

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 84112129.6

51 Int. Cl.<sup>4</sup>: **F 27 B 1/26**, **F 23 N 1/02**,  
**F 23 N 5/00**

22 Anmeldetag: 10.10.84

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 16.04.86  
Patentblatt 86/16

71 Anmelder: **Dr. Küttner GmbH & Co. KG**,  
**Bismarckstrasse 67, D-4300 Essen 1 (DE)**

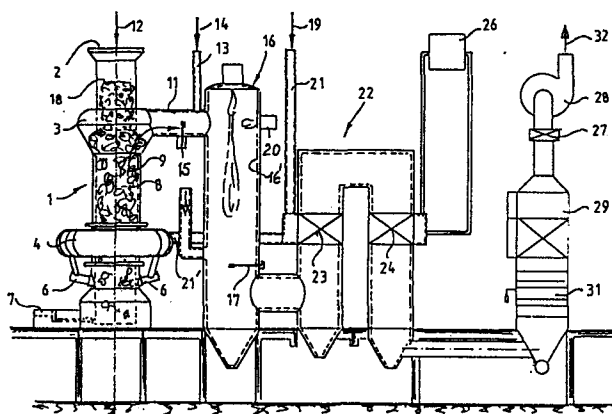
72 Erfinder: **Rachner, Hans-Günther, Dr.-Ing., Berchmer**  
**Weg 8, D-4300 Essen 18 (DE)**  
Erfinder: **Romeglialli, Giangaleazzo, In der Rose 16**,  
**D-5628 Isenbügel-Heiligenhaus (DE)**

64 Benannte Vertragsstaaten: **DE FR GB IT**

74 Vertreter: **Hoormann, Walter, Dr. et al, FORRESTER &**  
**BOEHMERT Widenmayerstrasse 4/I,**  
**D-8000 München 22 (DE)**

54 **Verfahren und Einrichtung zum Steuern der Gichtgasverbrennung eines Heißwind-Kupolofens.**

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern der Verbrennung der einen stark schwankenden Heizwert aufweisenden, warmen, ungereinigten Gichtgase eines Heißwind-Kupolofens od. dgl. in einer diesem nachgeordneten, mit Verbrennungsluft beschickten und mit einem Zusatzbrenner ausgerüsteten Brennkammer, wobei die Ist-Temperatur der Flamme gemessen und auf eine Soll-Temperatur gesteuert wird, deren Größe ihrerseits von der ebenfalls gemessenen Temperatur der Brennkammerwand gesteuert wird.



0177627

FB 847

9. Oktober 1984

Dr. Küttner GmbH & Co. KG, Bismarckstr. 67, 4300 Essen 1

-----  
Verfahren und Einrichtung zum Steuern der Gichtgasver-  
brennung eines Heißwind-Kupolofens  
-----

Die Erfindung betrifft ein Arbeitsverfahren zum Betreiben eines Heißwind-Kupolofens, genauer gesagt zum Steuern der Verbrennung der einen stark schwankenden Heizwert aufweisenden warmen, ungereinigten, vorzugsweise aus einer Ringkammer unterhalb der Begichtungsöffnung abgesaugten Gichtgase eines Heißwind-Kupolofens in einer diesem unmittelbar nachgeordneten, mit Verbrennungsluft beschickten, und mit einem Zusatzbrenner ausgerüsteten Brennkammer, wobei der Wind durch die bei der Verbrennung entstehenden Rauchgase erwärmt und überschüssige Rauchgaswärme ggf. beispielsweise in einem Abhitzeessel genutzt wird.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Einrichtung zum Betreiben eines Heißwind-Kupolofens, genauer gesagt zum Steuern der Verbrennung der Gichtgase eines Heißwind-Kupolofens, der eine Begichtungsöffnung und eine vorzugsweise unterhalb der Begichtungsöffnung angeordnete Ringkammer aufweist, aus welcher die einen stark schwankenden Heizwert aufweisenden warmen, ungereinigten Gichtgase in eine außerhalb des Ofens angeordnete, mit einem Zusatzbrenner ausgerüstete Brennkammer abzusaugen und in dieser zusammen mit der Brennkammer zugeführter Verbrennungsluft zu verbrennen sind, wobei der in den Ofen zu leitende Wind durch die bei der Verbrennung entstehenden Rauchgase mittels einer Heizeinrichtung zu erwärmen ist und überschüssige Rauchgaswärme mittels einer Wärmeentzugseinrichtung, wie z.B. einem Abhitzekessel, anderweitig zu nutzen ist.

Bei dem in seinem grundsätzlichen Aufbau bereits seit langem bekannten Kupolofen handelt es sich um das gebräuchlichste und damit dominierende Schmelzaggregat zur Herstellung von Gußeisen, Temperguß etc. in Gießereien. Man unterscheidet prinzipiell zwischen dem sogenannten Kaltwind-Kupolofen, bei dem aus dem sogenannten Windring über am Umfang des Kupolofens verteilte Düsen Wind (Luft) in den unteren Abschnitt des Kupolofens eingeleitet wird und dem prinzipiell gleich aufgebauten Heißwind-Kupolofen, dessen Wind vor der Einleitung in den Ofen erwärmt wird.

Ein Kupolofen besteht in aller Regel aus einem zylindrischen, vertikalen Ofenschacht, in welchen als sogenannte Eisenträger z.B. Roheisenmasseln, Stahlschrott, Gußbruch und eigener Kreislauf sowie als Brennstoff verhältnismäßig grobstückiger Koks und als Schlackebildner Kalkstein

eingesetzt werden. Die Verbrennungsluft zum Verbrennen des im Ofenschacht befindlichen Kokes wird üblicherweise durch mehrere ca. 1,0 bis 1,5 m oberhalb des Bodens angeordnete, radiale Öffnungen in den Ofenschacht eingeblasen. Der verbrennende Koks erwärmt und schmilzt und überhitzt jeweils die in seiner Nachbarschaft befindlichen Eisenträger. Das flüssige Eisen und die Schlacke laufen schließlich aus einem gemeinsamen oder aber aus getrennten sogenannten Siphons aus dem Ofen aus, während das entstehende Gichtgas entweder oberhalb oder unterhalb der Chargieröffnung abgesaugt, verbrannt und zur Vorwärmung des Windes verwendet wird, wobei bei größeren modernen Schmelzanlagen vor der Verbrennung noch eine Reinigung des Gichtgases erfolgt.

Im Hinblick auf die Energiebilanz eines Kupolofens ist eine optimale Ausnutzung der dem Kupolofen mit dem Koks zugeführten Energie anzustreben, so daß eine weitgehende Verbrennung des im Koks enthaltenen Kohlenstoffs zu Kohlendioxid und eine weitgehende Wärmeübertragung der fühlbaren Wärme des Gichtgases an die chargierten Einsatzstoffe gewünscht wird.

Einer optimalen Ausnutzung der dem Kupolofen mit dem Koks zugeführten Energie sind indes metallurgische Grenzen gesetzt, da der Abbrand der Legierungselemente mit der Oxidation der Eisenträger im oberen Abschnitt des Ofenschachtes zunimmt und daher ein Mindestgehalt unvollständig verbrannten Kohlenstoffs in Form von Kohlenmonoxid zur Aufrechterhaltung einer reduzierenden Ofenatmosphäre erforderlich ist.

Es muß daher von Fall zu Fall ein wirtschaftliches Optimum gefunden werden, bei dem die Summe der aufzuwendenden

Kosten für den Koks und die Legierungsstoffe möglichst minimal ist. Da die Oxidation der Eisenträger im wesentlichen von ihrer auf das jeweilige Gewicht bezogenen sogenannten spezifischen Oberfläche abhängt, die üblicherweise in  $\text{dm}^2/\text{kg}$  angegeben wird, verschiebt sich dieses Optimum mit wachsender mittlerer Dicke der eingesetzten Eisenträger zu niedrigerem CO-Anteil bei niedriger Temperatur der Gichtgase. Aus diesem Grunde ergibt sich in vielen Fällen ein wirtschaftliches Optimum des Ofenbetriebes bei Gichtgasen mit so niedrigen CO-Anteilen und so niedriger Temperatur, daß eine sichere Zündung der Gichtgase nicht mehr unter allen Umständen gewährleistet ist. Die Temperatur der Gichtgase schwankt mit der nicht zu vermeidenden schwankenden Zusammensetzung der Eisenträger, wobei die mittlere Wandstärke der Eisenträgerpartikelchen und das Schüttgewicht eine besondere Bedeutung haben. Mit fallender Wandstärke verbessert sich der Wärmeübergang vom Gichtgas zum Schrott. Mit wachsendem Schüttgewicht vergrößert sich die Verweilzeit der Einsatzstoffe im Ofen, wodurch der Wärmeübergang verbessert wird.

Die in der Schmelzzone stattfindende vollständige Verbrennung von Kohlenstoff zu Kohlendioxid wird oberhalb der Schmelzzone durch Reaktion der Gase mit der Oberfläche der Koksstücke teilweise rückgängig gemacht, wobei Kohlenmonoxid entsteht. Wie bereits weiter oben erwähnt wurde, führt die in praxi in der Regel schwankende Zusammensetzung der Eisenträger sowie die unterschiedliche spezifische Oberfläche des Kokes zu einer entsprechend schwankenden Temperatur und einer unterschiedlichen Zusammensetzung des Gichtgases. Wenn es aus den obigen Gründen nicht bei allen auftretenden Verhältnissen zu einer Zündung der Gichtgase kommt, führt dieses zu einem kurzfristigen Erlöschen der Flamme und anschließend beim

erneuten Zünden zu Verpuffungen.

Die Zusammensetzung eines Gichtgases eines Kupolofens schwankt im übrigen auch mit der Menge der durch die Chargieröffnung angesaugten sogenannten Falschlufte, die zu einer unkontrollierten Abkühlung und Verdünnung des Gichtgases führt, wobei diese Beeinflussung der Gichtgaszusammensetzung durch die im Rhythmus der Chargierung absinkende Schüttsäule des Einsatzes maßgeblich bestimmt wird. Im übrigen wird die Falschlufmenge auch durch den Strömungswiderstand der Materialsäule, also durch die Zusammensetzung des chargierten Materials mitbestimmt, so daß auch aus diesem Grunde Grenzfälle auftreten, in denen die Zündung des Gichtgases nicht gewährleistet ist.

Das in zahlreichen Veröffentlichungen der einschlägigen Fachwelt zum Ausdruck kommende allgemeine Vorurteil gegen eine Beaufschlagung eines Röhren-Rekuperators o.dgl. mit ungereinigten verbrannten Gichtgasen hat dazu geführt, daß insbesondere bei größeren Kupolofen-Schmelzanlagen mit Rekuperation praktisch ausschließlich die vor einem Rekuperator allein einsetzbaren Naßentstaubungseinrichtungen verwendet worden sind und daß demgemäß erst anschließend die gereinigten, bei der Naßentstaubung abgekühlten Gichtgase verbrannt wurden. Da eine Zündung kalter Gichtgase mit Temperaturen von etwa 30 - 50°C auf besondere Schwierigkeiten stößt, werden dabei zusätzliche Wärmetauscher verwendet, um das abgekühlte Gichtgas oder/und die Verbrennungsluft auf Temperaturen von 200 - 300°C vorzuwärmen.

Derartige Naßentstaubungseinrichtungen bestehen aus einem sogenannten Sättiger, in dem das Gichtgas mit so viel Wasser besprüht wird, daß es vollständig mit Wasserdampf gesättigt

ist, wobei der größere Anteil der leicht benetzbaren Staubpartikel mit dem überschüssigen Wasser ausgetragen wird und einem nachgeordneten Feinwäscher, in welchem die feinen Staubpartikel mit Wassertropfen so koagulieren, daß die staubbeladenen Tropfen schließlich anschließend in einem Tropfenabscheider ausgeschieden werden können.

Als Feinwäscher werden dabei unterschiedlichste Konstruktionen eingesetzt, die nach dem Prinzip der mit Wasser beaufschlagten Venturikehle arbeiten, oder es werden sogenannte Desintegratoren eingesetzt, in denen durch einen umlaufenden Rotor kleine Wassertropfen gebildet werden, welche mit den sehr feinen Staubpartikeln des Gichtgases koagulieren.

Derartige Naßwäscher können die vorwiegend aus Metalloxiden bestehenden sehr feinen Stäube des Kupolofens nur mit hohem (im allgemeinen elektrischem) Energieaufwand einigermaßen befriedigend entfernen, wobei in der Regel noch Reststaubmengen verbleiben, die insbesondere im Hinblick auf die heutigen Emissionsschutzbestrebungen als sehr hoch angesehen werden.

So ist noch heute eine Vielzahl von Naßwäschern in Betrieb, die mit einem sog. Reingasstaubgehalt von 200 bis 300 mg/m<sup>3</sup> Rauchgas betrieben werden. Dieser Reingasstaubgehalt kann zwar mit Desintegratoren oder/und Hochleistungs-Venturiwäschern bis auf Werte unter 50 mg/m<sup>3</sup> verbessert werden, wenn man einen entsprechend großen Energieaufwand für die Beschleunigung der Staubpartikel bzw. für die Bildung feiner Tröpfchen in Kauf nimmt, doch ist es heutzutage energiepolitisch nicht mehr zu verantworten, für bestimmte technische Ziele einen beliebig hohen Energieaufwand zu betreiben, der sich im übrigen auch entscheidend in den Kosten niederschlägt.

Bezüglich der weiter oben angesprochenen Zündungsschwierigkeiten sei noch darauf hingewiesen, daß die Zündung von in einer Naßwäsche gereinigten Gichtgasen zusätzlich durch den im Gichtgas bei Sättigungstemperaturen von 50 bis 60° C enthaltenen Wasserdampf erschwert wird, so daß bei derartigen Anlagen üblicherweise Gaskühler eingesetzt werden, welche die Gichtgase nach der Sättigung auf Temperaturen von 30 bis 40°C abkühlen, um den die Zündung behindernden Wasserdampfanteil durch Kondensation zu reduzieren.



Schließlich wird auch bei derartigen Anlagen die Zündung der Gichtgase durch den schwankenden Anteil der durch die Chargieröffnung der oben angesaugten Falschlufft erschwert, wobei sich gezeigt hat, daß die Falschlufftmenge mit den vom Ofendruck in der ringförmigen Absaugkammer abhängigen üblichen Regelkreisen nicht auf einem festen Wert gehalten werden kann.

Aus diesen Gründen sind zur sicheren Verbrennung der auf diese Weise gereinigten Abgase von einem Hersteller besondere Brenner entwickelt worden, welche eine Zumischung von Erdgas zum Gichtgas in denjenigen Arbeitsphasen ermöglichen, in denen das Gichtgas keinen zur kontinuierlichen Aufrechterhaltung der Verbrennung ausreichenden Wärmeinhalt hat.

Dagegen sind in den letzten Jahren nur außerordentlich selten Kupolofen-Schmelzanlagen mit unmittelbar anschließender Brennkammer zur Verbrennung der ungereinigten Gichtgase und nachgeschaltete Wärmetauscher zur Vorwärmung des Windes sowie zur weiteren Verwertung überschüssiger Abhitze mit anschließender Gasreinigung in Betrieb genommen worden, weil bei unkontrollierter Verbrennung und Kühlung der Rauchgase die Gefahr besteht, daß erweichte Flugasche an der Rohrwandung der Wärmetauscher anhaftet, und weil die Stabilisierung der Verbrennung bei der schwankenden Temperatur und Zusammensetzung der Gichtgase Schwierigkeiten bereitet.

Nun haben aber Kupolofen-Schmelzanlagen mit unmittelbar anschließender Brennkammer bedeutende Vorteile, die insbesondere dann zum Tragen kommen, wenn es auf die Rückge-

winnung von Energie und eine möglichst weitgehende Reinigung der Abgase besonders ankommt, da bei derartigen Anlagen die fühlbare Wärme des Gichtgases nicht verlorengeht, weil schädliche Kohlenwasserstoffe in der Brennkammer gecrackt werden, der im Gichtgas enthaltene Kohlenstoff in der Brennkammer ohne Belastung der Staubwirtschaft verbrennt, und die weitgehend wasserdampffreien Rauchgase geringere Kondensations- und Korrosionsprobleme für Wärmetauscher, anschließende Gewebefilter u.dgl. hervorrufen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die bekannten Verfahren und Einrichtungen der eingangs beschriebenen Gattung unter Vermeidung ihrer geschilderten und weiterer Nachteile dahingehend zu verbessern, daß die Schwierigkeiten bei der Kontrolle der Verbrennung der energiearmen Gichtgase mit schwankender Temperatur und Zusammensetzung eliminiert bzw. zumindest weitgehendst beseitigt sind, was eine Voraussetzung für eine Nutzung der energetisch, betriebstechnisch und umwelttechnisch vorteilhafteren Öfen dieses Typs schafft, wobei die Verbrennungssteuerung insbesondere hinsichtlich der Zuteilung von Verbrennungsluft zugleich mit höchster Genauigkeit erfolgen soll. Weiterhin soll die Qualität des Abgases, d.h. also der Reingasstaubgehalt, gegenüber den bisher praktizierten Verfahren und eingesetzten Einrichtungen beachtlich verbessert werden und für den rauchfreien Betrieb des oben offenen Begichtungsschachtes nötige Falschlufmenge durch einen betriebssicheren Regelkreis gesteuert werden. Dabei soll die Steuerung der Verbrennung so erfolgen, daß die Zündung der Gichtgase unter allen betrieblich vorkommenden Umständen sichergestellt ist, wobei darüber hinaus eine unnötige Überhitzung der mitgeführten Staubpartikel vermieden werden soll, da dieses u.a. dazu führen kann, daß die Staubpartikel außen oder sogar insgesamt plastisch werden.

Als Lösung des verfahrensmäßigen Teils der Aufgabe ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die Ist-Temperatur der Flamme gemessen und auf eine Soll-Temperatur gesteuert wird, deren Größe ihrerseits von der ebenfalls gemessenen Ist-Temperatur der Brennkammerwandung gesteuert wird.

Eine derartige Steuerung hat sich überraschenderweise als kritisch und für eine Lösung der bestehenden Aufgabe als notwendig erwiesen, da sich herausgestellt hat, daß die Temperatur der Brennkammerwandung auf die Betriebsverhältnisse von überraschend großem Einfluß ist.

Im Hinblick auf die Teilaufgabe, die Verbrennung so zu steuern, daß die Zündung der Gichtgase unter allen Umständen sichergestellt ist, daß aber andererseits auch eine unnötige Überhitzung der mitgetragenen Staubpartikel vermieden wird, wird erfindungsgemäß die Verbrennungsluftmenge so gesteuert bzw. geregelt, daß die Temperatur des Rauchgases in der Verbrennungskammer auf dem tiefsten Wert konstantgehalten wird, der für eine sichere Zündung der Gichtgase erforderlich ist, wobei diese Werte empirisch ermittelbar sind.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, daß insbesondere zwecks Feststellung armer Gichtgase, d.h. eines zu geringen Luftüberschusses, der Sauerstoffgehalt im Rauchgas der Brennkammer bzw. dem aus der Brennkammer entweichenden Rauchgas, gemessen wird, und daß der Zusatzbrenner selbsttätig zugeschaltet wird, wenn der Sauerstoffgehalt des Rauchgases einen vorgegebenen unteren Grenzwert unterschreitet, da bei einem entsprechend verringerten Luftüberschuß die für eine sichere Verbrennung der Gichtgase in der Brennkammer erforderliche Verbrennungstemperatur nicht mehr zu erreichen ist.

Die zum Verbrennen der Gichtgase erforderliche Verbrennungsluftmenge kann erfindungsgemäß ggf. zum einen Teil als Falsch-

luft durch die Begichtungsöffnung bzw. den oberen Ofenkopf und die Ringkammer angesaugt und dem Gichtgas beigemischt werden, und zum anderen Teil - über eine geeignete Verteilereinrichtung vor der Brennkammer - der Brennkammer unmittelbar zugeführt werden.

Die durch den oberen Ofenkopf angesaugte (Falschluf-)Verbrennungsluftmenge wird zweckmäßigerweise so bestimmt, daß ein rauchfreier Betrieb des an der Begichtungsöffnung nicht abgedeckten Kupolofens möglich ist. Um die hierfür erforderliche Falschlufmenge dosieren zu können, kann diese in Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung durch eine Unterdruckmessung in einer Ringkammer der Gichtgas-Absaugleitung gemessen werden oder aber sie kann durch eine Sauerstoffmessung des Gichtgases in der Gichtgasleitung festgestellt werden.

In Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist indes auch vorgesehen, eine Zufuhr von Verbrennungsluft vor der Brennkammer, und damit unmittelbar zur Brennkammer, vollständig zu unterlassen und die gesamte Verbrennungsluft als Falschluf (durch den oberen Ofenschacht und die Ringkammer) dem Gichtgas beizumischen, so daß dann die Mischung aus Gichtgas und Verbrennungsluft am Eintritt der kurz hinter dem Ofen liegenden Brennkammer gezündet wird.

Die Lösung des einrichtungsmäßigen Teils der obigen Aufgabe ist erfindungsgemäß gekennzeichnet durch eine Regeleinrichtung, mittels welcher die Menge der zuzuführenden Verbrennungsluft in Abhängigkeit von der Temperatur der Flamme in der Brennkammer zu steuern ist, die ihrerseits in Abhängigkeit von der Temperatur der Kammerwand zu steuern ist. Hierfür können in der Brennkammer ein oder mehrere Temperaturfühler so angeordnet sein, daß der Mittelwert der gemessenen Temperaturen einen Aufschluß über die Flammentemperatur gibt,

wobei die Verbrennungsluftmenge gesteigert wird, wenn der Heizwert des Gichtgases steigt, mit dem Ziel, die Flammentemperatur konstant zu halten. Der Regelkreis weist mithin einen gleitenden Sollwert auf, wobei die für eine sichere Zündung der Gichtgase erforderliche Flammentemperatur für die verschiedenen Temperaturen der Brennkammer vorgewählt und anschließend im Betrieb automatisch überwacht werden können.

Bevorzugte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Zeichnung zeigt eine vereinfachte, schematisierte Darstellung eines Heißwind-Kupolofens, der mittels der erfindungsgemäßen Einrichtung nach dem erfindungsgemäßen Arbeitsverfahren betrieben wird. Bei dem im ganzen mit 1 bezeichneten Kupolofen handelt es sich um einen Heißwind-Kupolofen, der eine Einwurf- bzw. Begichtungsöffnung 2, eine unterhalb der Begichtungsöffnung 2 ange-

ordnete Ringkammer 3 zum Sammeln der aufsteigenden Gichtgase, einen Windring 4 mit Düsen 6 und eine Abstichöffnung 7 aufweist.

Der Ofenschacht 8 ist im wesentlichen zylindrisch und verläuft vertikal. Das Gichtgas steigt gemäß dem Pfeil 9 im Ofenschacht auf und gelangt aus diesem beziehungsweise der Ringkammer 3 des Ofens 1 über eine kurze Verbindungsleitung 11 in die dem Kupolofen 1 unmittelbar nachgeordnete Brennkammer 16.

Gemäß dem Pfeil 12 gelangt von oben her Falschlufft in den Kupolofen 1, die sich zum Teil mit dem Gichtgas vermischt.

In der Verbindungsleitung 11 ist eine Sauerstoffmeßeinrichtung 15 angeordnet, mittels welcher der Falschlufftanteil in einem nicht dargestellten Regelkreis zu steuern ist.

Am Einlaß der Brennkammer 16 befindet sich eine Luftzuführleitung 13, mittels welcher dem in die Brennkammer strömenden Gichtgas Luft beizumischen ist, die mit einem Pfeil 14 angedeutet ist. In der Brennkammer 16 ist ein Zusatzbrenner 20 angeordnet.

Als Regelgröße für die Bestimmung des Luftüberschusses der Verbrennung wird als Bestandteil des Rauchgases der  $O_2$ -Gehalt ständig gemessen, und zwar mit einer Sauerstoffsonde 17, die in der Brennkammer 16 angeordnet ist und mit keramischer Sauerstoff-Ionenleitung bei kurzer Reaktionszeit arbeitet.

Besteht die Verbrennungsluft für die Brennkammer 16 nicht nur aus der durch den Begichtungsschacht 18 angesaugten Falschlufft, wie dieses in der Ausgestaltung der vorliegenden

0177627

Erfindung der Fall sein kann, sondern darüber hinaus aus einem dem Gichtgas über die Luft-Zuführleitung 13 zugeführten und mit diesem vermischten weiteren Luftanteil, der vor- und nachstehend mit "erster Luftanteil" bezeichnet ist (während der von der Falschlufft gestellte Luftanteil der Verbrennungsluft mit "zweiter Luftanteil" bezeichnet ist), so wird der zweite Luftanteil so gesteuert, daß durch ihn sichergestellt wird, daß auch bei geringen Druckschwankungen im Ofen kein Gichtgas aus der Begichtungsöffnung 2 austritt, während der gemäß dem Pfeil 14 durch die Luft-Zuführleitung 13 zugemischte erste Luftanteil durch einen Regelkreis so gesteuert wird, daß die Flammentemperatur den gewünschten Wert erreicht. Der konstante erste Luftanteil ist so groß gewählt, daß bei niedrigstem vor-kommendem Heizwert des Gichtgases gerade noch hinreichend viel Verbrennungsluft vorhanden ist, wobei unter derartigen Verhältnissen dann kein zweiter Luftanteil zugeführt wird, während der zweite Luftanteil nur bei einem höheren Heizwert des Gichtgases zugeführt wird.

Der in der Zeichnung mit dem Pfeil 19 angedeutete Wind wird dem Kupolofen 1 über eine Windleitung 21 zugeführt, vor dem Eintritt in den Ofen 1 jedoch noch in einem Rekuperator 22 erwärmt, und zwar in einem Winderhitzer 23, aus dem er dann in erwärmtem Zustand über den horizontal dargestellten Abschnitt 21' der Windleitung 21 in den Ofen 1 gelangt. Der Rekuperator 22 besitzt darüber hinaus noch einen Abhitzekessel 24, in dem überschüssige Rauchgaswärme, die für die Erwärmung des Windes nicht erforderlich ist, zur weiteren Nutzung, beispielsweise zur Schaffung von Heißwasser in einem Heißwasserkessel 26 benutzt wird.

Bei dem schematisch dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich um einen gefutterten Ofen mit 10 t/h Schmelzleistung, einer Windtemperatur von  $500^{\circ}\text{C}$ , einer Gichtgastemperatur von  $250^{\circ}\text{C}$ , einer Windmenge von  $5.800 \text{ m}^3/\text{h}$  und einer Gichtgasmenge von  $6.800 \text{ m}^3/\text{h}$  mit  $600 \text{ m}^3/\text{h}$  Falschlufft,  $17,1 \% \text{ N}_2$ ,  $14,4 \% \text{ CO}$ ,  $10,5 \% \text{ CO}_2$  und  $1,7 \% \text{ O}_2$ , wobei eine feste Verbrennungsluftmenge von  $1.300 \text{ m}^3/\text{h}$  dem Gichtgas vor

der Brennkammer 16 zugemischt und eine (für das vorstehende Zahlenbeispiel geltende) Verbrennungsluftmenge von ca.  $800 \text{ m}^3/\text{h}$  in Form von Falschlufte durch die Chargieröffnung 2 angesaugt wird. Der zweite Luftanteil beträgt  $300 \text{ m}^3/\text{h}$  bei einem CO-Gehalt von 10 % und beträgt  $2.000 \text{ m}^3/\text{h}$  bei einem CO-Gehalt von 21 %, wenn die Flammentemperatur von  $900^\circ\text{C}$  konstant gehalten wird.

In dem bereitserwähnten zusätzlichen Regelkreis für die Gaswirtschaft des Kupolofens ist außer der die Flammentemperaturgröße  $\text{O}_2$  bestimmenden Sauerstoffsonde 17 ein als Drallregler 27 ausgebildetes Stellglied vorhanden, welches vor dem Sauggebläse 28 angeordnet ist, wobei dem Drallregler 27 im übrigen noch ein Filter 29 sowie ein Kühler 31 vorgeordnet sind.

Bei einer Signalisierung eines Sauerstoffdefizits, also bei einem Sauerstoff-Istwert, der kleiner ist als der vorgegebene Sauerstoff-Sollwert, wird ein Zusatzbrenner eingeschaltet, um die Flammentemperatur konstant zu halten.

Abgesehen von der gegenüber bekannten Verfahren erheblich höheren Energieausbeute ergibt sich bei dem erfindungsgemäßen Verfahren auch eine erheblich umweltfreundlichere Qualität des Abgases 32, welches gegenüber den bisher praktizierten Verfahren einen um das 10fache geringeren Reingasstaubgehalt hat.



0177627

FB 847

9. Oktober 1984

BEZUGSZEICHENLISTE  
(LIST OF REFERENCE NUMERALS)

1	Heißwind-Kupolofen	1
2	Begichtungsöffnung	2
3	Ringkammer	3
4	Windring	4
5		5
6	Düsen	6
7	Abstichöffnung	7
8	Ofenschacht	8
9	Pfeil (Gichtgas)	9
10		10
11	Verbindungsleitung	11
12	Pfeil (Falschlufte)	12
13	Luft-Zuführleitung	13
14	Pfeil (1. Luftanteil)	14
15	Sauerstoffmeßeinrichtung	15
16	Brennkammer	16' Brennkammerwandung
17	Sauerstoffsonde	17
18	Begichtungsschacht	18
19	Pfeil (Wind)	19
20	Zusatzbrenner	20
21	Windleitung	21
22	Rekuperator	22
23	Winderhitzer	23
24	Abhitzekeßel	24
25		25
26	Heißwasserkessel	26
27	Drallregler	27
28	Sauggebläse	28
29	Filter	29
30		30

31	Kühler	31
32	Abgas	32
33		33
34		34
35		35
36		36
37		37
38		38
39		39
40		40
41		41
42		42
43		43
44		44
45		45
46		46
47		47
48		48
49		49
50		50
51		51
52		52
53		53
54		54
55		55
56		56
57		57
58		58
59		59
60		60
61		61
62		62
63		63
64		64
65		65

A n s p r ü c h e  
=====

1. Verfahren zum Steuern der Verbrennung der einen stark schwankenden Heizwert aufweisenden, warmen, ungereinigten Gichtgase eines Heißwind-Kupolofens od.dgl. in einer diesem nachgeordneten, mit Verbrennungsluft beschickten und mit einem Zusatzbrenner ausgerüsteten Brennkammer, dadurch gekennzeichnet, daß die Ist-Temperatur der Flamme gemessen und auf eine Soll-Temperatur gesteuert wird, deren Größe ihrerseits von der ebenfalls gemessenen Temperatur der Brennkammerwandung gesteuert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Soll-Temperatur der Flamme bei kalter Brennkammerwandung auf einen vorgegebenen Wert zwischen 850 und 1000°C und bei heißer Brennkammerwandung auf einen vorgegebenen Wert zwischen 700 und 900°C eingestellt wird.

3. Verfahren zum Steuern der Verbrennung der einen stark schwankenden Heizwert aufweisenden warmen, ungereinigten Gichtgase eines Heißwind-Kupolofens in einer diesem unmittelbar nachgeordneten, mit Verbrennungsluft beschickten Brennkammer, insbesondere nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbrennungsluftmenge so gesteuert bzw. geregelt wird, daß die Temperatur des Rauchgases in der Brennkammer auf dem tiefsten Wert konstantgehalten wird, der für eine sichere Zündung der Gichtgase erforderlich ist.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Sauerstoffgehalt in dem Rauchgas der Brennkammer gemessen wird; und daß der Zusatzbrenner selbsttätig zugeschaltet wird, wenn der Sauerstoffgehalt des Rauchgases einen vorgegebenen unteren Grenzwert unterschreitet.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Zusatzbrenner selbsttätig zugeschaltet wird, wenn der Sauerstoffgehalt des Rauchgases einen unteren Grenzwert von 0,5 bis 1,5 % unterschreitet.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das das Zuschalten des Zusatzbrenners auslösende Einschalt-signal zeitlich verzögert wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die zeitliche Verzögerung einstellbar ist.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die zeitliche Verzögerung 0,1 bis 1 sec. beträgt.
9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erforderliche Verbrennungsluftmenge zum einem Teil als Falschluf durch die Begichtungsöffnung bzw. den oberen Ofenschacht angesaugt wird und zum anderen Teil der Brennkammer unmittelbar zugeführt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die angesaugte Falschlufmenge durch eine Unterdruckmessung in einer Ringkammer der Gichtgasabsaugleitung gemessen wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die angesaugte Falschlufthmenge durch eine Sauerstoffmessung in der Gichtgasleitung festgestellt wird.

12. Einrichtung zum Steuern der Verbrennung der Gichtgase eines Heißwind-Kupolofens, der eine Begichtungsöffnung und eine vorzugsweise unterhalb der Begichtungsöffnung angeordnete Ringkammer aufweist, aus welcher die einen stark schwankenden Heizwert aufweisenden warmen, ungereinigten Gichtgase in eine außerhalb des Ofens angeordnete, mit einem Zusatzbrenner ausgerüstete Brennkammer abzusaugen und in dieser zusammen mit der von der Brennkammer zugeführten Verbrennungsluft zu verbrennen sind, wobei der in den Ofen zu leitende Wind durch die bei der Verbrennung entstehenden Rauchgase mittels einer Heizeinrichtung zu erwärmen ist und überschüssige Rauchgaswärme mittels einer Wärmeentzugseinrichtung, wie zum Beispiel einem Abhitze-kessel, anderweitig zu nutzen ist, zur Durchführung eines Verfahrens nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Regeleinrichtung, mittels welcher die Menge der zuzuführenden Verbrennungsluft (12, 14) in Abhängigkeit von der Temperatur der Flamme in der Brennkammer (16) zu steuern ist, die ihrerseits in Abhängigkeit von der Temperatur der Brennkammerwandung (16') zu steuern ist.

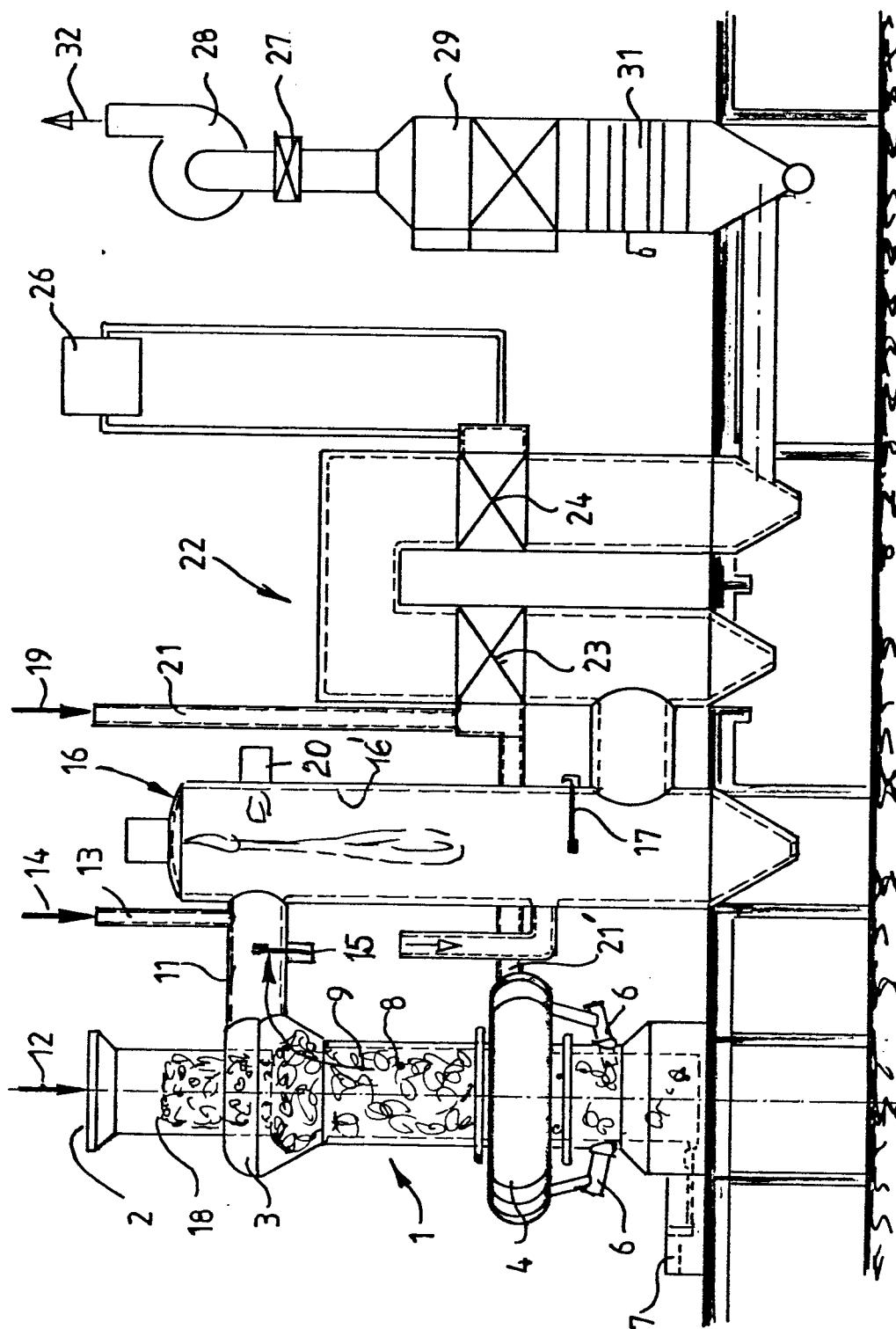
13. Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß in der Brennkammer (16) hinter der Verbrennungszone eine Sauerstoffmeßeinrichtung (17) vorhanden ist, mittels welcher der Zusatzbrenner (20) so zu steuern ist, daß er bei einem Unterschreiten eines vorgegebenen unteren Sauerstoffgrenzwertes im Rauchgas selbsttätig zuzuschalten ist.

14. Einrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Sauerstoffmeßeinrichtung (17) einen Halbleiter od.dgl. aufweist, so daß eine Verzögerung der Signalabgabe von ca. 0,1 bis 1 sec.möglich ist.

15. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß am Einlaß der Brennkammer (16) eine Luftzuführleitung (13) vorgesehen ist, durch welche dem in die Brennkammer (16) einströmenden Gichtgas Luft zuzuführen ist.

16. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß in der Gichtgasleitung (11) eine Sauerstoffmeßeinrichtung (15) vorhanden ist, mittels welcher in einem Regelkreis der Falschlufanteil zu steuern ist.

17. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnitte der Ringkammer (3) so bemessen sind, daß ggf. die gesamte erforderliche Luftmenge dem Gichtgas als Falschluf zuzumischen ist.





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0177627  
Nummer der Anmeldung

EP 84 11 2129

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	EP-A-0 120 109 (DR. KÜTTNER GmbH & CO.)  * Das ganze Dokument *	1, 4, 9 12-15 17	F 27 B 1/26 F 23 N 1/02 F 23 N 5/00
A	--- GIESSEREI, Band 67, Nr. 19, 15. September 1980, Seiten 594-600, Düsseldorf, DE; H. GEHNER et al.: "Automatisierung von Kupolofenanlagen" * Seite 597, rechte Spalte, letzter Abschnitt - Seite 598, rechte Spalte, Abschnitt 1; Bild 4 *	1, 10, 12	
A	--- DE-A-2 605 937 (WERNER HENNES KG) * Figuren; Seite 5, Abschnitt 3 *	4	
A	--- US-A-4 375 950 (B.A. DURLEY III) * Zusammenfassung; Figur 1 *	1, 12	
A	--- DE-A-1 526 277 (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP.)		
A	--- US-A-3 884 621 (J.R. SUMMER)		
A	--- DE-A-2 603 023 (H. UHDE)  -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 10-06-1985	Prüfer THIBO F.
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			