

eine „Controle“ dieser kleinen Wasseranziehung ist ja nach der Wägung der Substanz gar nicht nöthig! Dieser Einwurf ist also ganz hinfällig.

Zürich, November 1901.

Ueber

Rauchentstehung und Rauchverhütung.¹⁾

Von Ernst Schmatolla, Berlin.

Die Frage der Rauchverhütung ist für jede Industrie eine wichtige Frage geworden. Namentlich auch die chemische Industrie sieht sich genöthigt, dieser Frage ihre volle Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Die Rauchvermeidung ist nicht allein aus hygienischen Gründen anzustreben, sondern auch aus wirthschaftlichen Gründen, denn Rauchbildung ist stets ein Zeichen unvollkommener Verbrennung, und unvollkommene Verbrennung bedeutet Brennstoffverluste. Man kann daher die Frage der Rauchentstehung und Rauchverhütung identificiren mit der Frage der Brennstoffverschwendung und deren Vermeidung.

Um bei den Industriefeuerungen die Rauchplage zu vermeiden, muss man sich vor Allem darüber klar sein, welche chemischen und physikalischen Vorgänge sich im Feuer bez. bei der Verbrennung abspielen, und wodurch der Rauch bez. die unverbrannten Gase, welche die lästigen Bestandtheile des Schornsteinqualmes bilden, entstehen.

Man wird die Feuerungen so bauen müssen, dass sie den einfachsten chemischen und physikalischen Grundbedingungen entsprechen, und sich nicht damit begnügen dürfen, die veralteten Constructionen der Vorfahren nachzubauen, welche ja bekanntlich meist der Ansicht waren, dass dasjenige Feuer das beste ist, welches am meisten Rauch entwickelt. Man wird von manchem der alten Praktiker den Ausdruck hören: „Wo Feuer ist, da ist auch Rauch“. — Vom modernen Standpunkt kann man dagegen sagen: „Wo Rauch ist, da herrscht unvollkommene Verbrennung und Brennstoffverschwendung“.

Der Vollständigkeit halber will ich zunächst die chemischen Processe, welche in den Feuerungen bez. bei der Verbrennung unserer gebräuchlichen Brennmaterialien stattfinden, kurz besprechen.

Die wichtigste Rolle bei dem Verbrennungsprocess spielt einerseits der Kohlenstoff, andererseits der Sauerstoff der Luft. Der

Kohlenstoff geht mit dem Sauerstoff zwei Arten von Verbindungen ein, eine gesättigte Verbindung, die Kohlensäure, und eine ungesättigte Verbindung, das Kohlenoxyd, nach den Formeln:

1. $C + O_2 = CO_2$ Kohlensäure,
2. $C + O = CO$ Kohlenoxydgas.

Den durch die erste Formel dargestellten Process nennt man die vollkommene Verbrennung, den durch die zweite Formel dargestellten die unvollkommene Verbrennung. Das Kohlenoxydgas entsteht nach Formel 2 in den Feuerungen bei ungenügender Luftzufuhr. Es entsteht aber auch durch Reduction der gebildeten Kohlensäure nach Formel 3.

3. $CO_2 + C = 2 CO$.

Die Rückbildung der Kohlensäure zu Kohlenoxyd findet häufig unter dem Einflusse hochglühenden Kohlenstoffes in den Feuerungen statt. Sie spielt in den Generatorfeuerungen eine grosse Rolle, und es wird bei diesen auf diese Rückbildung besonders hingearbeitet. Das Kohlenoxydgas verbrennt mit Sauerstoff zu Kohlensäure nach Formel 4.

4. $CO + O = CO_2$.

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

5. $C + H_2O = H_2 + CO$,
6. $C + 2H_2O = 2H_2 + CO_2$.

Der Process nach der ersten Formel vollzieht sich bei höheren Temperaturen etwa über 1000° , der Process nach der zweiten Formel, welcher als der ungünstige bezeichnet werden kann, vollzieht sich bei niedriger Temperatur; unter 800° verläuft der Process fast allein nach Formel 6.

Die durch Formel 5 und 6 ausgedrückten Processe spielen bei der Mischgas- oder Dawsongas- und bei der Wassergasdarstellung eine grosse Rolle.

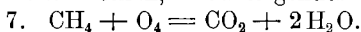
Bei den obigen Formen ist als Brennstoff reiner Kohlenstoff vorausgesetzt. Alle rohen Brennstoffe, zu welchen im Besonderen gehören: Holz, Torf, Lignit, Braun- und Steinkohle, enthalten jedoch ausser Kohlenstoff erhebliche Mengen von Wasserstoff und auch Sauerstoff. Dieser Wasserstoff- und Sauerstoffgehalt lässt sich aus der Zusammensetzung der Cellulose, dem brennbaren Hauptbestandtheil des Holzes, erklären. Der Sauerstoff nimmt bei den fossilen Brennstoffen mit dem Alter derselben ab, während der Wasserstoffgehalt sich verhältnissmässig wenig vermindert. Der Wasserstoff ist in den fossilen Brennstoffen in sehr verschiedener Gruppierung an Kohlenstoff gebunden, und zwar sind darin sowohl Kohlenwasserstoffe der Reihe

¹⁾ Vortrag, gehalten im Berliner Bezirksverein deutscher Chemiker.

$C_n H_{2n+2}$ als auch der Reihe $C_n H_{2n}$ enthalten. Auf den Gehalt an Kohlenwasserstoffen ist bei der Verbrennung von rohen Brennstoffen im Besonderen die Rauch- und Qualmbildung zurückzuführen.

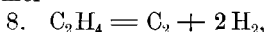
Diese Kohlenwasserstoffe, welche sich durch den Einfluss der Wärme in den Feuerungen aus den fossilen Brennstoffen entwickeln, sind meist folgende: Methan CH_4 , Äthan C_2H_6 und Äthylen C_2H_4 und ferner die flüssigen theerbildenden Kohlenwasserstoffe, welche sich in den Feuergasen in Dampfform vorfinden.

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

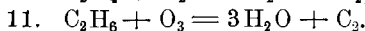
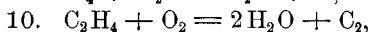
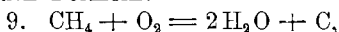


Die Entstehung von sichtbarem Rauch bei Verwendung fossiler Brennstoffe ist vor Allem darauf zurückzuführen, dass die Kohlenwasserstoffe sich bei höherer Temperatur unter Ausscheidung von Kohlenstoff in Form von Russ oder Graphit zersetzen und dass die Bedingungen für Verbrennung dieses ausgeschiedenen Kohlenstoffs nicht vollständig gegeben sind. Ist nicht genügend Sauerstoff vorhanden, so verbindet sich der vorhandene Sauerstoff in erster Linie mit dem Wasserstoffbestandtheil der Kohlenwasserstoffe und der Kohlenstoff bleibt unverbrannt. Aber auch bei Überschuss von Sauerstoff kann der Kohlenstoff unverbrannt bleiben, wenn er die Temperatur, welche zu seiner Verbrennung nothwendig ist, nicht vorfindet. Diese Temperatur nennt man die Verbrennungstemperatur. Dieselbe liegt für Kohlenstoff bei etwa 700^0 , für graphitartigen Kohlenstoff sogar höher. Auch die Gase benöthigen für Verbrennung nicht nur Sauerstoff, sondern auch höhere Temperatur (Verbrennungstemperatur).

Die Zersetzung von Kohlenwasserstoff beim Erhitzen erfolgt z. B. nach folgender 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 sichtbaren Bestandtheile des Rauches sind jedoch bei Weitem harmloser als die unsichtbaren, thatsächlich der Gesundheit schädlichen Bestandtheile desselben, denn die sichtbaren Bestandtheile

des Rauches, die kaum gesundheitsschädlich sind, bilden einen geringen Bestandtheil des so vielen Industrieschornsteinen entsteigenden Qualmes. Der Hauptbestandtheil besteht vielmehr aus unverbrannten Kohlenwasserstoffen und sehr erheblichen Mengen Kohlenoxyd, welche giftig sind, während der Russ nicht zu den giftigen Bestandtheilen gerechnet werden kann.

Um mit Sicherheit eine rauchfreie Verbrennung zu erzielen, wendet man sehr häufig, namentlich bei Centralheizungsanlagen, jedoch auch bei vielen industriellen Processen Koks an. Man erzielt durch Anwendung dieses Brennstoffes wörtlich genommen wohl eine rauchfreie Verbrennung, deren aus dem Schornstein entweichende Producte 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 aus mit Steinkohlen oder anderen rohen Brennstoffen beschickten Feuerungsanlagen entwickelten Rauch der Fall ist.

Als einfachstes Beispiel will ich hier den in Deutschland in tausenden Exemplaren in der Metall- und chemischen Industrie gebräuchlichen, gewöhnlichen Tiegelofen anführen (Fig. 1). Bei diesem Ofen steht der

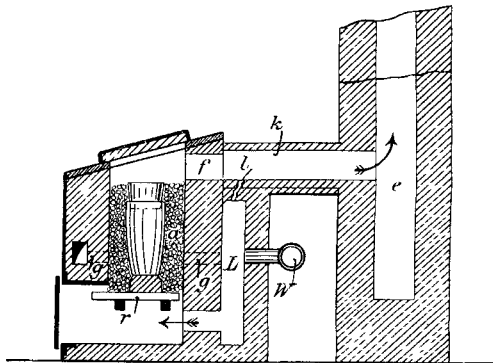


Fig. 1.

Tiegel auf einem Roste, umgeben von einer hohen Koksschicht. Die Höhe der Koksschicht variirt mit der Grösse des Tiegels. Sie beträgt aber in den meisten Fällen, da der Tiegel gewöhnlich auf einem ziemlich hohen Untersatz steht, 50—80 cm. Die meisten derartigen Tiegelöfen sind mit natürlichem Zuge betrieben. Kurz über dem Roste, wo noch genügend Sauerstoff vorhanden ist, findet eine vollkommene Verbrennung des Kohlenstoffes statt. In geringer Höhe oberhalb des Rostes, ungefähr in einer Höhe von 20—25 cm, ist jedoch 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 nach Formel 2 Kohlenoxydgas, ja noch mehr, die über dem Roste gebildete Kohlensäure wird in den höheren Schichten durch den glühenden Kohlenstoff zum Theil nach Formel 3 wieder zu Kohlenoxydgas reducirt, und es entweichen einem solchen Tiegelofen sehr erhebliche Mengen Kohlenoxydgas. Dass meine Behauptung richtig ist, kann man leicht feststellen. Ich habe meine Annahme auch wiederholt in meiner Praxis, ja selbst bei Gebläse-Tiegelöfen bestätigt gefunden. Einen Fall, welcher ziemlich interessant ist, will ich hier kurz darlegen.

In einer von mir besuchten Giesserei war ein Gebläse-Tiegelofen, ähnlich dem in Fig. 1 skizzirten Ofen, aufgestellt. In dem Ofen *a* stand ein grosser Tiegel zum Schmelzen von 150 kg Metall, und es befand sich über dem Roste *r* eine Koksschicht von ca. 70 cm. Der Ofen wurde mit einem Gebläse betrieben. Da sich aber über dem Roste aus dem Koks Schlacken bildeten, so hatte die Luft offenbar Schwierigkeiten, sich den Weg durch den Schacht zu bahnen. Beim Öffnen des Tiegelofens musste es sofort auffallen, dass in den oberen Koksschichten nur eine sehr trübe Gluth herrschte, welche sich sehr leicht aus der unvollkommenen Verbrennung erklären liess. Dagegen bemerkte man in dem Fuchscanale *f**k*, welcher die Feuergase nach dem Schornsteine führte, eine helle gelbe Glut. Der Grund dieses bedeutenden Temperaturunterschiedes in dem eigentlichen Verbrennungsherde und dem Fuchscanal wurde von mir sehr schnell festgestellt. Ich vermuthete sofort, dass an irgend einer Stelle Luft zu dem Canale Zutritt hatte, und fand die schadhafte Stelle *l*, durch welche Luft aus dem Windcanal *L* in den Fuchscanal *k* eintreten konnte. Es mischten sich daher die Abgase mit der durch diese Öffnung in den Fuchscanal eintretenden Luft, und die Folge davon war eine lebhaftere Verbrennung der in dem Ofen gebildeten unverbrannten Gase. Die durch diese zweite unbeabsichtigte Verbrennung erzielte Temperatur war so bedeutend, dass der Canal *k*, welcher zu der Esse führte, stark zusammenschmolz. Nachdem die leckere Stelle *l* verschmiert worden war, war die helle Flamme in dem Canal nicht mehr sichtbar; selbstredend entströmten nunmehr die Kohlenoxydgase unverbrannt zur Esse.

Wie man das Entweichen von unverbrannten Gasen und überhaupt auch den Verlust der mit den Feuergasen nach der Esse ziehenden Wärmemengen vermeiden kann, zeigt Fig. 2. Hier ist an den pri-

mären Tiegelschacht *a* ein secundärer Tiegelschacht *c* angebaut, welcher an einen Gegenstromluftvorwärmer angeschlossen ist.

Bei dieser Anlage wird bereits in dem primären Schachte dadurch eine vollkommene Verbrennung und eine höhere Glühzone erzielt, dass die Luft nicht nur unter dem Rost, sondern auch kurz oberhalb des Rostes durch seitliche Düsen *p* eingeblasen wird.

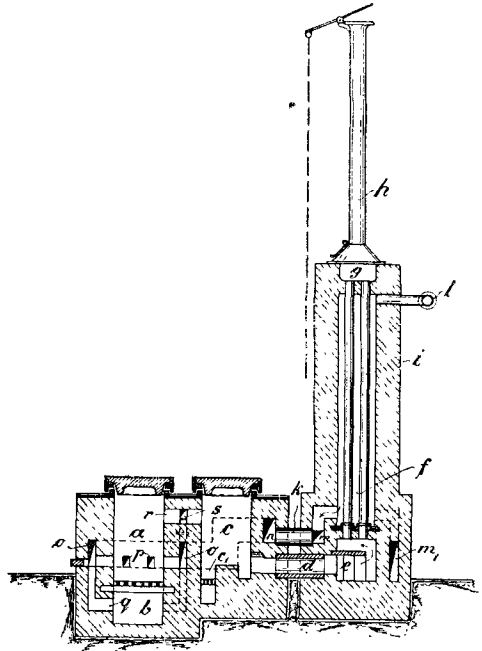


Fig. 2.

Bevor die Feuergase durch den Fuchs zum Secundärschacht *c* gelangen, wird in dem Fuchse etwas vorgewärmte Secundärluft durch Canälchen *s* in regulirter Menge zugeleitet. Dadurch werden die Gase in dem Secundärschacht *c* zur vollkommenen Verbrennung gebracht, und es kann in Folge dessen in dem Secundärschacht die Temperatur mit der Abhitze so hoch gesteigert werden, dass man in diesem Schacht einen Tiegel ebenso hoch erhitzen kann, wie in dem Primärschacht direct mit Koks, was thatsächlich praktisch erwiesen ist.

Ähnliches kann man von vielen der bei Centralheizungsanlagen gebräuchlichen Feuerungen, namentlich den nach dem Füllofensystem construirten, behaupten; auch bei diesen muss die Luft häufig eine ziemlich starke glühende Koksschicht passiren, und es entweichen erhebliche Mengen Kohlenoxydgas durch den Schornstein ins Freie.

Ein anderes Beispiel, welches vielleicht interessiren wird, möchte ich aus der Kohlensäure-Industrie vorführen.

Ich habe wiederholt die Beobachtung gemacht, dass nach dem Koksverfahren arbei-

tende Kohlensäurefabriken unter unreinen Gasen zu leiden hatten. Die Verunreinigungen waren oft so erheblich, dass selbst die als Endproduct gewonnene gereinigte Kohlensäure einen unangenehmen Geruch, welcher offenbar von Schwefelwasserstoff herrührte, aufwies. Der zur Erzeugung des Rohgases dienende Koksofen war ungefähr von der in Fig. 3 dargestellten Construction.

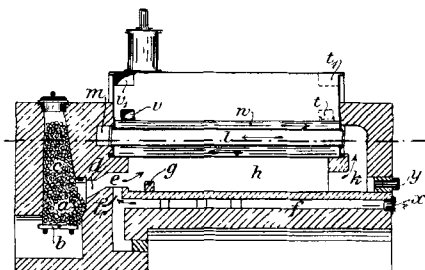


Fig. 3.

In den von einem Ventilator abgesaugten Rohgasen, welche im Wesentlichen aus Stickstoff und Kohlensäure bestanden, konnte man noch hinter den Waschthürmen einen ganz penetranten Schwefelwasserstoffgeruch wahrnehmen; ferner hatten die Rohgase nur einen Gehalt von ca. 11—13 Vol.-Proc. Kohlensäure, während man durch vollkommene Verbrennung nach der Theorie 20 Vol.-Proc. CO_2 in den Rohgasen erhalten musste.

Die Feuergase waren bei diesem Koksofen, welcher nach Art eines Füllofens construirt war, in einer Höhe von ca. 30 bis 40 cm über dem Roste abgesaugt worden. 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 mit Pottaschelauge gefüllten Kessel trafen. Der Erbauer hatte wohl auch gewusst, dass die Gase unverbrannte Bestandtheile enthalten mussten, und er hatte daher an der mit *f* bezeichneten Stelle Canäle angeordnet, durch welche in regulirter Menge Secundärluft zugeleitet wurde. Trotz sorgfältigsten Regulirens war es aber nicht möglich, geruchlose und reiche Rohgase zu erzielen; vielmehr enthielten dieselben Schwefelwasserstoff, Kohlenoxydgas und trotz des Vorhandenseins dieser unverbrannten Gase einen ganz erheblichen Überschuss an Sauerstoff, was mit einem Orsat-Apparat festgestellt wurde.

Diese unvollkommene Verbrennung kann man sich aber leicht erklären, wenn man bedenkt, dass in unmittelbarer Nähe der Verbrennungsstelle bez. der Stelle, wo die Feuergase mit Secundärluft zusammentreffen, die abkühlende Wandung des Laugenkessels

vorhanden war, wodurch die Temperatur unter die Verbrennungstemperatur herabgesetzt wurde. Dieser Übelstand liess sich, nachdem der Ofen kalt gestellt war, in sehr einfacher Weise beseitigen.

Um zu verhindern, dass die Feuergase, bevor dieselben vollkommen verbrannt wurden, mit dem abkühlenden Boden des Kochers in Berührung kamen, wurde die erste Hälfte des Kocherbodens gegen den Verbrennungsraum durch Chamotteplatten *i* (Fig. 4), welche auf Steinsäulen aufgebaut wurden, isolirt,

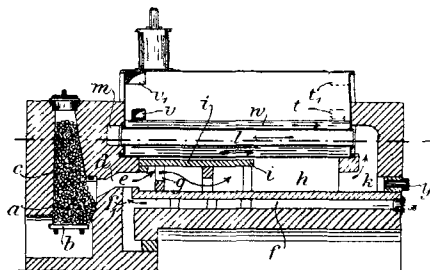


Fig. 4.

und es wurde auf diese Weise eine Verbrennungskammer *g* geschaffen, in welcher eine gleichmässige und hohe Temperatur herrschen musste. Nach Wiederinbetriebsetzung des Ofens zeigte sich sofort der Erfolg. Nachdem die Secundärluftklappen eingestellt waren, hatten die Feuergase einen Kohlensäuregehalt von 18 bis 19 Proc., also nahezu den theoretisch höchsten Gehalt, und es war keine Spur von Schwefelwasserstoff mehr zu bemerken. Die Verbrennung war also eine vollkommene.

Ich wende mich nunmehr den mit rohem Brennstoff, namentlich mit Steinkohlen beschickten Feuerungen zu und bespreche als einfachstes und unzählige Mal auftretendes Beispiel eine Flammenrohrkesselfeuerung (Fig. 5).

Diese Feuerung ist in der althergebrachten Form auch heute noch allgemein in An-

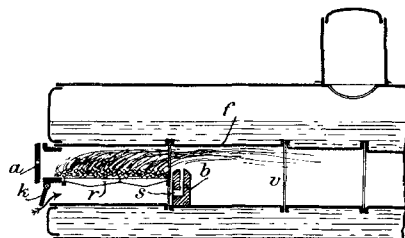


Fig. 5.

wendung. Die Feuerung besteht meist aus einem einfachen in das vordere Ende des Flammenrostes 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* durch den Rost. Es befindet sich aber gewöhnlich in der Feuerthür, also oberhalb des Rostes, eine einstellbare Luftrosette, bez. 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 beschickt worden ist, dass von Zeit zu Zeit durch den Heizer Brennstoff aufgeschüttet wurde. 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 vertheilt; es wird demnach unmittelbar über dem Roste eine Schicht von glühendem Brennstoff vorhanden sein, aus welcher die flüchtigen Bestandtheile, 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 dem Roste ungefähr so viel Luft zugeleitet wird, dass oberhalb des Rostes kein oder nur wenig Sauerstoff vorhanden ist, weil derselbe durch den Verbrennungsprocess 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 Destillationsprocess entweicht zunächst das mechanisch gebundene Wasser, welches Wasserdampf giebt. Alsdann werden am stärksten die schweren ölbildenden Kohlenwasserstoffe entwickelt, welche die Theerdämpfe bilden; in zweiter Linie wird Methan, also leichtes Kohlenwasserstoffgas, und in dritter Linie Wasserstoff frei; ausserdem wird in Folge des Sauerstoffgehaltes der rohen Kohle auch Kohlenoxydgas frei.

Es finden sich demnach in den Rauchgasen in unmittelbarer Nähe der beschickten Oberfläche folgende Gase bez. Dämpfe: 1. Wasserdampf, 2. Theerdämpfe, 3. Methan (CH_4), 4. Äthan (C_2H_6) und andere Kohlenwasserstoffe der $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ -Reihe sowie Kohlenwasserstoffe der C_nH_{2n} -Reihe, namentlich Äthylen, ferner Kohlenoxydgas und Stickstoff.

Da der Zersetzungsprocess, 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 Bestandtheile, welche unter der Einwirkung des Essenzuges empor und nach der Feuerbrücke ziehen, zur vollkommenen Verbrennung zu bringen, selbst wenn ein Überschuss 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 vollkommen 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 Theil der Kohlenwasserstoffe, namentlich das Äthan, das Methan und das ölbildende Gas zum Theil unter Ausscheidung von Kohlenstoff zu zersetzen (nach Formeln 7 bis 10).

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 verhältnissmässig schwierig ist, zu verbrennen.

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

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 Verbrennungsraum eine gleichmässige und hohe Temperatur herrscht, welche über der Verbrennungstemperatur des Russes, also etwa 700° liegt, und dass die Feuergase, solange dieselben noch unverbrannte Bestandtheile 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 Verbrennungsraum den zu ihrer Verbrennung nothwendigen Sauerstoff, und zwar möglichst in vorgewärmtem Zustande, vorfinden, also richtige Luftzuführung;

3. die Beschickung muss möglichst gleichmässig stattfinden, damit auch die Entwicklung der unverbrannten Bestandtheile 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 Schaffung einer Verbrennungskammer mit gleichmässig hoher Temperatur, erfüllt werden kann, will ich durch eine einfache Skizze Fig. 6 und 7 im Anschluss an die oben in Fig. 5 skizzierte Flammenrohrfeuerung veranschaulichen.

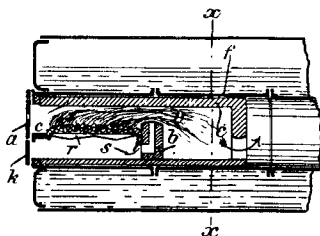


Fig. 6.

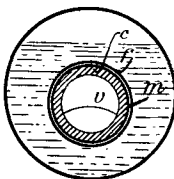


Fig. 7.

Da das Entweichen unverbrannter Gase und Kohletheilchen namentlich darauf zurückzuführen ist, dass die unverbrannten Gase und Bestandtheile 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 aus einem Wärme schlechter leitenden, feuerfesten Material, zweckmässig Chamotte, isolirt. Durch ein derartiges Chamottefutter *c* wird die Temperatur in dem Verbrennungsraum ganz erheblich gesteigert. Das Chamottefutter selbst wird durch Wärmeaufnahme in hohe Gluth versetzt, und es werden demnach die unverbrannten Gase und Kohletheilchen, 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 in einer durch die Praxis zu erprobenden richtigen Stärke hält, kann man durch den Rost gerade so viel Sauerstoff in den Feuerraum eintreten lassen, dass über dem Roste noch genügend Sauerstoff, welcher beim Passiren 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 mittels Schieber oder dergleichen regelbare Öffnung in der Feuerthür zuleiten.

2. Kann man diese Luft hinter dem Rost durch in der Feuerbrücke selbst angeordnete Kanäle *s* zuleiten. Letztere Luftzuführung nennt man gewöhnlich Secundärluftzuführung.

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

Noch besser ist das Resultat, 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 des Kessels isolirt 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 so viel Wärme entzogen worden ist, dass die Temperatur hinter der Feuerbrücke nicht mehr über die Verbrennungstemperatur des Gases und namentlich des Russes, welche etwas über 700° liegt, gesteigert werden kann. Man müsste daher mindestens den Theil (und zwar

etwa den dritten Theil) der Flammenrohrwölbung, welcher der Feuerbrücke am nächsten ist, gegen die Feuerung isoliren, damit die auf diesem Rosttheile entwickelte Wärme sich zunächst der Verbrennungskammer und erst hinter dieser der Kesselwandung mittheilt. Es darf natürlich nur so viel Secundärluft zugeleitet werden, als zur Erzielung einer vollkommenen Verbrennung nothwendig ist.

Ob die Verbrennung eine vollkommene ist, kann der geübte Feuerungstechniker schon mit dem Auge erkennen. Durch Analyse der Verbrennungsproducte kann man dieselbe genau feststellen, man wird darauf hinarbeiten. dass in dem Feuergase etwa 16—18 Proc. Kohlensäure und wenige Procent, also ca. 3—4 Proc., überschüssiger Sauerstoff vorhanden sind. Die Kohlensäurebestimmung kann ja mittels eines calibrierten Rohres von jedem Arbeiter ausgeführt werden.

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

Derartige Einrichtungen bei Kesselfeuerungen sind wohl namentlich deshalb noch nicht oder nur wenig in Aufnahme gekommen, weil die Kesselbauer wohl allgemein der Ansicht sind, dass dadurch der Heizeffect herabgesetzt wird und Wärmeverluste entstehen, während in Wirklichkeit durch die vollkommene Verbrennung Brennstoffersparniss 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 alten Zeiten der Fall war, unmittelbar unter den Kessel setzen oder wenn möglich in denselben hineinbauen müsse.

Sind mit Vorfeuerung häufig ungünstige Resultate erzielt worden, so liegt dies nur daran, dass diese Vorfeuerungen unrichtig construirt 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. 8 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 Feuerung.

Diese Vorfeuerung würde zunächst aus einem verhältnissmässig 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 nennenswerthe Wärmemengen absorbiren. Man kann die von dem Chamottefutter absorbirte Wärme sehr leicht berechnen, denn die absorbirte Wärmemenge ist gleich dem Gewicht des Steinmaterials multiplicirt mit der specifischen Wärme des Materials.

Angenommen: wir haben die Feuerung in ein Chamotterrohr *c* (Fig. 8) 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° erhitzt. Nimmt man die spezifische Wärme mit 0.24 an, so erhält man als von dem Chamottekörper aufgenommene Wärmemenge $300 \times 0.24 \times 800 = 69\,120$ Calorien. 1 kg Steinkohle giebt durch Verbrennung annähernd 8000 Calorien. Dividirt man die 69 120 Wärmeeinheiten durch 8000 Wärmeeinheiten, so erhält man die von dem Chamottefutter aufgenommene Wärme in kg Brennstoff ausgedrückt, in diesem Falle 8,6 kg. Es gehen also nur 8,6 kg Kohle beim Anheizen verloren, bei der Grösse der Feuerung also eine verhältnissmässig geringe Menge. Weit erheblicher würde der Wärmeverlust durch Ausstrahlung sein. Dieser kann jedoch durch richtige Construction 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 Chamotttemantel mit einem Luftmantel, diesen wieder mit einem Mantel aus einem anderen schlechten Wärmeleiter, beispielsweise Asbest oder Kieselguhr, umgiebt, und dass man die Verbrennungsluft durch den zwischen dem inneren und dem äusseren Mantel befindlichen hohlen Ringraum unter den Rost bez. als Secundärluft zu der Verbrennungskammer leitet. Dadurch wird die ausgestrahlte Wärme von der Luft

aufgenommen und der Feuerung wieder zugeführt.

Eine derart construirte Feuerung für den Flammenrohrkessel ist schematisch in Fig. 8 im Längsschnitt veranschaulicht. Das ähnlich wie ein Flammenrohr im Querschnitt kreisförmige Chamottefutter *c* der im Übrigen analog der in Fig. 6 und 7 dargestellten Flammenrohrfeuerung eingerichteten Feuerung ist hier unmittelbar in einen Blechmantel bez. Blechcylinder *m* eingesetzt. Zwischen

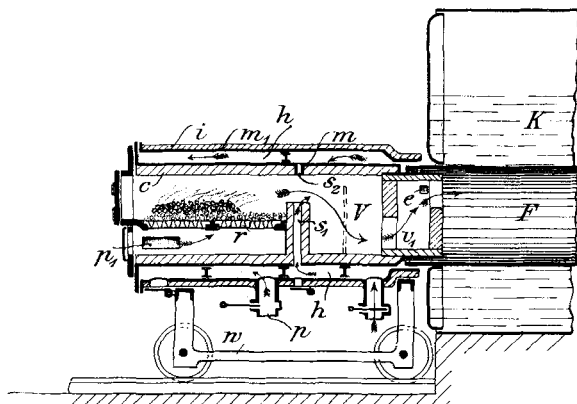


Fig. 8.

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 isolirenden Schicht *i* aus Asbest, Kieselguhr oder dergleichen bekleidet, um Wärmeverluste zu verhindern. Die Secundärluft wird durch eine mit einem Regulirschieber ausgerüstete, an der unteren Seite des Mantels befindliche Öffnung zugeleitet. Dieselbe umspielt von aussen in dem Hohlraum *h* den Mantel *m* der Verbrennungskammer und wird durch Kanälchen *s*₁, *s*₂ in der Feuerbrücke bez. der oberen Wölbung zu den Feuergasen geleitet. Durch die natürlich in regulirter Menge zugeführte vorgewärmte Secundärluft werden die unverbrannten Bestandtheile 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 mittels einer durchbrochenen Scheidewand eine zweite Kammer *v*₁ abgetrennt, 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 kontrolliren kann, ob die Flamme klar in das Flammenrohr eintritt. Wenn in

der Flamme eine Trübung nicht mehr zu bemerken ist, wird auch kein Rauch mehr auftreten können.

Die Primärluft wird bei dieser Feuerung zweckmässig ebenfalls durch eine Abtheilung des Hohlmantels unter den Rost geleitet; sie tritt bei der auf der Zeichnung dargestellten Construction durch die Öffnung *p* in den Hohlraum *h* ein, umspielt in diesem die Feuerung von aussen und gelangt durch die Öffnung *p*₁ in vorgewärmtem Zustande unter den Rost. Es würde sich sehr empfehlen, eine derartige Feuerung, wie sie in Fig. 8 angedeutet ist, auf einem Wagen *w*, welcher auf Schienen läuft, anzuordnen, damit sowohl die Feuerung als auch das Flammenrohr zum Zwecke der Reinigung bez. bei Reparaturen schnell und bequem zugänglich ist.

Nachfolgend will ich durch eine einfache Rechnung nachweisen, dass bei einer derartigen Feuerung Wärmeverluste fast gar nicht 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 äusseren Mantel eine Lufttemperatur von 150° 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 Wärmedurchgangscoefficienten von der im Hohlraum *h* enthaltenen Luft zu der äusseren Luft, bezogen auf 1 qm Fläche und 1° Temperaturunterschied mit 5 einsetzt, unter Berücksichtigung einer Aussentemperatur von 20° bei 10stündigem Betriebe folgenden Wärmeverlust erhalten. $5,3 \times 130 \times 10 \times 5 = 34450$ Calorien.

8000 Calorien entsprechen dem Werthe von 1 kg Kohle, 34450 Calorien demnach dem Werthe von $34450 : 8000 = 4,3$ kg Kohle. Es gehen demnach während des 10stündigen Betriebes durch Ausstrahlung bez. Entweichen von Wärme nur 4,3 kg Brennstoff verloren. Dieser Verlust kann fast auf 0 herabgedrückt werden, wenn man über dem aus Thonplatten

oder dergleichen bestehenden äusseren Isolirmantel einen Mantel aus einem noch schlechteren Wärmeleiter, Filz oder dergl., anbringt.

Durch obige Berechnung, deren Richtigkeit wohl kaum in Frage gestellt werden kann, dürfte nachgewiesen sein, dass eine solche Vorfeuerung, wie dieselbe in Fig. 8 veranschaulicht ist, nicht schlechter arbeiten kann als eine unmittelbar in das vom Wasser umgebene Flammenrohr eingebaute Feuerung, dass dieselbe vielmehr in Folge vollkommener Verbrennung von 10—20 Proc. bei den primitiven Feuerungen verloren gehender Bestandtheile und in Folge der genauen Regulirbarkeit der Luftzufuhr weit sparsamer arbeiten muss wie die directe Flammrohrfeuerung gemäss Fig. 5.

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

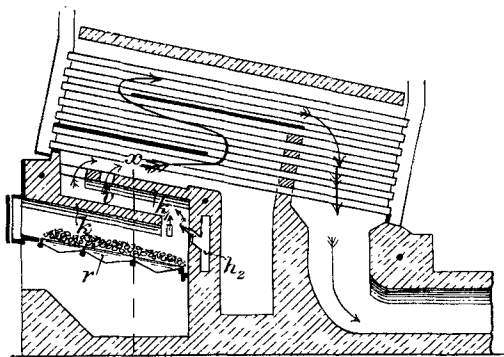


Fig. 9.

In Fig. 9 und 10 ist schematisch dargestellt, in welcher Weise bei einer Röhrenkesselfeuerung eine vollkommene Verbrennung unter Vermeidung von Brennstoffverlusten erzielt werden kann. Gewöhnlich befindet sich

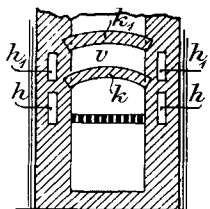


Fig. 10.

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 isoliren und wiederum eine Verbrennungskammer schaffen, in welcher eine vollkommene Verbrennung stattfindet. Die Verbrennungskammer v für die secundäre Verbrennung befindet sich hierbei, wie die Zeichnung erkennen lässt, über der Kappe k und wird durch eine zweite Kappe k' gebildet. Bevor die Feuergase in die secundäre Verbrennungskammer v eintreten, werden dieselben mit in regulirter Menge zugeführter, vorgewärmter Secundärluft gemischt.

Um Wärmeverluste durch Ausstrahlung bez. Ableitung von Wärme zu vermeiden, sind auch hier in den Seitenwandungen der Feuerung hinter dem eigentlichen Chamottefutter Hohlräume (Luftschnitte) h_1, h_2 angeordnet, durch welche die Verbrennungsluft bez. die Secundärluft geleitet und diese dadurch vorgewärmt wird.

Bei allen derartigen Feuerungen ist das Wichtigste die Schaffung einer Verbrennungskammer, in welcher sich die vollkommene Verbrennung ohne Störung vollziehen kann. Bei Öfen, bei welchen die Verarbeitung des Materials bei sehr hohen Temperaturen stattfindet, kann man von der Anordnung einer besonderen Verbrennungskammer absehen und die Verbrennung in den Arbeitsherden selbst stattfinden lassen.

Eine sehr wichtige Bedingung für vollkommene Verbrennung ist, wie gesagt, die gleichmässige Beschickung. Bei gewöhnlichen Planrostfeuerungen kann dieselbe, wenn man von mechanischen Beschickungsvorrichtungen, welche complicirt, umständlich und meistens unpraktisch sind, 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 Planrostfeuerung, beispielsweise der Flammrohrfeuerung, wird vor Allem folgende Regel gegeben:

Nachdem der zuletzt aufgegebene Brennstoff soweit ausgebrannt ist, dass eine Entwicklung von Kohlenwasserstoffgasen 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 Theil des glühenden Brennstoffes von vorn nach hinten nach der Feuerbrücke hin befördert

und dass der frisch aufgegebene Brennstoff mehr auf die vordere Hälfte des Rostes aufgegeben wird, damit die entwickelten Gase einen längeren Weg durch die Verbrennungskammern zurücklegen müssen.

Am unabhängigsten ist man von der Geschicklichkeit des Heizers bei Anwendung von Gasfeuerungen. Auch kann bei den Gasfeuerungen jede Rauchentstehung mit grösster Sicherheit vermieden werden.

Der Vollständigkeit halber will ich nachfolgend die Generatorfeuerungen an Hand eines Beispiels kurz erläutern.

Zu einer Generatorfeuerung gehört erstens der Generator oder Gaserzeuger und zweitens die Verbrennungskammer.

Der Generator ist eigentlich nichts anderes wie eine geschlossene Feuerung, welche aber so eingerichtet ist, dass sich über dem Roste stets eine hohe Brennstoffschicht von 50 cm bis 1 m Stärke befindet. Bei einer derartigen Feuerung findet nur kurz über dem Roste eine Verbrennung des Kohlenstoffes zu Kohlensäure statt. In den höheren Schichten findet nur die durch Formel 2 dargestellte unvollkommene Verbrennung zu Kohlenoxyd sowie die Bildung von Kohlenoxyd durch Reduction von Kohlensäure nach Formel 3 statt. Wird der Generator mit rohem Brennstoff beschickt, so gesellen sich zu dem Kohlenoxydgas durch trockene Destillation in dem geschlossenen Generatorraume entwickelte Destillationsgase, namentlich Kohlenwasserstoffgase, zu.

Richtet man die Beschickung des Generators so ein, dass über dem Rost stets eine gleich starke Brennstoffschicht vorhanden ist, und wendet man einen ziemlich gleichbleibenden Brennstoff an, so ist ohne Weiteres klar, dass das in dem Generator entwickelte Gas stets eine fast gleichbleibende Zusammensetzung haben muss.

Bei der in Fig. 11 veranschaulichten Generatorfeuerung ist der am häufigsten vorkommende Typus eines Generators, welcher sich für verschiedenartige Brennstoffe eignet, dargestellt.

Die stets gleichbleibende Brennstoffschicht wird dadurch erzielt, dass innerhalb des Generators ein von der Füllöffnung aus in das Innere vorspringender Gurtbogen angeordnet ist. Der Generator ist mit einem mit doppeltem Verschluss ausgerüsteten Fülltrichter versehen und die Beschickung wird so ausgeführt, dass der Raum zwischen dem vorspringenden Gurtbogen und der vorderen Wand des Generators stets mit Brennstoff gefüllt ist, so dass der Brennstoff ganz allmählich in den eigentlichen Generator herabsinkt. Gewöhnlich betreibt man den Generator mit Gebläsewind, welcher hinter der

dicht schliessenden Achsenthür durch einen Kanal oder dergleichen *w* eingeblasen wird.

Man ist bei einem derartigen Generator, was ohne Weiteres klar ist, weit weniger von der Geschicklichkeit des bedienenden Mannes abhängig und kann die richtige Beschickung weit besser controliren.

Bei der in Fig. 11 dargestellten Generatorfeuerung ist angenommen, dass mittels eines oder mehrerer Generatoren eine ganze Reihe von Dampfkesseln, welche nebeneinander angeordnet sind und von welchen nur einer im Schnitt dargestellt ist, beheizt werden sollen.

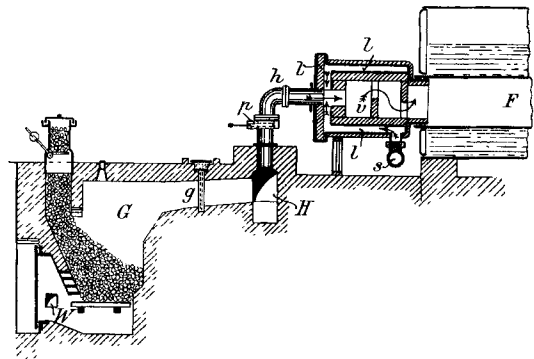


Fig. 11.

Die Generatoren entsenden das Gas durch Kanäle *g* zu einem Hauptgaskanal *H*, von diesen aus wird das Gas durch mit Schiebern oder Ventilen *p* ausgerüstete Rohre *h* zu den Verbrennungskammern *k* geleitet.

Die durch das Windrohr *s* zugeführte Secundärluft wird wieder durch die von der Verbrennungskammer ausgestrahlte Wärme vorgewärmt, und es wird dadurch die sonst verloren gehende Wärme dem Verbrennungsraum wieder zugeführt.

Bei der Gasfeuerung ist die Schaffung einer Verbrennungskammer, wie schon das Beispiel lehrt, von grosser Wichtigkeit. Auch bei der Gasfeuerung darf das Gas- und Luftgemisch, so lange die Verbrennung nicht beendet ist, nicht mit kalten Wandungen oder kaltem Material in Berührung kommen, weil sonst der Verbrennungsprocess wie bei der gewöhnlichen Feuerung unterbrochen oder gestört wird; bei unrichtiger Construction einer Gasfeuerung kann man daher ebenfalls Rauchbildung erhalten; dieselbe lässt sich jedoch, wie gesagt, bei der Gasfeuerung weit besser vermeiden als bei der gewöhnlichen Feuerung. Wenn der Generator ein gleichbleibendes Gas entwickelt, was durch richtige Construction desselben mit Sicherheit erreicht werden kann, und wenn einmal die Secundärluftzuführung richtig geregelt ist, so wird man eine stets gleichbleibende Verbrennung

erzielen und daher von der Geschicklichkeit des Heizers nicht mehr abhängig sein. Von grosser Wichtigkeit bei der Gasfeuerung ist die Vorwärmung der Secundärluft; diese lässt sich jedoch fast bei allen Gasfeuerungen sehr gut erreichen; denn man kann bei den meisten Öfen die Abhitze des Ofens, welche bei den directen Feuerungen gewöhnlich unbenutzt zur Esse entweicht und welche meist einen hohen Brennstoffwerth repräsentirt, zur Vorwärmung der Secundärluft benutzen. Bei Dampfkessel- und ähnlichen Feuerungen, bei welchen die Gase nur mit niedriger Temperatur zum Schornstein entweichen, kann man die Secundärluft durch die von der Verbrennungskammer ausgestrahlte Wärme vorwärmen.

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

Hat man es mit einer grossen Feuerung zu thun, bei welcher ein breiter Herd v , wie dies beispielsweise in Fig. 12 im Horizontalschnitt veranschaulicht ist, befeuert werden soll, so muss man den starken, bez. dicken Gasstrom in mehrere Zweige von geringerem Durchmesser vertheilen, also das Gas zu dem Herde durch mehrere parallel neben einander angeordnete Kanälchen m leiten.

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

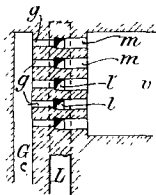


Fig. 12.

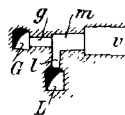


Fig. 13.

Führt man die Luft, wie dies in Fig. 13, welche einen senkrechten Längsschnitt darstellen soll, veranschaulicht ist, von dem Hauptluftkanal L 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. 14 veranschaulicht ist, von oben zuführt. Die Luft ist bekanntlich specifisch 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 sie von unten eintritt.

Bei der in Fig. 14 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 Öfen anwenden, bei welchen es darauf ankommt, die Hitze auf einen möglichst kleinen Raum, bez. auf einen sehr kurzen Herd zu concentriren.

Will man einen etwas längeren Herd beheizen, so wird man Luft und Gas, wie dies in Fig. 15 veranschaulicht ist, in einem spitzeren Winkel zusammenführen.

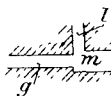


Fig. 14.



Fig. 15.

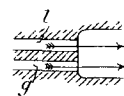


Fig. 16.

Will man eine recht lange Flamme erzielen, so wird man, wie dies in Fig. 16 veranschaulicht ist, Luft und Gas parallel zu einander in den Verbrennungsraum einleiten.

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

Vor Allem ist aber aus obigen Ausführungen ersichtlich, 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. Bei der Gasfeuerung wird stets der theoretisch gebildete Betriebschemiker oder Betriebsingenieur über den Heizer das Übergewicht haben, und nicht, wie dies vielfach der Fall ist, von diesem abhängig sein. Natürlich ist dabei vorausgesetzt, dass sich der Betriebsingenieur oder Betriebschemiker Mühe giebt, sich die wichtigsten Lehren der Feuerungstechnik zu eigen zu machen.

Zur Fabrikation der Thonerde.

Von J. Bronn.

Auf die Veröffentlichung des Herrn Dr. K. J. Bayer in Heft 49 dieser Zeitschrift gestatte ich mir Folgendes zu erwidern.

Meine Mittheilung über die Arbeitsweise der British Aluminium Co. ist dem englischen Journal „Commerce“, von dessen Existenz ich erst durch