

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④ Veröffentlichungstag der Patentschrift:
01.08.84

⑤ Int. Cl.³: **C 21 B 13/14**

⑥ Anmeldenummer: **81107215.6**

⑦ Anmeldetag: **12.09.81**

⑧ **Verfahren und Vorrichtung zur direkten Erzeugung von flüssigem Roh Eisen aus stückigem Eisenerz.**

⑨ **Priorität: 12.09.80 DE 3034539**

⑩ **Veröffentlichungstag der Anmeldung:**
24.03.82 Patentblatt 82/12

⑪ **Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:**
01.08.84 Patentblatt 84/31

⑫ **Benannte Vertragsstaaten:**
AT BE CH FR IT LI LU NL SE

⑬ **Entgegenhaltungen:**
CH - A - 376 134
DE - A - 2 424 028
DE - A - 2 655 813
DE - A - 2 843 303
DE - A - 2 935 707
DE - B - 1 238 941
GB - A - 1 502 090
US - A - 4 235 425
US - A - 4 238 226
US - A - 4 248 626

⑭ **Patentinhaber: Korf Engineering GmbH, Neusser**
Strasse 111, D-4000 Düsseldorf 1 (DE)
Patentinhaber: VOEST ALPINE AG, Postfach 2,
A-4010 Linz (AT)

⑮ **Erfinder: Weber, Ralph, Rua Prof. Luciano Gualberto,**
Bairro Morumbi Sao Paulo (BR)
Erfinder: Rollinger, Bernt, Kohlenweg 11a,
D-7570 Baden-Baden 11 (DE)
Erfinder: Hauk, Rolf, Dr., Auf der Alm 3,
D-7570 Baden-Baden/Varnhalt (DE)
Erfinder: Nagl, Michael, Hansjakobstrasse 9,
D-7570 Baden-Baden (DE)
Erfinder: Rinner, Bernhard,
Richard-Wagner-Strasse 109, D-7640 Kehl/Rhein (DE)

⑯ **Vertreter: Patentanwälte Henkel, Pfenning, Feller,**
Hänzel & Meinig, Kurfürstendamm 170,
D-1000 Berlin 15 (DE)

EP 0 048 008 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Sie bezieht sich ferner auf eine Vorrichtung gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 8.

Ein Verfahren und eine Vorrichtung dieser Art sind durch die DE-B-1 238 941 bekannt geworden.

Um die zum Einschmelzen des Eisenschwamms erforderliche hohe Temperatur zu erzeugen, wird beim bekannten Verfahren in einer Schmelzzone ein kohlenstoffhaltiger Brennstoff mit einem sauerstoffhaltigen Gas so verbrannt, dass eine oxidierende Atmosphäre entsteht, die die für den Schmelzprozess erforderliche Temperatur — es ist ein Temperaturbereich von 1600 bis 1925°C angegeben — gewährleistet. Das in der Schmelzzone erzeugte Gas wird in einer von der Schmelzzone getrennten Vergasungszone, in welcher ein Überschuss an Brennstoff mit Sauerstoff verbrannt wird, einer Anreicherungsbehandlung unterworfen. Der im Direktreduktionsschachtofen erzeugte Eisenschwamm wird durch einen Schneckenförderer im heissen Zustand auf direktem Weg über eine Verbindungsleitung in die Schmelzzone befördert und dort geschmolzen.

Bei dem bekannten Verfahren ist es erforderlich, einen unmittelbaren Gasstrom von der Schmelzzone über die Verbindungsleitung zum Direktreduktionsschachtofen in diesen zu verhindern, da die heissen oxidierenden Gase einer Temperatur zwischen 1600 und 1925°C binnen kurzer Zeit eine Clusterbildung im Bereich der Austragvorrichtung und im unteren Bereich des Direktreduktionsschachtofens zur Folge hätten und damit der Verfahrensablauf gestört werden würde. Es muss deshalb durch konstruktive oder verfahrenstechnische Massnahmen dafür gesorgt werden, dass das oxidierende Gas aus der Schmelzzone nicht in den Direktreduktionsschachtofen gelangen kann. Durch die DE-A1-2 843 303 ist ein Verfahren bekannt geworden, bei dem die aus einem Direktreduktionsschachtofen ausgetragenen Eisenschwammteilchen im heissen Zustand einem Einschmelzvergaser an einer Stelle zugeführt werden, an der Reduktionsgas einer Temperatur von etwa 1200 bis 1400°C vorhanden ist, das mit einem hohen Staubanteil beladen ist. Um zu verhindern, dass über die Zufuhreinrichtung für die Eisenschwammteilchen staubbeladenes heisses Reduktionsgas aus dem Einschmelzvergaser in den Direktreduktionsschachtofen gelangt, werden die heissen Eisenschwammteilchen mittels einer als Absperrorgan ausgebildeten Schleuse vom Direktreduktionsschachtofen in den Einschmelzvergaser gefördert.

Derartige Schleusen haben sich wegen der hohen Temperaturen und wegen der Beschaffenheit des Schüttgutes als störanfällig erwiesen. Es kommt vor, dass sich an den Schliessstellen der Absperrorgane Material festsetzt und damit kein gasdichter Abschluss mehr gewährleistet ist. Die heissen aufsteigenden Gase, die das Schüttgut über ihren Erweichungspunkt erwärmen, führen dann bald zu weiteren Schwierigkeiten infolge eines Zusammenbackens der Eisenschwammteilchen.

Aufgabe der Erfindung ist es, bei einem Verfahren und einer Vorrichtung der einleitend genannten Art

einen auf Dauer betriebssicheren, kontinuierlichen Transport von auf knapp unterhalb der Erweichungstemperatur erhitzten Eisenschwammteilchen aus dem Direktreduktionsschachtofen in den Einschmelzvergaser zu ermöglichen.

Diese Aufgabe ist bei einem Verfahren der genannten Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst, vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind den Ansprüchen 2 bis 7 zu entnehmen. Die erfindungsgemässe Vorrichtung ist durch die Merkmale des Anspruchs 8 gekennzeichnet, vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtung sind den restlichen Ansprüchen zu entnehmen.

Bei der erfindungsgemässen Lösung wird auf die Schleusen verzichtet, die das über 1200°C heisse und verschmutzte Reduktionsgas aus dem Einschmelzvergaser daran hindern, über die Austragöffnung in den Reduktionsschachtofen zu gelangen. Es hat sich gezeigt, dass ohne Schwierigkeiten ein kleiner Teil des im Einschmelzvergaser erzeugten Reduktionsgases im Gegenstrom zu den Eisenschwammteilchen in das Reduktionsaggregat eingeleitet werden kann, wenn dieses Gas vor der Austragvorrichtung auf Temperaturen unterhalb der Erweichungstemperatur des geförderten Eisenschwammes abgekühlt wird. Beim Abkühlprozess erscheint es wesentlich, dass dieser die Güte des Reduktionsgases nicht verringert. Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, ausreichend, in der Regel auf unterhalb 100°C, abgekühltes und gereinigtes Reduktionsgas beizumischen. Ein wesentlicher Anteil des mitgeführten Staubs setzt sich im Bereich der Austrittsseite der Austragvorrichtung ab und wird durch die Austragvorrichtung zusammen mit den Eisenschwammteilchen ausgetragen. Damit der Anteil des über die Austragvorrichtung direkt einströmenden ungereinigten Reduktionsgases im Verhältnis zu dem in die Reduktionszone eingeblasenen, gereinigten und auf Prozesstemperatur abgekühlten Gas klein gehalten wird, muss der Strömungswiderstand im Strömungsweg des ungereinigten Reduktionsgases wesentlich höher als im Strömungsweg des gereinigten und auf Prozesstemperatur abgekühlten Reduktionsgases sein. Der Strömungswiderstand wird für den erstgenannten Strömungsweg in erster Linie durch die Austragvorrichtung und die Schüttsäule bis zu den Einblasdüsen für das gereinigte und gekühlte Reduktionsgas bestimmt. Es sollte deshalb eine Austragvorrichtung zur Anwendung kommen, die einen verhältnismässig hohen Strömungswiderstand aufweist, während der Strömungswiderstand im Hauptströmungsweg des Reduktionsgases durch geeignete Auswahl von Entstaubungs- und Kühlvorrichtungen möglichst klein gehalten werden soll. Als Austragvorrichtung haben sich Schneckenförderer, deren Förderteil als Paddelschnecke ausgebildet ist und deren Austrittsöffnung jeweils unmittelbar in ein mit dem Eisenschmelzvergaser verbundenes Fallrohr mündet, als besonders geeignet erwiesen. Die Schneckenförderer bedingen einen verhältnismässig hohen Druckverlust und bilden zugleich ein gutes Staubfilter, das sich durch den ständigen Austrag der aufgefangenen Staubteilchen zusammen mit den Eisenschwammteilchen «selbst reinigt».

Die Erfindung wird durch ein Ausführungsbeispiel

anhand von zwei Figuren näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung des Verfahrens und der Vorrichtung,

Fig. 2 in einem Längsschnitt einen Schneckenförderer zum Heissaustrag der Eisenschwammartikel.

Die in Fig. 1 schematisch dargestellte Vorrichtung zur direkten Erzeugung von flüssigem Roheisen aus stückigem Eisenerz enthält einen Einschmelzvergaser 1 der in der DE-OS 2 843 303 beschriebenen Art. Oberhalb des Einschmelzvergasers ist ein in einer nicht dargestellten Stahlkonstruktion aufgehängter Direktreduktionsschachtofen 2 angeordnet, der im Prinzip beispielsweise in der DE-OS 2 935 707 beschrieben ist. Dem Direktreduktionsschachtofen wird über einen gasdichten Doppelglockenverschluss 3 stückiges Eisenerz zugeführt, das in Form einer losen Schüttung im Schachtofen absinkt und mittels eines über einen mittleren Gaseinlass 4 eingeblasenen heißen Reduktionsgases einer Temperatur zwischen 760 und 850°C zu Eisenschwamm reduziert wird. Das verbrauchte Reduktionsgas verlässt den Schachtofen 2 über einen oberen Gasauslass 5 und kann in bekannter Weise in den Reduktionsgaskreislauf zurückgeführt oder anderweitig ausgenutzt werden.

Der durch Reduktion des stückigen Eisenerzes erhaltene heiße Eisenschwamm wird mit einer Temperatur von etwa 750° bis 800°C unten aus dem Direktreduktionsschachtofen 2 ausgetragen und kontinuierlich von oben in den Einschmelzvergaser chargiert. Im Einschmelzvergaser wird aus über Öffnungen 6 eingebrachter Kohle und durch zwölf radial angeordnete Düsen 7 eingeblasenem sauerstoffhaltigem Gas, insbesondere Sauerstoff und Luft, ein Kohlefließbett 8 gebildet, in dem auch grössere Eisenschwammartikel merklich abgebremst und bis zum Eintritt in eine Hochtemperaturzone im unteren Abschnitt des Kohlefließbettes um einen wesentlichen Betrag in ihrer Temperatur erhöht und schliesslich aufgeschmolzen werden.

Oberhalb des Kohlefließbettes 8 schliesst sich ein Beruhigungsraum an, in den radiale Düsen 9 münden, durch die zur Kühlung des im Einschmelzvergaser erzeugten heißen Reduktionsgases Wasserdampf, Kohlenwasserstoffe oder ein beispielsweise auf 50°C herabgekühltes Reduktionsgas eingeblasen werden. Das im Einschmelzvergaser erzeugte Reduktionsgas verlässt den Einschmelzvergaser oberhalb des Beruhigungsraumes durch zwei Gasauslässe 10 mit einer Temperatur zwischen 1200 und 1400°C und einem Druck von etwa 2 bar. Es gelangt dann zu einer Mischstelle 11, in der es mit Kühlgas ausreichend niedriger Temperatur auf die für die Direktreduktion notwendige Temperatur, in der Regel von 760 bis 850°C, gebracht wird. Die Mischstelle ist strömungstechnisch so ausgebildet, dass ein Teil der kinetischen Energie des Kühlgases nach Durchmischung mit dem heißen vom Einschmelzvergaser gelieferten Reduktionsgas als Druck wiedergewonnen wird und damit der Druckverlust im Heissgasweg möglichst gering gehalten wird. Von der Mischstelle gelangt das Gas zu einem Zyklonabscheider 12, in dem der mit dem Gasstrom mitgerisene Koksstaub und Asche weitgehend abgeschie-

den werden. Sodann wird der auf die vorgeschriebene Prozesstemperatur abgekühlte und gereinigte Heissgasstrom geteilt, und zwar werden etwa 60 Vol.-% hiervon als erster Teilgasstrom 13 durch den Gaseinlass 4 in die Reduktionszone des Direktreduktionsschachtofens 2 eingeblasen, während der andere Teil zur Kühlgasgewinnung einem Einspritzkühler 14 und dann einem Waschturm 15 zugeführt wird. Das hier austretende Kühlgas wird durch einen Kompressor 16 komprimiert und mit einer Temperatur von etwa 50°C zur Temperaturregelung des aus dem Einschmelzvergaser austretenden heißen Reduktionsgases der Mischstelle 11, zur Temperaturregelung des Reduktionsgases im Einschmelzvergaser den Düsen 9 und ferner, wie später beschrieben, einer Ringleitung 22 zugeführt.

Für den Heissaustrag der Eisenschwammartikel aus dem Direktreduktionsschachtofen 2 sind symmetrisch zur Mittelachse des Ofens radial sechs Schneckenförderer 17 angeordnet, die als Paddelschnecken ausgebildet und einseitig gelagert sind. Die Austrittsöffnung 18 jedes Schneckenförderers steht mit einer Verbindungsleitung in Form eines Fallrohres 19 in Verbindung, die durch die Decke des Einschmelzvergasers 1 in den Beruhigungsraum dieses Vergasers mündet. Es sind demnach im vorliegenden Fall auch sechs axialsymmetrisch angeordnete Fallrohre vorgesehen. Möglichst nahe am Eintritt in den Einschmelzvergaser mündet in jedes Fallrohr eine Düse 21 aus einer Ringleitung 22, der vom Kompressor 16 ein als dritter Teilgasstrom 23 bezeichneter Strom des auf 50°C abgekühlten und gereinigten vom Einschmelzvergaser gelieferten Reduktionsgases zugeführt wird.

Während bei bekannten Verfahren und Anlagen durch aufwendige Massnahmen verhindert wird, dass das ungereinigte und zu heiße Reduktionsgas ohne Aufbereitung in den Direktreduktionsschachtofen gelangen kann, wird bei dem vorliegenden Verfahren ein begrenzter Gasstrom unmittelbar vom Einschmelzvergaser über die Austragvorrichtung 17 für den heißen Eisenschwamm im Gegenstrom zu diesem zugelassen. Der gesamte, direkt aus dem Einschmelzvergaser in die Fallrohre strömende Gasstrom aus ungereinigtem Reduktionsgas ist als zweiter Teilgasstrom 24 bezeichnet. Die Temperatur des in die Fallrohre 19 einströmenden zweiten Teilgasstromes 24 wird mittels des über die Düsen 21 in geregelter Menge eingeleiteten Kühlgases auf eine Temperatur zwischen 760 und 850°C abgekühlt, bevor die Gasströme über die Schneckenförderer 17 in den Reduktionsschachtofen gelangen. Das Kühlgas wird so zugeführt, dass eine besonders gute Verwirbelung mit dem aufsteigenden Rohgas eintritt. Der beim Eintritt in den Schneckenförderer 17 im aufsteigenden Gasstrom enthaltene Staub setzt sich im wesentlichen im Bereich des Schneckenförderers ab und wird sukzessive zusammen mit den Eisenschwammteilchen wieder in das betreffende Fallrohr und in den Einschmelzvergaser zurück befördert.

Wesentlich ist eine Begrenzung des zweiten Teilgasstromes 24, d.h. also der über die sechs Fallrohre 19 unmittelbar vom Einschmelzvergaser nach oben strömenden Rohgasmenge auf einen Anteil von ma-

ximal 30 Vol.-% der gesamten in den Direktreduktionsschachtofen eingeleiteten Reduktionsgasmenge. Zu diesem Zweck ist es erforderlich, dass der Strömungswiderstand für den zweiten Teilgasstrom 24 im Strömungsweg bis zur Reduktionszone im Direktreduktionsschachtofen, d.h. also bis zur Ebene des Gaseinlasses 4, grösser ist als der Strömungswiderstand für den ersten Teilgasstrom 13 im Strömungsweg vom Gasauslass 10 bis zum Gaseinlass 4. Dieser Forderung kommt die Ausbildung der Ausstragvorrichtung 17 als Schneckenförderer, deren Förderteil als Paddelschnecke ausgebildet ist, entgegen. Im übrigen werden der Strömungswiderstand und damit die Druckverluste im Strömungsweg des ersten Teilgasstromes 13 bewusst klein gehalten.

Durch die erfindungsgemässe Ausbildung des Verfahrens und der Vorrichtung wird ein unmittelbarer kontinuierlicher Transport der heissen Eisenschwammartikel aus dem Direktreduktionsschachtofen 2 in den Einschmelzvergaser 1 ermöglicht, ohne dass Schleusen oder andere aufwendige Einrichtungen zur Abdichtung gegenüber dem heissen Reduktionsgas erforderlich sind, die bei der hohen Temperatur und der Art des zu fördernden Materials nur unter Schwierigkeiten mit der erforderlichen Betriebssicherheit realisierbar sind.

In Fig. 2 ist teilweise im Längsschnitt einer der sechs Schneckenförderer 17 dargestellt. Der Schneckenförderer ist an einem mit dem Mantel des Direktreduktionsschachtofen verschweissten Stutzen 31 angeflanscht. Im Stutzen 31 befindet sich an der Austrittsseite 18 des Förderers ein Austrittsstutzen 32 zum Anflanschen eines Fallrohres 19 (siehe auch Fig. 1). Als Verschleisschutz für das Mauerwerk umhüllt den Förderteil ein Hüllrohr 33, das ebenfalls am Stutzen 31 angeflanscht ist.

Der Schneckenförderer 17 enthält einen in den Ofen hineinragenden Förderteil 36 sowie einen am Stutzen 31 angeflanschten aus dem Ofen herausragenden Lagerteil 34 und einen Antriebsteil 44.

Der Förderteil 36 hat die Form eines durch Paddeln 37 gebildeten unterbrochenen Schneckengangs, wobei sich die gestrichelt eingezeichnete Umhüllende 38 der Paddelschnecke zum freien Ende der Welle 35 hin konisch verjüngt. Dieses freie Ende reicht bis nahezu in die Mitte des Schachtofen und gewährleistet durch die konische Verjüngung der Umhüllenden eine gleichmässige Entnahme des Schüttgutes aus der Schüttsäule.

Die Welle 35 ist wassergekühlt und für diesen Zweck hohl ausgebildet mit einem Innenrohr 39, das kurz vor dem freien Ende der Welle 35 endet und in das das Kühlwasser eingeführt wird, welches sodann am freien Ende umgeleitet wird und im Ringspalt zwischen dem zentralen Rohr 39 und der Innenwand der Welle 35 zurückströmt.

Der Antrieb 44 ist wie folgt aufgebaut.

Zum Drehen der Welle 35 dient ein Klinkenschaltwerk 45 mit einem Rad 40, in dessen Zähne eine Klinke 41 eingreift, die drehbar an einem Hebel 42 befestigt ist, der wiederum drehbar auf der Welle 35 sitzt und mittels eines hydraulisch oder pneumatisch betätigbaren Kolben 43 um eine vorgegebene Winkelbewegung hin und her geschwenkt werden kann. Hierbei wird durch die Klinke 41 das Rad 40 je-

weils um einen der Zahnteilung oder einem Vielfachen der Zahnteilung entsprechenden Betrag weitergedreht.

Bei grösseren Durchmesser des Direktreduktionsschachtofen kann es erforderlich sein, die Welle des Schneckenförderers durch den Ofen zu führen und beidseitig in der Wand des Ofengefässes zu lagern. In diesem Fall ist es zweckmässig, die Schneckengänge vom Zentrum aus gegenläufig, d.h. zum Umfang fördernd, anzuordnen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur direkten Erzeugung von flüssigem Roheisen aus stückigem Eisenerz, das in einem Direktreduktionsschachtofen in Form einer losen Schüttung mittels eines heissen Reduktionsgases zu Eisenschwamm reduziert und dann durch eine Ausstragvorrichtung im heissen Zustand auf direktem Weg über wenigstens eine Verbindungsleitung (19) in einen Einschmelzvergaser (1) gefördert wird, in dem aus eingebrachter Kohle und eingeblasenem sauerstoffhaltigen Gas die zum Schmelzen des Eisenschwamms erforderliche Wärme und das Reduktionsgas erzeugt werden, von dem ein erster Teilgasstrom nach einer Abkühlung auf die für die Reduktion vorgeschriebenen Temperatur und einer Entstaubung in die Reduktionszone des Direktreduktionsschachtofen eingeblasen wird, dadurch gekennzeichnet, dass ein sich über den direkten Weg zwischen Einschmelzvergaser und Direktreduktionsschachtofen (2) im Gegenstrom zu den Eisenschwammteilchen ausbildender zweiter Teilgasstrom (24) des Reduktionsgases auf maximal 30 Vol.-% der insgesamt in den Direktreduktionsschachtofen eingeleiteten Reduktionsgasmenge begrenzt und im Bereich der Verbindungsleitung auf eine Temperatur von unterhalb 950°C gekühlt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil des zweiten Teilgasstromes (24) an der dem Direktreduktionsschachtofen (2) zugeführten Reduktionsgasmenge zwischen 5 und 15 Vol.-% liegt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil des zweiten Teilgasstromes (24) an der dem Direktreduktionsschachtofen (2) zugeführten Reduktionsgasmenge zwischen 8 und 10 Vol.-% liegt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Teilgasstrom (24) im Bereich der Verbindungsleitung (19) auf eine Temperatur zwischen 750 und 850°C gekühlt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Teilgasstrom (24) im Bereich der Verbindungsleitung (19) durch Beimischen eines dritten Teilgasstromes (23) des im Einschmelzvergaser (1) erzeugten Reduktionsgases gekühlt wird, nachdem dieses gereinigt und ausreichend abgekühlt worden ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Gas des dritten Teilgasstromes (23) auf eine Temperatur von etwa 50°C abgekühlt wird, bevor es mit dem zweiten Teilgasstrom (24) vermischt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungswiderstand für den ersten Teilgasstrom (13) im Strömungsweg zwischen dem Einschmelzvergaser (1) und dem Eintritt (4) in die Reduktionszone wesentlich kleiner als der Strömungswiderstand für den zweiten und dritten Teilgasstrom (24, 23) im Strömungsweg zwischen dem Einschmelzvergaser und dem Eintritt in die Reduktionszone gehalten wird.

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 mit einem oberhalb eines Einschmelzvergasers (1) angeordneten Direktreduktionsschachtofen (2), der am unteren Ende eine Austragsvorrichtung (17) für heißen Eisenschwamm mit mindestens einer Austrittsöffnung (18) aufweist, an die eine unmittelbar in den Einschmelzvergaser (1) mündende Verbindungsleitung (19) angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsleitung mit einem zusätzlichen seitlichen Gaseinlass (21) für Kühlgas versehen ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Austragsvorrichtung in Form von über den Querschnitt verteilt angeordneten Schneckenförderern (17) ausgebildet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Austragsvorrichtung in Form von fliegend gelagerten, radial angeordneten Schneckenförderern (17) ausgebildet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Förderteil (36) der Schneckenförderer (17) in Form eines durch Paddeln (37) gebildeten unterbrochenen Schneckengangs ausgebildet ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Umhüllende (38) des Förderteils (36) der Schneckenförderer (17) zur Eintrittsseite des Schneckenförderers hin konisch verjüngt.

Claims

1. A process for the direct production of liquid pig iron from iron ore in lump form which is reduced to sponge iron in a direct reduction shaft furnace in the form of a loose bulk material by means of a hot reducing gas, and then conveyed by a discharge apparatus in a hot condition directly by way of at least one connecting conduit (19) into a smelter gasifier (1) in which the heat required for melting the sponge iron, and the reducing gas, are produced from coal which is introduced into the gasifier and oxygen-bearing gas which is blown thereinto, a first portion of the flow of reducing gas, after cooling to the temperature prescribed for the reduction operation, and a dust separation operation, being blown into the reduction zone of the direct reduction shaft furnace, characterised in that a second portion (24) of the flow of reducing gas which is formed over the direct path between the smelter gasifier and the direct reduction shaft furnace (2) in counter-flow to the sponge iron particles, is limited to not more than 30% by volume of the total amount of reducing gas introduced into the direct reduction shaft furnace

and is cooled to a temperature of below 950°C in the region of the connecting conduit.

2. A process according to claim 1, characterised in that the proportion of the second flow portion (24) of the amount of reducing gas fed to the direct reduction shaft furnace (2) is between 5 and 15% by volume.

3. A process according to claim 2, characterised in that the proportion of the second flow portion (24) of the amount of reducing gas fed to the direct reduction shaft furnace (2) is between 8 and 10% by volume.

4. A process according to one of claims 1 to 3, characterised in that the second flow portion (24) is cooled to a temperature of between 750 and 850°C in the region of the connecting conduit (19).

5. A process according to one of claims 1 to 4, characterised in that the second flow portion (24) is cooled in the region of the connecting conduit (19) by admixing a third flow portion (23) of the reducing gas which is produced in the smelter gasifier (1) after said reducing gas has been scrubbed and adequately cooled.

6. A process according to claim 5, characterised in that the gas of the third flow portion (23) is cooled to a temperature of about 50°C before it is mixed with the second flow portion (24).

7. A process according to one of claims 1 to 6, characterised in that the flow resistance in respect of the first flow portion (13) in the flow path between the smelter gasifier (1) and the entry (4) into the reduction zone is kept substantially lower than the flow resistance in respect of the second and third flow portions (24, 23) in the flow path between the smelter gasifier and the entry into the reduction zone.

8. Apparatus for carrying out the process according to one of claims 1 to 7 comprising a direct reduction shaft furnace (2) which is disposed above a smelter gasifier (1) and which at its lower end has a discharge apparatus (17) for hot sponge iron, with at least one outlet opening (18) to which is connected a connecting conduit (19) which opens directly into the smelter gasifier (1), characterised in that the connecting conduit is provided with an additional lateral gas inlet (21) for cooling gas.

9. Apparatus according to claim 8, characterised in that the discharge apparatus is in the form of screw conveyors (17) which are distributed over the cross-section thereof.

10. Apparatus according to claim 8, characterised in that the discharge apparatus is in the form of radially disposed screw conveyors (17) which are mounted in an overhung configuration.

11. Apparatus according to claim 9 or claim 10, characterised in that the conveyor member (36) of the screw conveyors (17) is in the form of an interrupted screw pitch formed by paddles (37).

12. Apparatus according to one of claims 9 to 11, characterised in that the envelope (38) of the conveyor member (36) of the screw conveyors (17) tapers conically towards the entry end of the screw conveyor.

Revendications

1. Procédé de production directe de fonte liquide à partir de mineral de fer en morceaux, qui, sous forme d'une charge en vrac est réduit en éponge de fer dans un four à cuve de réduction directe au moyen d'un gaz de réduction chaud et qui ensuite, par un dispositif de déchargement, est transporté, à l'état chaud, en voie directe, par au moins un conduit de liaison (19) dans un gazéificateur à fusion (1), où sont produits, à partir de charbon qui est introduit et de gaz contenant de l'oxygène qui est insufflé, la chaleur nécessaire à la fusion de l'éponge de fer et le gaz de réduction, dont un premier courant gazeux partiel est insufflé, après un refroidissement à la température prescrite pour la réduction et après un dépoussiérage, dans la zone de réduction du four à cuve de réduction directe, caractérisé en ce qu'il consiste à limiter, à au plus 30% en volume de la quantité de gaz de réduction introduite en tout dans le four à cuve de réduction directe, un deuxième courant gazeux partiel (24) du gaz de réduction se formant dans la voie directe entre le gazéificateur à fusion et le four à cuve de réduction directe (2), à contre-courant des particules d'éponge de fer et à le refroidir à une température inférieure à 950°C dans la région du conduit de liaison.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le deuxième courant gazeux partiel (24) représente de 5 à 15% en volume de la quantité de gaz de réduction envoyée au four à cuve de réduction directe (2).

3. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce que le deuxième courant gazeux partiel (24) représente de 8 à 10% en volume de la quantité de gaz de réduction envoyée au four à cuve de réduction directe (2).

4. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il consiste à refroidir le deuxième courant gazeux partiel (24) à une température comprise entre 750 et 850°C dans la région du conduit de liaison (19).

5. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il consiste à refroidir le deuxième courant gazeux partiel (24) dans la région du conduit de liaison (19) par mélange d'un troisième courant gazeux partiel (23) du gaz de réduction produit dans

le gazéificateur à fusion (1), après que ce gaz de réduction a été épuré et refroidi suffisamment.

6. Procédé suivant la revendication 5, caractérisé en ce qu'il consiste à refroidir le gaz du troisième courant gazeux partiel (23) à une température de 50°C environ, avant de le mélanger au deuxième courant gazeux partiel (24).

7. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il consiste à maintenir la résistance à l'écoulement pour le premier courant gazeux partiel (13) dans le trajet d'écoulement compris entre le gazéificateur à fusion (1) et l'entrée (4) dans la zone de réduction, à une valeur nettement plus petite que la résistance à l'écoulement pour les deuxième et troisième courants gazeux partiels (24, 23) dans le trajet d'écoulement compris entre le gazéificateur à fusion et l'entrée dans la zone de réduction.

8. Installation pour la mise en œuvre du procédé suivant l'une des revendications 1 à 7, comprenant un four à cuve de réduction directe (2) disposé au-dessus d'un gazéificateur à fusion (1) et présentant, à l'extrémité inférieure, un dispositif de déchargement (17) pour de l'éponge de fer chaude, ayant au moins une ouverture de sortie (18) à laquelle est raccordé un conduit de liaison (19) débouchant directement dans le gazéificateur à fusion (1), caractérisé en ce que le conduit de liaison est muni d'une entrée latérale supplémentaire (21) pour du gaz de refroidissement.

9. Installation suivant la revendication 8, caractérisé en ce que le dispositif de déchargement affecte la forme de transporteurs à vis (17) répartis sur la section transversale.

10. Installation suivant la revendication 8, caractérisé en ce que le dispositif de déchargement affecte la forme de transporteurs à vis (17) disposés radialement et montés flottants.

11. Installation suivant la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce que la partie formant transporteur (36) des transporteurs à vis (17) affecte la forme d'une vis hélicoïdale interrompue formée par des palettes (37).

12. Installation suivant l'une des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que l'enveloppe (38) de la partie formant vis (36) du transporteurs à vis (17) se rétrécit coniquement en direction du côté d'entrée du transporteur à vis.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

6

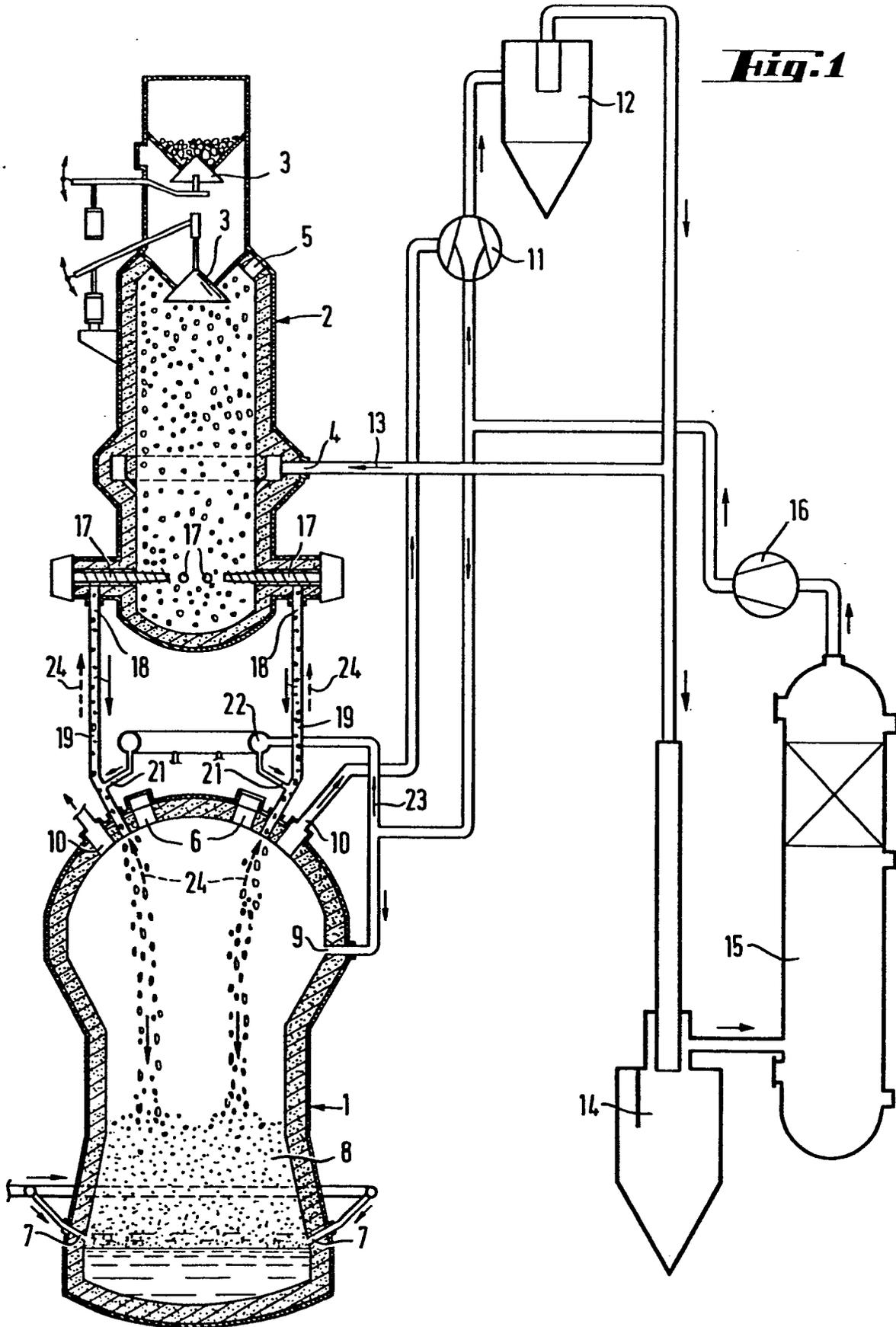


Fig. 2

