



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.12.2008 Patentblatt 2008/49

(51) Int Cl.:
C21B 7/16 (2006.01) F27B 1/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07018450.2**

(22) Anmeldetag: **20.09.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

(30) Priorität: **01.06.2007 DE 102007025663**

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft
80807 München (DE)**

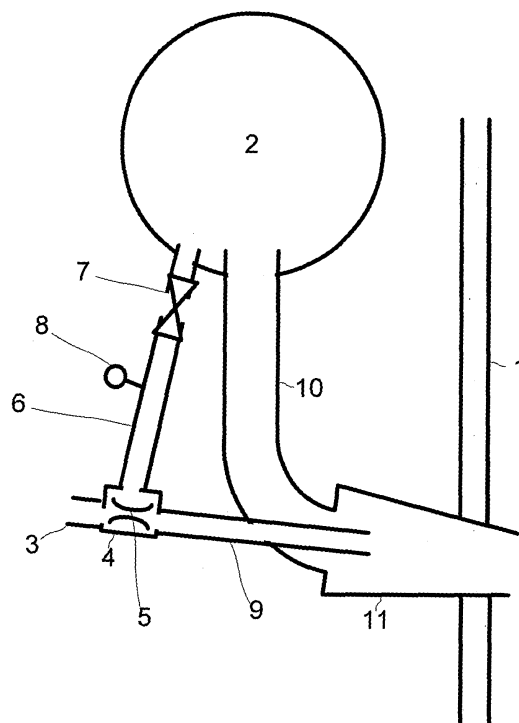
(72) Erfinder:
• **Feustel, Hans Ulrich
04277 Leipzig (DE)**
• **Kadelka, Heinz
47589 Uedem (DE)**

(74) Vertreter: **Gellner, Bernd
Linde AG
Patente und Marken
Dr.-Carl-von-Linde-Strasse 6-14
82049 Pullach (DE)**

(54) **Verfahren zur gesteuerten Koksumsetzung in Kupolöfen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Schachtofens (1), insbesondere eines Kupolofens, zum Schmelzen eines metallhaltigen Einsatzes, wobei der Schachtofen (1) durch Verbrennung eines fossilen Brennstoffs beheizt wird. Zur besseren Kontrolle des Schmelzprozesses ist vorgesehen, dass ein sauerstoffhaltiges Fördermedium (3) in einer Treibdüse (5) beschleunigt wird und ein Injektorwind (6) mittels des bei der Beschleunigung des sauerstoffhaltigen Fördermediums (3) entstehenden Unterdrucks angesaugt und mit dem Fördermedium (3) zu einem Treibdusenstrom (9) zusammengeführt wird, und dass der Treibdusenstrom (9) und ein Restwind (10) in den Schachtofen (1) geleitet werden.

Fig.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Schachtofens, insbesondere eines Kupolofens, zum Schmelzen eines metallhaltigen Einsatzes, wobei der Schachtofen durch Verbrennung eines fossilen Brennstoffs beheizt wird. Ferner bezieht sich die Erfindung auf einen Schachtofen, insbesondere Kupolofen, zum Schmelzen eines metallhaltigen Einsatzes, mit mindestens einer Zuleitung für ein Fördermedium, an deren stromabwärtigem Ende eine Treibdüse angeschlossen ist, und mit einer Restwindleitung zur Zuführung eines Restwindes in den Schachtofen.

[0002] In einem Kupolofen wird ein Eisensatz, der meist aus Roheisen, Gussbruch, Stahlschrott und sonstigen Ferrolegierungen besteht, aufgeschmolzen. Als Brennstoff wird im Kupolofen in der Regel Gießereikoks eingesetzt, der durch Umsetzung mit Sauerstoff verbrannt wird und dabei die zum Schmelzen des Eisensatzes notwendigen Energiemengen freisetzt.

[0003] Ursprünglich wurde der Koks mit Luft als Oxidationsmittel verbrannt. Mittlerweile gehört jedoch der Einsatz von mit Sauerstoff angereicherter Luft beim Schmelzen im Kupolofen zum technischen Standard. Der Vorteil gegenüber der Verwendung von Luft liegt darin, dass höhere Verbrennungstemperaturen erzeugt werden können und der Schmelzprozess schneller abläuft.

[0004] Aus der EP 0 762 068 A1 ist ein Verfahren zur Zuführung von Verbrennungsluft in einen Kupolofen bekannt, bei dem ein sauerstoffhaltiges Fördermedium in den Kupolofen eingedüst wird und der dabei entstehende Unterdruck ausgenutzt wird, um weitere Verbrennungsluft in den Kupolofen zu saugen.

[0005] Im Praxisbetrieb von Schachtöfen sind derzeit keine zuverlässigen Entscheidungshilfen zum Einstellen des Schmelzprozesses vorhanden. Als fossiler Brennstoff wird meist Gießereikoks eingesetzt, dessen Qualität starken Schwankungen unterliegt. Bei den bisher bekannten Verfahren zum Betreiben von Schachtöfen wird diesen Schwankungen kaum Rechnung getragen.

[0006] Aufgabe vorliegender Erfindung ist es daher, ein Verfahren zum Betreiben eines Schachtofens und einen entsprechenden Schachtofen aufzuzeigen, welche eine bessere Kontrolle des Schmelzprozesses erlaubt.

[0007] Verfahrensseitig wird diese Aufgabe durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, wobei ein sauerstoffhaltiges Fördermedium in einer Treibdüse beschleunigt wird und ein Injektorwind mittels des bei der Beschleunigung des sauerstoffhaltigen Fördermediums entstehenden Unterdrucks angesaugt und mit dem Fördermedium zu einem Treibdüsenstrom zusammengeführt wird, und dass der Treibdüsenstrom und ein Restwind in den Schachtofen geleitet werden.

[0008] Der erfindungsgemäße Schachtofen besitzt mindestens eine Zuleitung für ein Fördermedium, an deren stromabwärtigem Ende eine Treibdüse angeschlos-

sen ist, und eine Restwindleitung zur Zuführung eines Restwindes in den Schachtofen, wobei sich der Schachtofen dadurch auszeichnet, dass in die Zuleitung für das Fördermedium oder in die Treibdüse eine Injektorwindleitung mündet.

[0009] Unter dem Begriff "Schachtofen" wird insbesondere ein Kupolofen, insbesondere zum Schmelzen von Grauguss und Sphäroguss, verstanden. Aber auch andere Schachtofenanlagen zum Schmelzen von beispielsweise Mineralwolle, Kupfer oder Aluminium können erfindungsgemäß betrieben werden.

[0010] Der Begriff "Einsatz" soll metallhaltige Chargen umfassen, die einem Schachtofen zum Schmelzen zugeführt werden. Wie eingangs bereits erwähnt, fällt hierunter insbesondere der sogenannte Eisensatz oder kalte Satz, bestehend aus Roheisen, Gussbruch, Stahlschrott und/oder sonstigen eisenhaltigen Zuschlagstoffen. Je nach Art des Schachtofens sind aber auch kupfer- oder aluminiumhaltige Chargen als Einsatz denkbar:

[0011] Mit den Begriffen "Wind", "Restwind" und "Injektorwind" werden im Rahmen dieser Anmeldung dem Schachtofen zugeführte sauerstoffhaltige Gasströme, insbesondere unter erhöhtem Druck zugeführte Luftströme, verstanden.

[0012] Erfindungsgemäß wird dem Schachtofen zur Umsetzung des fossilen Brennstoffs eine geregelte Menge Sauerstoff zugeführt. Dies erfolgt dadurch, dass ein sauerstoffhaltiges Fördermedium, das heißt ein sauerstoffhaltiges Gas oder Gasgemisch, definierter Menge und/oder definierter Strömungsgeschwindigkeit in den Schachtofen eingedüst wird.

[0013] Zusätzlicher Sauerstoff wird dem Schachtofen über den Injektorwind und den Restwind zugeführt. Das Fördermedium strömt mit hoher Geschwindigkeit aus der oder den Treibdüsen aus und erzeugt dabei einen Unterdruck, welcher erfindungsgemäß dazu genutzt wird, den Injektorwind anzusaugen. Die angesaugte Menge an Injektorwind hängt zum einen von der Menge und Strömungsgeschwindigkeit des Fördermediums ab, kann zum anderen von Vorteil aber auch noch separat geregelt werden. Das Gemisch aus beschleunigtem Fördermedium und angesaugtem Injektorwind bildet einen Treibdüsenstrom, der dem Verbrennungsprozess im Schachtofen Sauerstoff definiert zur Verfügung stellt. Zusätzlicher Sauerstoff wird dem Schachtofen mit dem Restwind zugeführt. In der Regel steht hierzu unter Druck befindliche Luft als Restwind zur Verfügung.

[0014] In einer bevorzugten Ausführungsform stammen der Injektorwind und der Restwind aus derselben Quelle. So ist beispielsweise eine Windleitung oder Windeinrichtung vorgesehen, die eine bestimmte Menge Heißwind, das heißt unter erhöhtem Druck stehende, heiße Luft, führt. An dieser Windleitung ist zum einen die Injektorwindleitung, zum anderen die Restwindleitung angeschlossen. Die gesamte zur Verfügung stehende Heißwindmenge teilt sich entsprechend auf in einen Anteil, der über die Injektorwindleitung von dem Fördermedium angesaugt wird und in einen verbleibenden Restwind,

der über die Restwindleitung dem Schachtofen zugeführt wird.

[0015] Es ist ebenso möglich, eine separate Zufuhr für den Injektorwind und den Restwind vorzusehen. Zum Beispiel kann der Schachtofen mit einer ersten Windleitung versehen sein, aus der der Injektorwind abgezogen wird, und mit einer zweiten Windleitung, aus der der Restwind entnommen wird. Diese Ausführung ist zwar technisch aufwändiger zu realisieren als die oben beschriebene Ausführung mit einer gemeinsamen Windleitung für Restwind und Injektorwind. Andererseits können aber durch separate Windleitungen oder Windeinrichtungen für Injektorwind und Restwind deren Druck- und Temperaturverhältnisse unabhängig voneinander eingestellt werden, wodurch weitere Freiheitsgrade zur Steuerung des Verbrennungsprozesses im Schachtofen entstehen. Außerdem kann als Injektorwind direkt aus der Umgebung angesaugte Luft eingesetzt werden. Ebenso ist es möglich, mit dem Fördermedium andere Gase oder Stoffe anzusaugen und der Verbrennung in dem Schachtofen zuzuführen.

[0016] Vorzugsweise gelangt der Treibdüsenstrom mit einer höheren kinetischen Energie als der Restwind in den Schachtofen. Die Strömungsgeschwindigkeit des Treibdüsenstroms beträgt von Vorteil zwischen 40 m/s und 250 m/s.

[0017] Vorzugsweise wird Koks als fossiler Brennstoff eingesetzt. Die Qualität des Kokses variiert in der Praxis sehr stark, wodurch es regelmäßig erforderlich wird, die Verbrennungsparameter nachzufahren und anzupassen, um eine optimale Umsetzung des Kokses und damit einen optimalen Schmelzprozess zu erreichen. Durch das erfindungsgemäße Eindüsen des Treibdüsenstroms mit hoher Strömungsgeschwindigkeit kann der Sauerstoff weit in das Innere des Schachtofens eingeblasen werden und so die Umsetzung des Kokses gezielt beeinflussen.

[0018] Die Menge und/oder die Strömungsgeschwindigkeit des sauerstoffhaltigen Fördermediums und/oder des Injektorwindes werden von Vorteil in Abhängigkeit von der Temperatur und/oder dem CO-Gehalt des Gichtgases des Schachtofens geregelt. Unterschiedliche Koksqualitäten und unterschiedliche Zusammensetzungen des in den Schachtofen eingebrachten, zu schmelzenden Einsatzes beeinflussen die Zusammensetzung des Gichtgases, d.h. der Verbrennungsgase. Durch Analyse des CO-Gehalts und/oder der Gichtgastemperatur können Rückschlüsse auf den Verbrennungsprozess und den Schmelzprozess gezogen werden.

[0019] Durch Variation der Strömungsgeschwindigkeit des Treibdüsenstroms, des Sauerstoffgehalts des Treibdüsenstroms und/oder dessen Menge kann der Schmelzprozess stets an die gewünschte Zielsetzung angepasst werden. Weitere Parameter, die zur Regelung des Treibdüsenstroms herangezogen werden können, sind die Schmelzleistung, der Ofendruck und die Abgasanalyse. Außerdem ist es von Vorteil, die Menge und/oder die Strömungsgeschwindigkeit des sauerstoffhaltigen

gen Fördermediums und/oder des Injektorwindes in Abhängigkeit von der Temperatur und/oder dem Druck des Injektorwindes zu regeln.

[0020] Als Fördermedium wird vorzugsweise ein sauerstoffhaltiger Gasstrom mit einem Sauerstoffgehalt von mehr als 90%, bevorzugt mehr als 95%, besonders bevorzugt mehr als 99% eingesetzt. Aber auch mit Sauerstoff angereicherte Luft kann als Fördermedium verwendet werden.

[0021] Besonders bevorzugt wird der Sauerstoffgehalt des aus der Zusammenführung von Fördermedium und Injektorwind resultierenden Treibdüsenstroms zwischen 25% und 65% gewählt. Über den Sauerstoffgehalt des Treibdüsenstroms steht ein weiterer Parameter zur Verfügung, über den die Verbrennung des fossilen Brennstoffs gesteuert werden kann. So kann beispielsweise durch Erhöhung des Sauerstoffgehalts die Verbrennung intensiviert werden, das heißt, die Temperatur der Verbrennungsgase wird erhöht und es wird pro Zeiteinheit mehr fossiler Brennstoff verbrannt.

[0022] Über die erfindungsgemäß definierte Zugabe von Sauerstoff mittels des Treibdüsenstroms kann die Umsetzung des fossilen Brennstoffs im Schachtofen deutlich besser gesteuert werden als bei den bisher bekannten Verfahren, bei denen im Wesentlichen undefinierte Mengen an Luft dem Schachtofen über Windleitungen zugeführt werden.

[0023] Bei dem Verfahren gemäß der EP 0 762 068 A1 wird zwar ebenfalls ein sauerstoffhaltiges Medium in den Schachtofen eingedüst und mit dessen Hilfe weitere Verbrennungsluft angesaugt. Das Ansaugen der Verbrennungsluft erfolgt jedoch ungeregt. Die in den Schachtofen eingebrachte Verbrennungsluftmenge hängt damit von zahlreichen Faktoren ab, die sich nicht unter der Kontrolle des Bedienungspersonals befinden. Erfindungsgemäß wird dagegen mittels des Fördermediums eine definierte Menge an Injektorwind oder allgemein einem sauerstoffhaltigen Gasgemisch angesaugt.

[0024] Die Steuerung des Verbrennungs- und des Schmelzprozesses erfolgt dabei wesentlich über die Menge, Geschwindigkeit und Zusammensetzung des Treibdüsenstroms. Es hat sich daher als Vorteil erwiesen, zwischen 30% und 60 % des insgesamt für die Umsetzung des Brennstoffes notwendigen Sauerstoffs dem Schachtofen über den Treibdüsenstrom zuzuführen.

[0025] Die Strömungsführung des Treibdüsenstroms wird vorzugsweise an die Dimensionierung des Ofens angepasst, das heißt insbesondere an den Ofenquerschnitt, die Schachthöhe und die Eintragshöhe.

[0026] Die Maximalmenge des von dem Fördermedium angesaugten Injektorwindes hängt von den Parametern des Fördermediumstroms ab: Je stärker die von dem Fördermediumstrom hervorgerufene Saugwirkung, eine desto größere Menge Injektorwind kann angesaugt und dem Schachtofen zugeführt werden. Es hat sich aber auch als vorteilhaft erwiesen, die Menge des angesaugten Injektorwindes bzw. Gasgemisches, beispielsweise über Klappen, Ventile oder Drosseln, zusätzlich zu be-

einflussen, um die Brennstoffumsetzung im Ofen noch besser steuern zu können. Andererseits ist es auch möglich, durch Änderung der Druckverhältnisse in der Injektorwindleitung, d.h. der Zuleitung für den Injektorwind, die Saugwirkung zu beeinflussen und so die Menge an Injektorwind zu variieren.

[0027] Zum Beispiel wird technischer Sauerstoff über Lavaldüsen in eine spezielle Treibdüsenkammer eingetragen. Ein vorab ausgelegter Anteil der Primärwindmenge wird über den entstehenden Unterdruck als Injektorwindanteil geregelt angesaugt. Mit der Einstellung des Injektorwindanteiles über eine Regelklappe ergeben sich verschiedene Sauerstoffanreicherungen, und entsprechend hohe Austrittsgeschwindigkeiten in die Schmelzzone. Der verbleibende Restprimärwind gelangt mit deutlich geringerer Menge und Geschwindigkeit in den Bereich der Schmelzzone.

[0028] Die Steuerung des Schachtofens erfolgt von Vorteil in Abhängigkeit von einem oder mehreren der folgenden Parameter: Temperatur, Zusammensetzung oder Analyse des Gicht- oder Abgases, Schmelzparameter, wie beispielsweise Schmelztemperatur, ofenspezifische Daten, Zusammensetzung bzw. Analyse der aus dem Schachtofen abgezogenen Schlacke. Zuvor aufgezeichnete Betriebsdaten können hierbei genutzt werden, um die Sauerstoffzufuhr zum Ofen in Abhängigkeit von den momentanen Betriebsparametern optimal einzustellen und eine den technologischen Forderungen entsprechende Verfahrensführung zu erzielen.

[0029] Leistungsabweichungen können schnell erkannt und zugeordnet werden. Durch die Hinterlegung der praktischen Schmelzergebnisse kann historisch in einer selbst korrigierenden Datenbank die Ofenfahrweise angepasst werden. Qualitätseinflüsse über zum Beispiel unterschiedliche Koksensätze werden sofort erkannt.

[0030] Die Möglichkeit flexibel auf den Schmelzprozess zu reagieren wird erweitert.

[0031] Die Sauerstoffanreicherung des Treibdüsenstroms, die Eintragsgeschwindigkeit und das Verhältnis zum eingesetzten Gesamtsauerstoffanteil sind wichtige Kriterien des erfindungsgemäßen Verfahrens. So kann der Sauerstoff leistungsabhängig eingesetzt werden. Veränderungen in der Koksqualität sind schnell ersichtlich und können angepasst werden.

[0032] Der erfindungsgemäße Schachtofen weist mindestens eine Zuleitung für ein Fördermedium, an deren stromabwärtigem Ende eine Treibdüse angeschlossen ist, und eine Restwindleitung zur Zuführung eines sauerstoffhaltigen Gasgemisches in den Schachtofen auf. Erfindungsgemäß mündet in die Zuleitung für das Fördermedium oder in die Treibdüse eine Injektorwindleitung.

[0033] Vorzugsweise ist die Zuleitung für das Fördermedium mit einer Versorgungseinrichtung, beispielsweise einem Tank, für technisch reinen Sauerstoff verbunden. Dem technisch reinen Sauerstoff kann über die Injektorwindleitung eine definierte Luftmenge zugegeben

werden, um so den Sauerstoffgehalt in dem resultierenden Gemisch aus Sauerstoff und Luft einzustellen. Dieses Gemisch wird in der Treibdüse, vorzugsweise einer Lavaldüse, beschleunigt und als Treibdüsenstrom in den Schachtofen eingebracht.

[0034] In einer bevorzugten Ausführungsform mündet die Leitung für den Treibdüsenstrom zunächst in die Restwindleitung, welche den Restwind und den Treibdüsenstrom dann in den Schachtofen führt. Im Bereich der Mündung der Treibdüse in die Restwindleitung entsteht ein Unterdruck, welcher weitere Luft über die Restwindleitung ansaugt.

[0035] Ferner ist es günstig, zur Anpassung oder Beeinflussung der Temperaturverhältnisse die Zuführung des Fördermediums, des Injektorwindes und/oder des Treibdüsenstroms wassergekühlt auszulegen.

[0036] Die Erfindung hat zahlreiche Vorteile im Vergleich zu den bisher eingesetzten Verfahren. Die Verbrennung des fossilen Brennstoffs wird deutlich verbessert und es wird weniger Brennstoff benötigt. Die Emissionen bzw. Immissionen werden wesentlich verringert. Qualitätsschwankungen des Brennstoffs, insbesondere unterschiedlichen Koksqualitäten, kann Rechnung getragen werden. Durch die gesteuerte Verbrennung des Brennstoffs wird der Ausbrand des Feuerfestmaterials im Ofen reduziert. Weiter wird aufgrund des gesteuerten Sauerstoffeinsatzes der Silizium- und Manganabbrand verringert.

[0037] Durch die Erfindung wird es möglich, gezielt in den Schmelzprozess von Schachtofen und Kupolofenanlagen einzugreifen. Die Wirkungsgrade und Umwelt-ergebnisse werden entscheidend verbessert.

[0038] Über die Einstellung der Injektorwindmenge in Abhängigkeit von der Menge des als Fördermedium zugeführten technischen Sauerstoffs und der Aufteilung des Primärwindes in Injektorwindmenge und Restwindmenge gelangt ein Sauerstoff-Luftgemisch in regelbaren Mengen und Geschwindigkeiten in den Ofen.

[0039] Durch das zusätzliche Ansteuern oder Abschalten von einzelnen Treibdüsen kann die Verbrennungsreaktion des eingesetzten Brennstoffes weiter optimiert werden.

[0040] Weiter kann das Spektrum vorhandener Anlagen dahingehend erweitert werden, dass zusätzliche Stoffe eingetragen werden können, die die gewünschten Reaktionen durch Temperaturerhöhung fördern (z.B. zusätzlicher Brennstoff). Oder es können Stoffe eingetragen werden, die im Reaktionsablauf schadlos entsorgt werden können (z.B. Filterstaub) oder Stoffe, die die Analyse flexibel anpasst (Graphit, Si, SiC und Mnträger).

[0041] Durch die Trennung des Primärwindes in Restprimärwind und Injektorwind und durch die messtechnische Erfassung kann die Anzahl der Regelparameter erweitert, verfeinert und detaillierter eingestellt werden. Durch eine flexiblere Anpassung auf unterschiedliche Schmelzleistungen wird es somit möglich, eine leistungsabhängige Ofenfahrweise über die Koksumsetzung mit Sauerstoff zu ermöglichen.

[0042] Bei den bisher bekannten Sauerstoffeintragsverfahren wird im Regelfall die eingesetzte Sauerstoffmenge den Schmelzbedingungen angepasst und diese konzentriert als 100 % technischer Sauerstoff in unterschiedlicher Weise mit hohen Geschwindigkeiten eingebracht. Die notwendige kinetische Energie liegt sowohl in der Höhe des Sauerstoffvordruckes als auch in der Menge des eingesetzten technischen Sauerstoffes begründet. Gemeinsam mit dem Heißwind trifft der technische Sauerstoff auf die eingesetzten Materialien, hier in erster Linie auf den Koks, und verliert hier im Wesentlichen sein Energiepotential. Der Sauerstoff wird also vorwiegend über den hohen Energieanteil und der Masse des Heißwindes weiter in die Schmelzzone eingebracht. Die Koksstücke vor den Düsen verbrauchen bereits einen Teil des Sauerstoffes, der Rest gelangt mit geringer Gesamtanreicherung in die Schmelzzone.

[0043] Mit der vorliegenden Erfindung wird nun mit geringerem Gesamtsauerstoffeinsatz die gleiche Schmelzleistung bei gleicher Temperatur und Analyse generiert. Die Erfindung ermöglicht ein großes Leistungsspektrum mit unterschiedlichen Eintragungsgeschwindigkeiten in der Treibdüse bei einer gleichmäßigen Gemischzufuhr. Es steht eine Sauerstoffeintragstechnik bereit, die die unterschiedlichsten Sauerstoffmengen bei gleicher Konzentration und regelbaren Eintragungsgeschwindigkeiten realisiert. Die Möglichkeit, flexibel auf den Schmelzprozess zu reagieren, wird erweitert. Die Sauerstoffanreicherung des Treibdüsendgemisches, die Eintragungsgeschwindigkeit und das Verhältnis zum eingesetzten Gesamtsauerstoffanteil sind die wichtigsten Kriterien einer neuen Ofenfahrweise.

[0044] Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand von dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel näher erläutert. Hierbei zeigt die

Figur schematisch eine erfindungsgemäße Zuführung von Sauerstoff und Luft zu einem Kupolofen.

[0045] In der Figur ist eine erfindungsgemäße Eindüsung von Sauerstoff bzw. mit Sauerstoff angereicherter Heißwind in einen Kupolofen 1 gezeigt. Um den Kupolofen 1 erstreckt sich eine ringförmige Windringleitung 2, die mit Heißwind mit einer Temperatur von beispielsweise zwischen 200 °C und 500 °C versorgt wird.

[0046] Weiter sind um den Umfang des Kupolofens 1 mehrere, zum Beispiel acht, Vorrichtungen (Lanzen) zur Sauerstoffzuführung verteilt. Technisch reiner Sauerstoff wird über eine Sauerstoffleitung 3 mit einem statischen Druck von beispielsweise 10 bis 15 bar einer Treibdüsenkammer 4 zugeführt. In der Treibdüsenkammer 4 befindet sich eine als Lavaldüse ausgeführte Treibdüse 5, in der der Sauerstoffstrom beschleunigt wird. Über den entstehenden Unterdruck wird ein Teil des in der Windringleitung 2 befindlichen Heißwindes über die Injektorwindleitung 6 angesaugt und mit dem Sauerstoffstrom 3

zusammengeführt und vermischt. Die durch die Injektorwindleitung 6 angesaugte Heißwindmenge kann über eine Drossel, Klappe oder ein geeignetes Ventil 7 geregelt werden. Auf diese Weise kann ein vorab ausgelegter Anteil des in der Windringleitung 2 strömenden Heißwindes geregelt angesaugt und in einer einstellbaren Konzentration mit dem Sauerstoff vermischt werden. Die Injektorwindmenge, das heißt die durch die Injektorwindleitung 6 angesaugte Heißwindmenge, wird über ein geeignetes Messgerät 8 erfasst. Der resultierende Treibdüsenstrom wird dann über eine Lanze 9 mit einer hohen Strömungsgeschwindigkeit von zum Beispiel mehr als 240 m/s in den Schachtofen 1 eingedüst.

[0047] Der in der Windringleitung 2 verbleibende restliche Heißwind gelangt als Restwind über die Restwindleitung 10 mit deutlich verringerter Menge und Geschwindigkeit ebenfalls in den Schachtofen 1. Die Geschwindigkeit des Restwindes wird beispielsweise gegenüber einem konventionellen Verfahren von 20 m/s auf 11 m/s verringert.

[0048] In der dargestellten Ausführungsform werden der Restwind und der Treibdüsenstrom in einer Austrittsdüse 11 zusammengeführt, bevor sie in den Schachtofen 1 geleitet werden.

Beispiel:

[0049] In der Windringleitung 2 wird eine Gesamt-Heißwindmenge von 9670 Nm³/h zur Verfügung gestellt. Über jede der Sauerstoffzuführungen 3 werden 152 Nm³/h technisch reiner Sauerstoff mit einer Temperatur von 17 °C zugeführt und in der Treibdüse 4 beschleunigt. Dabei werden von dem gesamten Heißwind 2360 Nm³/h als Injektorwind abgesaugt und mit dem Sauerstoff vermischt. Dabei stellt sich in der Lanze 9 eine Mischtemperatur von 339 °C ein. Die Austrittsgeschwindigkeit des Treibdüsenstrahls beträgt 120 m/s. Der in der Windringleitung 2 verbliebene Heißwind wird als Restwind über die Restwindleitung 7 mit einer Geschwindigkeit von 74 m/s in den Schachtofen 1 geleitet.

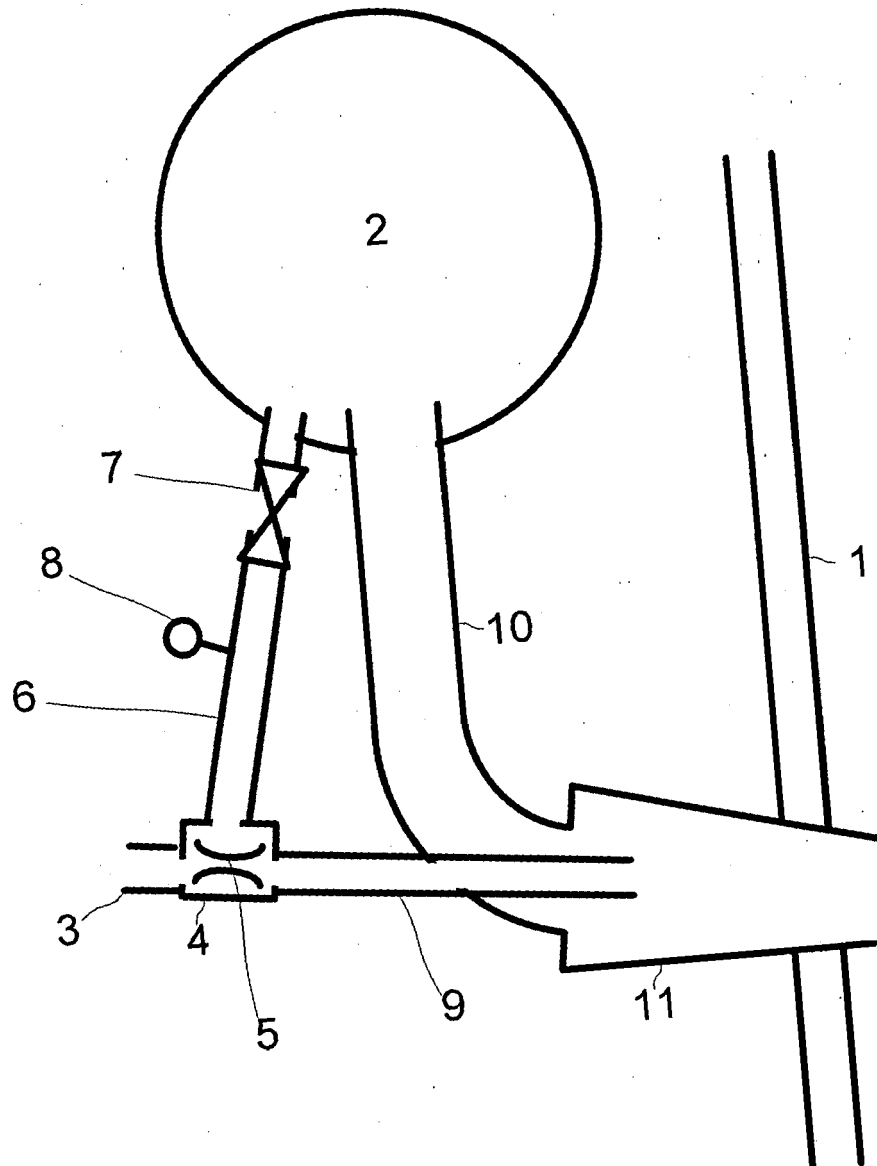
[0050] Je nach den geforderten Prozessbedingungen kann die Sauerstoffanreicherung in der Lanze 9 über die Menge an angesaugtem Injektorwind zwischen 25 % und 100 % eingestellt werden. Die Austrittsgeschwindigkeit des Treibdüsenstroms und damit die radiale Strömungsgeschwindigkeit in den Schachtofen 1 kann auf über 240 m/s erhöht werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Schachtofens (1), insbesondere eines Kupolofens, zum Schmelzen eines metallhaltigen Einsatzes, wobei der Schachtofen (1) durch Verbrennung eines fossilen Brennstoffs beheizt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein sauerstoffhaltiges Fördermedium (3) in einer Treibdüse (5) beschleunigt wird und ein Injektor-

- wind (6) mittels des bei der Beschleunigung des sauerstoffhaltigen Fördermediums (3) entstehenden Unterdrucks angesaugt und mit dem Fördermedium (3) zu einem Treibdüsenstrom (9) zusammengeführt wird, und dass der Treibdüsenstrom (9) und ein Restwind (10) in den Schachtofen (1) geleitet werden. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Injektorwind (6) und der Restwind (10) aus einer gemeinsamen Windleitung (2) abgezogen werden. 10
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbrennung des fossilen Brennstoffs über die Menge und/oder Strömungsgeschwindigkeit des sauerstoffhaltigen Fördermediums (3) und/oder des Injektorwindes (6) geregelt wird. 15
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** Koks als fossiler Brennstoff eingesetzt wird. 20
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Menge und/oder Strömungsgeschwindigkeit des sauerstoffhaltigen Fördermediums (4) und/oder des Injektorwindes (6) in Abhängigkeit von der Temperatur des Injektorwindes (6) und/oder dem CO-Gehalt des Gichtgases des Schachtofens (1) eingestellt werden. 25 30
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Fördermedium (3) Sauerstoff mit einer Reinheit von mehr als 90%, bevorzugt mehr als 95 %, besonders bevorzugt mehr als 99%, verwendet wird. 35
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Treibdüsenstrom (9) einen Sauerstoffgehalt zwischen 25% und 65% besitzt. 40
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Treibdüsenstrom (9) zwischen 30% und 60 % des insgesamt für die Umsetzung des Brennstoffes notwendigen Sauerstoffs dem Schachtofen (1) zuführt. 45
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Menge des von dem Fördermedium (3) angesaugten Injektorwindes (6) geregelt wird. 50
10. Schachtofen (1), insbesondere Kupolofen, zum Schmelzen eines metallhaltigen Einsatzes, mit mindestens einer Zuleitung (3) für ein Fördermedium, an deren stromabwärtigem Ende eine Treibdüse (5) 55
- angeschlossen ist, und mit einer Restwindleitung (10) zur Zuführung eines Restwindes in den Schachtofen (1), **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Zuleitung (3) für das Fördermedium oder in die Treibdüse (5) eine Injektorwindleitung (6) mündet.
11. Schachtofen (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Restwindleitung (10) und die Injektorwindleitung (6) in eine gemeinsame Windleitung (2) münden.

Fig.





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 01 8450

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	GB 2 018 295 A (BOC LTD) 17. Oktober 1979 (1979-10-17) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1,2 * * Seite 1, Zeile 6 - Zeile 35 * * Satz 44 - Satz 58 * * Seite 2, Zeile 1 - Zeile 45 * * Satz 63 - Satz 72 * * Seite 2, Zeile 89 - Seite 3, Zeile 21 * * Ansprüche 1-5,7,8 *	1-11	INV. C21B7/16 F27B1/16
Y	DE 102 37 124 A1 (LINDE AG [DE]) 26. Februar 2004 (2004-02-26) * Zusammenfassung * * Abbildung 1 * * Absätze [0002], [0003] * * Absatz [0004] - Absatz [0015] * * Absatz [0016] * * Beispiel 1 * * Ansprüche 1-3,5,6 *	1-11	
Y	EP 0 521 523 A (LINDE AG [DE]) 7. Januar 1993 (1993-01-07) * Spalte 2, Zeile 12 - Spalte 3, Zeile 5 * * Spalte 4, Zeile 12 - Zeile 30 *	5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C21B F27B
D,A	EP 0 762 068 A (LINDE AG [DE] LINDE TECH GASE GMBH [DE]) 12. März 1997 (1997-03-12) * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 3 - Zeile 13 * * Spalte 1, Zeile 39 - Zeile 58 * * Spalte 2, Zeile 3 - Zeile 35 * * Ansprüche 1-5,7,8 *	1-11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 19. November 2007	Prüfer Gimeno-Fabra, Lluís
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche 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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

3

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 07 01 8450

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-11-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2018295	A	17-10-1979	KEINE
DE 10237124	A1	26-02-2004	AU 2003253382 A1 29-03-2004 WO 2004022219 A1 18-03-2004 EP 1534419 A1 01-06-2005
EP 0521523	A	07-01-1993	AT 127580 T 15-09-1995 DE 4122381 A1 07-01-1993 ES 2079744 T3 16-01-1996
EP 0762068	A	12-03-1997	AT 197734 T 15-12-2000 CZ 9602243 A3 12-03-1997 ES 2153924 T3 16-03-2001 HU 9602352 A2 28-04-1998 PL 315238 A1 03-03-1997

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0762068 A1 [0004] [0023]