



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

⑯ Veröffentlichungsnummer: 0 321 018  
A1

⑯

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑯ Anmeldenummer: 88202755.0

⑯ Int. Cl.<sup>4</sup>: C21B 13/08

⑯ Anmeldetag: 01.12.88

⑯ Priorität: 18.12.87 DE 3743007

⑯ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
21.06.89 Patentblatt 89/25

⑯ Benannte Vertragsstaaten:  
DE ES GR IT

⑯ Anmelder: METALLGESELLSCHAFT AG  
Reuterweg 14 Postfach 3724  
D-6000 Frankfurt/M.1(DE)

⑯ Erfinder: Elsenheimer, Gerd  
Am Wildpfad 12  
D-6000 Frankfurt am Main 71(DE)  
Erfinder: Lommert, Hermann  
Nachtigallenstrasse 48  
D-6078 Neu Isenburg 1(DE)

⑯ Verfahren zur Direktreduktion von eisenoxidhaltigen Materialien im Drehrohrofen.

⑯ Eisenoxidhaltige Materialien werden mittels fester kohlenstoffhaltiger Reduktionsmittel zu Eisenschwamm reduziert, wobei grobkörniges eisenoxidhaltiges Material in das Beschickungsende des Drehrohrofens chargiert und feinkörniges eisenoxidhaltiges Material in die Reduktionszone eingeblasen wird. Zur Verhinderung von Betriebsstörungen durch feinkörniges Material wird das stückige eisenoxidhaltige Material vor der Aufgabe in den Drehrohrofen bei einem Siebschnitt von 3 bis 6 mm und einem Siebschnitt von 0,8 bis 1,5 mm in eine grobe Fraktion, eine feine Fraktion und eine Feinst-Fraktion getrennt, die grobe Fraktion in das Beschickungsende des Drehrohrofens chargiert, und die feine Fraktion vom Austragsende des Drehrohrofens in die Reduktionszone eingeblasen und auf der Beschickung verteilt.

EP 0 321 018 A1

## Verfahren zur Direktreduktion von eisenoxidhaltigen Materialien im Drehrohrofen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Direktreduktion von eisenoxidhaltigen Materialien mittels fester kohlenstoffhaltiger Reduktionsmittel zu Eisenschwamm im Drehrohrofen, wobei grobkörniges eisenoxidhaltiges Material in das Beschickungsende des Drehrohrofens chargiert wird und feinkörniges eisenoxidhaltiges Material in die Reduktionszone eingeblasen wird.

Bei der Direktreduktion von Stückerzen oder Pellets im Drehrohrofen zu Eisenschwamm unterhalb des Erweichungspunktes der Beschickung unter Verwendung von festen, kohlenstoffhaltigen Reduktionsmitteln wird vor dem Einsatz in den Drehrohrofen meistens eine Absiebung der feinen Körnung unter etwa 5 mm vorgenommen. Diese Absiebung des feinen Kornanteiles ist deshalb notwendig, weil der Feinanteil auf dem Wege durch den Drehrohrofen schneller aufgeheizt und reduziert wird als das grobstückige Material und daher leicht zur Überhitzung bzw. zur Reoxidation neigt. Dies führt dann, insbesondere in Verbindung mit der Kohlen-Asche, zur Erweichung der Beschickung und zur Ansatzbildung. Bei der Verarbeitung von Stückerzen wird oft ein vorgebrochenes Material, z.B. mit einer Korngröße von 60 bis 100 mm, angeliefert, das dann auf die vorgesehene obere Korngröße von etwa 15 bis 25 mm zerkleinert wird. Der hierbei anfallende Feinanteil unter 5 mm kann bis zu etwa 25 % des Ausgangsmaterials betragen. Dieser Feinanteil kann nur unter Preisabschlägen verkauft werden oder muß deponiert werden und belastet so die Herstellungskosten für den Eisenschwamm.

Aus der GB-PS 1 098 157 ist ein Verfahren zur Direktreduktion feinkörniger Eisenerze bekannt, bei dem evtl. vorhandene Anteile mit einer Korngröße über 5 mm oder über 2 mm abgesiebt werden und in das Beschickungsende des Drehrohrofens chargiert werden, während das feinkörnige Erz vom Austragsende des Drehrohrofens eingeblasen und mindestens auf einer Länge von 4 m auf der Beschickung verteilt wird. Bevorzugt wird aus dem feinkörnigen Erz der Feinstanteil mit einer Korngröße unter 0,06 mm abgesiebt, pelletiert oder brikettiert und dann in das Beschickungsende chargiert. Wenn nur geringe Anteile mit einer Korngröße über 5 mm oder 2 mm vorliegen, wird das gesamte Erz eingeblasen. Auch der stückig gemachte Feinstanteil kann eingeblasen werden. Eine Anwendung dieses Verfahrens auf den Feinanteil von stückigen Erzen führt jedoch nicht zu befriedigenden Betriebsergebnissen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei der Verarbeitung von stückigen, eisenoxidhaltigen Materialien den Feinanteil möglichst wirtschaftlich ohne Nachteil für das Verfahren zu verwerten.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß dadurch, daß das stückige eisenoxidhaltige Material vor der Aufgabe in den Drehrohrofen bei einem Siebschnitt von 3 bis 6 mm und einem Siebschnitt von 0,8 bis 1,5 mm in eine grobe Fraktion, eine feine Fraktion und eine Feinst-Fraktion getrennt wird, die grobe Fraktion in das Beschickungsende des Drehrohrofens chargiert wird, und die feine Fraktion vom Austragsende des Drehrohrofens in die Reduktionszone eingeblasen und auf der Beschickung verteilt wird. Der Ausdruck "stückiges eisenoxidhaltiges Material" umfaßt sowohl stückiges Eisenerz als auch pelletiertes Eisenerz oder andere Eisenoxid enthaltende Stoffe wie z.B. Stäube aus der Stahlherstellung. Bei einem aus Pellets bestehenden Einsatzmaterial besteht die feine Fraktion aus Pellet-Bruch und Abrieb. Unter dem Ausdruck "Siebschnitt" ist eine Absiebung bei konstanter Sieböffnung in dem angegebenen Bereich zu verstehen. Das Einblasen der feinen Fraktion in das Austragsende des Drehrohrofens erfolgt mit einem gasförmigen Trägermedium, vorzugsweise Luft. Dabei werden gröbere Partikel weiter in den Ofen geschleudert als feinere Partikel. Die Menge und die Verteilung der feinen Fraktion des Materials werden so eingestellt, daß das Material bis zum Austrag aufgeheizt und weitgehend reduziert wird. Das Einblasen kann mittels einer oder mehrerer Einblasvorrichtungen erfolgen. Die Einblasweite kann durch Veränderung des Einblaswinkels der Einblasvorrichtung und/oder Veränderung der Einblasgeschwindigkeit eingestellt und geregelt werden. Die feine Fraktion kann separat oder zusammen mit festem Reduktionsmittel eingeblasen werden. Der Drehrohrofen kann sowohl im Gegenstrom als auch im Gleichstrom zwischen Strömungsrichtung der Beschickung und Gasatmosphäre im Ofen betrieben werden. Beim Gegenstromverfahren wird die feine Fraktion in Strömungsrichtung der Gasatmosphäre eingeblasen und beim Gleichstromverfahren gegen die Strömungsrichtung der Gasatmosphäre. Die Reduktionszone des Drehrohrofens ist die Zone, in der eine Reduktion zu metallischem Eisen erfolgt.

Eine vorzugsweise Ausgestaltung besteht darin, daß die feine Fraktion des eisenoxidhaltigen Materials bis zu 40 % der Ofenlänge, gerechnet vom Austragsende des Drehrohrofens, vorzugsweise 15 bis 20 % der Ofenlänge, eingeblasen wird. Bei dieser Einblaslänge wird eine sehr gute und schnelle Reduktion des eingeblasenen Materials ohne Störung des Ofenbetriebes erzielt.

Eine vorzugsweise Ausgestaltung besteht darin, daß die feine Fraktion des eisenoxidhaltigen Materials ohne Zusatz von festem kohlenstoffhaltigem Reduktionsmittel in den Drehrohrofen eingeblasen wird. Die

separate Einblasung der feinen Fraktion ermöglicht eine besonders gute und gleichmäßige Verteilung auf der Beschickung.

Eine vorzugsweise Ausgestaltung besteht darin, daß die feine eisenoxidhaltige Fraktion im oberen Quadranten des Ofenquerschnittes auf die von der Wand des Ofens ablaufende Beschickung verteilt wird.

5 Wenn der Drehrohrofen nach links gedreht wird, wird die feine Fraktion in den oberen, rechten Quadranten des Ofenquerschnittes auf die Beschickung verteilt. Dadurch wird eine längere Verweilzeit des eingeblasenen Materials auf der Oberfläche des abrollenden Beschickungsbettes erzielt, ehe das Material in das Bett eingezogen wird. Das Material hat deshalb eine längere Verweilzeit zur Aufheizung auf der Oberfläche der Beschickung zur Verfügung.

10 Eine vorzugsweise Ausgestaltung besteht darin, daß die Feinst-Fraktion des eisenoxidhaltigen Materials zusammen mit dem aus dem Drehrohrofen ausgetragenen reduzierten Material in den indirekten Kühler chargiert wird. Das aus dem Ofen ausgetragene, reduzierte Material wird unter Luftabschluß in den indirekten Kühler chargiert. Der Kühler steht mit der reduzierenden Gasatmosphäre am Austragsende des Drehrohrofens in Verbindung, so daß die Kühlung unter reduzierenden Bedingungen erfolgt. Der Kühler wird 15 auf seiner Außenseite mit Wasser berieselten. Die Feinst-Fraktion wird im ersten, noch ausgemauerten Teil des Kühlers noch weitgehend reduziert. Dadurch kann auch die Feinst-Fraktion ohne zusätzlichen Aufwand und ohne Nachteile für das Verfahren weiterverarbeitet werden.

20 Eine vorzugsweise Ausgestaltung besteht darin, daß die Feinst-Fraktion des eisenoxidhaltigen Materials in die Transfer-Schurre zwischen Austragsende des Drehrohrofens und Eintragsende des indirekten Kühlers aufgegeben wird. Dadurch wird eine besonders gute Vermischung in einfacher Weise erzielt, die Feinst-Fraktion bereits in der Transfer-Schurre aufgeheizt und dementsprechend eine sehr gute Reduktion der Feinst-Fraktion im Kühler erzielt.

25 Bei einem im Gleichstrom betriebenen Drehrohrofen kann die Feinst-Fraktion auch in das Austragsende des Drehrohrofens eingeblasen werden. Sie wird dann weitgehend von der Ofenatmosphäre mitgerissen, aus dem Ofen ausgetragen und gelangt in den Kühler oder Heißgutbunker.

Eine Ausgestaltung besteht darin, daß die Feinst-Fraktion vor dem Einsatz in den Kühler mit Öl vermischt wird. Dadurch kann der Kohlenstoffgehalt im Eisenschwamm angehoben werden.

Die Erfindung wird anhand eines Beispieles näher beschrieben.

Der Drehrohrofen hat eine Länge von 80 m und einen Innendurchmesser von 4,8 m. Auf der Länge des 30 Drehrohrofens sind, vom Beschickungsende gesehen, zunächst 3 Luftdüsensysteme und dann 8 Lufteinblasrohre verteilt angeordnet. Jedes Luftdüsensystem besteht aus ringförmig angeordneten Luftdüsen, welche die Ofenwand und Ofenauskleidung durchdringen, jedoch nicht in das Innere des Drehrohrofens hineinragen. Die Lufteinblasrohre durchdringen radial Ofenwand und Auskleidung. Ihre Austrittsöffnungen liegen etwa in der Ofenmittelachse und sind in der Strömungsrichtung der Gasatmosphäre angeordnet. Am 35 Austragsende des Drehrohrofens sind eine Einblasvorrichtung für Kohle, eine Einblasvorrichtung für die feine Erzfraktion sowie ein Zentralbrenner angeordnet. Der Zentralbrenner wird nur zum Aufheizen des Drehrohrofens benötigt. Der Drehrohrofen wird im Gegenstrom zwischen Strömungsrichtung der Beschickung und der Gasatmosphäre betrieben.

40 Das Eisenerz hat einen Fe-Gehalt von 67,0 % und eine Feuchtigkeit von 1,0 %. Das Erz wird zunächst auf eine Korngröße unter 20 mm gebrochen und dann bei einem Siebschnitt von 1,0 und bei einem Siebschnitt von 5,0 mm abgesiebt. Die grobe Fraktion mit einer Korngröße über 5,0 mm wird in einer Menge von 30,5 t/h in das Beschickungsende des Drehrohrofens chargiert. Die feine Fraktion mit einer Korngröße von 1,0 bis 5,0 mm wird in einer Menge von 3,0 t/h mit Trägerluft durch die Einblasvorrichtung für das Feinerz in das Austragsende des Drehrohrofens eingeblasen und auf 20 % der Ofenlänge, gerechnet vom Austragsende, auf der Beschickung verteilt. Die Feinst-Fraktion mit einer Korngröße unter 1,0 mm wird in einer Menge von 0,4 t/h mit 0,1 t/h Öl vermischt und in die Transfer-Schurre zwischen dem Austragsende des Drehrohrofens und dem Eintragsende des indirekten Kühlers aufgegeben.

45 Die als Reduktionsmittel verwendete Kohle hat folgende Zusammensetzung:

50	Kohlenstoff	51,0 %
	flüchtige Bestandteile	25,0 %
	Asche	24,0 %
	Schwefel	0,6 %
	Feuchtigkeit	10 %
55	Körnung	0 bis 15 mm

12,5 t/h Kohle werden in das Eintragsende des Drehrohrofens chargiert und 7,8 t/h werden mit

Trägerluft durch die Einblasvorrichtung für die Kohle in das Austragsende des Drehrohrofens eingeblasen.

Der aus dem Kühler ausgetragene Eisenschwamm fällt in einer Menge von 17,34 t/h mit einer Korngröße über 3 mm und in einer Menge von 5,80 t/h in einer Korngröße unter 3 mm an. Die Metallisierung beträgt 92 bis 93 % und der Gehalt an Kohlenstoff beträgt 0,5 %.

5 Wenn die Feinst-Fraktion zusammen mit der feinen Fraktion in den Drehrohrofen eingeblasen wird, treten Betriebsstörungen durch starke Ansatzbildung auf.

Die Vorteile der Erfindung bestehen darin, daß die Herstellungskosten für den Eisenschwamm um den Betrag gesenkt werden, der sonst mit dem nicht in den Drehrohrofen einsetzbaren Anteil mit feiner Korngröße verloren geht, ohne daß eine Beeinträchtigung des Betriebes des Drehrohrofens erfolgt. Die

10 Durchsatzleistung des Drehrohrofens wird sogar erhöht, da sich die sonstigen Betriebsbedingungen nicht ändern. Die spezifischen Investitionskosten werden gesenkt. Der eingeblasene Anteil an feinem Material nimmt weniger Schwefel auf, da ein großer Teil des von der Kohle eingebrachten Schwefels bereits ausgetrieben oder abgebunden ist, wenn das feine Material auf die Beschickung auftrifft.

15

## Ansprüche

1. Verfahren zur Direktreduktion von eisenoxidhaltigen Materialien mittels fester kohlenstoffhaltiger Reduktionsmittel zu Eisenschwamm im Drehrohrofen, wobei grobkörniges eisenoxidhaltiges Material in das 20 Beschickungsende des Drehrohrofens chargiert wird und feinkörniges eisenoxidhaltiges Material in die Reduktionszone eingeblasen wird, dadurch gekennzeichnet, daß das stückige eisenoxidhaltige Material vor der Aufgabe in den Drehrohrofen bei einem Siebschnitt von 3 bis 6 mm und einem Siebschnitt von 0,8 bis 1,5 mm in eine grobe Fraktion, eine feine Fraktion und eine Feinst-Fraktion getrennt wird, die grobe Fraktion in das Beschickungsende des Drehrohrofens chargiert wird, und die feine Fraktion vom Austragsende des 25 Drehrohrofens in die Reduktionszone eingeblasen und auf der Beschickung verteilt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die feine Fraktion des eisenoxidhaltigen Materials bis zu 40 % der Ofenlänge, gerechnet vom Austragsende des Drehrohrofens, vorzugsweise 15 bis 20 % der Ofenlänge, eingeblasen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die feine Fraktion des eisenoxidhaltigen Materials ohne Zusatz von festem kohlenstoffhaltigem Reduktionsmittel in den Drehrohrofen eingeblasen wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die feine eisenoxidhaltige Fraktion im oberen Quadranten des Ofenquerschnittes auf die von der Wand des Ofens ablaufende Beschickung verteilt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Feinst-Fraktion des eisenoxidhaltigen Materials zusammen mit dem aus dem Drehrohrofen ausgetragenen reduzierten Material in den indirekten Kühler chargiert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Feinst-Fraktion des eisenoxidhaltigen Materials in die Transfer-Schurre zwischen Austragsende des Drehrohrofens und Eintragsende des indirekten Kühlers aufgegeben wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Feinst-Fraktion vor dem Einsatz in den Kühler mit Öl vermischt wird.

45

50

55



EP 88 20 2755

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE									
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)						
A, D	FR-A-1 484 260 (METALLGESELLSCHAFT) -----		C 21 B 13/08						
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. Cl.4)									
C 21 B									
<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: 33%;">Prüfer</td> </tr> <tr> <td>DEN HAAG</td> <td>25-01-1989</td> <td>ELSEN D.B.A.</td> </tr> </table>				Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	DEN HAAG	25-01-1989	ELSEN D.B.A.
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer							
DEN HAAG	25-01-1989	ELSEN D.B.A.							
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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							
<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>									