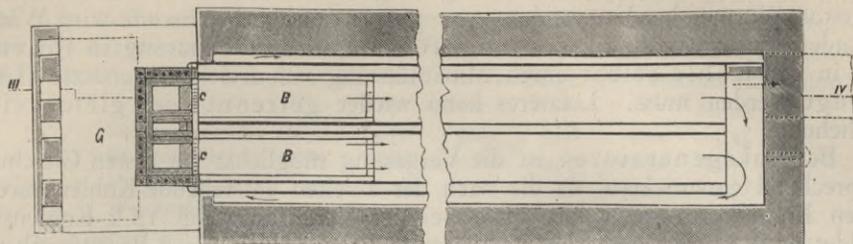
Abgeschlossen sind die beiden Kammern an ihren Enden einerseits durch eine gemeinschaftliche Querwand b, andererseits durch eine in der Mitte geschlitzte Platte c, deren Schlitz durch die oben erwähnte Scheidewand a in zwei Spalten für den Austritt des Dampfes und des Oeles getheilt ist. Die Weite der Spalten ist mittels zweier Schieber s,

Fig. 175.



welche durch mit Gewinde und Muttern m versehene Zugstängelchen z bewegt werden können, zu regeln. —

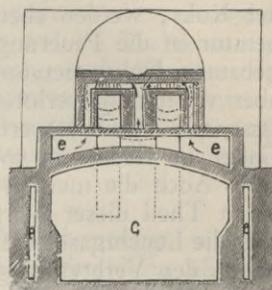
Fig. 176.



Eine brauchbare Gasfeuerung (vgl. S. 148) für Dampfkessel baute E. Tomson. Derselbe lässt die atmosphärische Luft in den Zwischenräumen e der Wände des Generators G (Fig. 176 bis 177) aufsteigen, so dass sie gut vorgewärmt bei c mit den Generatorgasen zusammentrifft. In dem Rohre B aus feuerfestem Thone findet dann die völlige Verbrennung statt.

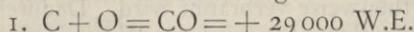
Wie sich Verf. durch Analysen der Gase einer solchen Feuerungsanlage auf Zinkhütte Münsterbusch überzeugte, bewährt sich diese Construction. Immerhin wird die Gasfeuerung für Dampfkessel nur beschränkte Anwendung finden.

Fig. 177.

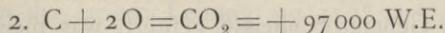


10. Generatorgas.

Um das Wesen der Generatorgasfeuerungen zu verstehen, gehen wir am besten von Koks oder Holzkohlen aus. Zur Vergasung dieses festen Kohlenstoffes muss Sauerstoff zugeführt werden und zwar freier Sauerstoff (atmosphärische Luft) oder gebundener Sauerstoff (Wasserdampf, Kohlensäure). Hierbei kommen folgende Reactionen in Frage:

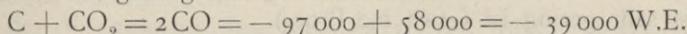


D. h. 12 k Kohlenstoff verbinden sich mit 16 k Sauerstoff zu 28 k Kohlenoxyd. Dabei werden 29 000 W.E. frei.

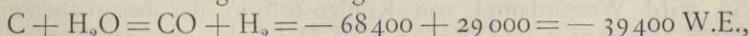


D. h. 12 k Kohlenstoff verbinden sich mit 32 k Sauerstoff zu 44 k Kohlensäure unter Entwicklung von 97 000 WE.

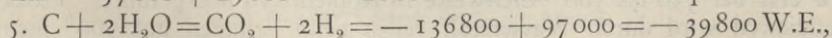
3. für die Vergasung durch Kohlensäure:



4. für die Zersetzung mit flüssigem Wasser:



aber nur $- 57\,600 + 29\,000 = - 28\,600 \text{ W.E.}$ mit Wasserdampf von etwa 20° .



wenn flüssiges Wasser verwendet wurde, aber $- 115\,200 + 97\,000 = - 28\,200$ mit Wasserdampf von 20° .

Selbstverständlich ist der Brennwerth der entstehenden Gase = 97 000 W.E. minus Bildungswärme. Nach Zersetzungsgleichung 4 erhält man z. B. aus 12 k Kohlenstoff und 18 k Wasser 28 k Kohlenoxyd und 2 k Wasserstoff von zusammen $68\,000 + 68\,400 = 97\,000 + 39\,400 \text{ W.E.}$

Somit entsteht nur bei der Vergasung des Kohlenstoffes durch freien Sauerstoff Wärme, bei Verwendung von gebundenem Sauerstoffe wird Wärme gebunden, welche von aussen zugeführt (bei der Vergasung in Retorten) oder in der Kohle selbst durch Miteinführung von freiem Sauerstoffe (Luft) erzeugt werden muss. Letzteres kann wieder getrennt oder gleichzeitig geschehen.

Bei Koksgeneratoren ist die Vergasung möglichst der ersten Gleichung entsprechend einzurichten, da die nach der zweiten entstehende Kohlensäure ja keinen Brennwerth mehr hat. Die bei der Vergasung von 12 k Kohlenstoff gebildeten 28 k oder 22,3 cbm Kohlenoxyd haben somit einen Brennwerth von nur 68 000 W.E., statt 97 000 W.E. der ursprünglichen Kohle. Die 29 000 W.E., welche im Generator entwickelt sind, d. h. 30 Proc. des Gesamtbrennwerthes der Koks, werden ebenfalls verwerthet, wenn die Gase mit der vollen Temperatur in die Feuerung treten, wie dieses bei den in die Retortenöfen hineingebauten Koksgeneratoren der Leuchtgasfabriken ja meist der Fall ist. Sie sind aber vollständig verloren, wenn man das Gas auf die Lufttemperatur abkühlen lässt, wie zweifellos erforderlich, wenn von einer allgemeinen Einführung des Gases die Rede sein soll.

Auch die meisten der in der Industrie verwendeten Gasfeuerungen lassen einen Theil dieser Wärme verloren gehen, da eben nur gewisse Betriebe es so wie die Leuchtgasherstellung gestatten, den Gaserzeuger unmittelbar unter oder neben den Verbrennungsraum zu legen. Man gibt eben in sehr vielen Fällen, z. B. bei den für Glashütten, Eisenhütten u. dgl. bewährten Siemens'schen Gasfeuerungen (S. 154) einen Theil der Wärme verloren, um dafür einen einfachen und sicheren Betrieb zu erhalten.

Abgesehen von Leuchtgasfabriken verwendet man in der Regel für Gasfeuerungen nicht Koks, sondern Kohlen. In diesen werden die Kohlen erst entgast, dann durch den zugeführten Luftsauerstoff vergast, so dass man ein Gemisch von Leuchtgas mit Koksgeneratorgas erhält. Je nach Art der verwendeten Kohle und den Betriebsverhältnissen ist die Zusammensetzung des Gases verschieden. Ein Theil des Leuchtgases wird dabei zersetzt, indem Kohlen, bevor sie entgast sind, bereits von dem zugeführten Sauerstoffe getroffen und so das Gas theilweise verbrannt wird. Dadurch werden die schweren Kohlenwasserstoffe, namentlich aber wird der Wasserstoff oxydirt. Das gebildete Wasser wird dann durch den glühenden Koks wieder mehr oder weniger vollständig zerlegt.

Wird ferner der Generator »heiss« geführt, was meist der Fall ist, wenn kein Wasserdampf unten eingeleitet wird, so treten Zersetzungen ein, wodurch der Gehalt an schweren Kohlenwasserstoffen ebenfalls vermindert wird. Daraus erklärt sich, dass der Gehalt der Generatorgase an schweren Kohlenwasserstoffen meist sehr gering ist (etwa 0,2 Proc.).

Damit ist aber die Anzahl der möglichen Umsetzungen noch nicht beendigt. So wird Wasserdampf von Kohlenstoff in der besprochenen Weise zerlegt. Nach Naumann und Pistor wird Holzkohle von trockenem Kohlendioxyd erst bei 530 bis 560° theilweise in Kohlenoxyd übergeführt. Trockenes Kohlendioxyd wird durch Wasserstoff selbst beim Erhitzen auf 900° nicht zu Kohlenoxyd reducirt. Die Einwirkung von Kohlenoxyd auf Wasser beginnt bei etwa 600° unter Bildung von Kohlensäure und Wasserstoff. •Werden dagegen Gemische von Wasserstoff und Kohlenoxyd mit unzureichenden Mengen Sauerstoff erhitzt, so verbrennt nach Versuchen von R. Bunsen u. A. wesentlich mehr Wasserstoff als Kohlenoxyd, so dass die Verwandtschaft des Sauerstoffes zum Wasserstoffe grösser ist, als zum Kohlenoxyd. Die Vorgänge im

Generator sind daher sehr verwickelter Natur und erst zum Theil bekannt, so dass man sich vorläufig damit begnügen muss, die Endproducte festzustellen.

Die Gase aus dem Sammelkanale von 8 Siemens'schen Generatoren in Essen hatten nach Versuchen des Verf. z. B. folgende Zusammensetzung:

	I	II	III	IV	V	Mittel
Kohlensäure	6,99	5,50	5,89	3,96	4,04	5,31
Kohlenoxyd	22,84	26,01	22,61	24,02	23,01	23,7
Methan	2,99	2,46	1,39	1,63	0,92	1,9
Wasserstoff	10,30	8,02	5,50	4,83	3,92	6,5
Stickstoff	56,88	58,01	64,61	65,56	68,11	62,6
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,0

1 k Kohle gab 4,52 cbm Generatorgas; 1 cbm desselben hatte einen Brennwerth von 1053 W.E., somit die 4,52 cbm 4760 WE., während die verwendete Kohle einen Brennwerth von 7950 (Wasserdampf von 20° als Verbrennungsproduct) hatte. Das Gas, auf Lufttemperatur abgekühlt, enthielt daher nur 60 Proc. des Brennwerthes der Kohle, die übrige Wärme war zur Erhitzung des Gases verwendet. Thatsächlich ergab die calorimetrische Temperaturbestimmung (mit Platincylinder) der aus den Generatoren in die Hauptgasleitung tretenden Gase 690°, am Ende der Leitung unmittelbar vor den Schweissöfen aber (mit Quecksilberthermometer) nur 101°.

Man gibt also hier nicht nur die bedeutenden Wärmemengen verloren, welche die freiliegenden Generatoren durch Leitung und Strahlung abgeben, sondern auch noch etwa 850 W.E. für je 1 k Kohle, welche die lange Leitung abgibt, während nur fast 140 W.E. von der Eigenwärme des Gases der Feuerung zugeführt werden; zusammen also 4900 W.E. Dieser freiwillige Verlust wird namentlich da durch die Vereinfachung und die grössere Sicherheit und Gleichmässigkeit des Betriebes reichlich ausgeglichen, wo die Kohlen nicht sehr theuer sind.

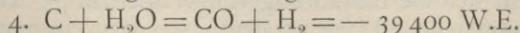
Die Gase aus den Siemens'schen Gasgeneratoren der Nienburger Glashütte hatten im Mittel (im Jahre 1883) folgende Zusammensetzung:

Kohlensäure	6,06
Kohlenoxyd	21,58
Methan	2,91
Wasserstoff	5,66
Stickstoff	63,79.

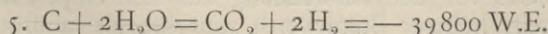
1 cbm dieses Gases hatte ebenfalls einen Brennwerth von 1050 W.E. Die Gase kühlten sich in der langen Leitung auf 110° ab.

Die Vergasung des Kohlenstoffes durch Kohlensäure kommt nur als Nebenreaction in Frage, um die im Generator gebildete Kohlensäure wieder in Kohlenoxyd überzuführen.

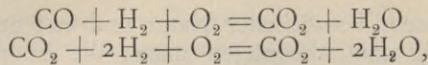
Bei der Vergasung des Kohlenstoffes durch Wasserdampf sind fast genau dieselben Wärmemengen erforderlich, ob $\text{CO} + \text{H}_2$ oder $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2$ erzeugt wird. Selbstverständlich haben die betreffenden Gasgemische auch fast denselben Brennwerth, bezogen auf flüssiges Wasser. Das Gas nach Gleichung



hat einen Brennwerth (für 12 k Kohlenstoff = 44,6 cbm Gas) von 136400 W.E., das nach



einen solchen von 136800 W.E. Das erste Gas besteht aus 50 Proc. Kohlenoxyd und 50 Proc. Wasserstoff, das zweite aus 33,3 Proc. Kohlensäure und 66,7 Proc. Wasserstoff. Bei der Verbrennung erhält man aber



somit von letzterem Gase doppelt so viel Wasser, welches dampfförmig mit den Verbrennungsgasen entweicht und daher erhebliche Wärmeverluste bedingt.

Nach Gleichung 4. erfordert die Zersetzung von 18 k Wasserdampf von 20° 28600 W.E. Dieser Umstand kommt bei jedem Generator in Frage, da die eingeführte atmosphärische Luft stets Wasserdampf enthält. Man hatte nun schon lange beobachtet, dass durch Einlassen von Wasser in den Aschenfall, namentlich bei Koksgeneratoren, Roste und Mauerwerk des Generators geschont werden, oft auch die Entfernung der Schlacke erleichtert wird. In Folge dessen wird unter den Rost der Generatoren sehr oft Wasser oder Wasserdampf geführt. Ist der Generator unmittelbar in den Retortenofen eingebaut, so ist mit dieser Wasserzuführung zweifellos ein Wärmeverlust verbunden, der um so grösser ist, mit je höherer Temperatur die Verbrennungsgase entweichen. Je 18 k Wasser, welche im Generator zersetzt werden, entziehen ihm nach Gleichung 4. 39400 W.E., welche der entstehende Wasserstoff allerdings beim Verbrennen wieder mehr entwickelt; das zurückgebildete Wasser entführt aber als Dampf von 1000° rund 20000 W.E., bei Anwendung von Wärmespeichern (Regeneratoren) mit 500° immer noch rund 15000 W.E. Ob dieser Verlust durch die erwähnten Vortheile ausgeglichen wird, hängt von örtlichen Verhältnissen ab; im allgemeinen wird es nicht der Fall sein. Wird dagegen der eingeführte Wasserdampf durch die sonst verloren gehende Wärme der abziehenden Verbrennungsgase erzeugt, so wird dieser Wärmeverlust um 11 bis 12000 W.E. geringer; ganz würde er nur dann verschwinden, wenn der kostenlos erzeugte Wasserdampf mit derselben Temperatur in den Generator eingeführt würde, mit welcher die Verbrennungsgase die Anlage verlassen.

So hatten z. B. nach früheren Versuchen des Verf. die Gase aus einem Klönne'schen Generator ohne (I) und dann mit (II) Einführung von Wasserdampf im Mittel folgende Zusammensetzung:

	I	II
Kohlensäure	2,0	6,9
Kohlenoxyd	29,4	26,0
Methan	Spur	0,4
Wasserstoff	1,9	14,0
Stickstoff	66,7	52,8.

1 k Koks mit 92,7 Proc. Kohlenstoff gab im ersten Falle 5,47 cbm Gas mit einem Brennwerthe von 5175 W.E. = 69 Proc., im zweiten 5,15 cbm mit 6120 W.E. = 82 Proc. Die Wärme, welche letzteres Gas bei der Verbrennung mehr liefert, ist aber im Generator durch die Zersetzung des Wassers gebunden, so dass die Temperatur der Gase beim Eintritt in den unmittelbar über dem Generator liegenden Retortenofen entsprechend weniger heiss ist. Da aber die Gase mit 600° in den Schornstein gingen, so betrug der Wärmeverlust für je 1 k Koks durch den Wasserdampf etwa 150 W.E. mehr als beim ersten Generator.

Günstiger stellt sich die Einführung von Wasserdampf, wenn der Generator von der Verwendungsstelle entfernt liegt, so dass ein mehr oder weniger grosser Theil der Eigenwärme des erzeugten Gases an die Umgebung verloren geht. Wird das Gas vor der Verwendung auf Lufttemperatur abgekühlt, so erscheint dieser sein höherer Brennwerth zunächst als unmittelbarer Gewinn, welcher aber um so geringer wird, mit je höherer Temperatur die Verbrennungsgase entweichen und je geringer die Abkühlung des Generatorgases ist.

Die Einführung von Wasserdampf in die Generatoren ist somit

keinesweges allgemein zu empfehlen, da sie in den meisten Fällen mit Wärmeverlust verbunden ist; ob dieser durch die sonstigen Bequemlichkeiten ausgeglichen wird, hängt, wie gesagt, von örtlichen Verhältnissen ab.

Aus diesen Betrachtungen ergibt sich die Einrichtung der Generatoren von selbst. Die Brennstoffschicht muss eben so dick gelagert werden, dass die beim Eintritt der atmosphärischen Luft gebildete Kohlensäure wieder möglichst vollständig zu Kohlenoxyd reducirt wird. Poröse Brennstoffe, wie Holz- und Torfkohle, bewirken diese Reduction verhältnissmässig leicht, Koks erfordert höhere Temperatur und längere Zeitdauer, d. h. höhere Schicht — je nach Stückgrösse 1 bis 1,5 m — und keine grosse Geschwindigkeit der durchziehenden Gase. Gleichmässig günstige Ergebnisse wird ein Generator nur dann liefern, wenn die Generatorgase zeitweilig untersucht werden (vgl. S. 6). Es genügt für die Betriebsaufsicht, den Kohlensäuregehalt festzustellen; derselbe soll möglichst gering sein (vgl. S. 129).

Die Fig. 178 und 179 zeigen eine Generatorgasfeuerung für Torf und Braunkohlen, welche sich nach Heupel für die Saline Aussee bewährt. Die

Fig. 178.

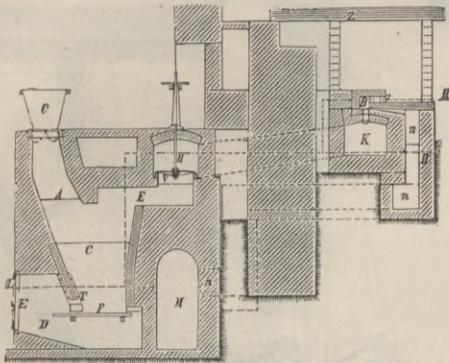
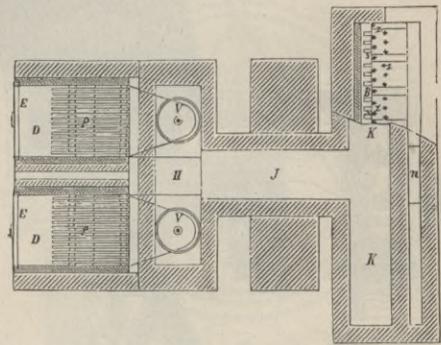


Fig. 179.



Generatoren bestehen aus einem trichterförmigen Raume C, welcher unten mit einem gewöhnlichen Plan- und Treppenrost P und T abgeschlossen ist und wohin einerseits der Füllschacht A für das Aufgichten des Brennstoffes einmündet und von wo andererseits der Gasabzugskanal F abzweigt. Der Raum unter dem Roste ist nach aussen mit einer eisernen, dicht schliessenden Thür E abgesperrt, die mit mehreren Klappen versehen ist, durch welche dem Roste die der langsamen, unvollkommenen Verbrennung entsprechende Luft regelbar zugeführt werden kann. Der Füllschacht A ist mit einem gusseisernen Füllkasten G versehen, welcher einen doppelten Verschluss besitzt, um beim Aufgichten des Brennstoffes einerseits keine Gasverluste zu erleiden, andererseits den Zutritt der Luft zu verhindern, damit die Gase nicht vorzeitig im Generator selbst verbrennen. Die Gasabzugskanäle F der beiden gemeinschaftlich thätigen Generatoren münden mittels der Ventile V in den gemeinschaftlichen Gaskanal H, welcher mit der im Heizraume der Pfanne liegenden Gasleitung K durch den Kanal J in Verbindung steht. Im Gewölbe des Kanales K ist ein System von Schlitzten s angebracht, welche in den eigentlichen Gasverbrennungskanal B (Brenner) einmünden.

Die erforderliche Verbrennungsluft zieht durch die in den Ofenwandungen angebrachten Luftkanäle in den Gewölbraum M und gelangt entsprechend vorgewärmt durch die Kanäle n und durch Horizontalschlitzte in den Brenner B.

kommen. Das Verfahren verdient namentlich da Beachtung, wo Brennstoffe verwendet werden, welche ein an Wasser und Kohlensäure reiches Gas bei der Entgasung liefern. Die Luft wird unter den Rost A durch ein Dampfstrahlgebläse r zugeführt. Diese letztere Vorrichtung ist keineswegs allgemein zu empfehlen (vgl. S. 131).

Das wasserstoffreiche Generatorgas (vgl. S. 130) von J. E. Dowson wird neuerdings vielfach, namentlich auch für Gaskraftmaschinen verwendet. Der hierzu verwendete Generator a (Fig. 182 u. 183) hat einen doppelten Mantel, in dessen Zwischenraum b Wasser getrieben wird. Derjenige Theil des inneren Mantels, welcher der grössten Hitze ausgesetzt wird, ist mit feuerfestem Material c ausgekleidet. Aus dem unteren Theil des Raumes b fliesst das

Fig. 182.

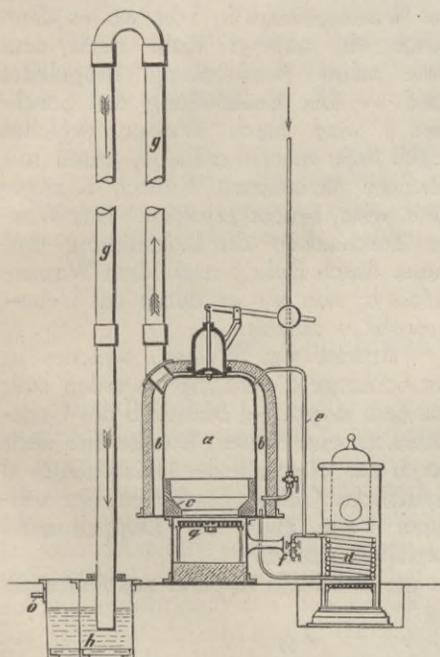
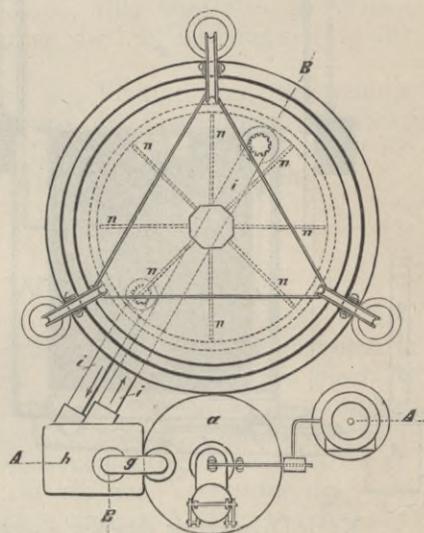


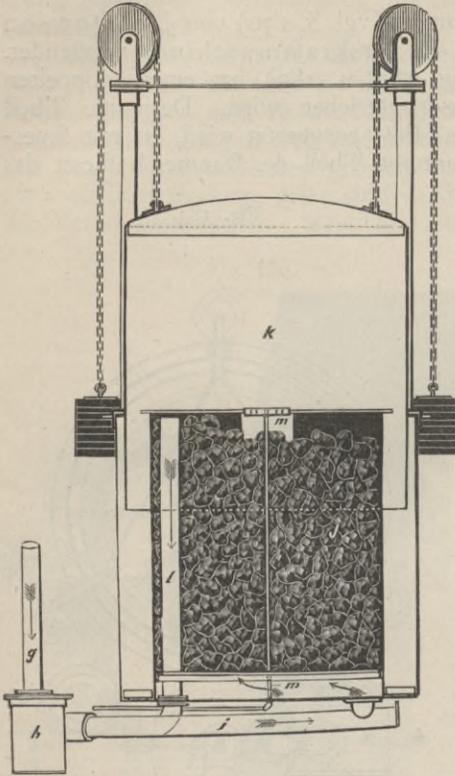
Fig. 183.



Wasser nach dem unteren Theil der Heizschlange d, welche durch ein Feuer erhitzt wird und in welcher beständig Dampf entwickelt wird. Ein Theil dieses Dampfes geht durch das Rohr e nach dem Raum b über den Stand des darin befindlichen Wassers. Der andere Theil des Dampfes geht nach dem Strahlgebläse f, durch welches ein Gemisch von Luft und Dampf in das Feuer des Gasgenerators geblasen wird. Der Dampfdruck über dem Wasser im Raum b nöthigt das Wasser, unter Druck nach der Heizschlange d zu fließen; der Druck in b kann durch ein Ablassventil geregelt werden. Der äussere Mantel des Wasserraumes b ist mit irgend einem schlechten Wärmeleiter bekleidet. Die Heizschlange d ist ebenfalls von einem Mantel umgeben, dessen unterer, die Heizschlange d umgebender Theil auf den oberen Theil aufgeschraubt oder sonstwie befestigt sein kann, so dass die Heizschlange erforderlichenfalls leicht entfernt werden kann. — Das aus dem Generator kommende Gas strömt durch das Rohr g in das geschlossene Waschgefäss h, welches zum Theil mit Wasser gefüllt ist, in welches das Rohr g eintaucht, um gegen das Gas im Gasometer

abgesperrt zu sein und das aus a kommende Gas auf seinem Wege nach dem Gasometer durch das Wasser zu waschen. Das Waschgefäß wird durch eine Scheidwand, welche nahe am Boden eine Durchgangsöffnung für das Wasser besitzt, in zwei Abtheilungen getheilt.

Fig. 184.



Die eine Abtheilung nimmt das Rohr g und ein Rohr i (Fig. 183 u. 184) auf, welches letztere nach dem Boden des Scrubbers j führt. Das Gas strömt nun durch das Rohr i in den Scrubber j, steigt hier durch die Koksfüllung hinauf nach dem Gasometer k. Von hier aus geht es durch das Rohr l nach unten nach der zweiten Abtheilung des Waschgefäßes h, von wo es dann durch ein anderes Rohr nach dem Orte seiner Bestimmung hingeleitet wird. — Die Koksfüllung des Scrubbers j wird durch Wasser, welches durch Rohr m den radialen, unten mit Löchern versehenen Röhren n zugeführt wird, feucht erhalten. Das Wasser durchsickert die Koksfüllung und fließt durch Rohr i nach dem Wassergefäß h, von wo es durch das Ueberlaufrohr o abläuft.

Anstatt das Wasser, welches in der Schlange d verdampft werden soll, aus dem doppelten Mantel b des Generators zu entnehmen, könnte dies auch durch das oberhalb der Heizschlange d befindliche Gefäß geschehen, in welchem Falle dann der Doppelmantel fortfallen würde.

Nach Dowson's eigenen Angaben hat das in seinem Apparat aus Anthrazit hergestellte Gas folgende Zusammensetzung:

Kohlensäure	6,57
Kohlenoxyd	25,07
Methan	0,31
Oelbildendes Gas	0,31
Wasserstoff	18,73
Sauerstoff	0,03
Stickstoff	48,98.

1 cbm dieses Gases würde einen Brennwerth von 1316 W.E. haben; ob es aber dem durchschnittlichen Betrieb entspricht, erscheint doch fraglich. Aber selbst wenn das der Fall wäre, so ist ein solches Gas doch zu arm, um durch Röhren auf grössere Entfernung geleitet zu werden.

Wärmespeicher (Regeneratoren). Wie bereits S. 129 ausgeführt wurde, geht bei allen Generatoren, welche nicht unmittelbar in den Ofen eingebaut sind, ein Theil des Brennwerthes der Brennstoffe verloren. Dass trotzdem die Gasfeuerungen in den meisten Fällen vortheilhafter arbeiten, als die gewöhnlichen Feuerungen, namentlich bei gleichmässigem Wärmebedarf, erklärt sich daraus, dass man sich bei diesen Feuerungen dem theoretischen Luftbedarf viel

leichter nähern kann, als bei den gewöhnlichen Feuerungen (Verf. hat wiederholt fortdauernd 17 bis 19 Proc. Kohlensäure in den Abzugsgasen gefunden), namentlich aber in der Ausnutzung des Abhitze. Wenn, wie z. B. in Leuchtgasfabriken (S. 136), Glashütten (S. 153), Brennöfen für Thonwaren (S. 172), Eisenschmelzöfen die Verbrennungsgase mit 1000 bis 1200° entweichen, so nehmen sie über die Hälfte des Gesamtbrennwerthes mit sich fort. Es ist namentlich das Verdienst von Fr. Siemens, diese Wärme nutzbar gemacht zu haben.

Wir haben wesentlich zwei Arten von Wärmespeichern zu unterscheiden. Siemens lässt die Verbrennungsgase durch mit Steinen ausgesetzte Kammern streichen, stellt dann die Zugrichtung um, so dass durch diese Kammern Luft und Gas aufsteigen, um die in der Steinfüllung aufgespeicherte Wärme aufzunehmen, während die Verbrennungsgase durch das zweite Kammerpaar entweichen (S. 150 u. 153).

Bei der zweiten Art entweichen die Verbrennungsgase getrennt von der in entgegengesetzter Richtung aufsteigenden Luft. Hier wird also die Wärme durch die Wandungen der Kanäle unmittelbar an die Luft übertragen (Fig 185 und 186, S. 136).

Diese letztere Art hat vor der ersteren den Vorzug, dass sie weniger Raum erfordert und die regelmässige Umstellung der Zugrichtung vermeidet. Es muss aber die Trennungsschicht zwischen Luft und Verbrennungsgasen besonders sorgfältig hergestellt werden, damit sich nicht beide mischen.

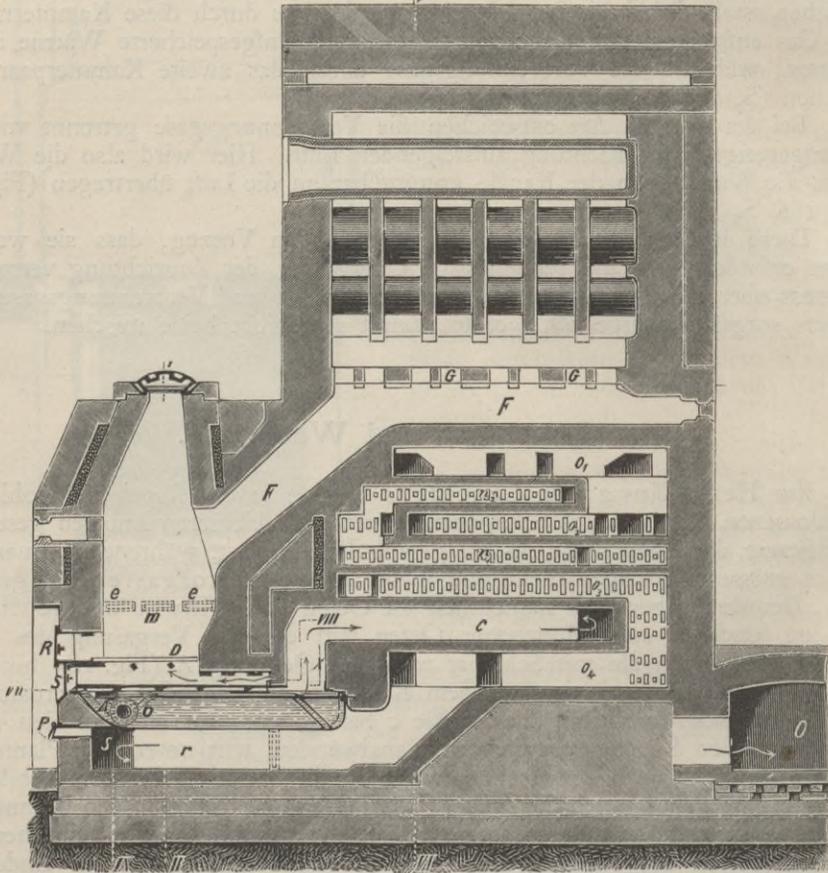
II. Leuchtgas und Wassergas.

Zur Herstellung von Leuchtgas werden in der Regel Steinkohlen in geschlossenen Retorten aus Scharmotte erhitzt. In kleineren Anlagen geschieht die Heizung derselben mit Koks auf gewöhnlichem Rost, während man namentlich in grösseren Anlagen mehr und mehr zur Generatorgasfeuerung übergeht. Bewährt haben sich namentlich die Oefen von Klönne und Schilling. Bei den letzteren sog. Münchener Oefen tritt die zur Vergasung des Koks nöthige Luft durch die mit Schieber regelbare Oeffnung A (Fig. 185 bis 189) ein und mischt sich mit den aus dem Kasten B aufsteigenden Wasserdämpfen. Das Gasmisch durchzieht die Kanäle c bis c₃, erwärmt sich an den durch die abziehenden Rauchgase geheizten Kanalwänden, tritt unter dem Planrost D aus und gelangt durch den Aschenraum w in die Brennschicht. Die gebildeten Generatorgase gehen durch den Kanal F zum Ofen und treffen in den Brennern G mit der vorgewärmten Luft zusammen. Die Verbrennungsgase durchziehen den Retortenofen in der Richtung der Pfeile, verlassen denselben am Ende des Kanales z und treten in die Regenerationsanlage. Die heissen Gase gehen durch die Kanäle o bis o₃, welche zwischen den Kanälen n bis n₄ für Vorwärmung der secundären Luft liegen, dann durch Kanal o₄, durch dessen Wände das nach dem Generator ziehende Gemisch von Luft und Wasserdampf erwärmt wird, treten bei r unter den Wasserkasten B und gelangen durch s in den Rauchkanal O.

Zur rascheren Uebertragung der Wärme aus den Rauchgasen auf die zum Ofen ziehende Luft und zur Erreichung eines festen Aufbaues und sicheren Fugenschlusses der Regeneration sind die einzelnen Kanäle mit gelochten Steinen durchzogen, welche die Wärme abgebende Fläche vergrössern. Der Rauchschieber zur Regelung des Schornsteinzuges befindet sich hinter der Regeneration,

nicht hinter dem Ofen, damit die Druckdifferenz in den neben einander liegenden Kanälen möglichst gering gemacht werden kann. Die Heizfläche des Wasserkastens unter dem Generator ist so gewählt, dass die für alle Fälle ausreichende Dampfmenge von 1000 bis 1300k erzeugt werden kann, um die Schlackenbildung völlig zu verhindern. Um die Menge des entwickelten Dampfes regeln zu können, ist eine stellbare Klappe P vorhanden, durch welche kalte Luft zu den Rauchgasen geleitet und so die Temperatur derselben entsprechend ermässigt werden kann.

Fig. 185.



Schnitt III—IV.

Hat sich bei Verwendung von Koks mit 14 bis 16 Proc. Asche nach etwa 36 Stunden der Aschenraum w mit Verbrennungsrückständen gefüllt, so werden dieselben in folgender Weise entfernt: Durch die Oeffnungen e, welche für gewöhnlich dicht verschlossen sind, werden Eisenstäbe gesteckt, um das im Generator befindliche Brennmaterial abzufangen. Die Verschlussdeckel R und S an der Brust des Ofens werden alsdann abgenommen und die auf dem Rost liegende Asche mit einer Krücke entfernt; alsdann werden sämtliche Putzöffnungen wieder geschlossen.

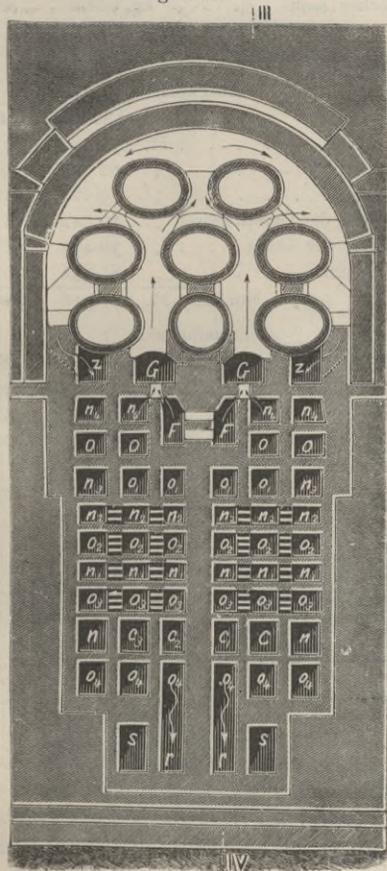
Das im Kasten B verdampfte Wasser wird durch ununterbrochenen Zulauf

von v aus ersetzt; ein Ueberlauf führt das überschüssige Wasser ab. Um ferner bei Inbetriebsetzung des Ofens die Regeneration ausschalten zu können, sind Verbindungskanäle U angebracht, durch welche die Rauchgase aus dem Ofen direct in den Rauchkanal abgeleitet werden können. —

1 cbm Leuchtgas hat einen Brennwerth von 5000 bis 5500 W.E. (bezw. auf Wasserdampf von 20° als Verbrennungsproduct).

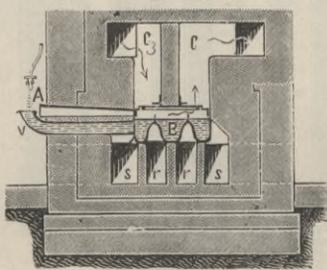
Nun geben 100 k guter Gaskohlen von je etwa 8000 W.E. Brennwerth bei sorgfältigem Betriebe 27 bis 30 cbm Leuchtgas, 1 k Kohle also 0,3 cbm

Fig. 186.



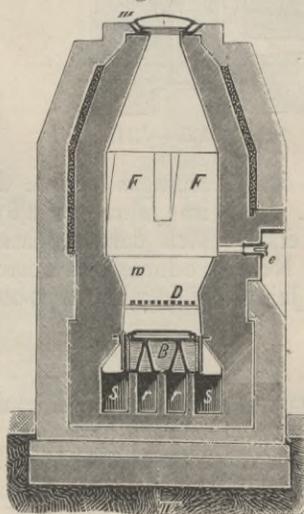
Schnitt V—VI.

Fig. 187.



Schnitt IX—X.

Fig. 188.



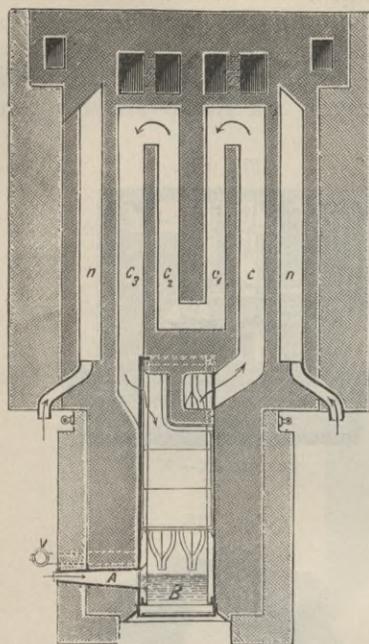
Schnitt I—II.

Gas, entsprechend rund 1600 WE. Das bei der Entgasung der Kohlen gewonnene Leuchtgas entspricht also rund 20 Proc. des Gesamtbrennwerthes der Kohlen.

Allerdings erhält man als Nebenproducte von 100 k Kohlen 50 bis 70 k Koks, wovon aber je nach Art der Feuerung noch 10 bis 25 k zum Heizen der Retorten erforderlich sind, ferner Theer, Ammoniakwasser und Reinigungsmasse, deren Werth aber sehr schwankend ist. Können diese Stoffe gut verwerthet werden, so können sich die Kosten der Leuchtgasgewinnung ungemein niedrig stellen, wie nachfolgende Zusammenstellungen aus den Berichten der

Gaswerke der Stadt Köln für die Betriebsjahre vom 1. April 1882/83 und 1886/87 zeigen.

Fig. 189.



Schnitt VII—VIII.

	1882/83	1886/87
Gesamterzeugung an Gas cbm	13 447 880	16 963 630
nutzbar "	12 387 191	16 605 456
Gasverlust "	1 058 489	1 357 374
Aus 1000 k westphälischer Kohle wurden erzeugt:		
	1882/83	1886/87
Gas cbm	298,48	295,88
nutzbares Gas "	274,94	272,19
verkäuflicher Koks kg	601,0	620,0
Theer "	49,0	45,04
Schwefelsaures Ammoniak "	9,4	10,0
Ausgaben:		
	1882/83	1886/87
Kohlen M.	430 440	575 551
Stocherlöhne "	72 135	95 084
Gasreinigung "	9 128	12 333
Unterfeuerung der Dampfkessel "	10 542	13 174
Unterhaltung der Oefen "	36 435	87 722
sonstige Kosten "	81 836	202 262
Summe	M. 640 516	985 126
Einnahmen:		
	1882/83	1886/87
Koks M.	255 387	294 340
Theer "	119 773	31 988
Ammoniak "	133 693	91 281
Ferrocyan "	19 996	17 293
Summe	M. 528 849	405 602

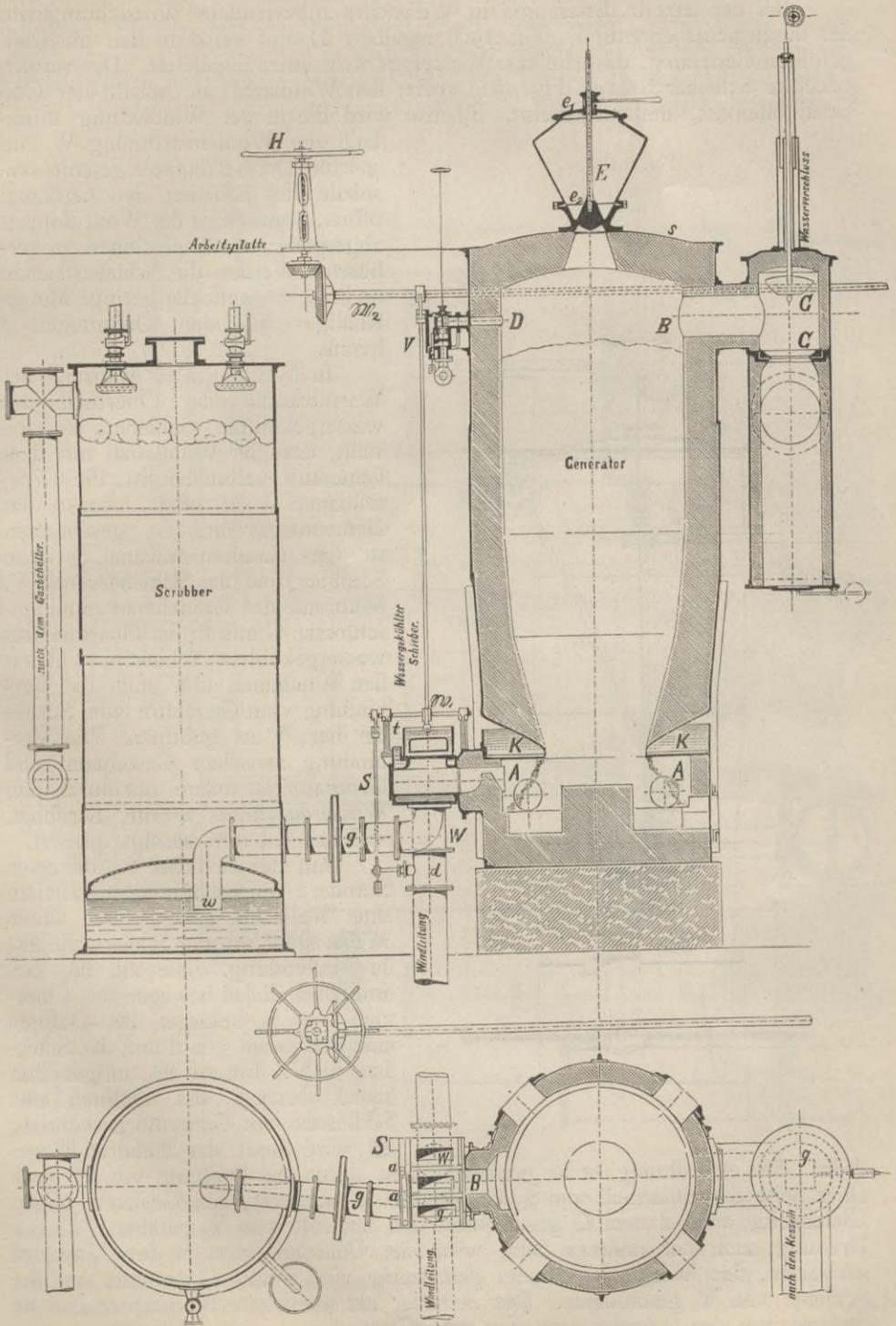
1 cbm Leuchtgas kostete daher auf der Fabrik (ohne Verzinsung, Rohrnetz u. dgl.) im Jahre 1882/83 nur 0,83 Pf., dagegen 1886/87 über 3 Pf. Dieses erklärt sich daraus, dass, während im Jahre 1882/83 die Einnahmen für die Nebenproducte die Kosten der Kohlen um fast 100000 M. übertrafen, sie im Jahre 1886/87 um 170000 M. darunter blieben¹⁾.

Wassergas.

Dass Wasserdampf über glühende Kohlen geleitet Wasserstoff nebst Kohlensäure und Kohlenoxyd bildet, ist schon lange bekannt. Dementsprechend wurde wiederholt versucht, Holzkohlen, Koks oder Anthracit in liegenden oder stehenden Retorten zu erhitzen und dann Wasserdampf einzuleiten. Es wurde danach gestrebt, dass neben Wasserstoff wesentlich Kohlensäure entstand, welche man durch Kalkmilch oder Natronlauge entfernte. Das Gas wurde z. B. in Narbonne zur Beleuchtung verwendet. Das Verfahren ist überall als unvortheilhaft aufgegeben.

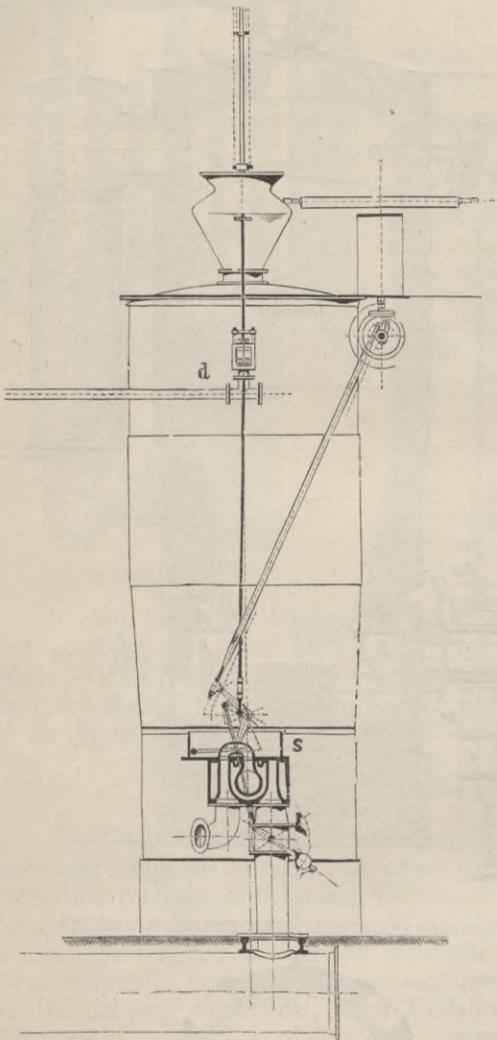
Um das Wassergasverfahren lebensfähig zu machen, mussten die von aussen erhitzten Retorten durch Schachtöfen ersetzt werden, in welche man abwechselnd Luft und Wasserdampf einblies. Dahin gehören die Vorrichtungen von Lowe, Strong, Dwight u. A. (Fischer's Jahrb. 1887, S. 172). Für deutsche Verhältnisse brauchbar wurde das Verfahren aber erst durch die auf den Werken von Schulz, Knaudt & Co. in Essen gemachten Fortschritte.

¹⁾ Vgl. Fischer: Handbuch der chem. Technologie (Leipzig 1888). 13. Aufl., S. 97.



Bei der jetzt in Essen und in Witkowitz angewendeten Vorrichtung tritt der durch Schieberventil V (Fig. 190) regelbare Dampf bei D in den mit Koks gefüllten Generator; das gebildete Wassergas wird unten abgeleitet. Der wassergekühlte Schieber S (vgl. Fig. 191) sperrt den Windkanal ab, sobald der Gaskanal offen ist, und umgekehrt. Ebenso wird die in der Windleitung unterhalb der Windeinströmung W eingebaute Drosselklappe d geschlossen, sobald der Schieber den Gaskanal öffnet. Somit wird der Wind doppelt abgesperrt, um Explosionen zu verhüten. Werden die Schieberflächen undicht, so pufft die geringe Menge Knallgas bei den Oeffnungen a heraus.

Fig. 191.

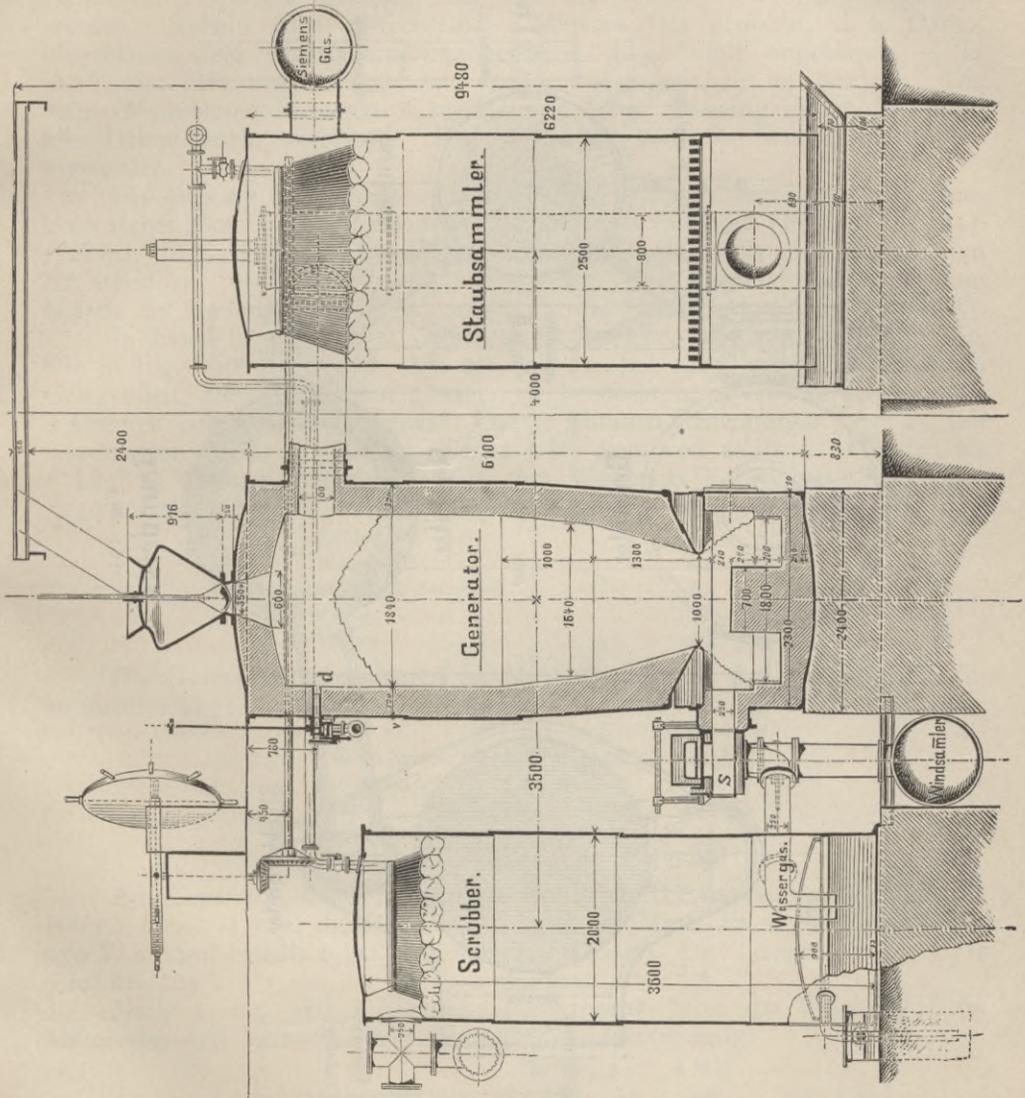


In Witkowitz ist während des Warmblasens der Obertheil des wassergekühlten Schiebers so gestellt, dass der Windkanal mit dem Generator verbunden ist, die Drosselklappe d ist offen, ebenso das Generatorgasventil G; geschlossen ist der Gasausströmkanal g zum Scrubber und das Schieberventil V. Während des Gasmachens sind geschlossen G und d; der Obertheil des wassergekühlten Schiebers schliesst den Windkanal und stellt die Verbindung vom Generator zum Scrubber her; V ist geöffnet. Die Verbindung zwischen Gasometer und Generator ist sodann nur durch den Wasserverschluss w im Scrubber, welcher 100 mm beträgt, gestört.

Auf den Schieber S sind zwei Ständer t aufgeschraubt, in welchen eine Welle \mathfrak{B}_1 gelagert ist. Diese Welle steht mit der Steuerwelle \mathfrak{B}_2 in Verbindung. Die auf \mathfrak{B}_1 befindlichen Hebel bewegen den Obertheil von S, besorgen das Oeffnen und Schliessen von d und des Schiebers in V. Ein auf \mathfrak{B}_2 aufgekeilter Hebel besorgt das Oeffnen und Schliessen des Generatorgasventiles, \mathfrak{B}_2 wird durch das Handrad H gedreht. Die Anordnung ist so getroffen, dass durch die Drehung von H nach einer Seite der Obertheil von S den Windkanal schliesst, den Gaskanal öffnet. Gleichzeitig wird d und G geschlossen, der Schieber von V geöffnet. Durch Drehung nach der anderen Seite wird der Obertheil von S den Gaskanal schliessen, den Windkanal öffnen, gleichzeitig wird d und G geöffnet und der Schieber von V geschlossen. Der Arbeiter hat somit nur H entsprechend zu drehen, um den Apparat entweder auf »Gasmachen« oder »Warmblasen« zu

stellen. Durch Unvorsichtigkeit von Seite des Arbeiters kann somit kein Unglück geschehen. Der Fülltrichter E ist so eingerichtet, dass wenn e_1 geöffnet ist, e_2 zubleibt, wird e_1 geschlossen, so kann e_2 geöffnet werden. Es tritt also bei jedesmaligem Entleeren des Fülltrichters nur so viel Generatorgas ins Freie, als die Füllbirne fasst. — Um mit Sicherheit Wassergas erzeugen zu

Fig. 192.



können, muss der Arbeiter die im Generator und Scrubber bestehenden Druckverhältnisse stets vor Augen behalten. Zu diesem Zwecke führen aus den Räumen A und B Gasrohre zu Wasserstandsgläsern auf der Arbeitsplatte, so auch vom Scrubber oben und unten. Der Druck wird wie folgt gehalten, in Millimeter Wassersäule:

gesteigert. Sind die Generatoren gefüllt, was in etwa 1½ Stunden der Fall ist, so muss die Windpressung bereits 400 mm Wassersäule betragen. Die entwickelten Generatorgase sind vorerst schlecht und mit Luft gemengt, dann aber beginnen sie unter den Kesseln, wohin sie geleitet werden, zu brennen. Auf dem Roste der Kessel muss ein gutes Kohlenfeuer erhalten werden. Sind die Generatoren gefüllt, so kann, sobald die Schieber, welche die Leitung zum Gasometer absperren, geöffnet sind, mit der Wassergaserzeugung begonnen werden. Sodann wird abwechselnd 5 Minuten Gas gemacht, d. h. Dampf eingeblasen, und 10 Minuten warmgeblasen, d. h. Wind eingeblasen. — In Witkowitz sind zwei Generatoren von je 10 cbm Inhalt im Betriebe. Die beim Warmblasen erzeugten Generatorgase (sog. Siemensgas) werden unter vier Dampfkesseln verbrannt. Das Wassergas wird für Siemens-Martinöfen verwendet.

Für grössere Anlagen ist es vortheilhafter, je zwei Generatoren mit einem Gaswascher (Scrubber) und einem Staubsammler zu verbinden (Fig. 191 bis 193). Auf der Hörder Hütte ist kürzlich eine derartige Anlage mit sechs Generatoren für stündlich 3000 cbm Wassergas aufgestellt. Das Generatorgas wird zum Heizen der Dampfkessel, das Wassergas für die Siemens-Martinöfen verwendet.

In Essen ist ein solcher Generator im Betriebe, aber ohne Staubsammler, wie in Fig. 190 dargestellt. Am 20. und 21. Juli 1887 hatte Verf. abermals Gelegenheit, diesen Generator genauer zu beobachten. Es wird hier jedesmal 4 Minuten lang Wassergas gemacht und 11 Minuten Generatorgas. Am 21. Juli wurden von 9 Uhr 10 Minuten bis 12 Uhr, dann von 2 Uhr 21 Minuten bis 6 Uhr 11 Minuten zusammen 3690 cbm Wassergas¹⁾ hergestellt und dazu 3256 k Koks gebraucht. Letzterer bestand aus:

Kohlenstoff	84,8
Wasserstoff	0,5
Stickstoff, Sauerstoff	2,1
Asche	10,6
Wasser	2,0

Die Generatorgase hatten im Mittel von je zwei Analysen folgende Zusammensetzung:

	Nach 1	6	10 Min.
Kohlensäure	7,04	4,03	1,60
Kohlenoxyd	23,68	28,44	32,21
Methan	0,44	0,39	0,18
Wasserstoff	2,95	2,20	2,11
Stickstoff	65,89	64,94	63,90

Am Generator selbst ausgeführte Kohlensäurebestimmungen ergaben 1,5 bis 7,2 Proc. 1 cbm dieser Gase hat somit im Mittel einen Brennwerth von 950 W.E. und enthält 0,718 k Kohlenstoff (S. 10). Die Temperatur der Gase stieg bis 505°.

Nach 1, 2,5 und 4 Minuten »Gasmachen« hatte das Wassergas im Mittel von drei Versuchsreihen folgende Zusammensetzung:

	Nach 1	2,5	4 Min.
Kohlensäure	1,8	3,0	5,6
Kohlenoxyd	45,2	44,6	40,9
Methan	1,1	0,4	0,2
Wasserstoff	44,8	48,9	51,4
Stickstoff	7,1	3,1	1,9

¹⁾ Diese Messungen wurden unmittelbar am Gasometer ausgeführt, sind daher nicht ganz genau.

Gasproben aus dem Gasometer und Reiniger enthielten:

	Gasometer		Reiniger
	I	II	
Kohlensäure . . .	2,71	3,88	3,41
Kohlenoxyd . . .	43,95	44,05	43,01
Methan	0,31	0,41	0,36
Wasserstoff . . .	48,97	47,80	48,92
Stickstoff	4,06	3,86	4,30

Im Mittel hatte also 1 cbm Wassergas folgenden Brennwerth:

	Zusammensetz. Brennwerth	
Kohlensäure	3,3 Proc.	0 W.E.
Kohlenoxyd	44,0 "	1342 "
Methan	0,4 "	34 "
Wasserstoff	48,6 "	1254 "
Stickstoff	3,7 "	0 "
		<hr/> 2630 W.E.

1 k Koks lieferte 1,13 cbm Wassergas, entsprechend 2970 W.E. Die 1,13 cbm enthielten $1,13 \times 0,477 \times 0,5395 = 0,5291$ k Kohlenstoff.

Die übrigen 0,557 k Kohlenstoff lieferten 3,13 cbm Generatorgas. Von den 7000 W.E. des Koks finden sich somit im

Wassergas	2970 W.E. etwa 42 Proc.
Generatorgas	2970 " " 42 "

An Kühlwasser wurden stündlich gebraucht für

	l	Temp.
Ringdüse	4500	70,5 ⁰
Schieber	420	82
Scrubber	2700	71.

Somit nimmt das Kühlwasser stündlich rund 38000 W.E. auf, oder für je 1 k vergasten Koks etwa 800 W.E. Da diese Wärme theilweise dem glühenden Koks entzogen wird, so ist es unter Umständen vortheilhaft, den Kühlring fortzulassen, so dass die Schlacke flüssig entfernt wird; allerdings leidet dann die Ausmauerung des Schachtes, was jetzt fast gar nicht der Fall ist.

Wird das Generatorgas (Siemensgas) durch Staubsammler und dann auf grössere Entfernung geleitet, wie in Hörde, so geht die Eigenwärme des Gases allerdings verloren, während in Witkowitz und Essen ein Theil dieser Eigenwärme bis zu den Dampfkesseln geführt wird.

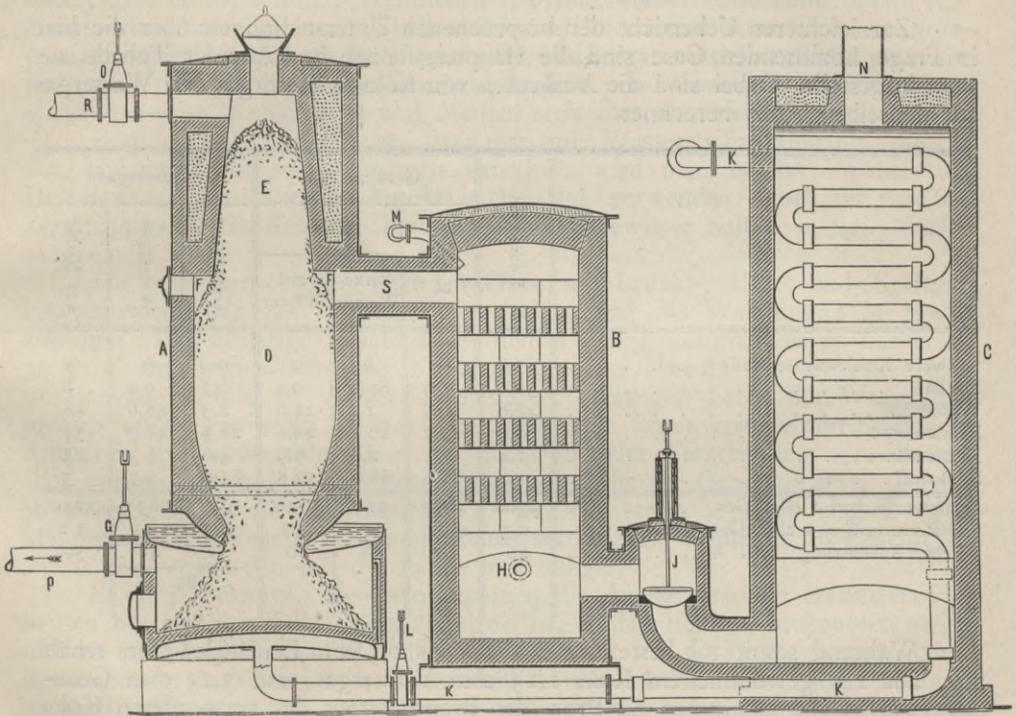
Das Wassergas wird in Essen zum Schweißen der Wellblechrohre in Form einer mächtigen Löthrohrflamme benutzt, in Witkowitz namentlich zum Betriebe der Siemens-Martinöfen. Für 100 k fertigen Stahl sind 60 cbm Wassergas erforderlich, entsprechend 170000 W.E., während in einem gewöhnlichen Siemens-Martinofen 50 k Ostrauer Kohlen, entsprechend 353000 W.E., gebraucht werden. Die Wärmeausnutzung ist somit beim Wassergas mehr als doppelt so gut, wie bei Kohlenfeuerung. Die Herstellungskosten für 1 cbm Wassergas betragen in Witkowitz etwa 0,9 Pf. —

Zur Herstellung von Wassergas aus Steinkohlen wird nach dem Vorschlage der Europäischen Wassergas-Aktiengesellschaft (D. R.-P. Nr. 36431) der Gasgenerator D über den zum Regenerator B führenden Kanal S hinaus verlängert oder erhöht, so dass ein Raum E entsteht. Dieser Raum wird aber um so viel enger gemacht als der Generatorschacht, dass sich in der Höhe des Kanales S zwischen den herabsinkenden Kohlen und dem Mauerwerk ein ringförmiger Kanal F bildet, welcher mit dem Kanal S in Verbindung

steht. Der Raum E soll nun der Destillationsraum für die Kohlen sein. Vom oberen Ende desselben führt ein mit Abschlussschieber O versehenes Rohr R die Destillationsproducte nach einem zur Abscheidung des Theers und Ammoniaks dienenden Apparat. Ausserdem bezeichnen noch in der Zeichnung: M ein Rohr für die Zuführung der zur Verbrennung der Generatorgase dienenden Luft, H die Mündung des Dampfeintrittsrohres, K die Windleitung, welche durch den Winderhitzungsapparat C geführt ist, J ein Absperrventil zwischen Regenerator und Apparat C, L den Windschieber, P das Ableitungsrohr für Wassergas und G den Abschlussschieber desselben.

Es seien die Gasschieber G und O geschlossen, der Windschieber L, das Ventil J und der in der Oberwindleitung M befindliche Hahn dagegen geöffnet.

Fig. 194.



Alsdann durchdringt der durch die Rohrleitung K strömende Wind die Kohle im Generator D bis zur Höhe des Kanals S; das entstehende Generatorgas tritt in den ringförmigen Kanal F und von da durch Kanal S in den Regenerator, wo dasselbe vermittels des durch M eintretenden Oberwindes verbrannt wird. Die Verbrennungsgase geben ihre Wärme an den Regenerator und noch an den Winderhitzer C ab und entweichen durch N in den Schornstein.

Ist nun die im Generator D befindliche Kohle und der Regenerator genügend erhitzt, so werden die Windschieber L, das Ventil J und die Oberwindrohrleitung M geschlossen und es wird frische Steinkohle in den Raum E eingefüllt. Nachdem dann die Aufgubeöffnung wieder geschlossen und der Gasschieber G geöffnet worden ist, wird durch das Rohr H Dampf in den Regene-

rator eingelassen. Der durch letzteren überhitzte Dampf dringt alsdann durch die Kohensäule in D und verwandelt sich dort in Wassergas, welches durch P zum Gasometer entweicht. Ist durch das Dampfblasen die Kohlenmasse so weit abgekühlt, dass man die Wassergaserzeugung abbrechen muss, so schliesst man den Schieber G und öffnet den Schieber O. Hierauf tritt der Dampf vom Ringkanal F aus in die im Raum E enthaltenen Kohlen und treibt aus diesen das Leuchtgas aus, welches dann mit Wasserdampf gemischt, wieder in den Generator geblasen werden soll. Aber man nimmt die Wassergasbildung und die Entgasung der Kohle gleichzeitig vor, indem man beide Gasschieber O und G zugleich öffnet und auf diese Weise den Dampf mit dem Leuchtgas theils durch die Kohlen in D, theils durch diejenigen in E treten lässt.

Der Vorschlag ist gewiss beachtenswerth. Voraussichtlich ist aber die vom Verf. vorgeschlagene getrennte Entgasung vortheilhafter.

Zur leichteren Uebersicht der besprochenen Untersuchungen über die hier in Frage kommenden Gase sind die Hauptergebnisse in folgender Tabelle zusammengestellt. Dabei sind die Ausbeuten von Koksgeneratorgas und Wassergas auf denselben Koks berechnet.

	Leuchtgas	Generatorgas			Wassergas		
		Kohle	Koks		Generator	Wassergas	aus Kohle
			ohne Wasser	mit Wasser			
Schwere Kohlenwasserstoffe	3,8	—	0	0	0	0	1
Methan	36,0	1,9	Spur	0,4	0,3	0,4	8
Wasserstoff	48,0	6,5	1,9	14,0	2,3	48,6	48
Kohlenoxyd	8,0	23,7	29,4	26,0	28,5	44,0	37
Kohlensäure	1,4	5,3	2,0	6,9	4,0	3,3	3
Stickstoff	2,8	62,6	62,6	52,8	64,9	3,7	3
Brennwerth von 1 cbm Gas	5300	1050	950	1190	950	2630	3250
1 k Brennstoff = 1 cbm Gas	0,3	4,42	5,0	4,77	3,13	1,13	1,2
1 Proc. Ausnutzung	20	60	68	80	42	42	50
					84		

Während somit 1 k beste Kohle höchstens 0,3 cbm Leuchtgas gibt, erhält man aus 1 k gewöhnlichem Koks 1,13 cbm Wassergas und 3,13 cbm Generatorgas, welche zusammen 84 Proc. des Brennwerthes des verwendeten Koks enthalten. Würde man dagegen Steinkohlen theilweise entgasen, dann sofort vergasen, das abgetriebene Leuchtgas aber mit dem Wassergas mischen, so erhielte man ein Gas, welches etwa die in der letzten Spalte angegebene Zusammensetzung hätte, bei einem Brennwerthe von etwa 3250 W.E. für 1 cbm.

Da es hier nicht darauf ankommt, die Kohlen völlig zu entgasen, so sind auch bei weitem nicht so hohe Hitzgrade wie in Leuchtgasanstalten erforderlich, so dass es sehr wohl ausführbar erscheint, das schwerfällige Verfahren der heutigen Leuchtgasfabriken durch Vorrichtungen zu ersetzen, in denen die Kohlen ununterbrochen durch Maschinenkraft fortbewegt und nach geschehener — theilweiser — Entgasung unmittelbar in den Generator geschafft werden. Neben diesem reicheren Gase hätte man dann Theer, Ammoniak und Cyan als Nebenproducte, wie beim gewöhnlichen Leuchtgasverfahren (S. 138), dazu die entsprechende Menge Generatorgas, wie beim gewöhnlichen

Wassergasverfahren. Liesse man ferner diese Gase nicht unmittelbar in Skrubber und Staubsammler, sondern zunächst durch Röhrenwärmer, entsprechend den Winderhitzern bei Hochöfen, gehen, so würde man beim Heissblasen stark erhitzte Luft verwenden können, daher in viel kürzerer Zeit die Temperatur der Generatorfüllung auf die erforderliche Höhe bringen. In Folge dessen würde man verhältnissmässig mehr Wassergas erhalten und die Wärmenutzung für dieses auf etwa 50 bezw. 60 Proc. für das Kohlenwassergas steigern können. Der erforderliche Wasserdampf könnte natürlich auch durch Abhitze gewonnen oder durch einen Theil des Generatorgases erzeugt werden.

Ausser in Hüttenwerken, auch zum Schmelzen der Edelmetalle, wird das Wassergas eine ausgedehnte Anwendung in chemischen Fabriken finden. Zunächst ist es im Laboratorium viel bequemer zu verwenden als Leuchtgas, da es nicht russt und leichter hohe Hitze gibt; das kommt wohl wesentlich daher, dass es nicht durch Vermischen mit Luft vorher entleuchtet bezw. verdünnt wird, zum geringen Theil auch wohl durch eine etwas grössere Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Flamme im Wassergas, welche allerdings nicht bedeutend sein wird, da der Wasserstoffgehalt von Wassergas und Leuchtgas gleich gross ist, Kohlenoxyd und Methan sich aber ähnlich verhalten.

Berücksichtigt man ferner, dass man mit Wassergasflammen auf längere Zeit bestimmte Hitzgrade erzeugen kann, so wird man es mit Vortheil für Destillationen, Druckkessel (Autoklaven) u. dgl. verwenden. Auch für manche Zersetzungen, z. B. die des Chlormagnesiums, gewisser Sulfate u. dgl., dürfte es geeignet sein.

Für eine Versorgung ganzer Orte mit Leucht-, Heiz- und Kraftgas können wohl nur das bisherige Leuchtgas und das Wassergas in Frage kommen. Das bisherige Leuchtgas ist hierfür wenig geeignet, da es nur etwa 20 Proc. des Brennwerthes der Kohle enthält, viel Handarbeit erfordert und nur gewisse Kohlen zu verwenden gestattet. Dagegen liefert der Wassergasprozess schon jetzt etwa 40 Proc. des gesammten Brennwerthes von Koks und Anthracit als hochwerthiges Gas, bei entsprechender Verarbeitung von Kohlen aber voraussichtlich etwa 45 Proc. (dazu 42 Proc. im Generatorgas). Dieses Wassergas ist für Beleuchtungszwecke vielleicht etwas weniger einfach (der Magnesiakämme wegen), aber angenehmer als Heizgas, bequemer als Leuchtgas, zudem in weitaus den meisten Fällen viel billiger.

Es ist ja bekannt, wie unvollkommen die Ausnutzung der Brennstoffe in den häuslichen Feuerungsanlagen ist, so dass man für Stubenöfen meist nur 20 bis 30 Proc. (S. 12), für Küche kaum 5 bis 10 Proc. rechnen darf. Berücksichtigt man ferner die Unannehmlichkeiten durch Staub, Russ u. dgl., so wird jeder, der keine gute Sammelheizung (S. 75) haben kann, also namentlich alle Miether, für die Küche aber wohl jede Hausfrau die Gasheizung vorziehen, sobald das Gas nur billig genug ist, was jetzt mit Leuchtgas eben selten der Fall ist (S. 108).

Es ist mehrfach die Besorgniss ausgesprochen, Wassergas sei wegen seines hohen Kohlenoxydgehaltes zu giftig. Dabei ist offenbar übersehen, dass ein principieller Unterschied zwischen Leuchtgas und Wassergas gar nicht vorhanden ist, sondern nur ein gradweiser, indem Wassergas allerdings 1,2 bis 6mal soviel Kohlenoxyd enthält, als Leuchtgas, letzteres aber millionenmal soviel Kohlenoxyd enthält, als Wachskerzen oder Rüböl (bezw. gutes Erdöl). A. Sudakoff verlangt denn auch geradezu die Ausschliessung des Leuchtgases aus der Zahl der Beleuchtungsmittel — gewiss mit ebensoviel Recht, als Andere das Wassergas ausschliessen wollen. — Es ist ferner zu berücksichtigen, dass, obgleich bei directer Ausströmung des Leuchtgases dessen charakteristischer

Geruch schon erkennbar ist, wenn die Luft 0,02 Proc. desselben enthält, dieser Geruch verschwindet, wenn das Gas durch eine Erdschicht hindurchgegangen ist. Das in Folge von Rohrbrüchen in den Strassen durch den Boden in benachbarte Häuser eingedrungene Gas hat aber in Breslau, Bonn, Bernburg, Augsburg, Köln, München und Roveredo wiederholt Vergiftungen mit tödtlichem Erfolge veranlasst, eine Erscheinung, welche eben Sudakoff zu seiner strengen Forderung veranlasste, die Leuchtgasanstalten unter polizeiliche Aufsicht zu stellen¹⁾.

Gewiss fordert die allgemeine Verwendung des Wassergases Vorsichtsmassregeln, welche sich aber wenig von denen unterscheiden, wie sie auch das Leuchtgas bedingt. Beachtenswerth ist zunächst, dass die Wassergasleitungen in den Strassen nicht frostfrei gelegt zu werden brauchen. Man könnte daher die Röhre unmittelbar unter den Bürgersteig (Trottoir) legen und die Bedeckung so einrichten, dass beim Undichtwerden des Rohres ein Eintreten von Gas in die Häuser nicht vorkommen könnte. Bei seiner Verwendung im Hause zur Wärmeerzeugung lassen sich die Einrichtungen doch wohl so treffen, dass das etwa entweichende Gas unmittelbar in den Schornstein zieht, mit dem doch die Heizeinrichtungen sämmtlich verbunden werden müssen. Auf die Vorzüge der Gasheizungen wurde bereits S. 93 verwiesen. — Zu beachten ist ferner, dass nach einem ausführlichen Berichte des Franklin-Institutes schon vor zwei Jahren in den Vereinigten Staaten 150 Städte mit (carburirtem) Wassergas versorgt wurden, ohne dass sich Uebelstände gezeigt haben. Selbstverständlich kann es wünschenswerth erscheinen, dem Wassergas einen bestimmten Geruch zu ertheilen. Unter Umständen könnte man ferner die Zersetzung nach $C \times 2H_2O = CO_2 \times 2H_2$ führen und die Kohlensäure entfernen.

Fürchtet man bei der Verwendung des Wassergases für Beleuchtungszwecke in Wohnzimmern die grössere Giftigkeit auch nachdem man dem Gase einen bestimmten Geruch ertheilt hat und der Hauptgashahn nur in den Brennstunden offen ist, so kann man ja das Gas zum Treiben von Gaskraftmaschinen verwenden, um eine Anzahl benachbarter Häuser mit elektrischem Glühlicht zu versorgen. Es ist ferner gar nicht ausgeschlossen, dass neben der bereits vorhandenen Gasbeleuchtung die Wassergasanlage die betreffenden Orte mit Heizgas und Kraftgas versorgt.

Nach gefälliger Mittheilung verwendet man in Terni bei Rom für eine Gaskraftmaschine ein Gemisch von Wassergas und dem beim Heissblasen erzeugten Generatorgas. Bei einer Leistung von 14,35 Pferd gebraucht die Maschine stündlich 11,86 cbm Wassergas und 36,66 cbm Generatorgas und ist man mit dem Gange der Maschine sehr zufrieden. Das macht für 1 Pferd:

$$\begin{array}{rcl} 0,83 \text{ cbm Wassergas} & = & 2182 \text{ W.E.} \\ 2,55 \text{ " Generatorgas} & = & 2422 \text{ "} \end{array}$$

somit etwa 4600 W.E., während die gleiche Maschinenleistung mindestens 0,9 cbm Leuchtgas erfordert, entsprechend 4770 W.E., so dass Wassergas anscheinend noch günstiger in der Maschine arbeitet, als Leuchtgas. Zur Herstellung der genannten Mengen Wassergas und Generatorgas sind nur 0,75 k Koks oder Kohlen erforderlich, für 0,9 cbm Leuchtgas mindestens 3 k bester Gaskohlen (übrig bleiben dabei etwa 1,8 k Koks), während eine gleich starke Dampfmaschine 4 k Kohlen gebraucht. Dazu kommt die Leichtigkeit der Kraftvertheilung bei Gaskraftmaschinen, so dass dieser nicht nur für das Kleingewerbe, sondern auch für den Grossbetrieb der Zukunft gehört. — Die

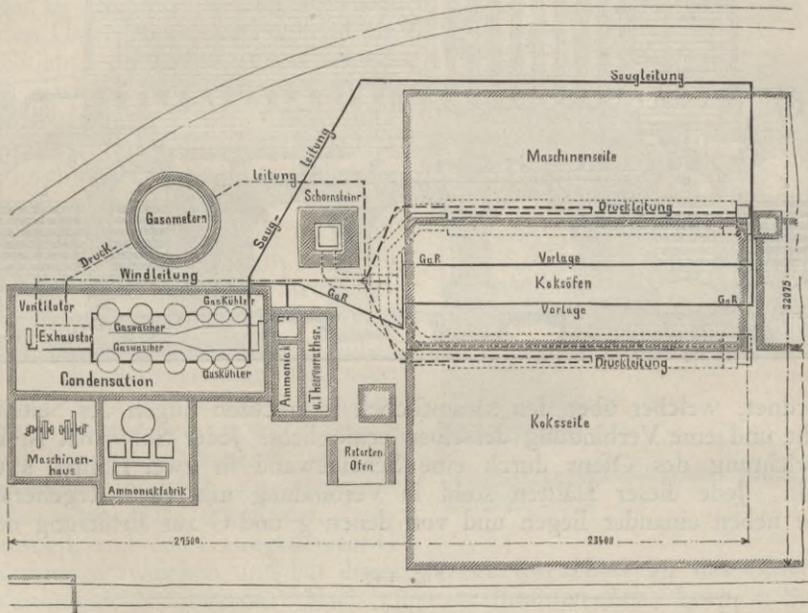
¹⁾ Fischer's Jahresbericht der chem. Technologie 1887, S. 181.

als Nebenproduct erhaltenen Generatorgase könnten von der betreffenden Centralanstalt an benachbarte Fabriken abgegeben oder zum Heizen von Dampfkesseln verwendet werden, um die für die elektrische Beleuchtung von Theatern, öffentlichen Plätzen u. dgl. erforderliche Kraft zu liefern; für kleinere Räume ist das Magnesia-Wassergaslicht angenehmer.

Koksöfen. Von den Koksöfen verdienen die mit Gewinnung der Nebenproducte hier Erwähnung, weil sie ebenfalls Leuchtgas und Heizgas liefern.

Der älteste derartige Ofen wurde von Knab nur mit Solenheizung versehen, Carvés führte 1863 dazu die Wandheizung ein und Hüssener verbesserte die Gas- und Luftzuführung. Bei den darnach gebauten 50 Oefen in Gelsenkirchen ist eine Retorte 9 m lang, kegelförmig, im Mittel 0,575 m breit,

Fig. 195.

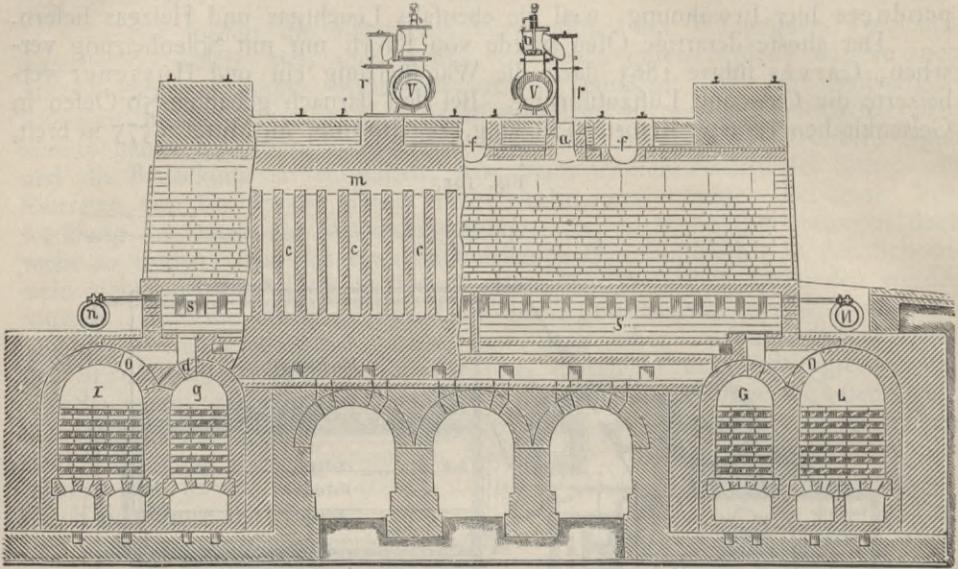


1,8 m hoch. Ihr nutzbarer Raum ist 88 Proc. des Gesamttraumes und fasst je 5,5 t fein gesiebter, trockener Kokscohlen, 1 cbm derselben zu 690 k gerechnet.

G. Hoffmann verbindet die Koksöfen mit Siemens'schen Regeneratoren. Fig. 196 zeigt die Gesamtanordnung der Koksöfen und Condensation auf der Zeche Pluto, Fig. 197 bis 199 veranschaulichen nähere Einzelheiten derselben. Die Koksöfen mit lothrechten Zügen in den Seitenwänden sind 9 m lang, haben eine lichte Weite von 0,6 m, eine Höhe von 1,6 m, bis zum Widerlager und die Entfernung von Mitte zu Mitte beträgt 0,95 m. Bei den gewöhnlichen Koksöfen ohne Theer- und Ammoniakgewinnung sind in den Verkokungsräumen Oeffnungen vorhanden, durch welche die Gase aus den Verkokungsräumen zuerst in die Seitenwände und dann in die Sohlkanäle ziehen, um dort mit zugeleiteter Luft zu verbrennen und durch diese Verbrennung die Verkokungskammer selbst für den Verkokungsprocess genügend zu heizen. Bei dem vorliegenden Ofen fehlt dagegen jede directe Verbindung von Ver-

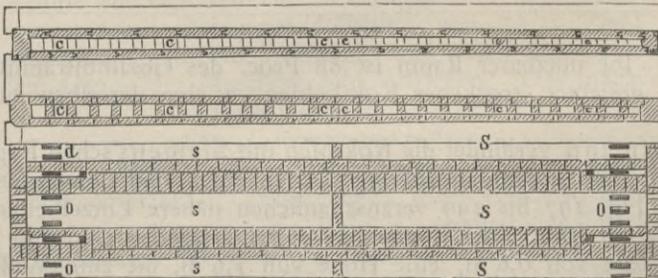
kokungsraum und Wand; vielmehr hat ausser den Entlade- und den Beschickungsöffnungen, welche während des Betriebes geschlossen sind, dieser Ofen nur zwei Oeffnungen a im Gewölbe, durch welche die bei dem Verkokungsprocesse entwickelten Gase aus dem Ofen entweichen können. In der Seitenwand des Ofens ist unter dem Widerlager ein liegender Kanal m

Fig. 196.



angeordnet, welcher über den sämtlichen lothrechten Zügen der Seitenwand hergeht und eine Verbindung derselben ermöglicht. Jeder Sohlkanal ist in der Längsrichtung des Ofens durch eine Scheidewand in zwei Hälften s und S getheilt. Jede dieser Hälften steht in Verbindung mit zwei Regeneratoren, welche neben einander liegen und von denen g und G zur Erhitzung des zur

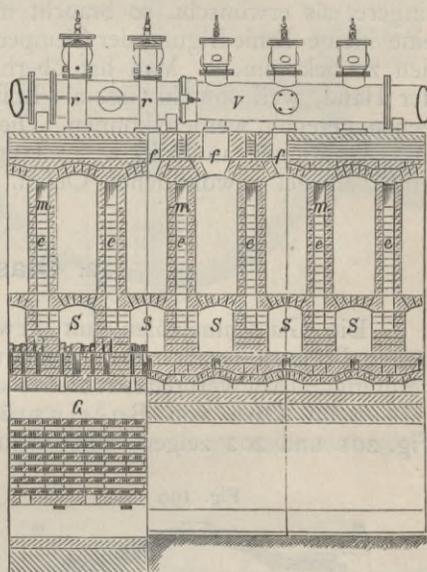
Fig. 197.



Verbrennung zu verwendenden Gases, l und L zur Erhitzung der zur Verbrennung dieses Gases nothwendigen Luft dienen soll. Diese Regeneratoren sind lange Kanäle, mit Steinen gitterartig ausgesetzt, um eine grosse Oberfläche zu erzielen. Dieselben gehen unter der ganzen Gruppe her und an deren Ende stehen die beiden Luftgeneratoren l und L durch eine Wechselklappe entweder mit dem Luftzuströmungsröhre, oder mit dem Schornsteine

in Verbindung; dabei sind die Gasregeneratoren *g* und *G* ebenfalls durch eine besondere Wechselklappe entweder mit dem Gaszuströmungsröhre, oder mit dem Schornsteine in Verbindung gebracht. Sind nun die Oefen in Hitze und durch *f* mit Kohlen beschickt, so entweichen die Gase der verkokenden Kohlen durch die Oeffnung *a* in die Steigrohre *r* und gehen bei geöffnetem Ventile *v* in die Vorlage *V*. Von hier ziehen die Gase zur Condensationsanlage, wo sie in den Gaskühlern gekühlt und dann in den Gaswaschern gewaschen werden. Die Gase werden dann durch das gleiche Gebläse, welches dieselben nach den Kühlapparaten hingesaugt hat, wieder von der Condensation weg nach den Oefen hingedrückt und zwar je nach der Stellung der Wechselklappe des Gasdruckrohres entweder nach dem auf der einen Seite liegenden Gasregenerator *g*, oder nach dem auf der andern Seite liegenden Regenerator *G*. Nehmen wir an, das Gas gehe zum Gasregenerator *g*, so wird die Wechselklappe der Luftregeneratoren so gestellt, dass die eingeblasene Luft in den Luftregenerator *l* tritt. Dieser und der Gasregenerator *g* münden bei jedem Ofen durch neben einander liegende Oeffnungen *o* und *d* in den Sohlkanal *s*. Die Verbrennung findet theils im Sohlkanale selbst, theils auf dem weiteren Wege statt. Der gesammte Strom der in Verbrennung begriffenen Gase und der noch heißen Verbrennungsproducte geht durch die nebeneinander liegenden Steigkanäle *c* in den wagrechten Kanal *m* und von da, durch die lothrechten Züge *e* abfallend, in den Sohlkanal *S*, von wo die nunmehr sämmtlich als verbrannt anzunehmenden Gase durch den Luftregenerator *L* und den Gasregenerator *G* zum Kamine entweichen und auf diesem Wege ihre Hitze an das Gitterwerk der Wärmespeicher abgeben. Nach einer bestimmten Zeit, etwa 1 Stunde, werden die beiden Wechselklappen umgestellt und es tritt alsdann der umgekehrte Weg ein. Das Gas tritt aus der Condensation in den Gasregenerator *G*, die Luft in den Luftregenerator *L*. Die Verbrennung findet im Sohlkanale *S* statt. Die Stromrichtung des Gases, der Luft und der Verbrennungsproducte geht durch *e* nach *m* und dann durch *c* nach *s* und durch die Wärmespeicher *l* und *g* zu dem Kamine.

Fig. 198.



Statt der zwei Wärmespeicher auf jeder Seite wendet man jetzt nur noch einen einzigen auf jeder Seite der Batterie an und dienen diese nur zum Wiedererhitzen der Luft. Durch diese einräumige Lufterhitzung mit wechselnder Zugrichtung kann die Verbrennungsluft ganz ausserordentlich rasch und hoch erhitzt werden, viel rascher und höher als durch diejenigen mehrräumigen Anlagen, welche auf der stetigen Erhitzung der Verbrennungsluft durch Wände hindurch beruhen, auf deren einer Seite die Abhitze heizt, während auf der anderen die zuströmende Verbrennungsluft sich erwärmen soll. Die Luft kommt bei dieser Siemens'schen Regeneration (S. 134) auf Zeche Pluto auf eine Temperatur von über 1000° und durch Anwendung einer so hochgradig

heissen Luft als Verbrennungsluft wird es ermöglicht, dass von den aus der Condensation zurückkommenden kalten Gasen nur ein gewisser Theil gebraucht wird, um durch seine Verbrennung den Verkokungsprocess im Gange und die Oefen hinreichend heiss zu erhalten. Es hat sich beim Betriebe auf Pluto herausgestellt, dass man nicht das sämtliche vorhandene Gas zur Heizung der Oefen verwenden darf, wenn die betreffenden Verbrennungsstellen u. dgl. nicht zu heiss werden sollen, und dass man also viel mehr Gas hat, als man zur Unterhaltung des Verkokungsprocesses braucht; es beträgt der Ueberschuss etwa 100 cbm für Ofen und Tag. Die Temperatur in Sohlkanälen und Seitenwänden ist so hoch, dass der Verkokungsprocess bei normaler Ladung, der Ofen mit 5750 k trockener Kohlen gerechnet, in 48 Stunden vor sich geht; sehr häufig ist die Garungszeit eine geringere. Wird die Garungszeit eine geringere, als erwünscht, so braucht man nur weniger Gas zuzuführen, um durch eine kleine Erniedrigung der Temperatur wieder eine Garungszeit von 48 Stunden zu bekommen. Man hat überhaupt den Process ganz ausserordentlich in der Hand, weil sowohl Gas, als Luft eingeblasen wird und die Mengen beider genau geregelt werden können. Die Güte des Koks ist eine ganz vorzügliche. Das Ausbringen an Koks ist in Folge des völligen Luftabschlusses um 7 Proc. höher als bei gewöhnlichen Oefen.

12. Glasschmelzöfen.

Die Glasschmelzöfen mit gewöhnlicher Feuerung werden wegen ihres hohen Brennstoffverbrauches mehr und mehr durch die mit Gasfeuerung verdrängt. Am verbreitetsten sind die Oefen von Boëtius und Siemens.

Beim Ofen von Boëtius liegen, wie Längsschnitt und Querschnitt Fig. 201 und 202 zeigen, unter dem Herde meist zwei Generatoren A, welche

Fig. 199.

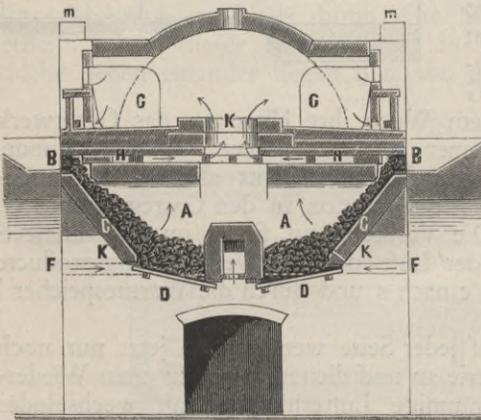
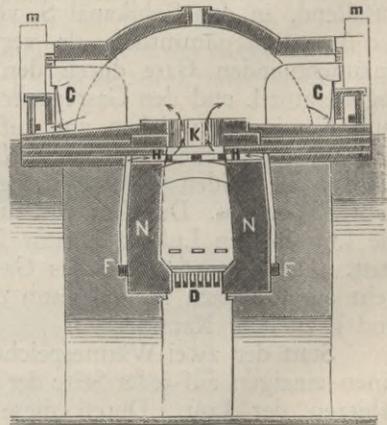


Fig. 200.



entweder in ganzer Höhe oder nur theilweise getrennt sind. Die Generatoren werden durch geneigte Ebenen C, schräg liegende Roste D und nach oben sich verengende Seitenwände N gebildet. Die bei B eingefüllten Kohlen entgasen, der Koks verbrennt auf dem Rost D, so dass die Gase bereits mit hoher Temperatur in den Flammenkanal K eintreten. Die durch die Seitenkanäle F zugeleitete atmosphärische Luft erwärmt sich an den Seitenwänden N des

Generators und den wagrechten Kanälen H, tritt aus einer Anzahl seitlicher Oeffnungen in den Gasstrom ein, die Flamme umspielt die Häfen G, während die Rauchgase durch kleine Kamine m entweichen.

Von den Siemens'schen Oefen möge der Wannenofen beschrieben werden, welchen F. Siemens in seiner Glashütte zu Neusattel-Ellbogen im Betriebe hat (Fig. 201 u. 202). Derselbe nähert sich den gewöhnlichen Gas-

schmelzöfen mit Hafensbetrieb, da sich die verschiedensten Glassorten verarbeiten lassen, indem die Wanne durch kreuzweise gestellte Brücken in vier Abtheilungen getheilt ist. Bei Anwendung der Brücken könnte nun zwar durch grobe Nachlässigkeit beim Nachlegen von Gemenge der Fall eintreten, dass Glas aus der einen Abtheilung hinüber trete. Da aber das Glas am Boden der Wanne zähflüssig ist in Folge der Abkühlung daselbst, so wird, wenn auch ein derartiges

Hinübertreten von Glas stattgefunden hat, doch nimmermehr eine innige Mischung der verschiedenen Glassorten eintreten können. Da die Wanne entsprechend dem Schiffchenbetrieb verhältnissmässig sehr tief ist, so ist es auch unmöglich, dass ein derartiges Gemisch in die Schiffchen eintreten, zur Raffinirung und Verarbeitung gelangen kann. Dies wird um so weniger der Fall sein, weil durch Nachlegen von Gemenge in die im Rückstande sich befindliche Abtheilung sofort der Rückstand des Glases herbeigeführt werden wird. Die einzeln eingeführten Rohstoffe werden bei G gemischt und von hier aus durch die Einlegeöffnungen n in den Ofen eingetragen.

Die den Unterbau des Ofens bildenden 2 m breiten, 2,75 m langen Wärmespeicher (Regeneratoren) R, zwischen denen sich das Zugangsgewölbe T befindet, stehen durch Kanäle s nach oben mit den Seitenkanälen S in Verbindung, von denen aus Gas und Luft durch die Kanäle g und l in den Ofen gelangen. Die runde Wanne wird, wie bereits erwähnt, durch rechtwinklige Kreuze bildende Brücken z in vier Abtheilungen für vier verschiedene Glassorten getheilt. Die Kühlungen dieser Brücken laufen in den gemeinsamen Ventilationssschornstein V zusammen, der durch das Ofengewölbe hindurch geführt, dessen unterer

Fig. 201.

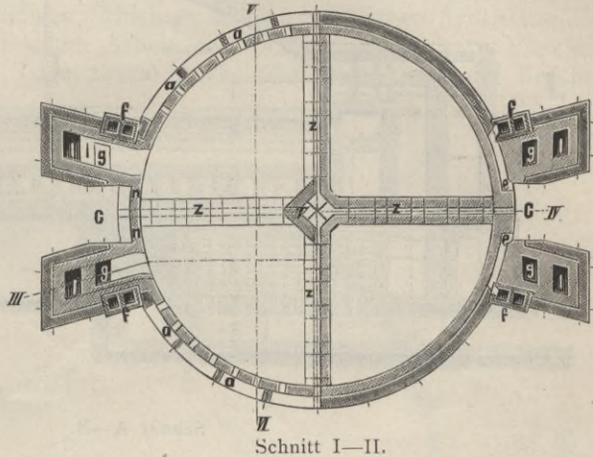
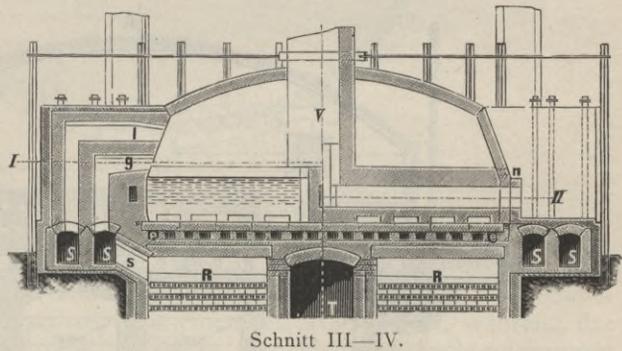


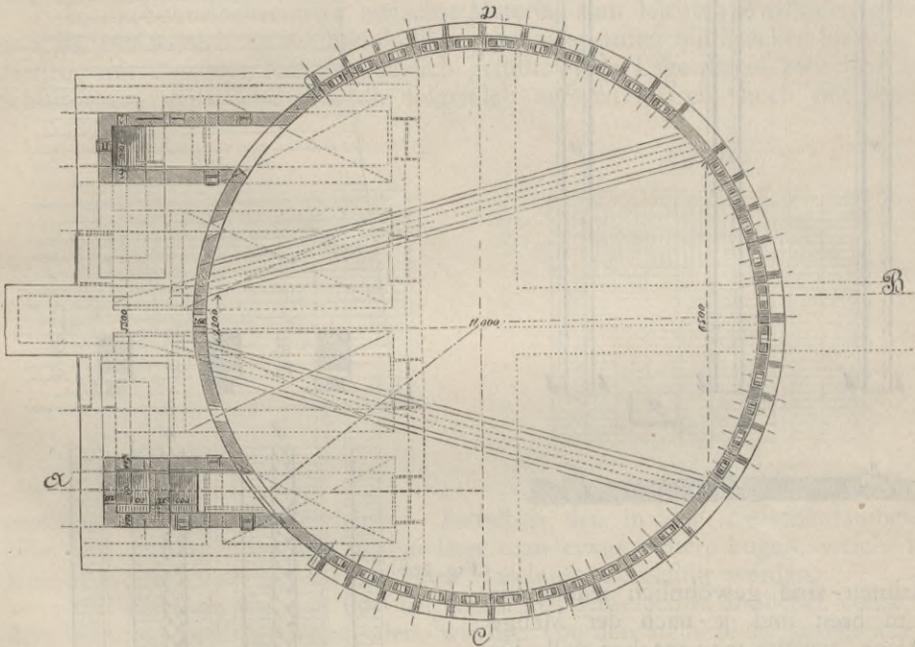
Fig. 202.



lungen die übrigen drei nicht in Mitleidenschaft gezogen werden. Die Luftkanäle der Brücken sind durch grosse, entsprechend geformte Steine abgeschlossen, welche auf einer Anzahl kleiner Pfeiler aufliegen, zwischen denen sich die bei gleichartigem Glase angebrachten Oeffnungen zur freien Bewegung des Glases zwischen den einzelnen Abtheilungen befinden.

Vor jeder der 28 Arbeitsöffnungen *a* schwimmt in der halbgeschmolzenen Glasmasse ein Raffinirschiffchen, welches das ununterbrochene Arbeiten ermöglicht. Sämmtliche Arbeitsplätze sind je mit einem Meister und Motzer besetzt, so dass in zwei 12stündigen Schichten mit 20 wirklichen Arbeitsstunden täglich gearbeitet wird. Vor jedem Arbeitsloch werden stündlich 50 Flaschen gefertigt, zusammen also im Tage 28000 Stück, oder nach Abzug des Bruches

Fig. 205.



Schnitt E-F.

u. dgl. etwa 25 000 Stück, eine Leistung, wie sie bisher mit einem Ofen nicht erreicht ist. Zur Heizung wird böhmische Braunkohle in einem grossen Generator mit doppelseitigem Treppenrost und einem Planrost vergast, während das zur Heizung der Kühlöfen erforderliche Gas in zwei kleinen Schachtgeneratoren mit Planrost erzeugt wird. Der tägliche Kohlenverbrauch beläuft sich auf 15 bis 18 t für den Schmelzofen und etwa 2 t für die Kühlöfen.

Neuerdings geht F. Siemens von der Ansicht aus, zur Erzielung hoher Temperaturen sei »freie Flammenentfaltung«, d. h. grosse Räume erforderlich. Er hat daher einen Glaswannenofen gebaut, welcher — wie die drei Schnitte Fig. 203 bis 205 zeigen — ein sehr hohes Gewölbe hat. Der Ofen schmilzt in 24 Stunden 25 t Glas und gebraucht dazu in den dazu gehörenden Generatoren 5 t sehr geringwerthige Steinkohle (und 35 Proc. Asche, vgl. S. 4) und 5 t Braunkohle (vgl. Fischer's Jahresber. 1887, S. 194).

13. Brennöfen für Thonwaren.

Feldziegelöfen sind weitaus nicht so gut als die gemauerten und bedeckten; sie erfordern mehr Brennstoff, die Steine werden nicht so gleichmässig gebrannt als in geschlossenen Oefen, und es gehen wegen Regen und später angeführter Ursachen auch mehr Steine bei Feldbrand als bei Ofenbrand verloren.

In der Nähe der Grube, in welcher man die Erde bearbeitet (anstatt der Sumpfe), wird ein Platz geebnet und in Bahnen (Trockenfelder) getheilt. Die

Fig. 206.

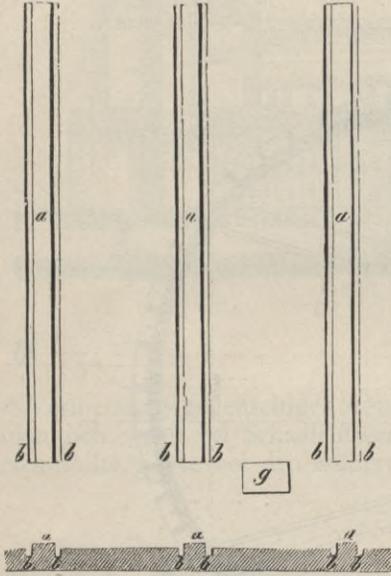


Fig. 207.

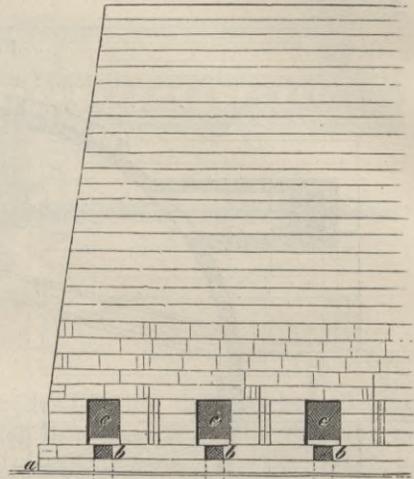
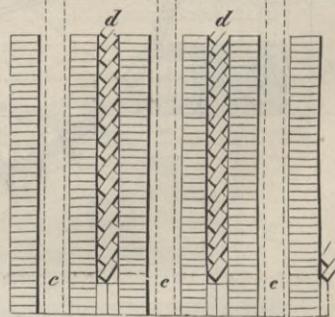


Fig. 208.



Bahnen sind gewöhnlich jede 4 bis 5 m breit und je nach der Menge Steine, welche man machen will, bis 15 m lang. Zwischen je zwei Bahnen befindet sich als Scheide eine Erhöhung a (Fig. 206) 1 m breit und 16 cm hoch, zu beiden Seiten mit kleinen Gräben b zum Abflusse des Wassers. Für jeden Streichtisch g werden fünf Bahnen gerechnet. An einem solchen Streichtische können, bei 15 m Länge der Bahn, während der gewöhnlichen Arbeitszeit (Ende April bis Mitte September) 400 000 bis 500 000 Steine gefertigt werden.

Zu jedem Tische gehören drei Formen, gewöhnlich fünf Menschen, wenn aber stark gearbeitet wird, sechs Menschen, und zwar: ein Mann zur Zubereitung der Erde, ein Träger, ein Aushelfer, ein Ziegelformer und ein bis zwei Abträger. Ein so besetzter Streichtisch liefert täglich bis 5000 Ziegel, welche in den Trockenbahnen ausgelegt werden.

Nachdem die auf den Trockenbahnen aufgestellten Steine gehörig ausgetrocknet sind, fängt man an, den Ofen zu setzen. Zuerst wird eine Lage

Ziegel in der Ausdehnung, welche der Ofen bekommen soll, einer neben den andern auf die hohe Kante gestellt a (Fig. 207). Man nimmt dazu gewöhnlich die auf der Ziegelei befindlichen bleichen oder zerbrochenen Ziegel. Sind aber keine solchen vorhanden, so nimmt man getrocknete Lehmsteine. Auf diese Lage kommen die Luftzüge b unter den Schürflöchern c so weit von einander entfernt, wie es Fig. 208 zeigt, etwa 1 m von Mitte zu Mitte. Diese Luftzüge b sind so hoch, wie ein Ziegel auf die hohe Kante gestellt, und so breit wie ein halber Ziegel. Sie werden mit flachliegenden Ziegeln dergestalt bedeckt, dass zwischen je zwei bedeckenden Ziegeln etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 cm Raum zum Durchströmen der Luft bleibt, wodurch eine Art Rost gebildet wird. Auf dieser Lage werden die Schürflöcher 26 cm breit und, mit Einschluss des auf dem Luftzuge liegenden Decksteins, drei Ziegel auf die Kante gestellt, hoch angelegt, und zwar in dem auf der Zeichnung angegebenen Verbands, welcher in der Höhe der Kanäle aufhört.

In die Schürflöcher wird zunächst Material zum leichten Anzünden gelegt und alsdann werden sie mit Steinkohlen, und zwar unten mit Stücken bis zu 5 k, darüber mit kleineren Kohlen gänzlich gefüllt. Jede Lage Ziegel zwischen den Schürflöchern wird, ehe man die folgenden aufsetzt, 1,5 cm hoch mit durch-

Fig. 209.

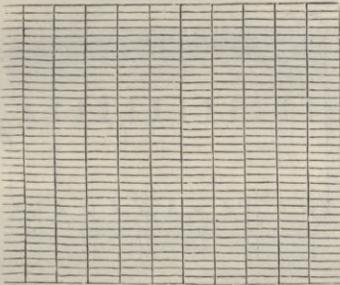
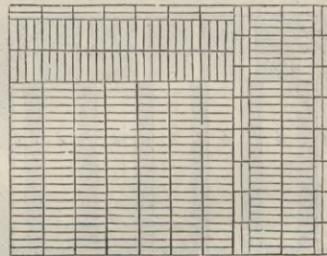


Fig. 210.



gesiebtem Kohlengries beschüttet. Zwischen den in den Zwischenräumen d (Fig. 208) schräg gestellten Ziegeln lässt man etwas weitere Fugen, welche mit kleinen Kohlen, von der Grösse einer Haselnuss, ausgefüllt werden.

In Gegenden, wo man Torf hat, kann man denselben in ähnlicher Weise bei dem Brennen der Ziegel verwenden, wie hier von den Steinkohlen gesagt wurde, nur müssen die Schüröffnungen u. dgl. entsprechend grösser angenommen werden. Die Ziegel werden nun über den Schürflöchern nach Fig. 209 und 210 weiter abwechselnd aufgepackt. Zwischen die Ziegellagen wird in der mittleren Höhe des Ofens der Kohlengries 1,5 cm, nach oben aber etwas stärker geschüttet. Werden die Feldziegelöfen mit Holz geheizt, so fallen die Bänke sowohl als die Aschenlöcher und Roststeine fort und der Ofen beginnt gleich mit den Schürflöchern auf der hochkantigen Schicht.

Die Grundform eines Feldziegelofens ist gewöhnlich ein Quadrat oder auch ein längliches Viereck; seine Höhe in der Regel nicht unter 26 und nicht über 30 Schichten. Man kann annehmen, dass in den kleinsten Feldziegelöfen 20000 Stück und in den grössten 450000 Stück mit einem Male gebrannt werden. Die Erfahrung lehrt, dass die grösseren Oefen die vortheilhafteren sind, indem weniger Ziegel dabei verloren gehen als bei den kleineren. Im Durchschnitt beträgt der Verlust 10 bis 12 Proc.

Nachdem der Ofen gesetzt ist, werden die Wände ausserhalb und die

Decke mit Lehm beworfen und verschmiert. Sodann wird das Feuer in sämtlichen Schürflöchern zugleich angezündet. Während des Brandes muss man darauf sehen, dass diejenige Seite, welche dem Winde und Schlagregen ausgesetzt ist, mit Strohmatte, welche an hölzerne Pfähle befestigt werden, geschützt werde, damit der Wind das Feuer nicht gegen eine Seite hin treibe und der Ofen ungleich brenne. Bemerkt man, dass das Feuer an einzelnen Stellen oben auf dem Ofen durchbricht, so müssen diese Stellen sogleich mit Erde zugedeckt werden, damit es im Ofen immer gleichmässig fortbrenne. Weichen etwa die Seitenwände des Ofens während des Brandes aus, was häufig geschieht, so müssen sie sogleich durch starke, schräg in die Erde gestemmte Streben gestützt werden.

Ein Ofen von 100 000 Ziegeln brennt gewöhnlich 14 Tage und einer von 400 000 Ziegeln 5 Wochen. Auf 100 000 Stück Ziegeln werden, je nachdem die Kohlen gut sind, 160 bis 180 hl Gries und Kohlen, worunter etwa 3000 k harte Kohlen sich befinden, gerechnet.

Bei einem mittelmässig gerathenen Brande rechnet man zwei hartgebrannte gegen einen blassen Ziegel. Sind die Ziegel vorher gut ausgetrocknet und bei gutem Wetter in den Ofen gesetzt worden, so ist gewöhnlich der innere Theil bis auf die äussere Wand durchgehends gleichförmig ausgebrannt, und es finden

Fig. 211.

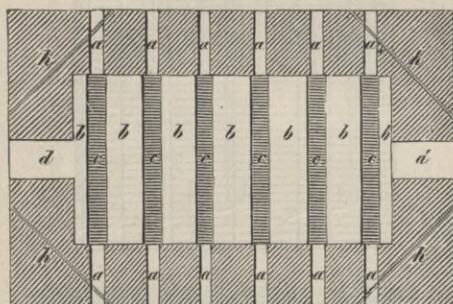
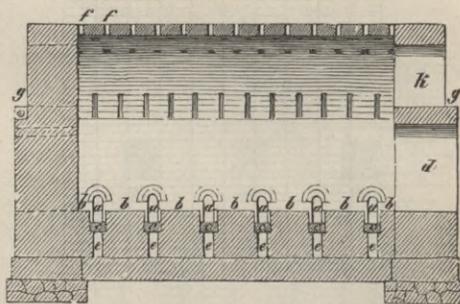


Fig. 212.



sich darin wenig bleiche Ziegel, die übrigens für innere Holzwände und kleine Scheidewandern statt hartgebrannter verbraucht werden.

Der Preis der Steine richtet sich natürlich nach dem Arbeitslohn, der Grundentschädigung, den Kosten des Brennstoffes und nach allen darauf einwirkenden Ursachen, ist also in allen Fällen anders, gewöhnlich aber bedeutend billiger, als der von sorgfältig vorbereiteten und im geschlossenen Ofen gebrannten Ziegeln. —

Feststehende geschlossene Ziegelöfen sind theils mit gewölbter Decke versehen, theils sind sie oben offen.

Bei einem Ofen für Torfbrand in Eldena werden auf jeden Brand 40 000 Stück ganze Steine gerechnet, also etwa 44 000 Stück eingestellt. Jeder Brand dauert, das Einkarren, das Brennen, Abkühlen und Auskarren eingerechnet, etwa 3 Wochen. Es werden also in den Monaten vom Mai bis Ende September sieben Brände gemacht. Bei günstigen Jahreszeiten sind schon acht und neun Brände gemacht worden. Den Ofen umgibt ein Bretterschuppen mit Steindach. Fig. 211 stellt den Grundriss, über den Rosten geschnitten, vor. Fig. 212 den Längendurchschnitt, Fig. 213 den Querschnitt, Fig. 214 die vordere Ansicht.

Die Hauptform des Ofens wurde als längliches Viereck gewählt, da diese Form für die Ausführung wohlfeiler und bequemer ist, als die runde, und weil

auch das Aufsetzen der zu brennenden Steine sich in dieser Form am bequemsten bewerkstelligen lässt. Durch die Schürflöcher a, welche mit eisernen Thüren geschlossen sind, wird das Feuer angemacht. Der Torf brennt auf den Rosten c, welche tiefer liegen als die Bänke b. Auf diese werden die Steine in der Art gesetzt, dass sie längs der Roste sogenannte Gassen bilden, in welchen der aufgehäufte Torf brennt; e sind die Aschenlöcher. Die Schürflöcher sind mit doppelten Bogen überwölbt, damit, wenn die untere (1 Stein starke) Wölbung durchgebrannt ist, diese erneuert werden kann, ohne der Festigkeit der Mauer zu schaden. Das Aufsetzen der zu brennenden Lehmsteine geschieht ganz ähnlich, wie bei den Feldöfen. Durch die Oeffnungen d werden die Steine in den Ofen gekarrt. Die Luftzüge f dienen dazu, den Rauch zu entfernen und die Hitze im Ofen zu regeln; sie müssen senkrecht in die Höhe geführt werden, damit man sie auf der oberen Decke des Ofens nach Belieben mit Steinen bedecken oder offen lassen kann, je nachdem man die Hitze zusammenhalten oder entweichen lassen will.

Der Radius des Gewölbes ist 2 m, die untern Mauern sind 1,5 m, die oberen 1,25 m stark. Auf dem ersten Absatz des Ofens liegen vier hölzerne Anker, 30 und 30 cm, welche dazu dienen, den Ofen gegen die Ausdehnung

Fig. 213.

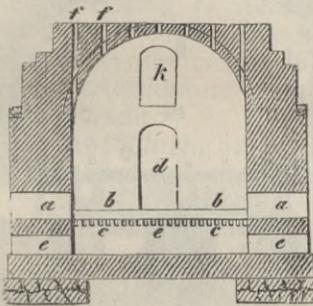
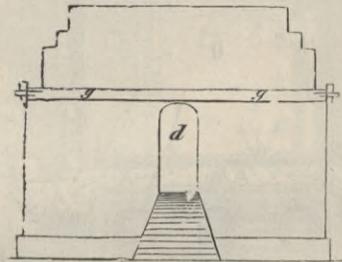


Fig. 214.



der Hitze von innen zusammen zu halten. An ihren Endpunkten sind sie mit hölzernen Keilen zusammengetrieben. Zu demselben Zwecke der besseren Haltbarkeit der Ofenmauern liegen in den vier Ecken des Mauerwerks die eisernen Anker h mit 1 m langen Splinten ausserhalb versehen. Diese Anker gehen zugleich mit durch die hölzerne Verankerung bei g und liegen also mit dieser in gleicher Höhe. Die Decke wird aus einem Gewölbe gebildet, welches an seinem Entstehungspunkte 2 Stein und im Scheitel $1\frac{1}{2}$ Stein stark ist. Die Seitenwände werden senkrecht mit Absätzen aufgemauert, theils um dem Stein-schube des Gewölbes zu widerstehen, theils um oben eine wagrechte Decke zu erhalten, auf welcher man bequem gehen kann.

Sind alle Steine in den Ofen gekarrt, so wird die Oeffnung bei d zugemauert. Es sind zwar zwei Oeffnungen belassen, allein eine davon wird in der Regel nur gebraucht; über d ist noch eine zweite Oeffnung bei k zu demselben Zwecke, welche während des Brandes ebenfalls zugesetzt wird.

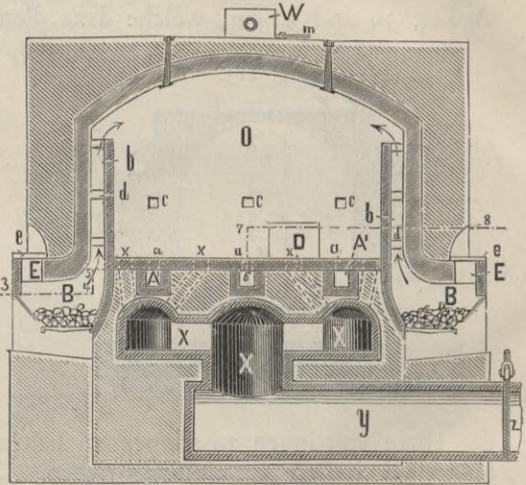
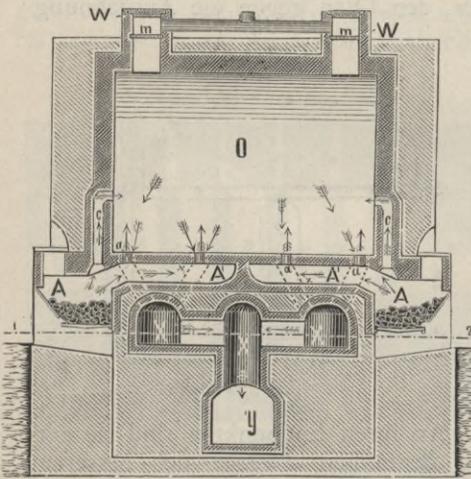
Der Ofen wird wegen seiner Einfachheit mit wenig Abänderungen auf vielen grösseren und kleineren Ziegeleien verwendet. Die Umfassungsmauern eines derartigen vierschürigen Ofens bei Bunzlau sind 2,2 m stark und mit straffem Lehmörtel aufgemauert. Die lichte Breite des Ofens beträgt 5,7 m; die Tiefe oder der Durchmesser des Gewölbes 4,25 m und die lichte Höhe über den Bänken 3,16 m. Die Oeffnungen d (Fig. 213) fangen erst 63 cm über

den Bänken an, sind 1,30 cm breit und 2,25 m hoch; Oeffnungen k sind nicht vorhanden. Die Aschenlöcher e (Fig. 212 u. 213) sind 35 cm hoch. Die Breite der Schüren oder der vier Roste c beträgt 50 cm; die Schürlöcher a sind bei dieser Breite 52 cm hoch und liegen in einer Nische, die 1,30 cm tief und 1,75 m hoch ist. Die beiden sog. Brennküchen, von denen aus die Heizung erfolgt, sind jede 4,70 m im Lichten tief und so lang wie die Widerlagsmauern des Ofens. Sie befinden sich mit dem Ofen unter einem Dach, haben zwei Seiteneingänge und in der langen Wand vier grössere, den Schüren gegenüberliegende Oeffnungen.

Auf den Ziegeln von Krause und Seymers zu Birkenwerder bei Berlin ist ein acht- und zwölfschüriger Ziegelofen für Holzbrand, also ohne Rost- und Aschenfall, im Uebrigen aber nach Art der eben besprochenen in Betrieb; sonst werden gewöhnlich nur drei- bis sechsschürige Ziegelöfen gebaut, deren Höhe bis 5,6 m beträgt, während die Spannweite 5,3 m nicht überschreitet. Zur grösseren Sicherheit der Widerlagsmauern werden häufig noch Pfeiler-

Fig. 215.

Fig. 216.



vorlagen in den Brennküchen angeordnet oder Strebebögen, welche die Breite der Brennküche, also etwa 4 bis 5 m zum Radius haben und 2 Stein breit, $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stein stark, im Viertelkreis gegen die Widerlagsmauern des Ofens gewölbt werden.

Die Einrichtung sowie die Behandlung der Ziegelöfen, welche oben nicht zugewölbt, sondern offen sind, ist bis auf die Decke ganz so, wie bei den oben zugewölbten; aus der fehlenden Decke entsteht aber der Uebelstand, dass man nach Einkarrung der Lehmsteine obenauf eine Lehmschicht legen muss, wobei, wie bei den Feldöfen, die obere Steinschicht nach dem Brande grösstentheils verloren ist, weil sie mit der aufgelegten Lehmschicht zusammenbäckt. Der Hauptnachtheil aber ist der grössere Verbrauch von Brennstoff.

Bei den Brennöfen mit überschlagener und Sohlenfeuerung von P. Jochum bestreichen die von den Feuerungen A (Fig. 215 bis 217) ausgehenden Heizgase zunächst durch die Kanäle A' die Sohle des Ofens und gelangen dann zum Theil durch die seitlich in den Ofen einmündenden Schächte c, zum Theil durch die Oeffnungen a in das Innere des Ofens, wo sie mit den zu brennenden Gegenständen in Berührung treten. Fig. 216, ein Schnitt recht-

winklig zu Fig. 215, zeigt die Anordnung der überschlagenden Feuerung und die Vorrichtungen zum Ableiten der Gase. Die von den Feuerungen B kommenden Gase gelangen durch die Schächte b in den Ofen und vereinigen sich hier mit den durch a und c einströmenden Gasen. Unter der Kuppel findet eine Verreinigung der bereits abgekühlten, von der Sohlenfeuerung kommenden Heizgase und der noch sehr warmen Heizgase der überschlagenden Feuerung statt, was günstig auf Rauchverhütung wirken soll. Um die Schächte b abzusteifen, sind Zwischenmauerungen d angebracht. Zum Ableiten der Heizgase dienen die Abzugskanäle x (Fig. 216 u. 217); sie führen von dem Boden des Ofens nach einem runden oder ovalen, innerhalb der Feuerung liegenden Ringkanal X, aus welchem sie durch ein Sauggebläse durch den Rauchkanal Y nach dem Schornstein geschafft werden. Der Ringkanal bezweckt, die Verbrennungsgase möglichst gleichmässig von oben nach unten anzusaugen und die Wärme nicht seitlich nach einem Punkte hin, sondern nach allen Theilen des Ofens zu führen. Die Verbindung mit dem Schornstein geschieht durch Oeffnen des feuerfesten (Scharmotte-)Schiebers z.

Die Oeffnung D dient zur Beschickung des Ofens. Zum Einführen des Brennstoffes sind durch Klappen e verschliessbare Oeffnungen E angebracht.

Die Ueberführung der Wärme von einem Ofen zu einem anderen geschieht nach Schliessung des Schiebers z durch Oeffnung der Schieber m; die Gase gehen dann, statt geradewegs zum Schornstein, durch die Kanäle W zu einem zweiten Ofen und erst von da zum Schornstein. Die Kanäle W können

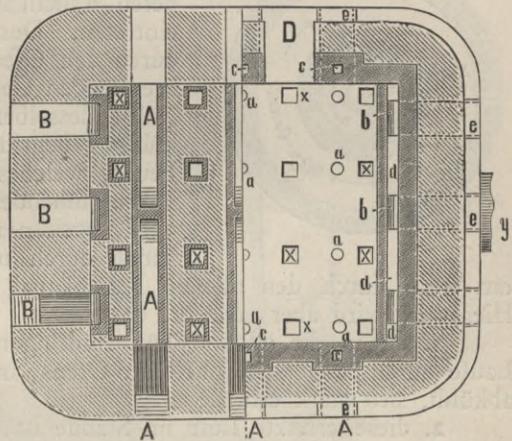
auch mit einem neu anzubrennenden Ofen oder mit anderen Räumen in Verbindung stehen, welche zum Trocknen, Vorwärmen u. dgl. dienen. Bis zur Rothglut der zu brennenden Waare kann man die Gase aus einem Ofen zur Vorwärmung eines zweiten Ofens ohne neuen Brennstoff benutzen. Es hat dies anderen Einrichtungen gegenüber den Vortheil, dass nach dem Rothbrennen die Flugasche der directen Feuerungen wirkungslos und rother bzw. weisser Anflug bei der Waare vermieden wird (vgl. S. 169).

Die Roste sind je nach der Beschaffenheit des zu verwendenden Brennstoffes einzurichten; die Feuerungen sollen abwechselnd bedient werden, nie gleichzeitig, damit die Verbrennung eine vollständige und rauchfreie werde. Beim Einsetzen des Ofens werden die Sohlenfeuer durch kleine Schächte beliebig in die Höhe geführt, doch nicht über $\frac{1}{3}$ der Ofenhöhe.

Der Ofen kann für unmittelbare Kohlenfeuerung, aber auch für Gasfeuerung Verwendung finden. Es besteht im letzteren Falle das Wesentliche in der Zuführung der Verbrennungsgase durch die Kanäle a b und c nach allen Seiten und die Absaugung der Gase nach dem neutralen Kanal, welcher mit der Ofensohle an den verschiedensten Punkten in Verbindung steht.

Der Ofen soll sich in der Scharmotte- und Thonwaarenfabrik zu Ottweiler bei Saarbrücken durchaus bewähren.

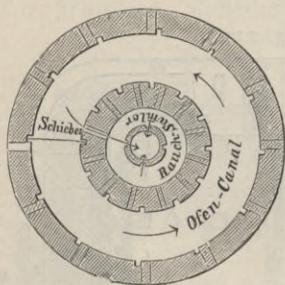
Fig. 217.



Schnitt 3—8.

Brennöfen mit ununterbrochenem Betriebe erhält man, wenn eine Anzahl mehr oder weniger veränderter Brennkammern so mit einander verbunden werden, dass die heissen Gase des in vollem Brande befindlichen Ofens zum Vorwärmen des Inhaltes der nächsten Kammern dient. Bahnbrechend in dieser Richtung war der Ringofen von Hoffmann und Licht. Derselbe besteht im Princip nach Fig. 218 aus einem ringförmigen Ofenkanal, welcher an verschiedenen Stellen von aussen zugänglich und beschickbar und in der Regel an ebenso viel Punkten durch gut verschliessbare Kanäle mit einem Schornstein verbunden ist. Wird der Querschnitt des Ofenkanales durch einen Schieber an irgend einer Stelle geschlossen und die zunächst davor liegende Einsetzthür bezw. der zunächst dahinter liegende Rauchkanal geöffnet, alle

Fig. 218.



anderen Zugänge und Rauchkanäle aber abgeschlossen, so wird die atmosphärische Luft in den Ofenkanal gezogen, diesen seiner ganzen Länge nach durchziehen und vor dem Schieber in den geöffneten Rauchkanal und endlich in den Schornstein eintreten. Durchstreicht die Luft bei ihrem Laufe durch den Ofenkanal nach dem Schornstein die zu brennenden Gegenstände, so wird sie in der ersten Hälfte desselben fertig gebrannt und in der Abkühlung begriffene Steine berühren, demnächst das Feuer, welches durch Einstreuen des Brennstoffes in die glühenden Steinmassen von oben unterhalten wird, speisen und in die andere Hälfte des Ofenkanals durch noch nicht gebrannte Steine ziehen,

um dann durch den offenen Rauchkanal in den Schornstein zu entweichen. Hierdurch wird aber erreicht, dass:

1. die in die offene Thür eindringende atmosphärische Luft auf ihrem Laufe durch den ersten Theil des Ofens, indem sie die fertig gebrannten Steine abkühlt, sich stark erhitzt;

2. diese erhitzte Luft im Stande ist, in dem nun folgenden Theile des Ofens, welcher mit Heizmaterial beschickt wird, die Verbrennung zu fördern und die Wirkung des Feuers zu erhöhen, und

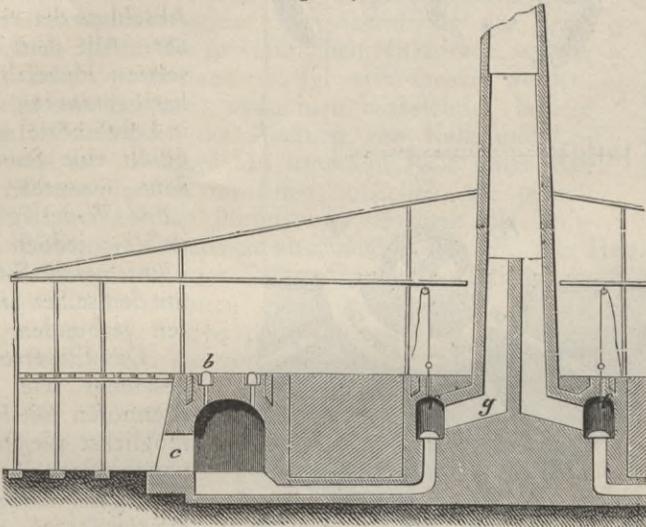
3. die gasförmigen Verbrennungsproducte auf dem Wege durch den letzten Theil des Ofens bis zum Schornstein eine Menge Wärme an die noch ungebrannten Steine absetzen und diese bis zu einem Grade vorwärmen und erhitzen wird, dass nur eine kurze Brennzeit und eine sehr geringe Menge Brennstoff im Verhältniss zu anderen Ofenanlagen erforderlich ist, um sie vollständig gar zu brennen.

Wenn nun die der offenen Thür zunächst stehenden Steine am meisten abgekühlt und zum Ausnehmen tauglich sind, so kann man sie durch frische ungebrannte Steine ersetzen; der Abschluss des Ofens mittels des Schiebers wird alsdann an der nächsten Thür hinter den frisch eingesetzten Steinen erfolgen, die vorhergehende wird geschlossen und ebenso wird der nächste Rauchkanal geöffnet, der geöffnet gewesene geschlossen und das Feuer vorwärts geschoben. Durch die stete Wiederholung dieses Vorganges macht das Feuer die Runde im Ofen, wie auch gleichzeitig das Ausziehen und Einsetzen der Steine ringsum ohne Unterbrechung stattfindet.

Die Figuren 219 und 220 zeigen die Anlagen eines älteren Ringofens. Der Brennraum ist ein ringförmiges Gewölbe, welches an einzelnen den Abtheilungen des Ofens entsprechenden Stellen durch die sog. Rauchkanäle mit dem Rauchsammler und durch diesen mit dem in der Mitte stehenden Schornstein

verbunden ist und an anderen Stellen mit Vorrichtungen zum Absperren und Thüren zum Einsetzen und Ausnehmen der gebrannten Gegenstände versehen ist. Der Ofenkanal zeigt im Querschnitt nach Fig. 219 ein halbkreisförmig gestaltetes Tonnengewölbe, welches im vorliegenden Falle 3 m Weite und 2,7 m lichte Höhe erhalten hat. Der Ofenkanal besteht aus 12 einzelnen Abtheilungen, von denen jede 1500 Ziegelsteine aufnehmen kann. Das Gewölbe des Ofenkanals wird zwischen je zwei Abtheilungen, die unter sich durch Gurtbogenanlagen getrennt sind, durch einen schmalen Schlitz von 0,12 bis 0,20 m Weite senkrecht in centraler Richtung durchbrochen, um den das Feuer absperrnden grossen Schieber von Eisen dazwischen herabzulassen. Bei fortschreitendem Feuer rückt dieser Schieber, entsprechend der Brennzeit, welche die im Ofen aufgestellten Steine erfordern, um eine der zwölf Abtheilungen weiter. Das Aufziehen und Niederlassen des Schiebers geschieht mittels eines Aufzugs, welcher auf zwei kreisrunden eisernen Laufschienen auf dem Ringofengewölbe

Fig. 219.



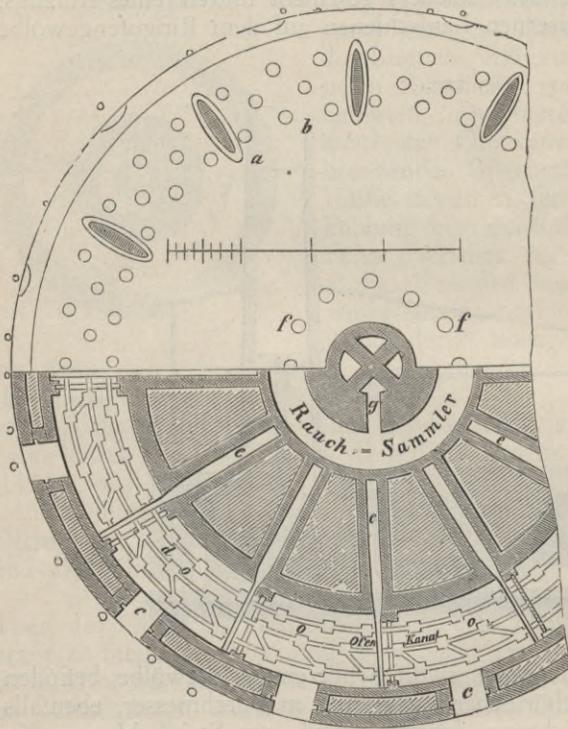
leicht fortbeweglich ist. Zwischen den zwölf Schlitzten im Gewölbe befinden sich in jeder Abtheilung acht Schürlöcher *b* von 0,45 m Durchmesser, ebenfalls das Gewölbe in senkrechter Richtung durchbrechend, um Steinkohlengrus in die beim Einsetzen der Steine entsprechend offen gelassenen senkrechten Heizschächte herabschütten zu können. Die Schürlöcher erhalten einen Verschluss mit eisernen Kapseln, welche durch Sandschüttungen entsprechend gedichtet werden, so dass sie sich leicht öffnen und schliessen und beim Oeffnen wenig kalte Luft in den Ofenkanal eindringen lassen.

Das Einsetzen der Steine geschieht durch zwölf Thüren *c*, je eine in der Mitte einer Abtheilung an der äusseren Ringmauer des Gewölbes, die beim Brande zugemauert werden.

Aus jeder Abtheilung zieht ein Fuchs oder Rauchkanal *e* in centraler Richtung durch die innere Ringmauer und dann steigend in den kreisrunden Rauchsammler *f*, welcher den Rauch aller zwölf Füchse vereinigt, von dem Rauchsammler ziehen vier sanft ansteigende Rauchkanäle *g* bis zum Schornstein und setzen sich in demselben bis zu einer gewissen Höhe durch vier Scheidewände

getrennt fort. Von da entweichen die Dämpfe und Gase durch den gemeinschaftlichen Schornstein. Ueber der Ausmündung der Füchse in dem Rauchsammlerkanal befinden sich zwölf gusseiserne Glocken von etwa 0,90 m Durchmesser, von aussen zum Aufziehen und Niederlassen eingerichtet, um den Abzug des Rauches und damit den Zug im Brennofen zu regeln. Der Fussboden des Ofenkanals ist von drei concentrischen, oben offenen Kanälen durchzogen (Fig. 220), welche etwa 0,07 m tief und 0,25 m breit und so mit Steinen umsetzt sind, dass die heisse Luft zum Theil nach den Kohlschächten, zum Theil aber durch die eingesetzten Ziegelsteine hindurchziehen kann. Den Erweiterungen dieser Kanäle entsprechen die Heizschächte b für das Brennmaterial.

Fig. 220.



Die Kanäle sind durch Abzweigungen mit einander verbunden. Tiefere radiale Einschnitte d im Fussboden entsprechen den zwölf Schlitzen im Gewölbe zum besseren Abschluss der eisernen Schieber. Alle dem Feuer ausgesetzten Mauertheile sind mit hartgebrannten Ziegelsteinen in Lehmörtel gemauert und durch eine Sandschicht von dem äusseren Fundament- und Widerlagsmauerwerk isolirt, jedoch durch oben vortretende Steinschichten mit demselben zu einem Ganzen verbunden.

Das Einsetzen der Steine geschieht wie in anderen Brennöfen mit Rücksicht auf möglichst gleichmässige und ungehinderte Vertheilung der Feuergase. Entsprechend den Heizschächten oben im Gewölbe und den Erweiterungen der Luftkanäle werden auch zwischen den zu brennenden Ziegelsteinen

Schächte ausgespart für die

Aufnahme der Kohlen. Diese Schächte müssen derart eingerichtet werden, dass sich die Kohle gleichmässig, der ganzen Höhe des Ofenquerschnitts entsprechend, vertheilen lässt, da im andern Falle die ungleichmässige Vertheilung des Brennstoffes auch ein ungleichmässiges Brennen der im Ofen befindlichen Gegenstände hervorrufen wird. Zuweilen krägt man in der Mitte an einer oder an mehreren Stellen des Schachtes ein sog. Kreuz aus und schafft damit einen Widerstand, der die Kohlen auffängt und in einer gewissen Höhe im Ofen erhält, oder man setzt Steine ein, die man umklappen kann, wenn die darunter befindlichen Theile genügend gebrannt sind, so dass man gewissermassen die Ofensole allmählich in die Höhe bringt. Die Anordnung der Kreuze leidet jedoch wiederum an dem Uebelstande, dass sie entweder zu viel oder dass sie ungenügend wirken, wenn im ersteren Falle eine Verstopfung

des Brennstoffes an diesen Stellen entsteht und die ganze Menge oben hängen bleibt, und im anderen alle Kohle auf die Sohle fällt und nur ein kleiner Theil auf den Kreuzen hängen bleibt. Eine richtige Vertheilung des Brennstoffes ist nur ausführbar, wenn man im Schachte genügenden Raum zum Fallen lässt und während des Falles fortwährend Widerstände entgegensetzt, welche die Kohle an einem lothrechten Niederfallen hindern und sie zwingen, von einer Stufe auf die andere zu springen, während auf jeder nur so wenig sich auf-lagern kann, dass keine schädlichen Anhäufungen stattfinden können oder Ver-stopfungen zu fürchten sind. Man erreicht dies, wenn man vor dem Aufsetzen der Heizschächte durch jedes Heizloch eine Latte von 10 cm Breite und 1 bis 1,5 cm Stärke hinuntersteckt und um diese herum den Heizschacht so weit aufbaut, als es das Format der Steine gestattet, in abwechselnden Schichten jedoch einmal vorn, das andere Mal hinter der Latte, einen Stein dicht an diese anschiebt. Die Kohlen können bei dieser Anordnung der Heiz-fläche nun direct nach unten durchfallen, ohne vorher mehr-mals aufzuschlagen und von den vorgekragten Steinen nach allen Seiten zerstreut zu werden. Die Anordnung der Heiz-schächte ist jedoch nur für die gewöhnlichen Hitzegrade, welche zum Brennen von Ziegelsteinen u. dgl. erforderlich werden, ausreichend und genügt nicht, wenn man beabsichtigt, höhere Temperaturen, wie solche zum Brennen von Kalk und Cement nöthig sind, zu erreichen. In letzterem Falle muss man vollständige Brennstoffsäulen im Ofen aufstellen, die jedoch nicht auf den Boden reichen dürfen, da sie sonst die Luft-bewegung in den unteren Kanälen abschneiden würden. Der Heizschacht muss bei dieser Anordnung an einer Stelle im unteren Theile des Schachtes stark verengt werden und dann unten wieder aus einander laufen (vgl. S. 168).

Die Regelung des Zuges der erhitzten Luft aus dem in Feuerung be-griffenen Ofentheile durch die vorzuwärmenden hindurch und in den Schorn-

Fig. 221.



Fig. 222.

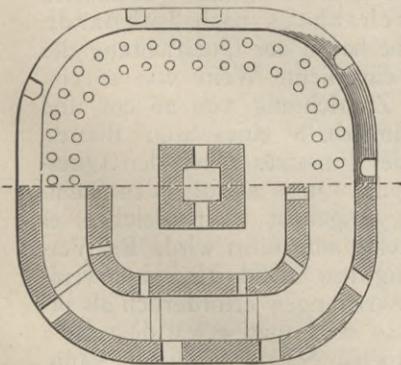
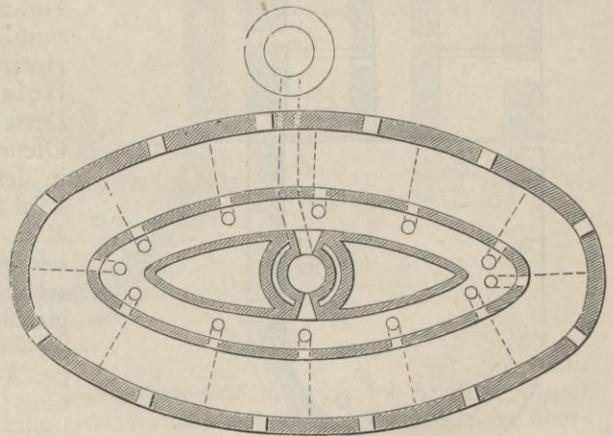


Fig. 223.



stein geschieht durch Glocken (Fig. 221), durch welche die Füchse geschlossen werden können.

Neben der Kreisform wird auch die quadratische Grundrissform (Fig. 222) verwendet, wenn z. B. vorhandene Gebäude oder die Fundamente alter Oefen

benutzt werden sollen oder wenn die für die Anlage des Ringofens bestimmten Plätze beschränkt sind und eine solche Grundrissform erfordern. Ebenso können elliptische Grundrissformen nach Fig. 223 oder rechteckige nach Fig. 226 angewendet werden, wenn örtliche Verhältnisse eine oder die andere von diesen Formen wünschenswerth erscheinen lassen. Die sog. oblongen Ringöfen mit zwei parallelen und zwei halbkreisförmigen Seiten nach Fig. 225 und 226 verdienen jedoch vor den quadratisch, elliptisch und rechteckig gestalteten

Fig. 224.

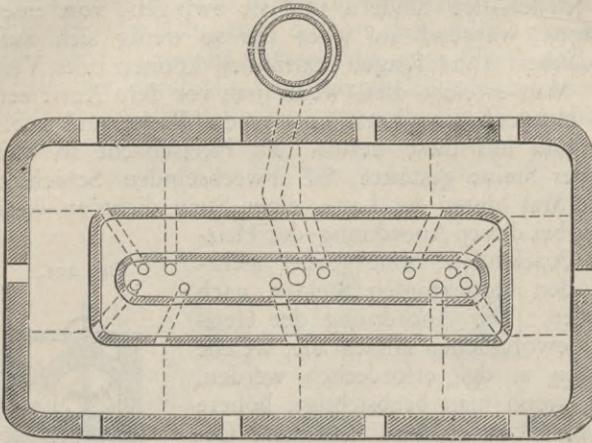
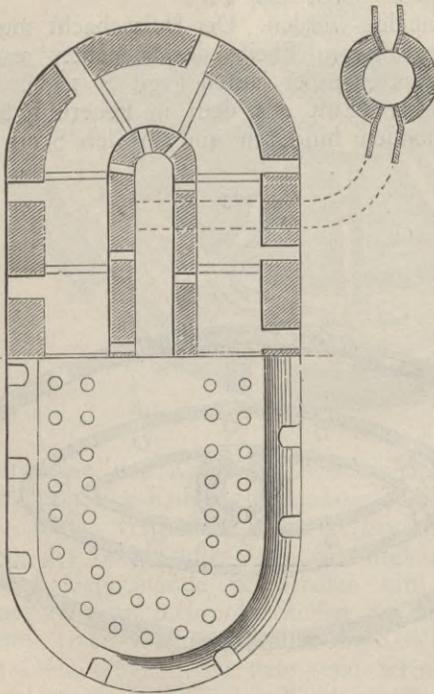


Fig. 225.



Oefen den Vorzug, da sie die Vortheile der runden Oefen in Betreff einer möglichst gleichmässigen Leitung der Verbrennungsproducte mit der leichteren Ausführung der anderen

Oefen mit eckigen Grundrissformen verbinden. Es finden daher diese Oefen auch eine häufigere Anwendung, wie die vorher genannten mit anders gestalteten Grundrissformen.

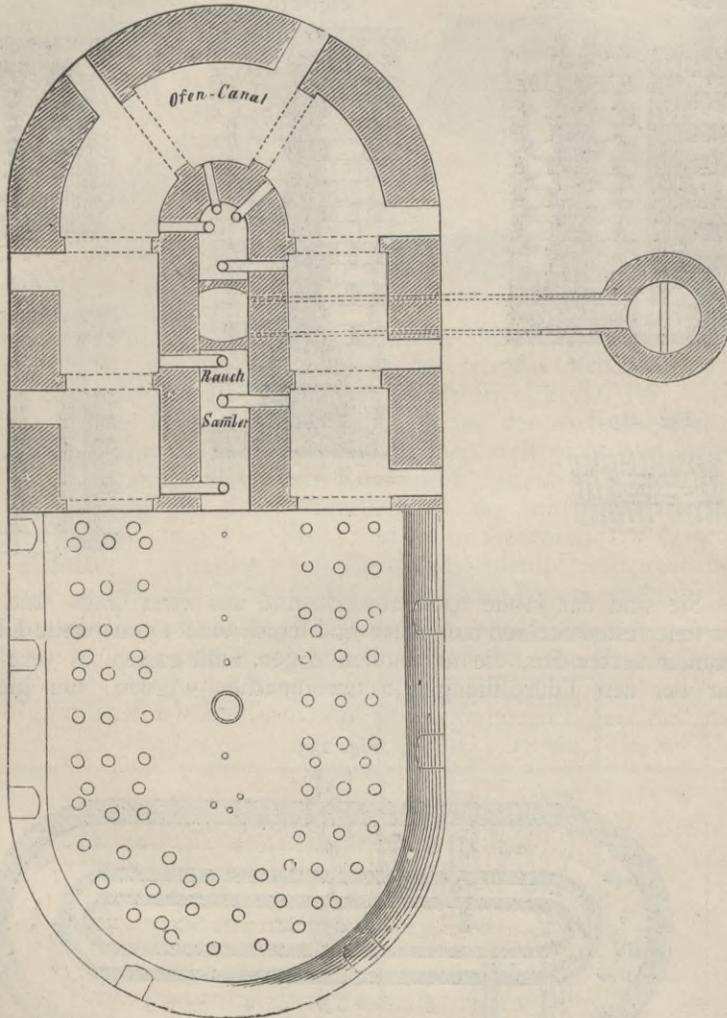
Von den eingeführten Verbesserungen beim Ringofen sind folgende besonders beachtenswerth.

Fig. 227 zeigt den Querschnitt, Fig. 228 den Schnitt in der Zugrichtung des Ofens und Fig. 229 den Horizontalschnitt eines bewährten Heizschachtes nach Eckhardt. Derselbe hat in der Querrichtung des Ofens eine lichte Weite von 16 cm, in der Zugrichtung von 26 cm und wird innerhalb eines sog. Blattes, d. h. des Einsatzes einer den Querschnitt des Ofens ausfüllenden Steinschicht eingebaut, mit welcher er gleichzeitig aufgeführt wird. Bei Verwendung von Stückkohlen sind weniger Auskragungen erforderlich als bei Grus, so dass man etwa die mit a bezeichneten Steine fortlassen kann. Bei nicht schlackender Kohle brauchen die Schächte auf dem Herde des

Oefens nicht erweitert zu werden. Derartige Heizschächte stehen im Feuer sehr fest und gestatten dem Brenner, durch die bei b bleibenden Oeffnungen bis auf die Sohle des Ofens hinabzusehen.

Nach F. Hoffmann sind die Heizschächte mit Rücksicht auf die Natur des Brennstoffes verschieden einzurichten. Für Feuerungen mit Kohle muss man den Seitenwänden möglichst viele Auskragungen geben (Fig. 230), d. h. man muss einzelne Steine in dem Heizschacht hervorragend lassen, damit die Kohle auf denselben in allen Höhen des Heizschachtes liegen bleibt und nicht direct

Fig. 226.



auf die Ofensohle hinabfällt. Bei Torffeuerung sind nur einzelne Absätze nöthig, weil von diesem Brennstoff seiner geringeren Heizkraft wegen einerseits überhaupt grössere Mengen in jedes Heizloch eingeworfen werden, so dass dasselbe sich mit demselben mehr füllt, andererseits weil Torf stets locker liegt und daher auch bei grösserer Anhäufung der Luft genügenden Durchgang gestattet, was bei Kohle keineswegs der Fall ist. Die grössere Weite im unteren Theil der Heizschächte hat den Zweck, der sich nach und nach ansammelnden Asche

genügenden Raum zu gewähren. Zur Beförderung des Zuges werden die zu einer Längsreihe gehörenden Heizschächte an der Ofensohle durch Längskanäle verbunden und es wird vor jedem Fuchs ein etwas weiterer und höherer Kanal quer durch die Abtheilung gesetzt.

In zwei Ringöfen zu Siegersdorf haben sich permanente Heizschächte sehr gut bewährt; Fig. 231 und 232 zeigen Durchschnitt und Grundriss der-

Fig. 227.

Fig. 228.

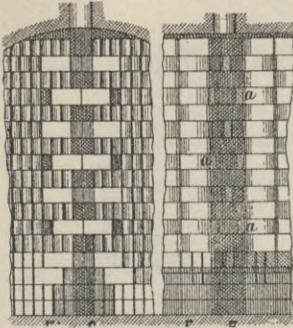


Fig. 230.

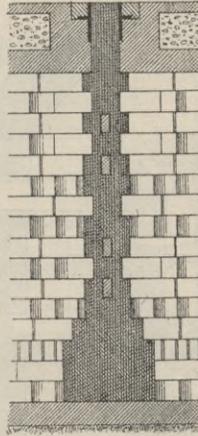


Fig. 231.

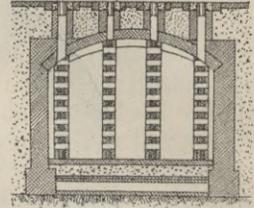


Fig. 232.

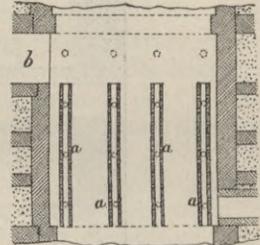
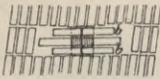
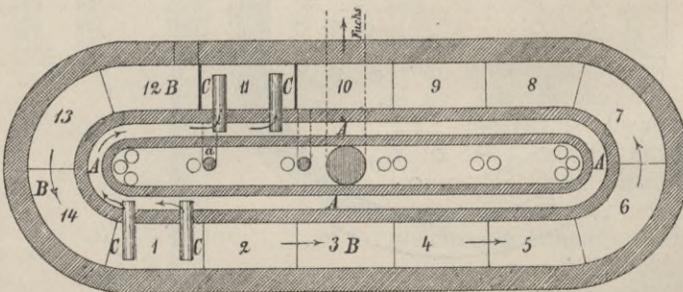


Fig. 229.



selben. Sie sind der Höhe nach abwechselnd aus zwei längs- und zwei quer-
gesetzten feuerfesten Steinen aufgebaut und durch etwa 15 cm weite Längskanäle a
mit einander verbunden, die mit hohen engen Schürgassen zu vergleichen sind
und nur bei den Thüröffnungen b unterbrochen wurden, um hier mit dem

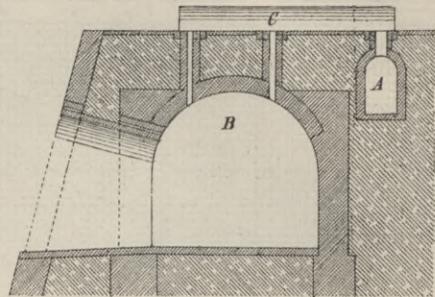
Fig. 233.



Schubkarren in den Ofen einfahren zu können. Das Einsetzen der Steine geht
bei vorhandenen Heizschächten rascher, namentlich halten sie Schlacken und
Asche vollständig zurück, so dass eine völlige Reinheit der Steine erzielt wird.
Obgleich diese Schächte fast 20 Proc. des Ofeninhaltes beanspruchen, hat ein
damit versehener Ofen doch in einem Jahre 2,5 Millionen Verblendsteine,
65 000 ordinäre Steine und 85 000 feuerfeste Steine geliefert.

Seit einiger Zeit finden die sog. Papierschieber immer mehr Beifall. Statt der gewöhnlichen Schieber aus Eisenblech wird nämlich mittels Mehlkleister und ordinärem Tapetenpapier eine an dem Gewölbe, dem Seitenmauerwerk, den aufgestellten Steinen und der Ofensohle festgeklebte Papierwand hergestellt, welche die einzelnen Ofenkammern trennt. Soll sie fallen, so wird einfach ein unten an die Papierwand befestigter Bindfaden angezogen, worauf die durch die entstandene Oeffnung nachdrängenden Verbrennungsgase bald die letzten Papierreste verzehren. Wie sich Referent überzeugt hat, sind die Kosten verschwindend gegen die Vortheile derselben, indem durch Fortfall der Schlitzle nicht nur der Bau des Ofens vereinfacht und die Haltbarkeit desselben erhöht, sondern auch wesentlich an Raum gewonnen wird, so dass jede Kammer bis etwa 1000 Steine mehr fasst als bei Anwendung der Eisenschieber.

Fig. 234.



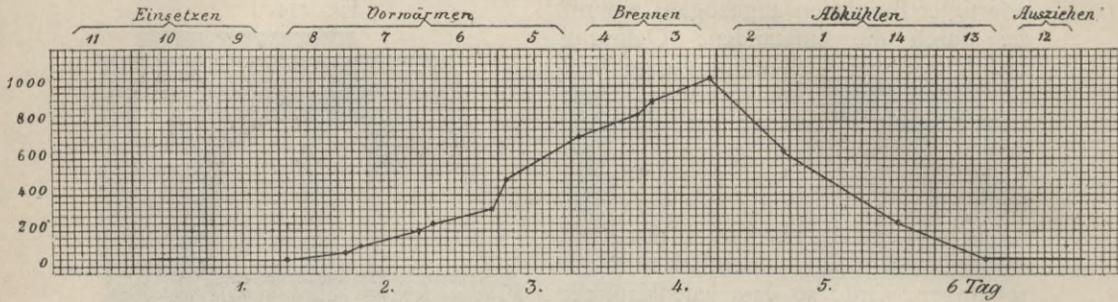
Schmauchkanäle. Wird beim Betriebe des Ringofens der Schieber früher herausgezogen, als bis die Steine in der letzten Ofenabtheilung völlig trocken sind, oder enthalten die Feuergase schon an sich viel Feuchtigkeit, so wird sich diese an der Oberfläche der kalten Steine der nächstfolgenden Ofenabtheilung niederschlagen. Die Steine können hierdurch nicht nur aufgeweicht werden, es setzt sich an dieselben auch Russ und Flugstaub ab. Nach H. Seger enthielten die Feuergase aus einem Porzellanofen, der mit trockenem Holz geheizt wurde, 15,4 und 17,9 Vol.-Proc. und beim Gutbrand des Gasofens der Berliner Porzellanfabrik 7,8 und 9,7 Vol.-Proc. Wasserdampf, entsprechend einem Thaupunkt von 59 bis 42°. Das daraus verdichtete Wasser enthielt:

Bestandtheile in 1 l Wasser	Gutbrand im		Verglühhbrand im Gasofen	
	Holzofen	Gasofen		
	4. Mai	16. Mai	10. Mai	11. Mai
Chlorwasserstoff	39 mg.	114 mg	174 mg	133 mg
Schwefelsäure	153	384	318	408
Phosphorsäure	73	—	—	—
Eisenoxyd und Thonerde	8	17	22	—
Kalk	11	39	62	—
Magnesia	8	18	20	—
Kali	} 38	37	} 96	—
Natron		106		128
Chlorammonium	—	47	—	—

Dass diese Stoffe schädlich auf Form und Farbe der Thonwaren einwirken können, liegt auf der Hand. Dieser Uebelstand wird am besten durch sog. Schmauchkanäle oder Hitzeleiter vermieden. Man unterscheidet je nach der Lage obere und untere Schmauchkanäle. Wie der Grundriss (Fig. 233) und der Querschnitt (Fig. 234) veranschaulichen, besteht der obere Hitzeleiter A aus einem ringförmigen Kanal, der etwa in der Höhe des Gewölbes des Ofenkanales angebracht ist, aber weder mit dem Brennkanal des Ringofens noch mit dem Schornstein in Verbindung steht. Sind z. B. die in Kammer II eingesetzten

Steine auszuschmauchen, so werden dieselben zwischen zwei Schiebern eingeschlossen, dann die Heizlöcher der Ofenabtheilung I, welche gerade entleert wird, und die der Abtheilung II durch Blechkapseln oder Ueberführungskasten C mit den Oeffnungen des Hitzeleiters A in Verbindung gesetzt, während die

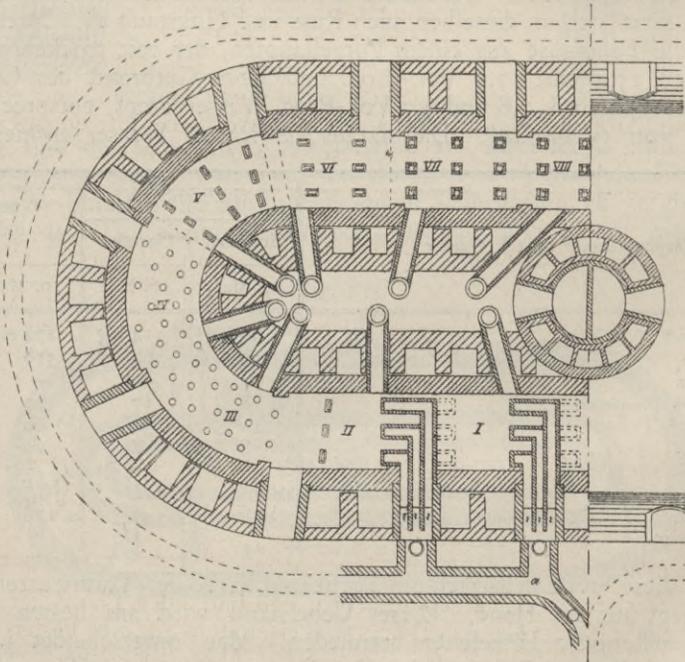
Fig. 235.



Rauchglocke a von Abtheilung II gezogen wird, so dass die heisse Luft aus Abtheilung I die frischen Steine in II rasch und völlig austrocknet.

Der deutsche Verein für Fabrikation von Ziegeln hat den Brennstoffverbrauch auf Grund von 28 beantworteten Fragebogen zusammen-

Fig. 236.



gestellt. Beim Ringofen ergibt sich für 1 cbm Ofenraum bei Braunkohlenthon 52 k Steinkohle, bei Bergthon 56 k, bei Flussthon 58 k und bei Mergelthon 61 k. Letztere Zahl ist wohl durch die erforderliche Austreibung der Kohlensäure bedingt, während gewöhnliche Mauersteine aus Braunkohlenthon des

besseren Bindevermögens wegen den geringsten Brennstoffaufwand erfordern. Verblender erfordern wegen des langsameren Brennens mehr Kohle. Auf 1 cbm Ofenraum kommen 242 bis 360 Stück Ziegel. Die Grösse der Kammern scheint auf den Brennstoffverbrauch ohne Einfluss zu sein.

Die Vertheilung der Wärme in Ringöfen hat Verf. festgestellt. Die Temperaturen über 360° wurden mit dem elektrischen Pyrometer bestimmt (Dingl. 228. 65). Bei dem einen Ofen betrug die Brenndauer für 14 Kammern nur 7 Tage; Fig. 235 zeigt, wie die Hitze ansteigt und wieder abfällt. 1000 Steine erforderten 180 k Gruskohle.

Fig. 237.

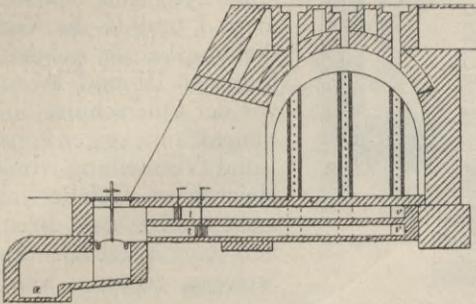


Fig. 238.

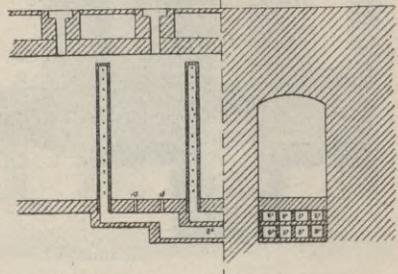
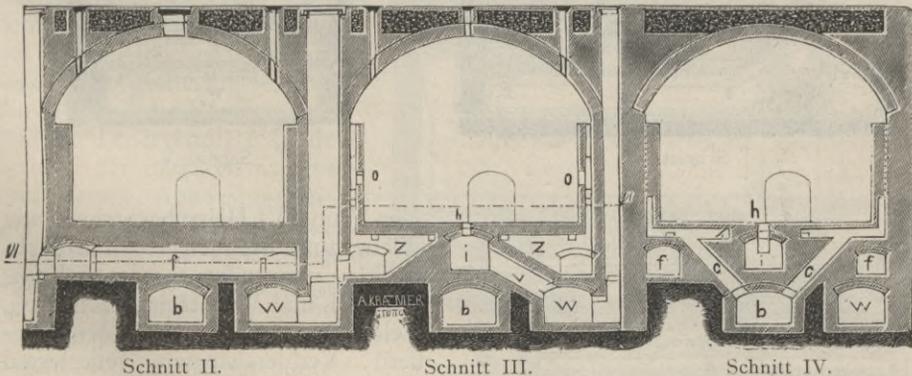


Fig. 239.

Neuerdings wird der Ringofen auch vielfach mit Gasfeuerung versehen. Von der Thonwarenfabrik Schwandorf wird zu diesem Zweck das Gas in Generatoren beliebiger Construction (S. 132) erzeugt und gelangt von da in den Hauptgaskanal a (Fig. 236 bis 239), welcher sich um den ganzen Ofen erstreckt und mit jeder einzelnen Ofenabtheilung sowie mit dem Kamin in Verbindung steht, welche mittels Glocken beliebig unterbrochen und geregelt werden

Fig. 240.

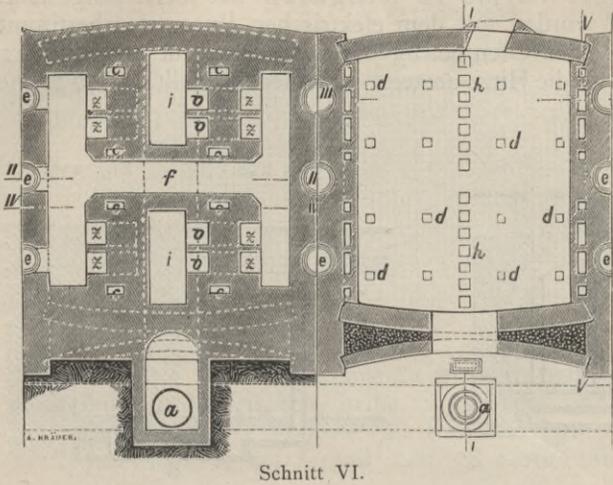


kann. In der Regel ist nur eine Glocke geöffnet und durch diese Oeffnung strömt das Gas in die Vertheilungskanäle v, von welchen jeder mit einer Regelvorrithung (Doppelklappe) r versehen ist. Von da gelangt dasselbe theils durch Bodenschlitze s, theils durch zahlreiche, in den mit den Vertheilungskanälen in Verbindung stehenden Heizschächtchen angebrachte Brenner in den Ofen, trifft hier mit der aus den fertig gebrannten Kammern zuströmenden

hoherhitzten Luft zusammen und verbrennt mit derselben zu Kohlensäure und Wasser.

Die Verbrennungsproducte ziehen ebenso wie bei dem Hoffmann'schen

Fig. 241.

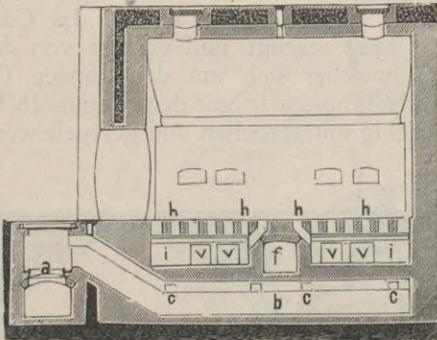


Schnitt VI.

Ofen noch durch vier bis acht Ofenabtheilungen, welche hierdurch vorgewärmt werden, und sodann durch Abzugskanäle in den Rauchsammler und Kamin.

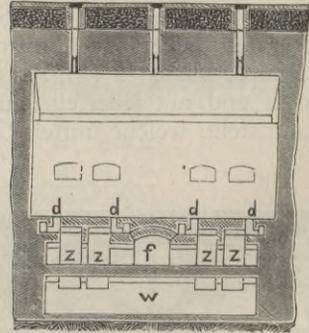
In dem Grundriss (Fig. 236) sind in Kammer I und II die Vertheilungskanäle sichtbar. Kammer III und IV sowie der Querschnitt und Längsschnitt zeigen Form und Vertheilung von Heizröhren, welche sich insbesondere zum Brennen von Porzellan und Steingut eignen. Kam-

Fig. 242.



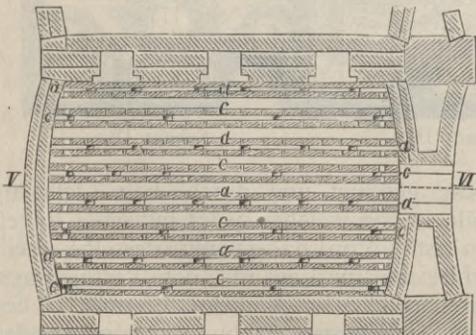
Schnitt I.

Fig. 243.



Schnitt V.

Fig. 244.



mer V und VI Heizschächtchen, wie solche zum Brennen von Falzdachziegeln verwendet werden; Kammer VII und VIII Heizschächtchen, welche aus den zu brennenden Klinkern, Verblendsteinen, feuerfesten Steinen u. s. w. selbst in der Art aufgebaut werden, dass in allen Höhen enge Schlitzte offen bleiben, durch welche das Gas ausströmt.

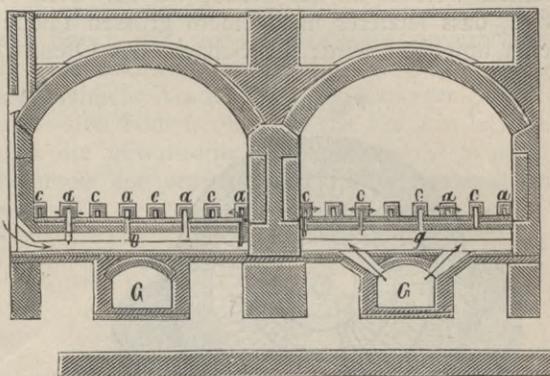
Als Beispiel der Kammeröfen mit Gasfeuerung möge der zum Brennen von Porzellan, feuerfesten

Steinen u. dgl. ebenfalls bewährte Ofen von G. Mendheim besprochen werden. Derselbe will für die Kammern von Gasbrennöfen mit ununterbrochenem Betriebe dadurch eine gleichmässige Temperaturvertheilung erzielen, dass er durch die Ventilöffnungen a (Fig. 240 bis 243) einer jeden Ofenkammer Generatorgas in den Kanal b und von hier mittels der Zweigkanäle c unter die Ofensohle treten lässt. Hier tritt ein Theil desselben durch die Oeffnungen d in

den mit Waare besetzten Ofenraum, nachdem noch unterhalb der Sohle erhitzte Luft aus den Kanälen z hinzugetreten ist und Flamme gebildet hat, welche zunächst von unten nach oben den Einsatz durchstreicht; ein anderer Theil des Gases gelangt dagegen hinter die Feuerbrücken, welche sich an den beiden Widerlagswänden einer jeden Kammer befinden. Hier wird das Gas mit der ebenfalls aus den Kanälen z austretenden heissen Luft zusammengeführt, um oberhalb der Feuerbrücke oder ausserdem auch durch Oeffnungen o in letzterer als Flamme in den Ofen und in der Richtung von oben nach unten durch den Einsatz geführt zu werden. Der gesammte Abzug der Flamme aus der befeuerten Ofenkammer findet durch Oeffnungen h statt, welche in der Mittellinie von deren Sohle gleich weit von den beiden Feuerbrücken entfernt angelegt sind, so dass sowohl das aus den Feuerbrücken, als auch das aus der Sohle des Ofens kommende Feuer, nachdem letzteres mehr oder weniger hoch zwischen dem Einsatze emporgestiegen, vereinigt durch h und die Kanäle i, v, w und die Tellerventile e in den Kanal f der nächsten Kammer und dessen Abzweigungen z geht. Derselbe Weg wird auch von den aus der zweiten zur dritten Kammer u. s. f. abgehenden Rauchgasen, ebenso von der heissen Luft benutzt, welche aus den abgebrannten

Kammern in die brennende Kammer zur Speisung der Flamme strömt. Aehnlich ist der Ofen, welchen die Dessauer Actienzuckerraffinerie zum Glühen von Strontian verwendet (Fig. 244 bis 246). Die heisse Luft wird durch Kanäle e und a, das Gas durch G g c in die Kammer geleitet. Die Verbrennung beginnt demnach erst in der Kammer selbst, wodurch eine bessere Ausnutzung der Hitze und Schonung der Sohle erzielt wird.

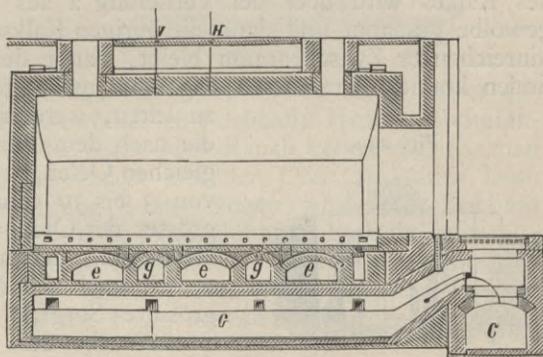
Fig. 245.



Schnitt III—IV.

Schnitt I—II.

Fig. 246.



Schnitt V—VI.

14. Brennöfen für Kalk und Cement.

Für einen kleinen Betrieb und für Holzfeuerung zum Kalkbrennen dient die einfache Vorrichtung, von welcher Fig. 247 den Grundriss, Fig. 248 den Querdurchschnitt, Fig. 249 die äussere Ansicht in kleinerem Maassstab zeigt. Der Ofen wird womöglich an der Lehne eines Berg- oder Hügelabhanges errichtet, welcher an der Stelle, wo der Ofen stehen soll, so weit ausgegraben wird, dass letzterer nach einem grossen Theile seines Umfanges von dem Erdreich umgeben wird; der Schacht des Ofens *c* wird dann eiförmig mit Bruch-

Fig. 247.

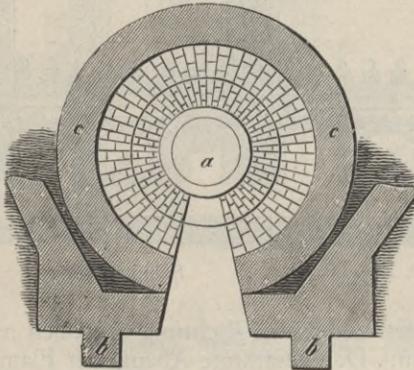
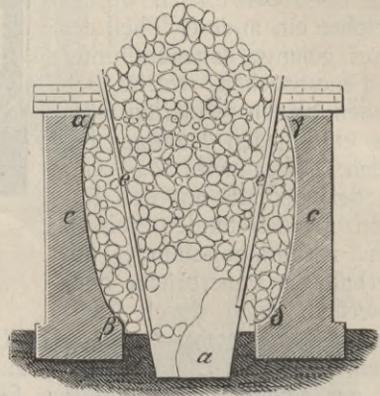
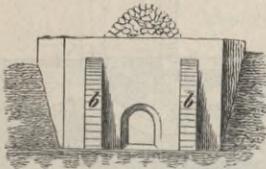


Fig. 248.



steinen und Lehm (von aussen mit Kalkmörtel) aufgemauert, und in Verbindung damit die Vormauer und die Strebepfeiler *b* aufgeführt. Beim Einsetzen des Kalkes wird über der Vertiefung *a* aus grösseren Kalksteinen ein Spitzgewölbe gespannt und dann die übrigen Kalksteine darüber geschichtet, so dass hinreichender Zwischenraum bleibt, damit der Zug des Feuers gehörig stattfinden könne. Um diesen Zug noch mehr gegen die Seitenwände des Ofens zu leiten, werden hierzu Holzstangen *c* eingelegt, die nach dem Verbrennen Zugkanäle bilden. Dergleichen Oefen werden in sehr verschiedener Grösse von 3 bis 30 cbm inneren Raumes angelegt. Je grösser der Ofen wird, desto sorgfältiger muss die Herstellung der inneren Schachtwände geschehen, so wie auch die Ausführung des Mauerwerks eine grössere Sorgfalt erheischt, damit letzteres dem Seitendrucke der im Schachte angehäuften Steinmasse, so wie der durch Erhitzung erfolgenden

Fig. 249.



Ausdehnung hinreichend widerstehe.

Bei dem Kalkofen für Braun- oder Steinkohlenbrand wird von einem Vordach (Fig. 250 u. 251) aus die Heizung und die Ausräumung vorgenommen; durch den Hals *B* der Schüröffnung wird der Brennstoff auf den Rost gebracht. Der Rost *C* besteht aus beweglichen Eisenstangen, welche in den Kerben eines kreisförmigen eisernen Ringes liegen, welcher durch die im Mauerwerk angebrachte Querstange *D* unterstützt wird. *C* ist der Aschenfall, *E* der Fuss oder Vorsprung aus gebrannten Ziegeln, auf welchem das Rostgewölbe aufgeführt

wird, F G und G H bezeichnen die Halbmesser der krummen Linie, nach welcher die Seitenwände des Schachtes aufgeführt sind, K die Gicht oder obere Oeffnung des Ofens, durch welche der Kalkstein eingebracht wird. Die innere Auskleidung L des Schachtes besteht aus guten Mauerziegeln, das Rauchgemäuer M aus Bruchsteinen. Beim Einsetzen des Kalkes wird zuerst das halbkugelförmige, die Stelle eines Tragrostes vertretende Gewölbe aus grösseren Kalksteinen, die schon oben erwähnte Art eingesetzt, und dann der Ofen auf die angegebene Weise mit Kalk beschickt.

Beim Brennen wird zuerst ein ganz gelindes, nur allmählich verstärktes Schmauchfeuer gegeben, wobei der Rauch aus der Gichtöffnung unverbrannt davon geht. Man bewirkt dadurch die allmähliche Erwärmung der in dem Ofen angehäuften Steinmasse, sonach die allmähliche Ausdehnung der einzelnen Stücke, besonders derjenigen, die das Rostgewölbe bilden, ohne welche Vorsicht letztere bei schnell wirkendem Feuer durch die gewaltsame Entbindung von Wasserdämpfen springen und ein Nachstürzen der aufliegenden Masse verursachen

Fig. 250.

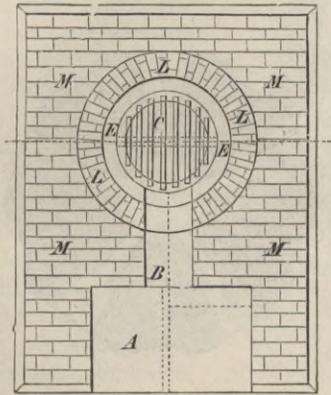
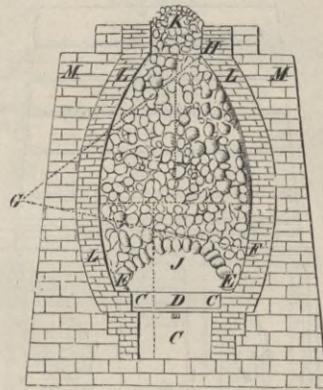


Fig. 251.



oder im anderen Fall todtbrennen würden. Das Feuer wird dann immer allmählich verstärkt, bis die Steine des Gewölbes eine lebhafte lichte Rothglühhitze erreichen und die Flamme aus der Gicht ohne Rauch hervortritt, wo man dann das Feuer wieder allmählich vermindert und den Ofen auskühlen lässt, worauf der Kalk durch die Schüröffnung B ausgezogen wird. Zur Zeit des heftigsten Feuers, wo also im Herde beinahe Weissglühhitze herrscht, muss die Kohle sorgfältig und gleichförmig nachgelegt werden, damit keine plötzliche Abkühlung des Herdes entstehe, bei welcher sonst ein verkehrter Luftzug (von oben nach unten) eintreten und das Feuer aus dem Schürloche getrieben werden würde.

Die Brennzeit hängt von der Natur des Kalksteines, der Kohle und der Art des Schürens ab und beträgt 24 bis 48 Stunden.

Viel weniger Brennstoff erfordern die Oefen mit ununterbrochenem Gange, bei welchen der Kalk von unten her in dem Maasse, als er gargebrannt ist, weggenommen und von oben nach Verhältniss immer wieder neuer Kalkstein aufgegeben wird.

Die Figuren 252 und 253 zeigen einen stehenden, sogenannten Schacht- oder Stichofen in Ansicht und Grundriss. Der Ofen hat fünf Herde. Mit c sind die Feuer- und Aschenherde, o die Heizöffnung, i der Kanal, um Luft

unter den Rost *c* zu führen, *d* die Oeffnungen zum Ausräumen des Kalkes, *a* innere Bekleidung des Schachtes aus feuerfesten Ziegeln, mit *b* ein leerer oder mit Asche gefüllter Zwischenraum (Isolirschicht), um das Abkühlen des Ofens durch die äussere Luft zu hindern, und mit *e* das Rauchgemäuer bezeichnet. Diese Oefen können je nach der Grösse und Zwischenweite des Rostes mit Holz, Braunkohlen oder Torf geheizt werden. Man gibt ihnen eine Höhe von 7 bis 9 m. Der Kalkstein wird dadurch allmählich erhitzt, indem er bis zum Feuerherde niedergeht, wo er die heftigste Hitze erfährt, dann wird der gebrannte Kalk von unten ausgezogen.

Wird ein solcher Ofen zuerst in Betrieb gesetzt, so wird er mit Kalkstein bis zur Höhe der Feuerung *c* gefüllt, dann in den Abzihlöchern (Abzüchten oder Stichlöchern) *d* geheizt und dieser Kalk gargebrannt. Nunmehr wird der Ofen vollends mit Kalkstein gefüllt, indem dieser von der Gicht aus in Kübeln niedergelassen wird. Auf der Gicht wird noch ein etwa 1,25 m hoher Kegel von Kalksteinen regelmässig aufgesetzt, und dann die Feuerung

Fig. 252.

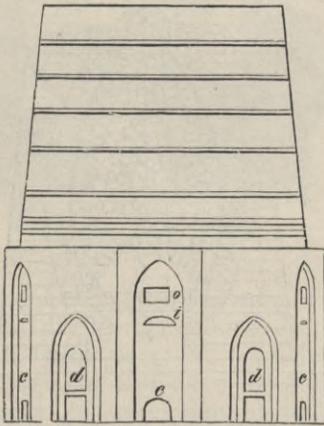
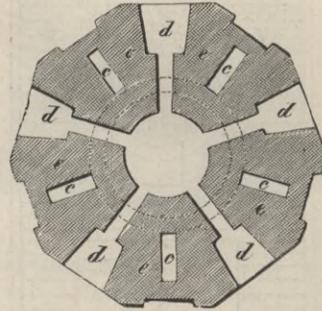


Fig. 253.



durch die Herde *c* begonnen. Der Kalk im Schachte schwindet durch das Brennen und senkt sich von selbst herunter; ist diese Senkung bis zur Ebene der Gicht gelangt, so wird Kalk herausgezogen, was etwa alle 12 Stunden geschieht, neuer Kalk oben aufgeschüttet und so fortgefahren.

Der Rüdgersdorfer Kalkofen hat nur drei Heizöffnungen (Fig. 254 und 255); denkt man sich die äusseren Wände *l m n* und die Gurtbögen und Gewölbe weg, da sie hauptsächlich nur zur Lagerung von Brennstoff und Kalk dienen, so vereinfacht sich der Ofen. Die Roste *b* liegen nicht im Schacht *S*, sondern im Schachtgemäuer, und dadurch ist der Brennstoff (Torf) von dem Kalkstein getrennt. Der innere Schacht hat bei der sog. Rast *C*, in der Höhe der Heizöffnungen *b*, 2,5 m Durchmesser und verjüngt sich nach oben an der Gicht *a* bis auf 2 m Durchmesser und ebenso verjüngt er sich an den Abzüchten *a* bis auf 2 m Durchmesser. Die innere Umfassungswand *d* des oberen Schachtes ist von Mauersteinen, 12 m hoch, auf 8 m Höhe mit feuerfesten Thonplatten unten $1\frac{1}{2}$, dann 1 und oben $\frac{1}{2}$ Stein stark ausgesetzt. Zwischen der inneren Schachtmauer und dem Mantel *e*, welcher aus Kalksteinen ausgeführt ist, befindet sich eine Isolirschicht, welche mit Asche ausgefüllt ist, um die Wärme mehr zusammenzuhalten und von dem äusseren Mantel *e* abzu-

halten. Der Feuerrost *b* besteht aus Thonplatten, welche in der Mitte, wo die einzelnen Stücke zusammenstossen, auf einer gewölbten Unterstüztung *f*

Fig. 254.

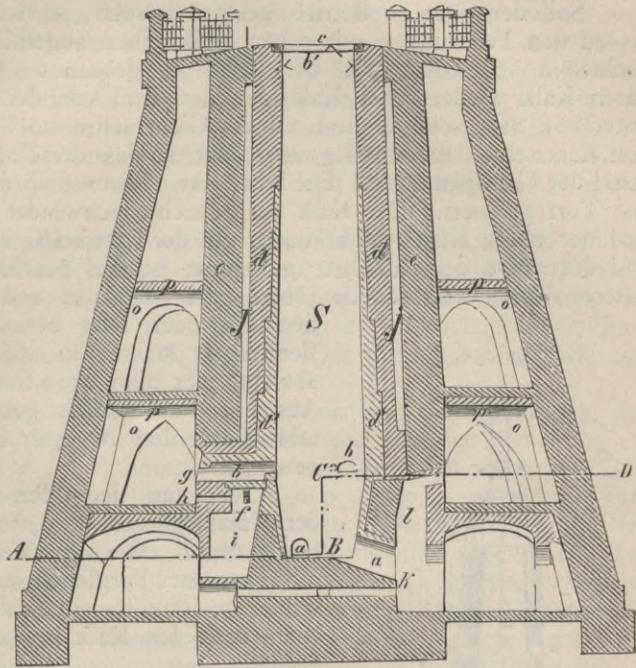
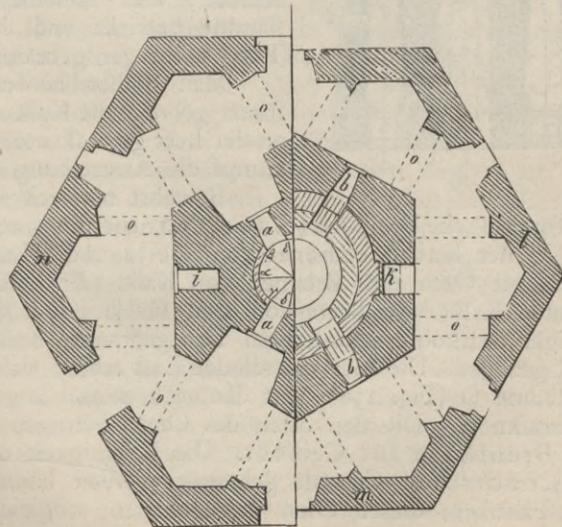


Fig. 255.



Schnitt A—D.

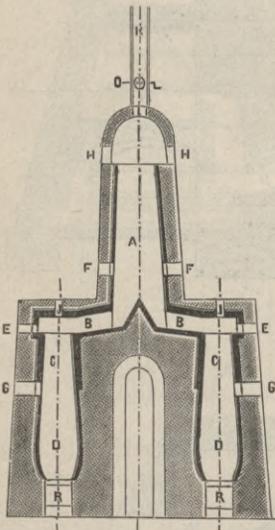
3 bis 4 Einschnitte von 2 cm Weite für die Einströmung der Luft, welche durch den Kanal *h* geleitet wird. Die Seitenwände und das Gewölbe über dem Rost *b* sind aus Scharmottesteinen hergestellt. Der untere Theil des Schachtes bis zum Herd ist 2,2 m hoch und soweit er von der Hitze zu leiden hat, aus Scharmottesteinen ausgeführt. Jeder Aschenfall *i* ist mit einer eisernen Thür verschlossen, welche geöffnet wird, wenn der Raum voll Asche ist, wobei die glühende Asche herausfällt. Ebenso sind die Abzüchte *a* mit eisernen Thüren versehen, die beim Herausziehen des Kalkes geöffnet werden. Diese Oeffnungen sind an der Thür enger als im Schacht, damit der Kalk leichter nachfällt, wenn der vornliegende herausgezogen wird; zu demselben Zwecke ist auch der Herd nach den Abzüchten *a* geneigt, wie durch die Linien $\alpha\beta\gamma$ angedeutet ist.

Das Abziehen des Kalkes machte früher in Rüdersdorf viele Schwierigkeiten, weil der glühende Kalk unten eine sehr grosse Hitze verbreitete; aber indem man unter dem Herd Kanäle *k* anbrachte und

einen Kanal l nach oben führte, entstand ein Luftstrom, wodurch die warme Luft nach oben zieht und die Arbeiter viel leichter herankommen können, weil sie jetzt bloß die strahlende Wärme zu überwinden haben. Wenn man die äussere Umfassung und die Gewölbe ganz weg liesse, so würde der Kanal entweder überflüssig oder unmittelbar ins Freie münden.

Soll der Ofen in Betrieb gesetzt werden, so wird er auf die Höhe BC bis zu den Feuerungen mit rohen Kalksteinen angefüllt, Holzfeuer in den Abzuchten a angemacht und der Kalk gar gebrannt. Hierauf wird auf diesen garen Kalk wieder roher Kalkstein, den man von der Gicht e in Kübeln herunterlässt, aufgeschüttet und auf der Gicht selbst noch ein 1,25 m hoher Kegel von Kalksteinen regelmässig aufgesetzt, so dass derselbe den zurückspringenden Rand der Gichtplatte zum Theil bedeckt. Hierauf wird in den Heizöffnungen b mit Torf gefeuert. Der Kalk im Schachte schwindet, sobald er heiss wird, und der obere Kegel stürzt nach. An der Rast bei C ist die Hitze am grössten und dort wird der Kalk gar gebrannt; ist dies geschehen, so zieht man den unteren Kalk, wodurch der obere gare nachsinkt und gleichsam als Herd für den über der Rast befindlichen Kalk dient. In demselben Masse, in welchem man unten Kalk abzieht, gibt man oben frischen Kalkstein auf. Das Ausziehen des Kalkes geschieht alle 12 Stunden, und es werden in jener Zeit 4,5 bis 5 cbm Kalk gewonnen.

Fig. 256.



Oben um den Ofen ist ein Geländer, weil der Kalkstein von oben, von der Gicht aus, eingetragen wird. Wo der Ofen, wie z. B. bei Berlin, nicht an einer Berglehne stehen kann, ist auf demselben gewöhnlich ein Krahn angebracht, mit welchem man den Kalk in die Höhe zieht und einträgt.

Die Heizöffnungen müssen, wenn die äussere Mauer l m n wegbleibt, vor dem Winde geschützt werden, weil derselbe sonst eine zu lange Stichflamme bewirkt und der davon nicht getroffene Theil nicht gar gebrannt wird.

Man glaubt beobachtet zu haben, dass der frisch gebrochene Kalk sich leichter brennt, als der an der Luft getrocknete; Thatsache ist, dass Wasserdampf die Austreibung der Kohlensäure befördert.

Bewährt hat sich zum Kalkbrennen auch der Hoffmann'sche Ringofen (S. 164) und neuerdings auch der Ofen von Dietzsch.

In der Kalkbrennerei von Gleitz und Mundorf in Neunkirchen dient ein solcher Ofen zum Brennen von Kalk. Er liefert in 24 Stunden 20 t gebrannten Kalk. An Brennstoff sind für je 100 k gebrannten Kalk 16 k feinkörniger Saarkohle erforderlich. Der gebrannte Kalk wird alle 1 bis 2 Stunden bei R gezogen. Die hier eintretende Luft erhitzt sich an den glühenden Steinen im Raume D (Fig. 256), tritt demnach stark vorgewärmt in den eigentlichen Brennraum C. Die Baukosten des Ofens betragen 6400 M.

Brennöfen für Cement. Die Leichtigkeit und Sicherheit, mit welcher im Schachtofen Cement gebrannt werden kann, veranlassen selbst heute noch Fabriken, diesen Ofen beizubehalten, obgleich er erfahrungsmässig viel und guten Brennstoff erfordert.

Um die Wärme besser auszunutzen, verband A. Tomei (D. R.-P.

Nr. 3502) mehrere Schachtofen so mit einander, dass die Abhitze des in voller Gluth befindlichen Ofens durch die frische Füllung des nächsten geführt wurde. Eine derartige sog. »Cirkulirofenanlage« in Lebbin ergab gegen die bisher dort gebrauchten Schachtofen eine Brennstoffersparniss von 30 Proc.

O. Dietzsch (D. R.-P. Nr. 23919, 26699, 27742, 27891, 28430, 38384 und 40423) verbesserte dieses Verfahren dadurch, dass er bei seinem sog. »Etagenofen« über den Schachtofen einen Vorwärmer setzte. Der obere Schacht A, Fig. 256, dient zum Einfüllen des zu brennenden Rohstoffes und zum Vorwärmen desselben durch die abziehenden Gase; der Kanal B verbindet den Vorwärmer mit dem Brennraum c, welcher sich direct in den Kühlraum D verlängert. Bei E sind Thüren angebracht, um die Kohlen einstreuen zu können, bei G, um das Feuer zu beobachten und den Gang des Ofens zu überwachen.

Beim Betriebe werden D und C wie ein gewöhnlicher Schachtofen schichtweise mit Kohlen und Rohstoff besetzt, A wird nur mit Cement gefüllt. Sobald das Feuer bis B durchgebrannt ist, wird durch Herausziehen von Cement bei R Raum geschafft; man setzt nun durch E Kohlen zu und schafft mit Schaufeln oder Krücken den Cement von A nach C. Der Vorgang wiederholt sich alle 1 bis 2 Stunden.

Die Leistungsfähigkeit des Ofens ist von seiner Zugstärke abhängig, und diese wieder von der Beschaffenheit der Rohstoffe und von der Bedienung. Je fester und je abgerundeter die Rohmasse ist, je weniger wird sie zerbröckeln, je weniger also auch den Zug verlegen. Bezüglich dieser Eigenschaften kann aber nur selten in den Betrieb eingegriffen werden. Die Fabriken sind fast ohne Ausnahme auf den Bezug eines bestimmten Rohstoffes angewiesen, welcher in einer von der ganzen Anlage abhängigen Weise zu Steinen verarbeitet wird; dieser Umstand ist also unabänderlich. Ein wenig Rücksicht kann aber häufig auf das Trocknen der Rohmassen genommen werden. Je heisser der Thon beim Trocknen wird, um so mehr verliert er an seiner Plasticität, je mürber werden die Steine. Eine norddeutsche Fabrik erzielte z. B. bei Verwendung geziegelter Massen 107 Fass mit je 23 k Kohlen, während nur auf der Darre getrocknete Schlämmassen 32 k Kohlen erforderten und der Ofen nur 103 Fass fertig stellte. Die sehr feste Masse in Lüneburg erfordert nur etwa 16 k Kohle zum Garbrennen, und der Ofen liefert täglich 150 bis 160 Fass. Die Cementsteine sollen nicht mehr als 5 bis 8 Proc. Wasser enthalten, da ein höherer Wassergehalt den Zug und somit die Leistungsfähigkeit vermindert. Die Steine sollen ferner nicht rücksichtslos in den Vorwärmer geworfen werden, sonst zertrümmern sie und verlegen den Zug. Lässt man den Vorwärmer tief herabgehen, so zersplittern sie noch leichter als sonst; zudem kommen sie in heissere Stellen des Ofens, das Wasser verdampft sehr schnell und zerreisst die Steine. Eine regelmässige und vorsichtige Bedienung ist demnach zur Erlangung der höchsten Leistung des Ofens unbedingtes Erforderniss. Ein gut geführter Vorwärmer soll an der Einsatzthür eine Temperatur von nicht unter 60° und nicht über 90° haben.

Beim Brennen des Cementes muss die kritische Temperatur, angeblich 1450°, nach unten hin streng innegehalten werden, da sonst die Sinterung nicht rasch genug erfolgt. Es ist daher wesentlich, ein möglichst gleichmässiges Gemenge zu verarbeiten; die grösste Leistung zeigt der Ofen bei einer Masse von 76 bis 77 Proc. kohlensaurem Kalk. Bei geringerem Kalkgehalt zerfällt der Cement leicht beim Abkühlen, bei höherem Kalkgehalt ist die Sinterungstemperatur schwer zu erreichen. Hochkalkige Massen erfordern zum Brennen eine bessere Kohle als normalkalkige.

Bezüglich der Ausmauerung des Brennraumes hat sich gezeigt, dass gute basische Scharmottesteine an Stelle der sonst empfohlenen basischen Magnesiasteine sich bewährt haben. Es muss indessen für ein sehr feuerfestes Material gesorgt werden, sonst schmilzt das Futter ab und gibt zu dem unangenehmsten Anbacken im Kühlraume Veranlassung. Die Oefen in Züllchow, Lüneburg, Boulogne, Mannheim und Malstatt arbeiten zufriedenstellend. —

Nach Dietzsch hängt der Kohlenverbrauch und die Leistungsfähigkeit des Etagenofens wesentlich von der Dichtigkeit und Festigkeit der Cementmassen ab. Kommen die Steine so weit getrocknet in den Vorwärmer, dass sie in der Hitze nicht mehr zerspringen und in möglichst ganzen Stücken in den Brennraum gelangen, so ist die Leistung des Ofens grösser, als wenn die Massen im Vorwärmer zerbröckeln und den Durchzug der Gase verhindern. Die Verbrennungsluft streicht in schachtförmigen Oefen hauptsächlich an den Ofenwänden in die Höhe und dringt um so reichlicher in die Mitte des Ofens, je stückreicher die Masse ist. Die Brennräume können also erweitert und die Production der Etagenöfen kann erhöht werden, wenn die Masse stückreich durch den Vorwärmer in den Brennraum geht. Darauf beruht die grosse Leistungsfähigkeit der Lüneburger Oefen, deren Brennräume erheblich grösser gebaut werden konnten, als an anderen Orten.

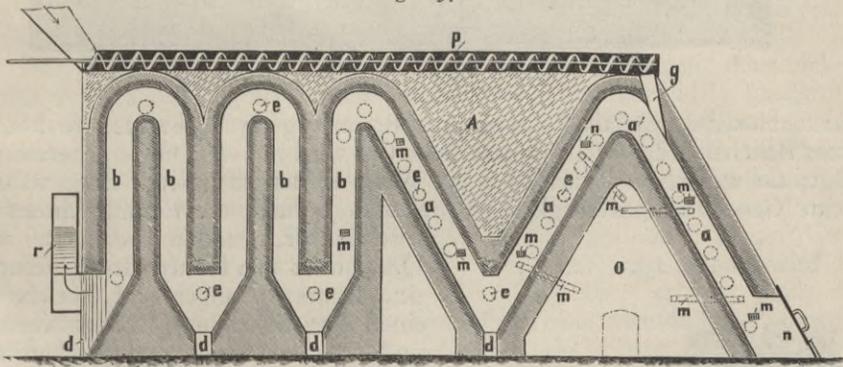
Wenn die Ausfütterung des Schmelzraumes nur alle 4 bis 8 Monate erneuert werden muss, so ist dieses nur dadurch möglich, dass sich das Futter durch Cement selbst ergänzt. Bricht ein Stück heraus, so füllt sich die Lücke bald wieder mit Cementmasse, welche an die Ofenwand anbackt. Diese Ergänzung dauert um so länger, je fester die Futtersteine ursprünglich sind und je besser sie vermauert sind; lockere Steine sind nicht im Stande, die anhängenden Cementmassen zu tragen. Es ist völlig überflüssig, für den Schmelzraum des Etagenofens nach theuren Scharmottesteinen zu suchen; die thonerde-reichsten Steine widerstehen der Verschmelzung mit Cementmasse nicht erheblich länger, als reine Quarzmassen. Ob daher für den Schmelzraum Scharmotte-steine oder Cementsteine angewendet werden, ist allein eine Frage des Kostenpunktes. Dietzsch zieht Cementsteine vor und bleibt dabei, weil er sie billig selbst herstellen kann, und weil sie keine Schlacke bilden, welche wie Flaschen-glas an der Wand des Kühlraumes herunterläuft und stets die Gefahr bringt, mit dem Cement zusammen zu backen.

Die Angaben über den Brennstoffverbrauch für je 100 k fertig ge-brannten Cement weichen ziemlich stark von einander ab:

	Schachtofen Koks	Ringofen	Etagenofen Kohlen
	k	k	k
Nach Tetmajer	27,9	23,7 Kohle	14,4
„ Hoffmann	—	{ 15,8 Koks	—
„ Meyer	—	{ 3,3 Kohle	8,9 bis 12,8
„ demselben	—	{ 13,7 Koks	12,9
„ Dietzsch I	25 bis 27	{ 5,8 Kohle	15,9 bis 19
„ II	20	—	9
„ Thomei	—	15,8 Kohle	—
„ Walter	27,9	23,7	10

Diese verschiedenen Angaben erklären sich theilweise aus der verschiedenen Beschaffenheit der verwendeten Brennstoffe, sowie aus der mehr oder minder grossen Sorgfalt der Betriebsaufsicht. Wenn z. B. Meyer in den Verbrennungsgasen des Ringofens nur 3,2 bis 7,6 Proc. Kohlensäure, in den Gasen des Etagenofens 2 bis 11,9 Proc. Kohlensäure gefunden hat, wobei noch zu berücksichtigen ist, dass ein erheblicher Theil davon aus der Zersetzung des Kalkes in der Rohmischung stammt, so zeugt dieses von grosser Brennstoffverschwendung. Wäre nur halb so viel atmosphärische Luft zugeführt, so hätte man viel grössere Hitze — also auch rascheren Brand — und geringeren Wärmeverlust nach dem Schornsteine gehabt. Theilweise scheinen diese Angaben aber auch durch die verschiedene Beschaffenheit der Cementmasse selbst zu erklären sein; wenigstens hat Dietsch gefunden, dass in seinem Ofen zwei Massen 15,9 bis 19 k, die dritte nur 9 k Kohle gebrauchte. Da die chemischen Vorgänge beim Brande (Zersetzung von CaCO_3 in $\text{CaO} + \text{CO}_2$, Bildung von Silicaten und Aluminaten) einen solch grossen Unterschied unerklärlich lassen, so wird es wohl daran liegen, dass eine Masse eine höhere Temperatur bedarf, als die andere, und dass zu deren Erzielung — namentlich bei unzuweckmässiger Luftzufuhr — unverhältnissmässig viel Kohle erforderlich ist. Hier sind also noch sorgfältige Versuche erwünscht.

Fig. 257.

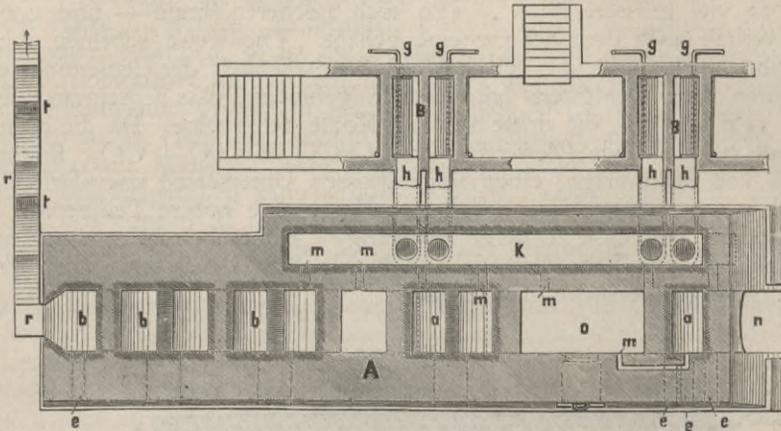


Beim Brennen von Cement im Ringofen ist nach Erdmenger zunächst auf geeignete Zugstärke zu sehen. Er empfiehlt, die Glocken grösser zu nehmen, als es meist geschieht, oder für jede Kammer zwei Glocken zu verwenden. Geht durch schlechten Zug das Feuer zu langsam vorwärts, so steigt es nach seinen Erfahrungen leicht nach oben, die Gewölbe dehnen sich, die Gurtbögen fallen herunter und die Wände schmelzen stark ab. Ausserdem gibt es zu viel Zerfallenes, wenn der Cement zu lange im Feuer steht. Allerdings ist dies Zerfallen nicht ganz dasselbe, wie das von zu hohem Thongehalt herrührende. Lediglich durch unvortheilhaftes Brennen Zerfallendes hat, je nach den Rohstoffen, gegenüber den Klinkern eine Zugfestigkeit von 50 bis 80 Proc. Kann das Zerfallene längere Zeit lagern, so steigern sich jene 50 Proc. auch allmählich bis 80 Proc., oft bis 100 Proc. Indess die Druckfestigkeit ist doch geringer und mehr den sog. weicheren Cementen angenähert.

Der Forderung des raschen Brennens entsprechen die Vorschläge am besten, die Cementroh Mischung im pulverförmigen Zustand zu brennen. Ransome (1885) glüht das Pulver in einem Drehofen mit Gasfeuerung, Vallin verwendet dazu einen Ofen mit Rührwerk.

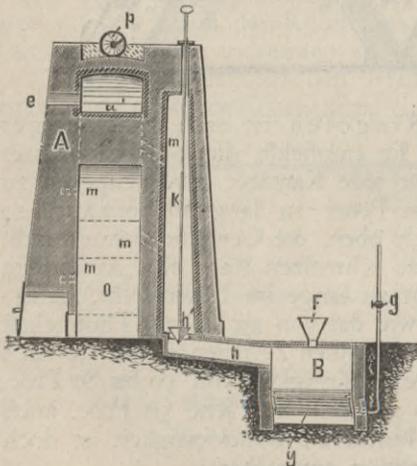
W. Sonnet in Beckum (D. R.-P. Nr. 39 803) verwendet dagegen einen auf- und absteigenden Brennkanal a b, Fig. 257 bis 259. Die dem Boden am nächsten liegenden unteren Theile d des Kanales a b sind mit seitlichen Oeffnungen zum Herausziehen des an diesen Stellen sich ansammelnden gebrannten Cementes versehen. Auf der ganzen Länge des Kanales a b sind Bedienungslöcher e vorgesehen, um etwa auf der Ofensohle liegen gebliebenen

Fig. 258.



Cement ablösen sowie auch den ganzen Brennvorgang beobachten zu können. Das zur Beheizung des Ofens erforderliche Gas wird in zwei Doppelgeneratoren B erzeugt; sie werden abwechselnd in der Weise in Betrieb gesetzt, dass, während der eine Generator in Thätigkeit ist, der andere durch die Einfülltrichter f mit frischen Brennstoffen besetzt wird.

Fig. 259.



Quer unter den Rosten der Feuerungen sind Röhren g angebracht, welche mit einer Anzahl kleiner Löcher versehen sind und von einer gemeinschaftlichen Rohrleitung mit überhitztem Wasserdampf gespeist werden. Der aus den Röhren g austretende Dampf strömt durch die auf Rosten befindliche Brennstoffschicht, und das hierdurch entstehende Misch- oder Wassergas (S. 143) zieht durch die durch Ventile h¹ verschliessbaren Kanäle h in den Gassammler k, von wo es durch eine Anzahl kleinerer, schräger Kanäle m dem Brennkanale a zugeführt wird. Die Vertheilung der Kanäle m ist aus der Zeichnung ersichtlich; durch ihre geneigte Anordnung wird der an ihrer Mündung sich durch die Verbrennung (? F.) bildende Theer

zum Zurückfließen veranlasst. Die aus dem ersten, bezw. am tiefsten befindlichen Kanal m austretende Flamme dient zur starken Anwärmung der in den Brennkanal a b durch Oeffnung n eintretenden Luft. Auch wird aus dem

Raume o unterhalb des ersten Knies des Brennkanales a b für jede weitere Flamme erwärmte Luft zugeführt, so dass mit Leichtigkeit eine Temperatur von 3000° im Brennkanal auf beliebige Länge erreicht wird. (Nicht zutreffend! F.)

Die Einführung des zu brennenden Materials geschieht durch eine über die ganze Länge des Kanalofens A sich erstreckende Schnecke p, in welcher die zu brennende Masse durch die vom Ofen ausgestrahlte Wärme während des Vorschiebens auf 100 bis 150° vorgewärmt wird. Die Masse fällt schliesslich durch den Einlaufschacht g¹ in den Brennkanal, wo sie durch die von unten her mit grosser Kraft nach oben strömende heisse Luft und Feuergase gleichmässig vertheilt wird, so dass sich das Brennen gleichmässig vollzieht. Die feineren Theile der durch g¹ einfallenden Cementmasse werden durch den in dem Brennkanal herrschenden Zug über das Knie a¹ hinweg in den Brennkanal hineingezogen. Die einzelnen Theilchen der zu brennenden Masse begegnen sich wiederholt im Kanale, haften in Folge der hohen Temperatur bald an einander an und fallen, sobald sie schwer genug sind, auf die Sohle des Brennkanales, wo sie dann vollständig in sich versintern. Der fertig gebrannte Portlandcement sammelt sich an den tiefsten Stellen d und wird dort von Zeit zu Zeit herausgezogen. Die schweren Theile der durch g¹ einfallenden Cementmasse fallen in dem ersten Schenkel des Brennkanales als ungeres Material herab und sammeln sich bei n an. Sie werden ebenfalls von Zeit zu Zeit entfernt, wieder gemahlen, gesiebt und wieder in die Schnecke p gegeben, um von neuem dem Brennkanal zugeführt zu werden.

Das Ende des Brennkanales a b ist durch eine schlangen- oder zickzackförmige Röhrenleitung r mit einem Sauggebläse verbunden. Die Länge dieser Rohrleitung r muss mindestens 100 m betragen, um den abgehenden Gasen Gelegenheit zu geben, sich vollständig abzukühlen, ehe sie das Gebläse erreichen, so dass letzteres sich bei dauerndem Betrieb nicht zu heiss laufen kann. Auch werden mit dem Abzug der abgehenden Gase ungefähr 40 bis 50 Proc. des gebrannten Cementes mit durch diese Rohrleitung gezogen. Dieser Cement setzt sich zum Theil in den unteren Knien der Rohrleitung an und wird durch Oeffnen von Klappen t herausgezogen, zum Theil aber geht er auch durch das Gebläse hindurch und wird von diesem in eine Staubkammer geworfen, in welcher er ablagert und nach dem Abkühlen als fertiger Cement aufgefasst wird. — So die Patentschrift.

Zweifellos wird durch dieses Verfahren viel Arbeit, das Herstellen und das Einsetzen der Steine u. dgl. erspart; auch wird die Zerkleinerung des gebrannten Cementes leichter sein als sonst. Fraglich ist aber, ob die chemische Einwirkung der Bestandtheile der Cementmischung so vollkommen ist, als wenn das Gemenge zu Stein gepresst und dann geblüht wird. Jedenfalls ist die Brennstoffausnutzung weniger gut als beim Ringofen oder beim Dietzsch'schen Ofen, da hier, abgesehen von dem vorderen Ende des schrägen Kanales a, die Cementmasse nicht den heissen Gasen entgegengeführt wird. In den letzten vier senkrechten Kanälen ist von einer Fortsetzung des Brennvorganges wohl keine Rede mehr, so dass die hier noch in den Gasen vorhandene Wärme zum Vorwärmen des Cementes und der Verbrennungsluft verwendet werden sollte.

So schön daher der Gedanke ist, die auf die Zerkleinerungsvorrichtungen gebrachte Rohmischung ohne weitere Handarbeit nach etwa einer halben Stunde als fertigen Cement im Fasse zu haben, so scheinen doch noch wesentliche Verbesserungen erforderlich zu sein, ehe dieses Verfahren die bisherigen, allerdings schwerfälligeren, verdrängen kann.

15. Feuerungen für Brauereien und Brennereien.

Malzdarren. Das Darren des Malzes geschieht nur selten durch Dampfheizung; auch die sog. Rauchdarren, bei denen die Rauchgase unmittelbar durch das Malz geführt werden, sind grösstentheils durch die sog. Luftdarren ersetzt, deren Einrichtung wesentlich den sog. Luftheizungen (S. 68) entspricht.

Eine ältere Darre, welche in der Brauerei in Eldena gebaut wurde, zeigen Fig. 260 bis 262. Die Thüren a führen in den Gang b vor den Darrhürden, welche auf der einen Stein starken Mauer c ruhen. Eine eiserne Thür d führt in den Raum unter den Drahthürden, um Reinigungen dieses Raumes vornehmen zu können. Kleine, gemauerte Pfeiler e unterstützen die Drahthürden, da im Ganzen sechs Hürden auflagen. Durch eiserne gegossene Röhren f, welche durch die eisernen Gabeln g unterstützt werden, zieht der Rauch ab. Ueber den eisernen Röhren befinden sich kleine Abdachungen von Eisenblech, damit die bisweilen durch die Hürden fallenden Körner nicht etwa auf die eisernen Röhren selbst fallen, verbrennen und dem Malze einen schlechten Geschmack geben können. Bei n mündet der eiserne Röhrenzug in den engen Schornstein m, durch welchen der Rauch zum Dache hinausgeführt wird. Bei h dagegen sieht man die Einmündung der eisernen Röhren in den Feuerkasten oder sog. Wolf i. Bei k liegt der Rost und bei l das Aschenloch dieses Wolfes. Das Ganze ist mit einem flachen Tonnengewölbe von $\frac{1}{2}$ Stein Stärke geschlossen, in welches zwei Verstärkungsurte, 1 Stein breit, 1 Stein hoch bei 1,5 m Länge des Raumes eingewölbt sind. Damit aber die Hitze nicht die Mauern und Gewölbe sprengen kann, sind durch die genannten Verstärkungsurte noch zwei eiserne Anker o p gelegt.

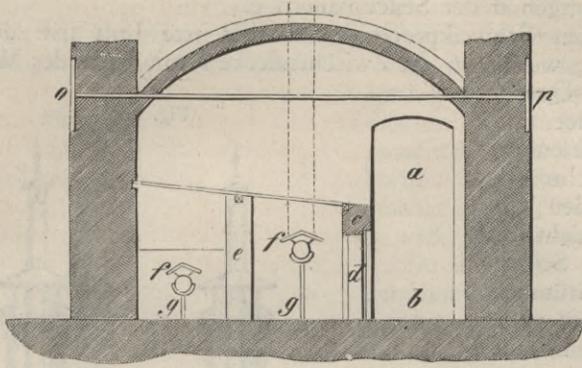
Bei der Darre der Maschinenfabrik Germania ist die Schwelk- oder Vordarre, auf welcher die Wärme höchstens auf 45° steigen darf, über die ganze Grundfläche des Gebäudes ausgedehnt, während die Röstdarre nur einen Theil der Grundfläche in Anspruch nimmt (Fig. 263 bis 267, S. 186, 187 u. 190).

Die Abdarr- oder Rösthorde ist durch eine massive Decke r für sich abgeschlossen, so dass innerhalb des so gebildeten geschlossenen Raumes, also auf der Abdarr- oder Rösthorde, jede Temperatur zur Wirksamkeit gebracht werden kann, ohne dass die Temperatur der Schwelkhorde davon beeinflusst wird.

Die Beheizung aller Horden geschieht von einer Feuerung aus durch einen aus senkrechten und wagrechten Röhren zusammengesetzten Heizkörper. Der aus auf- und absteigenden Röhren gebildete senkrechte Theil a ist in erster Linie bestimmt, die Abdarr- und Rösthorde zu beheizen, und nur der Wärmeüberschuss von dort wird mit für die Vortrockenhorde benutzt. Der aus Röhrensträngen bestehende eigentliche wagrechte Theil b des Heizungskörpers befindet sich in den neben oder an den Seiten der Abdarr- oder Rösthorde durch die geringere Grundfläche der letzteren gebildeten Vorwärmekammern B und dient zum Anziehen und Vorwärmen der durch die Luftkanäle c, deren Querschnitt geregelt werden kann, zutretenden atmosphärischen Luft.

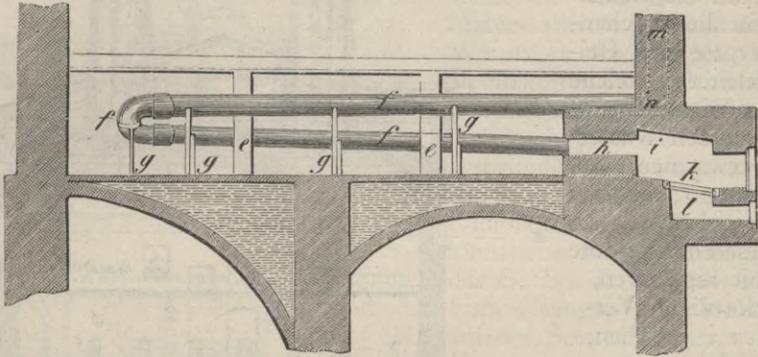
In dem Raum C, der durch die unterhalb der Schwelk- oder Vorhorde angebrachte Zwischendecke s und die bereits erwähnte Decke r der Abdarr- oder Rösthorde gebildet wird, findet die Mischung der frisch angezogenen und vorgewärmten atmosphärischen Luft mit der aus der Rösthorde abgehenden heissen Luft derart statt, dass man die für den Schwelk- und Vortrockenprocess geeignete Temperatur leicht und sicher herstellen kann. Der Austritt der Luft

Fig. 260.



Schnitt A—B.

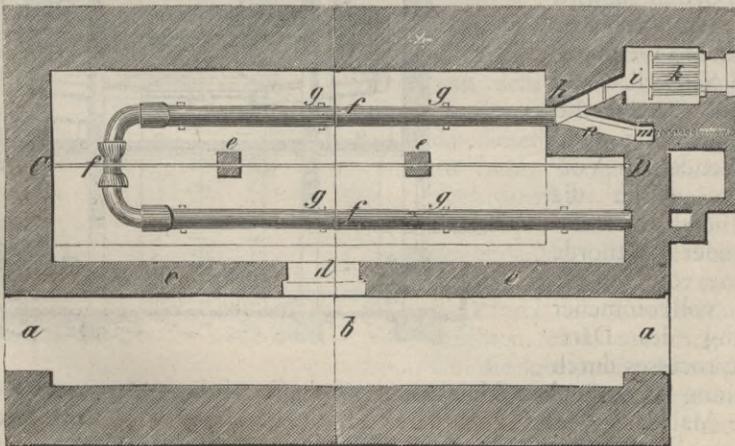
Fig. 261.



Schnitt C—D.

Fig. 262.

B



A

aus der Rösthorde erfolgt dicht unter der gewölbten Decke r durch leicht regelbare Oeffnungen d der Seitenmauern e.

Die für den Schwelkprocess so vorbereitete Luft tritt durch die Vertheilungsröhre f, welche in der Zwischendecke s mit nach der Mitte der Horde

zunehmendem Querschnitt angeordnet sind, um das Uebertreten des Gemisches gleichmässig zu gestalten, in den Vordarraum D, entzieht dort dem in dünner Schicht ausgebreiteten Grünmalz die Feuchtigkeit und führt dieselbe in Dampf- form durch Dunstschlote g ins Freie.

Durch diese Dunstschlote sind die Rauchrohre h für die abgehenden Feuergase der Heizung geleitet, welche durch ihre Wärmeabgabe die abziehenden Wasserdämpfe erwärmen und damit einen lebhaften Abzug erwirken.

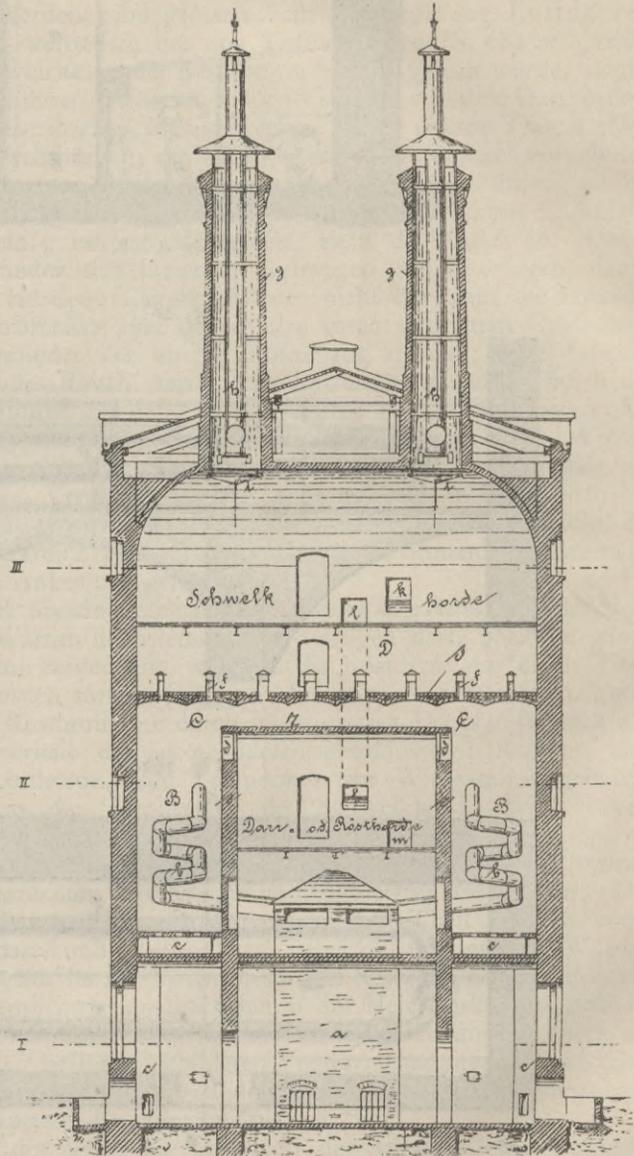
Diese Dunstschlote sind mit regelbaren, trichterförmigen Verschlüssen i versehen, welche gleichzeitig zum Auffangen des Regen- und Schwitzwassers dienen.

Das Grünmalz wird durch die mit Schieber verschliessbare Oeffnung k in die Schwelk- und Vordarrhalle gebracht, dort ausgebreitet und nach vollendetem Vordarrprocess durch die Kanäle l herab nach der Abdarr- oder Rösthorde geschoben, von wo aus es nach vollkommener Beendigung des Darr- oder Röstprocesses durch die Oeffnung m nach dem Malzkasten geschafft wird. —

Die Malzdarre von C. Völkner (D. R.-P. Nr. 40104) kann sowohl mit künstlicher als natürlicher Lüftung arbeiten.

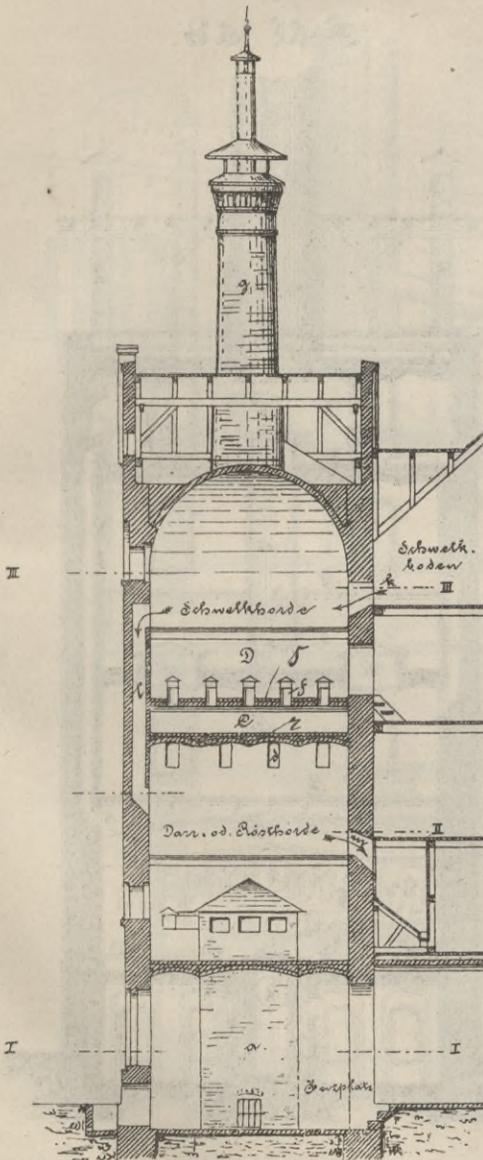
Bei Anwendung künstlicher Lüftung ist die Schwelkhorde von der Röst-

Fig. 263.



horde vollkommen getrennt, und das Trocknen des Malzes wird durch Hindurchführen einer grossen Luftmenge von niederer Temperatur bewirkt. Zu diesem Zweck ist ein besonderer Raum vorhanden, in welchem die direct von der Heizungsanlage oder von der Rösthorde eingeleitete heisse Luft mit kalter

Fig. 264.



Luft gemischt wird, ehe sie durch das zu trocknende Malz in die zwischen der Röst- und Schwelkhorde liegende Absaugkammer gesaugt wird (Fig. 168 bis 170, S. 188, 189 u. 191).

Da die heisse Luft direct von der Heizkammer in den Mischraum geführt werden kann, ist man in der Lage, ohne die zum Trocknen des Malzes nöthige Lüftung des Schwelkraumes zu beeinträchtigen, den Abzug der Röstkammer zu schliessen und das Rösten des Malzes allein nur durch strahlende Wärme zu bewirken, wodurch ein an Röstproducten reiches Malz gewonnen werden soll. Zwischen der Trockenhorde A und der Rösthorde B befindet sich ein unten durch eine feste Decke abgeschlossener Raum C, aus welchem, wenn mit künstlicher Lüftung gearbeitet wird, das Gebläse D durch Kanäle d die Luft absaugt, welche durch das auf der Schwelkhorde A lagernde Malz geht, und dem Schwelkraum durch die Rohrstützen b aus dem Raum F zuströmt. In diesem Raum wird entweder die die Röstkammer B, durchziehende und durch das Abzugsrohr a strömende oder bei geschlossenem Abzuge die von dem Heizraum direct durch die Züge e eintretende heisse Luft, da dieselbe eine zum Schwelken zu hohe Temperatur besitzt und auch in ihrer Menge nicht ausreicht, um das auf der Horde A liegende Malz in einer bestimmten Zeit zu trocknen, mit kalter Luft, die durch die Einfüllrohre h eingelassen wird, vermischt, so dass sie die geeignete Temperatur er-

reicht. Die Rohrstützen b in der Mischkammer F sind mit Hauben c überdeckt, deren Höhenlage geregelt werden kann, um den unteren Rand derselben in die Mischebene der Luft einzustellen.

Um den Röstprocess kräftiger gestalten zu können, als es bei den bisher

gebräuchlichen Darren geschieht, und um ein Fortreißen des flüchtigen Aromas zu verhindern, ist hier die Einrichtung getroffen, dass man das Rösten des Malzes auf der Horde B ohne Lüftung, nur durch strahlende Wärme, bewirken kann. Zu diesem Zweck ist an dem Abzugsrohr a ein verschliessbarer Ventildeckel angeordnet, und die direct vom Heizraum in die Mischkammer führenden Züge e sind oben mit Klappen versehen, deren Oeffnen ein selbstthätiges Oeffnen der Jalousien f bewirkt. Wenn die directe Verbindung zwischen dem Heizraum E und der Mischkammer F hergestellt und das Abzugsrohr a geschlossen ist, so saugt das Gebläse D die durch den Boden der Sau in der Richtung der Pfeile einströmende und sich an den Heizrohren k erhaltende Luft durch die Züge e in die Mischkammer und das auf der Rösthorde B liegende Malz erhält vom Heizapparat, der eine beliebige Construction besitzen kann, angeblich nur strahlende Wärme, ohne dass die Ventilation des Schwelkraumes beeinträchtigt wird.

Selbstverständlich können die Horden A und B statt, wie dargestellt, über einander auch neben einander angeordnet werden, ohne dass dadurch das Wesen der vorliegenden Einrichtung verändert würde.

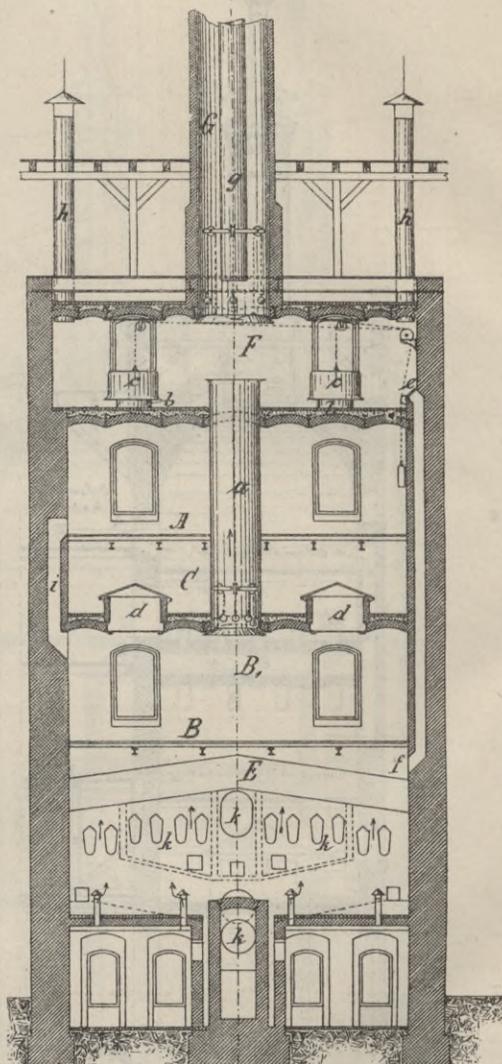
Um nach Belieben mit der Darre auch ohne Gebläse nur mit natürlicher Lüftung arbeiten zu können, können die Decken und Böden der Kanäle d, welche in der Absaugekammer C liegen, geöffnet und die über den Rohrstutzen b angeordneten Hauben c abgehoben werden. Es stehen dann die beiden Horden direct mit einander in Verbindung, und wenn man den Ventildeckel des Dunstrohres G öffnet, ist eine directe verticale Lüftung hergestellt, welche durch die strahlende Wärme des Kaminrohres g befördert wird.

Durch den Kanal i wird das auf der Horde A vollkommen getrocknete Malz auf die Rösthorde B geleitet.

Die Malzdarre von P. Weinig (D. R.-P. Nr. 35561) besteht aus einer Rösthorde A (Fig. 271 bis 274, S. 192) und einer Schwelkhorde B;

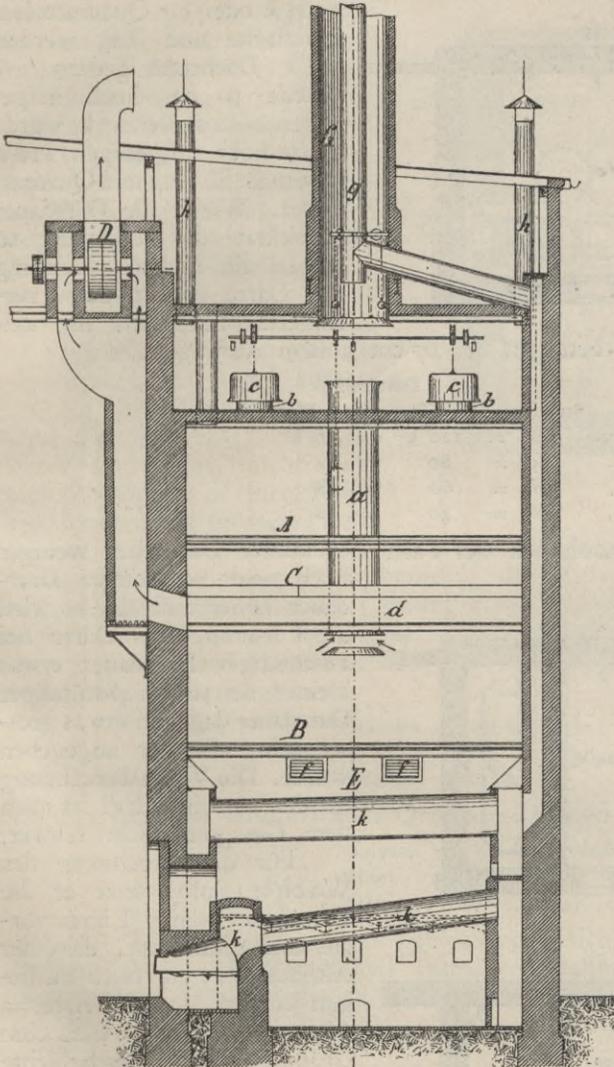
Fig. 268.

Profil AB.



die beiden Horden sind so angeordnet, dass die untere durch einen Heizapparat C mit stehendem Rippenzylinder und liegenden Heizröhren, und die obere durch einen Heizapparat D mit senkrechten Röhren geheizt wird. Die Rösthorde ist so viel kleiner als die Schwelkhorde, dass dieser senkrechte Heizapparat neben ihr Platz findet. Die Verbrennungsgase durchziehen zuerst den Heizapparat und geben hier die Wärme an die Rösthorde ab, dann den senkrechten Heizapparat, wo sie die Wärme für die Schwelkhorde abgeben; von da gehen sie durch den Kanal S nach dem Heizrohr im Dunstkamin und heizen hier noch denselben. Diese beiden Theile des Heizapparates haben nur ein Feuer; man kann dieselben auch so einrichten, dass ein jeder Theil seine Feuerung für sich hat. Die Rösthorde ist von der Schwelkhorde durch ein Gewölbe getrennt, welches einige Oeffnungen i hat, die nach dem Luft-raum der Schwelkhorde führen und durch welche die bei der Rösthorde überschüssige warme Luft der Schwelkhorde zugeführt und dort nutzbar gemacht wird; diese Oeffnungen i können durch Schieber, Klappen oder Ventile mehr oder weniger geöffnet oder geschlossen werden, so dass man die Temperatur auf der Rösthorde nach Belieben spannen kann, während man mit der Schwelkhorde bei

Fig. 269.

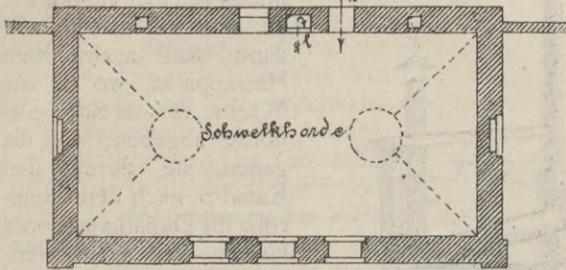


starkem Luftzug bei niedriger Temperatur weiter arbeiten kann.

Die kalte Luft wird dem Heizapparat der Rösthorde durch die Schieber g und die Klappen h, demjenigen der Schwelkhorde durch die Schieber k zugeführt; das Malz wird von der Schwelkhorde auf die Rösthorde durch die Schläuche l gebracht.

Die Grössenverhältnisse einer Mälzerei berechnet Thausing in folgender Weise: Angenommen, dass die Darrdauer mit 24 Stunden bestimmt ist und dass man das Grünmalz 17 cm hoch auftragen kann. 1 hl Gerste = 66 k gibt 2,2 hl Grünmalz und daraus wird 1 hl Darmmalz = 52 k. Wird 17 cm hoch aufgetragen, so nimmt das Grünmalz von 1 hl Gerste einen Raum von $22 : 17 = 1,3$ qm ein, der in 24 Stunden zweimal belegt wird, mithin

Fig. 265.



Quadratmeter Darrfläche betragen bei 17 cm hohem Auftragen:

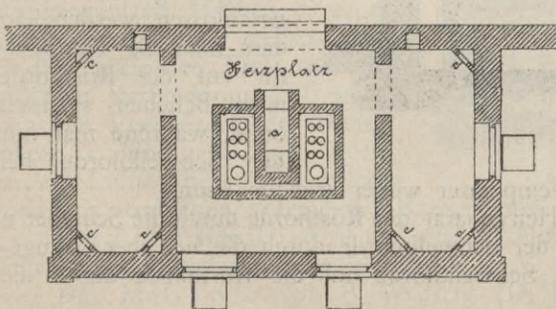
Darrzeit	Darmmalz	
	Stunden	f. d. Tag f. d. Monat
16	= 120 k = 36 hl	
24	= 80 = 24	
36	= 60 = 18	
48	= 40 = 12	

Wenn man, was gewöhnlich der Fall, bei kurzer Darrdauer weniger hoch und bei langer Darrdauer höher aufträgt, so wird die Leistung einer Darre bei 16stündiger Darrdauer etwas kleiner, bei 36- bis 48stündiger Darrdauer dagegen etwas grösser sein, als hier angegeben wurde. Die Vorausberechnung für den einzelnen Fall ist nach dem Gesagten nicht schwer.

Fig. 266.



Fig. 267.



Für die Berechnung des Wachsraumes setzt er die Keimdauer von 9 Tagen voraus und nimmt an, dass der Althaufen 11 cm hoch zu liegen kommt. 1 hl Gerste = 66 k gibt 2,2 hl = 0,22 cbm Grünmalz. Bei einer Schichte von 11 cm Höhe nimmt der Althaufen für 1 hl Gerste $22 : 11 = 2$ qm ein, oder für 1 hl eingeweichter Gerste hat man 2 qm Tennenfläche und für 1 qm Tennenfläche sind 0,5 hl = 33 k

Gerste zu rechnen. Es gelten diese Zahlen für die kalte Jahreszeit auch dann, wenn Raum für die Gänge nöthig ist, da man den Althaufen höher (12 bis 14 cm) legen kann. — Im Herbst und Frühjahr hat man anders zu rechnen, da man die Tennen nicht so hoch belegen darf. Es können dann für 1 hl eingeweichter Gerste 2,66 qm Tennenfläche und für 1 qm Tennenfläche 0,37 hl = 24 k Gerste festgesetzt werden. — Bei einer Keimdauer von 9 Tagen wird die Tennenfläche 3,33mal im Monate belegt, nach Obigem für 1 qm mithin monatlich $0,5 \times 3,33 = 1,66$ hl oder etwa 100 k Gerste. — Während warmer Mälzungszeit muss weniger, nach Obigem 1,2 hl = 73 k für Quadratmeter und Monat gerechnet werden.

Erhöht wird die Leistung des Malzkellers, wenn man die Haufen hoch führt und kürzere Zeit auf der Tenne lässt und wenn die Malzkeller so eingerichtet sind, dass nicht jeder Haufen besonders in einem Keller liegt, sondern eine grössere Fläche

mehrere, z. B. vier Haufen aufnehmen kann, so dass, während der hochliegende Nasshaufen noch wenig Platz braucht, der Althaufen daneben ausgebreitet liegt. Dadurch lässt sich die Leistung einer Tennenfläche leicht um 20 Proc. erhöhen. — Thausing rechnet auf Grund zahlreicher Erfahrungen im practischen Brauerei- und Mälzereibetrieb, dass für Quadratmeter Tennenfläche und Monat vermälzt werden kann

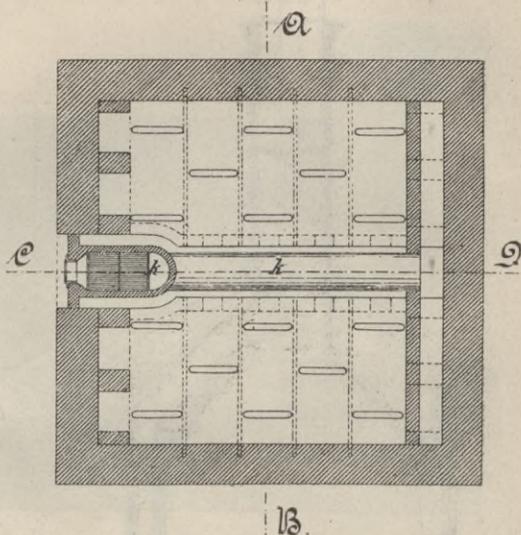
Minimum	=	78 k Gerste
Mittel	=	100 „ „
Maximum	=	125 „ „

und dass man das Grünmalz für Quadratmeter und Monat erzeugen kann für:

Minimum	=	50 k Dürromalz
Mittel	=	78 „ „
Maximum	=	100 „ „

Verglichen mit den obigen Zahlen ergibt sich, dass der Tennenraum das 12- bis 72fache des Darrraumes ausmachen kann und dass man im Mittel 30mal so viel Tennenfläche zu rechnen hat, als Darrfläche vorhanden ist.

Fig. 270.



Braupfannen.

Bei Balling's Kessel- und Pfannenfeuerung sind die Seitenwände a des Ofens und des Schornsteins von Mauersteinen aufgeführt (Fig. 275 bis 277). Ueber dem Rost b aus gusseisernen Stäben ist der nach oben erweiterte Feuer-raum c, unter ihm der Aschenfall d nebst Thür; die Heizöffnung e ist mit einer Thür verschliessbar. Die viereckige Braupfanne f ruht auf Untersätzen f

Fig. 271.

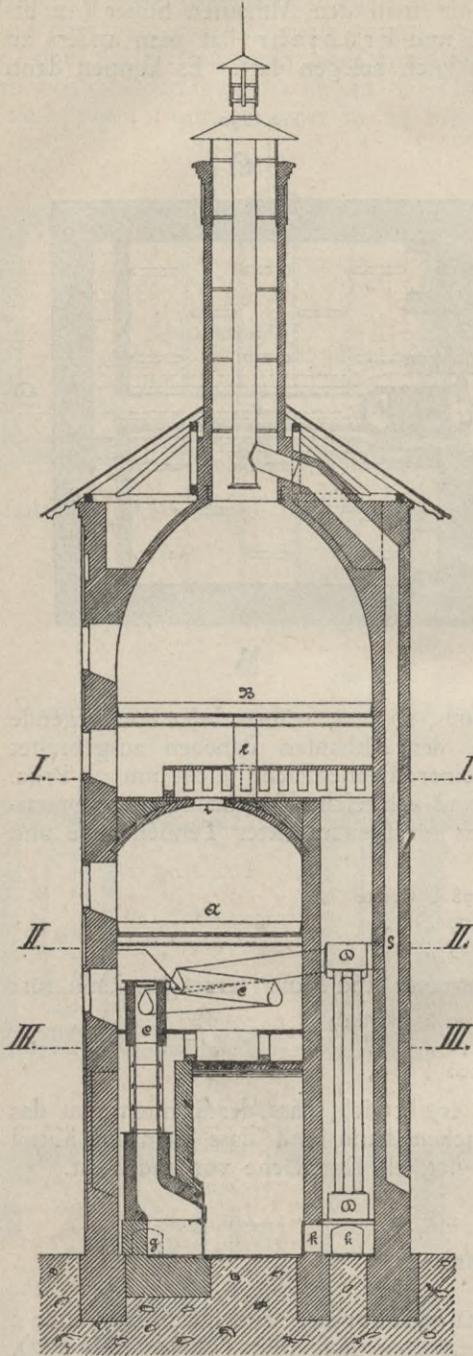
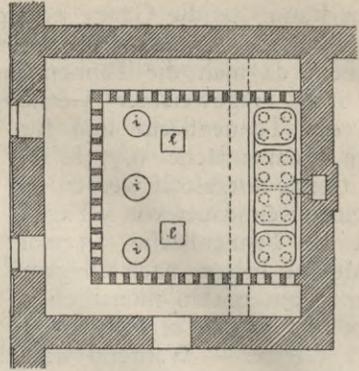
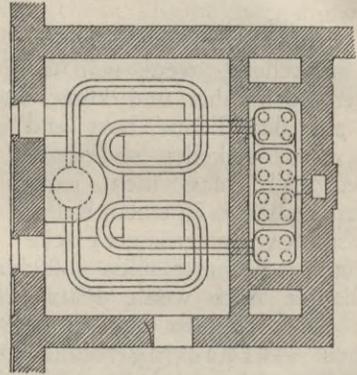


Fig. 272.



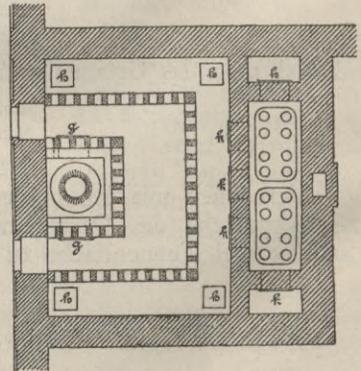
Schnitt I.

Fig. 273.

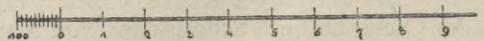


Schnitt II.

Fig. 274.



Schnitt III.



von Ziegeln. Die Feuergase gehen durch Oeffnung i in die unteren Rauchkanäle h, dann durch den Hauptfuchs l in den Schornstein g.

Habich's Feuerung mit Langen's Etagenrost. Fig. 278 zeigt den Aufriss nach Linie C H; Fig. 279 die Vorderansicht und Fig. 280 (S. 195)

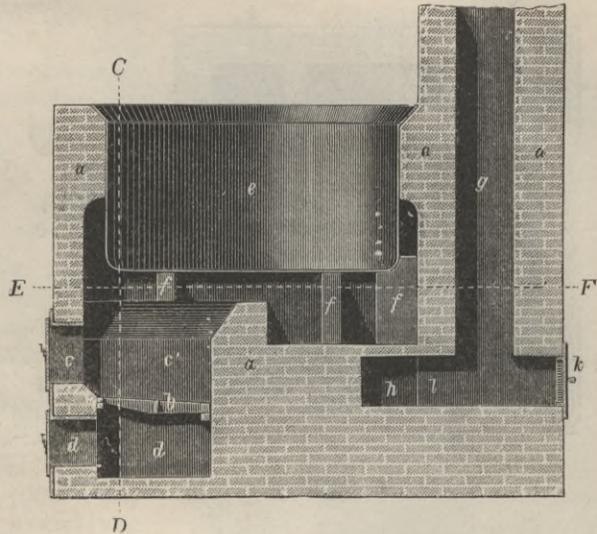
den Grundriss nach Linie J K. In den Figuren bezeichnet a den Raum für den Etagenrost; b den Verbindungskanal mit der Ueberbrückung e und dem Schieber c', d den Heizraum unter der Pfanne; e den unter der Heizsohle herumgeführten Rauchkanal mit den Zuführungsöffnungen (Füchsen) f und dem Hauptfuchs g, welcher in den Schornstein h führt, i die Pfannenstützen,

k die Kanalthüren, k' Oeffnung nebst Thür zum Zulassen von kalter Luft unter die Pfanne l. Das Gewölbe C schützt den Kesselboden vor directer Einwirkung der Flamme.

C. Schäfer will eine gewöhnliche Vorfeuerung durch Anbringung von Luftzügen zu einer Gasfeuerung umwandeln. Die Luftkanäle im Gewölbe z (Fig. 281 bis 283) münden in einem Schlitz f über der Feuerbrücke; ferner ist zu beiden Seiten der Feuerung je ein mit Schieber s versehener Luftkanal a angebracht, welcher längs der Seitenwand des Feuers und in der Feuerzunge b nach hinten und wieder nach vorn bis zur Feuerbrücke zurückgeht, um in den Kanal o zu münden, aus dessen Oeffnungen i die erwärmte Luft austritt. Die Feuergase werden durch den kreisrunden Zug k gleichmässig unter dem Pfannenboden vertheilt und ziehen durch die Oeffnungen l um die Pfanne herum durch den mit Schieber p versehenen Abzugskanal zum Schornstein S. In dem Zuge um die Pfannen sind zu beiden Seiten der Einmauerung je zwei Schieber x und y angebracht, um bei geringer Füllung der Pfanne durch Schieber x den Oberzug

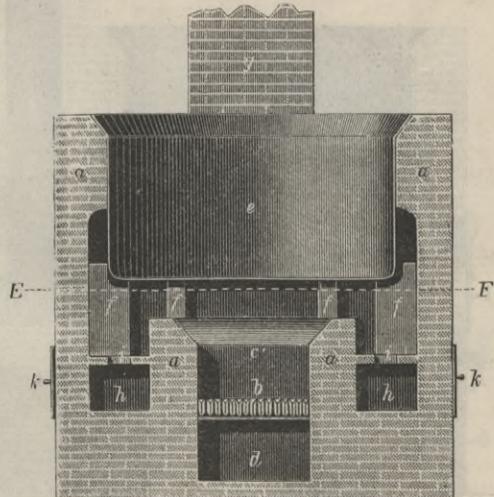
Fischer, Feuerungsanlagen.

Fig. 275.



Schnitt A—B.

Fig. 276.



Schnitt C—D.

schliessen, den Unterzug aber öffnen, bei gefüllter Pfanne beide entsprechend stellen zu können.

Sobald nun beim Füllen der Pfanne der Boden bedeckt ist, wird Feuer

im Herde gemacht. Die Luftzüge, erst wenig geöffnet, werden, sobald die ganze Einmauerung gut durchwärmt ist, so weit aufgemacht, dass genügend Luft über der Feuerbrücke einströmen kann, um die Feuergase vollständig zu verbrennen. Ist das Feuer gut in Brand, so wird die Kohle reichlich aufgegeben, um ein öfteres Öffnen der Feuerthür zu verhindern. Um jedoch, ohne die Feuerthür zu öffnen, den Herd von Zeit zu Zeit mit der Schürstange bearbeiten zu können, ist am unteren Ende der Feuerthür ein Loch *e* mit Schieber angebracht. Beim Entleeren der Pfanne wird der Schieber *p* geschlossen, Schieber *q* im Verbindungskanal *w* zwischen Feuerung und Schornstein und Thür *t* geöffnet, so dass kalte Luft durch die Züge um die Pfanne und unter dem Boden dem Ofenraum zuströmt, während die Feuergase direct durch Kanal *w* zum Schornstein ziehen. Damit ferner der Pfannenboden nicht durch das heisse Gewölbe leidet, öffnet man auch die Thür *r* theilweise. —

Das Kochen der Kartoffeln, die Destillation des Spiritus in den neueren Spiritusfabriken geschieht ausschliesslich durch Dampf, so dass hierfür keine besonderen Feuerungsanlagen vorhanden sind.

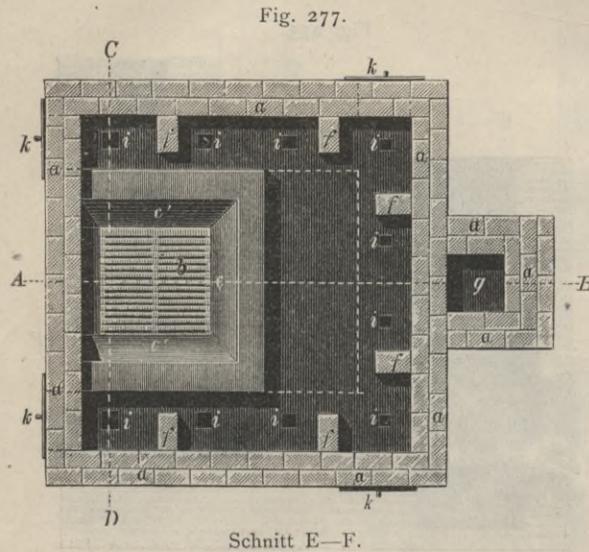
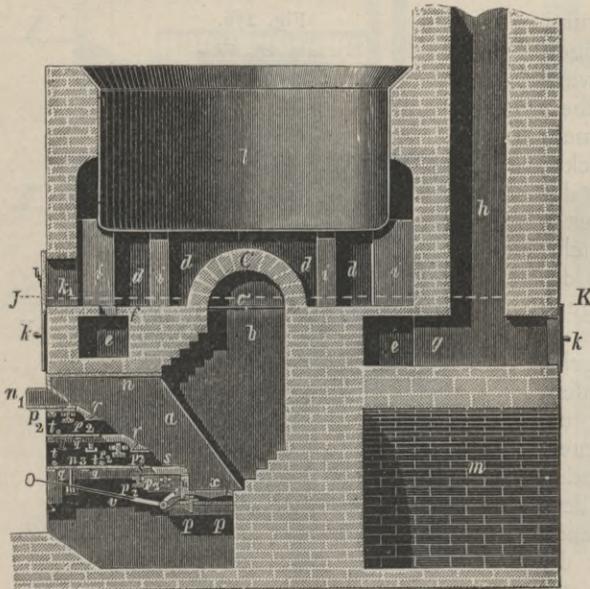


Fig. 278.



Ueber den Brennstoffverbrauch in Brauereien und Brennereien ist sehr lehrreich eine vom Verein »Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin« veranstaltete Umfrage bei den Brauereien; die von 75 Brauereien eingelaufenen

Angaben wurden von W. Goslich zusammengestellt. — Leider wurde der Brennwerth der Kohlen nicht bestimmt, vielmehr nur geschätzt und dann auf eine Braunkohle von 5000 W.E. berechnet, um Vergleichungswerthe zu bekommen, so dass die aus der Zusammenstellung gezogenen Schlüsse mit grosser Vorsicht aufzunehmen sind. Nur soviel geht daraus bestimmt hervor, dass viele Brauereien grosse Mengen von Brennstoff verschwenden. Für je 100 k Darmmalz schwankte der Kohlenverbrauch zwischen 16,1 und 131 k (berechnet auf 5000 W.E.). Rechnet man auch nur einen Unterschied von 100 k Kohlen zu 1,2 M., so entspricht dieses für eine Brauerei, welche 10000 hl Malz herstellt, schon jährlich 12000 M., welche verschwendet werden, bezw. gespart werden könnten. Dass man hierfür die Construction der Darren nicht ohne Weiteres verantwortlich machen kann, geht u. A. daraus hervor, dass von zwei fast gleich grossen Schäfer'schen Darren, welche beide mit Steinkohlen geheizt werden, die eine 131, die andere nur 33 k Kohlen (von 5000 W.E.) gebrauchten. — Eine Rauchgasanalyse (S. 6) würde wohl ergeben haben, dass die Feuerung der ersten Darre mit übermässigem Luftüberschuss geführt wurde.

Die Pfannenfeuerungsversuche ergaben, dass je 100 k verarbeitetes Malz im Durchschnitt 94,7 k Kohlen (zu 5000 W.E.) beim Brauen erforderten, und zwar bei obergährigem Bier 105 k, bei untergährigem Bier und Verwendung einer gemeinschaftlichen Maisch- und Bierpfanne 98 k und bei getrennten Maisch- und Bierpfannen 87 k Kohle.

Der grösste Kohlenverbrauch beim Verbrauen von 100 k Malz betrug 262 k, der kleinste 27,6 k Kohle, also ein Unterschied von über 200 k, obgleich beide

Brauereien böhmische Braunkohle verbrannten und obergähriges Bier erzeugten. Für je 1 hl Bier macht das 5, bezw. 33,5 k Kohle. Bei der Herstellung von untergährigem Bier gebrauchte die eine Brauerei auf je 100 k

Fig. 279.

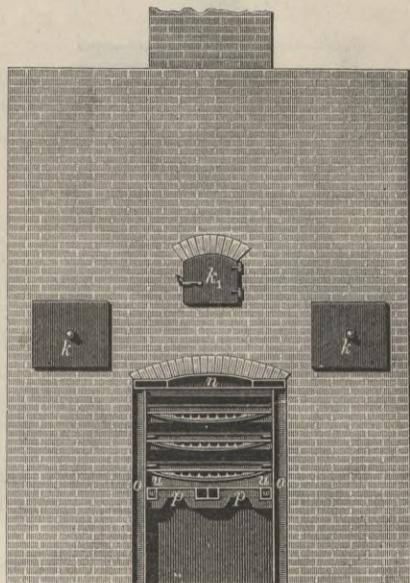
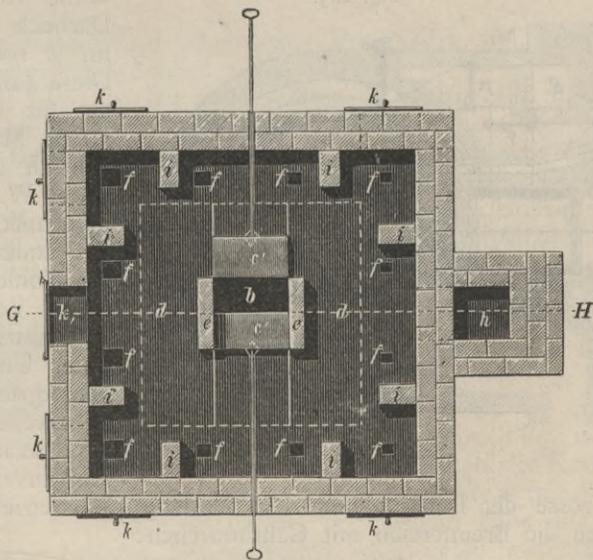


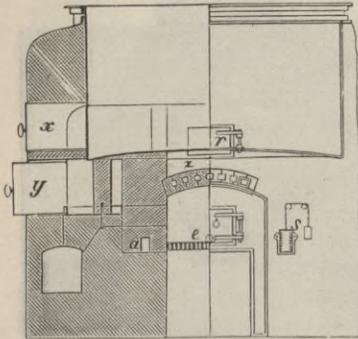
Fig. 280.



Malz 40 k, die andere 234 k Kohle oder für je 1 hl erzeugtes Bier 4, bezw. 60 k Kohle!

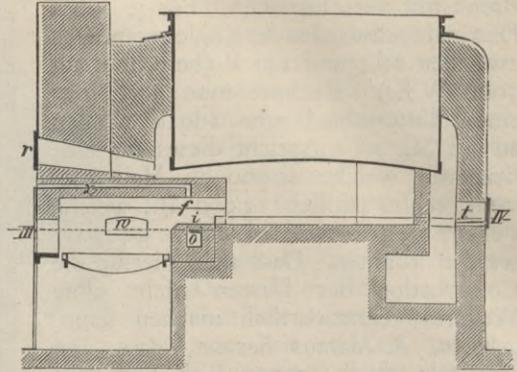
Rechnet man Sudhaus und Mälzerei zusammen, so gebraucht die schlechtest geleitete Brauerei für je 1 hl Malz etwa 3 hk Kohlen mehr als die beste, d. h. bei 10 000 hk Malzverbrauch 30 000 bis 40 000 M. Solchen Zahlen gegenüber

Fig. 281.



Schnitt V—VI.

Fig. 282.

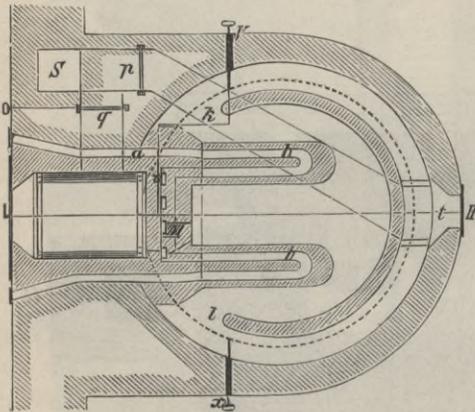


Schnitt I—II.

wird man zugeben müssen, dass hier durch gute Betriebsaufsicht (Gasuntersuchungen u. dgl.) noch recht viel Geld erspart werden könnte (vgl. S. 9).

Die ebenfalls von Goslich zusammengestellten Angaben über den Brennstoffverbrauch in Brennereien sind auf Grund der leider ebenfalls nur geschätzten Heizwerthe auf Steinkohle von 8000 W.E. umgerechnet. Darnach beträgt der Kohlenverbrauch für je 100 l Maische 6,25 bis 27,9 k. Diese Zahlen in Geldwerth umgerechnet für eine Brennerei von täglich 50 hl Maisraum, 250 Arbeitstage jährlich und 100 k beste Steinkohle (8000 W.E.) zu 2 M. im Kesselhaus gerechnet, gibt einmal 1557 M. und das andere Mal 6675 M. Ausgaben für Kohlen jährlich, mit denen dasselbe geleistet wird. Jährlich gibt eine mittlere Brennerei also 5118 M. unter Umständen zu viel aus. Der Hauptgrund für diese Vergewandung ist zweifelsohne mangelhafte Betriebsaufsicht. Ausserdem ist der Kohlenverbrauch abhängig von der Grösse der Bottiche und dem Umfang des Betriebes. Es verbrauchen näm-

Fig. 283.



Schnitt III—IV.

Grösse der Bottiche und dem Umfang lich die Brennereien mit Gährbottichen:

	über 4000 t im Durchschnitt	10,49 k für 100 l Maisraum
von 3000—3999 „ „	„	11,54 „ „ „ „
„ 2000—2999 „ „	„	12,47 „ „ „ „
„ 1000—1999 „ „	„	14,89 „ „ „ „

Ferner ist auch von Einfluss auf den Kohlenverbrauch, ob täglich einfach oder mehrfach gemischt wird, denn es verbrauchen Brennereien:

bei einfachem	Betriebe	15,38	k Kohle für	100 l Maische
„ ein- u. einhalbfachem	„	14,46	„ „ „ „ „ „	„
„ zweifachem	„	14,67	„ „ „ „ „ „	„
„ dreifachem	„	9,22	„ „ „ „ „ „	„

Der Kohlenverbrauch hängt auch von der Arbeitszeit ab. Die Brennereien also, welche schnell fertig werden, und bei welchen der Kessel nur kurze Zeit geheizt wird, gebrauchen im allgemeinen wenig Kohlen. Nach der Statistik beträgt die Heizdauer des Kessels im Durchschnitt:

bei einfachem	Betriebe	5	Stunden	30	Min. für den	Bottich
„ zweifachem	„	4	„	21	„ „ „ „	„
„ dreifachem	„	3	„	13	„ „ „ „	„

Wenn eine Brennerei kürzere Zeit als diese Durchschnittszeit gebraucht, ist der Kohlenverbrauch geringer als die oben angegebenen Durchschnittszahlen, und umgekehrt, ist die Heizdauer länger, so ist der Kohlenverbrauch höher als die Durchschnittszahl.

Erklärlich ist, dass Brennereien mit sog. continuirlichen Destillirapparaten im Durchschnitt weniger Kohle gebrauchen als die mit alten Blasenapparaten.

Dass, wie Goslich meint, das System des verwendeten Dampfkessels einen ganz entschiedenen Einfluss auf den Kohlenverbrauch habe, muss Ref. ebenso entschieden bestreiten. Bei richtiger Behandlung lassen sich mit jedem Kesselsystem gute Resultate erzielen (vgl. S. 20).

16. Sonstige Feuerungsanlagen.

Von den Feuerungen für Fabriken chemischer Producte u. dgl. können hier nur einige Beispiele angeführt werden.

Die Einmauerung von Kesseln für Färbereien, Wäschereien u. dgl. zeigen Fig. 284 bis 286. Der Kessel ist 0,7 m hoch und liegt 26 cm über dem Roste r; den Aschenfall c lässt man, damit die Roststäbe nicht zu sehr durch die glühende Asche leiden, etwa 0,5 m unter den Rost hinuntergehen. Da nun eine grössere als 1,1 m Höhe des Kesselbordes über dem Fussboden Unbequemlichkeiten bei der Benützung des Kessels herbeiführt, so ist der Aschenfall theilweise unter dem Fussboden angelegt und zum bequemeren Ausräumen schräg abgeplästert. Bei grösseren Kesseln kommt der Aschenfall ganz unter den Fussboden und der Rost in gleiche Höhe mit demselben zu liegen; in diesem Falle lässt man den Aschenfall etwa 0,5 m vor dem vorderen Kesselmauerwerk vorgehen und überdeckt ihn mit durchbrochenen gusseisernen Platten oder mit einem Ziegelpflaster auf untergelegten Eisenstäben und muss dann für einen Kanal sorgen, durch welchen die Luft unter den Rost strömt. Bei noch grösseren Kesseln muss man entweder einige Stufen an den Seiten des Kessels nach oben anbringen, oder es kommt der untere Theil des Kessels mit Rost und Aschenfall tiefer als der Fussboden zu liegen, in welchem Falle an der Seite, wo sich die Feuerung befindet, einige Stufen nach unten angebracht werden müssen. Damit das Brennmaterial auf den Rost zurückfällt, sind die Seitenwände des Herdes abgescrägt. Auf diesem Mauerwerk erhält der Kessel seine Unterstützung, jedoch muss man dafür sorgen, dass diese möglichst schmal

sei, um nicht zu viel Kesselfläche durch Mauerwerk zu verdecken. Die Feuerthür ist 0,25 m im Quadrat gross und wird überwölbt oder mit Ziegeln auf untergelegten Eisenstäben überdeckt, so dass die Ziegel bis an den Kessel anstossen. Das Feuer schlägt vom Rohr *r* aus unter dem Boden des Kessels nach hinten, steigt bei *h* in die Höhe und geht in der Richtung der Pfeile um den Kessel herum nach dem Schornstein. Die Umfassungsmauern des Kessels sind $\frac{1}{2}$ Stein stark und werden mit Lehm gemauert; wenn der Kessel einen breiten Bord *e* von Metall hat, wie Farbekessel u. dgl., so wird das Mauerwerk nöthigenfalls oben etwas zusammengezogen, um es vollständig vom Bord überdecken und Verunreinigungen der Flüssigkeiten im Kessel vermeiden zu können. Da der Kessel nicht vom Bord getragen, sondern unten durch die ringförmige Mauer *d* vollständig unterstützt wird, so kommt unter den tiefsten Punkt des Bords nur eine Schicht, die vollständig Lehm erhalten muss, damit

Fig. 284.

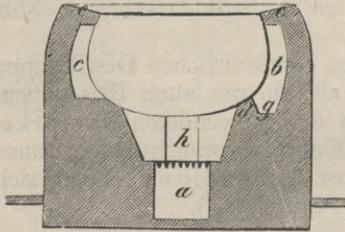


Fig. 285.

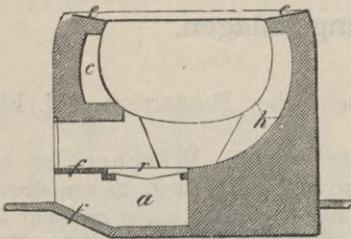
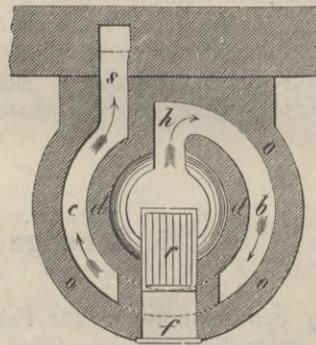


Fig. 286.



der Bord nicht verbrenne. Der Querschnitt der Zugkanäle wird etwa gleich $\frac{1}{4}$ der Rostfläche gemacht; da sich die Züge durch die Flugasche mehr oder weniger vollsetzen, so werden an zwei oder drei Stellen *o* Reinigungsöffnungen auf dem Boden der Zugkanäle *b c* angelegt, die 16 cm im Quadrat gross sind und durch einen halben Stein auf der hohen Kante oder durch gusseiserne Kapseln oder Blechthüren geschlossen werden. Die Flugasche verdeckt einen Theil des Kessels, wohin das Feuer nicht mehr gelangen kann. Um dies zu vermeiden, kann man die Züge wie bei *g* (Fig. 284) vertiefen, wodurch sich die Flugasche zum Theil in diesen Vertiefungen absetzt; über der Feuerthür kann eine solche Vertiefung nicht vortheilhaft angebracht werden, weshalb man sie in dem linken Zugkanal *e* ebenfalls fortlassen kann.

Um den Zug selbst noch mehr regeln zu können, ist es gut da, wo er nach dem Schornstein geht, einen Schieber *s* anzubringen. Als Schornstein reicht für diese kleinen Kessel ein 16 cm starkes Rohr aus, für 1,3 m grosse Kessel ein 21 cm starkes, für noch grössere Kessel hat man an einigen Orten

in Sachsen 16 cm und 31 cm starke Röhren; in Preussen sind diese nicht zulässig, weshalb man sie durch weite Schornsteine von 42 bis 48 cm im Quadrat ersetzen muss. Da die grössere Weite für den guten Zug nicht vortheilhaft ist, so muss man ihn dadurch fördern, dass man die Schornsteine mindestens $\frac{1}{4}$ höher macht, als die Länge des Feuerganges vom Roste aus bis in den Schornstein.

Eine andere Anordnung für grosse Kessel besteht darin, dass man die Oeffnung h und die Seitenkanäle b c (Fig. 285) der Höhe nach durch eine wagerechte Zunge in zwei gleiche Theile theilt, so dass zwei Kanäle übereinander entstehen. Das Feuer geht vom Rost aus unter dem Boden des Kessels nach hinten, steigt bei h in den unteren Seitenkanal, in welchem es in der Richtung der Pfeile (Fig. 286) einmal um den Kessel herumgeht, dann über h in den oberen Kanal, in welchem es in derselben Weise zum zweiten Mal um den Kessel und dann durch die Schieberöffnung s nach dem Schornstein geht. Die Zunge, welche den oberen und unteren Seitenzug scheidet, hat nichts zu tragen und wird demnach nur eine Schicht stark gemacht. Der Mantel wird bei grösseren Kesseln, besonders wenn anhaltend gefeuert wird, einen ganzen Stein stark. Die eben beschriebene Anordnung nennt man auch den doppelten Schneckenzug. Da hierbei das Feuer einen weiten Weg (nämlich vom Rost aus zweimal um den Kessel herum) machen muss, so wird die Wärme gut benutzt, nur muss der Schornstein gut ziehen. Der Kessel muss hierbei mindestens 1,1 m tief sein, weil sonst die Züge nicht hoch genug werden, und weil man deshalb, um den gehörigen Querschnitt der Züge zu bekommen, dieselben breiter machen und also mehr Mauerwerk als nöthig ist, erwärmen müsste. Im anderen Falle wendet man lieber den zwei Mal getheilten Zug an. Hierbei steht die Rauchröhre ebenfalls der Feuerthür gegenüber und die um den Kessel führenden Seitenzüge werden durch eine wagerechte, rings herumlaufende Zunge in zwei übereinander liegende Kanäle getheilt. Das Feuer geht vom Rost aus unter dem Boden des Kessels nach hinten, theilt sich dort in einen rechten und linken Feuerarm durch eine senkrechte Zunge. In diesen unteren Kanälen geht das Feuer vor bis über die Feuerthür, wo es in die Höhe schlägt, sich von Neuem theilt und in den oberen Kanälen nach dem der Feuerthür gegenüber liegenden Schornstein geht. Die Theilung über der Feuerthür erfolgt dabei ebenfalls am besten durch eine senkrechte Zunge, die auf dem Gewölbe der Feuerthür angelegt wird.

Da die Breite des Rostes bedeutend kleiner ist, als der Boden des Kessels, so kann namentlich bei grossen Kesseln das Feuer nicht den ganzen Boden umspielen und man hat deshalb bei mehreren grossen Farbekesseln den Bodenzug (Feuerherd) wie im Grundriss (Fig. 287) durch eine bis unter die Mitte des Kessels gehende Zunge z getheilt, die sich bei z' nach dem Feuerherd abschrägt. Dadurch erhält zugleich der Kessel ein festes Auflager, wenn derselbe nicht durch eine Herdmauer d, sondern durch eine wagrecht herumlaufende Zunge getragen wird. Die Zunge z ist unten $\frac{1}{2}$ Stein stark und wird unter dem Kesselboden bis auf 8 m abgeschrägt, damit möglichst wenig Feuerfläche des Bodens verdeckt wird. Bei der in Fig. 287 gezeichneten Lage des Schornsteins kommt der Rost r auf die linke Seite zu liegen und der Zug geht vom Rost über die schräge Zunge z' bis h, wo er in die Höhe steigt und in der Richtung der Pfeile um den Kessel herum nach dem Schornstein geht.

Bei kleinen Kesseln von nur 1 m Durchmesser hat diese Anordnung, wie voraus zu sehen war, weniger befriedigt, weil gerade der wirksamste Theil des Kesselbodens durch die Zunge verdeckt wird und weil die Roste für kleine

Kessel verhältnissmässig breiter gemacht werden, als für grosse, weshalb das Feuer die ersteren leichter umspielen kann.

Mit der eben besprochenen Anordnung den Bodenzug durch eine Zunge z (Fig. 287) zu theilen, kann man noch mehrere der früher besprochenen verbinden, von denen wir nur die folgenden anführen wollen. Ist der Kessel hoch genug, dann lässt man z. B. das Feuer von h (Fig. 287) zweimal um den Kessel herumgehen, wie beim doppelten Schneckenzug, oder es theilt sich bei h und diagonal entgegengesetzt bei h'. Erfolgte die Feuerung von Innen und läge der Schornstein über h' hinaus, so würde man den Zug bei h theilen und bei h' vereinigt nach dem Schornstein gehen lassen.

Zum Schmelzen von Edelmetallen in Tiegeln, welche etwa 150 k Silber fassen, verwendet man in der Frankfurter Scheideanstalt den von H. Rössler angegebenen Ofen mit Koksfeuerung und Luftvorwärmung. Der Zutritt der Luft von vorn unter den Rost wird durch Schieber (Fig. 288)

Fig. 287.

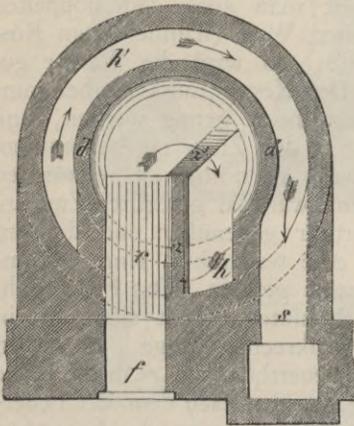
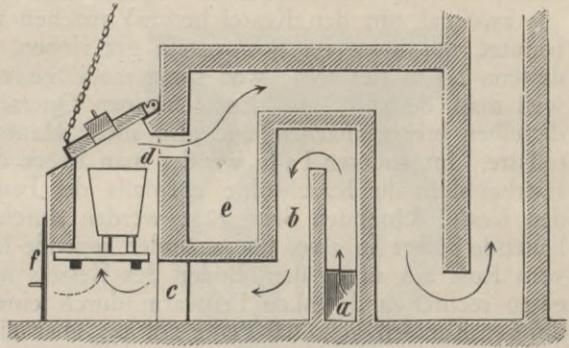


Fig. 288.



gehindert, so dass die Verbrennungsluft bei a eintritt, im Kanal b vorgewärmt wird und bei c unter den Rost tritt. Die Verbrennungsgase entweichen bei d durch die Flugstaubkammer e zum Schornstein.

Temperaturmessungen haben ergeben, dass nach längerem Gange des Ofens die Luft vor Eintritt in die Koksmaße nahezu 300° hat, und dieser Vorwärmung entspricht auch der Heizerfolg; denn, wenn früher die erreichbare Temperatur 1100 bis 1200° betrug, so ist sie jetzt etwa 1400° , entsprechend der Legirung von 60 Proc. Gold und 40 Proc. Platin. Bei fortgesetztem Feuern kann man grössere Mengen Gusseisen schmelzen und bei günstigem Zuge auch reines Nickel, was sonst nur bei Gebläseöfen gut zu erreichen ist. —

Als Beispiel von Abdampfvorrichtungen für Salz mögen die mit Halbgasfeuerung für Torf versehene Sudpfannenanlage der Saline Rosenhain folgen. Die 13 m lange und 11 m breite Sudpfanne (Fig. 289 u. 290) ist aus 8 mm starken Eisenblechen hergestellt, welche durch doppelte Nietreihen verbunden sind. An der Breitseite der Sudpfanne liegen fünf Feuerschächte a, aus denen die Verbrennungsgase unter der Pfanne hinwegstreichen, durch Kanäle unter den Dörrherden h hin- und hergeführt werden und endlich in

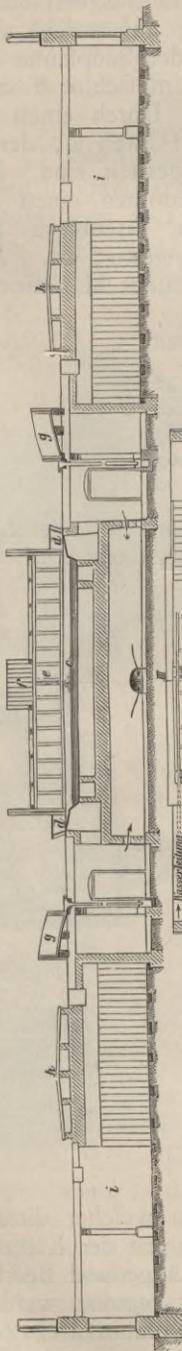


Fig. 289.

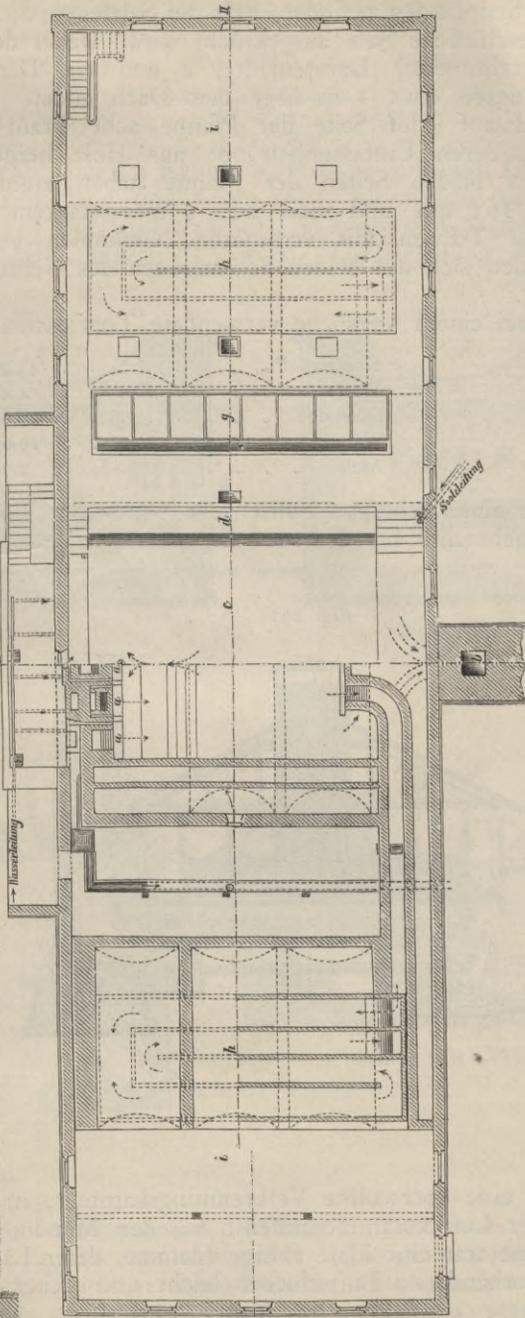


Fig. 290. *l*

den Schornstein b entweichen. In unmittelbarer Nähe auf den beiden Langseiten der Sudpfannen befinden sich die Salzlegen d, auf welche das aus der Soole abgeschiedene Salz ausgekrückt wird. Ueber der Sudpfanne ist ein aus Brettern gezimmerter Dampfmantel e und ein Dampfschlot f angebracht, welcher letztere etwa 1 m über dem Dach endet. Durch einen Gang getrennt sind auf jeder Seite der Pfanne acht Traufkästen g, deren Boden aus Beton, deren Umfassungswände aus Holz hergestellt sind. Die Dörrherde h auf beiden Seiten der Pfanne haben zusammen einen Flächeninhalt von 163 qm und sind aus 5 mm starkem Eisenblech hergestellt, welches auf T-Eisen mit versenkten Nietköpfen befestigt ist. Zu ebener Erde befinden sich auf beiden Schmalseiten des Gebäudes Magazine i für das fertige Salz.

Der bei einem Versuche verwendete Torf enthielt:

Kohlenstoff	45,32
Wasserstoff	4,44
Sauerstoff	27,67
Wasser	19,67
Asche	2,70

Durch einen schrägen Füllschacht wurde der Torf in hoher Schicht auf den Rost gebracht, aus den tief liegenden Generatoren traten die Gase un-

Fig. 291.

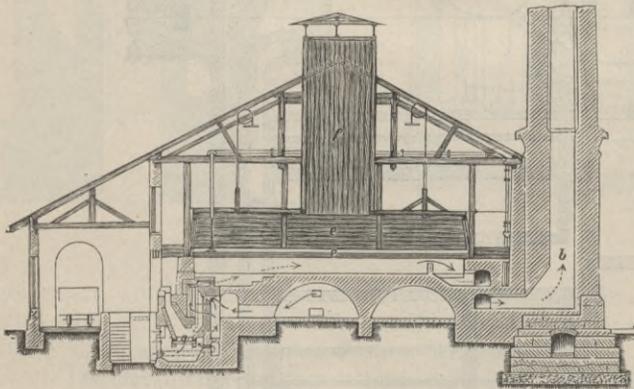


Fig. 292.

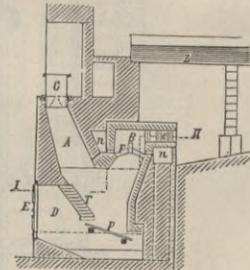
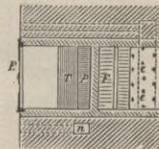


Fig. 293.

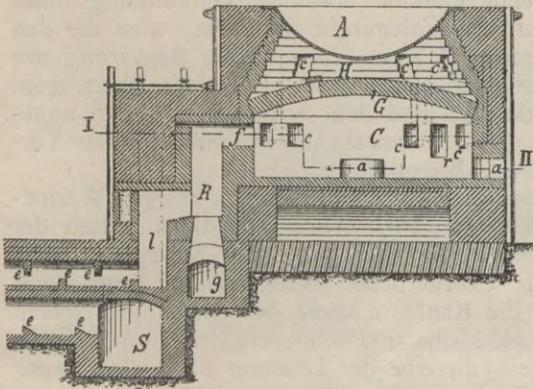


mittelbar in eine überwölbte Verbrennungskammer, in welcher dieselben mit vorgewärmter Luft zusammentrafen. Aus den Mündungen der Kammer unter der Sudpfanne trat eine klare ruhige Flamme, deren Länge und Beschaffenheit durch die vorhandenen Luftschieber leicht und sicher regulirt werden kann. Die Rauchgase enthielten im Mittel 13,0 Proc. Kohlensäure, 6,4 Proc. Sauerstoff und 80,6 Proc. Stickstoff; die Temperatur im Fuchs betrug 144 und 188°. Während der betreffenden Sudperiode vom 13. bis 23. December stellten sich Materialverbrauch und Salzproduction der beiden Pfannen auf:

Torfverbrauch	64 220 k	130 390 k
Soole von 6° versotten etwa	364,9 cbm	738,4 cbm
Producte: Kochsalz	100 750 k	198 400 k
Nebensalze	400	1 250
Pfannenstein	1 009	2 850
Zusammen feste Salze	102 150 k	202 500 k
Mutterlauge	12,0 cbm	35,2 cbm

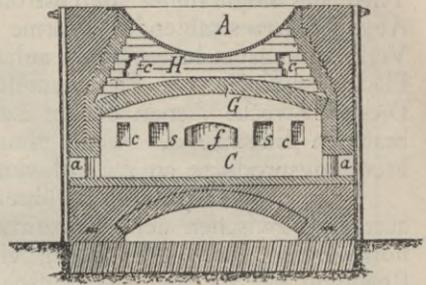
Bei der im Jahre 1880 für die Kainisch-Sudwerke erbauten Gasfeuerung sind die Sudpfannen 17,1 m lang und 7,6 m breit, für welche drei Generatoren A (Fig. 292 u. 293) mit Rosten T und P nach der Breite der Sudpfanne gleichmässig vertheilt hergestellt wurden. Die Regelung der Gasent-

Fig. 294.



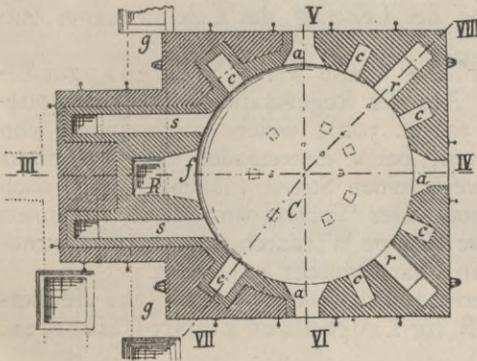
Schnitt III—IV

Fig. 295.



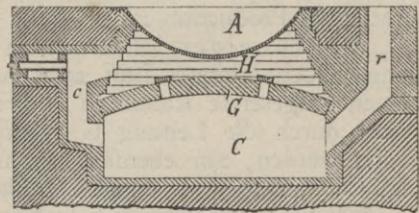
Schnitt V—VI.

Fig. 296.



Schnitt I—II.

Fig. 297.



Schnitt VII—VIII.

wicklung geschieht durch Luftklappen in der Thür E vor dem Aschenraum D. Der vom Füllschacht A (vgl. S. 131) getrennte Verbrennungsraum B enthält ein wagrechtes Gitterwerk F aus feuerfesten Ziegeln und ein senkrechttes Gitterwerk e. Zwischen beiden münden die Luftkanäle n. —

Beachtenswerth ist auch der Abdampf- und Calcinirofen von Fr. Siemens für die Verarbeitung von Salzen u. dgl. Die strahlende Wärme der Flamme soll im Glühraume, der darüber liegende Abdampfkessel soll durch die abziehenden Verbrennungsproducte erwärmt werden.

Das über den Glühraum C (Fig. 294 bis 297) gespannte Gewölbe G lässt unter der Schale A deren Heizraum H frei. Dieser steht durch die Kanäle c mit dem Calcinirraum C in Verbindung. Die Rutschen r dienen zum bequemen Einschütten des der Abdampfschale entnommenen zu calcinirenden Stoffes, dessen Vertheilung und Behandlung auf dem Calciniherd durch die Arbeitsthüren vorgenommen wird. Der gasförmige Heizstoff wird durch den Gaskanal g dem Ofen zugeführt und mischt sich mit der im Luftkanal l zuströmenden Brennluft in dem Brennraum R, welcher zur Sicherung eines gewissen Ueberdruckes im Calcinirraum unter die Unterkante der Arbeitsthüren gelegt ist. Die Heizflamme tritt durch den Fuchs f in den Glühraum und theilt sich dann, umkehrend, in zwei durch die Abzüge s nach dem gemeinsamen Schornsteinkanal S geführte Theile. Während die den oberen Theil des Glühraumes durchströmende Flamme dort ihre Verbrennung unter Abgabe ihrer strahlenden Wärme an das Calciniirgut vollendet, wird die den Verbrennungsproducten noch anhaftende Wärme durch directe Berührung mit Flächen auf die zur Flammenbildungsstelle strömende Brennluft übertragen. Diesem Zwecke dienen die im Luftkanal l und dem Schornsteinkanal S angebrachten Einsätze e, welche thunlichste Wärmeabgabe der abziehenden Verbrennungsproducte an die ankommende Brennluft bewirken.

Die nach dem Raum H führenden Kanäle c vermitteln den stetigen Wärmeaustausch zwischen dem Calcinirraum C und der Abdampfschale A mittels der nothwendig durch Abkühlung eintretenden Bewegung der Feuergase. Die Regelung der für die Abdampfschale erforderlichen Wärmemenge kann durch Einlegen von Scharmottesteinen in die Kanäle c leicht bewerkstelligt werden. Um aber ein Mittel zu haben, eine plötzliche und schnellere Erhitzung der Abdampfschale bewirken zu können, falls dieselbe der Leistung des Calcinirofens gegenüber zurückbleiben sollte, sind in dem Gewölbe des Calcinirraumes mit Scharmotteplatten abgedeckte Oeffnungen o angebracht, die vorkommendenfalls freigelegt werden, um der Abdampfschale rasch eine grössere Wärmemenge direct zuzuführen und dieselbe auf eine der Leistung des Calcinirraumes entsprechende Production zu bringen. —

R. Schneider verwendet, in ähnlicher Weise wie F. Siemens, zur Erzielung hoch erhitzter Luft zwei nach Art der Regeneration mit Scharmottesteinen ausgesetzte Kammern H (Fig. 301 u. 302), welche wechselweise von einem durch die Leitung G zugeführten, bei v eintretenden Strom Heizgas erhitzt werden, um ebenfalls wechselweise einen Strom glühender Luft nach dem Calcinirraum C abgeben zu können. Der Wechsel wird durch die unten mit dem Schornsteinkanale S verbundene Klappe W, durch welche oben atmosphärische Luft eintritt, sowie durch ein Paar Schieber u bewirkt.

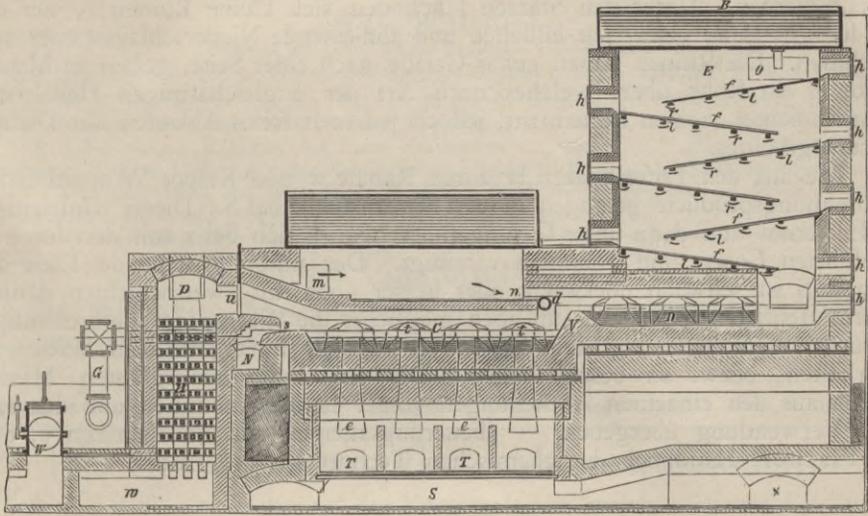
Diese Einrichtung ist nur dann erforderlich, wenn es sich um die Zerstörung übelriechender Gase handelt, z. B. für Laugen aus Zellstofffabriken, Wollwäschereien u. dgl.

Das durch Kanal N und Oeffnungen s in den Glühraum C tretende Gas verbrennt mit der durch die Schieber u zutretenden heissen Luft. Die Thüren t haben im unteren Theile ihres Futters Oeffnungen e, welche mit leicht entfernbaren Deckeln geschlossen werden können. Diese Oeffnungen stehen durch Kanäle im Mauerwerke in Verbindung mit dem Ausglühraume T und gestatten, das fertige Glühproduct in jeder Thür von C nach T hinabfallen zu lassen, ohne dass dasselbe erst vor den Oefen gebracht zu werden braucht. Bei den Oefen zur Wiedergewinnung der Soda bzw. Potasche der Holzstoff- und Strohstofffabriken, Wollwäschereien o. dgl. ist dies nothwendig, da die hier erhaltenen Glühproducte in glühendem Zustande dem Ofenraum entnommen werden.

Diese langsam ausglühenden und auskühlenden Massen entwickeln noch eine Menge empyreumatischer Gase, welche durch die nicht geschlossenen Oeffnungen e dem Ofen zugeführt und dort verbrannt werden.

Um die Gase völlig zu verbrennen, kann man zwischen C und D einen nach Art der Regeneratoren ausgesetzten Raum einschalten. Derselbe hat den Zweck, nochmals eine innige Mischung und daraus folgende Verbrennung der

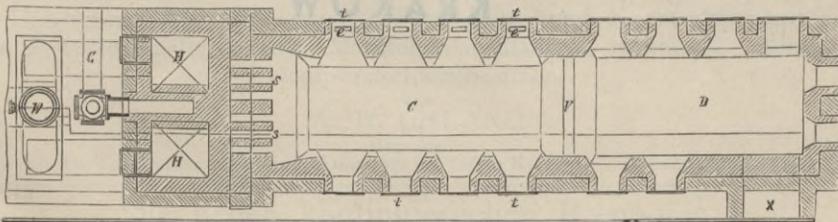
Fig. 298.



letzten etwa noch nicht verbrannten Theile der dem Glühräume C entweichenden Gase mit der durch Oeffnung m bzw. n zutretenden vorgewärmten atmosphärischen Luft zu bewirken. Nach Erfordern kann bei d noch Heizgas zugeführt werden. Bei anderen Betrieben ist dieser Regenerator nicht nöthig.

Die bei der Eindickung der Laugen in der Abtheilung D sich bildende Kruste, sowie die eingedickte Lauge selbst werden von D über die Brücke V

Fig. 299.



hinweg nach C geschoben oder gelangen durch Ueberlauf nach C. Bei sehr wasserhaltigen Flüssigkeiten wird es gut sein, statt eines zwei Eindickräume, bzw. auch statt eines zwei Glühräume zu schaffen, welche abwechselnd von einem gemeinschaftlichen Eindampfturme aus gespeist werden.

In dem mit Reinigungsöffnungen h versehenen Abdampfturme E sind schräg gestellte Platten f angebracht, über welche die aus dem Behälter B abgelassene Flüssigkeit nach D abläuft, während die Verbrennungsgase in ent-

gegengesetzter Richtung aufsteigen, um durch Oeffnung O zum Schornsteinkanale zu entweichen. Um den Zweck vollkommen zu erreichen, müssen die schrägen Platten so gestaltet sein, dass sie ein langsames Abfließen bei möglichst viel Oberfläche gestatten. Das erstere wird erreicht durch die entsprechende Schrägstellung der Platten, welche je nach Verhältnissen geändert werden kann durch die senkrechte Verstellung der diese stützenden Träger l. Die möglichst grosse Oberfläche wird dadurch erzielt, dass die Platten aus gewellten oder geriffelten, mit Vorsprüngen versehenen, oder ähnlich gestaltete Tafeln hergestellt werden. Unter den Stützen l befinden sich kleine Rinnen r, um das auf der Unterseite etwa sich bildende und abfliessende Niederschlagswasser aufzunehmen. Die Rinnen haben etwas Gefälle nach einer Seite, gehen im Mauerwerke in ein Rohr über, welches nach Art der ungleicharmigen Hebel sich selbst abdichtet, keinen Lufteintritt, jedoch jederzeit freies Abfließen des Dampfwassers gestattet.

Die aus den Lufterhitzern H durch Kanäle w und Klappe W abziehenden Verbrennungsproducte gelangen in den Schornsteinkanal S. Dieser wird seitlich um H herum und dann unter G hingeführt, wo er sich bei z mit den durch O abgeführten Gasen und Dämpfen vereinigt. Der unter T liegende Theil des Kanales S ist schwach überwölbt oder besser noch mit zwei Schichten dünner Scharmotteplatten abgedeckt, um noch möglichst die Wärme der Verbrennungsproducte auszunutzen und den Ausglühprocess der hinabgefallenen Massen zu unterhalten, bzw. zu beschleunigen. Die vollständig ausgeglühten Massen werden aus den einzelnen Abtheilungen von T herausgenommen und der weiteren Verwendung übergeben. — (Feuerungsanlagen für Sodafabriken u. dgl. vgl. Fischer: Handbuch der chemischen Technologie, 13. Aufl.)



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Comptoirhandbuch

für Architekten, Maurer- und Zimmermeister, sowie für Handwerksmeister
und Gewerbetreibende,

enthaltend die einfache und die doppelte Buchführung für Baugeschäfte, sowie eine Anleitung über die *Wechselordnung*, *Quittungen*, *Reverse*, *Bauverträge* u. s. w. und alle neueren *Gesetze* und *Erlasse* bezüglich der *Gewerbeordnung*, des *Krankenkassen-* und *Unfallgesetzes*, der *Reichsivilprozess-* und *Konkursordnung* u. s. w.

von
OTTO SCHMIDT

Architekt und Lehrer an der Bauschule zu Eckernförde.

Dritte umgearbeitete und vermehrte Auflage. In elegantem Leinwandband. Preis 4 Mark.

Baumeister BENKWITZ, welcher seit langen Jahren diese Art der Buchführung in seinem Geschäfte hat, schreibt in einer ausführlichen Besprechung des Buches in der *Baugewerks-Zeitung*: „. . . Ich kann meinen Kollegen das Buch entschieden empfehlen. . . . Die Erläuterungen und Begründungen sind so klar, dass jeder Bauhandwerker sich leicht diese Methode zu eigen machen kann. Es wird ihm durch das bezeichnete Werk eine Buchführung geboten, welche er direkt für sein Baugeschäft, sei es ein grösseres oder ein kleineres, verwenden kann.“

Die Gasfeuerung

oder die rationelle Konstruktion industrieller Feuerungs-Anlagen
unter besonderer Berücksichtigung der Kalkbrennerei und der Thonwaren-Industrie.

Von
L. RAMDOHR.

Zweite Auflage. 2 Teile. Mit Text-Illustrationen und 11 lithogr. Tafeln. Preis 8 Mark.

Die neueren Dampfkessel-Konstruktionen

mit besonderer Berücksichtigung der Kesselanlagen, welche sich auf der Pariser Weltausstellung 1878 im Betrieb befanden. Beschreibung und Untersuchung der wichtigsten Typen stationärer und transportabler Dampfkessel neuester Konstruktion; der Armaturen, Einmauerungen, Schornsteine etc. mit Angabe der Konstruktionsprinzipien und Versuchsergebnisse.

Von
C. BERETTA und E. DÉSNOS

Ingenieure beim Maschinendienst der Weltausstellung 1878.
30 fein kolorierte Tafeln mit beschreibendem Text. In Mappe. Preis 30 Mark.

Die Woolf'schen und Compound-Dampfmaschinen.

Eine Darstellung der Entwicklung, Fortschritte und Konstruktionsprinzipien dieser Systeme für Ingenieure, Maschinenfabrikanten, technische Schulen und Dampfmaschinenbesitzer.

Von
W. H. UHLAND

Ingenieur.
2 Teile mit 57 Textfiguren und einem Atlas von 18 Tafeln Konstruktionszeichnungen. Preis 12 Mk.

Die neuen kontinuierlichen Brennöfen

zum Brennen von Ziegelsteinen, Thonwaren, Chamotte-, Cement- u. Kalksteinen.
Vollständige Anweisung zur Ausführung und zum Veranschlagen der Ringöfen,
mit Zubehör von Schuppen, Schornsteinen, Trockenanlagen etc.

Von
B. LIEBOLD

Architekt in Holzminde.

I. Teil. Mit 5 Tafeln und 60 Holzschnitten. Preis 12 Mark.

II. Teil: Die Trockenanlagen für Ziegeleien.

Mit 26 Holzschnitten und 2 Tafeln. Preis 6 Mark.

DIE
GESAMTE HOCHBAUKUNST.

Ein Lehr- und Handbuch

für

ARCHITEKTEN, BAUHANDWERKER UND BAUSCHÜLER.

Herausgegeben von

J. PROMNITZ, Kgl. Landbaumeister in Breslau; Dr. C. A. MENZEL, Kgl. Universitäts-Bauinspektor und Professor; Dr. F. HEINZERLING, Kgl. Baurat und Professor an der technischen Hochschule zu Aachen; E. NOWAK, Ingenieur, und C. SCHWATLO, Regierungs- und Baurat, ord. Professor an der technischen Hochschule zu Berlin.

4 Bände mit 4000 Illustrationen.

Preis der 4 Bände zusammengenommen brosch. M. 30.—, eleg. geb. M. 36.—

Inhalt:

Band I.
Der Holzbau. (Der prakt. Zimmermann.) 3. Aufl.
Band II.
Der Steinbau. (Der prakt. Maurer.) 8. Aufl.
Band III.
Der Metallbau. 3. Aufl.

Band IV.
Handbuch zur Beurteilung und Anfertigung von Bauanschlügen. 8. vielfach vermehrte, nach den neuesten Verordnungen des Kgl. Preussischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten gänzlich umgearbeitete Auflage.

Auch in Lieferungen à 50 Pf. oder in einzelnen Bänden (Preis für Bd. I—III à M. 10.—; Bd. IV M. 8.—; gebunden je M. 1,50 mehr) zu beziehen.

HANDBUCH
DER
BAUKONSTRUKTIONSLEHRE

VON

GERMANO WANDERLEY

Architekt, Fachvorstand und k. k. Professor an der Staatsgewerbeschule in Brünn.

- Band I. **Die Konstruktionen in Holz**, insbesondere die Arbeiten des Zimmermanns. III. Aufl. Mit 710 Abbild. Preis 8 Mark, eleg. geb. 9 M. 50 Pfg.
„ II. **Die Konstruktionen in Stein**, 2. Aufl. Mit 526 Holzschn. u. 6 Tafeln. Preis 8 Mark. (Dritte Auflage erscheint Frühjahr 1889.)
„ III. **Die Konstruktionen in Eisen**, die Bedachungen, die Treppen, der innere Ausbau, der Grundbau. 2. Aufl. Mit 500 Holzschn. u. 10 Tafeln. Preis 10 Mark.

DIE LÄNDLICHEN
WIRTSCHAFTSGEBÄUDE

mit Einschluss der Heger-, Unter- und Oberförsterwohnungen, der Pächter- und Gutsherrnhäuser

in ihrer Konstruktion, ihrer Anlage und Einrichtung.

Herausgegeben von

GERMANO WANDERLEY

Architekt, Fachvorstand und k. k. Professor an der Staatsgewerbeschule in Brünn.

4 Bände. Mit 2098 Abbildungen. Preis 30 Mark, eleg. geb. 34 M. 50 Pf.

Inhalt: Die Konstruktion der ländlichen Hofgebäude. Die Einrichtung und Anlage der ländlichen Hofgebäude. Die ländlichen Wohngebäude. Die Gebäude zur Unterbringung des Viehes.

Auch in 30 Heften à 1 Mark zu beziehen.

2-22

GESAMTE HOCHBAUKUNST

VON DR. ING. CARL VON HASE

HANDBUCH

BAUKONSTRUKTIONSLEHRE

VON DR. CARL VON HASE

DIE LÄNDLICHEN

WIRTSCHAFTSGEBAUDE

S-96

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000297523