

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 732/2006

(22) Anmeldetag: 28.04.2006

(43) Veröffentlicht am: 15.11.2007

(51) Int. Cl.⁸: C21B 13/14 (2006.01),
C22B 5/12 (2006.01),
C22B 5/18 (2006.01),
F27B 19/04 (2006.01),
F27B 15/00 (2006.01)

(73)Patentanmelder:

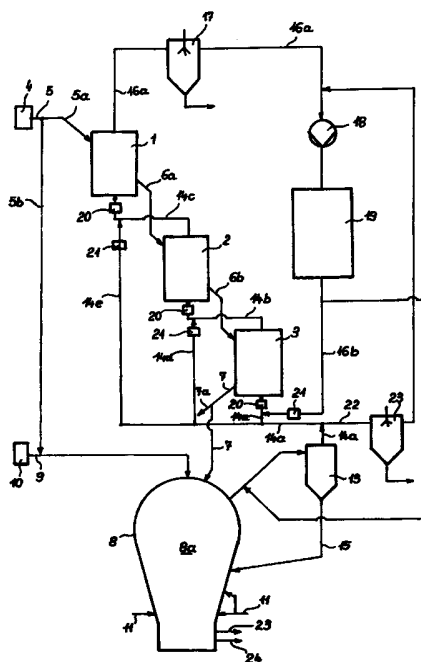
SIEMENS VAI METALS TECHNOLOGIES
GMBH & CO
A-4031 LINZ (AT)

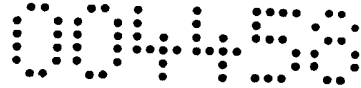
(72)Erfinder:

VULETIC BOGDAN DIPL.ING.
DÜSSELDORF (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON FLÜSSIGEM ROHEISEN ODER FLÜSSIGEN STAHLVORPRODUKTEN AUS FEINTEILCHENFÖRMIGEM EISENOXIDHÄLTIGEM MATERIAL**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten aus feinteilchenförmigem eisenoxidhaltigem Material, wobei feinteilchenförmiges eisenoxidhaltiges Material mit Hilfe eines Reduktionsgases in mindestens einer Vorreduktionsstufe vorreduziert und anschließend in einer Endreduktionsstufe zu Eisenschwamm reduziert wird, der Eisenschwamm in einer Einschmelzvergasungszone unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas erschmolzen und ein CO- und H₂-haltiges Reduktionsgas erzeugt wird, welches in die Endreduktionsstufe eingeleitet, dort umgesetzt, abgezogen, anschließend in mindestens einer Vorreduktionsstufe eingeleitet, dort umgesetzt und abgezogen wird. Damit der Einschmelzvergaser mit einer höheren Leistung gefahren werden kann, der Produktionsprozess damit stabiler abläuft und bisher notwendige Teilverbrennungen in den Reduktionsgasleitungen zu vermeiden, wird vorgeschlagen, dass ein Mengenanteil des feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Materials über mindestens eine Vorreduktionsstufe und eine Endreduktionsstufe in eine Einschmelzvergasungszone und ein weiterer Mengenanteil des feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Materials direkt oder gemeinsam mit den Kohlenstoffträgern und dem sauerstoffhaltigen Gas in die Einschmelzvergasungszone eingebracht wird. Weiters wird eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens vorgeschlagen.



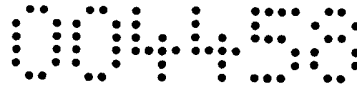


Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten aus feinteilchenförmigem eisenoxidhaltigem Material, wobei feinteilchenförmiges eisenoxidhaltiges Material mit Hilfe eines Reduktionsgases in mindestens einer Vorreduktionsstufe vorreduziert und anschließend in einer Endreduktionsstufe zu Eisenschwamm reduziert wird, der Eisenschwamm in einer Einschmelzvergasungszone unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas erschmolzen und ein CO- und H₂-haltiges Reduktionsgas erzeugt wird, welches in die Endreduktionsstufe eingeleitet, dort umgesetzt, abgezogen, anschließend in mindestens eine Vorreduktionsstufe eingeleitet, dort umgesetzt und abgezogen wird. Damit der Einschmelzvergaser mit einer höheren Leistung gefahren werden kann, der Produktionsprozess damit stabiler abläuft und bisher notwendige Teilverbrennungen in den Reduktionsgasleitungen zu vermeiden, wird vorgeschlagen, dass ein Mengenanteil des feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Materials über mindestens eine Vorreduktionsstufe und eine Endreduktionsstufe in eine Einschmelzvergasungszone und ein weiterer Mengenanteil des feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Materials direkt oder gemeinsam mit den Kohlenstoffträgern und dem sauerstoffhaltigen Gas in die Einschmelzvergasungszone eingebracht wird.

Weiters wird eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens vorgeschlagen.

(Fig.) 1/1

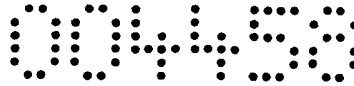


A401150AT

Verfahren zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten aus feinteilchenförmigem eisenoxidhaltigem Material:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten aus feinteilchenförmigem eisenoxidhaltigem Material, wobei feinteilchenförmiges eisenoxidhaltiges Material mit Hilfe eines Reduktionsgases in mindestens einer Vorreduktionsstufe vorreduziert und anschließend in einer Endreduktionsstufe zu Eisenschwamm reduziert wird, der Eisenschwamm in einer Einschmelzvergasungszone unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas erschmolzen und ein CO- und H₂-haltiges Reduktionsgas erzeugt wird, welches in die Endreduktionsstufe eingeleitet, dort umgesetzt, abgezogen, anschließend in mindestens eine Vorreduktionsstufe eingeleitet, dort umgesetzt und abgezogen wird. Weiters betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

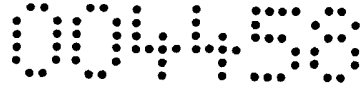
Ein Verfahren dieser Art ist beispielsweise aus der EP 969 107 A1 bereits bekannt. Hierbei werden zur Reduktion von Feinerz zu Eisenschwamm zumeist mehrere Wirbelschichtreaktoren eingesetzt, die in einer Kaskade angeordnet sind. Die Feinerzpartikel neigen bei der Reduktion in den Wirbelschichtreaktoren sehr stark zur Agglomeration, wobei dieser Effekt mit steigendem Feinheitsgrad der Erzpartikel, mit ansteigender Reduktionsgastemperaturen und mit steigendem Metallisierungsgrad verstärkt auftritt. Aus diesem Grund konnten bisher nur solche Wirbelschichtprozesse industriell und mit akzeptablem Reinigungs- und Wartungsaufwand und Verfügbarkeit der Anlage realisiert werden, die mit relativ niedrigen Metallisierungsgrad des Eisenschwammes von etwa 70 % oder mit größerem Feinerz (0 – 10 mm) und Reduktionsgastemperaturen unter 800°C für den letzten Wirbelschichtreaktor und für die Vorreduktionsreaktoren zwischen 700°C und 760°C betrieben wurden. Eine relativ niedrige Reduktionsgastemperatur bringt jedoch den Nachteil eines entsprechend geringeren Wärmeeintrages mit sich. Zusätzlich treten Wärmeverluste an den einzelnen Wirbelschichtreaktoren und den Verbindungsrohrleitungen zwischen den Wirbelschichtreaktoren auf, die größer sind als vergleichsweise bei der Reduktion von Stückerz in einem Reduktionsschacht. Die für einen optimalen Metallisierungsvorgang erforderliche Reduktionsgastemperatur in den einzelnen in Serie



geschalteten Wirbelschichtreaktoren kann daher ohne Zuführung von Zusatzenergie nur beschränkt aufrecht erhalten werden.

Dieses Energiedefizit kann durch verschiedene Zusatzmaßnahmen kompensiert werden. Der zusätzlich notwendige Energieeintrag kann durch eine höhere spezifische Reduktionsgasmenge pro Tonne Möller oder durch eine zusätzliche Teilverbrennung von CO und H₂ durch Einblasen von Sauerstoff abgedeckt werden. Neben einem höheren Eintrag an fühlbarer Wärme, wird durch eine Erhöhung der spezifischen Reduktionsgasmenge auch erreicht, dass weniger CO und H₂ in den Verbindungsleitungen zwischen den Wirbelschichtreaktoren verbrannt werden muss, um die Reduktionsgastemperatur auf einen optimalen Wert für den nachfolgenden Wirbelschichtreaktor anzuheben. Weiters wird durch eine erhöhte spezifische Reduktionsgasmenge erreicht, dass das Reduktionspotential des Reduktionsgases durch Teilverbrennung von CO und H₂, für den jeweils nachfolgenden Wirbelschichtreaktor einen vorbestimmten Grenzwert nicht unterschreitet, damit ein relativ hoher Metallisierungsgrad auch von größeren Eisenerzpartikeln, die eine längere Verweilzeit als die kleineren Erzpartikel in der reduzierenden Atmosphäre benötigen, erreicht wird.

Bei einem Schmelzreduktionsverfahren in einem oder in mehreren in Serie geschalteten Wirbelschichtreaktoren, wie es beispielsweise aus der EP 969 107 A1 bekannt ist, wird das für die Reduktion der Eisenoxide und die Kalzinierung der Zuschläge erforderliche Reduktionsgas in einem Einschmelzvergaser unter Verwendung von Kohle als Vergasungsmittel und Sauerstoff oder mit Sauerstoff angereicherter Luft als Oxidationsmittel produziert. Die beim Vergasungsprozess entstehende Wärme wird im Einschmelzvergaser zum Einschmelzen von Eisenschwamm und den notwendigen Zuschlägen zu Roheisen und Schlacke, die in bestimmten Zeitabständen abgestochen werden. Bei der Kopplung eines Einschmelzvergasers mit einem Reduktionsschachtofen, wie dies beim COREX[®]-Verfahren erfolgt, ist bei einem Einsatz von Kohlen mit einem Anteil an flüchtigen Bestandteilen über 27%, die im Einschmelzvergaser produzierte Reduktionsgasmenge ausreichend für einen stationären Betrieb des Reduktionsschachtes. Bei einer Kopplung eines Einschmelzvergasers mit Wirbelschichtreaktoren kann ein optimierter Betrieb nur durch zusätzliche, zuvor bereits beschriebene Maßnahmen, wie höhere spezifische Reduktionsgasmenge und Teilverbrennung von CO und H₂ erreicht werden.

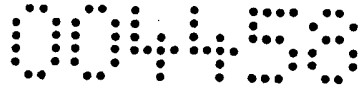


Um die Wirbelschichtreaktoren mit höheren spezifischen Reduktionsgasmengen betreiben zu können, ist ebenfalls bereits die Möglichkeit bekannt, entweder gereinigtes Gichtgas aus den Wirbelschichtreaktoren einer CO₂-Entfernungsanlage abzuziehen und dem Reduktionsprozess wieder zuzuführen oder den Einschmelzvergaser mit hochflüchtigen Kohlen zu betreiben. Der Einsatz von Vergasungsmitteln mit hohem Anteil an flüchtigen Bestandteilen und niedrigem Heizwert erfordert sehr hohe spezifische Verbräuche an Vergasungs- und Oxidationsmittel und bringt sehr hohe spezifische Schlackenraten mit sich und ist daher unwirtschaftlich. Aus technischen und wirtschaftlichen Gründen wird daher die Produktion von erhöhten Reduktionsgasmengen über die Gasaufbereitungsanlage bevorzugt. Allerdings ist die nach diesem Verfahren erzeugte Zusatzgasmenge durch die relativ niedrige Ausbeute des Gichtgases (Off Gas) in einer CO₂-Entfernungsanlage bei Kohlen mit einem niedrigen Anteil an flüchtigen Bestandteilen nicht ausreichend für die Produktion des Eisenschwammes mit einer relativ gleichmäßigen Metallisierung, insbesondere nicht bei niedrigen spezifischen Brennstoffverbräuchen, wie sie an sich wünschenswert sind.

Die vorliegende Erfindung bezweckt die Vermeidung dieser Nachteile und Schwierigkeiten und stellt sich die Aufgabe, das oben beschriebene Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten aus feinteilchenförmigem eisenoxidhaltigem Material dahingehend weiter zu entwickeln, dass der Einschmelzvergaser mit einer höheren Leistung gefahren werden kann als die ihm zugeordneten Wirbelschichtreaktoren und der Produktionsprozess damit stabiler abläuft. Weiters soll die Notwendigkeit zwischen den Wirbelschichtreaktoren einen Energieeintrag durch Verbrennung von CO und H₂ in den Verbindungsrohrleitungen vorzunehmen wesentlich reduziert oder zumindest weitgehend vermieden werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass ein Mengenanteil des feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Materials über mindestens eine Vorreduktionsstufe und eine Endreduktionsstufe in eine Einschmelzvergasungszone und ein weiterer Mengenanteil des feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Materials direkt oder gemeinsam mit den Kohlenstoffträgern und dem sauerstoffhaltigen Gas in die Einschmelzvergasungszone eingebracht wird.

Durch die damit im Einschmelzvergaser erreichte quantitative und qualitative Steigerung der Reduktionsgasproduktion reduziert sich die Notwendigkeit der zusätzliche CO und H₂ Verbrennung zwischen den aufeinander folgenden Wirbelschichtreaktoren. Da das



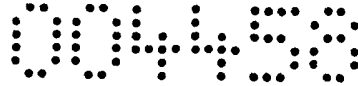
Reduktionspotential des Reduktionsgases durch eine derartige Teilverbrennung von CO und H₂ zu CO₂ und H₂O verringert wird, wird durch diese Maßnahme auch eine Steigerung des Metallisierungsgrades des Feinerzes erreicht.

Aus ökonomischen Gründen ist es sogar zweckmäßig, im Einschmelzvergaser größere Reduktionsgasmengen mit einem niedrigen Gehalt an oxydierenden Komponenten (CO₂ und H₂O) zu produzieren, als für einen ausbalancierten Betrieb des Einschmelzvergasers und der Wirbelschichtreaktoren benötigt werden. Der Grund hierfür ist der Bedarf an zusätzlichem Eisenschwamm bzw. heißbrikettiertem Eisen (HBI) während der Anfahrphase und während des Aufheizens der Wirbelschichtreaktoren, einschließlich des Aufheizens und der Nachreduktion des Wirbelschichtmaterials. Bekanntlich müssen mindestens die zwei letzten – in den meisten Fällen alle – in Serie geschalteten Wirbelschichtreaktoren bei jedem Stillstand entleert werden, der länger als 2 Stunden dauert, um die Agglomeration des eingesetzten Materials und einen daraus resultierenden längeren Anlagenstillstand zu vermeiden. Schon bei kurzen Stillständen wird der Einschmelzvergaser bis zu 8 Stunden, bei längeren Stillständen bis zu 12 Stunden und bei Reinigung von Wirbelschichtreaktoren um etwa 4 Tage mit zugekauften HBI betrieben. Bei diesem relativ hohen Bedarf an in Zukauf teurerem HBI ist es daher wirtschaftlicher eine Teilmenge des produzierten Eisenschwammes in Form von HBI oder HCI (hot compacted iron) während des Produktionsvorganges kontinuierlich abzuzweigen und in den oben beschriebenen Stillstandsfällen als kaltes Zwischenprodukt in den Einschmelzvergaser einzusetzen.

Zur Sicherung dieses zusätzlichen Bedarfs und um einen stabilen Betrieb des Verfahrens ist gewährleistet, beträgt der direkt oder gemeinsam mit den Kohlenstoffträgern und dem sauerstoffhaltigen Gas in die Einschmelzvergasungszone eingebracht Mengenanteil des feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Materials 10% bis 20% der Gesamtmenge des eingesetzten feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Materials.

Eine besonders günstige Zusammensetzung des die Einschmelzvergasungszone verlassenden Reduktionsgases wird erzielt, wenn der Einschmelzvergasungszone Kohlenstoffträger und sauerstoffhaltiges Gas in einer Menge zugeführt werden, damit der Anteil an CO₂ im die Einschmelzvergasungszone verlassenden Reduktionsgas in einem Bereich von 4% bis 9%, vorzugsweise in einem Bereich von weniger als 6 %, liegt.

Nach einer vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens wird das aus der Einschmelzvergasungszone austretende Reduktionsgas einer Heißentstaubung unterzogen



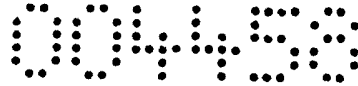
und nachfolgend der Endreduktionsstufe und vorzugsweise allen Vorreduktionsstufen mit einer erhöhten, vorzugsweise einer mit 10% erhöhten, spezifischen Reduktionsgasmenge zugeführt. Somit wird den Vorreduktionsstufen heißes aufbereitetes Reduktionsgas im Bypass dem kälteren Reduktionsgasstrom aus der Endreduktionsstufe bzw. dem kälteren Reduktionsgasstrom aus der letzten Vorreduktionsstufe zugemischt und der Wärmeinhalt des Mischgases erhöht. Durch den Zumischvorgang kann eine gezielte Einstellung der Reduktionsgastemperatur direkt vor der jeweiligen Reduktionsstufe vorgenommen werden.

Bei Feinerzreduktionsanlagen entsprechend dem Stand der Technik werden die Wirbelschichtreaktoren in Zeitabständen von 2 bis 2,5 Monaten gereinigt, um Verstopfungen und Anbackungen von Eisenschwamm zu entfernen, wodurch es bei jedem Betriebsstillstand zu einem etwa 4-tägigen Produktionsausfall kommt.

Zu Verstopfungen und Anbackungen von Eisenschwamm in den Reaktorzyklonen der Fertigreduktionsstufe kommt es schneller und häufiger, wenn der Reaktor mit hohen Reduktionsgasmengen und hohen Reduktionsgastemperaturen betrieben wird. Ähnliches gilt auch für die Gasverteilerdüsen, da diese mit höheren Gasgeschwindigkeiten durchströmt werden. Es ist daher eine beliebige Erhöhung der Reduktionsgasmenge und der Reduktionsgastemperatur nicht zielführend. Eine Balance zwischen den Vorteilen und Nachteilen wird erreicht, wenn von dem aufbereiteten Reduktionsgas nach der Heißentstaubung eine Teilmenge von mindestens 70 % der Endreduktionsstufe und eine Teilmenge von bis zu 30 % unmittelbar den Vorreduktionsstufen zugeführt wird.

Besonders günstige Bedingungen für den Reduktionsvorgang in den Vorreduktionsstufen, insbesondere in der zweiten Vorreduktionsstufe werden erreicht, wenn 5 % bis 15 %, vorzugsweise etwa 10 %, des aufbereiteten Reduktionsgases dem die Endreduktionsstufe verlassenden Reduktionsgas vor dem Eintritt in die vorgelagerte Vorreduktionsstufe zugemischt werden.

Als vorteilhaft hat sich herausgestellt, dass das aufbereitete Reduktionsgas nach der Heißentstaubung auf eine höhere Temperatur eingestellt wird, als dies für die Fertigreduktion des feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Materials in der Endreduktionsstufe notwendig ist. Dieser Mehrbedarf an fühlbarer Wärme kann zum größten Teil durch die vorhandenen fühlbare Wärme des aus der Einschmelzvergasungszone austretenden Reduktionsgases gedeckt werden. hierzu ist es erforderlich, das Generatorgas am Vergaseraustritt weniger abzukühlen (z.B. auf



880/900°C statt auf üblicherweise 800/820°C). Eine Feineinstellung der Reduktionsgastemperatur für die Endreduktionsstufe erfolgt durch dosierte Zugabe des aus der vorzugsweise ersten Vorreduktionsstufe abgezogenen und aufbereiteten Gichtgas.

Die während der Abfahrphase und während des Aufheizens der Wirbelschichtreaktoren benötigte Eisenschwamm, der während des kontinuierlichen Anlagenbetriebes laufend als vorgesehene Überschussmenge produziert wird, wird aus der Endreduktionsstufe kontinuierlich ausgeschleust. Hierbei wird eine Teilmenge von etwa 5 % bis 15 %, vorzugsweise etwa 10%, der erzeugten Gesamtmenge an Eisenschwamm aus der Endreduktionsstufe ausgeschleust und abgekühlt.

Eine Anlage zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten aus feinteilchenförmigem eisenoxidhaltigem Material, mit mindestens zwei hintereinander in Serie geschalteten Wirbelschichtreaktoren, wobei feinteilchenförmiges eisenoxidhaltiges Material von Wirbelschichtreaktor zu Wirbelschichtreaktor über Förderleitungen in einer Richtung und das Reduktionsgas von Wirbelschichtreaktor zu Wirbelschichtreaktor über Reduktionsgas-Verbindungsleitungen in die entgegengesetzte Richtung geführt ist, und mit einem Einschmelzvergaser, in den eine den Eisenschwamm aus dem in Fließrichtung des feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Materials letztangeordneten Wirbelschichtreaktor führenden Förderleitung mündet, der Zuleitung für Kohlenstoffträger und für sauerstoffhaltige Gase, sowie einen Abstich für Roheisen bzw. Stahlvormaterial und Schlacke, sowie eine in den in Fließrichtung des eisenoxidhaltigen Materials letztangeordneten Wirbelschichtreaktor mündende Reduktionsgas-Ableitung für im Einschmelzvergaser gebildetes Reduktionsgas aufweist, ist dadurch gekennzeichnet, dass eine erste Zweigförderleitung für einen Mengenanteil des feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Material durch eine Förderleitung von Wirbelschichtreaktor zu Wirbelschichtreaktor und eine anschließende Förderleitung zum Einschmelzvergaser gebildet ist und eine zweite Zweigförderleitung für einen weiteren Mengenanteil des feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Material durch eine Verbindungs-Förderleitung von einer Aufgabevorrichtung direkt in den Einschmelzvergaser gebildet ist.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung mündet die zweite Zweigförderleitung für den weiteren Mengenanteil des feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Material in eine Verbindungs-Förderleitung von einer Aufgabevorrichtung zur Zuleitung für Kohlenstoffträger und für sauerstoffhaltige Gase in den Einschmelzvergaser. Dadurch wird eine dosierte und aufeinander abgestimmte Einbringung



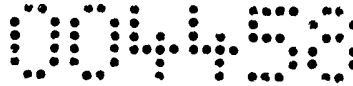
von eisenoxidhaltigem Material, von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas ermöglicht.

Zur Erzeugung der beabsichtigten erhöhten Reduktionsgasmenge ist die zweite Zweigförderleitung für die Durchleitung von 10% bis 15% der Gesamtmenge des eingesetzten feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Materials ausgelegt.

Die dosierte Zugabe von aus vorzugsweise der ersten Vorreduktionsstufe abgesaugten und aufbereiteten Gichtgas zum aufbereiteten Reduktionsgas aus dem Einschmelzvergaser wird zweckmäßig dadurch erreicht, dass in die Reduktionsgas-Ableitung eine Heißentstaubungsanlage, vorzugsweise ein Heißgaszyklon, geschaltet ist, dass in der Reduktionsgas-Ableitung eine Temperaturmesseinrichtung zur Erfassung der Reduktionsgastemperatur angeordnet ist und ausgangsseitig der CO₂-Entfernungsanlage eine Gichtgasleitung mit einer Zulaufmengen-Regleinrichtung zur Einstellung der Reduktionsgastemperatur in der zum Wirbelschichtreaktor der Endreduktionsstufe führenden Reduktionsgas-Ableitung mündet.

Die Einstellung der Reduktionsgastemperatur vor dem Eintritt in die Wirbelschichtreaktoren der Vorreduktionsstufen wird durchgeführt, indem zusätzlich zu den von Wirbelschichtreaktor zu Wirbelschichtreaktor führenden Reduktionsgas-Verbindungsleitungen und der zum Wirbelschichtreaktor führenden Reduktionsgas-Ableitung einzelne Reduktionsgas-Verbindungsleitungen zwischen der Reduktionsgas-Ableitung und den mindestens einem Wirbelschichtreaktor der Vorreaktionsstufe vorgesehen sind und diesen Reduktionsgas-Verbindungsleitungen Mengenreguliereinrichtungen zur dosierten Zumischung von Reduktionsgas zugeordnet sind.

Dem letzten der in Serie geschalteten Wirbelschichtreaktoren, in dem die Endreduktion des eisenoxidhaltigen Materials erfolgt, ist neben einer Förderleitung zur Überleitung von Eisenschwamm in den Einschmelzvergaser eine zusätzliche Förderleitung zum Ausschleusen einer Teilmenge des Eisenschwammes zugeordnet, die zu einer Kühleinrichtung führt. Dieser ausgelagerte und auf Vorrat gelegte Eisenschwamm wird bei Betriebsunterbrechungen wieder eingesetzt.

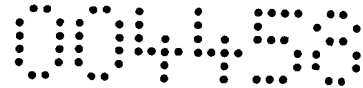


Die Erfindung ist anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels beispielhaft erläutert, wobei die Figur 1 eine vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens und der Vorrichtung im Blockschema veranschaulicht.

Die erfindungsgemäße Anlage umfasst drei in Serie geschaltete Wirbelschichtreaktoren 1, 2, 3 auf. Eisenoxidhaltiges Material wird in Form von Feinerz von einer Erzaufgabevorrichtung 4 über eine Erzzuleitung 5 und eine Zweigförderleitung 5a dem ersten Wirbelschichtreaktor 1 zugeführt, in dem eine Vorwärmung des Feinerzes und eine erste Vorreduktion in der ersten Vorreduktionsstufe stattfindet. Anschließend erfolgt eine Weiterleitung des vorbehandelten Feinerzes über eine Förderleitungen 6a in den Wirbelschichtreaktor 2 und über eine weitere Förderleitung 6b in den Wirbelschichtreaktor 3. Im Wirbelschichtreaktor 2, der zweiten Vorreduktionsstufe, erfolgt eine weiterführende Vorreduktion des Feinerzes und im Wirbelschichtreaktor 3, der Endreduktionsstufe, erfolgt die Endreduktion des Feinerzes zu Eisenschwamm.

Eisenschwamm wird aus dem Wirbelschichtreaktor 3 ausgeschleust und über eine Förderleitung 7 in den Einschmelzvergaser 8 geleitet. Zur Steigerung der Reduktionsgasproduktion im Einschmelzvergaser 8 wird eisenoxidhaltiges Material durch eine zweite Zweigförderleitung 5b direkt in den Einschmelzvergaser 8 eingesetzt. Diese Zweigförderleitung mündet in eine Verbindungsförderleitung 9 durch die Kohle von einer Aufgabevorrichtung 10 direkt in den Einschmelzvergaser 8 eingebracht wird. Gegebenenfalls wird Luft als Trägergas eingesetzt. Eine Teilmenge des produzierten Eisenschwammes wird über die Förderleitung 7a aus dem Wirbelschichtreaktor 3 abgezweigt und einer nicht näher dargestellten Kühleinrichtung zugeführt, dort abgekühlt und gelagert. Dieser Eisenschwamm wird in der Abfahrphase und während des Aufheizens der Wirbelschichtreaktoren wieder eingesetzt.

Im Einschmelzvergaser 8 wird in einer Einschmelzvergasungszone 8a aus Kohle und sauerstoffhaltigem Gas ein CO- und H₂-haltiges Reduktionsgas erzeugt, das mit einer Reduktionsgas-Ableitung 12 aus dem Einschmelzvergaser abgezogen wird. Nach Durchströmen einer Heißentstaubungsanlage 13 wird der überwiegende Mengenanteil des solcherart aufbereiteten Reduktionsgases über Reduktionsgas-Verbindungsleitungen 14a im Gegenstrom zum Erzdurchfluss zuerst in und durch die Endreduktionsstufe des Wirbelschichtreaktors 3 und in weiterer Folge durch die Reduktionsgas-Verbindungsleitungen 14b und 14c in und durch die Wirbelschichtreaktoren 2 und 1 geleitet.

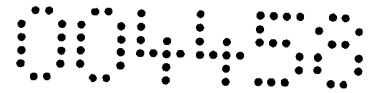


Der in der Heißentstaubungsanlage 13 abgeschiedene Feinstaub wird über Rückführleitungen 15 wieder in den Einschmelzvergaser 8 eingebracht.

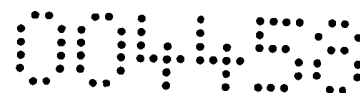
Das verbrauchte Reduktionsgas verlässt den Wirbelschichtreaktor 1 als Gichtgas durch die Gichtgasleitung 16a, durchströmt einen Gichtgas-Wäscher 17 und nach einem Verdichter 18 eine CO₂-Entfernungsanlage 19. Ein Teilstrom des solcherart aufbereiteten Gichtgases wird durch die Gichtgasleitung 16b rückgeführt und dem Reduktionsgasstrom in der Reduktionsgas-Verbindungsleitung 14a kurz vor dem Eintritt in den Wirbelschichtreaktor 3 dosiert zugeführt. Mit einer Temperaturmesseinrichtung 20 wird die momentane Reduktionsgastemperatur in der Reduktionsgas-Verbindungsleitung 14a vor dem Eintritt in den Wirbelschichtreaktor 3 gemessen und die dosierte Zumischung des aufbereiteten Gichtgases aus der Gichtgasleitung 16b erfolgt in Abhängigkeit von der optimalen Reduktionsgastemperatur am Eintritt in den Wirbelschichtreaktor 3 durch ein Mengenreguliereinrichtung 21 in der Gichtgasleitung 16b.

Über eine Zweigleitung 22 kann ein Teilstrom frischen Reduktionsgases nach einer Waschung in einem Wäscher 23 in die Gichtgasleitung 16a vor einem Verdichter 18 eingespeist werden, wodurch die Betriebsbedingungen der CO₂-Entfernungsanlage 19 verbessert werden.

Geringe Teilmengen des aufbereiteten Reduktionsgases aus dem Einschmelzvergaser 8 werden nicht durch den Wirbelschichtreaktor 3 der Endreduktionsstufe geleitet, sondern durch Reduktionsgas-Verbindungsleitungen 14d und 14e den Wirbelschichtreaktoren 2 und 1 der Vorreduktionsstufe unmittelbar zugeleitet. Die Reduktionsgas-Verbindungsleitung 14d mündet in die Reduktionsgas-Verbindungsleitung 14b knapp vor der Einmündung in den Wirbelschichtreaktor 2 und die Reduktionsgas-Verbindungsleitung 14e mündet in die Reduktionsgas-Verbindungsleitung 14c knapp vor der Einmündung in den Wirbelschichtreaktor 1. Durch die Zumischung von frischem Reduktionsgas zu dem zumindest durch das Durchströmen eines Wirbelschichtreaktors bereits teilverbrauchten Reduktionsgases wird sowohl die Qualität des Reduktionsgases als auch dessen Eintrittstemperatur in den jeweiligen Wirbelschichtreaktor 1 oder 2 entsprechend angehoben, wodurch der Vorreduktionsgrad verbessert wird. Zur dosierten Zumischung des frischen Reduktionsgases ist den Reduktionsgas-Verbindungsleitungen 14d, 14e ebenfalls eine Mengenreguliereinrichtung 21 und gegebenenfalls den Reduktionsgas-Verbindungsleitungen 14d, 14e zur genaueren Regelung der Zumischung eine Temperaturmesseinrichtung 20 zugeordnet.

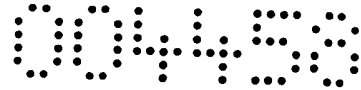


In den Einschmelzvergaser 8 münden eine oder mehrere Förderleitungen 9 für feste Kohlenstoffträger und eine Luftleitung für sauerstoffhaltige Gase. Im Einschmelzvergaser 8 sammelt sich unterhalb der Einschmelzvergasungszone 8a schmelzflüssiges Roheisen bzw. schmelzflüssiges Stahlvormaterial und schmelzflüssige Schlacke, die über Abstiche 23, 24 abgestochen werden.

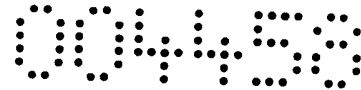


Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten aus feinteilchenförmigem eisenoxidhaltigem Material, wobei feinteilchenförmiges eisenoxidhaltiges Material mit Hilfe eines Reduktionsgases in mindestens einer Vorreduktionsstufe vorreduziert und anschließend in einer Endreduktionsstufe zu Eisenschwamm reduziert wird, der Eisenschwamm in einer Einschmelzvergasungszone unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas erschmolzen und ein CO- und H₂-haltiges Reduktionsgas erzeugt wird, welches in die Endreduktionsstufe eingeleitet, dort umgesetzt, abgezogen, anschließend in mindestens eine Vorreduktionsstufe eingeleitet, dort umgesetzt und abgezogen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Mengenanteil des feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Materials über mindestens eine Vorreduktionsstufe und eine Endreduktionsstufe in eine Einschmelzvergasungszone und ein weiterer Mengenanteil des feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Materials direkt oder gemeinsam mit den Kohlenstoffträgern und dem sauerstoffhaltigen Gas in die Einschmelzvergasungszone eingebracht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der direkt oder gemeinsam mit den Kohlenstoffträgern und dem sauerstoffhaltigen Gas in die Einschmelzvergasungszone eingebrachte Mengenanteil des feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Materials 10% bis 20% der Gesamtmenge des eingesetzten feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Materials beträgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einschmelzvergasungszone Kohlenstoffträger und sauerstoffhaltiges Gas in einer Menge zugeführt werden, damit der Anteil an CO₂ im die Einschmelzvergasungszone verlassenden Reduktionsgas in einem Bereich von 4% bis 9%, vorzugsweise in einem Bereich von weniger als 6 %, liegt.



4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, **dass** das aus der Einschmelzvergassungszone austretende Reduktionsgas einer Heißentstaubung unterzogen wird und nachfolgend der Endreduktionsstufe und vorzugsweise allen Vorreduktionsstufen mit einer erhöhten spezifischen Reduktionsgasmenge zugeführt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** von dem aufbereiteten Reduktionsgas nach der Heißentstaubung eine Teilmenge von mindestens 70 % der Endreduktionsstufe und eine Teilmenge von bis zu 30 % unmittelbar den Vorreduktionsstufen zugeführt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** 5 % bis 15 %, vorzugsweise etwa 10 %, des aufbereiteten Reduktionsgases dem die Endreduktionsstufe verlassenden Reduktionsgas vor dem Eintritt in die vorgelagerte Vorreduktionsstufe zugemischt werden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das aufbereitete Reduktionsgas nach der Heißentstaubung auf eine höhere Temperatur eingestellt wird, als dies für die Fertigreduktion des feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Materials in der Endreduktionsstufe notwendig ist.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das aufbereitete Reduktionsgas nach der Heißentstaubung auf eine Temperatur von 820°C bis 920°C, vorzugsweise auf eine Temperatur von 880°C eingestellt wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Feineinstellung der Reduktionsgastemperatur für die Endreduktionsstufe durch dosierte Zugabe des aus der vorzugsweise ersten Vorreduktionsstufe abgezogenen und aufbereiteten Gichtgas erfolgt.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** ein Teil des in der Endreduktionsstufe hergestellten Eisenschwamms ausgeschleust und abgekühlt wird.

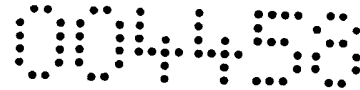


11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Teilmenge von etwa 5 % bis 15 %, vorzugsweise etwa 10%, der erzeugten Gesamtmenge an Eisenschwamm aus der Endreduktionsstufe ausgeschleust und abgekühlt wird.

12. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, mit mindestens zwei hintereinander in Serie geschalteten Wirbelschichtreaktoren (1, 2, 3), wobei feinteilchenförmiges eisenoxidhaltiges Material von Wirbelschichtreaktor zu Wirbelschichtreaktor über Förderleitungen (5, 5a, 6a, 6b) in einer Richtung und das Reduktionsgas von Wirbelschichtreaktor zu Wirbelschichtreaktor über Reduktionsgas-Verbindungsleitungen (14a, 14b, 14c) in die entgegengesetzte Richtung geführt ist, und mit einem Einschmelzvergaser (8), in den eine den Eisenschwamm aus dem in Fließrichtung des feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Materials letztangeordneten Wirbelschichtreaktor (3) führenden Förderleitung (7) mündet, der eine Zuleitung (9) für Kohlenstoffträger und eine Zuleitung (11) für sauerstoffhaltige Gase, sowie Abstiche (23, 24) für Roheisen bzw. Stahlvormaterial und Schlacke, sowie eine in den in Fließrichtung des eisenoxidhaltigen Materials letztangeordneten Wirbelschichtreaktor (3) mündende Reduktionsgas-Ableitung (12) für im Einschmelzvergaser gebildetes Reduktionsgas aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine erste Zweigförderleitung (5a) für einen Mengenanteil des feinteilchenförmiges eisenoxidhaltiges Material durch eine Förderleitung (6a, 6b) von Wirbelschichtreaktor zu Wirbelschichtreaktor und eine anschließende Förderleitung (7) zum Einschmelzvergaser gebildet ist und eine zweite Zweigförderleitung (5b) für einen weiteren Mengenanteil des feinteilchenförmiges eisenoxidhaltiges Material durch eine Verbindungs-Förderleitung von einer Aufgabevorrichtung (4) direkt in den Einschmelzvergaser (8) gebildet ist.

13. Anlage nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Zweigförderleitung (5b) für den weiteren Mengenanteil des feinteilchenförmiges eisenoxidhaltiges Material eine Verbindungs-Förderleitung (9) von einer Aufgabevorrichtung (10) zur Zuleitung für Kohlenstoffträger und eine Verbindungsleitung (11) für sauerstoffhaltige Gase zum Einschmelzvergaser umfasst.

14. Anlage nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Zweigförderleitung (5b) für die Durchleitung von 10% bis 15% der Gesamtmenge des eingesetzten feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Materials ausgelegt ist.



15. Anlage nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Reduktionsgas-Ableitung (12) eine Heißentstaubungsanlage (13), vorzugsweise ein Heißgaszyklon, geschaltet ist, dass in der Reduktionsgas-Ableitung (14a) eine Temperaturmesseinrichtung (20) zur Erfassung der Reduktionsgastemperatur angeordnet ist und ausgangsseitig der CO₂-Entfernungsanlage (19) eine Gichtgasleitung (16b) mit einer Zulaufmengen-^WRegeleinrichtung (21) zur Einstellung der Reduktionsgastemperatur in der zum Wirbelschichtreaktor (3) der Endreduktionsstufe führenden Reduktionsgas-Ableitung (14a) mündet.
16. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich zu den von Wirbelschichtreaktor zu Wirbelschichtreaktor führenden Reduktionsgas-Verbindungsleitungen (14b, 14c) und der zum Wirbelschichtreaktor führenden Reduktionsgas-Ableitung (14a) einzelne Reduktionsgas-Verbindungsleitungen (14d, 14e) zwischen der Reduktionsgas-Ableitung (14a) und den mindestens einem Wirbelschichtreaktor (1, 2) der Vorreaktionsstufe vorgesehen sind und diesen Reduktionsgas-Verbindungsleitungen (14d, 14e) Mengenreguliereinrichtungen (21) zur dosierten Zumischung von Reduktionsgas zugeordnet sind.
17. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem letzten der in Serie geschalteten Wirbelschichtreaktoren (3) neben einer Förderleitung (7) zur Überleitung von Eisenschwamm in den Einschmelzvergaser (9) eine zusätzliche Förderleitung (7a) zum Ausschleusen einer Teilmenge des Eisenschwammes zugeordnet ist, die zu einer Kühleinrichtung führt.

Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC ^B : C21B 13/14 (2006.01); C22B 5/12 (2006.01); C22B 5/18 (2006.01); F27B 19/04 (2006.01); F27B 15/00 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß ECLA:		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): C21B, C22B, F27B		
Konsultierte Online-Datenbank: WPI, EPODOC, X-FULL		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 28. April 2006 eingereichten Ansprüchen 1-17 erstellt.		
Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	AT 409387 B (VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH & CO) 25. Juli 2002 (25.07.2002) <i>Abstract; Beschreibung, Seite 3, Zeilen 5 - 37, Zeilen 47 - 50; Ansprüche 1, 2, 4, 13</i>	1,12
	--	
Y	AT 406485 B (VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH) 25. Mai 2000 (25.05.2000) <i>Abstract; Beschreibung, Seite 2, Zeilen 1 - 12; Ansprüche 1, 4, 6, 9</i>	1,12
	--	
A	DE 4240194 C1 (VULETIC Bogdan) 1. Juni 1994 (01.06.1994) <i>Abstract; Beschreibung, Spalte 1, Zeilen 3 - 13; Ansprüche 1, 4, 13</i>	1,4,12
	--	
A	DE 373944 A1 (KLÖCKNER-HUMBOLDT-DEUTZ AG) 20. Oktober 1988 (20.10.1988) <i>Abstract; Beschreibung, Spalte 6, Zeilen 8 -17; Ansprüche 1, 18</i>	1,12

Datum der Beendigung der Recherche: 24. Oktober 2006		<input type="checkbox"/> Fortsetzung siehe Folgeblatt
		Prüfer(in): Dr. AIGNER
¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		