



⑫

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑬ Anmeldenummer: **92111337.9**

⑮ Int. Cl. 5: **F27B 1/16, C21B 11/02**

⑭ Anmeldetag: **03.07.92**

⑯ Priorität: **05.07.91 DE 4122381**

⑰ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**07.01.93 Patentblatt 93/01**

⑲ Benannte Vertragsstaaten:  
**AT DE ES FR GB IT NL**

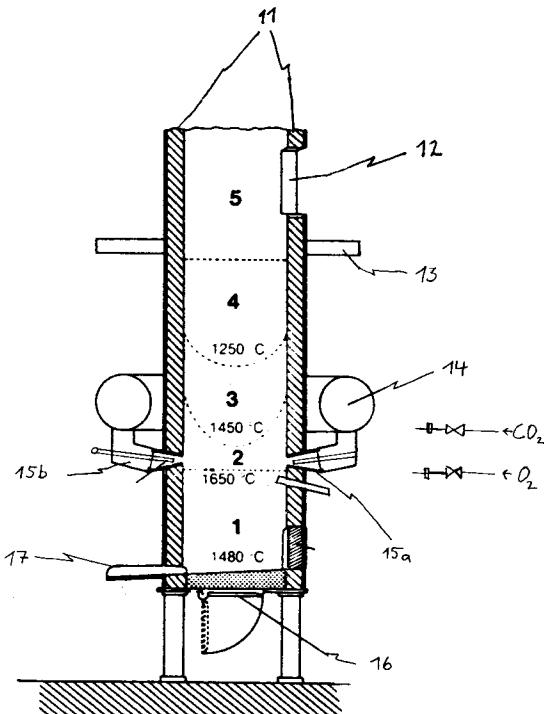
⑯ Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft  
Abraham-Lincoln-Strasse 21  
W-6200 Wiesbaden(DE)**

⑰ Erfinder: **Rossmann, Manfred, Dr. Dipl.-Ing.  
Josephinenstrasse 27  
W-8000 München 71(DE)**

⑲ Vertreter: **Schaefer, Gerhard, Dr.  
Linde Aktiengesellschaft Zentrale  
Patentabteilung  
W-8023 Höllriegelskreuth(DE)**

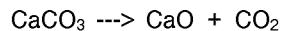
⑳ Verfahren zum Betreiben eines Kupolofens.

⑷ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Kupolofens zur Erzeugung von Gußeisen. Beim Kupolofenbetrieb tritt im Kupolofen vor allem in der Schmelzzone eine mit Vorteilen einhergehende CO-Bildung auf. Diese CO-Bildung schwankt mit dem Füllkoksstand und erreicht in bestimmten Betriebsfällen unerwünscht niedrige Werte. Um dem entgegenzuwirken, wird vorgeschlagen, daß in den Kupolofen ein Kohlengas (CO<sub>2</sub> oder CO) in geeigneter Menge an geeigneter Stelle, vorzugsweise im Bereich von Wind- oder Schmelzzone, eingebracht wird.

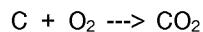


Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Kupolofens zur Erzeugung von Gußeisen, bei dem der Ofenschacht des Kupolofens mit einem entsprechenden Einsatz gefüllt ist bzw. ständig nachgefüllt wird und bodenseitig Gußeisenschmelze entnommen wird, wobei dem Ofenschacht im unteren Bereich Wind, z.B. Luft, und gegebenenfalls zusätzlich Sauerstoff zugeführt und im oberen Schachtbereich das Gichtgas abgeführt wird und wobei der Ofenschacht im Betrieb von oben nach unten in eine Beschickungszone, eine Vorwärmzone, eine Schmelzone, eine Windzone sowie eine Herdzone einteilbar ist.

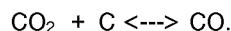
Im Standardbetrieb wird ein Kupolofen beispielsweise mit einem Einsatz von 500 kg beschickt, der sich aus 440 kg Roheisen und Schrott, 47 kg Koks und 13 kg Zuschlagstoffen, z.B. Kalksteinen, zusammensetzt. Dieser Einsatz sinkt nach und nach im Schacht des Kupolofens ab, erwärmt sich dabei in der Vorwärmzone durch die im Gegenstrom zum Einsatz fließenden Gase, wodurch bei ca. 900 bis 1000 °C zunächst die thermische Dissoziation der Zuschlagstoffe, also die des Kalksteins gemäß der Gleichung



erfolgt. In der sich an die Vorwärmzone anschließenden Schmelzone beginnt dann das Schmelzen des Eiseneinsatzes. Die Temperaturen dort sind in der Größenordnung von ca. 1400 °C und der im Einsatz befindliche Koks ist in dieser Ofenzone bereits weißglühend. Dessen Verbrennung erfolgt jedoch erst in der noch tiefer liegenden Windzone des Kupolofens, da erst dort der zur Verbrennung notwendige Sauerstoff vorhanden ist. Aus der Verbrennung des Kokses gemäß der Gleichung



geht Kohlendioxid hervor, das mit dem von der Windzufuhr herrührenden Gasstrom im Ofen weitertransportiert wird. Dieses  $\text{CO}_2$  durchläuft beim Aufsteigen im Kupolofen die höher liegende Schmelzone und wird in dieser von dem glühenden, dort noch nicht verbrannten Koks gemäß Boudouard Reaktion reduziert, wodurch Kohlenmonoxid (CO) entsteht:



Dieses Kohlenmonoxid wiederum ist für die Funktion und Produktqualität des Kupolofens wichtig, da es dem Abbrand des Einsatzes, also der Fe-O-Bildung, entgegenwirkt und auch eine vorteilhafte Wirkung bezüglich der Schlackebasizität besitzt.

Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die CO-Bildung in der Schmelzone stark vom Füllstand

des Füllkokses in der Kupolofensäule abhängt und diese im Gleichgewicht mit dem Satzkoksanteil steht. D.h. niedriger Füllkokssstand und ggfs. niedriger Satzkoksanteil bedingen einen sehr niedrigen CO-Gehalt im oberen Kupolofenbereich. In der Folge sind auch die oben ausgeführten, vorteilhaften Effekte nicht mehr gewährleistet. Dies gilt heute umso mehr, als durch die ökonomisch immer weiter verbesserten Kupolofenanlagen ohnehin vergleichsweise niedrige Satzkoksanteile möglich sind.

Die Aufgabenstellung vorliegender Erfindung besteht daher darin, eine Möglichkeit(en) anzugeben, den CO-Gehalt in Kupolöfen beeinflussen zu können, diesen unabhängig vom Füllstand des Kokses im Ofen und vom Anteil des Satzkokses variieren und auf einen bestimmten gewünschten Wert einstellen zu können.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß zur Einstellung eines gewünschten CO-Gehalts im Kupolofen, insbesondere in der Schmelzone, ein Kohlengas ( $\text{CO}_2$  oder CO) in geeigneter Menge an geeigneter Stelle, vorzugsweise im Bereich von Wind- oder Schmelzone, in den Kupolofen eingebracht wird.

Beispielsweise durch die Zufuhr von Kohlenmonoxid in die Schmelzone 3 des Kupolofens wird erreicht, daß gerade in der Zone, in der ohnehin CO durch Reduktion gebildet wird, das CO-Niveau erhöht wird. Auf diese Weise läßt sich mit bereits wenigen Kubikmetern pro Stunde das CO-Niveau in der Schmelzone im Kupolofen effektiv erhöhen, um insbesondere die Phasen niedriger CO-Bildung, beispielsweise bei niedrigem Füllkokssstand, in weitreichendem Ausmaß auszugleichen. Kohlenmonoxid stellt prinzipiell allerdings ein teures Liefegas dar und das Verfahren wird demzufolge in dieser Form nicht bevorzugt zur Anwendung kommen.

Im wesentlichen die gleichen Effekte werden mit einer Kohlendioxidzugabe in der Windzone des Kupolofens erreicht, denn durch die  $\text{CO}_2$ -Zugabe wird dem durch die Verbrennung des Kokses entstehenden  $\text{CO}_2$ -Gas ein weiterer Anteil  $\text{CO}_2$  hinzugefügt und aus dem so vergrößerten  $\text{CO}_2$ -Angebot in der Schmelzone, in der ja eine  $\text{CO}_2$ -Reduktion gemäß der Boudouard Reaktion erfolgt, eine größere Menge Kohlenmonoxid erzeugt. In der Folge steigt wiederum das CO-Niveau mit den positiven Wirkungen wie Abbrandvermeidung und vorteilhafter Schlackenbildung. Beispielsweise die konstante Zufuhr von  $\text{CO}_2$ -Gas, aber auch die von CO, in die Windzone des Kupolofens ist deshalb eine günstige Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Eine andere vorteilhafte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß das Kohlengas in der Windzone in mengengeregelter Weise eingebracht wird, so daß ein etwa gleichblei-

bendes CO-Niveau im Kupolofen erzielt wird. Die Einregelung eines etwa gleichbleibenden Niveaus an CO kann dadurch erreicht werden, daß mit abnehmender Füllkokshöhe die Kohlengaszugabe entsprechend erhöht wird.

In einer weiteren und weitergehenden Erfindungsvariante wird eine Kohlengas-Zugabe in einer Größenordnung durchgeführt wird, die eine Absenkung der Satzkoksmenge zuläßt. Dabei handelt es sich um Gaszufuhrmengen in der Größenordnung von 30 bis 500 m<sup>3</sup> pro Stunde, abhängig von der Größe der Satzkoksreduzierung und der Ofengröße. Auf diese Weise werden Einsparungen an Satzkoks in einer Größenordnung von 1 bis 3 % mit dem weiteren Vorteil möglich, daß Schmelzleistungserhöhungen erzielt werden, denn nach dem Netzdigramm von Jungblut bedeutet weniger Satzkoks eine höhere Schmelzleistung.

Im allgemeinen ist die Anwendung von CO<sub>2</sub> in den meisten Varianten der Erfindung aus preislichen und technischen Gründen vorteilhaft, es kann jedoch auch die gleichzeitige Zufuhr von CO und CO<sub>2</sub> günstig sein. Da in der Windzone eines Kupolofens eingebrachtes CO<sub>2</sub> als Kühlgas wirkt, kann, bei zu starker Kühlwirkung, eine gleichzeitige CO-Zugabe zur CO<sub>2</sub>-Zufuhr vorteilhaft sein (CO verbrennt in der Windzone, liefert also Energie und erhöht gleichzeitig so auch die CO<sub>2</sub>-Menge, die wiederum zur Reduktion zur Verfügung steht).

Zuverlässig, mit gleichbleibender Zusammensetzung und mit optimaler Dosierbarkeit werden die Kohlengase in Speicherbehältern für die erfindungsgemäßen Anwendungen bereitgestellt. Eine manchmal vorteilhafte Möglichkeit besteht darin, die Kohlengase, vor allem CO<sub>2</sub>, aus Brennerabgasen, insbesondere den Abgasen des Kupolofen-Rekuperator-Brenners, zu gewinnen und so zumindest ein Teil der benötigten Gasmenge bereitzustellen.

Anhand der Figur soll beispielhaft die Erfindung näher erläutert werden.

Die Figur zeigt einen Kupolofen, an dem eine Ausführung der Erfindung gezeigt ist. Zunächst ist ein Kupolofenschacht 11 mit einer Beschickungsöffnung 12, einer Gichtbühne 13, einem Windring 14 mit Winddüsen 15a und 15b, einer Bodenklappe 16 sowie einem Eisenabstich 17 und einem Schlackenabstich 18 gezeigt.

Innerhalb des Ofens sind mit den Ziffern 1 bis 5 sowie zugehörigen gestrichelten Linien die Gitterungszone 5, die Vorwärmzone 4, die Schmelzzone 3, die Windzone 2 und letztlich die Herdzone 1 angedeutet.

In den Winddüsen 15a und 15b für den Ofenwind sind Lanzen 20a,b angeordnet, die außerhalb des Ofens mit einer Sauerstoffversorgung und einer Kohlendioxidversorgung verbunden sind.

Erfindungsgemäß wird nun ein Kupolofenbe-

trieb durchgeführt, bei dem ein Einsatz, wie er in der Einleitung beschrieben ist, eingesetzt wird. Lediglich die Satzkoksmenge ist wesentlich reduziert und liegt mit ca 37 kg (ca. 7% vom Einsatzgewicht) deutlich niedriger. In der Windüsenebene werden dem Kupolofen über die Lanzen 20a und 20b jetzt 200 m<sup>3</sup> Kohlendioxid pro Stunde zugeführt. Das entspricht bei ca 10 Sätzen Einsatz, die den Ofen pro Stunde durchlaufen, einer Gasmenge von 20 m<sup>3</sup> pro Einsatz. Der Hauptteil des aus dem Satzkoks im Ofen entstehenden CO<sub>2</sub> wird so durch unmittelbare Zufuhr von CO<sub>2</sub>-Gas ersetzt. Die Gaszufuhr kann mit geringem apparativem Aufwand - Installation eines Ventils und eines Durchflussmessers in die CO<sub>2</sub>-Zufuhr - konstant ausgeführt werden. Auch eine mit der Zugabe der Einsätze synchronisierte Gaszufuhr etwa vom Sägezähntyp ist vergleichsweise einfach, wobei ausgehend von einem niedrigsten Zufuhrwert kurz nach der Beschickung des Ofens mit einem neuen Einsatz die Gasmenge linear bis zu einem Höchstwert bei der nächsten Beschickung gesteigert wird, wobei jedoch insgesamt die gleiche Gasmenge wie bei konstanter Zufuhr eingehalten wird. Zudem kann beim gezeigten Kupolofen Sauerstoff ebenfalls über die Lanzen 20a und b zugeführt werden, die Windmenge in Korrelation damit geeignet reduziert werden und so höhere Ofentemperaturen trotz Satzkoksreduzierung und CO<sub>2</sub>-Zugabe aufrechterhalten werden.

Insgesamt ergibt sich mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Kohlengaszugabe ein weitere Parameter im Kupolofenbetrieb, mit dem auf vielfache Weise vorteilhaft auf die in einem Kupolofen ablauenden Prozesse eingewirkt werden kann.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Kupolofens zur Erzeugung von Gußeisen, bei dem der Ofenschacht des Kupolofens mit einem entsprechenden Einsatz gefüllt ist bzw. ständig nachgefüllt wird und bodenseitig Gußeisenschmelze entnommen wird,  
wobei dem Ofenschacht im unteren Bereich Wind, z.B. Luft, und ggfs. Zusatzsauerstoff zugeführt und im oberen Schachtbereich das Gichtgas abgeführt wird  
und wobei der Ofenschacht im Betrieb von oben nach unten in eine Beschickungszone, eine Vorwärmzone, eine Schmelzzone (3), eine Windzone (4) sowie eine Herdzone einteilbar ist,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zur Einstellung eines gewünschten CO-Gehalts im Kupolofen und insbesondere in der Schmelzzone ein Kohlengas (CO<sub>2</sub> oder CO) in geeigneter Menge an geeigneter Stelle, vor-

zugsweise im Bereich von Wind- oder Schmelzzone, in den Kupolofen eingebracht wird.

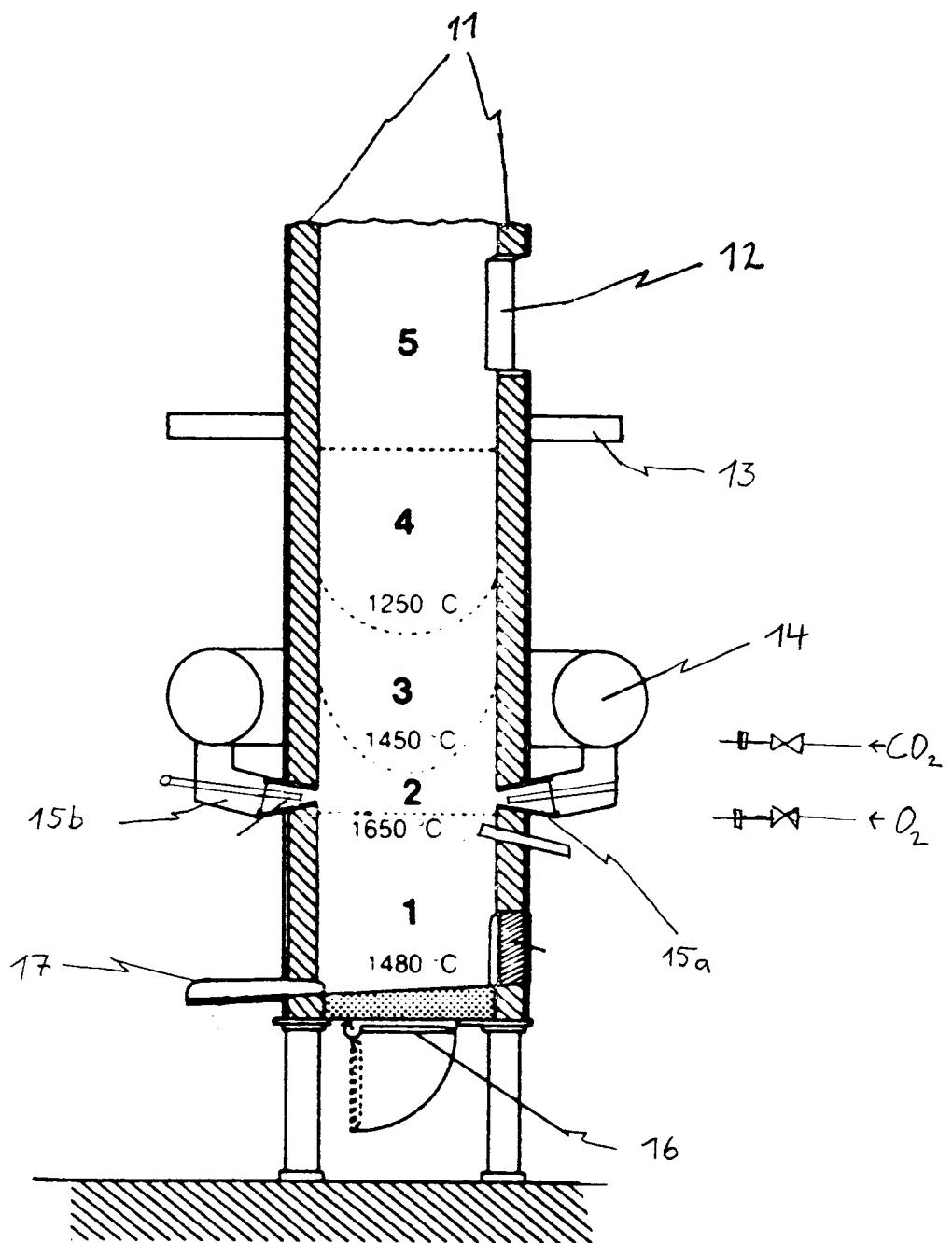
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kohlengas in der Windzone des Kupolofens in konstanter Menge eingebracht wird. 5
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kohlengas in der Windzone in mengengeregelter Weise eingebracht wird, so daß ein etwa gleichbleibendes CO-Niveau im Kupolofen erzielt wird. 10
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Kohlengas-Zugabe in einer Größenordnung durchgeführt wird, die eine Absenkung des Satzkoksmenge zuläßt. 15
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Kohlengas Kohlendioxid ist. 20
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß gleichzeitig zum Kohlendioxid auch Kohlenmonoxid eingeführt wird. 25
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das/die Kohlengas(e) in Speicherbehältern bereitgestellt wird/werden. 30
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das/die Kohlengase zumindest teilweise aus Brennerabgasen, insbesondere den Abgasen des Kupolofen-Rekuperator-Brenners, gewonnen wird. 35

40

45

50

55





Europäisches  
Patentamt

**EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT**

Nummer der Anmeldung

EP 92 11 1337

<b>EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE</b>									
<b>Kategorie</b>	<b>Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile</b>	<b>Betritt Anspruch</b>	<b>KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)</b>						
X	US-A-4 309 024 (LILLYBECK ET AL.) * Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildung *	1-4	F27B1/16 C21B11/02						
Y	* Spalte 8, Zeile 43 - Spalte 9, Zeile 46 * ---	5-8							
Y	FR-A-1 144 895 (RUHRSTAHL AKTIENGESELLSCHAFT) * Seite 2, linke Spalte, Absatz 2 - rechte Spalte, Absatz 2; Ansprüche *	5-8							
Y	DE-A-2 015 580 (CHEMICAL CONSTRUCTION CORP.) * Ansprüche 1,4; Abbildung *	8							
A	DE-C-930 930 (H.KOPPENBERG ET AL.) * Ansprüche 2,3 *	1							
A	DE-A-2 315 748 (WEST'S(MANCHESTER)LTD.) ---								
A	GIESSEREI. Bd. 77, Nr. 5, 5. März 1990, DUSSELDORF DE Seiten 142 - 148 F.NEUMANN. 'OPTIMIERUNG DES KUPOLOFENSCHMELZPROZESSES DURCH SAUERSTOFFZUSATZ.'		RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. Cl.5)						
			C21C F27B C21B						
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Recherchenort</td> <td style="width: 33%;">Abschlußdatum der Recherche</td> <td style="width: 34%;">Prüfer</td> </tr> <tr> <td>DEN HAAG</td> <td>15 OKTOBER 1992</td> <td>OVERWALLENEY R.P.</td> </tr> </table> <p><b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b></p> <p>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</p> <p>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  &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>				Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	DEN HAAG	15 OKTOBER 1992	OVERWALLENEY R.P.
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer							
DEN HAAG	15 OKTOBER 1992	OVERWALLENEY R.P.							