

Zeitschrift für angewandte Chemie

Seite 401—408

Aufsatzteil

11. Juli 1913

Die flammenlose Oberflächenverbrennung.¹⁾

Von FRITZ KRULL, Civilingenieur, München.

(Eingeg. 28./6. 1918.)

Eine vor kurzem von dem Berliner Ingenieur Dr. Rudolf Schnabel und dem Londoner Professor W. A. Bone gleichzeitig und unabhängig voneinander gemachte Erfindung scheint berufen zu sein, eine Umwälzung in der Gasfeuerungs-technik herbeizuführen.

Es handelt sich um die flammenlose Oberflächenverbrennung, deren charakteristisches Merkmal darin besteht, daß das Gas-Luftgemisch nicht offen und im Freien verbrennt, sondern in einer über der Austrittsöffnung des Gemisches aufgetragenen Schicht von körnigem bzw. porösem feuerfestem Material, durch welches die Wärme

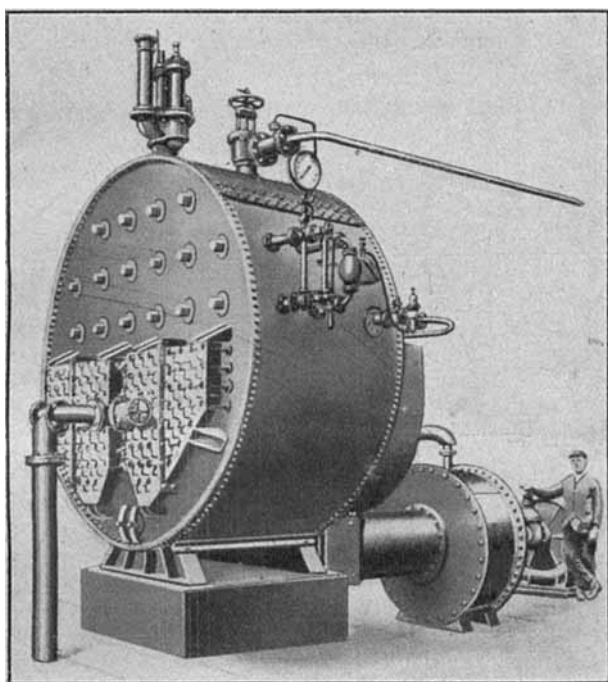


Fig. 1.

aufgestaut und aufgespeichert wird, und die Verbrennung sich auf einen kleinen Raum konzentriert und durch diese Konzentrierung und die gleichzeitige katalysierende Wirkung der feuerfesten Schicht rascher und intensiver vor sich geht.

Das Merkwürdigste bei der unter diesen Verhältnissen stattfindenden Verbrennung ist zunächst, daß zur vollständigen Verbrennung nur eine die theoretische Luftmenge nur um etwa 2% übersteigende Luftmenge nötig ist, während bei den bisherigen Gasfeuerungen das Anderthalb- bis Zweifache des theoretischen Luftquantums zur vollständigen Verbrennung erfordert wird.

Mit dem Fortfalle des großen Überschusses an Verbrennungsluft fällt aber auch deren Erwärmung durch die Flamme und die dadurch verursachte starke Abkühlung der Flamme fort. Die Folge hiervon ist eine außerordentlich hohe Temperatur bei der Schnabel-Bonefeuerung, wie solche bei den bisherigen Feuerungen nur durch Anwendung

¹⁾ Über diese sehr wichtige Erfindung, auf die wir in der Zeitschrift wiederholt aufmerksam gemacht haben, gibt Herr Civilingenieur Fritz Krull in München (Veterinärstr. 6a/o) gern jede weitere Auskunft.

Red.

von Regeneratoren oder Recuperatoren erreicht werden kann. — (Bei Kohlengas, Wassergas oder Naturgas kann man Temperaturen von 2000° erreichen, bei ärmeren Gasen weniger, bei Mondgasen z. B. 1500°.)

Hieraus ergibt sich ein sehr hoher Nutzeffekt.

Schnitt c-d.

Ansicht.

Schnitt a-b.

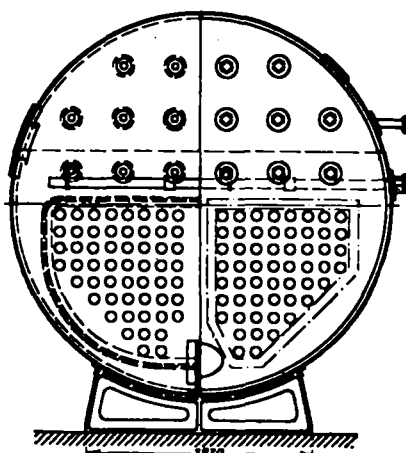


Fig. 2.

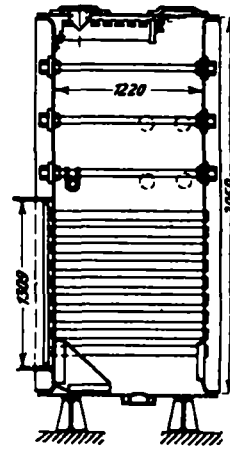


Fig. 3.

Ferner zeigt die Feuerung eine außerordentliche rasche Wärmeübertragung.

Endlich ist die Feuerung vorzüglich und vollkommen regulierbar und paßt sich in den weitesten Grenzen den Bedürfnissen an; sie arbeitet fast automatisch und erfordert fast keine Bedienung.

Das Anwendungsgebiet der neuen Feuerung ist das Gesamtgebiet der Gasfeuerungen, sowie die Ölfeuerungen.

In Betracht kommt dabei jedes Gas: Kohlengas, Wassergas, Naturgas, Hochofengas, Koksofengas, Braunkohlengas, Torfgas, Holzgas, das aus Waschbergen und sonstigen minderwertigen Brennstoffen in Gaserzeugern dargestellte Gas, Mondgas usw.

Ebenso haben die Versuche mit Verfeuerung von Ölen, z. B. Teeröl, vorzügliche Resultate gegeben.

Besonders wichtig ist die neue Feuerung für die Beheizung von Dampfkesseln und metallurgischen Öfen aller Art, sowie als Feuerung in der chemischen Industrie.

Einen mit der Schnabel-Bonefeuerung ausgerüsteten Kessel zeigen die Abb. 1—4. Derselbe wurde von dem bekannten englischen Kesselexperten Michael Longridge entworfen und von Richardson, Wertgarth & Co. Lim. gebaut und ist in den Skinningrove Iron Works, Cleveland, im Betriebe.

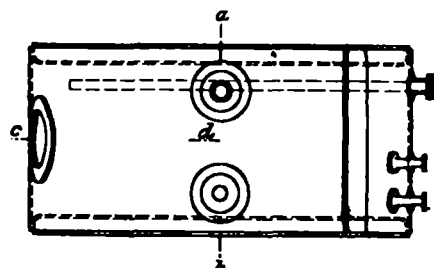


Fig. 4.

Der trommelförmige Kessel hat eine Tiefe von etwa 1,2 m bei einem Durchmesser von etwa 3 m. Hierbei sei bemerkt, daß für die Schnabel-Bonekessel — unabhängig von der Leistung des Kessels — die Tiefe stets nur 0,9—1,2 m beträgt, und daß der Durchmesser lediglich von der Leistung bedingt wird, die ihrerseits wieder von der Anzahl

der den Kessel durchziehenden Heizrohre abhängt. Der Kessel ist nämlich, und zwar nur in seinem unteren Teile, von einer Anzahl Heizrohren durchzogen, deren innerer Durchmesser etwa 75 mm beträgt bei einer Wandstärke von 6 mm und einer Länge gleich der Kesseltiefe, also von 0,9–1,2 m.

Man rechnet für jedes Heizrohr pro Stunde eine Dampf-erzeugung von 20–25 kg. Zwischen den Heizrohren liegen Versteifungsrohre und im oberen Teile des Kessels Stehbolzen. Jedes Heizrohr ist an seinem vorderen Ende durch einen etwa 12 cm langen Pfropfen aus feuerfestem Material geschlossen, welcher in der Mitte seiner ganzen Länge nach eine etwa halbzöllige Durchbohrung hat, durch welche das Gas-Luftgemisch in das Heizrohr eintritt. Durch diesen Pfropfen wird die Gaseintrittsstelle und damit die eigentliche Verbrennungszone von dem Vorderende des Rohres weg und etwas mehr ins Innere des Rohres verlegt und damit die Verbindungsstelle von Kesselwand und Heizrohr vor zu hohen Temperaturen geschützt und damit geschont.

Jedes Rohr ist seiner ganzen Länge nach, also unmittelbar hinter dem Pfropfen bis ans Rohrende, mit kleinstückigem, feuerfestem Material von etwa 10 mm Korngröße dicht gefüllt. Es sei bemerkt, daß es das Verdienst S c h n a b e l s ist, das passende Material ermittelt zu haben, welches, ohne zu sintern und zu schmelzen, eine Temperatur von 2000° verträgt und eine unbegrenzte Haltbarkeit besitzt.

Vor der vorderen Kesselwand befindet sich eine Mischkammer, in welcher die Zuführungsrohre für Gas und Luft einmünden und die so konstruiert ist, daß die Heizrohre gruppenweise (zu je 5 Rohren) ein- und ausgeschaltet werden können, die Heizung also dem Dampfverbrauch entsprechend reguliert werden kann.

Die eigentliche, in hellster Weißglut befindliche, Verbrennungszone liegt in der Achse des Heizrohres; sie beginnt etwa 10 cm hinter dem Pfropfen und hat eine Länge von etwa 6 cm bei einem Durchmesser von etwa 2 cm. Die dort herrschende Temperatur ist etwa 1400–1600°; dieselbe nimmt gegen die Rohrwandung zu, also in radialer Richtung, schnell ab, so daß das an den Rohrwandungen liegende Material nur eben noch rotglühend ist; ebenso geben die, nach der bei etwa 20 cm vom Rohrvorderende bereits beendigten Verbrennung den übrigen Teil des Rohres in einer Länge von 0,7–0,9 m durchstreichenden, heißen Gase ihre Wärme außerordentlich rasch und energisch ab, so daß sie nach diesem, im Mittel nur etwa 0,8 m langen, Wege nur noch eine Temperatur von etwa 200° haben, so daß rund 1200–1400° an das Kesselwasser abgegeben wurden.

Dabei entfallen nach genauen Messungen etwa 70% dieser Wärmeabgabe auf das erste Drittel des Heizrohres, 22% auf das zweite und nur 8% auf das letzte Drittel. Die Folge dieser intensiven und dabei so ungleichen Wärmeabgabe ist eine sehr lebhaft Wasserzirkulation im Kessel, welche sowohl für die Verdampfung, wie auch für die Verhütung von Kesselsteinbildung sehr vorteilhaft ist.

Der abgebildete, mit Koksofengasen geheizte Kessel hat 110 Heizrohre und produziert pro Stunde 2500 kg Trockendampf.

Die mit rund 200° die Heizrohre verlassenden Heizgase durchstreichen dann noch einen, nach demselben Prinzip konstruierten, d. h. also mit Heizrohren, die mit feuerfestem Material dicht angefüllt sind, versehenen, in Abb. 5 und 6 dargestellten Speisewasservorwärmer, wobei ihre Temperatur auf 95° sinkt, und das Speisewasser von etwa 10° auf 50° erwärmt wird.

Der Gasdruck ist je nach Art des verwendeten Gases und der Art des feuerfesten Materials verschieden; bei dem vorliegenden Kessel ist der mittlere Unterdruck zwischen Kessel und Vorwärmer 430 mm Wassersäule und zwischen Vorwärmer und Exhaustor 515 mm.

Man kann für Strahlungsverlust etwa 3 %
Kraftverlust für den Exhaustor „ 2,5%
Wärmeverlust in den Abgasen „ 2 %
also 7,5%

Gesamtverlust rechnen, so daß der Nutzeffekt des Kessels rund 92,5 % beträgt, während der thermische Wirkungsgrad

von, mit Gichtgasen geheizten, Wasserrohrkesseln kaum 55% beträgt und bei Lancashirekesseln und Speisewasservorwärmung günstigstenfalls auf 60% gebracht werden kann und bei Koksgasfeuerung auf höchstens 65–70%. Der Schnabel-Bonekessel mit seinem Nutzeffekt von rund 93%, der auch bei forciertem Betriebe nicht die geringste Einbuße erleidet, übertrifft demnach die bisherigen Kesselkonstruktionen an Nutzeffekt ganz bedeutend.

Die, von englischen und amerikanischen Fachleuten einwandfrei ermittelte stündliche Dampfproduktion von 105 kg für 1 qm Heizrohrlänge wurde durch einen, eine Woche währenden, durch deutsche Sachverständige an einem zehnröhrigen Versuchskessel vorgenommenen Dauerversuch nicht nur voll bestätigt, sondern sogar zu 149 kg/qm und Stunde gefunden, während die besten mit den bisherigen Feuerungen ausgerüsteten Kesselkonstruktionen höchstens 40 bis 45 kg Dampf pro Stunde und 1 qm Heizfläche liefern.

Erwähnt möge noch werden, daß die Schnabel-Bonekessel auch mit Abspuffgasen von Gaskraftmaschinen, sowie den Abgasen aller Arten von Öfen, Gaserzeugern usw. geheizt werden können; selbstverständlich findet hierbei in den Heizrohren eine Verbrennung nicht statt, es werden vielmehr die heißen Gase durch die Rohre gesaugt oder gedrückt. In allen Fällen, wo diese Gase eine Temperatur von mehr als etwa 250° haben, ist der Betrieb eines solchen, nach dem Schnabel-Boneprinzip erbauten und geheizten Kessels ökonomisch. Bei Großgasmaschinen werden 30 bis 40% der Brennstoffenergie in der Maschine ausgenutzt;

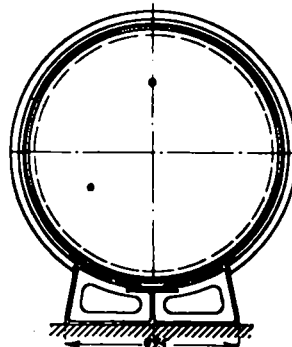


Fig. 6.

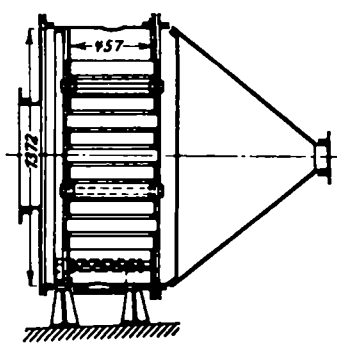


Fig. 8.

wenn dann noch fast ebensoviel in einem derartigen Kessel nutzbar gemacht werden, so ist die Gesamtausnutzung der Brennstoffenergie etwa 80%, also eine durchaus vorteilhafte. Man kann rechnen, daß durch Aufstellung eines derartigen Schnabel-Bonekessels hinter einer Gasmaschine pro Stunde und Pferdestärke der Gasmaschine etwa 1,5 kg Dampf produziert werden. Der Nutzeffekt anderer, diesem Zwecke dienender Kessel ist wesentlich niedriger, als der des Schnabel-Bonekessels.

Vergleicht man noch für den Schnabel-Bonekessel und für andere Kesselkonstruktionen die für 1 qm Bodenfläche erzeugte Dampfmenge miteinander, so ergibt sich Folgendes:

	Stundenleistung in kg Dampf	Erzeugte Dampfmenge pro 1 qm Bodenfläche des Kessels
Schnabel-Bone	1 141	540
„ „	2 500	575
„ „	5 000	675
Babcock-Wilcox	3 650	164
„ „	5 500	174
„ „	7 250	210
„ „	13 600	290
Stirling	3 700	164
„	5 500	212
„	8 700	250
„	18 000	300
Lancashire	3 550	66
Cornish	1 180	36

Man sieht, daß selbst die vorteilhaftesten und besten Kesselkonstruktionen vom Schnabel-Bonekessel um das Doppelte übertroffen werden, von den weniger vorteilhaften Konstruktionen gar nicht zu reden.

Die Vorzüge des Schnabel-Bonekessels sind demnach:

1. Sehr hoher, etwa 93% betragender Wirkungsgrad.
2. Außerordentlich hohe Verdampfungsfähigkeit (100–150 kg für 1 qm Heizrohrfläche und Stunde).
3. Große Anpassungsfähigkeit an Belastungsschwankungen durch An- und Abstellen von Heizrohren.
4. Keine Einmauerung und kein Schornstein, daher größte Ersparnis in der Kesselanlage.
5. Leichtes und außerordentlich schnelles Anheizen. — Zunächst wird nur Gas eingelassen und das, am hinteren Ende der Heizrohre austretende, Gas mittels einer besonders konstruierten Fackel entzündet. Hierauf wird die Verbrennungsluft zugelassen, wodurch die Flamme farblos wird und sich rasch in das Innere des Rohres zurückzieht, bis bei der richtigen Gas-Luftmischung und dem entsprechenden Drucke die Verbrennung in der normalen Weise vor sich geht. — Ein Kessel zum Betriebe einer 50 PS.-Dampfmaschine kann innerhalb 15 Minuten vom kalten Zustande auf Volldampf gebracht werden.
6. Sehr einfacher, fast selbsttätiger Betrieb, daher geringe Bedienungskosten.
7. Sehr geringe Kesselsteinbildung infolge der lebhaften Wasserzirkulation.
8. Sehr einfache, solide, praktische und billige Konstruktion, geringes Gewicht, sehr geringer Platzbedarf infolge sehr vorteilhafter und kompender Bauart.
9. Äußerste Schonung und äußerst geringe Abnutzung. — Die Vergleichung neuer Rohre mit den Rohren eines ein Jahr ununterbrochen mit Vollast betriebenen Kessels hat ergeben, daß die Rohre, also der am meisten beanspruchte Teil, in dieser Zeit weder irgendwelche Abnutzung erfahren hatten, noch irgendwelche Einbuße an ihrer Festigkeit.
10. Geringe Wärmestrahlung, daher erträglichere Verhältnisse für das Heizpersonal.

Einen kleinen Versuchskessel mit der Schnabel-Bonefeuerung zeigt die Abb. 7. Der zylindrische Kessel ist

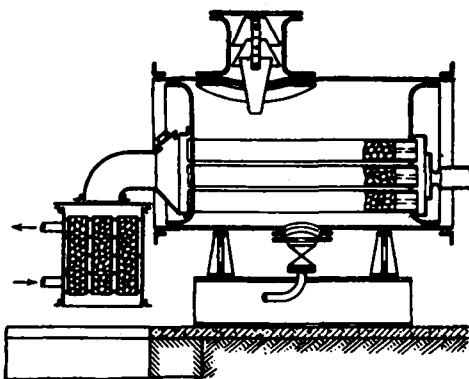


Fig. 7.

etwa 90 cm lang bei einem Durchmesser von 90 cm und besitzt 10 Heizrohre von 75 mm Lichtweite. Hinter dem Kessel liegt ein mit den abziehenden Heizgasen geheizter Speisewasservorwärmer. Versuche mit diesem Kessel ergaben einen Nutzeffekt von 94%; der Kohlen säuregehalt der Abgase war 10,6%,

d. h. fast dem theoretischen Werte von 11 entsprechend; an freiem Sauerstoff war in den Heizgasen 1,6% enthalten.

Daß der Schnabel-Bonekessel in bequemster Weise mit Dampfüberhitzung ausgerüstet werden kann, sei nur noch bemerkt.

Mit dem Schnabel-Bonekessel tritt die Dampferzeugung in ein neues Stadium, und es dürfen manche, bisher unentschiedene oder zuungunsten der Dampfmaschine entschiedene Fragen zugunsten der Dampfmaschine erledigt werden.

So dürften im Hüttenwesen an Stelle der Großgasmaschinen mit ihren vielen Unzuträglichkeiten und ihrer kostspieligen und platzraubenden Apparatur jetzt wohl Dampfkraftmaschinen, besonders Dampfturbinen, allgemein Verwendung finden, nachdem im Schnabel-Bonekessel die Wärmeausnutzung eine sehr hohe ist und die Dampfmaschine und Dampfturbine sich den Betriebsschwankungen leichter und besser anpassen, als die Großgasmaschinen, ganz abgesehen von dem weit geringeren Platzbedarf der Dampfturbine und deren sonstigen bekannten großen Vorzügen.

Speziell in chemischen Betrieben wird man besonders an Stelle der heutigen Großwasserraumkessel mit wesentlichem Vorteil die in der Dampferzeugung leistungs-

fähigeren, dabei aber weit kleineren und billigeren, weniger Platz beanspruchenden und in jeder Beziehung vorteilhafteren Schnabel-Bonekessel verwenden, und zwar entweder für Gasfeuerung oder für Ölfeuerung; wobei je länger desto mehr die großen Vorteile der Anlage hervortreten werden.

Wie für die Dampferzeugung in Zukunft an erster Stelle jedenfalls der Schnabel-Bonekessel in Frage kommen wird — auch in chemischen Fabriken —, so wird die Schnabel-Bonefeuerung, auf welcher ja jener Kessel beruht, für die übrigen Zwecke der Wärmeerzeugung in der chemischen und metallurgischen Industrie die allgemeinste Verwendung finden, indem die Eigenart dieser Feuerung die Erzeugung von Temperaturen gestattet, die bei den bisherigen Feuerungen nur durch die Anwendung komplizierter und in Anlage und Unterhaltung sehr kostspieliger Wärmespeicher, den sog. Regeneratoren und Recuperatoren, erreicht werden können.

Fig. 8 zeigt einen Tiegelofen mit Schnabel-Bonefeuerung. Der Tiegel steht auf einer Schicht Schamotte-

brocken und ist von solchen umgeben. Das Gas-Luftgemisch tritt am Boden des Ofens ein und verbrennt innerhalb der Schamotteschicht. In einem so geheizten Tiegel konnte

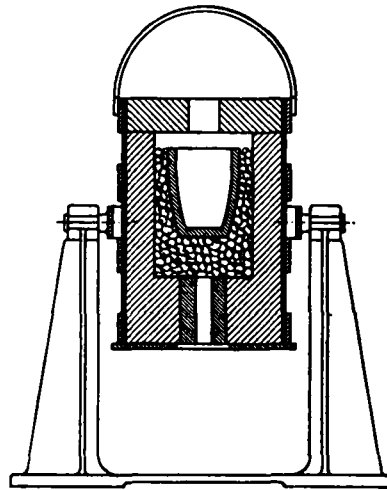


Fig. 8.

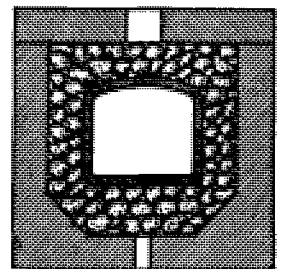


Fig. 9.

man [Segerkegel Nr. 39 (1880°) zum Schmelzen bringen, Platin (1775°) schmolz leicht; ein fast nur aus reiner Tonerde hergestellter Tiegel schmolz zusammen.

Vergleicht man die in Fig. 8 dargestellte Anordnung und deren Resultate mit den in den Hüttenwerken angewandten Gastiegelöfen — ein Tiegel faßt in Stahlwerken gewöhnlich 30 kg Schmelzgut — mit ihren bedeutenden Anlage- und Unterhaltungskosten, ihrer umständlichen Beschickungs- und Entleerungsarbeit, ihrer stets einseitigen und ungleichmäßigen Beheizung der einzelnen Tiegel, der unvorteilhaften Ausnutzung der Wärme und allen ihren sonstigen Unzuträglichkeiten, so liegt die große Bedeutung des neuen Verfahrens klar auf der Hand. Hierzu kommen noch die trotz allen Vorkehrungen nicht unbedeutenden Wärmeverluste der heutigen Anlagen und der Umstand, daß bei dem neuen Verfahren die Menge der Abgase wesentlich geringer ist und diese durch Anwendung des Schnabel-Boneschen Prinzipes auf kurzem Wege ohne weiteres zum Vorwärmen der Verbrennungsluft ausgenutzt werden können. Die heutigen Regeneratorkammern für Gas fallen ganz fort und damit noch der bekannte Übelstand, daß das in diesen Kammern vorgewärmte Gas eine teilweise Zersetzung erfährt, also an Heizwert verliert. Es kommt noch hinzu, daß das neue Verfahren den Schmelzvorgang in bequemer und sicherster Weise zu regulieren gestattet.

Fig. 9 zeigt einen kleinen mit Schnabel-Bonefeuerung ausgestatteten Muffelofen, Fig. 10 und 11 einen eben solchen größeren, mit Luftvorwärmung versehenen Muffelofen für eine Muffel von 2,40 m Länge, 0,9 m Breite und 0,9 m Höhe. Vergleichende Versuche zwischen guten Muffelöfen gewöhnlicher Konstruktion und den mit Schnabel-Bonefeuerung versehenen Muffelöfen ergaben, daß zur Aufrechterhaltung der gleichen Temperatur bei den neuen Öfen nur die Hälfte der Gasmenge nötig war. Durch die in

Figur 10 und 11 dargestellte, durch die Ofenabgase bewirkte Vorwärmung der Luft kann dieser Gasverbrauch noch um 20% reduziert werden oder, was dasselbe ist, mit dieser Vorwärmung der Luft kann mit einem bestimmten Quantum eines ärmeren Gases derselbe Heizeffekt erreicht werden, wie ohne diese Vorwärmung mit einem Gase von höherem Heizwerte.

Auch für Martinöfen wird die Schnabel-Bonefeuerung vorteilhafte Verwendung finden.

Ganz besonders wird die neue Feuerung aber in der chemischen Industrie mit großem Nutzen zum Schmelzen und Verdampfen benutzt werden. So stellt Fig. 12 einen Ofen zum Schmelzen von Metallen und Legierungen dar, deren Schmelzpunkt etwa unter 700° liegt, z. B. von Blei, Letternmetall usw. In dem eisernen, zylindrischen, außen von einer Isolierschicht umhüllten Gefäße steht aufrecht ein mit feuerfestem Füllmaterial dicht angefülltes Heizrohr von etwa 80 mm Durchmesser, welches unten in bekannter Weise mit einem feuerfesten, durchbohrten

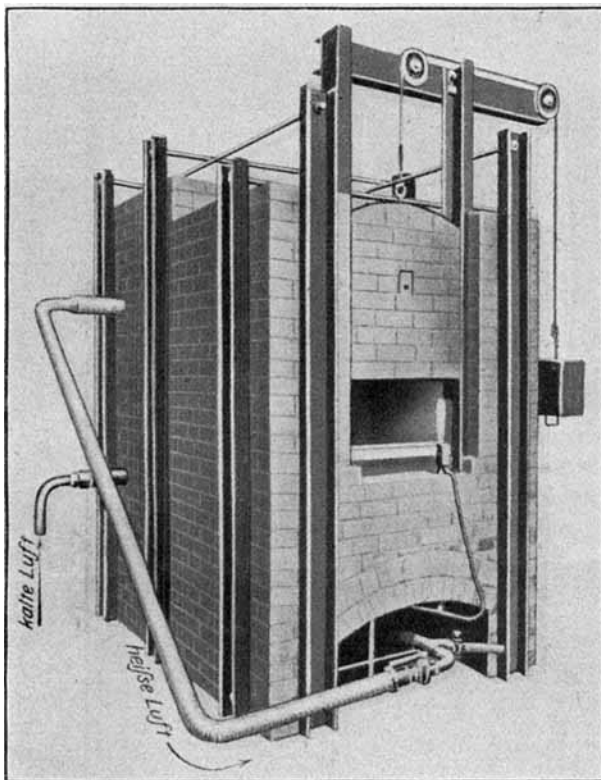


Fig. 10.

Pfropfen verschlossen ist, durch den das Gas-Luftgemisch eintritt, welches in den Heizrohren zur Verbrennung kommt und das Metall sehr rasch und unter bedeutender Gasersparnis zum Schmelzen bringt. Der beobachtete Nutzeffekt ist rund 70%.

Bei Schmelzvorgängen kann durch entsprechende Verteilung das Füllmasse leicht die Zone der größten Erhitzung dahin verlegt werden, wo die meiste Wärme nötig ist, während anderen Teilen der Schmelzvorrichtung trotz gleichbleibender Gaszufuhr weniger Wärme zugeführt wird. Es ist dieses von größter Wichtigkeit in Fällen, wo, wie beim Schmelzen vieler Salze, die Substanzen, so lange sie fest sind, zum Schmelzen eine große Wärmezufuhr gebrauchen, bei eingetretener Schmelzung aber die Wärmezufuhr unterbrochen werden muß, weil das geschmolzene Gut sonst leicht überhitzt werden und sich zersetzen würde.

Dasselbe gilt für viele Verdampfungen, bei denen in der Verdampfungszone eine große Wärme herrschen muß, dort aber, wo das Trockengut sich ablagert, die Temperatur zu reduzieren ist.

Eine sehr interessante, gerade für die chemische Industrie wertvolle Anwendung der Schnabel-Bonefeuerung ist die in Abb. 13 dargestellte Diaphragmafeuerung,

bei der das Gas-Luftgemisch in eine, durch eine poröse Schamotteplatte abgeschlossene Kammer eintritt und in der Schamotteplatte selbst zur Verbrennung kommt. Beim Betrieb wird zunächst nur Gas in die Kammer eingelassen, welches auf der äußeren Oberfläche der Schamotteplatte austritt und, angezündet, mit Flamme verbrennt. Nun wird Luft zugeleitet, wodurch die Flamme sofort farblos wird und sich von der Oberfläche der Platte in deren Inneres zurückzieht und unter der Oberfläche aufs lebhafteste weiterbrennt, wobei von der Oberfläche eine sehr intensive Wärmestrahlung ausgeht, welche mit großem Vorteil z. B. zum Eindampfen hochkonzentrierter Lösungen benutzt werden kann. Der Umstand, daß diese Diaphragmafeuerung in jede

Lage gebracht werden kann, die Bestrahlung also in jeder Richtung, z. B. auch von oben her,

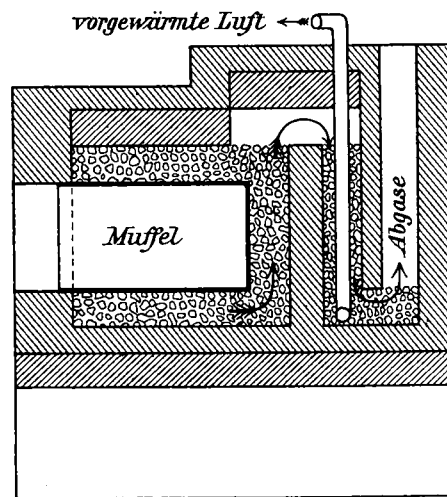


Fig. 11.

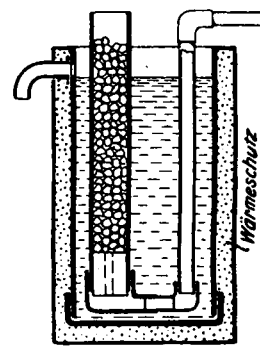


Fig. 12.

erfolgen kann, macht diese Feuerung besonders vorteilhaft.

Erwähnt sei noch, daß die Schnabel-Bonefeuerung besonders auch überall da am Platze ist und Anwendung finden wird, wo bei den jetzigen Feuerungen zur Erreichung einer hohen Temperatur und zur energischen Durchführung des Prozesses die Flamme das Ofengut direkt berühren muß, Verunreinigungen des Ofengutes durch die Flamme also unvermeidlich sind. In diesen Fällen wird man jetzt die Schnabel-Bonefeuerung anwenden, bei der sehr hohe Temperaturen in einem geschlossenen Raume erzeugt werden können und durch entsprechende Anordnung der katalysierenden Masse die Wärme nach Belieben geregelt und verteilt werden kann.

Auch dürfte der Umstand, daß die vollständige Verbrennung schon bei dem theoretisch notwendigen Luftquantum erfolgt, die Gewinnung von Kohlensäure und Stickstoff aus den Verbrennungsgasen möglich und vorteilhaft erscheinen lassen.

Jedenfalls ist es zweifellos, daß die Schnabel-Bonefeuerung einen ganz bedeutenden Fortschritt in der Heizungstechnik bedeutet und der größten Beachtung wert ist. [A. 118.]

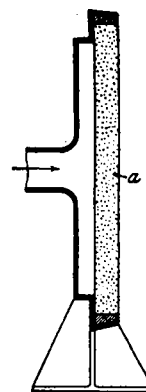


Fig. 13.

Über das Wolfram und die Geschichte seiner Duktilisierung.

Dr. N. L. MÜLLER.

(Vortrag, gehalten im Niederösterreichischen Gewerbeverein in Wien in der Abteilung für angewandte Chemie am 6. März 1913.)

(Eingeg. 10./6. 1913.)

Das Element Wolfram ist schon vor 130 Jahren entdeckt worden. Es findet sich in großen Lagerstätten in Form von Verbindungen mit Sauerstoff und Eisen, Blei, Calcium, Mangan als Wolframit, Stolzit, Scheelit, Hübnerit. Die Fundstätten befinden sich meistens in der Nähe von Zinnerzlagerstätten oder Bleierzgängen in Queensland, Ne-