



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299050

x  
2.255



# Rauchplage und Brennstoffverschwendung und deren Verhütung

von

**Ernst Schmatolla**

Dipl. Hütten-Ingenieur und Patent-Anwalt

Mit 68 in den Text gedruckten Figuren

*F. No. 24578*



Verlag von Gebrüder Jänecke  
1902

*03*

X  
2.25

---

Alle Rechte, namentlich das der Übersetzung, vorbehalten

---

115384



Hofbuchdruckerei Gebrüder Jänecke, Hannover

Akc. Nr. 5101 50

# VORWORT.

---

Ueber die Ursachen der Rauchentwicklung und die Natur des Schornsteinqualmes herrschen selbst in Techniker- und Fabrikantenkreisen vielfach noch falsche Vorstellungen.

Die Besitzer und Leiter von Feuerungsanlagen machen es sich selten klar, dass der Rauch nur das Zeichen und die Folge unvollkommener Verbrennung ist, welche Brennstoffverschwendung bedeutet.

Um Rauch und Brennstoffverschwendung zu vermeiden, muss man sich vor allem darüber klar sein, auf welche Ursachen diese zurückzuführen sind, und welche Prozesse sich im Feuer abspielen. Aus der Erkenntnis dieser Ursachen und Vorgänge ergeben sich die Mittel zur Verhütung des Rauches und der Brennstoffverschwendung.

Von diesen Gesichtspunkten ist der Verfasser ausgegangen.

In dem vorliegenden Werkchen sind zunächst die im Feuer sich abspielenden Prozesse und die Ursachen der Rauchentstehung kurz und in einer weiteren Kreisen verständlichen Sprache beschrieben.

Die einfachen Mittel zur Rauchverhütung und Vermeidung von Brennstoffverschwendung sind an Hand einiger Beispiele erläutert.

Da man mittels der Generatorgasfeuerungen am sichersten eine vollkommene und rauchfreie Verbrennung erzielen kann, sind diese ziemlich eingehend behandelt.

Die wichtigsten einschlägigen Patente, welche am Ende des Jahres 1901 noch zu recht bestanden haben und deren Kenntnis auch, um Patentverletzungen zu vermeiden, von Wichtigkeit ist, sind in einem besonderen Kapitel kurz aufgeführt.

Um eine rationelle Verbrennung zu erzielen, ist eine regelmässige Untersuchung der Verbrennungsgase von grosser Bedeutung; es sind daher in dem letzten Kapitel die einfachsten Methoden bezw. Vorrichtungen zur Untersuchung der Feuergase kurz erläutert.

Möge der Wunsch des Verfassers, mit diesem schlichten Werkchen den Fortschritt der Industrie zu fördern, in Erfüllung gehen.

Berlin, im Januar 1902.

**Ernst Schmatolla.**



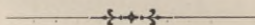
# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Teil.	
Der Verbrennungsprozess im allgemeinen . . . . .	1—6
II. Teil.	
Die unvollkommene Verbrennung ohne sichtbare Rauchentwicklung	6—14
III. Teil.	
Die unvollkommene Verbrennung und ihre Verhütung bei Dampfkessel- und Rostfeuerungen . . . . .	14—26
IV. Teil.	
Die Schrägrost-, Treppenrost-, Halbgas- und Gasfeuerungen . . . . .	26—43
Die Schrägrostfeuerung . . . . .	28
Die Treppenrostfeuerung . . . . .	29
Die Halbgasfeuerung . . . . .	30
Die Generator-Gasfeuerung . . . . .	35
V. Teil.	
Patentirte Rauchverbrennungsapparate und Feuerungen . . . . .	43—73
Die Feuerung von J. Hinstin, Paris, D. R.-P. Nr. 63565 . . . . .	44
Die Feuerung von Josef Kudlicz, Prag-Bubna, D. R.-P. Nr. 68502 . . . . .	47
Die Feuerung von Fränkel & Co., Leipzig-Lindenau, D. R.-P. Nr. 71420 . . . . .	47
Die Feuerung von Kowitzke & Co., Berlin, D. R.-P. Nr. 74010 . . . . .	50
Die Feuerung von G. W. Kraft, Dresden, D. R.-P. Nr. 79015 . . . . .	52
Die Feuerung von Hans Lutz und Wilhelm Schäfer, München, D. R.-P. Nr. 81167 . . . . .	53
Die Feuerung von Joseph Hinstin, Paris, D. R.-P. Nr. 85732 . . . . .	54
Die Feuerung von A. Schaper, Hamburg, D. R.-P. Nr. 86287 und 86529 . . . . .	54

	Seite
Die Feuerung von Kowitzke & Co., Berlin, D. R.-P. Nr. 87764 . . . . .	56
Die Feuerung von Hans Lutz, Nürnberg, und Wilhelm Schäfer, München, D. R.-P. Nr. 87955. . . . .	56
Die Feuerung von Paul A. F. Schulze, Dresden-Plauen, D. R.-P. Nr. 89681. . . . .	58
Die Feuerung von August Krippel, Wien, D. R.-P. Nr. 91332 . . . . .	59
Die Feuerung von Robert Zeiller, München, D. R.-P. Nr. 91787 . . . . .	59
Die Feuerung von Dr. C. H. G. Bock, Hamburg, D. R.-P. Nr. 96185. . . . .	61
Die Feuerung von Hermann Gasch, Friedenshütte bei Morgenroth, O.-S., D. R.-P. Nr. 102678 . . . . .	64
Die Feuerung von Fröhlich & Co., Leipzig-Reudnitz, D. R.-P. Nr. 106978 . . . . .	64
Die Feuerung von Walther Dürr, München, D. R.-P. Nr. 112156 . . . . .	65
Die Feuerung von A. Piontek, Braunschweig, D. R.-P. Nr. 114909 . . . . .	66
Die Feuerung von Robert Zeiller, München, D. R.-P. Nr. 115969 . . . . .	66
Die Feuerung von H. Böttger, Dresden, D. R.-P. Nr. 116063 . . . . .	69
Die Feuerung von F. W. Bergmann, Barmen, D. R.-P. Nr. 116777 . . . . .	69
Die Feuerung von Friedrich Pampus, Waldbroel, D. R.-P. Nr. 120815 . . . . .	70
Die Feuerung von E. J. Schmidt, Hamburg, D. R.-P. Nr. 121889 . . . . .	71
Die Feuerung von Karl Friedrich Schumann, Hoster- witz bei Dresden, D. R.-P. Nr. 123300 . . . . .	72
Die Feuerung von Edwin Zeiller und Robert Zeiller, München, D. R.-P. Nr. 124631 . . . . .	72

## VI. Teil.

<b>Die Untersuchung der Feuergase. . . . .</b>	<b>73—84</b>
--	--------------



## I. Teil.

### Der Verbrennungsprozess im allgemeinen.

Um bei Industriefeuernungen Rauch und Brennstoffverschwendung zu vermeiden, muss man sich vor allem darüber klar sein, welche chemischen und physikalischen Vorgänge sich im Feuer bezw. bei der Verbrennung abspielen und wodurch der Rauch bezw. die unverbrannten Gase, welche die lästigen Bestandteile des Schornsteinqualmes bilden, entstehen.

Die wichtigste Rolle bei den Verbrennungsprozessen spielt einerseits der Kohlenstoff, andererseits der Sauerstoff der Luft.

Der Kohlenstoff (C Atomgewicht 12) ist ein Grundstoff oder Element, welches in der Natur in reinem Zustande nur als Diamant und Graphit vorkommt. Dieser Grundstoff bildet den wichtigsten brennbaren Bestandteil der in der Natur vorkommenden Brennstoffe, als welche im besonderen zu nennen sind: Holz, Torf, Lignit, Braunkohle, Steinkohle, Anthracit. Der wichtigste Bestandteil des Holzes ist die Cellulose ( $C_6 H_{10} O_5$ ), welche nach der chemischen Formel aus 6 Atomen Kohlenstoff, 10 Atomen Wasserstoff und 5 Atomen Sauerstoff besteht.

Bedeutend kohlenstoffhaltiger als das Holz sind die durch Vermoderung des Holzes unter Luftabschluss entstandenen fossilen Brennstoffe, der Torf, der Lignit, die Braunkohle, Steinkohle und der Anthracit; der Torf ist der jüngste, der Anthracit der älteste fossile Brennstoff. Je älter die fossilen Brennstoffe sind, um so kohlenstoffreicher sind sie. Neben dem Kohlenstoff enthalten die in der Natur vorkommenden Brennstoffe an diesen chemisch gebundenen Sauerstoff und Wasserstoff.

Der Sauerstoff (O Atomgewicht 16). Dieser gasförmige Grundstoff bildet, wie bereits erwähnt, einen Bestandteil der atmosphärischen Luft, er ist auch in allen in der Natur vorkommenden Brennstoffen an Kohlenstoff und Wasserstoff gebunden enthalten; in freiem Zustande ist er ein farb- und geruchloses Gas.

Der Wasserstoff (H Atomgewicht 1) ist ebenfalls ein Gas, welches aber in freiem Zustande in der Natur sehr selten vorkommt; er ist das leichteste Gas. Ein Liter desselben wiegt bei gewöhnlichem atmosphärischen Druck 0,089578 g. Gleich dem Kohlenstoff ist der Wasserstoff ein brennbares Element,

durch dessen Verbrennung mit Sauerstoff sehr grosse Wärmemengen entwickelt werden. (1 kg Kohlenstoff entwickelt bei vollkommener Verbrennung mittelst Sauerstoff 8080 Wärmeinheiten oder Kalorien\*), 1 kg Wasserstoff dagegen 29 140 Kalorien oder Wärmeeinheiten.)

Der Stickstoff (N Atomgewicht 14) kommt für den Verbrennungsprozess nur als verdünnender Bestandteil der Luft in Betracht, dieser Grundstoff ist ein nicht brennbares Gas; 1 l dieses Gases wiegt bei normalem atmosphärischem Druck und 0° C. 1,256 g.

Die atmosphärische Luft besteht, wie bereits erwähnt, aus 21 Teilen Sauerstoff und 79 Raumeinheiten Stickstoff, oder 23 Gewichtsteilen Sauerstoff und 77 Gewichtsteilen Stickstoff. 1 l Luft wiegt 1,293 g.

Zu den Grundstoffen, welche beim Verbrennungsprozesse eine nicht unwichtige Rolle spielen, kann man auch den Schwefel rechnen, weil dieser in den meisten natürlichen, namentlich in den fossilen Brennstoffen in oft erheblichen Mengen vorkommt, und seine Verbrennungsprodukte in den Feuergasen auftreten.

Der Schwefel (S Atomgewicht 32) ist ein brennbarer Grundstoff; er verbrennt mit Sauerstoff zu schwefliger Säure  $\text{SO}_2$ , deren stickender Geruch bekannt ist.

Die oben erwähnten Grundstoffe gehen miteinander chemische Verbindungen ein, welche teils feste Körper, teils flüssig, teils gasförmig sind. Das brennbare Element Kohlenstoff geht mit dem Sauerstoff der Luft zwei Verbindungen ein. Das Kohlenoxydgas  $\text{CO}$ , welches man als eine ungesättigte Verbindung bezeichnen kann und welches aus 1 Atom Kohlenstoff und 1 Atom Sauerstoff besteht, und die Kohlensäure  $\text{CO}_2$ , welche eine gesättigte Verbindung ist und aus 1 Atom Kohlenstoff und 2 Atomen Sauerstoff besteht. Das Kohlenoxyd ist ein brennbares, die Kohlensäure ein nicht mehr brennbares Gas. Das brennbare Element Wasserstoff verbindet sich mit Sauerstoff zu Wasser  $\text{H}_2\text{O}$ , welches aus 2 Atomen Wasserstoff und 1 Atom Sauerstoff besteht. Das Element Schwefel bildet mit dem Element Sauerstoff, wie bereits erwähnt, die Verbindung schweflige Säure  $\text{SO}_2$ .

---

\*) 1 Kalorie oder Wärmeeinheit (cal. oder WE.) ist diejenige Wärmemenge, welche erforderlich ist, um die Temperatur von 1 kg oder 1 Liter Wasser um 1° zu erhöhen.

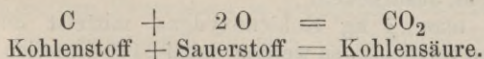
Die brennbaren Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff gehen auch untereinander Verbindungen ein, von denen namentlich die Verbindungen zwischen Kohlenstoff und Wasserstoff, welche man Kohlenwasserstoffe nennt, in der Feuerungstechnik eine wichtige Rolle spielen.

Die Kohlenwasserstoffe sind teils fest, teils flüssig, teils gasförmig. Von den Kohlenwasserstoffen treten namentlich folgende in den Verbrennungsprozessen häufig auf:

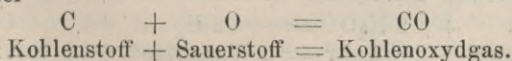
Das Metan oder Grubengas ( $\text{CH}_4$ ), das Aetan ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) und das Aetylen oder ölbildende Gas ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ).

Der Schwefel verbindet sich mit dem Wasserstoff zu Schwefelwasserstoff, welches ein übelriechendes brennbares Gas ist und an dessen Geruch man häufig die unvollkommene Verbrennung erkennen kann. Er bildet sich in den Feuerungen, wenn Schwefel, Kohle und Wasserdampf bei nicht genügendem Vorhandensein von Sauerstoff aufeinander einwirken, nach der Formel  $\text{S} + \text{H}_2\text{O} + \text{C} = \text{H}_2\text{S} + \text{CO}$ .

Wir wenden uns nunmehr einer ganz kurzen Betrachtung der bei der Verbrennung von natürlichen Brennstoffen stattfindenden chemischen Prozesse zu und gehen zunächst von dem Kohlenstoff aus, welcher in fast reiner Form als Holzkohle und Koks durch trockene Destillation, d. h. Erhitzen unter Luftabschluss von Holz resp. Steinkohle, gewonnen wird. Lässt man auf Kohlenstoff bei einer höheren Temperatur, welche man die Entzündungstemperatur nennt und welche für den Kohlenstoff bei etwa  $700^\circ$  liegt, den Sauerstoff der Luft einwirken, so verbindet sich der Kohlenstoff mit dem Sauerstoff unter Wärme- und Lichtentwicklung zu Kohlensäure nach der Formel

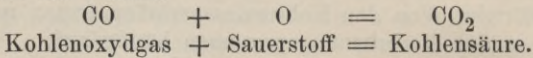


Man nennt diesen Verbrennungsprozess, dessen unmittelbares Verbrennungsprodukt die Kohlensäure ist, vollkommene Verbrennung. Wie bereits erwähnt, entstehen durch vollkommene Verbrennung von 1 kg Kohlenstoff 8080 WE. Ist nicht genügend Sauerstoff zur vollkommenen Verbrennung vorhanden, so findet eine unvollkommene Verbrennung statt, deren Produkt das Kohlenoxyd, ein noch brennbares Gas ist. Dasselbe entsteht durch Verbindung von 1 Atom Kohlenstoff mit 1 Atom Sauerstoff nach der Formel

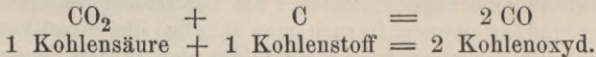


Die unvollkommene Verbrennung des Kohlenstoffs mit Sauerstoff zu Kohlenoxyd findet ebenfalls unter Licht- und Wärmeentwicklung statt; es werden durch Verbrennung von 1 kg Kohlenstoff zu Kohlenoxydgas 2387 WE. frei.

Das Kohlenoxydgas verbrennt mit Sauerstoff zu Kohlensäure nach der Formel



Das Kohlenoxydgas entsteht aber auch in den Feuerungen durch Reduktion bezw. Rückbildung der durch die vollkommene Verbrennung entstandenen Kohlensäure nach der Formel



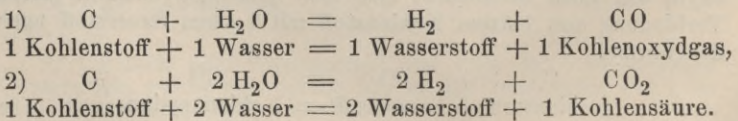
Während bei der Bildung von Kohlenoxydgas durch unvollkommene Verbrennung von Kohlenstoff nach der Formel  $\text{C} + \text{O} = \text{CO}$  Wärme entwickelt wird, wird bei der Rückbildung bezw. Reduktion der Kohlensäure zu Kohlenoxydgas Wärme verbraucht. Erstere Reaktion nennt man eine exothermische, letztere eine endothermische.

Die Rückbildung der Kohlensäure zu Kohlenoxydgas findet häufig bei Feuerungsanlagen unter dem Einflusse des hochglühenden Kohlenstoffes statt. Diese Rückbildung spielt in den Generatorfeuerungen eine grosse Rolle, und es wird bei diesen letzteren auf diesen Prozess besonders hingearbeitet.

Die durch den Reduktionsprozess bezw. die Bildung von Kohlenoxyd aus Kohlensäure durch Einwirkung von glühenden Kohlenstoffen entwickelten Wärmemengen lassen sich ebenfalls durch Zahlen ausdrücken.

Wenn man 1 kg Kohlenoxydgas mittelst Sauerstoff zu Kohlensäure verbrennt, so werden dabei 2440 Kalorien entwickelt, dieselbe Wärmemenge muss angewendet, also verbraucht werden, um aus der dadurch entstandenen Kohlensäure das Kohlenoxydgas durch Reduktion zurückzubilden.

Neben dem Sauerstoff der Luft spielt bei den Feuerungen und namentlich bei den Generatorfeuerungen auch der Wasserdampf eine grosse Rolle. Wasserdampf setzt sich mit glühendem Kohlenstoffe nach zwei Formeln um:



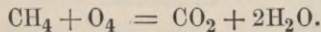
Der Prozess nach der ersten Formel vollzieht sich bei höheren Temperaturen etwa über 1000<sup>0</sup>; der Prozess nach der zweiten Formel findet bei niedrigerer Temperatur statt. Unter 800<sup>0</sup> verläuft derselbe fast ausschliesslich nach der zweiten Formel.

Die durch obige beide Formeln ausgedrückten Prozesse spielen bei der Mischgas- oder Dowsongas- und bei der Wassergas-Darstellung eine grosse Rolle.

Bei den bisher betrachteten Prozessen ist als Brennstoff reiner Kohlenstoff vorausgesetzt. Alle rohen Brennstoffe aber, zu welchen im besonderen gehören: Holz, Torf, Lignit, Braun- und Steinkohle und Anthracit, enthalten jedoch ausser Kohlenstoff erhebliche Mengen von Wasserstoff und auch Sauerstoff. Dieser Wasserstoff- und Sauerstoffgehalt lässt sich aus der Zusammensetzung der Cellulose, dem brennbaren Hauptbestandteil des Holzes, erklären. Der Sauerstoff nimmt bei den fossilen Brennstoffen mit dem Alter derselben ab, während der Wasserstoffgehalt sich verhältnismässig wenig vermindert. Der Wasserstoff ist in den fossilen Brennstoffen in sehr verschiedener Gruppierung an Kohlenstoff gebunden, und zwar sind darin sowohl Kohlenwasserstoffe der Reihe  $C_nH_{2n+2}$  (gesättigte Kohlenwasserstoffe) als auch der Reihe  $C_nH_{2n}$  (ungesättigte Kohlenwasserstoffe) enthalten. Auf den Gehalt an Kohlenwasserstoffen ist bei der Verbrennung von rohen Brennstoffen im besonderen die Rauch- und Qualmbildung zurückzuführen.

Die Kohlenwasserstoffe, welche sich durch die Einwirkung der Wärme in den Feuerungen aus den fossilen Brennstoffen entwickeln, sind zumeist Methan ( $CH_4$ ), Aethan ( $C_2H_6$ ), Aethylen ( $C_2H_4$ ) und ferner die flüssigen teerbildenden Kohlenwasserstoffe, welche sich in den Feuergasen in Dampfform vorfinden.

Wenn die Bedingungen für eine vollkommene Verbrennung vorhanden sind, verbrennen auch die Kohlenwasserstoffe vollkommen zu Kohlensäure und Wasserstoff, z. B. das Methan nach folgender Formel

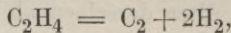


Das Methan hat einen sehr hohen Heizeffekt. Es entstehen nämlich durch vollkommene Verbrennung von 1 kg Methan 12 000 WE.

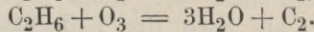
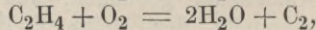
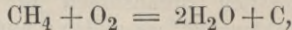
Die Entstehung von sichtbarem Rauch bei Verwendung fossiler Brennstoffe ist vor allem darauf zurückzuführen, dass die Kohlenwasserstoffe sich bei höherer Temperatur unter Ausscheidung von Kohlenstoff in Form von Russ

oder Grafit zersetzen und dass die Bedingungen für die vollkommene Verbrennung dieses ausgeschiedenen Kohlenstoffs nicht gegeben sind. Ist nicht genügend Sauerstoff vorhanden, so verbindet sich der vorhandene Sauerstoff in erster Linie mit dem Wasserstoffbestandteile der Kohlenwasserstoffe, und der Kohlenstoff bleibt unverbrannt. Aber auch bei Ueberschuss von Sauerstoff kann der Kohlenstoff unverbrannt bleiben, wenn er die Temperatur, welche zu einer Verbrennung notwendig ist, nicht vorfindet. Diese Temperatur nennt man die Verbrennungstemperatur. Dieselbe liegt für Kohlenstoff bei etwa  $700^0$ , für grafitartigen Kohlenstoff sogar höher. Auch die Gase benötigen für Verbrennung nicht nur Sauerstoff, sondern auch höhere Temperatur.

Die Zersetzung von Kohlenwasserstoff beim Erhitzen erfolgt z. B. bei Abwesenheit von Sauerstoff nach der Formel



bei nicht ausreichendem Sauerstoff nach folgenden Formeln:



Man redet gewöhnlich immer von Rauchentwicklung, Rauchbildung, Rauchplage und meint dabei wohl zumeist den für das Auge sichtbaren Rauch. Die für das Auge sichtbaren Bestandteile des Rauches sind jedoch bei weitem harmloser als die unsichtbaren, thatsächlich der Gesundheit schädlichen Bestandteile desselben, zumal die sichtbaren Bestandteile des Rauches, die kaum gesundheitsschädlich sind, einen geringen Bestandteil des so vielen Industrie-Schornsteinen entsteigenden Qualmes bilden. Der Hauptbestandteil besteht vielmehr aus unverbrannten Kohlenwasserstoff-Gasen und sehr erheblichen Mengen Kohlenoxyd, welche giftig sind, während der Russ nur zu den lästigen, nicht zu den giftigen Bestandteilen gerechnet werden kann.

## II. Teil.

### Die unvollkommene Verbrennung ohne sichtbare Rauchentwicklung.

Um mit Sicherheit eine rauchfreie Verbrennung zu erzielen, wendet man sehr häufig, namentlich bei Centralheizungs-Anlagen, jedoch auch bei vielen industriellen Prozessen, Koks an. Man erzielt durch Anwendung dieses Brennstoffes wörtlich genommen



wohl eine rauchfreie Verbrennung, deren aus dem Schornsteine entweichenden Produkte nicht sichtbar sind, in Wirklichkeit enthalten diese Gase jedoch häufig sehr erhebliche Mengen von Kohlenoxydgas, welches viel schädlicher ist und dessen Bildung mit weit grösserer Brennstoffverschwendung verbunden ist, als dies bei dem mit Steinkohlen oder anderen rohen Brennstoffen beschickten Feuerungsanlagen entwickelten sichtbaren Rauch der Fall ist.

Als einfachstes Beispiel will ich hier den in Deutschland in tausenden Exemplaren in der Metall- und chemischen Industrie gebräuchlichen Tiegelofen anführen, welcher in Fig. 1 und 2 schematisch im senkrechten und Horizontalschnitt veranschaulicht ist.

Bei diesem Ofen steht der Tiegel auf einem Roste, umgeben von einer hohen Koks-schicht. Die Höhe der Koks-schicht variiert mit der Grösse des Tiegels. Sie beträgt aber in den meisten Fällen, da der Tiegel gewöhnlich auf einem ziemlich hohen Untersatz steht, 50 bis 80 cm. Die meisten derartigen Tiegelöfen sind mit natürlichem Zuge betrieben. Kurz über dem Roste, wo noch genügend Sauerstoff vorhanden ist, findet eine vollkommene Ver-

verbrennung des Kohlenstoffes statt. Jedoch schon in geringer Höhe oberhalb des Rostes, ungefähr in einer Höhe von 20—25 cm, ist der meiste Sauerstoff verbraucht und derselbe befindet sich dort nur noch in starker Verdünnung. Es bildet sich daher in den höheren Koksschichten durch unvollkommene Verbrennung Kohlenoxydgas, ja noch mehr, die über dem Roste gebildete Kohlensäure wird in den höheren Schichten durch den glühenden Kohlenstoff zum Teil wieder zu Kohlenoxydgas reduziert, und es entweichen einem solchen Tiegelofen oft sehr erhebliche Mengen Kohlenoxydgas.

Dieses giftige Gas gelangt durch den Schornstein ins Freie. Da das Kohlenoxydgas auch ein brennbares Gas ist, so bedingt

Fig. 1.

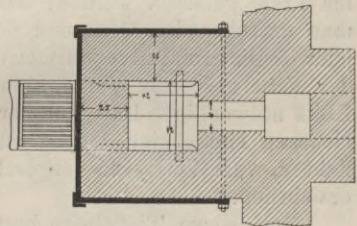
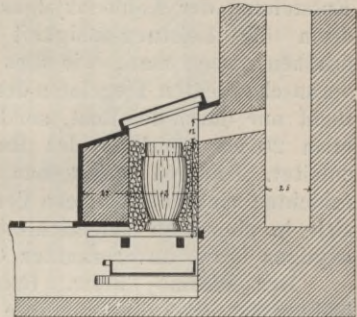


Fig. 2.

dessen Entstehung und unbenutztes Entweichen einen gewissen Brennstoffverlust, welcher oft sehr erheblich ist. Ein weiterer Wärmeverlust ist dadurch bedingt, dass man die Feuergase aus solchen und ähnlichen Oefen, welche den Tiegelofenschacht meist mit sehr hoher Temperatur verlassen, unbenutzt zur Esse ziehen lässt.

Die dadurch bedingten Brennstoffverluste lassen sich durch sehr einfache Vorrichtungen vermeiden. Man kann schon die Entstehung der Kohlenoxydgase erheblich verringern und obendrein die Leistungsfähigkeit eines solchen Koksofens sehr erhöhen, wenn man, wie dies beispielsweise bei dem in Fig. 3 veranschaulichten Tiegelofen der Fall ist, die Luft in den Schacht nicht nur durch den Rost, sondern auch in einer gewissen Höhe, etwa 20 cm oberhalb des Rostes, durch seitliche Kanäle *g* zuleitet. Dadurch erzielt man, dass auch in den höheren Koks-schichten eine vollkommene Verbrennung stattfindet, und es wird sich in einem so eingerichteten Tiegelofen nur wenig Kohlenoxydgas bezw. unverbranntes Gas bilden können.

Der Wärme- bzw. Brennstoffverlust, welcher dadurch bedingt ist, dass die Feuergase mit hoher Temperatur unbenutzt ins Freie gelassen werden, kann man dadurch vermeiden, dass man zwischen den Ofen und den Schornstein einen Rekuperator oder Gegenstromluftvorwärmer einschaltet, in welchem die Wärme der Feuergase zur Vorwärmung der für die Verbrennung des Koks notwendigen Luft nutzbar gemacht wird. Eine solche Einrichtung einfachster Art ist auch bei der in Fig. 3 veranschaulichten, vom Verfasser vorgeschlagenen Tiegelofen-Konstruktion ersichtlich.

Bei diesem Tiegelofen besteht der verlängerte Fuchskanal *c*, welcher die Feuergase aus dem Tiegelofenschachte *a* nach der Esse *e* führt, aus Röhren, welche in einen etwas weiteren Kanal *d* eingebaut sind; durch diesen Kanal wird mittels eines von der Aschengrube *b* ausgehenden Verbindungskanals *f* Luft zu den seitlichen Luftdüsen *g*<sup>1</sup> geleitet. In dem Kanal *d* wird diese Luft durch die von den Feuergasen, die durch die Röhren *c* streichen, ausgestrahlte Wärme stark erhitzt. Ausserdem nimmt diese Luft noch in dem das Chamottefutter des Tiegelofenschachtes umgebenden Ringkanal *g* erhebliche Wärmemengen auf und sie gelangt daher in hoch erhitztem Zustande in den Tiegelofenschacht; diese Vorwärmung der Luft ist nicht nur deshalb von grosser Wichtigkeit, weil ein grosser Teil der sonst ins Freie entweichenden Wärme dem Ofen wieder zugeführt

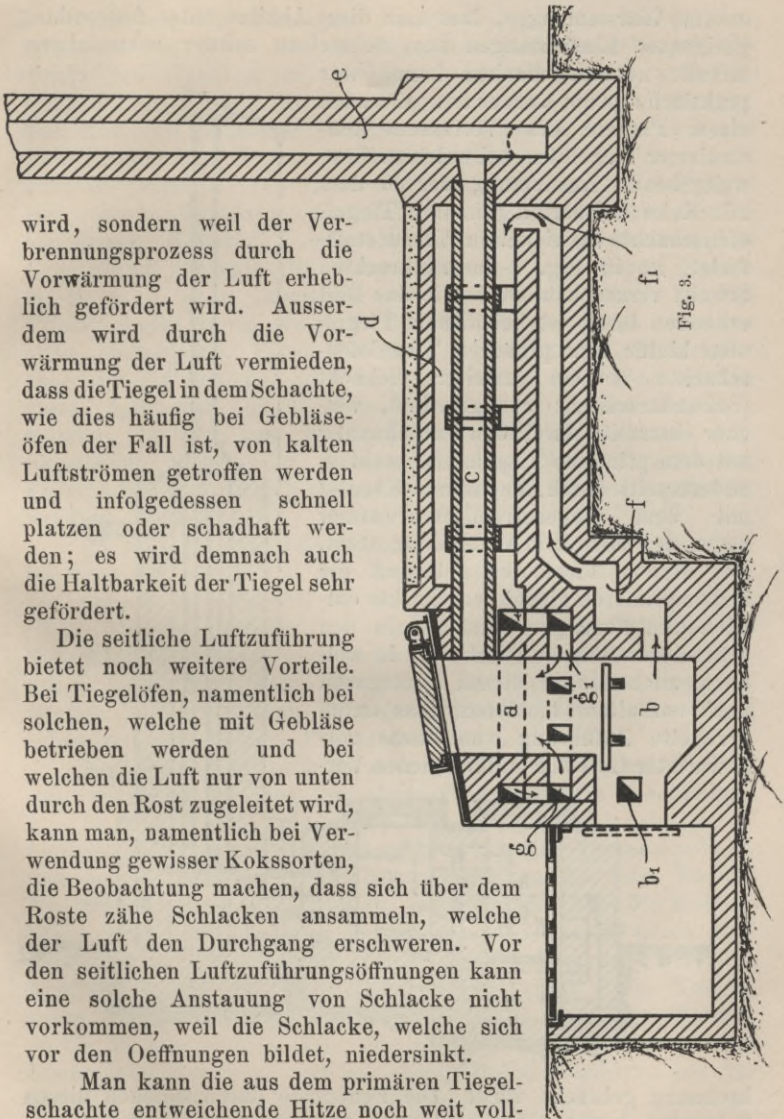


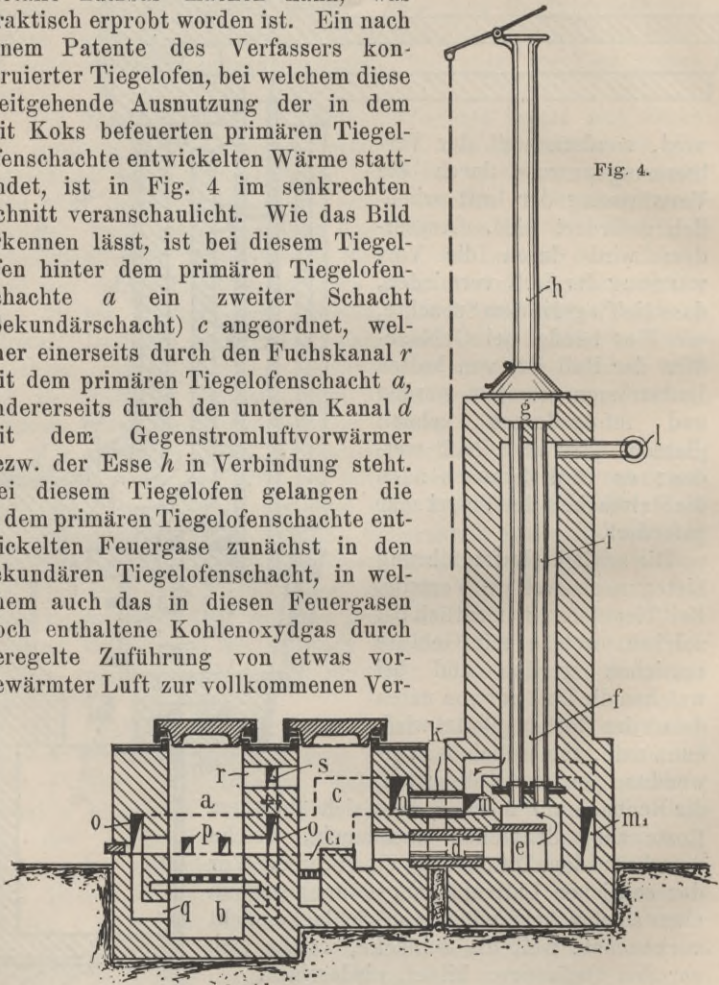
Fig. 3.

wird, sondern weil der Verbrennungsprozess durch die Vorwärmung der Luft erheblich gefördert wird. Ausserdem wird durch die Vorwärmung der Luft vermieden, dass die Tiegel in dem Schachte, wie dies häufig bei Gebläseöfen der Fall ist, von kalten Luftströmen getroffen werden und infolgedessen schnell platzen oder schadhafte werden; es wird demnach auch die Haltbarkeit der Tiegel sehr gefördert.

Die seitliche Luftzuführung bietet noch weitere Vorteile. Bei Tiegelöfen, namentlich bei solchen, welche mit Gebläse betrieben werden und bei welchen die Luft nur von unten durch den Rost zugeleitet wird, kann man, namentlich bei Verwendung gewisser Kokssorten, die Beobachtung machen, dass sich über dem Roste zähe Schlacken ansammeln, welche der Luft den Durchgang erschweren. Vor den seitlichen Luftzuführungsöffnungen kann eine solche Anstauung von Schlacke nicht vorkommen, weil die Schlacke, welche sich vor den Oeffnungen bildet, niedersinkt.

Man kann die aus dem primären Tiegelschachte entweichende Hitze noch weit vollkommener nutzbar machen. Bei Gebläsetiegelöfen enthalten die aus dem Tiegelofenschachte entweichenden Feuergase meist so

enorme Wärmemengen, dass man diese Abhitze unter Anwendung geeigneter Einrichtungen zum Schmelzen schwer schmelzbarer Metalle nutzbar machen kann, was praktisch erprobt worden ist. Ein nach einem Patente des Verfassers konstruierter Tiegelofen, bei welchem diese weitgehende Ausnutzung der in dem mit Koks befeuerten primären Tiegelofenschachte entwickelten Wärme stattfindet, ist in Fig. 4 im senkrechten Schnitt veranschaulicht. Wie das Bild erkennen lässt, ist bei diesem Tiegelofen hinter dem primären Tiegelofenschachte *a* ein zweiter Schacht (Sekundärschacht) *c* angeordnet, welcher einerseits durch den Fuchskanal *r* mit dem primären Tiegelofenschacht *a*, andererseits durch den unteren Kanal *d* mit dem Gegenstromluftvorwärmer bzw. der Esse *h* in Verbindung steht. Bei diesem Tiegelofen gelangen die in dem primären Tiegelofenschachte entwickelten Feuergase zunächst in den sekundären Tiegelofenschacht, in welchem auch das in diesen Feuergasen noch enthaltene Kohlenoxydgas durch geregelte Zuführung von etwas vorgewärmter Luft zur vollkommenen Ver-



brennung gebracht wird. Die Feuergase durchstreichen diesen Sekundärschacht absteigend (sich überschlagend) und beheizen in dem Sekundärschachte einen zweiten oder ev. mehrere Tiegel.

Nachdem die Feuergase in dem Sekundärschachte den grössten Teil ihrer Wärme abgegeben haben, gelangen sie durch den Kanal *e* in ein System von Röhren *i* und das Rohr *h* ins Freie. In den Röhren *i* gaben die Feuergase den Rest der nutzbaren Wärme ab. Diese Wärme wird zur Vorwärmung der für den Betrieb des Ofens erforderlichen Luft nutzbar gemacht. Die Luft wird mittelst einer Rohrleitung *l* von einem Ventilator zunächst in die die Feuerrohre *i* umgebende Kammer *f* eingeblasen, nimmt dort die von den Feuerröhren ausgestrahlte Wärme auf und wird durch Kanäle *m*, *k*, *n*, *o*, *p*, *q* unterhalb und oberhalb des Rostes in den Primärschacht *a*, in welchem der Tiegel von Koks umgeben steht, eingeblasen. Einen Teil der vorgewärmten Luft, welcher aber mittelst Schieber oder dergleichen genau reguliert werden muss, leitet man durch einen Kanal *s*, der in den Fuchs *r* mündet, zu den aus dem primären Tiegelofenschachte entweichenden mehr oder weniger Kohlenoxydgas enthaltenden Feuergasen, die dadurch zur vollkommenen Verbrennung gebracht werden.

Da bei der eigenartigen Flammenführung in dem Sekundärschachte der obere Teil des Tiegels stärker erhitzt wird, wie der untere, so empfiehlt es sich, in dem Sekundärschachte *c* einen kleinen Hilfsrost *c*<sub>1</sub> anzuordnen und den Boden des Schachtes mit etwas Koks bedeckt zu halten. Durch eine derartige Einrichtung kann der Effekt noch erheblich gesteigert werden, und man kann in dem Sekundärschachte ebenso gut schmelzen, wie in dem Primärschachte.

Nachfolgend sei noch ein anderes Beispiel, welches ebenfalls sehr instruktiv ist, aus der chemischen Industrie beschrieben.

In Fig. 5 ist im senkrechten Längsschnitt ein Koksverbrennungsofen mit angebautem Laugenkocher veranschaulicht, wie solche vielfach in Kohlensäurefabriken, welche flüssige Kohlensäure aus Koks herstellen, gebräuchlich sind. Die Kohlensäure wird dadurch gewonnen, dass man zunächst durch Verbrennen von Koks in einem geeigneten Ofen Feuergase herstellt, welche Kohlensäure neben Stickstoff enthalten. Die Kohlensäure wird dabei dadurch rein dargestellt, dass man dieselbe durch Pottaschelauge aus den gekühlten und gewaschenen Feuergasen absorbiert und die absorbierte Kohlensäure aus der mit CO<sub>2</sub> gesättigten Pottasche auskocht.

Die Wärme der in dem Koksofen entwickelten Feuergase wird dabei zum Auskochen der Lauge nutzbar gemacht.

Der Verfasser ist wiederholt von Fabriken zu Rate gezogen worden, welche solche oder ähnliche Oefen benutzten und dabei unter minderwertigen und unreinen Gasen zu leiden hatten. Man konnte noch hinter den Waschtürmen in den Rohgasen einen penetranten Geruch nach Schwefelwasserstoff wahrnehmen; mit dem Orsatapparat konnte man ferner einen Gehalt von Kohlenoxydgas und sogar neben diesem noch freien Sauerstoff feststellen. Das Rohgas hatte infolgedessen nur einen Gehalt von ca. 12 Volumen Prozent, während dasselbe nach der Theorie etwa 20 Prozent enthalten musste.

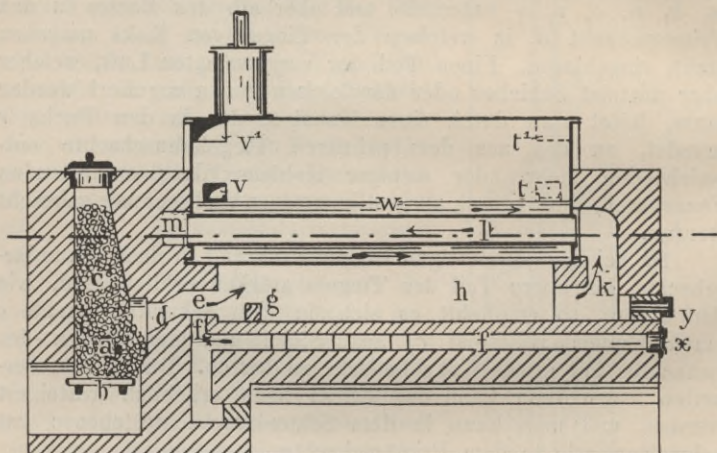
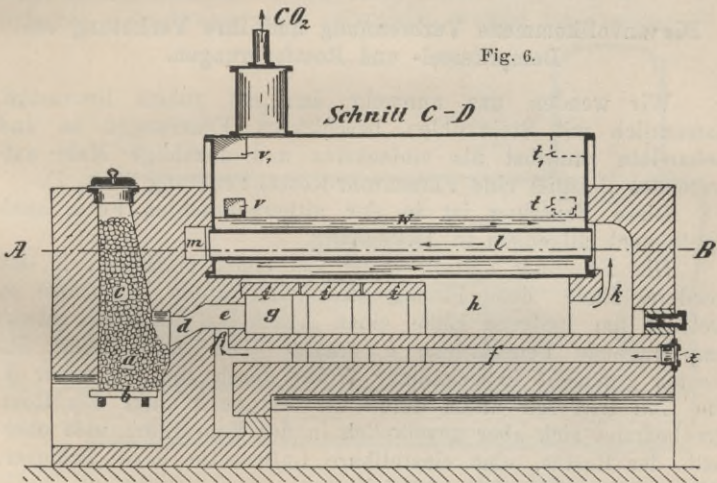


Fig. 5.

Die Feuergase wurden bei einem solchen Koksofen, gemäss Fig. 5, welcher nach Art eines Füllofens konstruiert war, in einer Höhe von ca. 30 bis 50 cm abgesaugt. Unmittelbar hinter dem Ofen befand sich der Kocher zum Auskochen der mit Kohlensäure gesättigten Pottaschelauge, so dass die Feuergase kurz nachdem sie den Ofenschacht verlassen hatten, den Boden des mit Pottaschelauge gefüllten Kochers trafen. Trotzdem an der mit *f* bezeichneten Stelle Kanäle angeordnet waren, durch welche in regulierter Menge Sekundärluft zugeleitet wurde, war es aber nicht möglich, geruchlose und reiche Rohgase zu erzielen; vielmehr enthielten dieselben stets Schwefelwasserstoff, Kohlenoxydgas, und trotz des Vorhandenseins dieser unverbrannten Gase einen erheblichen Ueberschuss an Sauerstoff.

Diese unvollkommene Verbrennung kann man sich aber leicht erklären, wenn man bedenkt, dass in unmittelbarer Nähe der Verbrennungsstelle bzw. der Stelle, wo die Feuergase mit Sekundärluft zusammentreffen, die abkühlende Wandung des Laugenkessels vorhanden war, wodurch die Temperatur unter die Verbrennungs-Temperatur herabgesetzt wurde. Dieser Uebelstand liess sich, nachdem der Ofen kalt gestellt war, in sehr einfacher Weise beseitigen.

Um zu verhindern, dass die Feuergase, bevor dieselben vollkommen verbrannt sind, mit dem abkühlenden Boden des



Kochers in Berührung kommen, wurde die erste Hälfte des Kocherbodens gegen den Verbrennungsraum durch Chamotteplatten *i*, welche auf Steinsäulen aufgebaut wurden, isoliert, und es wurde auf diese Weise eine Verbrennungskammer *g* geschaffen (siehe Fig. 6), in welcher eine gleichmässige und hohe Temperatur herrschen musste. Nach Wieder-Inbetriebsetzung des Ofens zeigte sich sofort der Erfolg. Nachdem die Sekundärluft-Schieber eingestellt waren, hatten die Feuergase einen Kohlensäuregehalt von 18 bis 19 0/0, also nahezu den theoretisch höchsten Gehalt, und es war keine Spur von Schwefelwasserstoff mehr zu bemerken. Die Verbrennung war also eine vollkommene.

Die oben erwähnten Mängel haften sehr vielen in der Industrie und im Wirtschaftsbetrieb gebräuchlichen Koksfeuerungen an. Namentlich findet bei vielen mit Koks geheizten Central-Heizungs-Anlagen ein unvollkommener Verbrennungsprozess statt, welcher aber für das Auge nicht sichtbar ist, so dass die Feuerungen für rauchfreie gelten, während sie in Wirklichkeit Kohlenoxydgas entwickeln und grosse Brennstoffmengen unbenutzt entweichen lassen.

### III. Teil.

#### Die unvollkommene Verbrennung und ihre Verhütung bei Dampfessel- und Rostfeuerungen.

Wir wenden uns nunmehr den mit rohem Brennstoff, namentlich mit Steinkohlen beschickten Feuerungen zu und behandeln zunächst als einfachstes und unzählige Male auftretendes Beispiel eine Flammrohr-Kessel-Feuerung (Fig. 7).

Diese Feuerung ist in der althergebrachten Form auch heute noch allgemein in Anwendung.

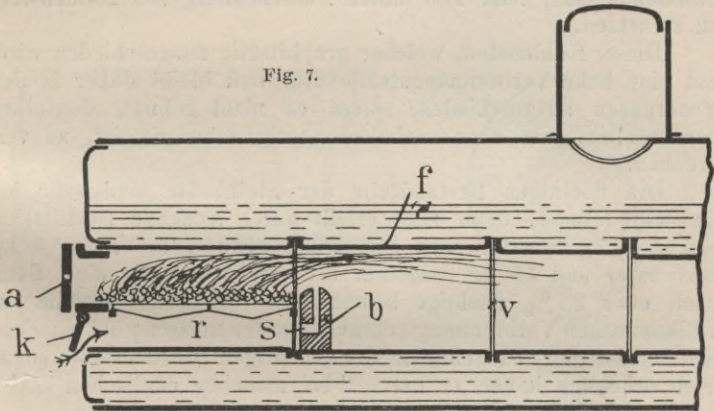
Die Feuerung besteht meist aus einem einfachen, in das vordere Ende des Flammrostes eingebauten Planroste  $r$ , welcher am hinteren Ende einen Abschluss durch die etwas emporragende Feuerbrücke  $b$  erhält. Die Beschickung des Rostes geschieht in bekannter Weise durch die Feuerthür  $a$ ; die Luft tritt von unten durch die Klappe  $k$  unter den Rost. Es befindet sich aber gewöhnlich in der Feuerthür, also oberhalb des Rostes, eine einstellbare Luftrosette bezw. Schieber, Klappe, Register oder dergleichen.

Nehmen wir zunächst an, was auch allgemein der Fall und auch am richtigsten ist, dass die Luft nur von unten Zutritt; nehmen wir ferner an, dass diese Feuerung einige Zeit lang in der Weise betrieben worden ist, dass von Zeit zu Zeit durch den Heizer Brennstoff aufgeschüttet worden ist. — Der Heizer verfährt dabei in den allermeisten Fällen in der Weise, dass er den Brennstoff so wirft, dass die Kohle sich ziemlich gleichmässig über die ganze Fläche verteilt. Es wird demnach unmittelbar über dem Roste eine Schicht von glühendem Brennstoff vorhanden sein, aus welcher die flüchtigen Bestandteile, wie Kohlenwasserstoffe, bereits entfernt sind, so dass dieser Brennstoff als Koks angesehen werden kann. Darüber befindet sich die frisch aufgeworfene Kohle, welche von der darunter



befindlichen hochglühenden Brennstoffschicht stark erhitzt wird; wird ferner angenommen, dass unter den Rost ungefähr soviel Luft zugeleitet wird, dass oberhalb des Rostes kein oder nur wenig Sauerstoff vorhanden ist, weil derselbe durch den Verbrennungsprozess auf dem Roste absorbiert worden ist, so befindet sich die frisch aufgeworfene Kohle hier unter ähnlichen Verhältnissen, wie die Steinkohle in einer von aussen stark erhitzten Retorte, und es findet, wie in der letzteren, trockene Destillation statt. Bei diesem Destillationsprozess entweicht zunächst das mechanisch gebundene Wasser, welches Wasserdampf giebt; alsdann werden am stärksten die schweren ölbildenden Kohlenwasserstoffe entwickelt, welche die Teerdämpfe

Fig. 7.



bilden; in zweiter Linie wird Methan, also leichtes Kohlenwasserstoffgas, und in dritter Linie Wasserstoff frei; ausserdem wird infolge des Sauerstoffgehaltes der rohen Kohle auch Kohlenoxydgas frei.

Es finden sich demnach in den Rauchgasen in unmittelbarer Nähe der beschickten Oberfläche folgende Gase bzw. Dämpfe: 1) Wasserdampf, 2) Teerdämpfe, 3) Methan ( $\text{CH}_4$ ), 4) Aethan ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) und andere Kohlenwasserstoffe der  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  Reihe, sowie Kohlenwasserstoffe der  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$  Reihe, namentlich Aetylen, ferner Kohlenoxydgas und Stickstoff.

Da der Zersetzungsprozess, welchen man trockene Destillation nennt, erhebliche Wärmemengen absorbiert, so herrscht unmittelbar über der Brennstoffoberfläche, namentlich eine gewisse Zeit nach der Beschickung, eine nicht genügend hohe Temperatur,

um die unverbrannten Bestandteile, welche unter der Einwirkung des Essenzuges empor und nach der Feuerbrücke ziehen, zur vollkommenen Verbrennung zu bringen, selbst wenn ein Ueberschuss von Sauerstoff vorhanden ist.

Andererseits entzieht die kalte Kesselwand den noch unverbrannten Feuergasen so begierig Wärme, dass in der Nähe dieser Wandung eine vollkommene Verbrennung ganz unmöglich gemacht ist, weil die Temperatur unter die Verbrennungstemperatur herabgedrückt wird. Die in dem Flammenrohr zwischen Brennstoffschicht und Kesselwandung herrschende Temperatur ist aber ausreichend, um einen Teil der Kohlenwasserstoffe, namentlich das Aethan, das Methan und das ölbildende Gas, zum Teil unter Ausscheidung von Kohlenstoff, zu zersetzen.

Dieser Kohlenstoff, welcher graphitartig ausgeschieden wird, hat eine hohe Verbrennungstemperatur und bleibt daher in den Feuergasen ausgeschieden, sofern es nicht gelingt, denselben nachträglich, was aber verhältnismässig schwierig ist, zu verbrennen.

Die flüchtigen Bestandteile der Steinkohle sind sehr ins Gewicht fallend, denn man erhält durch trockene Destillation von 100 kg westfälischer Steinkohle etwa 4 kg Teer, 4 kg Gaswasser und 16 kg (ungefähr 30 cbm) Gas. Es sind demnach etwa 25 % flüchtige Bestandteile vorhanden, welche zur vollkommenen Verbrennung gebracht werden müssen; bei manchen Kohlen ist der Prozentsatz der flüchtigen Bestandteile sogar noch erheblich höher, er beträgt bei manchen englischen Steinkohlen 33 %.

Aus obigen Ausführungen geht bereits hervor, dass zwecks Erzielung einer vollkommenen Verbrennung bei einer Feuerung folgende Bedingungen erfüllt werden müssen:

- 1) als Hauptbedingung: es muss dafür gesorgt werden, dass in dem Verbrennungsraume eine gleichmässige und hohe Temperatur herrscht, welche über der Verbrennungstemperatur des Russes, also etwa 700<sup>o</sup>, liegt, und dass die Feuergase, solange dieselben noch unverbrannte Bestandteile enthalten, nicht mit kalten Kesselwandungen oder kalten durch Feuer zu bearbeitenden Materialien in Berührung kommen, kurz ausgedrückt, Schaffung einer Verbrennungskammer;
- 2) muss dafür Sorge getragen werden, dass die entwickelten unverbrannten Gase in dem Verbrennungsraume den zu

ihrer Verbrennung notwendigen Sauerstoff und zwar möglichst in vorgewärmtem Zustande vorfinden, also richtige Luftzuführung;

- 3) die Beschickung muss möglichst gleichmässig stattfinden, damit auch die Entwicklung der unverbrannten Bestandteile bei der trockenen Destillation möglichst gleichmässig stattfindet.

Wenn bei einer Feuerung diese drei Grundbedingungen richtig erfüllt werden, kann mit Sicherheit eine rauchfreie oder vielmehr vollständige Verbrennung erzielt werden.

Wie die erste Bedingung, die Beschaffung einer Verbrennungskammer mit gleichmässig hoher Temperatur, erfüllt werden kann,

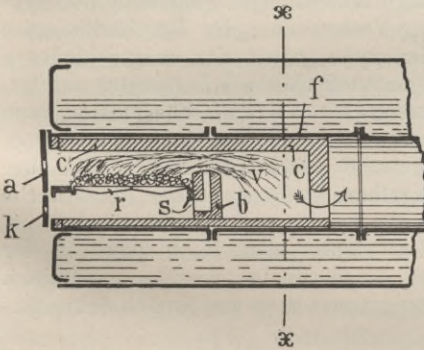


Fig. 8.

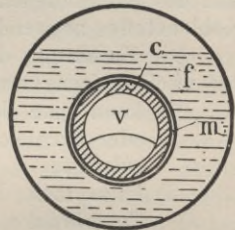


Fig. 9.

soll durch Fig. 8 und 9 anlehnend an die oben in Fig. 7 skizzierte Flammenrohrfeuerung veranschaulicht werden.

Da das Entweichen unverbrannter Gase und Kohleteilchen namentlich darauf zurückzuführen ist, dass die unverbrannten Gase und Bestandteile durch die kalte Kesselwandung unter ihre Verbrennungstemperatur abgekühlt werden, so liegt es ohne weiteres auf der Hand, dass man eine weit vollkommenere Verbrennung erzielen muss, wenn man die Feuerung von der stark Wärme entziehenden Kesselwandung durch einen Mantel *c* aus einem Wärme schlechter leitenden, feuerfesten Material, zweckmässig Chamotte, isoliert. Durch ein derartiges Chamottefutter *c* wird die Temperatur in dem Verbrennungsraum ganz erheblich gesteigert. Das Chamottefutter selbst wird durch Wärmeaufnahme in hohe Glut versetzt, und es werden demnach die unverbrannten Gase und Kohleteilchen, welche diesen glühenden

Mantel treffen, nicht mehr abgekühlt, sondern, da dieser Mantel namentlich strahlende Wärme aufnimmt und dieselbe auch wieder zurückstrahlt, zur vollkommenen Verbrennung gebracht, natürlich vorausgesetzt, dass ausreichend Sauerstoff zur Erzielung einer vollkommenen Verbrennung vorhanden ist.

Dadurch, dass man die Brennstoffschicht auf dem Roste *r* in einer durch die Praxis zu erprobenden richtigen Stärke hält, kann man durch den Rost gerade soviel Sauerstoff in den Feuer-raum eintreten lassen, dass über dem Roste noch genügend Sauerstoff, welcher beim Passieren durch die Brennstoffschicht stark vorgewärmt ist, vorhanden ist. Man kann auch so arbeiten, dass man auf dem Roste eine stärkere Brennstoffschicht hält, welche keinen oder nur wenig überschüssigen Sauerstoff hindurchlässt, und dass man den zur Verbrennung der Destillationsgase und des entstandenen Kohlenoxyds, sowie des ausgeschiedenen Kohlenstoffes notwendigen Sauerstoff oberhalb des Rostes zuführt.

Die Zuführung des Sauerstoffes oberhalb des Rostes kann auf zwei Weisen geschehen.:

- 1) kann man den Sauerstoff durch eine mittelst Schieber oder dergleichen regelbare Oeffnung in der Feuerthür *a* zuleiten;
- 2) kann man diese Luft hinter dem Rost durch in der Feuerbrücke selbst angeordnete Kanäle *s* zuleiten. Letztere Luftzuführung nennt man gewöhnlich Sekundärluftzuführung.

Die Zuführung von Sekundärluft, das heisst von Luft über oder hinter der Feuerbrücke, wird bei vielen der sogenannten Rauchverbrennungsapparate angewendet, jedoch in den meisten Fällen, ohne die anderen notwendigen Bedingungen zu erfüllen; denn wenn man durch die Feuerbrücke oder hinter der Feuerbrücke z. B. durch Kanal *s* Sekundärluft, sei es in vorgewärmtem oder nicht vorgewärmtem Zustande, zuleitet, ohne gleichzeitig dafür Sorge zu tragen, dass in dem Raume, wo sich die Feuer-gase mit der Sekundärluft mischen, auch eine die Verbrennungs-temperatur der Gase erheblich übersteigende Temperatur herrscht, so wird durch die Zuführung der Sekundärluft keine namhafte Rauchverbrennung erzielt, sondern es wird vielmehr durch die Zuführung der Sekundärluft die Temperatur noch mehr erniedrigt und der Wirkungsgrad der Feuerung noch weiter herabgesetzt.

Anders verhält es sich jedoch, wenn der vorher beschriebene Mantel über die Feuerbrücke hinaus verlängert und hinter der Feuerbrücke eine Verbrennungskammer *v* geschaffen wird, in

welcher sich Luft und Gas mischen, und in welcher eine hohe Temperatur, die die Verbrennungstemperatur der Gase übersteigt, herrscht.

Wenn man den eigentlichen Feuerraum über dem Roste nicht gegen den Mantel *f* des Kessels isoliert und den Mantel nur hinter der Feuerbrücke anordnen würde, so wird die Verbrennung trotz Schaffung der Verbrennungskammer in den meisten Fällen nicht vollkommen sein, weil den Feuergasen vorher durch die Kesselwandung soviel Wärme entzogen worden ist, dass die Temperatur hinter der Feuerbrücke nicht mehr über die Verbrennungstemperatur der Gase und namentlich des Russes, welche etwa über  $700^{\circ}$  liegt, gesteigert werden kann. Man müsste daher mindestens den Teil (und zwar etwa den dritten Teil) der Flammenrohrwölbung, welcher der Feuerbrücke am nächsten ist, gegen die Feuerung isolieren, damit die auf diesem Rostteile entwickelte Wärme sich zunächst der Verbrennungskammer und erst hinter dieser der Kesselwandung mitteilt. Es darf natürlich nur soviel Sekundärluft zugeleitet werden, als zur Erzielung einer vollkommenen Verbrennung notwendig ist.

Ob die Verbrennung eine vollkommene ist, kann der geübte Feuerungstechniker schon mit dem Auge erkennen. Durch Analyse der Verbrennungsprodukte kann man dieselbe genau feststellen, man wird darauf hinarbeiten, dass in den Feuergasen etwa  $15-18\%$  Kohlensäure und wenige Prozent, also höchstens ca.  $3-4\%$ , überschüssiger Sauerstoff vorhanden sind. Die Kohlensäurebestimmung kann mittelst eines kalibrierten Rohres von jedem einfachen Mann ausgeführt werden.

Durch die Isolierung des Kesselmantels gegen den Feuerraum wird allerdings die Heizfläche um den Flächeninhalt der mit dem Chamottemantel bekleideten Fläche verringert. Irgend welche Wärmeverluste werden aber durch Anwendung einer solchen Isolierung keinesfalls bedingt.

Derartige Einrichtungen bei Kesselfeuerungen sind wohl namentlich deshalb noch nicht oder nur wenig in Aufnahme gekommen, weil die Kesselbauer wahrscheinlich der Ansicht sind, dass dadurch der Heizeffekt herabgesetzt wird und Wärmeverluste entstehen, während in Wirklichkeit infolge vollkommener Verbrennung Brennstoffersparnis erzielt wird.

Die Verringerung der Heizfläche kann dadurch sehr gut ausgeglichen werden, dass man die Kessel etwas länger baut.

Man kann sich auch in der Weise helfen, dass man die Feuerung vor den Kessel baut.

Die Vorfeuerung bei Flammenrohrkesseln und ähnlichen Kesselfeuerungen ist bei Anwendung von Steinkohlen jedoch nur selten angelegt worden, weil man in der Technik allgemein glaubt, dass man das Feuer, wie dies seit urdenklichen Zeiten der Fall war, unmittelbar unter den Kessel setzen oder, wenn möglich, in denselben hineinbauen müsse.

Wenn mit Vorfeuerung häufig ungünstige Resultate erzielt worden sind, so liegt dies nur daran, dass diese Vorfeuerungen unrichtig konstruiert worden sind. Wenn man die Vorfeuerung, wie dies allgemein der Fall ist, als dickwandigen Mauerblock ausführt, so ist es natürlich, dass dieser Mauerblock zunächst sehr erhebliche Wärmemengen verzehrt und durch seine grosse Oberfläche grosse Wärmemengen ausstrahlt. Wenn man dagegen eine Vorfeuerung beispielsweise so einrichten würde, wie dies in Fig. 10, 11 und 12 im Längsschnitt und in Querschnitten schematisch dargestellt ist, so kann ich weder vom wissenschaftlichen noch vom praktischen Standpunkte aus einsehen, weshalb diese Feuerung schlechter arbeiten sollte, wie eine in den Kesselraum eingebaute Vorfeuerung.

Diese Vorfeuerung würde zunächst aus einem verhältnismässig dünnwandigen Chamotterohre bestehen, dessen Wandung nicht stärker zu sein braucht und auch nicht stärker sein sollte als ca. 6—8 cm. Ein solcher Körper kann nicht nennenswerte Wärmemengen absorbieren. Man kann die von dem Chamottefutter absorbierte Wärme sehr leicht berechnen, denn die absorbierte Wärmemenge ist gleich dem Gewicht des Steinmaterials multipliziert mit der spezifischen Wärme des Materials.

Angenommen: wir haben die Feuerung in ein Chamotterrohr *c* (Fig. 10) von  $\frac{1}{2}$  m lichtigem Durchmesser und 2 m Länge eingebaut, wobei der Rost ca.  $1\frac{1}{2}$  m lang sei.

Die von dem Feuer berührte Chamottefläche würde daher abgesehen vom Aschenraum ca. 2 qm betragen. Nimmt man an, dass das Chamottefutter 8 cm stark ist, so würde das Gewicht des Wärme aufnehmenden Chamottefutters, wenn man das spezifische Gewicht der Chamottemasse mit 1,8 annimmt, 300 kg betragen. Diese 300 kg werden, hoch angesetzt, im Durchschnitt auf 800 Grad erhitzt. Nimmt man die spezifische Wärme des Chamottematerials mit 0,24 an, so erhält man als von dem Chamottekörper aufgenommene Wärmemenge  $300 \times 0,24 \times 800 = 69\,120$  Kalorien. Ein Kilogramm Steinkohle giebt durch Verbrennung annähernd 8000 Kalorien. Dividiert man 69 120 WE. durch 8000 WE., so erhält man die von dem

Chamottefutter aufgenommene Wärme in Kilogramm Brennstoff ausgedrückt. In diesem Falle 8,6 kg. Es gehen also nur 8,6 kg Kohlen beim Anheizen verloren, bei der Grösse der Feuerung also eine verhältnismässig geringe Menge. Weit erheblicher würde der Wärmeverlust durch Ausstrahlung sein. Dieser kann jedoch durch richtige Konstruktion auf ein Minimum herabgesetzt werden. Die diesem Zwecke dienende Einrichtung würde in diesem Fall ausserordentlich einfach sein. Dieselbe bestände im wesentlichen darin, dass man den Chamottemantel von einem Luftmantel, diesen wieder von einem Mantel aus einem anderen schlechten Wärmeleiter, beispielsweise Asbest oder Kieselguhr, umgibt, und dass man die Verbrennungsluft durch den zwischen dem

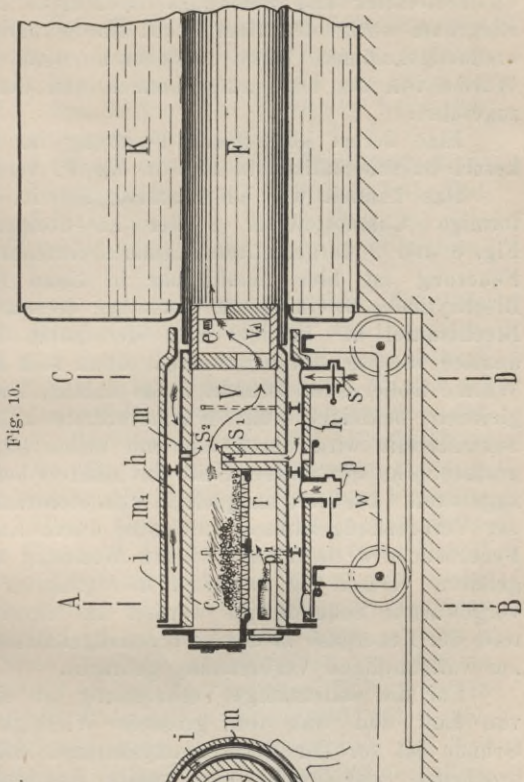


Fig. 10.

Fig. 12.

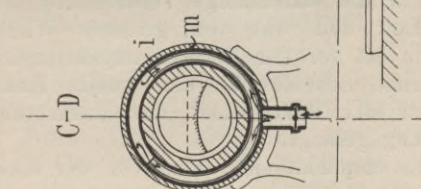
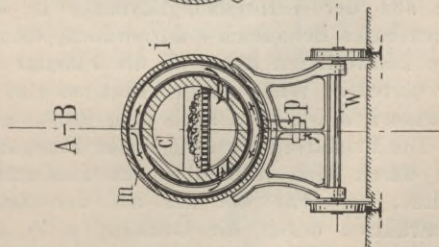


Fig. 11.



Chamottefutter und dem äusseren Mantel befindlichen hohlen Ringraum unter den Rost bzw. als Sekundärluft zu der Verbrennungskammer leitet. Dadurch wird die ausgestrahlte Wärme von der Luft aufgenommen und der Feuerung wieder zugeführt.

Eine derart konstruierte Feuerung für den Flammenrohrkessel ist schematisch in Fig. 10 bis 12 veranschaulicht.

Das ähnlich wie ein Flammenrohr im Querschnitt kreisförmige Chamottefutter  $c$  der im übrigen analog der in Fig. 8 und 9 dargestellten Flammenrohrfeuerung eingerichteten Feuerung ist hier unmittelbar in einen Blechmantel bzw. Blechcylinder  $m$  eingesetzt. Zwischen diesem und dem äusseren Blechmantel  $m^1$  befindet sich der hohle Ringraum  $h$ . Der äussere Blechmantel  $m^1$ , welcher dünn sein kann, ist mit einer Wärme isolierenden Schicht  $i$  aus Asbest, Kieselguhr oder dergleichen bekleidet, um Wärmeverluste zu verhindern. Die Sekundärluft wird durch eine mit einem Regulierschieber ausgerüstete, an der unteren Seite des Mantels befindliche Oeffnung  $s$  zugeleitet. Die Luft umspielt in dem Hohlraume  $h$  die Wandung der Verbrennungskammer und wird durch Kanälchen  $s^1$  in der Feuerbrücke  $s^2$  bzw. der oberen Wandung zu den Feuergasen geleitet. Durch die natürlich in regulierter Menge zugeführte vorgewärmte Sekundärluft werden die unverbrannten Bestandteile der Feuergase in der Verbrennungskammer  $V$  mit Sicherheit zur vollständigen Verbrennung gebracht.

Für die vollständige Verbrennung ist eine gute Mischung von Luft und Gas von grösster Wichtigkeit. Aus diesem Grunde ist vor der Verbrennungskammer mittelst einer durchbrochenen Scheidewand eine zweite Kammer  $V^1$  angebaut, in welcher der letzte Rest der unverbrannten Gase zur Verbrennung gelangt.

Es empfiehlt sich, kurz vor der Austrittsstelle der Feuergase aus der Verbrennungskammer in dieser ein dicht verschliessbares Schauloch  $e$  anzuordnen, damit man stets mit dem Auge kontrollieren kann, ob die Flamme klar in das Flammenrohr eintritt. Wenn in der Flamme eine Trübung nicht mehr zu bemerken ist, wird auch kein Rauch auftreten können.

Die Primärluft wird bei dieser Feuerung zweckmässig ebenfalls durch eine Abteilung des Hohlmantels unter den Rost geleitet; sie tritt bei der auf der Zeichnung dargestellten Konstruktion durch die Oeffnung  $p$  in den Hohlraum  $h$  ein, umspielt in diesem das Chamottefutter und gelangt durch



die Oeffnung  $p^1$  in vorgewärmtem Zustande unter den Rost. Es würde sich sehr empfehlen, eine derartige Feuerung, wie dies in Fig. 10—12 angedeutet ist, auf einen Wagen  $w$ , welcher auf Schienen läuft, anzuordnen, damit sowohl die Feuerung als auch das Flammenrohr zum Zwecke der Reinigung bzw. bei Reparaturen schnell und bequem zugänglich ist.

Nachfolgend will ich durch eine einfache Rechnung nachweisen, dass bei einer derartigen Feuerung Wärmeverluste fast gänzlich stattfinden und dass die ganze in der Feuerung entwickelte Wärme den zu beheizenden Flächen, hier dem Flammenrohr, zugeführt wird.

Wenn wir wieder von der Annahme ausgehen, dass die Feuerung einen lichten Durchmesser von 50 cm, die Chamottewandung eine Stärke von 8 cm hat und dass der Abstand zwischen dem inneren Mantel  $m$  und dem äusseren Mantel  $m^1$  ebenfalls 8 cm beträgt, so würde der äussere Durchmesser der ganzen Feuerung unter Berücksichtigung der Blechstärken ca. 85 cm betragen. Da die Länge der Feuerung ca. 2 m beträgt, so würde die äussere Mantelfläche der ganzen Feuerung ca. 5,3 qm betragen. Nimmt man nun an, dass in dem Hohlraum  $h$  zwischen der Wandung der Feuerung und dem Mantel eine Lufttemperatur von  $150^0$  herrscht, und nimmt man ferner an, dass der äussere Mantel mit 1 cm starken Platten aus gebranntem Thon bekleidet ist, so würde man, wenn man nach Rettenbacher den Wärme-Durchgangskoeffizienten von der im Hohlraum  $h$  enthaltenen Luft zu der äusseren Luft, bezogen auf 1 qm Fläche und  $1^0$  Temperatur-Unterschied mit 5 einsetzt, unter Berücksichtigung einer Aussentemperatur von  $20^0$  bei zehnstündigem Betriebe folgenden Wärmeverlust erhalten. Da  $5 \times 130 \times 5,3 \times 10 = 34450$  W. E.; da 8000 Kalorien dem Werte von 1 kg Kohle gleich sind, so entsprechen 34450 dem Werte von  $34450 : 8000 = 4,3$  kg Kohle. Es gehen demnach während des zehnstündigen Betriebes durch Ausstrahlung bzw. Entweichen von Wärme nur 4,3 kg Brennstoff verloren. Dieser Verlust kann fast auf 0 herabgedrückt werden, wenn man den aus Thonplatten oder dergleichen bestehenden äusseren Isoliermantel noch von einem Mantel aus einen noch schlechteren Wärmeleiter umgiebt.

Durch obige Berechnung, deren Richtigkeit wohl kaum in Frage gestellt werden kann, dürfte nachgewiesen sein, dass eine solche Vorfeuerung, wie dieselbe in Fig. 10—12 veranschaulicht ist, nicht schlechter arbeiten kann, als eine unmittelbar

in das vom Wasser umgebene Flammenrohr eingebaute Feuerung, dass dieselbe vielmehr infolge vollkommener Verbrennung von 10—20 % bei den primitiven Feuerungen verloren gehenden Bestandteilen und infolge der genauen Regulierbarkeit der Luftzufuhr weit sparsamer arbeiten muss, wie die direkte Feuerung gemäss Fig. 7.

In ähnlicher Weise kann man auch anders konstruierte Dampfkessel, z. B. Walzenkessel oder Röhrenkessel mit vor- oder untergebauten Vorfeuerungen, in welchen eine vollkommene Verbrennung stattfindet, ausrüsten.

In Fig. 13 und 14 ist beispielsweise veranschaulicht, in welcher Weise bei einer Röhrenkesselfeuerung eine vollkommene Verbrennung unter Vermeidung von Brennstoffverlusten erzielt werden kann. Gewöhnlich befindet sich bei einer derartigen Feuerung der Rost  $r$  unmittelbar unter den mit Wasser gefüllten Röhren, und die auf dem Roste entwickelten Feuergase treffen beim Emporsteigen unmittelbar nach ihrer Entwicklung mit den abkühlenden Flächen der Röhren zusammen, so dass eine vollkommene Verbrennung aus den oben angeführten Gründen unmöglich ist.

Will man bei einer derartigen Feuerung eine vollkommene Verbrennung erzielen, so muss man die eigentliche Feuerung, also den über dem Roste befindlichen Raum, gegen die abkühlenden Röhren durch eine Kappe aus feuerfestem Material isolieren und wiederum eine Verbrennungskammer schaffen, in welcher eine vollkommene Verbrennung stattfindet. Die Verbrennungskammer für die sekundäre Verbrennung befindet sich hierbei, wie die Zeichnung erkennen lässt, über der Kappe  $k$  und wird durch eine zweite Kappe  $k^1$  gebildet. Bevor die Feuergase in die sekundäre Verbrennungskammer eintreten, werden dieselben mit in regulierter Menge zugeführter, vorgewärmter Sekundärluft gemischt.

Um Wärmeverluste durch Ausstrahlung bzw. Ableitung von Wärme zu vermeiden, sind auch hier in den Seitenwänden der Feuerung hinter dem eigentlichen Chamottefutter Hohlräume oder Luftschlitze  $h$   $h^1$  angeordnet, durch welche die Verbrennungsluft bzw. die Sekundärluft geleitet und diese dadurch vorgewärmt wird. Die Sekundärluft wird durch mittelst Schieber  $r$  regulierbare seitliche Kanäle  $l$  zugeleitet. Ein Schauloch  $s$  gestattet Einblick in die Verbrennungskammer.

Eine sehr wichtige Bedingung für vollkommene Verbrennung ist, wie auch bereits erwähnt, die gleichmässige Beschickung. Bei gewöhnlichen Planrost-Feuerungen kann dieselbe, wenn man von mechanischen Beschickungs-Vorrichtungen, welche leider meist kompliziert und unpraktisch sind und selten sicher funktionieren, absieht, nur durch das Geschick des Heizers erzielt werden. Es hängt daher von der Geschicklichkeit und der Intelligenz des Heizers sehr viel ab, und es ist sehr zu bedauern, dass man bis jetzt noch nicht mehr für die Heranbildung eines geschulten Heizerstandes gethan hat.

Bezüglich der Beschickung der einfachen Planrost-Feuerung, beispielsweise der Flammenrohrfeuerung, wird vor allem folgende Regel gegeben.

Nachdem der zuletzt gegebene Brennstoff soweit ausgebrannt ist, dass eine Entwicklung von Kohlenwasserstoffen etc. nicht mehr stattfindet, dass also nur noch glühender Koks auf dem Roste liegt, soll die neue Beschickung in bestimmten Intervallen in der Weise geschehen, dass ein Teil des glühenden Brennstoffes von vorn nach hinten, nach der Feuerbrücke hin, befördert wird und dass der frisch aufgegebene Brennstoff mehr auf die vordere Hälfte des Rostes aufgegeben wird, damit die entwickelten Gase

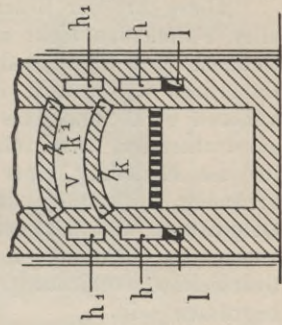


Fig. 14.

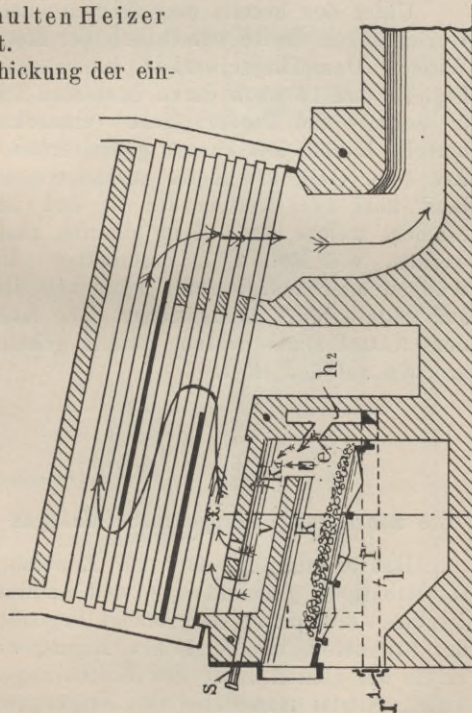


Fig. 13.

einen längeren Weg durch die Verbrennungskammern zurücklegen müssen.

Diese Art der Beschickung der Planrostfeuerungen hat in allen Fällen den nicht unerheblichen Nachteil, dass infolge des Oeffnens der Thür während des Einwerfens der Kohle ein Ueberfluss kalter Luft in die Feuerung einströmt, welche abkühlend wirkt und dass der Heizer bei der Arbeit unter der ausstrahlenden Hitze sehr zu leiden hat. Dabei ist es gerade für die Erzielung einer gleichmässigen und rauchfreien Verbrennung notwendig, dass der frische Brennstoff in kleineren Quantitäten, also häufiger aufgegeben wird. Aus diesen Gründen würde die Schaffung einer einfachen, praktischen, mechanischen Beschickungsvorrichtung für Planrostfeuerungen mit Freuden zu begrüssen sein.

Unter den bereits eingeführten mechanischen Beschickungsvorrichtungen dürfte namentlich der Kettenrost der „Bobcock & Willcox Dampfkesselwerke“ bemerkenswert sein, welcher in Fig. 15 und 16 nach deren deutschen Patentschrift Nr. 108 711 in Seiten- und Vorderansicht veranschaulicht ist. Der Rost besteht hierbei aus kurzen gusseisernen Gliedern (2), die nach Art einer Gallschen Kette zusammengesetzt sind. Diese Kette läuft über zwei Kettenräder (3) und ist in kurzen Zwischenräumen, welche nach dem hinteren Ende der Feuerung enger werden, von Rollen (7) unterstützt. Um den Kettenrost zu reinigen oder auszubessern, kann man ihn, da sein Rahmen (1) auf Rädern läuft, herausziehen. Die Kohle fällt aus einem vor dem Kessel angebrachten, gefüllt gehaltenen Trichter ununterbrochen auf den Rost.

#### IV. Teil.

##### Die Schrägrost-, Treppenrost-, Halbgas- und Gas-Feuerungen.

Das einfachste Mittel zur Erzielung einer gewissermassen selbstthätigen, gleichmässigen und ununterbrochenen Beschickung ist die Verwendung von geneigt liegenden Rosten, bei welchen der Brennstoff infolge seines Eigengewichtes selbstthätig aus einem am oberen Ende des Rostes angeordneten Trichter nachsinkt. Nimmt man dabei den Neigungswinkel so gross wie den Schüttwinkel des Brennstoffes, welcher bei den verschiedenen Kohlensorten zwischen 32 und 50<sup>0</sup> schwankt, so kann man es

dahin bringen, dass auf dem Roste nicht nur eine gleichbleibende, sondern auch eine an allen Stellen gleich starke Brennstoffschicht lagert, also die günstigste Bedingung für eine vollkommene und gleichmäßige Verbrennung.

Man unterscheidet im wesentlichen zwei Arten von geneigt angeordneten Rosten oder Pultrosten. Die eine Art, welche man allgemein mit Schrägrost bezeichnet, unterscheidet sich von den Planrosten in der Hauptsache nur dadurch, dass den von vorn nach hinten verlaufenden Roststäben oder Rostlamellen eine schräge Lage gegeben ist. Dieselben gestatten ein sehr leichtes Nachsinken des Brennstoffes,

haben aber noch in höherem Masse wie die Planroste den Uebelstand, dass sie für sehr kleinstückige, pulverförmige oder erdige Brennstoffe wenig geeignet sind, weil der Brennstoff durch die

Fig. 16.

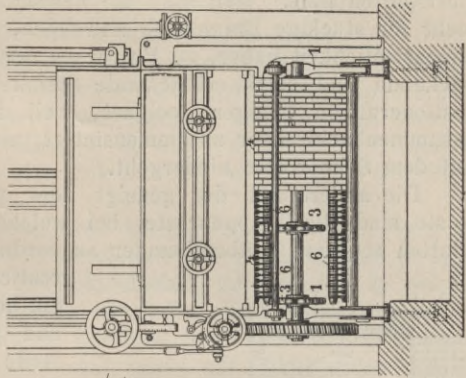
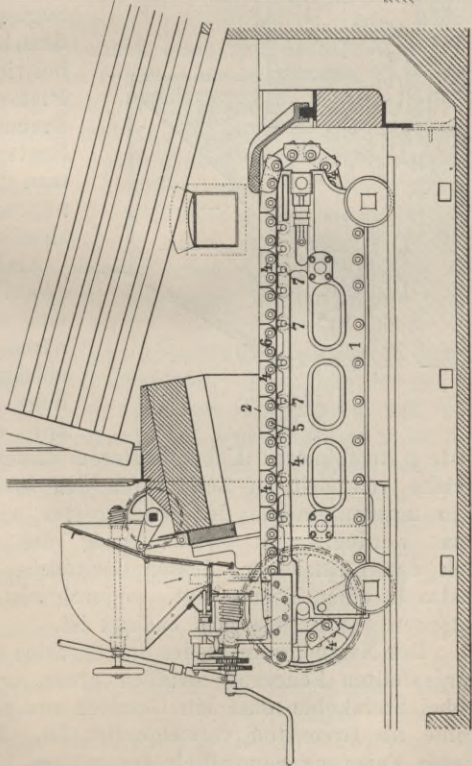


Fig. 15.



Rostspalten fällt. Man wird die Schrägroste daher mit Vorteil mehr für stückige Brennstoffe anwenden, welche auch nicht die Eigentümlichkeit haben, zu Pulver zu zerfallen. Aber auch für backende und stark schlackende Steinkohlen sind die Schrägrostfeuerungen weniger geeignet, weil die Kohle, sobald sie zusammenbackt, oder zusammensintert, nicht mehr gleichmässig auf dem Schrägroste niedergeht.

Die andere Art der geneigt oder pultartig angeordneten Roste sind die Treppenroste, bei welchen horizontal liegende Platten stufenartig übereinander angeordnet sind. Die Treppen-

rostfeuerungen eignen sich am besten für die geringeren und kleinstückigen Brennstoffe (Braunkohle, Torf, Sägespäne und dergleichen), denn bei diesem Roste können bei richtiger Anordnung der Platten keine unverbrannten Brennstoffteilchen durch die Rostspalten fallen, trotzdem man die Rostspalten bei genügender Breite der Platten ziemlich breit nehmen kann.

Als Beispiel einer Schrägrostfeuerungen ist in Fig. 17 eine solche an einem stationären Lokomotivkessel veranschaulicht. Der eigentliche Schrägrost *s* ist hier mit einem kleinen Planroste *p* kombiniert.

Ueber letzterem sammeln sich die Schlacken, welche von Zeit zu Zeit durch den breiten Schlitz zwischen dem unteren Balken des Schrägrostes und dem Planroste entfernt werden. Am oberen Ende des Schrägrostes befindet sich der Fülltrichter, dessen Gleitfläche mit der des Schrägrostes in einer Ebene liegt, wodurch ein gleichmässiges Nachrutschen des Brennstoffes bedingt ist.

Der Neigungswinkel des Schrägrostes *s* ist bei der in Fig. 17 dargestellten Feuerung ziemlich gross, er beträgt nahezu  $45^{\circ}$ , wobei Steinkohle oder ein Gemisch von Steinkohle und Braunkohle als Brennstoff vorausgesetzt ist. Naturgemäss wird bei dieser Feuerung namentlich am unteren Ende des Schrägrostes

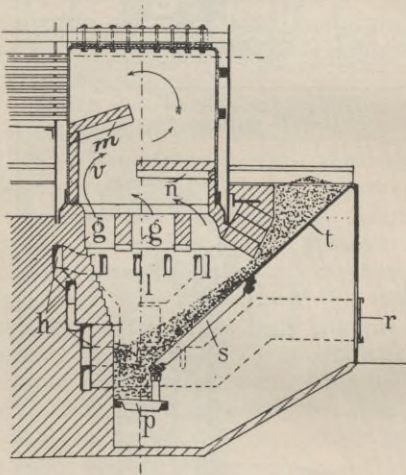


Fig. 17.

und über dem Planroste die Brennstoffschicht ziemlich dick sein, und es wird sich daher viel Kohlenoxydgas bilden.

Um dieses und die aus dem in den Innenraum eintretenden Brennstoff entwickelten Schweißgase (meist Kohlenwasserstoffgase) zur vollkommenen Verbrennung zu bringen, wird oberhalb des Rostes durch Schlitz  $l$  in den Feuerraum Sekundärluft geleitet. Die Menge der Sekundärluft wird durch Schieber  $r$  genau reguliert.

Bei dieser Feuerung sind hinter dem von dem Feuer berührten Chamottefutter Luftschlitze bzw. Luftkanäle  $h$  angeordnet, durch welche die Sekundärluft geleitet und in welchen sie stark vorgewärmt wird. Auch bei dieser Feuerung ist der wichtigen Regel Rechnung getragen, dass die Feuergase, bevor sie vollkommen verbrannt sind, nicht mit abkühlenden Flächen in Berührung kommen dürfen.

Wie die Zeichnung erkennen lässt, ist deshalb der untere Teil der Feuerbuchse des zu beheizenden stationären Lokomotivkessels, welcher auf der Zeichnung abgebrochen dargestellt ist, mit Chamotte ausgekleidet, und es sind zwei in die Feuerbuchse hineinragende Kappen  $m, n$  vorgesehen, durch welche wiederum eine Verbrennungskammer  $v$  gebildet ist, in der die Feuergase durcheinander wirbeln und zur vollkommenen Verbrennung kommen müssen. Eine solche Feuerung muss, wenn dieselbe richtig bedient ist und die Sekundärluftschieber richtig eingestellt sind, unbedingt rauchfrei brennen, was auch in der Praxis bereits erwiesen ist.

Als Beispiel einer Treppenrostfeuerung ist in Fig. 18 eine solche im Schnitt veranschaulicht. Auch hier ist der aus horizontalen Platten gebildete geneigte Treppenrost mit einem kleinen Planrost  $p$  kombiniert. Unter dem Planroste  $p$  ist noch ein kleiner Hilfsrost  $p^1$  vorgesehen, um die Entfernung der ausgebrannten Rückstände und Schlacke zu erleichtern. Zieht man nämlich den oberen Planrost, welcher aus mit Luftschlitzen versehenen Platten besteht, heraus, so fallen die auf demselben lagernden Brennstoffreste und Schlacken auf den unteren Rost  $p^1$  und können, nachdem der Planrost  $p$  wieder eingeschoben ist, sehr leicht entfernt werden. Um die Zuführung des Brennstoffes (Braunkohle, Torf, Sägespäne oder dergleichen) zu regulieren, ist an dem Fülltrichter  $t$  ein Schieber  $b$  vorgesehen, welcher verstellt, geöffnet oder geschlossen werden kann. Durch ein Loch  $k$  kann man eine eiserne Stange in die Feuerung einführen und den Brennstoff nachstossen. Auch bei dieser Feuerung

wird in mittelst Schieber regulierbarer Menge Sekundärluft zugeleitet, welche in den das Mauerwerk umgebenden Luftschlitzen  $h$  vorgewärmt und durch Kanäle  $l, l^1$  oberhalb des Rostes zu den Gasen zugeführt wird. Auch hier ist wieder eine Verbrennungskammer  $v$  geschaffen und es wird durch Vorsprünge an dem Mauerwerke ein Durcheinanderwirbeln der Feuergase bewirkt. Zur Beobachtung der Flamme ist ein Schauloch  $e$  vorgesehen. Auch diese Feuerung lässt sich vollständig rauchfrei betreiben.

Der Neigungswinkel  $\alpha$ , welchen man dem Treppenroste giebt, richtet sich nach dem Schüttwinkel des Brennstoffes. Bei Braunkohle beträgt der Schütt- bzw. Böschungswinkel etwa  $33\text{--}36^\circ$ . Man giebt daher dem Treppenroste in der Regel eine Neigung von ca.  $35^\circ$ . Nimmt man den Neigungswinkel etwas schräger als der Böschungswinkel des in Verwendung kommenden Brennstoffes ist, so wird naturgemäss die Stärke der auf dem Roste lagernden Brennstoffschicht nach unten stärker, was nicht schadet, da die sich entwickelnden Kohlenoxydgase durch die Sekundärluft zur Verbrennung gebracht werden.

Die Schräg- bzw. Treppenrostfeuerungen repräsentieren in den meisten Fällen den Uebergang von der direkten Rostfeuerungen zu der Gasfeuerungen. Wenn die Schrägrost- bzw. Treppenrostfeuerungen so eingerichtet sind, dass auf dem Roste eine starke Brennstoffschicht liegt und sich sehr erhebliche Mengen Kohlenoxydgas bilden, so pflegt man solche Feuerungen als Halbgasfeuerungen zu bezeichnen.

Die Halbgasfeuerungen und noch mehr die Gasfeuerungen bietet die sicherste Gewähr für eine vollkommene rauchlose Verbrennung, da man bei den Schrägrosten und Treppenrosten, namentlich wenn der Schräg- oder Treppenrost ziemlich steil ist, auf dem Roste eine Brennstoffschicht von gleichbleibender Stärke halten kann, so dass die in der Brennstoffschicht entstehenden Feuergase einen ziemlich gleichbleibenden Gehalt an unverbrannten Gasen (Kohlenoxydgas und Kohlenwasserstoff) besitzen; und da man die Sekundärluft genau so regulieren kann, dass nur soviel Sekundärluft zu den Feuergasen geleitet wird, als gerade zur Verbrennung der unverbrannten Bestandteile notwendig ist, so kann man mit Sicherheit in derartigen Feuerungen eine vollkommene, ja fast ideale Verbrennung erzielen. Diese Feuerungen bieten ausserdem noch den grossen Vorteil, dass die sonst bei sehr vielen mit Planrostfeuerungen oder direkten Feuerungen ausgerüsteten Oefen als Abhitze verloren gehende Wärme zur Vorwärmung der Sekundärluft nutzbar



gemacht und wieder in den Ofen zurückgeführt werden kann. Durch die Vorwärmung der Sekundärluft wird ferner der Verbrennungsprozess ausserordentlich gefördert.

Zwischen den Rostfeuerungen (Planrost-, Treppenrost-Feuerungen etc.) und den Halbgasfeuerungen einerseits und den Halbgas- und den Gasfeuerungen andererseits kann man keine scharfe Grenze ziehen. Gewöhnlich versteht man unter Rost-

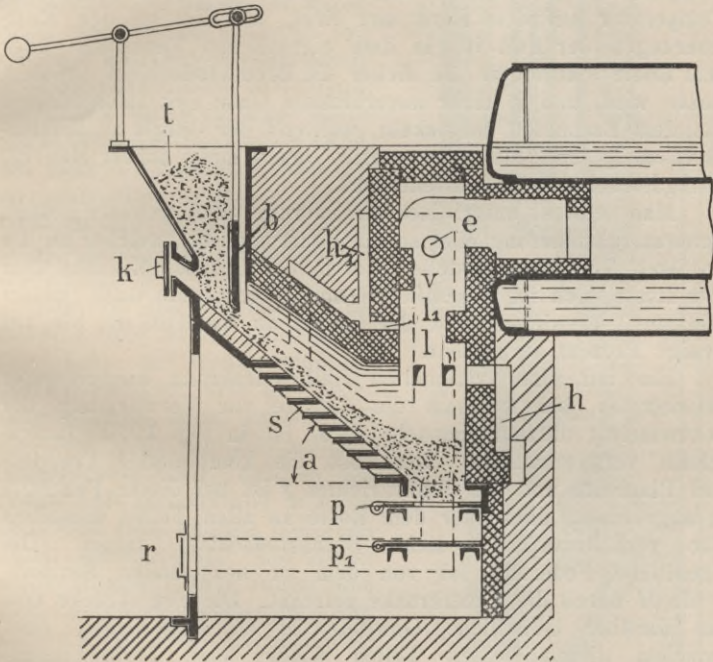


Fig. 18.

feuerungen oder direkten Feuerungen solche Feuerungen, welche derart mit Brennstoff beschickt werden, dass auf dem Roste durch den vorzugsweise von unten zugeführten Sauerstoff der Luft eine vollkommene Verbrennung erzielt wird. Zu Halbgasfeuerungen rechnet man gewöhnlich diejenigen Feuerungen, meist Schrägrost- oder Treppenrostfeuerungen, bei welchen der Rost derart mit einer stärkeren Brennstoffschicht bedeckt gehalten wird, dass derselbe auf dem Roste selbst nicht mehr zur

vollkommenen Verbrennung gelangt, sondern dass sich neben den Produkten der vollkommenen Verbrennung (Kohlensäure und Wasserdampf) auch erhebliche Mengen brennbarer bzw. unverbrannter Gase, Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgase, entwickeln, welche später, bevor die Feuergase zu der Verwendungsstelle geleitet werden, durch Zuleitung von Luft, Sekundärluft, zur vollkommenen Verbrennung gebracht werden, wodurch man u. a. erzielt, dass die Entwicklung der höchsten Temperatur auf dem Herd und nicht, wie dies bei den Rostfeuerungen der Fall ist, in dem eigentlichen Feuerraum über dem Roste stattfindet. Je dicker die Brennstoffschicht auf dem Roste wird, und je mehr unverbrannte Gase sich infolgedessen aus dem Brennstoff entwickeln, während der Gehalt an Kohlensäure mehr und mehr zurücktritt, desto mehr nähert sich die Halbgasfeuerung der Gasfeuerung.

Man versteht unter einer Gasfeuerung oder, genauer gesagt, Generatorgasfeuerung eine solche Feuerung, bei welcher an der primären Verbrennungsstelle, also in der Brennstoffschicht über dem Roste, sich im wesentlichen nur unverbrannte Gase (ausser Stickstoff) entwickeln und der Gehalt an Kohlensäure bis auf wenige Prozent zurücktritt.

Ein mit einer rationellen Halbgasfeuerung ausgerüsteter Schmelzofen, bei welchem die Abhitze zur Vorwärmung der Sekundärluft nutzbar gemacht wird, ist in Fig. 19 im Längsschnitt veranschaulicht. Der Rost, ein kombinierter Treppen- und Planrost, und der Schütttrichter  $f$  ist bei dieser Feuerung so angeordnet, dass über dem Roste an allen Teilen desselben eine verhältnismässig dicke Brennstoffschicht lagert. Die eigentliche Feuerung ist von dem zu beheizenden Schmelzherde  $H$  durch die Feuerbrücke getrennt. Die Feuerbrücke und das darüber befindliche Gewölbe ist so eingerichtet, dass zwischen diesen beiden Teilen wieder eine Verbrennungskammer  $v$  gebildet ist. An der Stelle, wo die Feuergase in diese Verbrennungskammer eintreten, wird zu den Feuergasen durch Kanäle  $s$  Sekundärluft zugeleitet. Das Gewölbe der eigentlichen Feuerung und des Schmelzherdes ist bei dem auf der Zeichnung dargestellten Ofen doppelt, und es ist zwischen den über einander angeordneten Kappen ein Luftschlitz  $h$  von der Breite des Ofens gebildet, in welchem die Luft die von dem Gewölbe ausgestrahlte Wärme aufnimmt. Die Feuergase, welche den Herd verlassen, werden bei diesem Ofen nicht, wie dies meist bei Schmelzöfen der Fall ist, mit ihrer hohen

Temperatur unmittelbar zur Esse geleitet, sondern die Gase, deren hoher Wärmegehalt einem nicht unbeträchtlichen Brennstoffwerte entspricht, werden gezwungen, durch ein System von übereinander angeordneten Röhren  $k$ ,  $k^1$  zu strömen, welche aussen im Gegenstrom von der Sekundärluft umspielt werden. Die Feuergase durchstreichen zuerst die oberen Röhren  $k$ , von denen einige in einer Reihe neben einander angeordnet sind, und dann die unteren Röhren  $k^1$ , um schliesslich, nachdem sie die überschüssige Wärme abgegeben haben, durch den Essenkanal  $e$  abzuziehen.

Der auf der Zeichnung dargestellte Ofen ist mit künstlichem Zuge bzw. mit Gebläsewind betrieben, gedacht. Wie die Zeichnung erkennen lässt, befindet sich vor dem Ofen ein Körtingsches Dampfstrahlgebläse, welches von aussen Luft ansaugt und in einen unter dem Ofen entlang laufenden Kanal hineindrückt. Ein Zweig dieses Kanals  $t$  führt unter den Rost der Halbgasfeuerung, der andere Zweig  $t^1$  ist die Sekundärluftleitung. Die Sekundärluft umspielt zuerst in dem die Röhren  $k^1$  umgebenden Luftkanal  $l$  diese ersteren und darauf die oberen Röhren  $k$  in dem Luftkanal  $l^1$ , welcher durch eine Zunge  $z$  von dem unteren Kanal  $l$  getrennt ist, so dass die Luft in entgegengesetzter Richtung strömt, wie die Feuergase. In den Kanälen  $l$  und  $l^1$  wird die Luft von den Feuergasen

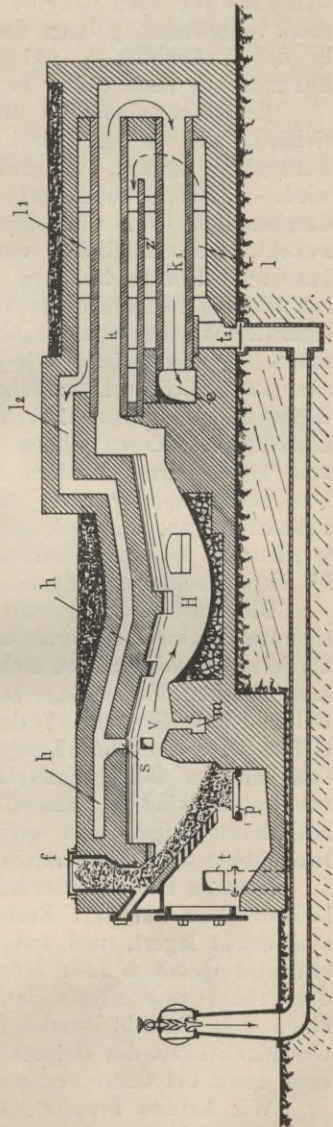


Fig. 19.

durch die Wandung der von den Röhren  $k$  ausgestrahlten Hitze stark vorgewärmt, gelangt dann durch einen Verbindungskanal  $l^2$  in den Luftschlitz  $h$  zwischen den beiden Kappen, wo die Sekundärluft noch weiter vorgewärmt wird.

Es ist ohne weiteres klar, dass die Luft bei dieser Einrichtung sich in sehr stark vorgewärmtem Zustande mit den Feuergasen mischt, wodurch die Verbrennung sehr gefördert wird. — Die Sekundärluft wird bei dem auf der Zeichnung dargestellten Ofen von oben zugeleitet, es wird dadurch bezweckt, eine möglichst momentane Verbrennung der unverbrannten Gasbestandteile zu erzielen; denn da die Luft schwerer ist, wie die Feuergase, so vermischt sie sich naturgemäss weit schneller mit den letzteren, wenn sie von oben, als wenn sie von unten zugeleitet wird. Wie die Zeichnung erkennen lässt, sind aber auch seitliche Luftzuführungskanäle vorgesehen. Der untere Kanal  $m$  ist im wesentlichen ein Schlackenkanal, kann jedoch auch in besonderen Fällen ein Luftzuleitungskanal sein, wenn man keine kurze, sondern eine längere Flamme haben will. Das Verhältnis der unter den Rost geleiteten Luft, also der Primärluft, zu der Sekundärluft muss sehr genau geregelt werden; es müssen deshalb in den beiden Zweigleitungen  $t$  und  $t^1$  Regulierschieber vorgesehen sein.

Die Anwendung von gepresster Luft oder künstlichem Zuge bei Feuerungen bietet mancherlei Vorteile, welche bis jetzt bei weitem noch nicht genügend gewürdigt werden. Man kann mit künstlichem Zuge bezw. mit Gebläsewind in den meisten Fällen eine vollkommene Verbrennung erzielen; auch kann man mit Gebläsewind viel höhere Temperaturen erzeugen und die Leistungsfähigkeit der Oefen beträchtlich erhöhen. — Die Anwendung von Gebläsewind ist namentlich dann vorteilhaft, wenn man es mit kleinstückigem oder erdigem Brennstoff, z. B. mit erdiger Braunkohle oder Kohlenklein zu thun hat.

Ist eine Halbgasfeuerung so eingerichtet oder wird sie so bedient, dass auf dem Roste eine gleichstarkbleibende Brennstoffschicht lagert, und hat man ein Gebläse, welches ein bestimmtes Quantum Luft liefert, hat man ferner das Verhältnis der Primär- zu der Sekundärluft richtig eingestellt, so wird man einen stets gleichbleibenden Betrieb erhalten und wenig von der Geschicklichkeit des Heizers abhängig sein. Dies gilt natürlich noch mehr bei Gasfeuerungen, als bei Halbgasfeuerungen.

Wie bereits erwähnt, kann man zwischen einer Halbgasfeuerung und einer Gasfeuerung keine scharfe Grenze ziehen.

Aus Fig. 20, welche einen sehr häufig vorkommenden Typus eines Gasgenerators im Längsschnitt veranschaulicht, kann man auch ersehen, dass in der Bauart zwischen den bisher beschriebenen Halbgasfeuerungen und dem in Fig. 20 dargestellten Generator kaum ein wesentlicher konstruktiver Unterschied vorhanden ist. Die stärkere Brennstoffschicht (das Haupt-

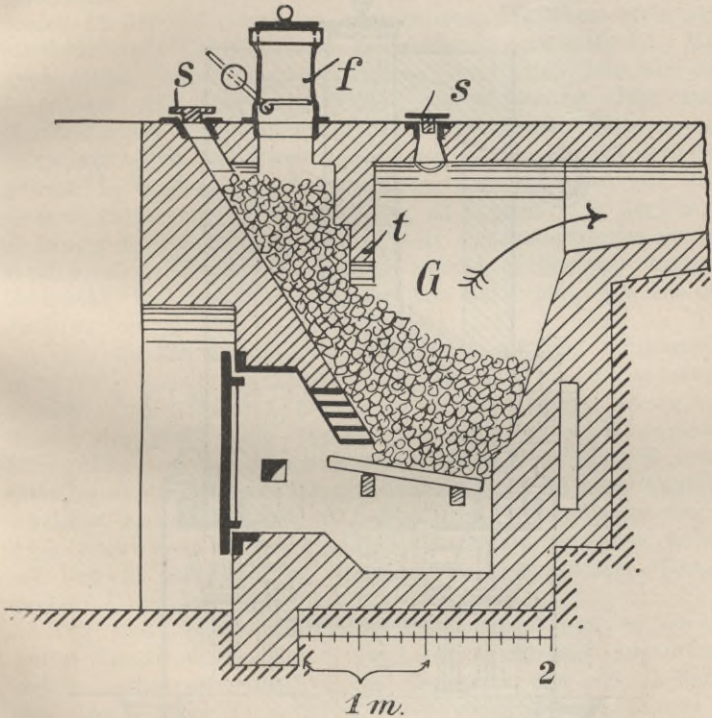


Fig. 20.

merkmal des Generators) auf dem Roste welche bei den Generatorfeuerungen, je nach dem Brennstoff, in der Regel 60 cm bis 1 m beträgt, wird im wesentlichen dadurch erzielt, dass erstens der Treppen- oder Schrägrost bezw. das Pult steiler ist, als bei den gewöhnlichen Treppenrost- und Halbgasfeuerungen, dass ferner der Brennstoffraum *G*, welchen man den Bauch des Generators nennt, schachtartig, also erheblich höher ausgeführt ist und der Fülltrichter *f* höher und meist mehr nach vorn liegt.

Von grosser Wichtigkeit bei den Gaserzeugern ist es, dass die Brennstoffschicht auf dem Roste stets gleich hoch bleibt. Dies wird bei dem in Fig. 20 dargestellten Generator durch

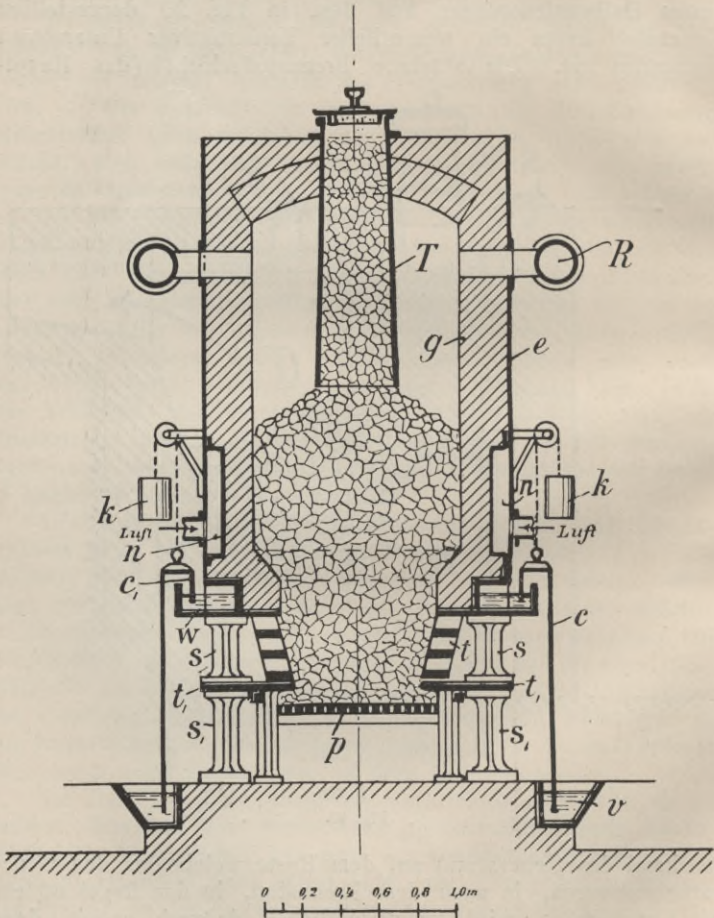


Fig. 21.

die in den Raum *G* des Generators hineinragende Zunge oder den Gurtbogen *t* erreicht.

Bei dem in Fig. 21 dargestellten Typus eines Generators wird die gleichbleibende Schicht dadurch erreicht, dass die

Beschickung durch ein weites von oben in den Schacht des Generators hineinragendes Rohr  $T$  bewirkt wird. Im übrigen wird bezüglich der Generatoren auf das Specialwerk des Verfassers: „Die Gaserzeuger und Gasfeuerungen“ hingewiesen.

Es ist ohne weiteres klar, dass in derartigen Generatoren, wenn ein gleichmässiger Brennstoff zur Verwendung gelangt, und der Generator stets gefüllt gehalten wird, ein stets gleichbleibendes Generatorgas entwickelt wird, und dass infolgedessen zu der vollkommenen Verbrennung desselben stets eine gleichbleibende Quantität von Sekundärluft notwendig ist. Man kann daher mit Recht behaupten, dass die Generatorgasfeuerungen das beste Mittel sind zur Erzielung einer stets gleichmässigen, vollkommenen und rauchfreien Verbrennung. Allerdings ist bei Generatorfeuerungen ein kontinuierlicher Betrieb vorausgesetzt, da es längere Zeit erfordert, um eine Generatorfeuerung in richtigen Gang zu bringen. In der Praxis ist längst erwiesen, dass man mittelst Generatorfeuerungen bei kontinuierlichem Betriebe in den meisten Fällen mit weniger Brennstoff und weniger Arbeitskräften auskommt, als bei den direkten Feuerungen.

Ein Beispiel einer Generatorgasfeuerung zur vollkommen rauchfreien Befuerung von Dampfkesseln ist in Fig. 22 im Längsschnitt veranschaulicht. Die Zeichnung ist hierbei so zu verstehen, dass eine Reihe von Generatoren  $G$  in einer gewissen Entfernung von den Dampfkesseln  $D$  und dem mittelst Generatorgas zu befeuernden Ofen, gewissermassen zu einer Centrale vereinigt, aufgestellt sind, und dass diese Generatoren das in ihnen entwickelte Gas in eine Hauptleitung  $H$  entsenden, welche vor den in einer Reihe nebeneinander aufgestellten Dampfkesseln  $D$  entlang läuft.

Es sind Flammenrohrkessel angenommen, und es ist vor jedem Flammenrohre eine Gasverbrennungskammer angeordnet, welche zweckmässig auf einem Wagen  $w$  und auf Schienen ruht, um zwecks Reparaturen leicht ausgewechselt werden zu können. Für die Zuleitung der für die Verbrennung des Generatorgases erforderlichen Luft ist kurz vor den Kesseln eine Hauptluftleitung  $S$  vorgesehen, welche durch Zweigleitungen mit den einzelnen Brennern in Verbindung steht. Es ist bei der auf der Zeichnung dargestellten Gasfeuerung wiederum Betrieb mit Gebläsewind bezw. künstlichem Zuge angenommen, jedoch können solche Gasfeuerungen auch mit natürlichem Zuge betrieben werden. Allerdings ist die Leistungsfähigkeit alsdann

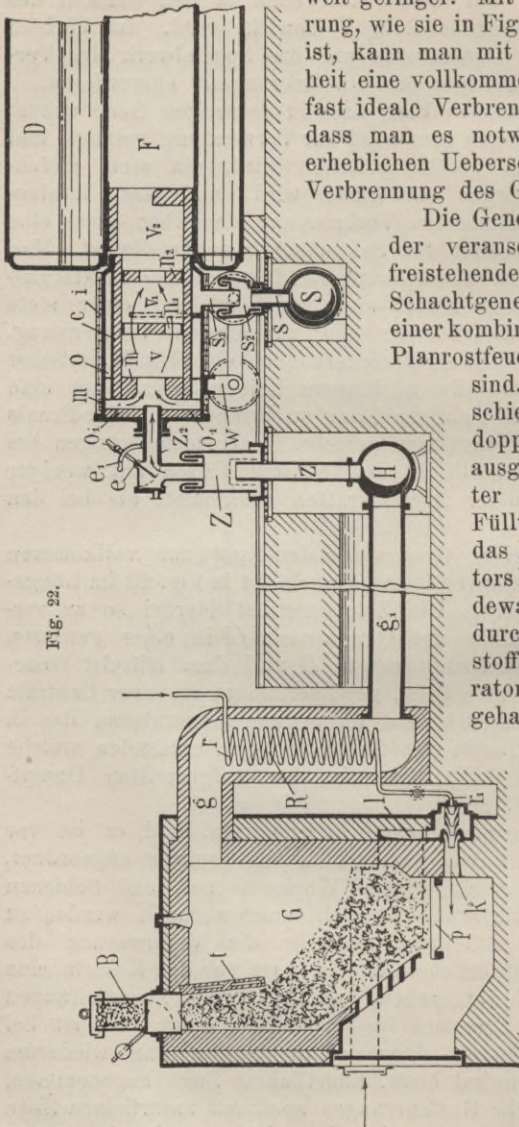


Fig. 22.

weit geringer. Mit einer solchen Feuerung, wie sie in Fig. 22 veranschaulicht ist, kann man mit unfehlbarer Sicherheit eine vollkommene, rauchfreie und fast ideale Verbrennung erzielen, ohne dass man es notwendig hätte, einen erheblichen Ueberschuss von Luft zur Verbrennung des Gases zuzuleiten.

Die Generatoren *G* sind bei der veranschaulichten Anlage freistehende, aussen ummantelte Schachtgeneratoren, welche mit einer kombinierten Treppen- und Planrostfeuerung ausgerüstet sind. Die Beschickung geschieht durch einen mit doppeltem Verschlusse ausgestatteten Fülltrichter *B*. Unterhalb des Fülltrichters ist eine in das Innere des Generators hineinragende Scheidewand *t* vorgesehen, durch welche die Brennstoffschicht in den Generatoren stets gleich stark gehalten wird. Die zur

Bildung des Gases erforderliche Luft wird mittels eines Dampfstrahlgebläses unter den Rost *p* eingeblasen. Bevor die Luft zu dem Dampfstrahlgebläse *k* gelangt, wird dieselbe gezwungen, Kanäle *l* zu passieren, welche hinter



dem von dem glühenden Brennstoffe berührten Chamottefutter des Generators angeordnet sind. Der Eintritt der Luft in diese Kanäle erfolgt zu beiden Seiten der Aschenthür durch zweckmässig mit Schiebern ausgerüstete Oeffnungen. Es ist ohne weiteres klar, dass die Luft in den Kanälen *l* die sonst von dem unteren Generatortheile stark ausgestrahlte und verloren gehende Wärme aufnimmt, wobei sie vorgewärmt wird. Gleichzeitig wird durch die Luftcirkulation das Mauerwerk gekühlt und eine grössere Dauerhaftigkeit desselben erzielt. Da der die Luft aus den Kanälen *l* ansaugende Dampf mit unter den Rost geblasen wird, so tritt auch der Wasserdampf in den im Generator stattfindenden Gasbildungsprozess ein. Leitet man eine grössere Menge Dampf ein, so wird man ein stark wasserstoffhaltiges Gas erhalten.

Kurz oberhalb des Rostes wird sich in dem Generator nach der Formel  $C + O_2 = CO_2$  Kohlensäure bilden. In geringer Höhe über dem Roste ist aber der zu der vollkommenen Verbrennung notwendige Sauerstoff zum grössten Teil verbraucht, und es findet daher in den höheren Schichten nur noch die unvollkommene Verbrennung nach der Formel  $C + O = CO$ , deren Produkt das Kohlenoxydgas ist, statt. Aber auch die über dem Roste durch vollkommene Verbrennung gebildete Kohlensäure wird in den höheren, glühenden Brennstoffschichten wieder zu Kohlenoxydgas reduziert nach der Formel  $CO_2 + C = 2CO$ . Der Wasserdampf wird von dem glühenden Kohlenstoffe ebenfalls zersetzt, und zwar, wenn der Generator genügend heiss geht, vorzugsweise nach der Formel  $H_2O + C = H_2 + CO$ , so dass man durch die Einwirkung des glühenden Kohlenstoffes auf den Wasserdampf Kohlenoxydgas und Wasserstoffgas erhält. In den höchsten Brennstoffschichten des Generators gesellen sich zu dem Kohlenoxydgas und dem Wasserstoffgas die aus dem frischen Brennstoffe ausgetriebenen Kohlenwasserstoffgase. Das Generatorgas ist bei mit Steinkohle oder anderen fossilen Brennstoffen beschickten Generatoren demnach im wesentlichen ein Gemenge von Stickstoff mit den brennbaren Gasen, Kohlenoxydgas, Wasserstoffgas und Kohlenwasserstoffgas. Da das Gas den Generator noch mit erheblich hoher Temperatur (bei Steinkohlengeneratoren ca.  $600^0$  C.) verlässt, und die von dem Gase mitgeführte Wärme, wenn die Verbrennungsöfen nicht unmittelbar an die Generatoren angebaut sind, in den langen Leitungen verloren gehen würden, so empfiehlt es sich, dieselben durch irgend ein geeignetes Mittel dem Generator wieder

zuzuführen. Eine Einrichtung, welche diesem Zwecke dient, ist bei dem in Fig. 22 veranschaulichten Generator vorgesehen. Dieselbe besteht im wesentlichen aus einem hinter dem Generator aufgestellten weiten Rohre oder ausgemauerten Cylinder  $R$ , in welchem eine viele Windungen besitzende Rohrschlange  $r$  eingebaut ist. Durch eine solche Einrichtung kann man die überschüssige Wärme der Generatorgase dadurch ausnutzen und dem Ofen zuführen, dass man den Wasserdampf für das Dampfstrahlgebläse  $k$  in diesem Rohre überhitzt. Man kann auch in dem Rohre durch allmähliches Einfließenlassen eines dünnen Wasserstrahles den erforderlichen Dampf selbst herstellen, um ein Generatorgas mit hohem Wasserstoffgasgehalt zu gewinnen.

Das erheblich abgekühlte Generatorgas gelangt durch einen Verbindungskanal  $g^1$  zu dem Hauptgaskanal  $H$ . Dieser steht durch Steigrohre  $z$  mit den einzelnen Gasverbrennungskammern in Verbindung.

Bei der auf der Zeichnung dargestellten Ausführung gelangt das Gas durch das Rohr  $z$  und eine bewegliche oben und unten in Wasserrinnen eintauchende Glocke  $Z$ , und durch das Knierohr  $z^2$ , welches mit einer im Stellbogen  $e^1$  verstellbaren Drosselklappe  $e$  ausgerüstet ist, zu der eigentlichen Gasfeuerung, welche im wesentlichen ein grosser Gasbrenner ist.

Bei der auf der Zeichnung dargestellten Ausführung wird das Gas durch die Mitte der Stirnwand zugeleitet, unmittelbar hinter der innen mit feuerfester Masse ausgekleideten Stirnwand und der inneren Vorderwand  $n$  der ersten Verbrennungskammer  $v$  befindet sich ein Luftschlitz  $o^1$ , aus welchem der einströmende Gasstrahl von allen Seiten Luft ansaugt.

Der innere Verbrennungsraum ist bei der dargestellten Ausführung in zwei Abteilungen  $v$ ,  $v^1$  durch eingesetzte, aus Chamotte hergestellte Platten oder Wände geteilt. Die erste Wand  $n^1$  hat die Oeffnungen, durch welche die Feuergase in die zweite Abteilung treten, an den Seiten bzw. am Rande sternförmig oder im Kreise angeordnet. Die zweite Scheidewand  $n^2$  hat die Oeffnungen in der Mitte. Durch diese Einrichtung werden die Feuergase wiederholt von ihrer Richtung abgelenkt und durcheinandergewirbelt, so dass die Gase, vorausgesetzt genügende Zuführung von Sekundärluft, in vollkommen verbranntem Zustande in das Flammenrohr  $F$  des Kessels eintreten.

Zum Ueberfluss ist noch in dem vorderen Ende des Flammenrohres eine ebenfalls mit Chamotte ausgekleidete Verbrennungskammer  $v^2$  vorgesehen.

Wie bei der in Fig. 10 veranschaulichten Flammenrohrfeuerung ist auch bei der in Fig. 22 veranschaulichten Gasfeuerung der innere Verbrennungsraum von einem doppelten Mantel umgeben, so dass zwischen dem inneren Mantel bezw. dem Chamottefutter *c* und dem äusseren Mantel *m* ein Ringraum *o* entsteht, durch welchen von der Luftleitung *S* aus durch das Rohr *s*<sup>1</sup> die Sekundärluft zugeleitet wird. In dem Ringraume *o* nimmt die Luft die von dem Chamottefutter ausgestrahlte bezw. abgeleitete Wärme auf und wird dadurch stark vorgewärmt. Ausserdem werden Wärmeverluste vermieden. Um den Wärmeverlust durch ausgestrahlte oder abgeleitete Wärme auf ein Minimum zu verkleinern, ist der äussere Mantel *m* noch von einer Isolierschicht *i* umhüllt.

Dass eine so wie in Fig. 22 konstruierte Gasfeuerung nicht nur rationell und rauchfrei, sondern auch sparsam arbeiten muss, dürfte jedem wohl einleuchten, da Wärmeverluste an allen gefährlichen Stellen vermieden sind.

Will man die eigentliche Feuerung bezw. den Brenner zwecks Reparatur auswechseln, so braucht man nur die Glocken *Z* und *s*<sup>2</sup> in ihrem Wasserverschlusse anzuheben und kann dann sofort den Wagen *w* mit dem Brenner hinausfahren und einen anderen Brenner als Ersatz einfahren und einschalten. Die Auswechslung würde nur wenige Minuten in Anspruch nehmen, und es könnte von einer Betriebsstörung kaum die Rede sein. Wie Zeit raubend, langweilig und umständlich sind dagegen die häufigen Reparaturen bei stationären Dampfkesselfeuerungen.

Von grosser Wichtigkeit bei der Gasfeuerung ist die Vorwärmung der Sekundärluft; diese lässt sich jedoch fast bei allen Gasfeuerungen sehr gut erreichen; denn man kann bei den meisten Oefen die Abhitze des Ofens, welche bei den direkten Feuerungen gewöhnlich zum Schornstein entweicht und welche meist einen hohen Brennstoffwert repräsentiert, mittelst ähnlicher Gegenstromluftvorwärmer wie in Fig. 19 dargestellt zur Vorwärmung der Sekundärluft benutzen. Bei Dampfkessel- und anderen Feuerungen, bei welchen die Gase nur mit niedriger Temperatur zum Schornstein entweichen, kann man die Sekundärluft durch die von der Vorbrennungskammer ausgestrahlte Wärme, wie dies in Fig. 22 dargestellt ist vorwärmen.

Von grösster Wichtigkeit für eine vollkommene und rauchfreie Verbrennung ist vor allem die Art und Weise, wie man die Sekundärluft zu den Gasen führt bezw. mit diesen vermischt.

Hat man es mit einer grossen Feuerung zu thun, bei welcher ein breiter Herd *v*, wie dies beispielsweise in Fig. 23 im Grundriss veranschaulicht ist, befeuert werden soll, so muss man den starken bzw. dicken Gasstrom *G* in mehrere Zweige von geringerem Durchmesser verteilen, also das Gas zu dem Herde durch mehrere nebeneinander angeordnete Kanälchen *g* leiten.

Dementsprechend muss man auch den Luftstrom in mehrere Zweige teilen, das heisst, zu jedem Gaskanale *g* je einen Luftkanal *l* führen. Es bedingt ferner einen grossen Unterschied, ob man die Sekundärluft von unten oder von oben dem Gase zuführt.

Führt man die Luft, wie dies in Fig. 24, welche einen senkrechten Längsschnitt darstellen soll, veranschaulicht ist,

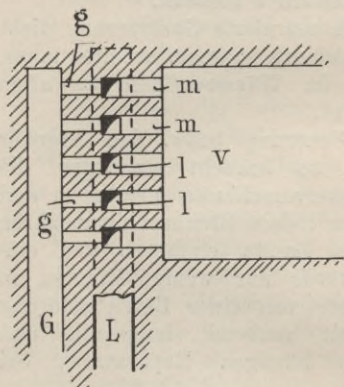


Fig. 23.

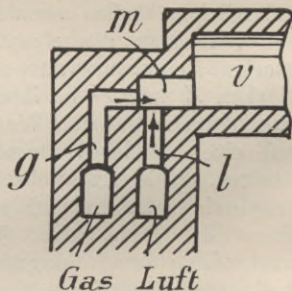


Fig. 24.

von dem Hauptluftkanal durch Kanälchen *l* senkrecht aufsteigend von unten zu, so wird die Verbrennung nicht so schnell stattfinden, als wenn man die Luft, wie dies in Fig. 25 veranschaulicht ist, von oben zuführt. Die Luft ist bekanntlich spezifisch schwerer als das Gas, woraus ohne weiteres hervorgeht, dass, wenn die Luft von oben zugeleitet wird, dieselbe sich schneller und besser mit dem Gase vermischt, als wenn dieselbe von unten zugeleitet wird.

Bei der in Fig. 25 dargestellten Zusammenführung von Gas und Luft wird die Verbrennung fast unmittelbar an dem Treffpunkte von Luft und Gas in dem Mischkanal *m* stattfinden. Man wird eine derartige Zusammenführung von Luft und Gas namentlich bei solchen Oefen anwenden, bei welchen es darauf

ankommt, die Hitze auf einen möglichst kleinen Raum bezw. auf einem sehr kurzen Herde zu konzentrieren.

Will man einen etwas längeren Herd beheizen, so wird man Luft und Gas, wie dies in Fig. 26 veranschaulicht ist, in einem spitzen Winkel zusammenführen.

Will man eine recht lange Flamme erzielen, so wird man, wie dies in Fig. 27 veranschaulicht ist, Luft und Gas parallel zueinander leiten.

Wenn man bei dieser Anordnung die Luft unterhalb des Gases zuleitet, so kann man die Flamme noch mehr verlängern; man kann bei dieser Führung Oxydationsprozesse auf dem Herde ausführen, während man bei oberer Luftzuführung Reduktionsprozesse ausführen kann.

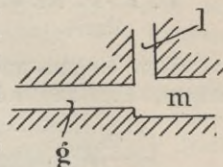
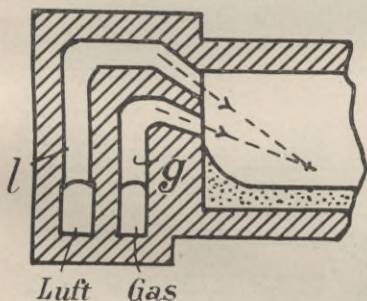


Fig. 25.



Luft Gas

Fig. 26.

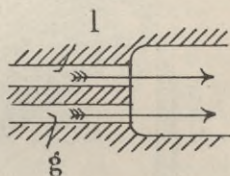


Fig. 27.

Vor allem wird man aber nach obigen Ausführungen zu geben müssen, dass man es mit der Gasfeuerung weit besser in der Hand hat, bestimmte feuertechnische Aufgaben zu erfüllen, ohne dabei von der Geschicklichkeit des Heizers besonders abhängig zu sein.

## V. Teil.

### Patentierte Rauchverbrennungsapparate und Feuerungen.

Die Zahl der in Deutschland auf angeblich rauchverzehrende Feuerungen erteilten Patente ist ausserordentlich gross. Weit aus die meisten dieser Patente sind nur kurze Zeit aufrecht erhalten worden. Unter Patenten, welche am 1. Dezember 1901 noch zu Recht bestanden, dürften die nachfolgend kurz behandelten

einige Beachtung verdienen. Ihre Kenntnis ist jedoch für den Konstrukteur von Wichtigkeit, um Patentverletzungen zu vermeiden.

D. R.-P. Nr. 63565 vom 2. Juni 1891 von J. Hinstin, Paris.

Den Gegenstand dieses Patentes bildet eine Feuerungsanlage, Fig. 28, welche sich aus drei Teilen zusammensetzt,

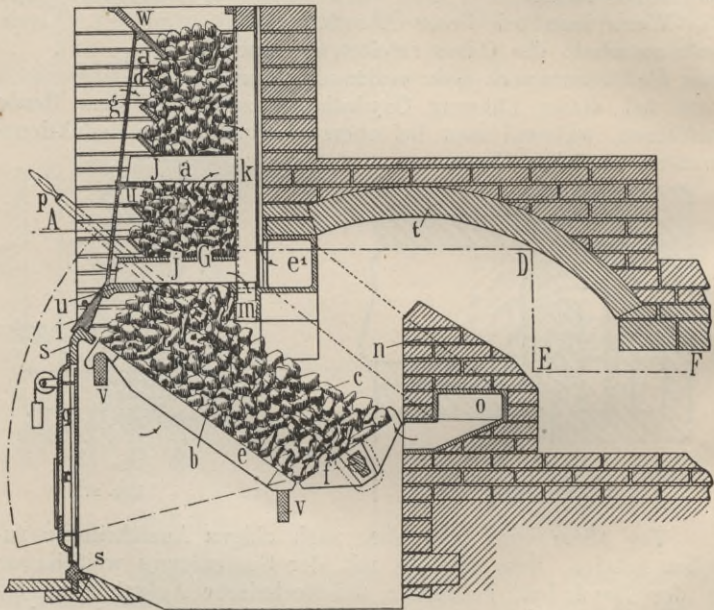


Fig. 28.

einer Vorfeuerung, einer mittleren oder Hauptfeuerung und einer hinteren Feuerung. Diese Teile sind an Gestalt und Abmessungen, je nach dem Brennmaterial, veränderlich, desgleichen auch die Luftröhren, Roste oder Luftkanäle, durch welche die zur Verbrennung nötige Luft eingeführt wird.

1) Die Vorfeuerung *a* ist derjenige Teil, in welchem sich die Destillation der Gase des Brennmaterials und ihre Vermischung mit der Luft vollzieht. Die in diesem Teile entwickelten Gase werden durch den Zug des Schornsteines behufs

Rauchverbrennung über das glühende Brennmaterial in der Hauptfeuerung *b* geführt.

Dieser besondere Raum *a* wird auf der einen Seite von Roststäben *d* begrenzt, welche senkrecht oder wagerecht angeordnet und mit Luft- und Gaskanälen versehen sein können. Letztere werden, wenn sie vorhanden sind, durch Schieber geregelt und sind dazu bestimmt, Luft in das Brennmaterial eindringen zu lassen. Auf der anderen Seite wird die vordere Feuerung von einem Gegenrost *k* begrenzt, welche dazu dient, das Gemisch von Luft und Gas nach der eigentlichen Feuerung zu führen.

2) Die Hauptfeuerung *b* ist derjenige Teil, in welchem die Destillation des Gases fortgesetzt und vollendet wird, in welchem ferner die Verbrennung des aus der Vorfeuerung kommenden Gemisches von Luft und Gas stattfindet. Sie besteht aus einem Raum, der einerseits von der Vorfeuerung und andererseits, an der Vorderseite, von einer nur zum Entzünden und Reinigen bestimmten Feuerungsthür *c* und ferner von festen oder beweglichen, mehr oder weniger geneigten oder wagerecht angeordneten Roststäben *e* begrenzt ist, welche letztere mit Luftkanälen ausgestattet sein können oder nicht. Die Luftkanäle sind mit Schiebern versehen, um die zur Verbrennung nötige Luftmenge regeln zu können. Schliesslich ist die Hauptfeuerung noch von der hinteren Feuerung begrenzt.

Die Hauptfeuerung enthält ausserdem noch den Aschenfall und die Thür *a* für denselben, an der sich ein Schieber *r* zur Regelung des Luftzutrittes unter dem Feuerrost befindet.

3) Die hintere Feuerung *c* ist derjenige Teil, worin die Verbrennung und die Umwandlung der brennbaren Gase in Kohlensäure beendet werden soll. Der Raum für diese Feuerung ist auf der einen Seite von der Hauptfeuerung, auf der anderen von der Feuerbrücke *n* und einem zur Umlenkung der Flammen dienenden Gewölbe begrenzt und an seinem unteren Teil mit Roststäben *f* versehen, welche dazu dienen, den Brennstoff in Glut zu erhalten und der Masse des Brennstoffes einen dreieckigen Querschnitt zu erteilen, dessen Grundfläche nach der Hauptfeuerung und dessen Spitze an dem Ende der Roststäbe nach der Feuerbrücke zu liegt. Die Roststäbe bilden zusammen einen Rost, welcher eine hin- und hergehende Bewegung ausführen kann, um den Brennstoff zu schütteln und die Durchgangsöffnungen für die Luft zu vergrössern, welche durch einen Drehschieber oder dergleichen

eingelassen wird, der die Luft nach Belieben unter dem Rost der Hauptfeuerung oder unter demjenigen der hinteren Feueung verteilt.

Der Patentanspruch lautet:

Eine Feuerungsanlage, bei welcher das Brennmaterial *a* zwischen aufrechten, den Verkokungsraum umschliessenden

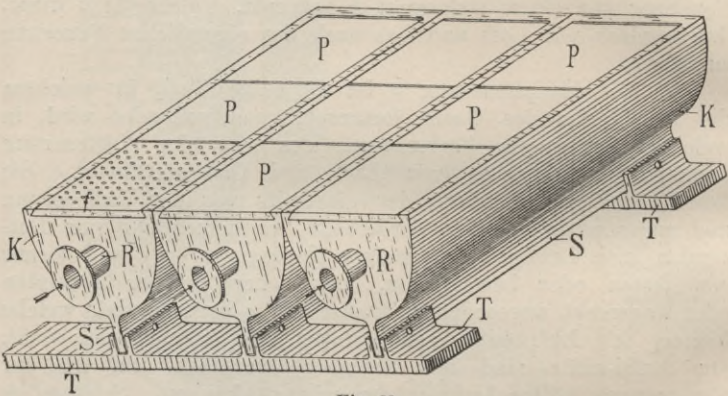


Fig. 29.

Rosten *dk* vergast wird, deren Roststäbe für die hintere Wand bzw. die beiden Seitenwände des Verkokungsraumes durch die

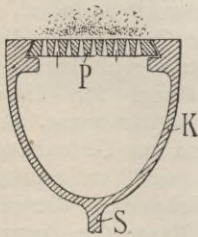


Fig. 30.

senkrechten Wellenvorsprünge wellförmiger Wände *k* gebildet sein können, so dass die frische Luft unter dem Einflusse des Zuges den Verkokungsraum in seiner ganzen Höhe stetig quer durchströmt, sich mit den Destillationsprodukten unmittelbar bei deren Entstehen innig mischt und nach Querhindurchtritt durch den Verkokungsraum zwischen den Roststäben bzw. den wellförmigen Vorsprüngen des hinteren Rostes hinabströmt

und sich dann entzündet, unmittelbar auf dem glühenden Brennmaterial *b*, welches auf einem nach hinten geneigten Hauptrost *e* ruht und sich nach hinten gegen einen Rost *f* stützt, welcher sich zu dem Zwecke, das glühende Brennmaterial in einer Schicht von annähernd gleicher Dicke auf dem Hauptrost zu erhalten, in einer Neigung nach vorn an den Hauptrost *e* anschliesst.



D. R.-P. Nr. 68502 vom 29. April 1891 von Josef Kudlicz, Prag-Bubna.

Dieses Patent betrifft eine im besonderen für staub- oder pulverförmige Brennstoffe geeignete Rostfeuerung.

Bei dieser Feuerungsanlage sind hohe Rostkörper angeordnet, welche in Fig. 29 und 30, Seite 46, schaubildlich und im Schnitt veranschaulicht sind. In die Hohlkörper wird Luft unter Druck eingeblasen, wobei der auf dem Roste liegende Brennstoff zur vollkommenen Verbrennung gelangen soll.

Der Patentanspruch lautet:

Eine Feuerungsanlage zur Verbrennung von Staubkohle, Kohlenlösch- und Abfällen, bestehend aus einem oder mehreren nebeneinander liegenden hohlen, nach der Feuerung zu hermetisch abgeschlossenen Rostkörpern *K*, deren Hohlraum mit der Feuerung lediglich durch eine Anzahl auf der ganzen Oberfläche einer Feuerungsplatte *P* gleichmässig angeordneter runder und rechteckiger düsenartiger Oeffnungen in Verbindung steht, durch welche Luft von solcher Pressung hindurchgeleitet wird, dass das auf den Feuerungsplatten *P* befindliche Brennmaterial, ohne durch die Oeffnungen der Rostplatte *P* hindurchzufallen oder durch die Luftpressung weggeblasen zu werden, frei schwebend erhalten wird.

D. R.-P. Nr. 71420 vom 11. April 1893 von Fränkel & Co., Leipzig-Lindenau.

Die den Gegenstand dieses Patentbesitzes bildende Feuerung ist in Fig. 31 und 32, Seite 48 und 49, im Querschnitt und Längsschnitt *R-R* veranschaulicht.

Ueber dem Aschenraum *A* befindet sich der Stabrost *a* und über dem letzteren, seitlich von feuerfesten Wänden begrenzt, der Verbrennungsraum *B*, dessen Feuergase nach einem Dampfkessel oder einer anderen Verwendungsstelle geleitet werden.

Zu beiden Seiten des Verbrennungsraumes *B* befinden sich die Schwelräume *C*, in welche vom Brennmaterialraum *D*, der über dem Verbrennungsraum *B* liegt, das Brennmaterial gelangt.

Der Brennmaterialraum *D* wird nach oben hin durch eine Einschüttöffnung abgeschlossen, deren Zarge einen in den Brennmaterialraum einragenden Rand hat.

In dem Aschenraum *A* befinden sich die nach aussen hin durch Regelklappen oder Schieber *o* absperrbaren Kanäle *d*,

welche zu den Seiten unterhalb des Rostes *a* einmünden und dazu dienen, frische Luft einzuleiten.

Die Ausströmung dieser frischen Luft geschieht durch die Öffnungen *b b*.

In der hinteren Wand des Aschenraumes *A* sind Öffnungen *c c* angebracht, welche das Ende der Kanäle *h h* bilden, die mit den das Verbrennungsraummauerwerk seitlich tragenden Hohlträgern *H* in Verbindung stehen. Diese Hohl-

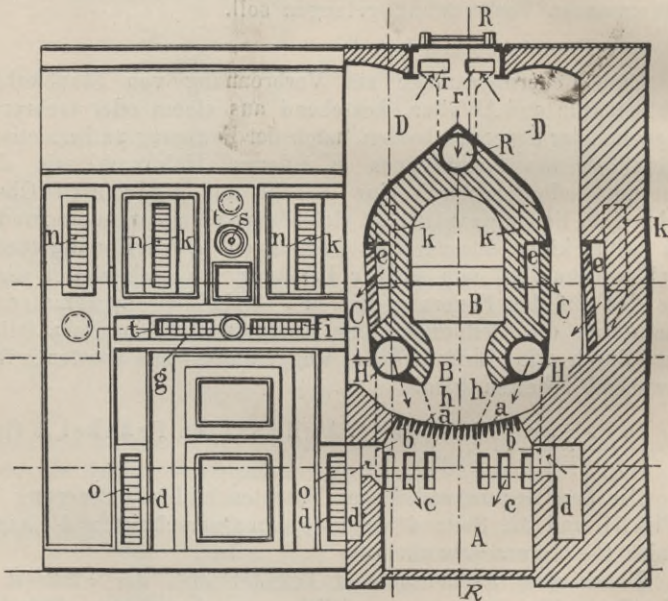


Fig. 31.

träger *H* können runde oder eckige Querschnittsform haben und erhalten frische Luft durch die Kanäle *g*, die durch Schieber oder Klappen *i* absperrbar sind.

Um die in den Schwelräumen entstehenden Gase entsprechend mit Luft zu mischen, sind seitlich von den Schwelräumen die Kanäle *k* mit den Austrittsöffnungen *e* angebracht. Diese Kanäle *k* erhalten frische Luft von aussen durch mittelst Schieber oder Klappen regelbaren Öffnungen.

Da ferner eine gewisse Menge Schwelgase sich schon im Brennmaterialraum *D*, und zwar in dessen oberstem Teil

ansammelt, so müssen diese Gase abgeleitet werden, was mit Hilfe des Kanals  $r$  und des Rohres  $R$  geschieht.

Vom Rohr  $R$  aus werden die dem Brennmaterialraum  $D$  entzogenen Gase nach der Mischdüse  $t$ , Fig. 32, gebracht, um von letzterer nach dem Verbrennungsraum zu strömen.

Die Mischdüse  $t$  erhält frische Luft durch die Oeffnung  $s$ , welche durch Klappe oder Schieber mehr oder weniger abgeschlossen werden kann.

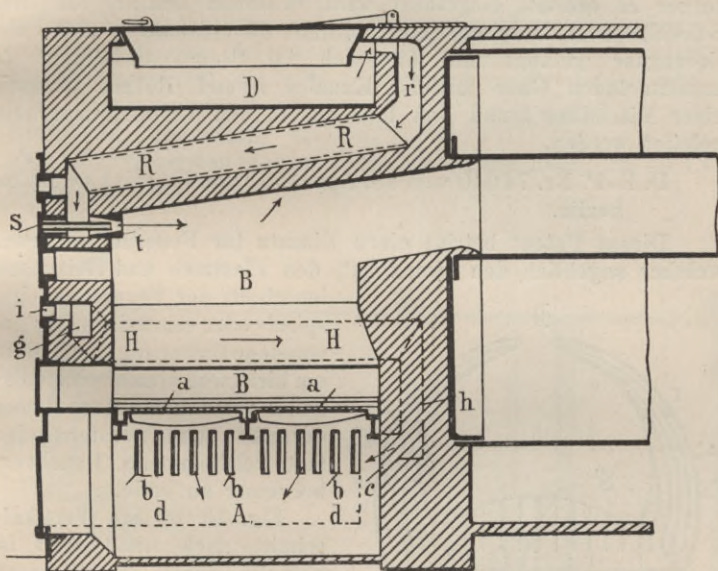


Fig. 32.

Die Wirkung soll folgende sein:

Unterhalb des Rostes wird durch Kanalöffnungen  $b$  und  $c$  kalte und heisse Luft zugeführt.

Die in den Schwelräumen  $C$  entstehenden Gase werden mittelst der seitlich durch Kanalöffnungen  $e e$  eingeführten Luft derart gemischt, dass deren Verbrennung beim Eintritt in den Verbrennungsraum  $B$  erfolgen muss.

Die emporsteigenden Gase, welche sich im Brennmaterialraum  $D$  ansammeln, werden durch den Kanal  $r$  und Rohr  $R$  abgesaugt und mittelst Mischdüse  $t$  ebenfalls verbrennfähig dem

Verbrennungsraum *B* zugeführt, so dass in letzterem eine vollkommen brennende hochhitzende Flamme entsteht, die rauchfrei ihrem Bestimmungsort zugeführt werden kann.

Der Patentanspruch lautet:

Eine von oben her mit Brennmaterial zu beschickende Feuerungsanlage, dadurch gekennzeichnet, dass unterhalb des Rostes *a* mittelst der Kanäle *d* *b* frische sowie heisse Luft durch Kanäle *g*, *h* und *c*, welche letztere durch die Hohlträger *H* erhitzt, eingeführt wird, während seitlich von den Schwelräumen *C* frische Luft durch die Kanäle *k* *e* in die Brenngase gelangt und die sich im Brennmaterialraum *D* ansammelnden Gase mittelst Kanales *r* und Rohres *R* nach einer Mischdüse *t* und von hier aus in den Verbrennungsraum geleitet werden.

D. R.-P. Nr. 74 010 vom 18. April 1893 von Kowitzke & Co., Berlin.

Dieses Patent betrifft einen Einsatz für Feuerungsanlagen, welcher angeblich den Zweck hat, den Flammen und Heizgasen innerhalb der Feuerzüge eine spiral- oder schraubenartig gewundene Bewegung zu erteilen, um hierdurch einmal eine möglichst vorteilhafte Ausnutzung derselben und zweitens eine fast vollkommene Rauchverbrennung zu erzielen.

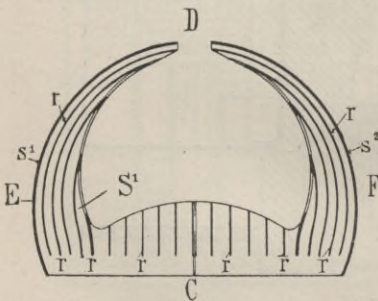


Fig. 33.

Fig. 33 ist ein Vertikalschnitt nach Linie *A-B* in Fig. 34 durch den Einsatz; Fig. 34 einen Horizontalschnitt nach Linie *E-F* in Fig. 33;

Fig. 35 der Längsschnitt eines mit dem Einsatz versehenen Lokomobilkessels.

Der Einsatz besteht aus einem steigbügelartig gestalteten, metallenen Hohlkörper *S*, welcher des bequemeren Einbaus halber aus mehreren Stücken bestehen kann.

Umfassungswände und Hohlraum dieses Körpers laufen von aussen nach innen verjüngt zu, so dass sowohl die beiden Bügel *s*<sup>1</sup>*s*<sup>2</sup> als auch der dieselben verbindende Grundkörper *s*<sup>3</sup>*s*<sup>4</sup> nach der Innenseite des Bügels zu schmäler sind als an den Aussen-seiten. Im Innern des ganzen Hohlkörpers sind Rippen *r*

angeordnet. Die durch dieselben gebildeten Kanäle sind oben und unten offen. Die Bügel  $s^1 s^2$  können mit ihren oberen Enden nach Bedürfnis dicht zusammenstossen oder einen Zwischenraum bilden.

Der Einsatzkörper  $S$  wird hinter dem Rost einer Feuerung eingebaut, so dass die Unterkante des Einsatzes in der Ebene des Rostes liegt, und die unter dem Roste befindliche, durch die strahlende Wärme stark erhitzte Luft in den Einsatzkörper  $S$  gelangen kann. An der unteren Seite desselben wird zweckmässig eine Jalousieklappe angebracht, die mittelst einer unterhalb des Rostes bis ausserhalb der Feuerthür führenden Stange eingestellt werden kann, um die Luftzuführung nach Bedarf zu regeln.

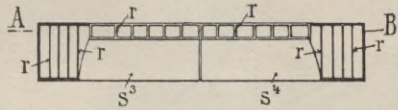


Fig. 34.

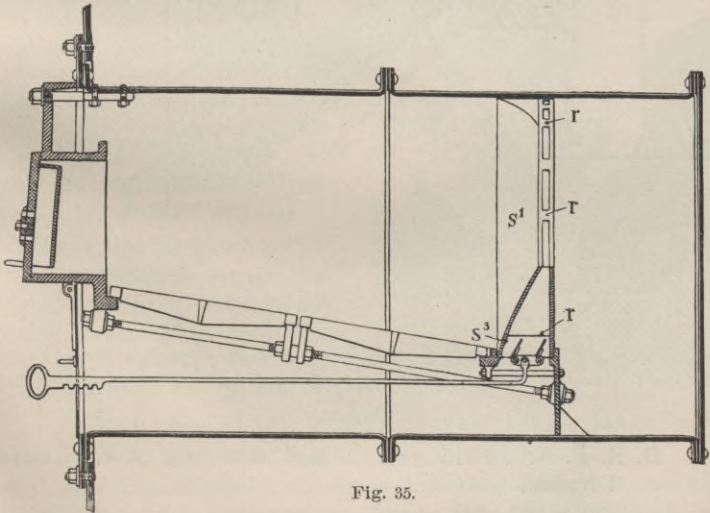


Fig. 35.

Die durch den Einsatz  $S$  hindurchstreichenden Flammen saugen die im Hohlraum desselben befindliche von unten sich stets erneuernde Luft an und werden infolge der eigentümlichen Gestaltung des Einsatzes und der Anordnung der Kanäle in demselben angeblich gezwungen, eine schraubenartig gewundene Bewegung anzunehmen.

Der Patentanspruch lautet:

Ein am Ende des Rostes befindlicher Einsatz für Feuerungsanlagen, bestehend aus einem steigbügelartig gestalteten, nach dem Innern des Bügels verjüngt zulaufenden Hohlkörper, in dessen Hohlraum Rippen so angeordnet sind, dass sie offene Kanäle bilden, die an der Unterseite des Einsatzes beginnen und an der Innenseite desselben endigen.

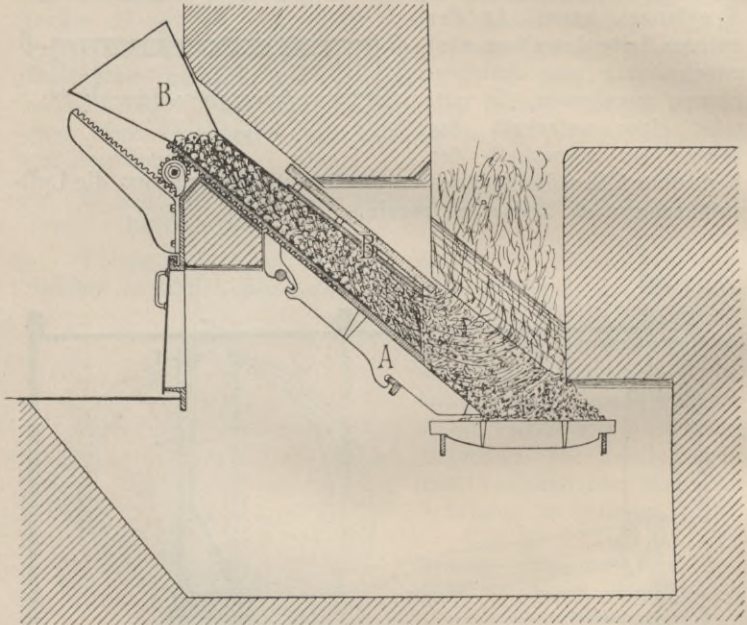


Fig. 36.

D. R.-P. Nr. 79 015 vom 2. Mai 1894 von G. W. Kraft, Dresden.

Dieses Patent betrifft eine Einrichtung an Schrägrostfeuerungen, welche in Fig. 36 im Längsschnitt veranschaulicht ist.

Auf dem oberen Ende des geneigten Rostes *A* ruht der Schüttkasten *B*, welcher oben zum bequemen Einwerfen der Kohle trichterförmig erweitert werden kann. Dieser Schüttkasten ist derart verstellbar, dass durch Höher- oder Tieferschieben desselben grössere oder kleinere Teile der Rostfläche

vom Schüttkasten bedeckt, die Grösse der Rostfläche also verändert wird.

Der Neigungswinkel des Schrägrostes wird derart gewählt, dass ein Ueberstürzen der Kohle nicht stattfindet, dieselbe vielmehr stets in gleichmässiger Schicht, in der Höhe dem lichten Raum des Schüttkastens entsprechend, auf dem offenen Teil des Rostes und genau der verbrannten Menge entsprechend, frische, aber in dem Schüttkasten bereits vergaste Kohle nachrutscht. Je grösser die von dem Schüttkasten nicht bedeckte Rostfläche ist, eine um so grössere Menge Kohle gelangt gleichzeitig zur Verbrennung, ohne dass der Verbrennungs- bzw. Vorvergasungsprozess und damit die Rauchverzehrung sich ändert.

Als Bewegungsvorrichtung für den Schüttkasten ist hier ein auf beiden Seiten in Zahnstangen eingreifendes rollendes Zahnrad ohne Achse mit einfallender Sperrklinke gezeichnet. Es können hierfür jedoch beliebige andere bekannte mechanische Hilfsmittel angewendet werden.

Der Patentanspruch lautet:

Eine Schüttfeuerung, dadurch gekennzeichnet, dass der Schüttkasten *B* verschiebbar

ist, um hierdurch die Grösse des Feuerherdes zu verändern und demnach ein grösseres oder kleineres Feuer zu erhalten.

D. R.-P. Nr. 81 167 vom 28. August 1894. Hans Lutz und Wilhelm Schäfer in München.

Das Eigentümliche an dieser Feuerung besteht namentlich darin, dass die Verbrennung allein auf der Oberfläche der Brennstoffschicht stattfindet. Die Feuerung ist in Fig. 37 im senkrechten Längsschnitt veranschaulicht.

Das Brennmaterial gelangt durch die Heizthür *K* in den Raum *R* und rutscht, dem Verhältnis des Verbrennungsprozesses entsprechend, auf der vollen Bodenplatte *P* nach. Der Verbrennungsvorgang wird durch die aus den Düsen *D* strömende,

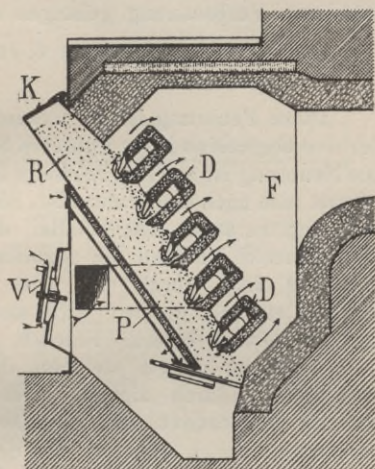


Fig. 37.

vorerrhitzte Luft in den oberen, staffelförmig gelagerten Brennschichten in stetig gleichmässigem Zustande unterhalten, wobei sich die kurzen Flammen zwischen den Düsen  $D$  entwickeln und nach dem Feuerraum  $F$  ziehen. Schlacken und Asche gelangen an die tiefste Stelle und werden hier zeitweise entfernt.

Der Patentanspruch lautet:

Rauchverzehrende Feuerung, dadurch gekennzeichnet, dass die Luftverteilung nur in den oberen Brandschichten mittelst hohler, feuerfester Düsen stattfindet, an welchen die stetig nachrutschenden Brennstoffe zu einer möglichst rauchlosen, vollständigen Verbrennung gelangen sollen.

D. R.-P. Nr. 85 732 vom 6. Juni 1894. Joseph Hinstin, Paris.

Diese Feuerung ist im wesentlichen eine weitere Ausbildung der den Gegenstand des Patentes Nr. 63 565 bildenden Feuerung. Die Neuerung ist aus Fig. 38, Seite 55, ersichtlich, welche im Längsschnitt eine nach dem Patent Nr. 85 732 konstruierte Dampfkessel-Feuerung veranschaulicht. Bei dieser Feuerung strömt gegen zwei beheizte Flächen ein regulierbarer Luftstrom in der Weise, dass die Luft durch den Zug des Schornsteins an diesen Flächen entlang geführt wird und sich an denselben erhitzen kann. Diese beiden Flächen lassen zwischen sich einen Zwischenraum, durch welchen die Produkte der ersten Verbrennung hindurch ziehen. Die Enden dieser Flächen sind derartig angeordnet, dass die beiden erwähnten heißen Luftströmungen durch den Zug des Schornsteins gezwungen werden, sich miteinander zu vereinigen, wobei sie die Produkte der ersten Verbrennung zwischen sich aufnehmen.

Der erste Patentanspruch lautet:

Eine rauchverzehrende Feuerung mit zwei im Innern des Feuerungsraumes angeordneten, feuerfesten, durch Oeffnung  $b$  getrennten Wänden  $e$ ,  $f$  für den Durchgang der Produkte der ersten Verbrennung, welche von zwei regelbaren, sich an den feuerfesten Wänden erhaltenden und vor einer derselben im Punkte  $x$  sich treffenden Luftströmen 1—2 und 3—4 eingeschlossen werden.

D. R.-P. Nr. 86 287 und 86 529 vom 2. Juli 1895 und vom 2. Oktober 1895. A. Schaper, Hamburg.

Diese Patente betreffen die bekannte Donneleyfeuerung (Fig. 39), Seite 56. Das Eigenartige bei derselben besteht im wesentlichen



darin, dass die Verbrennung zwischen zwei, gewissermassen einen Korb bildenden, stehenden Rosten stattfindet, von welchen der innere aus mit Wasser durchströmten Röhren gebildet ist.

Die Feuerung hat wohl den einen Vorzug, dass die von der Luft zu durchdringende Brennstoffschicht stets gleich stark

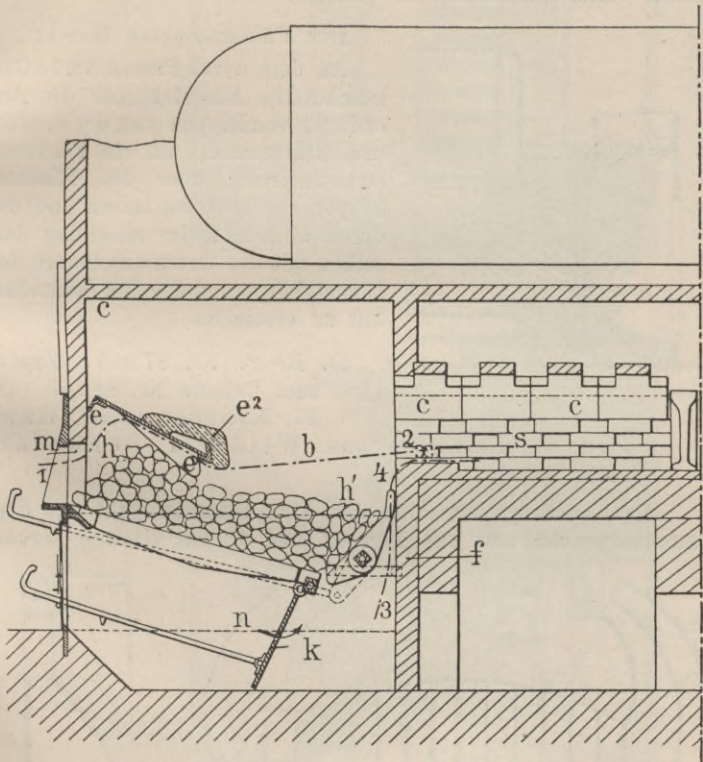


Fig. 38.

bleibt, sie hat aber den sehr wesentlichen Nachteil, dass der innere aus Röhren gebildete Rost unter der direkten Einwirkung des Feuers und der Schlacken stark leidet. Da die Feuergase beim Austritt aus der Feuerung durch die mit Wasser gefüllten Röhren stark abgekühlt werden, so ist es sehr fraglich, ob durch eine solche Feuerung eine vollkommene, rauchlose Verbrennung erzielt werden kann.

D. R.-P. Nr. 87764, Zusatz zu dem Patente Nr. 74010 vom 18. April 1893. Kowitzke & Co., Berlin.

Die Neuerung geht aus dem Patentanspruche und den Fig. 40 und 41, welche dieselbe im Längsschnitt und Querschnitt veranschaulichen, zur Genüge hervor.

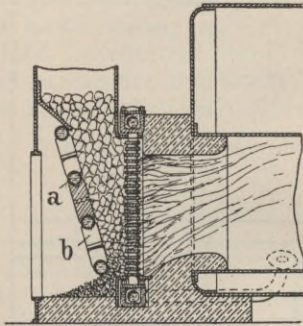


Fig. 39.

Der Patentanspruch lautet:

An dem durch Patent Nr. 74010 geschützten Einsatzkörper die Anordnung von Rippen *a* an der Vorder- und Hinterwand, um die Flammenstrahlenförmig über den Einsatzkörper streichen zu lassen und dadurch eine intensive Mischung derselben mit der durch das Innere des Einsatzkörpers ziehenden Sekundärluft zu erreichen.

D. R.-P. Nr. 87955, Zusatz zum Patente Nr. 81167 vom 27. November 1895. Hans

Lutz, Nürnberg, und Wilhelm Schaefer, München.

Die Neuerung gegenüber dem Hauptpatente geht aus dem Patentanspruche und aus Fig. 42 und 43 zur Genüge hervor.

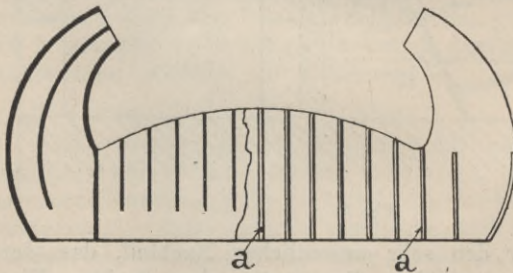


Fig. 40.

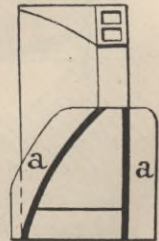


Fig. 41.

Der Patentanspruch lautet:

Eine Ausführungsform der Feuerung nach Patent Nr. 81167, dadurch gekennzeichnet, dass die dort geschützten Luftverteilungsdüsen durch eine grosse Düse ersetzt sind.

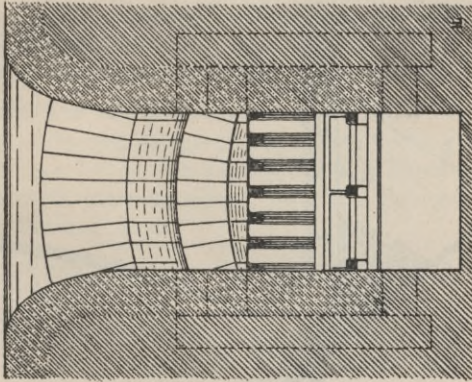


Fig. 43.

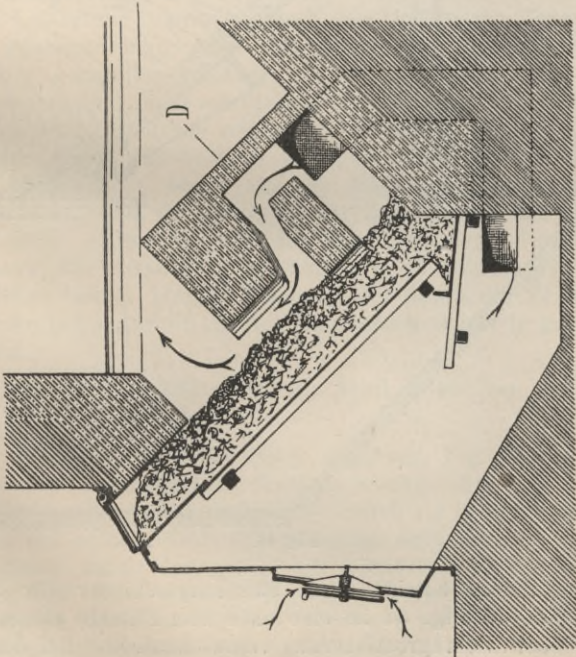


Fig. 42.

D. R.-P. Nr. 89 681 vom 30. Januar 1896. Paul A. F. Schulze, Dresden-Plauen.

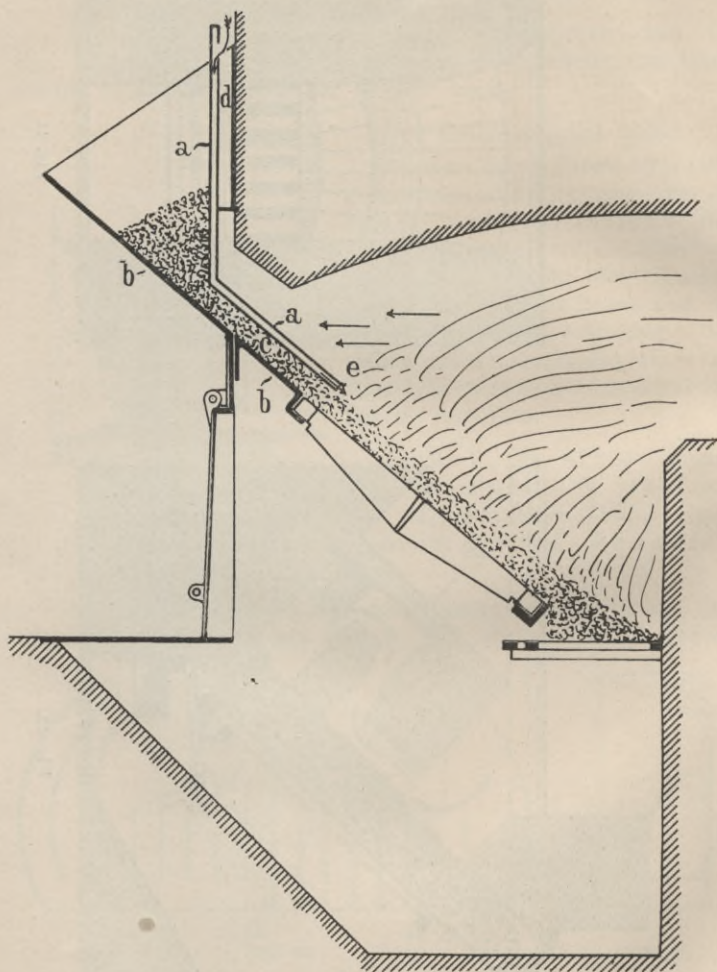


Fig. 44.

Das Patent betrifft einen Regelungsschieber für Schüttfeuerungen. In Fig. 44 ist eine nach dem Patente eingerichtete Schütt- bzw. Schrägrostfeuerung veranschaulicht. Bei derselben

ist an dem Regelungsschieber  $a$  eine Verlängerung  $a^1$  derart angebracht, dass dieselbe bei jeder Stellung der Auf- und Abwärtsbewegung des Schiebers mit der schiefen Ebene  $b$  und den Seitenwänden  $c$  einen geschlossenen Schütttschacht bildet.

Der Patentanspruch lautet:

Regelungsschieber für Schüttfeuerungen, dessen Verlängerung  $a$  mit der schiefen Ebene  $b$  und den Seitenwänden  $c$  einen Schütttschacht bildet, dadurch gekennzeichnet, dass der Schieber hohl ist und zur Luftzuführung dient.

D. R.-P. Nr. 91332 vom 15. Februar 1896 von August Krippel, Wien.

Was hauptsächlich durch dieses Patent geschützt ist, geht aus Fig. 45 und 46, Seite 60 und 61, (Längsschnitt und Querschnitt) und dem Patentanspruch hervor.

Der Patentanspruch lautet:

Feuerungsanlage mit Rauchverzeherung durch selbstthätig geregelte Luftzufuhr unmittelbar nach dem Oeffnen der Feuerthür, dadurch gekennzeichnet, dass beim Oeffnen der Feuerthür  $E$  ein selbstthätig geregelter Schieber  $r$  Luft von aussen, und zwar bei Innenfeuerungen durch von rückwärts zur Feuerbrücke geführte, bei Unterfeuerungen durch neben dem Aschenfall gelagerte, von diesem nur durch Eisenwände getrennte Luftstollen  $b$  derart aus der Feuerbrücke bzw. aus der Rückwand der Feuerung austreten lässt, dass sie entgegen der Zugrichtung der Feuergase unterhalb eines sich von der Feuerthür nach der Feuerbrücke bzw. Rückwand der Feuerung zu erstreckenden Gewölbes ( $A$ ), welches behufs inniger Mischung der durch die Feuerthür eintretenden Sekundärluft mit den Feuergasen sägeartig gestaltet ist, strömt.

D. R.-P. Nr. 91787 vom 12. April 1896 von Robert Zeiller, München.

Der Brennstoff wird bei dieser Feuerung, Fig. 47, Seite 62, auf dem oberen Teile eines zweckmässig schrägen Rostes  $b$  vergast und die Feuergase werden gezwungen, durch ein in der Höhe verstellbares am unteren Ende der Feuerung angeordnetes Abzugsrohr  $i$ , direkt durch den glühenden Brennstoff (oder vielmehr über dem auf dem hinteren Rostteil  $r$  befindlichen entgasten Brennstoff) zu streichen und sich hier noch mit der zur völligen Verbrennung notwendigen Luft zu mischen.

Der Patentanspruch lautet:

Feuerung mit zweiteiligem Planrost, dadurch gekennzeichnet, dass ein bis zu gewisser Tiefe auf den hinteren Rost herabreichendes, sich nach oben erweiterndes Abzugsrohr *i* angeordnet

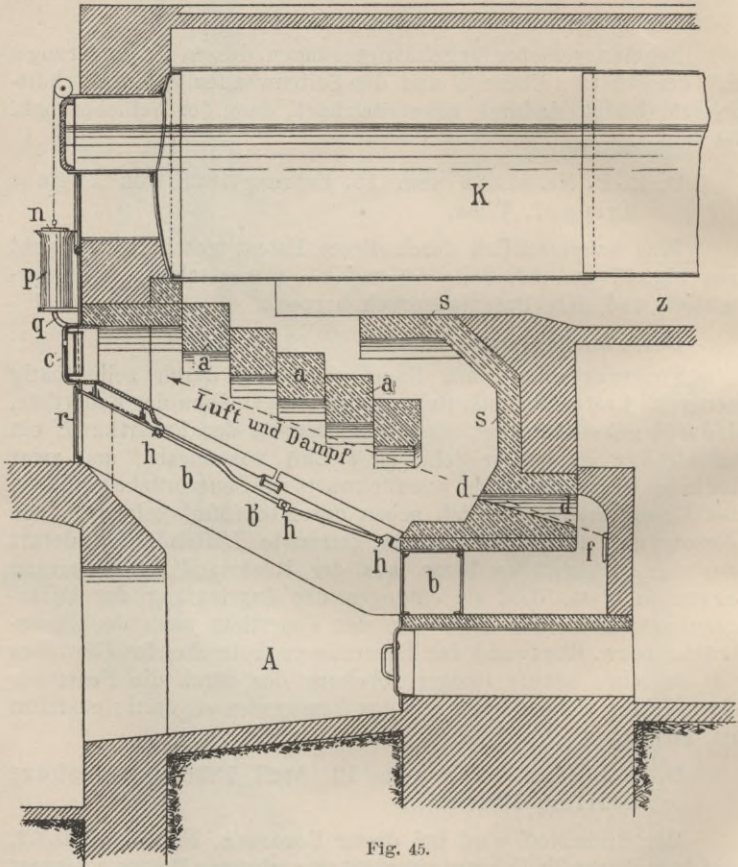


Fig. 45.

ist, welches die auf dem vorderen Rost gebildeten Gase herunterdrückt und dieselben zwingt, durch die auf dem hinteren Rost liegenden glühenden Kohlen zu ziehen, wobei eine Verstellung des Rohres der Höhe nach vorgesehen ist, um bei wenig aufgelegtem Brennstoff den Abstand vom Rost entsprechend verkleinern zu können, oder umgekehrt.

D. R.-P. Nr. 96 185 vom 26. Februar 1897 von Dr. C. H. G.  
Bock, Hamburg.

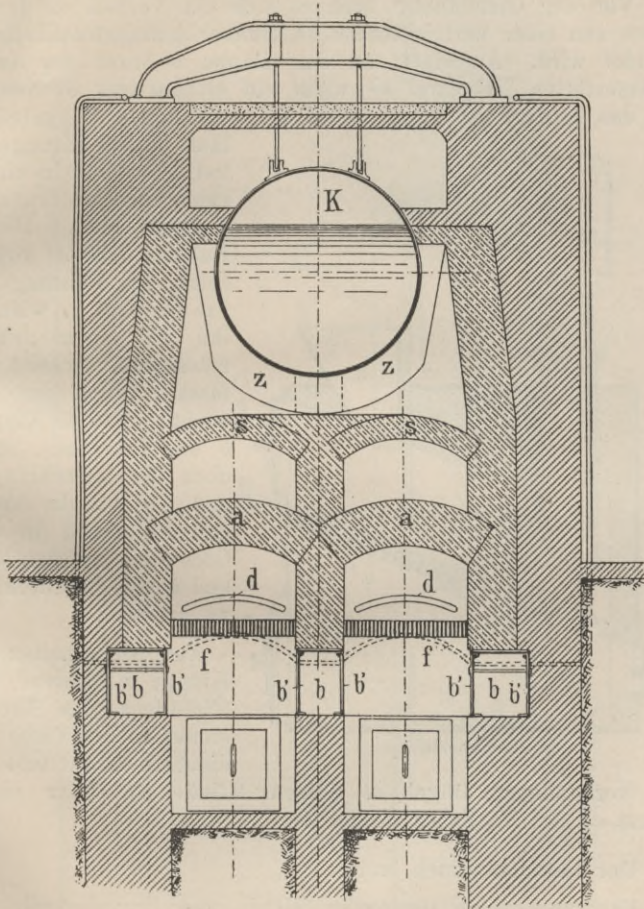


Fig. 46.

Dieses Patent betrifft eine Vorrichtung zur gleichmässigen, gewissermassen automatischen Beschickung von Feuerungen, um den frischen Brennstoff ganz allmählich in die Feuerung zu befördern.

Die Feuerung ist in Fig. 48 und 49, Seite 63, im Längsschnitt und Grundriss veranschaulicht.

Vor der Ofenöffnung befindet sich ein Vorbau *a*, dessen Boden von einer mittelst Achse  $b^1$  drehbar gelagerten Klappe *b* gebildet wird. An einem an der Klappe *b* bzw. der Achse  $b^1$  befestigten Hebelarm  $b^2$  wirkt ein blockartiges Gewicht *c*. Die das letztere mit dem Hebel  $b^2$  verbindende Zugkette  $c^1$

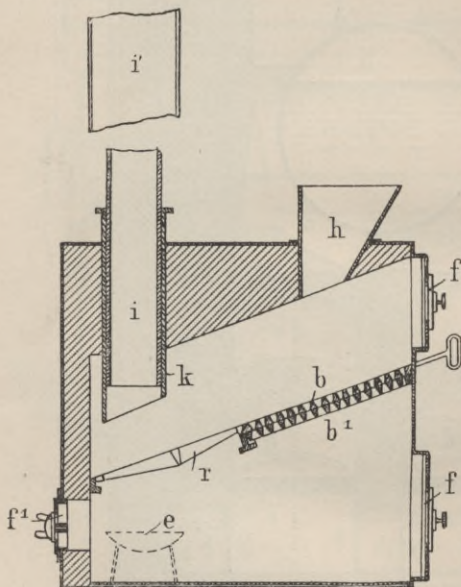


Fig. 47.

läuft über Führungsrollen  $d^1$ , welche in einem rahmenartigen Träger *d* gelagert sind. Dieser Rahmen *d* bildet gleichzeitig die Führung für das Gewicht *c*, welches ihn mit einem zweckmässigen Ausschnitt umfasst. Durch das Gewicht *c* erhält die Klappe *b* das Bestreben, nach oben hin aufzuklappen und den auf ihr ruhenden Brennstoff in den Ofen bzw. auf den Rost und an die Brennschicht zu drücken.

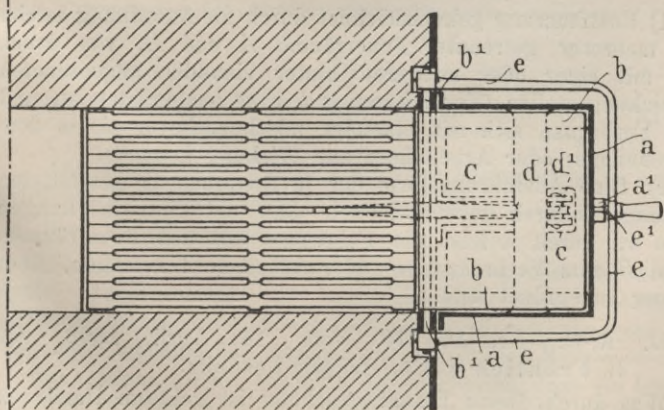
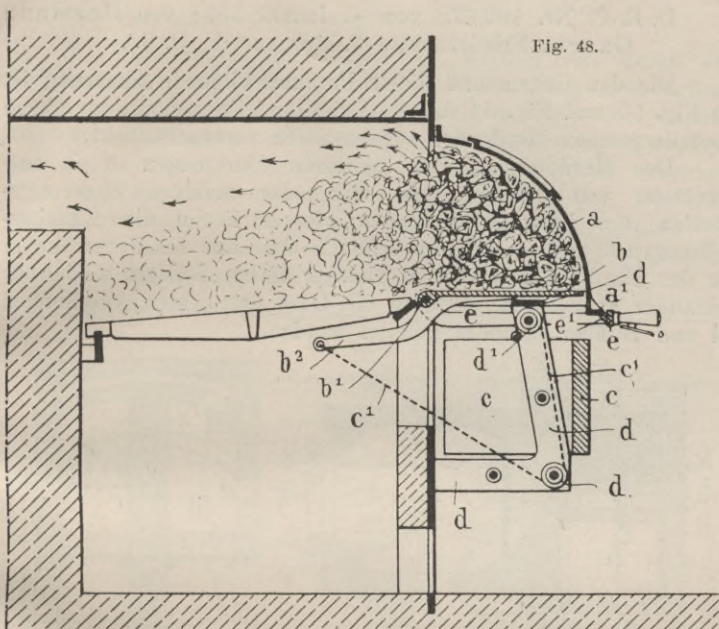
Zum Niederhalten der Klappe *b* während des Einfüllens des Brennstoffes in den Vorbau *a* dient ein mit der Achse  $b^1$

fest verbundener Bügel *e*, dessen Klinke  $e^1$  unter einen Ansatz  $a^1$  des Vorbaues *a* greift.

Der Patentanspruch lautet:

Feuerungsanlage für Oefen, Herde und Dampfkessel, gekennzeichnet durch einen vor dem Ofen bzw. dem Rost befindlichen Vorbau *a* mit einer unter Einfluss eines Gewichtes oder dergleichen stehenden Bodenklappe *b*, welche den in den Vorbau eingeschütteten Brennstoff dem Rost in der Weise zuführt, dass letzterer nach und nach in die Brennzone gebracht wird.





D. R.-P. Nr. 102 678 vom 4. Januar 1898 von Hermann Gasch, Friedenshütte b. Morgenroth (O.-S.).

Die den Gegenstand dieses Patentes bildende Neuerung ist in Fig. 50 und Fig. 51 im Grundriss und Querschnitt an einem metallurgischen Herd oder Flammenofen veranschaulicht.

Der Herdofen ist mit mehreren Feuerungen *A B* ausgerüstet, von welchen jede eine oder mehrere Feuerungsstellen *a b* bzw. *c d* besitzt; ferner liegen die Eintrittsöffnungen *k* und *h*, durch welche die Gase aus den Feuerräumen in den Herd treten, nicht in gleicher Höhe, sondern sind über einander angeordnet, so dass die Gase der beiden Abteilungen *A* und *B* über einander geleitet werden.

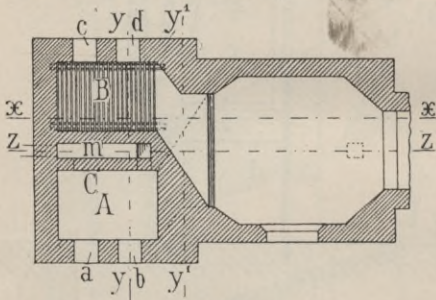


Fig. 50.

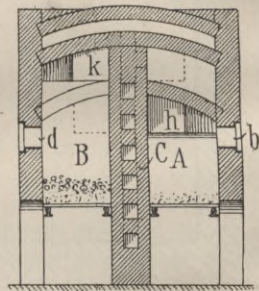


Fig. 51.

Die Patentansprüche lauten:

1) Rostfeuerung gekennzeichnet durch die Anordnung zweier oder mehrerer getrennter Feuerräume *A* und *B*, von denen jeder mit einer oder mehreren hinter einander angeordneten Beschickungsstellen (Feuertüren *a b c d*) ausgerüstet ist, und deren Feuergase sich mit einander mischen, bevor sie in dem Verbrennungs- oder Arbeitsherd zur Wirkung kommen.

2) Eine Ausführungsform der in Anspruch 1) geschützten Feuerung, dadurch gekennzeichnet, dass die Eintrittsöffnungen *h* und *k*, durch welche die Feuergase aus den Feuerräumen *A* und *B* zum Verbrennungs- oder Arbeitsherd gelangen, über einander angeordnet sind.

D. R.-P. Nr. 106 978 vom 14. April 1898 von B. Fröhlich & Co., Leipzig-Reudnitz.

Was durch dieses Patent geschützt ist geht an Hand von Fig. 52 aus dem Patentanspruche hervor.

Der Patentanspruch lautet:

Bei Feuerungen, bei denen die Sekundärluft durch ein Zellenregister vorgewärmt wird, die Anordnung des Zellenregisters in der Feuerbrücke in wagerechter oder nahezu wagerechter Lage zwecks genügender Erwärmung desselben und die Anordnung einer Klappe *c* vor dem Register *a* derart, dass eine direkte Berührung der Feuergase mit den Registerplatten vermieden wird, und weder die Schlackenteilchen aus den Feuergasen, noch die Aschenteilchen aus der Sekundärluft zu dem Register gelangen können.

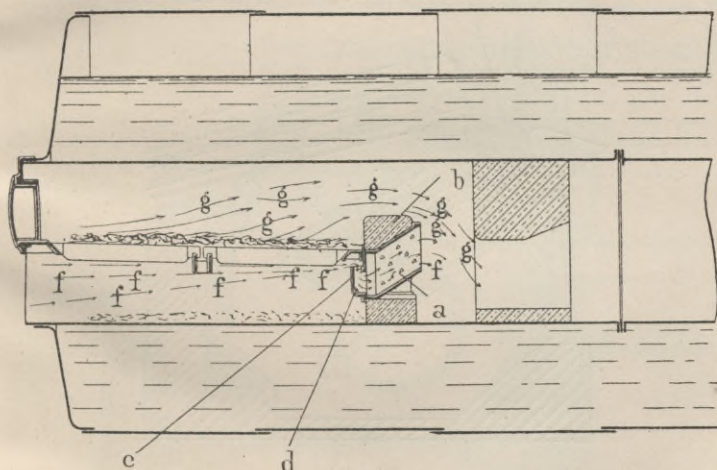


Fig. 52.

D. R.-P. Nr. 112 156 vom 26. Juli 1899 von Walther Dürr, München.

Die durch dieses Patent geschützte Neuerung ist in Fig. 53, Seite 66, im Längsschnitt veranschaulicht.

Der Patentanspruch lautet:

Feuerung mit sekundärer Luftzuführung über der Schwelplatte durch einen im Deckengewölbe eines Schrägrostfeuerungsraumes vorgesehenen Luftkanal, dadurch gekennzeichnet, dass der Luftkanal das Gewölbe, in der oberen Schale abwärts, in der unteren wieder aufwärts, so durchzieht, dass die Luft im Gegenstrom zu den das Gewölbe umspülenden Feuergasen erwärmt wird.

D. R.-P. Nr. 114909 vom 9. Juni 1899. A. Piontek, Braunschweig.

Bei dieser Feuerung, Fig. 54, Seite 67, soll durch einen den Brennstoff transportierenden Drehrost eine ununterbrochene Verbrennung bewirkt werden.

Der Patentanspruch lautet:

Feuerung zur Erzielung einer rauchfreien Verbrennung, dadurch gekennzeichnet, dass der vom Schrägrost *B* rutschende Brennstoff im Verbrennungsraume *A* vermittelt eines Drehrostes *C* in der Flammenrichtung auf einer grösseren Strecke

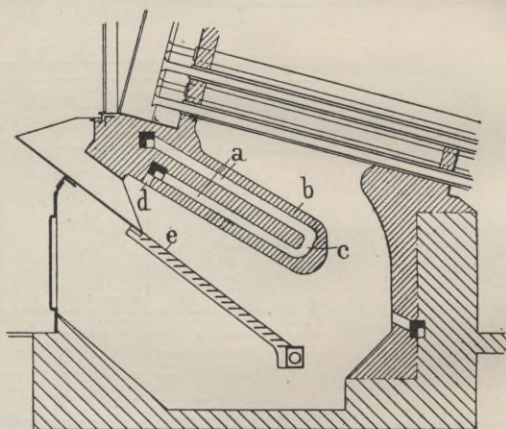


Fig. 53.

transportiert wird, wodurch eine kontinuierliche Speisung des Feuers, eine gleichmässig helle Glut und infolge der geringen Schütthöhe eine vollkommene Verbrennung ohne Gaserzeugung hervorgerufen wird, und dass ferner hinter dem Drehrost *C* und vor der Feuerbrücke ein offener Spalt *D* zum Aschenschacht angeordnet ist, welcher oben als Behälter für einen langsameren vollständigeren Nachbrand und in abwärts gehender Richtung zur selbstthätigen Entfernung der Asche und Schlacken dient.

D. R.-P. Nr. 115969 vom 7. März 1899. Robert Zeiller, München.

Bei der durch dieses Patent geschützten Feuerung, Fig. 55, Seite 68, soll die vollkommene Verbrennung der Feuergase dadurch

erzielt werden, dass in eigenartiger Weise ausgebildete, in den Feuerraum ragende, zu nachträglicher Luftzuführung eingerichtete Rippen aus feuerbeständigem Stoff vorgesehen sind, durch deren Anbringung die Feuergase schlangenförmig auf- und abgeführt werden, wobei sie mit der Oberfläche der Rippen in stete Berührung gebracht und schliesslich so weit herabgedrückt werden, dass sie gezwungen sind, durch und über die volle Glut zu streichen.

Die Patentansprüche lauten:

1) Feuerung, dadurch gekennzeichnet, dass durch zwei oder mehr über dem Rost angebrachte Rippen *h k*, von denen

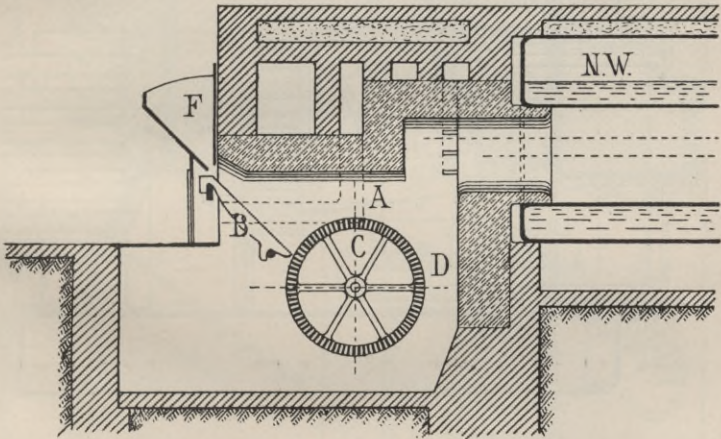


Fig. 54.

die erste Durchbrechungen *o* für den Durchzug der Feuergase hat, die nächste undurchbrochen ist, mit Hilfe des durch die Röhren *r* hinter der ersten, dritten u. s. w. Rippe bewirkten Luftzuges den Feuergasen über dem Rost eine auf- und absteigende Bewegung erteilt wird.

2) Eine Ausführungsform der unter 1) geschützten Feuerung, dadurch gekennzeichnet, dass durch Verstärkungen der dem Feuer am meisten ausgesetzten tiefsten Stellen der Rippen *h k* kleine Wirbel bildende Hindernisse hergestellt werden, durch die ein inniges Vermischen der Feuergase mit den durch die Röhren *r* zugeführten, brennbaren oder das Verbrennen befördernden Stoffen bewirkt wird.

D. R.-P. Nr. 116 063 vom 13. Februar 1900. Hermann Böttger, Dresden.

Dieses Patent betrifft eine Beschickungsvorrichtung. Dieselbe kennzeichnet sich durch das Zusammenwirken zweier Abschlussglieder, deren Wirkung aus den beiden Fig. 56 und 57, Seite 69, hervorgehen, zum Zwecke, das Zutreten von kühlender Aussenluft in den Feuerraum während der Beschickung zu verhindern.

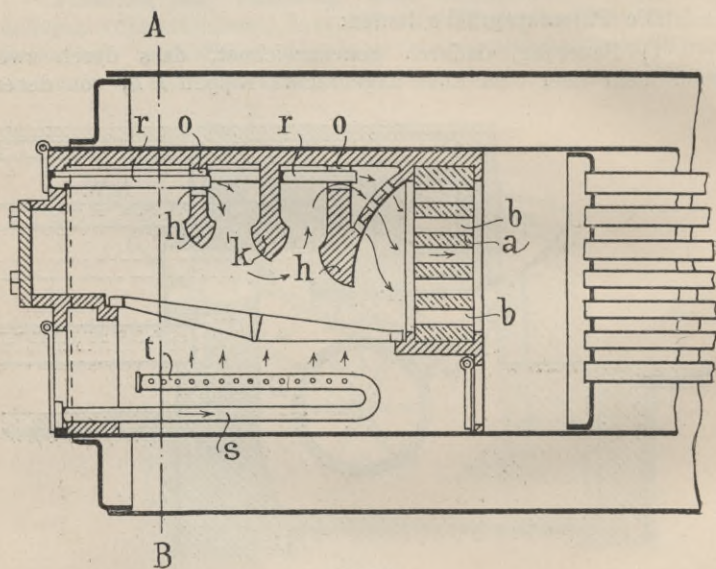


Fig. 55.

Der Patentanspruch lautet:

Beschickungsvorrichtung, gekennzeichnet durch das Zusammenwirken zweier Abschlussglieder (Platte *b* und Thür *d*), von denen das untere als Unterstüzung des oberen dient, so dass beim Aufwärtsbewegen der Thür *d* die durch den Brennstoff belastete Platte *b* der Bewegung der Thür folgt, während nach erfolgter Entlastung die Platte *b*, infolge eines Gegengewichtes, hochschwingt oder aber auch durch die Thür beim Einwärtsbewegen wieder hochgedrückt werden kann, zum Zwecke, das Zutreten von Aussenluft in den Feuerungsraum bei der Beschickung zu verhindern.

D. R. P. Nr. 116 777 vom 12. September 1899.  
F. W. Bergmann, Barmen.

Die den Gegenstand dieses Patents bildende Einrichtung bezweckt angeblich die Verhinderung des Ansammelns von Flugasche in den Zügen und Rauchverbrennung. Wie die Zeichnung (Fig. 58), Seite 70, erkennen lässt, ist unter dem Roste *b* eine Scheidewand *c* angeordnet. Die Flugasche, welche an den beiden hohlen Feuerbrücken *g* und *e* abprallt, kann durch eine

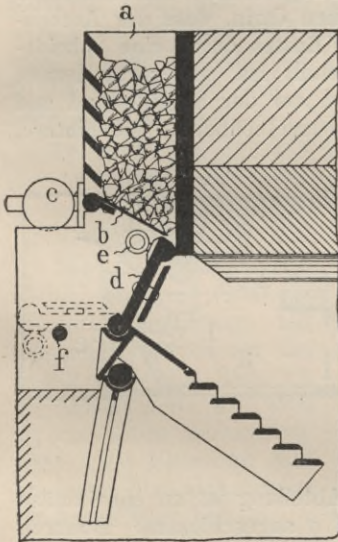


Fig. 56.

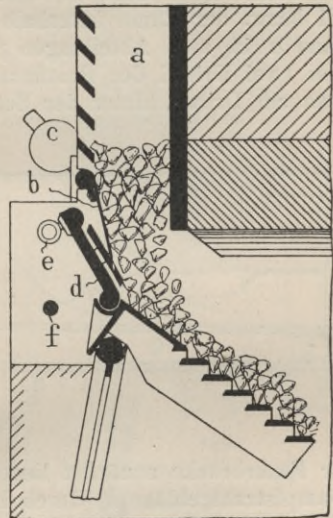


Fig. 57.

Oeffnung *r* herausgezogen werden. Die Sekundärluft wird in die hohlen Brücken *g* und *e* durch einen mit Klappe *m* ausgerüsteten Kanal *k l* geleitet. Die Hohlräume der beiden Brücken *g* und *e* stehen durch Kanäle *i* der seitlichen Wangen *f h* miteinander in Verbindung. Die Sekundärluft tritt durch eine Oeffnung *n* aus dem Hohlraume der Brücken heraus.

Der Patentanspruch lautet:

Eine Feuerung für Dampfkessel und andere gewerbliche Anlagen mit im Flammenrohr angeordneten, gegeneinander versetzten Brücken, dadurch gekennzeichnet, dass die Brücken den Gasen gerade Flächen darbieten, und dass beide Brücken

unter sich durch seitliche Kanäle und durch einen unterhalb des Aschenraumes liegenden Kanal mit der Aussenluft in Verbindung stehen, welche durch den Gasen entgegengerichtete Oeffnungen der Brücke austritt.

D. R.-P. Nr. 120 815 vom 12. April 1900. Friedrich Pampus, Waldbroel (Reg.-Bez. Köln).

Die den Gegenstand dieses Patentes bildende Feuerungsanlage ist in Fig. 59 und 60, Seite 71, im Längsschnitt veranschaulicht. Die Neuerung besteht im wesentlichen darin, dass der Aschenfall bezw. der Raum unterhalb des Rostes durch eine Scheidewand *a* in zwei Abteilungen *fe* geteilt ist, und zwar derart, dass zwei Drittel der Rostfläche sich vor der Scheidewand und etwa ein Drittel hinter der Scheidewand befinden. Die hintere,

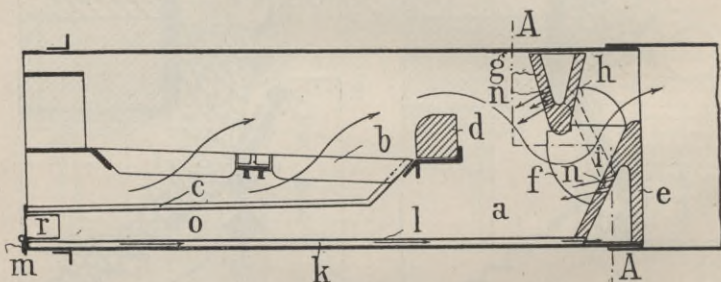


Fig. 58.

der Feuerbrücke zunächst liegende Abteilung ist an ein Gebläse (Dampfstrahlgebläse *h*) durch Kanal *g* angeschlossen. Dadurch wird ermöglicht, unter dem hinteren Rost *d* durch Gebläse einen höheren Luftdruck herzustellen.

Die Patentansprüche lauten:

1) Feuerungsanlage, bei der der Luftzuführungsraum und die Rostfläche in zwei oder mehrere getrennte Luftzuführungsräume bezw. Rostflächen eingeteilt sind, dadurch gekennzeichnet, dass in dem einen der Luftzuführungsräume *f* bezw. unter dem Rost *d*, zeitweise beim „Aufwerfen“ bezw. „Schüren“ anfangend und nach der Entgasung des Brennstoffes aufhörend, ein höherer Luftdruck durch Gebläse hergestellt wird, zum Zwecke, die auf dem Rost *d* liegende Brennstoffschicht zur Weissglut und die mit durchgepresste überschüssige Luftmenge auf eine sehr hohe Temperatur zu bringen, damit die beim Beschieken bezw. Schüren



des anderen Rostes *c* sich entwickelnden Gase über dem Rost *d* verbrannt werden.

2) Eine Ausführungsform der unter 1) geschützten Feuerungsanlage, dadurch gekennzeichnet, dass die in den Raum *f* eingeführte Luft zum Teil auch durch die Kanalordnung *x* der Feuerbrücke in die abziehenden Feuer-gase strömen kann.

D. R.-P. Nr. 121 889  
vom 30. Januar 1900.  
E. J. Schmidt, Ham-  
burg.

Die den Gegenstand dieses Patentes bildende Dampfkesselfeuerung mit Sekundärluftzuführung ist in Fig. 61 bis 63, Seite 72, im Längsschnitt und zwei Querschnitten veranschaulicht. Die Neuerung geht aus dem Patentansprüche genügend klar hervor.

Derselbe lautet:

Dampfkesselfeuerung mit Sekundärluftzuführung, gekennzeichnet durch eine Feuerbrücke *c* von ungleicher Höhe und einen in entsprechender Entfernung dahinter schräg zur Kesselachse angeordneten Prellbogen *d* mit in verschiedenen Höhen liegenden Kämpfern, um den über die Feuerbrücke tretenden

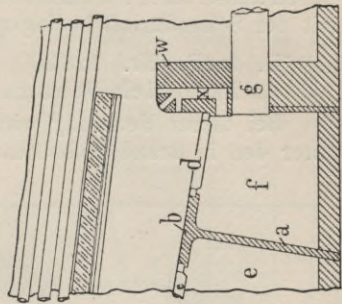


Fig. 60.

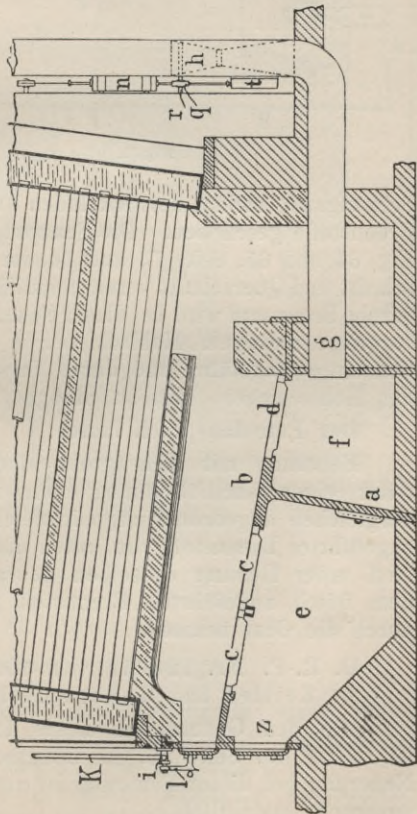


Fig. 59.

Gasen ausser ihrer Vorwärtsbewegung noch eine, ein inniges Mischen mit der Sekundärluft bedingende seitliche Bewegung zu erteilen.

D. R.-P. Nr. 123300, vom 18. Januar 1901. Karl Friedrich Schumann, Hosterwitz bei Dresden.

Bei dieser Feuerung wird der frische Brennstoff von unten unter den in Brand befindlichen, bereits stark glühenden, keine

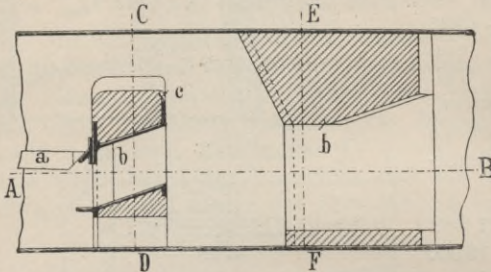


Fig. 61.

Schwelgase mehr entwickelnden frischen Brennstoffe geschoben. Die Feuerung ist in Fig. 64 und 65, Seite 73 und 74, im Längsschnitt und Querschnitt veranschaulicht. Der frische Brennstoff wird bei dieser Feuerung bei zurückgeschobenem Hohlzieher *d* in den Schacht *c* eingeführt und durch Verschieben des Hohlziehers mittelst Stange *f* auf den Rost *a* befördert.

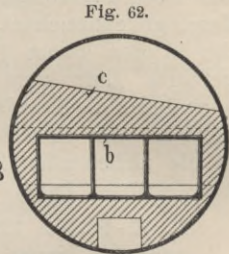


Fig. 62.

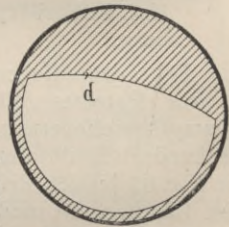


Fig. 63.

Der Patentanspruch lautet:

Feuerung mit Schrägrost, dadurch gekennzeichnet, dass unter einer Nachfüllöffnung *c* ein rostartiger Schieber *d* oder dergleichen angeordnet ist, mit welchem durch Oeffnung *c* frisch zugeführter Brennstoff von unten unter bereits glühenden Brennstoff unter Hebung desselben gebracht wird, so dass alle von dem frisch zugeführten Brennstoff gebildeten Gase ihren Weg durch die Glut nehmen.

D. R.-P. Nr. 124631 vom 10. November 1900. Edwin Zeiller und Robert Zeiller in München.

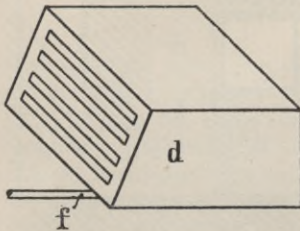
Die den Gegenstand dieses Patentbesitz bildende Feuerung ist in Fig. 66, Seite 75, im Längsschnitt veranschaulicht. Die Neuerung bei dieser Feuerung ist aus der Figur und dem Patentansprüche ersichtlich.



Kohlenoxyd ziemlich genau bestimmen kann, und mit welchen die Untersuchungen auch von einem geschickten Arbeiter in kurzer Zeit ausgeführt werden können.

In vielen Fällen giebt schon die Bestimmung des Kohlen säuregehalts der Verbrennung einen ziemlich sicheren Anhalt, dass die oben erwähnte Verbrennung eine vollkommene bezw. ökonomische ist.

Die Luft besteht bekanntlich aus rund 21 Raumteilen Sauerstoff und 79 Raumteilen Stickstoff. Verbrennt man beispielsweise Koks oder Holzkohlen mittels atmosphäri-



scher Luft und führt man nur soviel atmosphärische Luft, als gerade zur vollkommenen Verbrennung notwendig ist, zu, so

wird der ganze Sauerstoff der Luft in Kohlensäure verwandelt. Die gebildete Kohlensäure nimmt dabei dasselbe Volumen an, das der Sauerstoff, aus welchem sie gebildet ist, eingenommen hat. Es würden demnach durch Verbrennung von reinem Kohlenstoff Feuergase entstehen, welche aus 21 Volumenprozent Kohlensäure und 79 Volumenprozent Stickstoff bestehen.

In Wirklichkeit wird diese Zusammensetzung der Rauchgase in der Praxis, bei einer richtig konstruierten und geleiteten Koksfeuerung annähernd erreicht. Jedenfalls sind bei

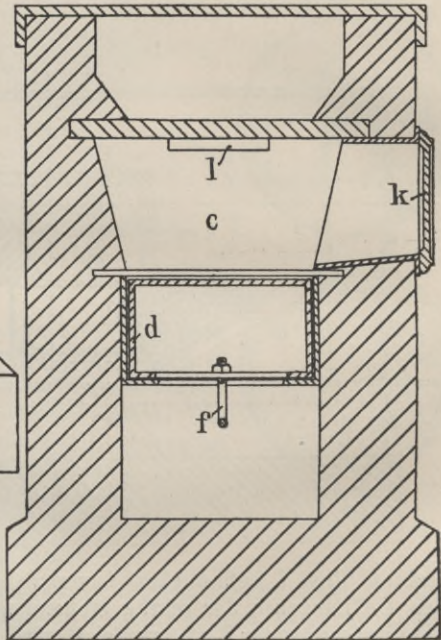


Fig. 65.

Koksverbrennungsöfen ähnlich den in Fig. 6 skizzierten Feuergase konstatiert worden, welche über 18 Volumenprozent Kohlensäure enthielten.

Dieses Resultat wurde mit Leichtigkeit durch richtige Einstellung der Sekundärluftschieber erreicht. Ein höherer Kohlensäuregehalt der Feuergase wird mit Absicht nicht erstrebt, weil es vorteilhaft ist, einen kleinen Prozentsatz von unverbranntem Sauerstoff in den Feuergasen zu haben, damit nicht unverbrannte Gase entstehen, denn es ist jedenfalls ein kleiner Ueberschuss von Sauerstoff weniger schädlich, als ein kleiner Ueberschuss von Kohlenoxydgas.

Aus dem obengesagten kann man bereits entnehmen, dass die Verbrennungsprodukte einer richtig konstruierten und geleiteten Feuerung annähernd 18 Volumenprozent Kohlensäure enthalten müssen.

Bei einer gewöhnlichen Rostfeuerung, bei welcher es weit schwieriger ist, die Zuführung der Verbrennungsluft zu regulieren, wie bei einer Halbgasfeuerung oder gar bei einer Gasfeuerung wird man auch einen grösseren Luftüberschuss noch in Kauf nehmen, und man wird sich schon mit 16 prozentigen Gasen begnügen können. Vorausgesetzt natürlich, dass der Ueberschuss aus Sauerstoff und nicht aus Kohlenoxyd oder unverbranntem Gas besteht. Aus dem obengesagten ist daher auch ersichtlich, dass man schon aus der einfachen Kohlensäurebestimmung ersehen kann, ob eine Feuerung dieser Art richtig geleitet ist.

Eine sehr einfache Vorrichtung, mit welcher man den Kohlensäuregehalt von Feuergasen sehr schnell bestimmen kann, ist in Fig. 67, Seite 77, veranschaulicht.

Die Vorrichtung besteht im wesentlichen aus einer kleinen Luftpumpe (Aspirator) und einer eingeteilten, einseitig geschlossenen Röhre. Die Luftpumpe kann ein einfacher in zwei Schläuchen auslaufender Gummiball sein, welcher an dem einen Ende ein

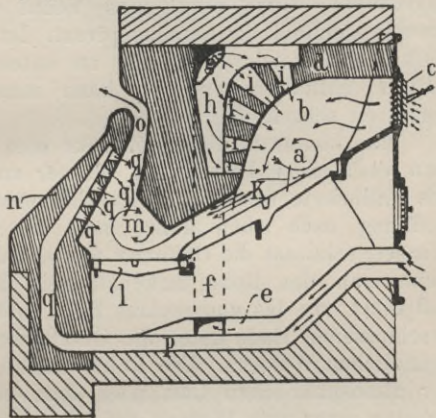


Fig. 66.

Saugventil  $v$ , an dem andern Ende ein Druckventil  $w$  besitzt. In dem einen sich an das Saugventil anschliessenden Gummischlauch ist ein knieförmig gebogenes Glasröhrchen eingeschoben, welches durch ein an den Schornstein oder Feuerkanal angebrachtes Rohr in den letzteren eingeführt wird. Zur besseren Dichtung kann ein Stopfen  $k$  dienen. An das andere Schlauchende, der Luftpumpe  $P$ , welches sich an das Ventil  $w$  anschliesst, ist ein hakenförmig gebogenes Glasröhrchen  $h$  eingeschoben. Drückt man auf den Gummiball  $P$  und lässt ihn sich wieder ausdehnen, so saugt derselbe aus dem Schornstein oder Kanal  $e$  Feuer- oder Rauchgase an, drückt man wieder auf den Ball, so werden die angesaugten Gase durch das Ventil  $w$  und das sich daran anschliessende Rohr herausgepresst. Ist man sicher, dass keine Luft mehr, sondern nur die zu untersuchenden Gase in dem Ball  $P$  enthalten sind, so kann man zu der Untersuchung derselben schreiten.

Man nimmt zu diesem Zwecke eine Glasschüssel  $G$ , welche man etwa zwei Drittel mit Wasser anfüllt. Ferner füllt man das kalibrierte etwa 50 ccm enthaltende Rohr, indem man die Oeffnung nach oben kehrt ganz bis zum oberen Rande mit Wasser, schliesst die Oeffnung fest mit dem Daumen zu, so dass, wenn man das Rohr umkehrt, kein Wasser ausfliessen kann, und führt nun das umgekehrte Rohr, mit dem mit dem Daumen geschlossenen Ende unter die Oberfläche des in dem Gefässe  $G$  befindlichen Wassers. Die Röhre bleibt dabei unter dem Druck der atmosphärischen Luft nach dem bekannten physikalischen Gesetze ganz mit Wasser gefüllt. Nunmehr taucht man das untere hakenförmige Ende des Röhrchens  $k$  ebenfalls in das Wasser ein, so dass die Oeffnung mit Wasser bedeckt ist. Durch mehrfaches Drücken auf den Ball entfernt man aus demselben und dem Rohr alle vorhandene Luft, so dass nur noch reine Feuergase in Form von Bläschen aus dem knieförmig gebogenen Rohr aus dem Wasser emporsteigen. Jetzt führt man das empor gebogene Ende durch die untere Oeffnung in das kalibrierte Rohr ein, und pumpt nunmehr die Feuergase vorsichtig in das Rohr ein. Die Gase steigen dabei in Form von Blasen durch die Wassersäule in dem Röhrchen empor und sammeln sich am oberen Ende, indem sie ein entsprechendes Quantum Wasser verdrängen, an. Man lässt soviel Gas in das Röhrchen eintreten, dass gerade der Wasserspiegel in dem Röhrchen die Marke 50 erreicht, also genau 50 ccm Gas in dem Röhrchen enthalten sind. Nunmehr zieht man das

hakenförmig gebogene Röhren *h* vorsichtig aus dem kalibrierten Rohr und führt ebenfalls unter dem Wasserspiegel

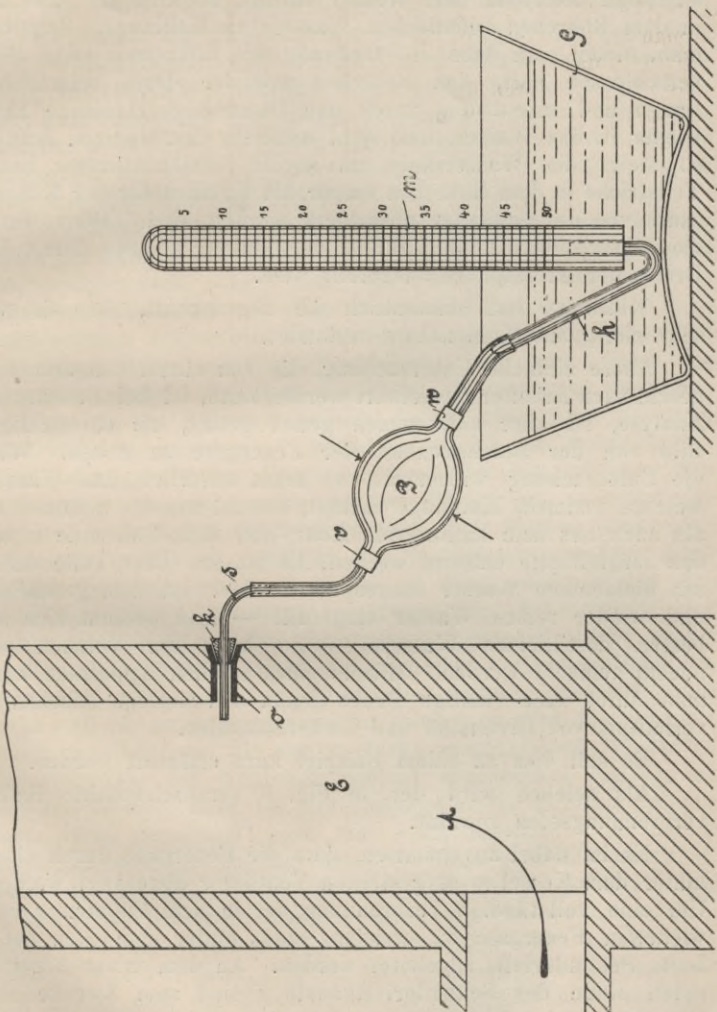


Fig. 67.

ein kleines Stück Kali, welches man zu diesem Zwecke in Form von Tabletten erhalten kann, mit dem Daumen in die

Röhre  $m$  ein, schliesst ebenfalls unter dem Wasserspiegel das offene Ende des Rohres fest mit dem Daumen. Da das Kali sich sehr leicht in dem Wasser auflöst, so wird der Rest des in dem Röhrechen befindlichen Wassers zu Kalilauge. Schüttelt man, indem man dabei die Oeffnung des Röhrechens stets dicht verschlossen hält, das Röhrechen mit der darin befindlichen Lauge und taucht das durch den Daumen geschlossene Ende wieder in das Wasser, und zieht nunmehr den Daumen zurück, so steigt die Wassersäule um soviel Kubikcentimeter bezw. Teilstriche in dem Röhrechen empor, als Kubikcentimeter Kohlensäure von der Kalilauge absorbiert worden sind. Denn durch die Absorption ist ein Vakuum entstanden, welches durch den Druck der Atmosphäre ausgefüllt wird.

Kalilauge hat bekanntlich die Eigenschaft, dass sie sich sehr gierig mit Kohlensäure verbindet.

Diese einfache Untersuchung, die von einem einigermaßen geschickten Arbeiter ausgeführt werden kann, ist keine chemische Analyse, ist aber vollkommen genau genug, um ein richtiges Bild von der Beschaffenheit der Feuergase zu geben. Wird die Untersuchung wiederholt, so muss natürlich das Wasser, welches nunmehr Kalilauge enthält, sowohl aus der Schüssel  $G$ , als auch aus dem kalibrierten Rohr und dem Rohrende  $k$  auf das sorgfältigste entfernt werden. Es müssen diese Teile daher mit fließendem Wasser ausgespült werden. Ist dies geschehen und wieder reines Wasser eingefüllt — man bedient sich am besten destillierten Wassers — so kann der Versuch von neuem gemacht werden. Mittels eines solchen Apparates kann man durch eine richtige Probe genau das richtige Mischungsverhältnis von Brennstoff und Luft feststellen.

Es soll dies an einem Beispiel kurz erläutert werden.

Als solches wird der in Fig. 6 veranschaulichte Koksverbrennungsofen gewählt.

Es ist dabei angenommen, dass die Feuergase durch einen hinter dem Kessel  $w$  aufgestellten Ventilator abgesaugt werden. Um eine vollständige Verbrennung der in dem Füllofen  $a$  entwickelten Feuergase zu erzielen, muss hinter dem Ofen bei  $f$  Luft, Sekundärluft, zugeleitet werden. An dem mit  $x$  bezeichneten Ende des Sekundärluftkanals  $f$  sind zum Zwecke der Regulierung der Luftzuführung Regulierschieber, Klappen oder dergleichen angeordnet und angebracht. Die richtige einer vollständigen Verbrennung entsprechende Stellung der Schieber



soll mittels des einfachen in Fig. 67 veranschaulichten Apparates festgestellt werden.

Der geübte Feuerungstechniker oder Heizer wird schon an der Farbe der Flamme, welche er durch das gegenüber der Verbrennungskammer *v* angeordnete Schauloch beobachten kann, mit ziemlicher Genauigkeit das richtige Mischungsverhältnis von Luft und Gas feststellen können. Er wird daher den Schieber *x* zunächst nach Gutdünken einstellen und den Rauchgasapparat nur zur Kontrolle benutzen. Die Kontrolle wird er etwa wie folgt vornehmen:

Nachdem er sich durch eine Marke, etwa einen kleinen Strich am Rahmen des Schiebers, diejenige Stellung angezeichnet hat, welche nach seiner Meinung die richtige ist, wird er nunmehr mittels des in Fig. 67 veranschaulichten und oben beschriebenen Apparates den Kohlensäuregehalt der Feuergase bei dieser Schieberstellung feststellen. Er wird dabei die Feuergase etwa aus dem Kanal *m*, in welchem dieselben, nachdem sie die Röhren *l* passiert haben, nicht mehr die hohe Glut besitzen, entnehmen. Nachdem er sich den festgestellten Kohlensäuregehalt der Feuergase vermerkt hat, wird er den Schieber *x* um ein wenig weiter öffnen, und nachdem der Apparat vollständig gereinigt worden und frisches Wasser in denselben gefüllt ist, wird er die Rauchgasuntersuchung nach einiger Zeit wiederholen. Findet er dabei, dass infolge der Zuleitung eines grösseren Quantum von Sekundärluft der Kohlensäuregehalt in den Feuergasen abgenommen hat, so ist dies ein Beweis dafür, dass die vorherige Schieberstellung die richtigere war und dass durch die weitere Schieberöffnung mehr Luft als notwendig zugeleitet wurde; er wird den Schieber demnach wieder auf die vorige Marke zurückstellen. Findet er dagegen, dass der Kohlensäuregehalt zugenommen hat, so ist dies ein Beweis, dass bei der vorhergehenden Schieberstellung noch nicht genügend Luft zur vollkommenen Verbrennung zugeleitet worden ist, dass demnach die neue Schieberstellung bzw. die Zuleitung von mehr Sekundärluft die richtigere ist; er wird den Schieber alsdann noch um ein weiteres Stück öffnen und die Untersuchung der Rauchgase von neuem vornehmen, findet er dann, dass der Kohlensäuregehalt abgenommen hat, so ist dies ein Zeichen, dass die vorige Schieberstellung, also die zweite Schieberstellung, die richtige war. Zur Sicherheit wird er auch noch den Kohlensäuregehalt bei verkleinerter Lufteintrittsöffnung, also verringerter Luftzufuhr feststellen.

Ergiebt die Untersuchung, dass der Gehalt an Kohlensäure durch die Verringerung der Luftzuführung abgenommen hat, so würde dies ein Beweis dafür sein, dass die vorher festgestellte Stellung die richtige war, weil sowohl durch die Verringerung als auch durch die Vergrößerung des zugeführten Quantum an Sekundärluft der Kohlensäuregehalt der Feuergase verringert wurde, denn das Maximum des Kohlensäuregehaltes entspricht natürlich derjenigen Luftzuführung bzw. derjenigen Schieberstellung, bei welcher die günstigste und vollkommenste Verbrennung stattfindet. Hat man dagegen festgestellt, dass durch die Verringerung des zugeführten Luftquantums der Gehalt an Kohlensäure grösser geworden ist, so war dies ein Beweis, dass vorher zuviel Luft zugeführt wurde.

Aus dem obengesagten dürfte bereits klar hervorgehen, dass man durch eine Reihe solcher Kohlensäurebestimmungen die richtige Schieberstellung bzw. die richtige Mischung von Gas und Luft mit ziemlicher Sicherheit feststellen kann. Es giebt jedoch auch Apparate, mit welchen man in kurzer Zeit und ohne besondere wissenschaftliche Vorbildung zu besitzen, neben dem Kohlensäuregehalt auch den Gehalt der Feuergase an Sauerstoff und an Kohlenoxydgas bestimmen kann. Der zu diesem Zwecke am meisten gebräuchliche Apparat ist der Orsat-Apparat, welcher nachstehend beschrieben werden soll.

Der Orsat-Apparat beruht auf ähnlichem Prinzip wie die oben beschriebene Vorrichtung. Die in den Feuergasen zu bestimmenden Gase, das Kohlensäuregas, das Sauerstoffgas und das Kohlenoxydgas, werden auch bei diesem Apparate durch bestimmte Lösungen absorbiert, und es ergiebt sich aus dem absorbierten Gasvolumen der Gehalt der Verbrennungsprodukte an den betreffenden Gasen.

Zur Absorption des Kohlensäurebestandteiles wird wiederum Kali- oder Natronlauge benutzt. Zur Absorption des Sauerstoffes dient eine alkalische Lösung von Pyrogallussäure, zur Bestimmung des Kohlenoxydgases eine Kupfer-Chloridlösung; man kann diese Lösungen fertig beziehen.

Ein zur Ausführung der Kohlensäure-Sauerstoff- und Kohlenoxydgasbestimmung dienender Orsat-Apparat ist schematisch in Fig. 68, Seite 83, veranschaulicht.

Der Apparat besteht im wesentlichen aus dem Messrohre *M* und den drei Absorptionsgefässen *E*, *F*, *G*. Zwecks Feststellung des Gehaltes der Rauchgase an Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff füllt man durch Ansäugen das Messrohr *M* beispiels-

weise mit 100 ccm des Gases führt nun die 100 ccm Rauchgase der Reihe nach durch die mit der Absorptionsflüssigkeit gefüllten Gefässe  $G$ ,  $F$ ,  $E$ ; nach dem jedesmaligen Hin- und Zurückleiten ergibt die Differenz das absorbierte Gasvolumen.

Die Einrichtung und Handhabung des Apparates ergibt sich im übrigen aus folgendem:

Die Burette  $M$  ist zweckmässig von einem Glasrohr umgeben, welches man mit Wasser gefüllt hält, um Temperaturschwankungen zu verhindern. Am unteren Ende der Burette  $M$  ist ein Schlauch  $p$  angeschlossen, welcher die Verbindung mit einer Flasche  $J$  herstellt. Die Verbindung kann durch einen Quetschhahn  $p^1$  beliebig unterbrochen bezw. wieder hergestellt werden. Am oberen Ende schliesst sich an die Burette ein Kapillarrohr  $i$  an. Von dem Kapillarrohre  $i$  aus führen drei mit Hähnen versehene Zweigrohre  $g$ ,  $f$ ,  $e$  zu den drei Absorptionsgefässen  $G$ ,  $F$ ,  $E$ . Ferner ist an das Rohr  $i$  ein Dreiweghahn  $d$  angeschlossen, durch welchen der Kanal des Rohres beliebig mit einem Zweigrohr  $c$  in Verbindung gebracht werden kann. Am vorderen Ende ist das Rohr  $i$  an ein U-förmig gebogenes, noch weiteres Rohr  $b$  angeschlossen, dessen anderer Schenkel den Anschluss an die Saugleitung enthält. Das U-förmig gebogene Rohr, welches mit loser Baumwolle gefüllt ist und in welchem am Boden etwas Wasser gehalten wird, dient dazu, Russ und Staub zurückzuhalten und das angesaugte Gas mit Feuchtigkeit zu sättigen. Die sich an den Dreiweghahn anschliessende Zweigleitung  $c$  ist durch einen Gummischlauch  $k$  mit einem saugenden Gummiball (Gummi-Aspirator)  $K$  verbunden. Mittels dieses Aspirators kann man alle Luft aus der Leitung herausaugen. Die zur Absorption der Kohlensäure, des Stickstoffes und des Sauerstoffes dienenden Gefässe  $G$ ,  $F$ ,  $E$  bestehen jedes aus zwei Flaschen, welche am unteren Ende U-förmig miteinander in Verbindung stehen. Die vorderen Gefässe  $E$ ,  $F$ ,  $G$  endigen oben in Kapillarrohren, welche mit den Zweigleitungen  $e$ ,  $f$ ,  $g$  in Verbindung gebracht sind. Die oberen ebenfalls verengten Enden der Gefässe  $E_1$ ,  $F_1$ ,  $G_1$  sind durch Kautschukstopfen geschlossen, welche jedes ein Röhrchen enthalten. Diese Röhrchen sind mit schlaffen Gummiballons zur Abhaltung der atmosphärischen Luft verbunden.

Soll der Apparat gebraucht werden, so füllt man zunächst den die Burette  $M$  umgebenden Glas-Cylinder und die Flasche  $J$  mit destilliertem Wasser. Zur Füllung der drei Absorptionsflaschen  $E$ ,  $F$ ,  $G$  nimmt man die Stopfen der mit diesen in

Verbindung stehenden Flaschen  $E^1$ ,  $F^1$ ,  $G^1$  ab und bringt in das Gefäss  $G$ ,  $G^1$  eine Lösung von Kalilauge, die ungefähr ein spezifisches Gewicht von 1,25 hat, man füllt das Gefäss ungefähr bis zur Hälfte. Ebenso füllt man das Gefäss  $F$  mit einer Lösung, welche aus 15 g Pyrogallussäure in 30 ccm heissen Wasser unter Hinzufügung von 80 ccm der obigen Kalilauge hergestellt wird. Das dritte Gefäss  $E$  wird in gleicher Weise mit einer Lösung gefüllt, welche man folgendermassen herstellt:

Man vermischt 35 g Kupferchlorid mit 200 ccm konzentrierter Salzsäure und bringt in diese Lösung, welche man in eine gut schliessende Flasche gefüllt hat, einige Kupferschnitzel, lässt die Flasche unter häufigem Umschütteln etwa 2 Tage stehen und setzt alsdann etwa 60 ccm Wasser hinzu. Diese Lösung füllt man in das Gefäss  $E$ . Nachdem die Absorptionsflaschen  $G$ ,  $F$ ,  $E$  auf diese Weise bis zur Hälfte mit den Absorptionsflüssigkeiten gefüllt sind, schliesst man die drei Glashähne  $g$ ,  $f$ ,  $e$ , stellt den Dreiweghahn  $d$  wagerecht und lässt durch Heben der Flasche  $J$  bei geöffnetem Quetschhahn  $p^1$  Wasser in die Burette  $M$  eintreten, bis diese gefüllt ist. Darauf dreht man den Dreiweghahn so um 90 Grad, dass die zweite Durchbohrung des Hahnes zum Rohr  $b$  führt, öffnet den Hahn  $g$  des Gefässes  $G$ , senkt die Flasche  $J$  und öffnet vorsichtig den auf den Schlauch gesetzten Quetschhahn  $p^1$ , so dass die Kalilauge bis zur Marke  $n$  aufsteigt, worauf der Hahn  $g$  wieder geschlossen wird.

Auf dieselbe Weise werden auch die Absorptionsflüssigkeiten der beiden anderen Gefässe bis zu den Marken  $n$  angesaugt, darauf werden die Gefässe  $G_1$ ,  $F_1$ ,  $E_1$  durch Aufsetzen der Stopfen luftdicht geschlossen. Um die zu untersuchenden Rauchgase anzusaugen, verbindet man das Schlauchende  $a$  durch ein Rohr mit dem Rauchkanal, welches man natürlich luftdicht in diesen einführen muss.

Nunmehr füllt man den Mess-Cylinder (Burette)  $M$  durch Heben der mit Wasser gefüllten Flasche  $J$  bis zur Marke 100, stellt den Hahn  $d$  so, dass die Verbindung mit dem Gummisauger  $K$  durch das Rohr  $b$  mit dem Rauchkanale hergestellt ist, und saugt durch wiederholtes Zusammenpressen des Balles  $K$  so lange, bis man sicher ist, dass keine Luft mehr in der Leitung sein kann, sondern dieselbe lediglich mit dem zu untersuchenden Gase gefüllt ist. Nun stellt man den Hahn wieder wagerecht, d. h. so, dass die Kapillarrohre  $i$  der einen Seite

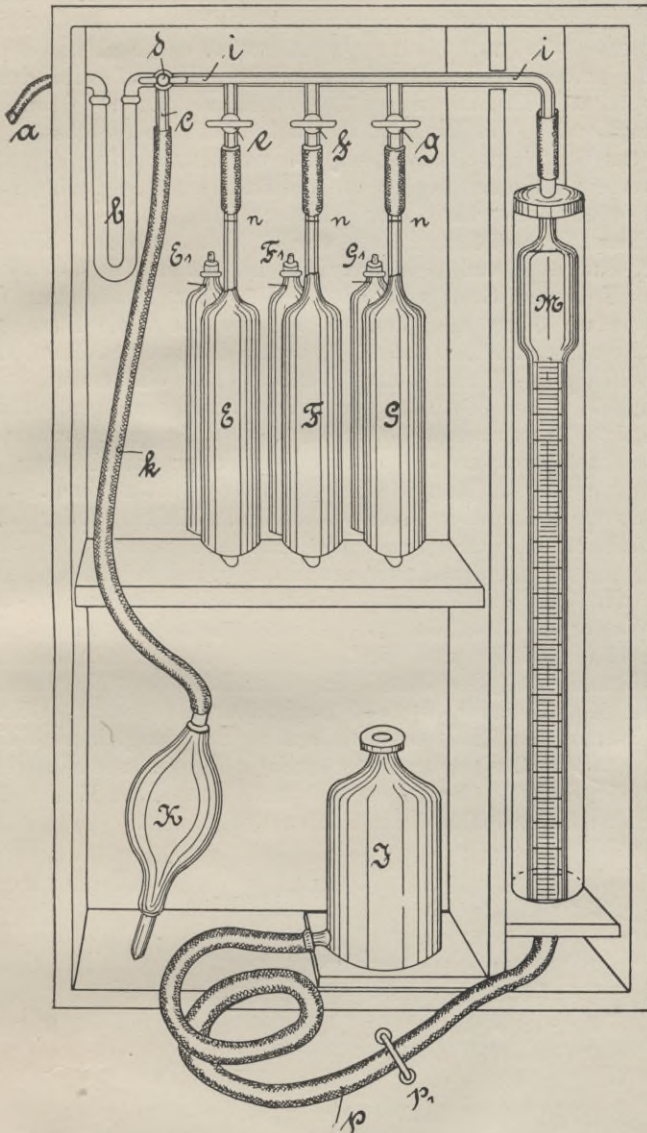


Fig. 68.

lediglich mit dem Rauchkanal in Verbindung stehen. Darauf öffnet man den Quetschhahn  $p^1$  und senkt die Flasche  $J$ , so dass sich der Mess-Cylinder  $h$  bis zu der untersten, der Nullmarke, mit den zu untersuchenden Rauchgasen füllt. Hierauf wird durch entsprechende Drehungen des Dreiweghahnes um 90 Grad die Leitung  $i$  nach dem Rauchkanal hin luftdicht abgeschlossen, so dass das Gas einerseits zwischen den vier Hähnen  $d, e, f, g$  und andererseits zwischen der am unteren Ende des Mess-Cylinders  $M$  befindlichen Wassersäule eingeschlossen ist.

Nunmehr stellt man fest, wieviel Volumenprozent Kohlensäure, Sauerstoff und Kohlenoxydgas in dem in der Burette  $M$  eingeschlossenen Gase vorhanden sind. Zur Bestimmung der Kohlensäure öffnet man den Hahn  $g$  und hebt die Flasche  $J$  mit der einen Hand, während man mit der anderen Hand den Quetschhahn  $p_1$  öffnet. Durch die steigende Wassersäule wird das in dem Mess-Cylinder befindliche Gas gezwungen, in die Flasche  $G$  überzutreten, wo sie mit der Kalilauge in Berührung kommt, welche letztere die in dem Gas enthaltene Kohlensäure begierig aufsaugt. Man wiederholt dies ein- bis zweimal.

Durch Senken der Flasche  $J$  und vorsichtiges Oeffnen des Quetschhahnes  $p^1$  lässt man die Kalilauge nunmehr bis zur Marke  $n$  aufsteigen, schliesst den Hahn  $g$ , öffnet den Quetschhahn und hält die Flasche  $J$  so neben die Burette  $M$ , dass das Wasser in beiden Gefässen gleich hoch steht, schliesst den Quetschhahn wieder und liest nunmehr das zurückgebliebene Gasvolumen ab. Der Stand der Oberfläche der Wassersäule in dem Mess-Cylinder  $M$  giebt unmittelbar den Prozent-Gehalt des untersuchten Gases an Kohlensäure an. In gleicher Weise lässt man das Gas nacheinander auch in die Gefässe  $F$  und  $E$  zwei- bis dreimal übertreten und stellt auf diese Weise den Gehalt an Sauerstoff und an Kohlenoxydgas fest.





S-98

S. 61





WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II

L. inw.

5384

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299050