

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
21. November 2013 (21.11.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/171001 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C21B 7/00 (2006.01) F27D 1/18 (2006.01)
C21B 7/22 (2006.01) F27D 3/18 (2006.01)
C21B 13/00 (2006.01) C21B 13/14 (2006.01)
F27B 15/14 (2006.01) C21B 13/02 (2006.01)
F27B 15/18 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/057121

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. April 2013 (04.04.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
12168157.1 16. Mai 2012 (16.05.2012) EP

(71) Anmelder: SIEMENS VAI METALS
TECHNOLOGIES GMBH [AT/AT]; Turmstraße 44, A-
4031 Linz (AT).

(72) Erfinder: HAUZENBERGER, Franz; Auwiesenstraße
53, A-4030 Linz (AT). MILLNER, Robert;
Porschestrasse 1, A-3382 Loosdorf (AT). PLAUL, Jan-
Friedemann; Hafnerstraße 17, A-4020 Linz (AT). REIN,
Norbert; Sonnenuhrasse 1/15, A-1060 Wien (AT).

(74) Anwalt: MAIER, Daniel; Postfach 22 16 34, 80506
München (DE).

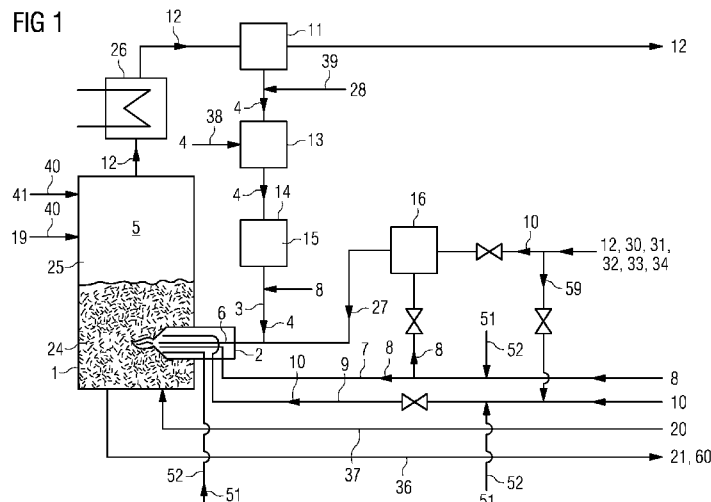
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR INTRODUCING FINE PARTICLE-SHAPED MATERIAL INTO THE FLUIDISED
BED OF A FLUIDISED BED REDUCTION UNIT

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM EINBRINGEN VON FEINTEILCHENFÖRMIGEM
MATERIAL IN DIE WIRBELSCHICHT EINES WIRBELSCHICHTREDUKTIONSAGGREGATES



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for introducing fine particle-shaped material (4) comprising ferritic particles into an fluidised bed reduction unit (1) having an fluidised bed (24), wherein the temperature in the fluidised bed (24) is greater than 300°C, preferably greater than 400°C, particularly preferably greater than 500°C and less than 900°C, preferably less than 850°C, particularly preferably less than 800°C, and wherein the fine particle-shaped material (4) is introduced directly into the fluidised bed (24) and/or in a free space (25) above the fluidised bed (24) by means of a burner (2). The invention further relates to the use of the method according to the invention for producing liquid pig iron (17) or liquid steel pre-products (18) by means of a melt reduction process in a melt reduction unit (22).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/171001 A1



TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Einbringen von eisenhaltige Partikel umfassendem feinteilchenförmigem Material (4) in ein Wirbelschichtreduktionsaggregat (1) mit einer Wirbelschicht (24), wobei die Temperatur in der Wirbelschicht (24) mehr als 300°C, bevorzugt mehr als 400°C, besonders bevorzugt mehr als 500°C und weniger als 900°C, bevorzugt weniger 850°C, besonders bevorzugt weniger als 800°C beträgt, und wobei das Einbringen des feinteilchenförmigen Materials (4) mittels eines Brenners (2) direkt in die Wirbelschicht (24) und/oder in einen Freiraum (25) über der Wirbelschicht (24) erfolgt. Weiter betrifft die Erfindung die Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung von flüssigem Roheisen (17) oder flüssigen Stahlvorprodukten (18) mittels eines Schmelzreduktionsprozesses in einem Schmelzreduktionsaggregat (22).

Titel

Verfahren und Vorrichtung zum Einbringen von feinteilchenförmigem Material in die Wirbelschicht eines Wirbelschichtreduktionsaggregates.

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Einbringen von eisenhaltige Partikel umfassendem feinteilchenförmigem Material in ein Wirbelschichtreduktionsaggregat mittels eines Brenners, wobei gegebenenfalls eine Teilmenge des feinteilchenförmigen Materials aus Entstaubungsvorrichtungen stammt. Weiter betrifft die Erfindung die Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten mittels eines Schmelzreduktionsprozesses in einem Schmelzreduktionsaggregat.

Stand der Technik

In einem Roheisenherstellungsprozess fallen unterschiedliche Prozessgase, beispielsweise Offgas aus einem Wirbelschichtreduktionsaggregat oder aus einem Reduktionsaggregat mit Festbett an, welche vor einer weiteren Nutzung oder vor deren Freisetzung in die Umwelt von mitbeförderten Feststoffpartikeln weitgehend befreit werden müssen. Dies erfolgt in Entstaubungseinrichtungen, insbesondere in Trockenentstaubungseinrichtungen, wobei die bei der Entstaubung abgeschiedenen Feststoffpartikel oftmals Eisen- oder Eisenverbindungen enthalten, welche aus Wirtschaftlichkeitsgründen und Umweltschutzgründen dem Roheisenherstellungsprozess wieder zugeführt werden.

Beispielsweise fällt im Zuge der Roheisenherstellung mittels FINEX® - Verfahren bei der Trockenentstaubung des FINEX® - Offgases mittels Schlauchfilter beziehungsweise Heißgasfilter stündlich eine Staubmasse an, welche rund 2% der Masse des stündlichen Feinerzeinsatzes entspricht. Der Anteil des in

dieser anfallenden Staubmasse enthaltenen Eisens und/oder der in dieser anfallenden Staubmasse enthaltenen Eisenverbindungen beträgt etwa 65%. Der Anteil des in dieser anfallenden Staubmasse enthaltenen Kohlenstoffs und/oder der in dieser anfallenden Staubmasse enthaltenen Kohlenstoffverbindungen beträgt etwa 6%.

Die unmittelbare Rückführung dieser teils vorreduzierten Feststoffpartikel in ein Wirbelschichtreduktionsaggregat, bei der die Feststoffpartikel ohne einer vorhergehenden Agglomerierung zu Agglomeraten in das Wirbelschichtreduktionsaggregat rückgeführt werden, ist insofern problematisch, als die Korngröße der Feststoffpartikel zu gering ist - eine typische Korngrößenverteilung D_{50} solcher Feststoffpartikel liegt zwischen 6µm und 9µm -, was einen sofortigen Austrag der eingebrachten Feststoffpartikel aus dem Wirbelschichtreduktionsaggregat zur Folge hätte. Aus diesem Grund werden nach dem Stand der Technik die Feststoffpartikel vor dem Einbringen in das Wirbelschichtreduktionsaggregat üblicherweise zu größeren Einheiten verdichtet, insbesondere agglomeriert. Diese Agglomerierung erfolgt mittels eigenen Agglomeriervorrichtungen. Die Feststoffpartikel werden in die Agglomeriervorrichtung eingebracht und dort zu Agglomeraten agglomeriert. Anschließend werden diese Agglomerate mittels geeigneter Chargiervorrichtungen in das Wirbelschichtreduktionsaggregat eingebracht. Nachteilig dabei ist, dass eigene Agglomeriervorrichtungen benötigt werden, welche viel Platz benötigen und deren Betreiben zusätzliche Kosten verursacht.

Die DE 1154817 beschreibt ein Verfahren zum Reduzieren von Eisenerz unter Einführung von feinzerkleinertem Eisenerz, Flussmittel, Brennstoff, Sauerstoff und/oder Luft durch Brenner in eine Reaktionskammer, wobei die Reaktionskammer als Schmelzofen ausgebildet ist. Dabei wird das feinzerkleinerte Eisenerz direkt mittels eines im Dombereich der Reaktionskammer angebrachten und mit seiner Achse senkrecht zur Oberfläche eines in der Reaktionskammer vorhandenen Schmelzbades aus flüssigem Eisen und flüssiger Schlacke auf diese Oberfläche geleitet.

Ähnlich wie die DE 1154817 offenbart die US 2688478 einen Reduktions- beziehungsweise Schmelzofen zur Reduktion und zum Einschmelzen von Eisenerz sowie zur Produktion von Gas und Energie. Dabei wird mittels an der Unterseite des Schmelzofens und knapp über dem Schmelzbad und mit ihren Längsachsen in Richtung Schmelzbadoberfläche angebrachten und in den Schmelzofen ragenden Einlässen Feinerz und gegebenenfalls Zusatzstoffe mit Hilfe eines sauerstoffhaltigen Gases in den Schmelzofen eingeblasen, wobei das eingeblasene Material direkt auf die Schmelzbadoberfläche geblasen und an dieser eingeschmolzen wird.

Ebenso wie die US 2688478 offenbart die GB 882909 einen Schmelzofen und ein Verfahren zum Einschmelzen von Eisenerz, wobei mittels einer an der Oberseite des Schmelzofens angebrachten Brennvorrichtung Feinerz unter Zugabe von Sauerstoff und eines Brennstoffes in den Schmelzofen eingebracht werden und die Verbrennungsprodukte direkt auf die Oberfläche des im Schmelzofen vorhandenen Schmelzbades oder Schlackenbades auftreffen und eingeschmolzen werden.

Die WO 9815661 zeigt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von flüssigem Roheisen, bei dem feinteilchenförmige Eisenoxidträger mittels eines Staubbrenners in die Einschmelzvergasungszone eines Einschmelzvergasers eingebracht werden. Dabei werden die feinteilchenförmigen Eisenoxidträger vor dem Einbringen in den Einschmelzvergaser mittels von der Vorrichtung zugeordneten Einrichtungen zur Reduktion der Eisenoxidträger reduziert.

Nachteilig dabei ist der erforderliche zusätzliche apparative Aufwand für die Einrichtungen zur Reduktion der Eisenoxidträger.

In der WO 02088401 ist ein Verfahren zur Herstellung von Roheisen im Rahmen eines COREX® - Verfahrens dargestellt, wobei das von einem Einschmelzvergaser abgezogene Exportgas von Staub befreit wird, und der Staub mittels eines Staubbrenners zusammen mit einem sauerstoffhaltigen Gas und

kohlenstoffhaltigen Material wieder in den Einschmelzvergaser eingebracht wird.

Die WO9802586 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von flüssigem Roheisen, wobei mittels im Dombereich beziehungsweise auf Höhe des Fließbettes eines Einschmelzvergasers angebrachter Brenner feinkörniges und reduziertes Eisenerz oder Staub in den Einschmelzvergaser eingebracht werden.

WO 9748825 beschreibt eine Vorrichtung zur Herstellung einer Metallschmelze mittels eines Einschmelzvergasers, bei der teilreduzierte und einen Feinanteil aufweisende Metallträger in den Einschmelzvergaser eingebracht werden, wobei diese zunächst auf eine mittels eines Brenners beheizbare Auffangvorrichtung, welche zentral im Dombereich des Einschmelzvergasers angeordnet ist, auftreffen, auf dieser teilweise aufgeschmolzen und anschließend durch Gravitationswirkung in die Einschmelzvergasungszone des Einschmelzvergasers gelangen und dort eingeschmolzen werden.

Bei den oben genannten, aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren, wird das feinteilchenförmige Material entweder in ein Schmelzreduktionsaggregat eingebracht und dort eingeschmolzen oder nach einer Agglomerierung in einer Agglomeriervorrichtung in ein Wirbelschichtreduktionsaggregat eingebracht. Ein wesentlicher Nachteil bei ersterem Verfahren liegt darin, dass die Rückführung des feinteilchenförmigen Materials in den Roheisenherstellungsprozess durch Einbringen des feinteilchenförmigen Materials in das Schmelzreduktionsaggregat erfolgt. Das feinteilchenförmige Material muss im Schmelzreduktionsaggregat noch reduziert beziehungsweise fertigreduziert werden. Dadurch wird aber der Einschmelz- beziehungsweise der Vergasungsprozess in der Einschmelzvergasungszone des Schmelzreduktionsaggregates nachteilig beeinträchtigt. Daher ist die Rückführung von solchem feinteilchenförmigen Material in den Roheisenherstellungsprozess durch Einbringen des feinteilchenförmigen Materials in das Schmelzreduktionsaggregat mengenmäßig begrenzt.

Es kann also bei diesem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren keine beliebig große Menge an solchem feinteilchenförmigen Material in den Roheisenherstellungsprozess rückgeführt beziehungsweise eingesetzt werden. Zweiteres Verfahren
5 hat den Nachteil, dass eigene Agglomeriervorrichtungen erforderlich sind. Diese benötigen viel Platz und verursachen zudem hohe zusätzliche Kosten.

Zusammenfassung der Erfindung

10

Technische Aufgabe

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Verfahrens und einer Vorrichtung, bei dem eine große Menge an eisenhaltige Partikel umfassendem feinteilchenförmigem
15 Material einfach und ohne vorherige Behandlung unmittelbar in einem Roheisenherstellungsprozess und/oder Direktreduktionsprozess eingesetzt werden kann, ohne den Roheisenherstellungsprozess nachteilig zu beeinflussen.

20

Technische Lösung

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zum Einbringen von eisenhaltige Partikel umfassendem feinteilchenförmigem Material in ein Reduktionsaggregat gelöst, bei
25 dem das Reduktionsaggregat ein Wirbelschichtreduktionsaggregat mit einer Wirbelschicht ist, bei dem die Temperatur in der Wirbelschicht mehr als 300°C, bevorzugt mehr als 400°C, besonders bevorzugt mehr als 500°C und weniger als 900°C, bevorzugt weniger 850°C, besonders bevorzugt weniger als 800°C
30 beträgt, bei dem das Einbringen des feinteilchenförmigen Materials mittels eines Brenners direkt in die Wirbelschicht und/oder in einen Freiraum über der Wirbelschicht erfolgt, und bei dem das feinteilchenförmige Material während des Einbringens zu Agglomeraten agglomeriert wird, wonach die Agglomerate so lange in der Wirbelschicht des Wirbelschichtreduktionsaggregats gehalten werden, bis sie wieder aus dem Wirbelschichtreduktionsaggregat ausgebracht werden.
35

Das feinteilchenförmige Material weist eine Korngrößenverteilung D_{50} auf, bei dem ein Einbringen, beispielsweise Einblasen, des feinteilchenförmigen Materials in die Wirbelschicht des Wirbelschichtreduktionsaggregat mit großen Schwierigkeiten, insbesondere durch den Austrag des eingebrachten Materials mit einem das Wirbelschichtreduktionsaggregat im Gegenstrom durchsetzenden Reduktionsgas aus dem Wirbelschichtreduktionsaggregat, verbunden ist. Das feinteilchenförmige Material weist vorzugsweise eine Korngrößenverteilung D_{50} von kleiner als $50\mu\text{m}$ auf. Vorzugsweise liegt die Korngrößenverteilung D_{50} des feinteilchenförmigen Materials zwischen $2\mu\text{m}$ und $10\mu\text{m}$. Mit Korngrößenverteilung oder Partikelgrößenverteilung D_{50} wird der Median der Durchmesser aller in dem feinteilchenförmigen Material enthaltenen Partikel bezeichnet. Beispielsweise bedeutet $D_{50} = 5\mu\text{m}$, dass die eine Hälfte der Partikel des feinteilchenförmigen Materials einen Durchmesser von weniger als $5\mu\text{m}$ und die andere Hälfte der Partikel des feinteilchenförmigen Materials einen Durchmesser von mehr als $5\mu\text{m}$ aufweist. Erfindungsgemäß umfasst das feinteilchenförmige Material eisenhaltige Partikel. Umfassen ist in dem Sinn zu verstehen, dass das feinteilchenförmige Material jedenfalls eisenhaltige Partikel enthält, jedoch zusätzliche andere Stoffe enthalten kann. Die eisenhaltigen Partikel des feinteilchenförmigen Materials können aus dem Element Eisen bestehen oder die Partikel bestehen aus Eisen enthaltenden Verbindungen, beispielsweise Eisenoxide, Eisenerze oder Feineisenerze. Weiters umfasst der Begriff „eisenhaltige Partikel“ auch eine Mischung aus Partikeln die aus Eisen bestehen und Partikel die aus Eisen enthaltenden Verbindungen bestehen.

Das feinteilchenförmige Material wird erfindungsgemäß in das Wirbelschichtreduktionsaggregat, eingebracht. Die in das Wirbelschichtreduktionsaggregat eingebrachten eisenhaltigen Partikel werden, sofern diese Partikel oxidische Anteile enthalten, mittels eines vorzugsweise Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid umfassenden Reduktionsgases zu Eisenvorprodukten und/oder Eisenprodukten reduziert oder teilweise reduziert. Teilweise reduziert bedeutet, dass zumindest einige Partikel

mit oxidischen Anteilen nach ihrer Reduktion zumindest ein Sauerstoffatom weniger enthalten.

Das Einbringen des feinteilchenförmigen Materials mittels des Brenners in das Wirbelschichtreduktionsaggregat erfolgt derart, dass das feinteilchenförmige Material mittels des Brenners in die Wirbelschicht und/oder in den Freiraum über der Wirbelschicht des Wirbelschichtreduktionsaggregates eingebracht wird. Das feinteilchenförmige Material kann gegebenenfalls auch mittels mehrerer, über den Mantel des Reduktionsaggregates verteilte Brenner, in das Wirbelschichtreduktionsaggregat eingebracht werden, wobei das feinteilchenförmige Material mittels einer vom Brenner ausgehenden Flamme in das Wirbelschichtreduktionsaggregat befördert beziehungsweise geblasen wird und/oder das feinteilchenförmige Material während des Einbringens in das Wirbelschichtreduktionsaggregat mittels des Brenners zumindest mit einem Teil der vom Brenner ausgehenden Flamme in Berührung kommt oder mit dieser in Wechselwirkung tritt. Bei Vorhandensein mehrerer Brenner erfolgt die Aufteilung der jeweils mittels eines bestimmten Brenners eingebrachten Menge an feinteilchenförmigem Material beliebig und kann gezielt und jederzeit den jeweiligen Prozessanforderungen im Wirbelschichtreduktionsaggregat angepasst werden.

Unter Wirbelschicht versteht man eine Schüttung von feinteilchenförmigem Material, welche durch eine aufwärtsgerichtete Strömung eines Fluids, vorzugsweise durch eine aufwärtsgerichtete Strömung des Reduktionsgases, in einen fluidisierten Zustand versetzt wird. Die Schüttung hat fluidähnliche Eigenschaften, beispielsweise die Eigenschaften von Wasser. Dabei wird zwischen homogenen Wirbelschichten mit einer räumlich gleichmäßigen Verteilung des im Wirbelschichtaggregat vorhandenen feinteilchenförmigen Materials und inhomogenen Wirbelschichten mit einer räumlich ungleichmäßigen Verteilung des im Wirbelschichtreduktionsaggregat vorhandenen feinteilchenförmigen Materials unterschieden. Zusätzlich sind stationäre oder blasenbildende Wirbelschichten, bei denen die Schüttung eine deutliche Grenze besitzt, aus der nur sehr wenig fein-

teilchenförmiges Material ausgetragen wird, bekannt. Als zirkulierende Wirbelschichten werden Wirbelschichten bezeichnet, bei denen die Schüttung keine deutliche obere Grenze mehr besitzt, das heißt, das feinteilchenförmige Material wird in
5 große Maß aus der Wirbelschicht (Schüttung) ausgetragen. Blasenbildende Wirbelschichten weisen einen Volumsanteil von etwa 20% - 40% an feinteilchenförmigem Material auf. Oberhalb der sogenannten „dichten“ Zone der Wirbelschicht, das ist jene Zone im Wirbelschichtreduktionsaggregat mit einem
10 Volumsanteil des feinteilchenförmigen Materials über 5%, befindet sich der Freiraum über der Wirbelschicht mit einem Volumsanteil an feinteilchenförmigem Material von weniger als 5%. Erfindungsgemäß wird das feinteilchenförmige Material direkt in die Wirbelschicht und/oder in den Freiraum über der
15 Wirbelschicht des Wirbelschichtreduktionsaggregates eingebracht.

Erfindungsgemäß wird das feinteilchenförmige Material während des Einbringens zu Agglomeraten agglomeriert, wonach die Agglomerate so lange in der Wirbelschicht des Wirbelschichtreduktionsaggregats gehalten werden, bis sie wieder aus dem
20 Wirbelschichtreduktionsaggregat ausgebracht werden.

Mittels einer vom Brenner ausgehenden Flamme, beziehungsweise
25 mittels der von der Flamme auf die eisenhaltigen Partikel übertragenen Wärmeenergie und/oder einer im Bereich der Flamme vorliegenden Gaszusammensetzung, welche sich von der außerhalb des Bereiches der Flamme vorliegenden Gaszusammensetzung unterscheidet, wird das feinteilchenförmige Material nur
30 an der Oberfläche angeschmolzen. Dadurch verschmelzen die einzelnen Bestandteile des feinteilchenförmigen Materials zu mehr oder weniger großen Agglomeraten. Diese Agglomerate werden durch das von unten nach oben durch das Wirbelschichtreduktionsaggregat strömende Reduktionsgas in einem Schwebezustand gehalten. Die Größe der sich bildenden Agglomerate ist
35 abhängig von der Temperatur der Flamme. Die Temperatur der Flamme, beziehungsweise die Brennflecktemperatur, das ist die Temperatur in unmittelbarer Umgebung der Flamme, wird demnach derart eingestellt, dass die Agglomerate durch das Redukti-

onsgas weder aus dem Wirbelschichtreduktionsaggregat ausge-
tragen werden, noch nach unten auf den Boden des Wirbel-
schichtreduktionsaggregates sinken. Vielmehr führen die Ag-
glomerate in der Wirbelschicht beziehungsweise im Freiraum
5 über der Wirbelschicht eine durch den Reduktionsgasstrom her-
vorgerufene zufällige Bewegung aus - sie befinden sich in ei-
nem Schwebezustand innerhalb der Wirbelschicht.

Die Temperatur in der Wirbelschicht beziehungsweise im Frei-
raum über der Wirbelschicht beträgt mehr als 300°C, bevorzugt
10 mehr als 400°C, besonders bevorzugt mehr als 500°C und weni-
ger als 900°C, bevorzugt weniger 850°C, besonders bevorzugt
weniger als 800°C. Diese Temperatur liegt unter der Schmelz-
temperatur des feinteilchenförmigen Materials. Die Agglomera-
15 te werden im Wirbelschichtreduktionsaggregat nicht einge-
schmolzen. Die Agglomerate werden deshalb auch als solche
wieder aus dem Wirbelschichtreduktionsaggregat ausgebracht.

Das Einbringen des feinteilchenförmigen Materials in Form von
20 Agglomeraten in die Wirbelschicht des Wirbelschichtredukti-
onsaggregates hat ein Ansteigen der Korngrößenverteilung
(beispielsweise der D_{50}) des eingebrachten feinteilchenförmigen
Materials zur Folge, womit unmittelbar eine Verringerung
des mit dem Reduktionsgas ausgetragenen Anteils an feinteil-
25 chenförmigem Material beziehungsweise des Anteils der
eisenhaltigen Partikel - die Wertstoffe - aus dem Wirbel-
schichtreduktionsaggregat verbunden ist. Dadurch können die
im Rahmen eines Roheisenherstellungsprozesses, beispielsweise
ein FINEX® - Prozess, durch den Austrag von Wertstoffen aus
30 dem Wirbelschichtreduktionsaggregat verursachten Verluste an
Wertstoffen, insbesondere die eisenhaltigen Partikel, mini-
miert werden. Zusätzlich wird die Stabilität und die Leis-
tung, welche der Masse an kompaktierten Einheiten pro Zeit-
einheit entspricht, einer dem Wirbelschichtreduktionsaggregat
35 gegebenenfalls nachgeschalteten Kompaktiervorrichtung zur
Kompaktierung der im Wirbelschichtreduktionsaggregat herge-
stellten Eisenvorprodukte und/oder Eisenprodukte erhöht. Zu-
sätzlich wird eine ohne die Anwendung des erfindungsgemäßen
Verfahrens sonst notwendige Agglomerationsvorrichtung zur

Agglomerierung der eisenhaltigen Partikel vor dem Einbringen in das Wirbelschichtreduktionsaggregat überflüssig.

In Zusammenhang mit einem Anlagenverbund, bei dem mehrere
5 Wirbelschichtreduktionsaggregate mit Wirbelschichtverfahren in Kaskade geschaltet sind, können die Mengen des eingebrachten feinteilchenförmigen Materials beliebig auf die unterschiedlichen Wirbelschichtreduktionsaggregate aufgeteilt werden.

10 Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass im Rahmen eines Roheisenherstellungsprozesses und/oder Direktreduktionsprozesses große Mengen dieses feinteilchenförmigen Materials direkt und ohne vorherige Behandlung wie beispielsweise Agglomerierung
15 zu Agglomeraten in einer eigenen Agglomeriervorrichtung, in das Wirbelschichtreduktionsaggregat oder - im Falle eines Anlagenverbundes mit mehreren Wirbelschichtreduktionsaggregaten - in die jeweiligen Wirbelschichtreduktionsaggregate eingebracht werden können. Insbesondere ist dieses Verfahren dazu
20 geeignet, sehr große Mengen an nicht und/oder nicht fertigreduziertem feinteilchenförmigen Material in den Roheisenherstellungsprozess rückzuführen, ohne dabei die Qualität des Roheisenherstellungsprozesses negativ, wie im Stand der Technik, zu beeinflussen. Im Stand der Technik wird das feinteil-
25 chenförmige Material üblicherweise in ein Schmelzreduktionsaggregat eingebracht. Dadurch wird aber der Einschmelz- beziehungsweise der Vergasungsprozess in der Einschmelzvergasungszone des Schmelzreduktionsaggregates nachteilig beeinträchtigt.

30 Eine Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Teilmenge des feinteilchenförmigen Materials aus einer Entstaubungsvorrichtung, insbesondere einer Trockentstaubungsvorrichtung, eines Schmelzreduktionsaggregates und/oder einer Direktreduktionsanlage stammt.
35

Unter Direktreduktionsanlage ist ein, zumindest ein Reduktionsaggregat umfassendes System zu verstehen, welches geeignet ist, eisenoxidhaltiges Material zu reduzieren. Unter Schmelz-

reduktionsaggregat ist Aggregat beziehungsweise ein System zu verstehen, welches derart ausgebildet ist, dass es eisenoxidhaltiges Material reduzieren und aufschmelzen kann – beispielsweise ein Hochofen oder eine FINEX® - Anlage.

5

Durch diese Ausführungsform kann mittels Entstaubungsvorrichtungen abgeschiedenes feinteilchenförmiges Material wieder in den Roheisenherstellungsprozess rückgeführt werden. Der Begriff Entstaubungsvorrichtung umfasst insbesondere Trocken-
10 entstaubungsvorrichtungen zur Reinigung von aus dem Wirbelschichtreduktionsaggregat abgezogenem Offgas und/oder von Ventgas aus einer Kompaktiervorrichtung, beispielsweise für HCI (hot compacted iron) und/oder Gießhallenentstaubungen. Handelt es sich um Nassentstaubungsvorrichtungen beziehungs-
15 weise Wäscher, so ist eine Rückführung der bei der Nassentstaubung abgeschiedenen Schlämme und Stäube, gegebenenfalls nach einer Trocknung der abgeschiedenen Schlämme und Stäube, als feinteilchenförmiges Material in das Wirbelschichtreduktionsaggregat möglich.

20

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass zumindest bei einer Teilmenge des die eisenhaltigen Partikel umfassenden feinteilchenförmigen Materials während des Einbringens mittels des Brenners zumindest
25 eine Reaktion aus der Gruppe bestehend aus den Reaktionen

- a. Oxidation der eisenhaltigen Partikel,
 - b. Reduktion der eisenhaltigen Partikel,
 - c. Vergrößerung der Porosität der eisenhaltigen Partikel,
 - 30 d. Trocknung des feinteilchenförmigen Materials,
- abläuft.

Weisen die eisenhaltigen Partikel beispielsweise magnetitischen Anteile auf, so werden bei Vorliegen einer für
35 Magnetit oxidierenden Gaszusammensetzung im Bereich der Flamme die magnetitischen Anteile zumindest teilweise zu hämatitischen Anteilen oxidiert. Zumeist sind im Wirbelschichtreduktionsaggregat die hämatitischen Anteile besser als die magnetitischen Anteile reduzierbar.

Enthalten die in das Wirbelschichtreduktionsaggregat einzu-
bringenden eisenhaltigen Partikel beziehungsweise das fein-
teilchenförmige Material eine für die Reduktion im Wirbel-
schichtreduktionsaggregat ungünstig hohe Feuchtigkeit, so
5 wird diese während des Einbringens reduziert. Das heißt, wäh-
rend des Einbringens der eisenhaltigen Partikel beziehungs-
weise des feinteilchenförmigen Materials erfolgt eine Trock-
nung des feinteilchenförmigen Materials.

10

Ein weiterer Vorteil ist dadurch gegeben, dass während des
Einbringens der eisenhaltigen Partikel die Porosität der
eisenhaltigen Partikel vergrößert wird – dies führt zu einer
Beschleunigung des Reduktionsvorganges im Wirbelschichtreduk-
tionsaggregat.

15

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung ist dadurch ge-
kennzeichnet, dass das feinteilchenförmige Material mittels
eines Fördergases pneumatisch zum Brenner transportiert wird.

20

Das feinteilchenförmige Material wird mit dem Fördergas
mitbewegt beziehungsweise von diesem angetrieben oder mittels
des Fördergases zu dem Brenner geblasen. Der Vorteil, der
sich durch den pneumatischen Transport des feinteilchenförmigen
Materials ergibt, ist der, dass das feinteilchenförmige
25 Material tragende Vorrichtungen, beispielsweise Förderbänder,
unnötig und lediglich das feinteilchenförmige Material zumin-
dest teilweise umschließende Vorrichtungen, beispielsweise
Rohrleitungen, notwendig sind. Dadurch wird ein während des
Transportes gegebenenfalls auftretender Verlust von feinteil-
chenförmigem Material minimiert beziehungsweise verhindert.

30

Besonders bevorzugt ist das Verfahren, wenn die eisenhaltigen
Partikel zumindest ein Mitglied aus der Gruppe bestehend aus
den Mitgliedern Magnetitpartikel, Staub aus einer Entstaub-
ungsvorrichtung, insbesondere einer Trockenentstaubungsvor-
richtung, Offgasstaub aus einer Trockenentstaubungsvorrich-
tung, Staub aus einer Kompaktiervorrichtung, insbesondere aus
35 einer Heißkompaktiervorrichtung (hot compacted iron plant),

aus einer Brikettiervorrichtung oder aus einer Heißbrikettiervorrichtung und Hüttenwerkstäube, insbesondere Stäube aus einer Gießhallenentstaubung, Feineisenerze - vorzugsweise Feineisenerze < 200µm,

5 umfassen.

Hieraus ergibt sich der Vorteil, dass ein Großteil der in Trockenentstaubungsvorrichtungen oder im Rahmen des Roheisenherstellungsprozesses anfallenden eisenhaltigen Partikel wieder in den Roheisenherstellungsprozess rückgeführt werden
10 können. Die Feineisenerze bestehen aus Feineisenerzpartikel. Ein Anteil von 90% - 95% der Feineisenerzpartikel weist einen Durchmesser von kleiner als 200µm auf.

Eine Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt sich
15 dadurch, dass das feinteilchenförmige Material kohlenstoffhaltige Stoffe umfasst und/oder mit einer Temperatur von vorzugsweise mehr als 150°C zum Brenner transportiert wird.

20 Die kohlenstoffhaltigen Stoffe werden, bei Vorhandensein von Sauerstoff in der Umgebung der kohlenstoffhaltigen Stoffe, während des Einbringens des feinteilchenförmigen Materials in das Wirbelschichtreduktionsaggregat mittels einer durch den Brenner erzeugten und von diesem ausgehenden Flamme teilweise
25 oder auch vollständig oxidiert. Bei der Oxidation des feinteilchenförmigen Materials entsteht Kohlenmonoxid und Kohlendioxid. Kohlenmonoxid ist ein Gas mit Reduktionspotential und liefert daher einen Beitrag zur Reduktion von sich im Wirbelschichtreduktionsaggregat befindenden eisenoxidhaltigen Stoffen.
30

Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass dem Wirbelschichtreduktionsaggregat weniger oder gar kein Reduktionsgas, welches aus einer anderen Quelle, beispielsweise aus einem Schmelzreduktionsaggregat stammt, zugeführt werden muss.
35

Beträgt die Temperatur des feinteilchenförmigen Materials mehr als 150°C - sogenanntes heißes feinteilchenförmiges Material - so erfolgt der Transport des heißen feinteilchenför-

migen Materials vorzugsweise mittels einer Heißfördervorrichtung. Liegt das feinteilchenförmige Material vor dessen Transport zum Brenner bereits als heißes feinteilchenförmiges Material vor, so kann das heiße feinteilchenförmige Material
5 ohne dessen vorherige Abkühlung in heißem Zustand zum Brenner transportiert werden. Dies ist mit dem Vorteil einer Steigerung der Energieeffizienz verbunden, da die Wärmeenergie, die dem feinteilchenförmigen Material beispielsweise im Brenner oder im Wirbelschichtreduktionsaggregat zur Durchführung des
10 erfindungsgemäßen Verfahrens zugeführt werden muss, reduziert wird.

Eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass der Brenner mit einem gasförmigen
15 Brennstoff und/oder einem flüssigen Brennstoff und/oder einem festen Brennstoff und/oder mit einem sauerstoffhaltigen Gas betrieben wird, wobei bei Betrieb des Brenners mit Brennstoff, der gasförmige Brennstoff und/oder der feste Brennstoff zumindest ein Mitglied aus der Gruppe bestehend aus den
20 Mitgliedern: Produktgas aus einer CO₂-Entfernungsvorrichtung, Tailgas aus einer CO₂-Entfernungsvorrichtung, Kühlgas, Exportgas, Topgas, Offgas, Koksofengas, Erdgas, durch Druck verflüssigtes Gas, Gas aus Biomassevergasung, kohlenstoff- und/oder wasserstoffhaltiges Gas und feste Kohlenstoffträger
25 und/oder feste Kohlenwasserstoffträger umfasst.

Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass sowohl die im Rahmen eines Roheisenherstellungsprozess anfallenden Prozessgase, die normalerweise einer teuren Aufbereitung vor ihrer Freisetzung in die Umwelt unterzogen werden müssten, erfindungsgemäß als Brennstoff für den Brenner eingesetzt werden können, und somit zur Steigerung der Energieeffizienz des Roheisenherstellungsprozesses führen. Sind solche Prozessgase nicht oder nicht in genügendem Ausmaß vorhanden, so können
35 dem Brenner sämtliche herkömmlichen gasförmigen und festen Brennstoffe, sowie auch sauerstoffhaltiges Gas zugeführt werden.

Eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass der gasförmige Brennstoff und/oder der feste Brennstoff nach Austritt aus dem Brenner zumindest teilweise mit einem sauerstoffhaltigen Gas oxidiert wird und das sauerstoffhaltige Gas zumindest ein Mitglied aus der Gruppe bestehend aus den Mitgliedern Luft, Sauerstoff, Stickstoff und Dampf umfasst.

Der dem Brenner zugeführte Brennstoff wird unter Zugabe des sauerstoffhaltigen Gases unter Bildung von Wärmeenergie und einer Flamme verbrannt. Das stöchiometrische Verhältnis zwischen dem sauerstoffhaltigen Gas und dem Brennstoff kann dabei so gewählt werden, dass ein Überschuss an Sauerstoff vorhanden ist, wobei der Sauerstoff des sauerstoffhaltigen Gases bei der Verbrennung nicht vollständig aufgebraucht wird. Dadurch erhält man eine sogenannte „oxidierende Flamme“, welche, falls die eisenhaltigen Partikel magnetitische Anteile aufweisen, die magnetitischen Anteile während des Einbringens in das Wirbelschichtreduktionsaggregat zumindest teilweise durch Oxidation in hämatitische Anteile umwandelt beziehungsweise oxidiert. Dies hat den Vorteil eines effizienteren Reduktionsprozesses im Wirbelschichtreduktionsaggregat, da Hämatit im Vergleich zu Magnetit leichter zu reduzieren ist.

Umgekehrt ist ein Betrieb des Brenners mit einer „reduzierenden Flamme“ möglich, wobei das sauerstoffhaltige Gas unterstöchiometrisch zu dem Brennstoff zugemischt wird. Der Magnetit wird durch die „reduzierende Flamme“ während des Einbringens in das Wirbelschichtreduktionsaggregat zumindest teilweise reduziert, was den späteren Reduktionsvorgang im Wirbelschichtreduktionsaggregat ebenfalls positiv beeinflussen kann.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass bei Betrieb des Brenners ausschließlich mit dem sauerstoffhaltigen Gas, das sauerstoffhaltige Gas mit einer Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid und/oder Methan und/oder Kohlenwasserstoffe umfasst.

senden Gasatmosphäre im Wirbelschichtreduktionsaggregat umgesetzt wird.

5 Dabei wird zumindest eine Teilmenge der in unmittelbarer Nähe der in das Wirbelschichtreduktionsaggregat brennenden Flamme vorhandenen Wasserstoff- und/oder Kohlenmonoxid- und/oder Methan- und/oder Kohlenwasserstoff - Komponenten der Gasatmosphäre des Wirbelschichtreduktionsaggregates zusammen mit dem Sauerstoff des sauerstoffhaltigen Gases verbrannt beziehungsweise oxidiert. Das hat den Vorteil, dass der Brenner nötigenfalls auch ohne von außen zugeführten Brennstoff betrieben werden kann. Die Kohlenwasserstoffe sind beispielsweise Ethan oder Propan oder oder Ethan und Propan umfassende Gasmischungen.

15 Umfasst die Gasatmosphäre des Wirbelschichtreduktionsaggregates sauerstoffhaltiges Gas, so ist eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass der dem Brenner zugeführte Brennstoff mit dem Sauerstoff, 20 welcher in der Gasatmosphäre des Wirbelschichtreduktionsaggregates vorhanden ist, verbrannt beziehungsweise oxidiert wird. Dabei wird zumindest eine Teilmenge des in unmittelbarer Nähe der in das Wirbelschichtreduktionsaggregat brennenden Flamme vorhandenen Sauerstoffes der Gasatmosphäre des 25 Wirbelschichtreduktionsaggregates mit dem dem Brenner zugeführten Brennstoff verbrannt. Das hat den Vorteil, dass der Brenner nötigenfalls auch ohne eines von Außen zugeführten sauerstoffhaltigen Gases betrieben werden kann.

30 Eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens kennzeichnet sich dadurch, dass der feste Brennstoff mittels des Fördergases in den Brenner transportiert wird, wobei das Fördergas zumindest ein Mitglied aus der Gruppe bestehend aus den Mitgliedern Produktgas aus einer CO₂- 35 Entfernungsvorrichtung, Tailgas aus einer CO₂-Entfernungsvorrichtung, Kühlgas, Exportgas, Topgas, Offgas, Koksofengas, Erdgas, Gas aus Biomassevergasung, kohlenstoff- und/oder wasserstoffhaltiges Gas, Luft, Sauerstoff, Stickstoff und Dampf umfasst.

Eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Teilmenge des gasförmigen Brennstoffes und/oder zumindest eine Teilmenge
5 des sauerstoffhaltigen Gases als Fördergas für den pneumatischen Transport des feinteilchenförmigen Materials zum Brenner verwendet wird.

Eine andere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens
10 ist dadurch gekennzeichnet, dass dem Brenner zumindest ein Feststoff, insbesondere Kohlenstoff- und/oder Kohlenwasserstoffträger wie Feinkoks und/oder Feinkohle zugeführt wird, welcher zusätzlich zu dem die eisenhaltigen Partikel umfas-
senden feinteilchenförmigen Material mittels des Brenners in
15 das Wirbelschichtreduktionsaggregat eingebracht wird.

Der Feststoff wird dem Brenner getrennt von den eisenhaltigen Partikeln zugeführt. Der Feststoff liegt in feinteilchenförmiger Form vor. Sowohl der Feststoff als auch das feinteil-
20 chenförmige Material werden dem Brenner in dosierter Menge zugeführt beziehungsweise von diesem in dosierter Menge in das Wirbelschichtreduktionsaggregat eingebracht. Unter dem Ausdruck „in dosierter Menge“ ist eine variierbare, pro Zeiteinheit dem Brenner zugeführte beziehungsweise mittels des
25 Brenners in das Wirbelschichtreduktionsaggregat eingebrachte Menge an feinteilchenförmigen Material und/oder Feststoff zu verstehen.

Mit der Zuführung des Feststoffes oder der Feststoffe in dosierter Menge kann die Brennflecktemperatur, neben der Regelung über die Brennerleistung und bei Betrieb des Brenners mit Brennstoff neben der Regelung über das Verhältnis des sauerstoffhaltigen Gases zu Brennstoff, in einem definierten Bereich eingestellt werden. Unter Brennflecktemperatur ist
35 die Temperatur in der unmittelbaren Umgebung der vom Brenner ausgehenden Flamme zu verstehen. Unter Brennerleistung ist die pro Zeiteinheit mittels des Brenners in das Wirbelschichtreduktionsaggregat eingebrachte Energie, insbesondere Wärmeenergie, zu verstehen. Ist die Brennflecktemperatur hö-

her, so agglomerieren die mittels des Brenners in das Wirbelschichtreduktionsaggregat eingebrachten eisenhaltigen Partikel während ihres Einbringens in der vom Brenner ausgehenden Flamme zu Agglomeraten, die in der Wirbelschicht des Wirbelschichtreduktionsaggregates fluidisiert werden können. Ist die Brennflecktemperatur jedoch zu hoch, so entstehen zu große Agglomerate, die in der Wirbelschicht nicht mehr fluidisiert werden können. Unter Umständen agglomerieren auch die die Wirbelschicht bildenden Partikel zu zu großen Agglomeraten, die in der Wirbelschicht nicht mehr fluissiert werden können. Die Bildung dieser zu großen Agglomerate kann zu einem Versagen der Wirbelschicht durch Defluidisierung der Wirbelschicht – die Agglomerate können in der Wirbelschicht nicht mehr fluidisiert werden – führen. Die Wirbelschicht kann unter diesen Umständen nicht mehr aufrecht erhalten werden. Ist die Brennflecktemperatur andererseits gering, so findet während des Einbringens der eisenhaltigen Partikel in das Wirbelschichtreduktionsaggregat mittels des Brenners keine oder eine nur geringe Agglomeration der eisenhaltigen Partikel zu Agglomeraten statt. Bei entsprechend geringen Korngrößen der eingebrachten eisenhaltigen Partikel beziehungsweise der gebildeten Agglomerate werden diese sofort nach ihrem Einbringen in das Wirbelschichtreduktionsaggregat wieder aus diesem ausgetragen. Die Brennflecktemperatur zum Zweck der Agglomeration wird derart eingestellt, dass einerseits der Austrag der eisenhaltigen Partikel aus dem Wirbelschichtreduktionsaggregat minimal und andererseits die Aufrechterhaltung der Wirbelschicht im Wirbelschichtreduktionsaggregat gewährleistet ist.

In einer Variante wird die Brennflecktemperatur über die pro Zeiteinheit in das Wirbelschichtreduktionsaggregat mittels des Brenners eingebrachte Menge an feinteilchenförmigen Material beziehungsweise den darin enthaltenen eisenhaltigen Partikeln eingestellt beziehungsweise geregelt.

Eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass das feinteilchenförmige Material vor Einbringen in die Wirbelschicht und/oder in den

Freiraum über der Wirbelschicht in einer Speichervorrichtung gesammelt und gegebenenfalls nachfolgend einer der Speichervorrichtung zugeordneten Druckanpassungsvorrichtung zugeführt wird.

5

Die Druckanpassungsvorrichtung kann insbesondere als sogenanntes „lock hopper system“ oder als „dispensing vessel“ ausgebildet sein. Das Sammeln des feinteilchenförmigen Materials in der Speichervorrichtung hat den Vorteil, dass auch
10 im Fall einer diskontinuierlichen Förderung des feinteilchenförmigen Materials in die Speichervorrichtung ein kontinuierliches Einbringen des feinteilchenförmigen Materials in die Wirbelschicht und/oder in den Freiraum über der Wirbelschicht möglich ist. Das heißt, ein diskontinuierlicher Prozess wird
15 dadurch in einen kontinuierlichen Prozess übergeführt. Weiters wird durch die der Speichervorrichtung zugeordneten Druckanpassungsvorrichtung eine gesicherte Förderung des feinteilchenförmigen Materials in den Brenner auch bei Schwankungen des Druckes der Gasatmosphäre im Reduktionsreaktor gewährleistet, da der Druck der das feinteilchenförmige
20 Material umgebenden Gasatmosphäre dem Druck der Gasatmosphäre im Wirbelschichtreduktionsaggregat angepasst werden kann.

Die das feinteilchenförmige Material umgebende Gasatmosphäre
25 kann beispielsweise ein Inertgas, insbesondere ein Stickstoff umfassendes Gas, oder ein reduzierendes Gas, insbesondere wasserstoff- und kohlenmonoxidhaltiges Gas, sein.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine
30 Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit zumindest einem Reduktionsaggregat, wobei zumindest ein Brenner mit einer Materialzufuhrleitung zur Zufuhr von eisenhaltige Partikel umfassendem feinteilchenförmigem Material in den Brenner vorhanden ist, das Reduktionsaggregat ein
35 Wirbelschichtreduktionsaggregat ist, der Brenner in den Innenraum des Wirbelschichtreduktionsaggregates mündet, wobei der Brenner eine Einbringleitung zum Einbringen des feinteilchenförmigen Materials in den Innenraum des Wirbelschichtreduktionsaggregates aufweist.

Sind mehrere Wirbelschichtreduktionsaggregate vorhanden, so können auch mehrere Brenner zur Zufuhr des eisenhaltige Partikel umfassenden Materials vorhanden sein. Die Brenner sind
5 dabei so angeordnet, dass das feinteilchenförmige Material direkt in die Wirbelschicht und/oder in den Freiraum über der Wirbelschicht des Wirbelschichtreduktionsaggregates eingebracht werden kann. Beispielsweise sind pro Wirbelschichtreduktionsaggregat ein erster Brenner zum Einbringen des feinteilchenförmigen Materials direkt in die Wirbelschicht und
10 ein zweiter Brenner zum Einbringen des feinteilchenförmigen Materials direkt in den Freiraum über der Wirbelschicht des Wirbelschichtreduktionsaggregates vorhanden. Die Brenner können dabei an beliebigen Stellen am Mantel des Wirbelschichtreduktionsaggregates angeordnet sein. Handelt es sich um einen Anlagenverbund, insbesondere um einen FINEX® - Anlagenverbund mit mehreren in Kaskade angeordneten Wirbelschichtreduktionsaggregaten, so können pro Wirbelschichtreduktionsaggregat ein oder mehrere Brenner zum Einbringen des feinteilchenförmigen Materials in das jeweilige Wirbelschichtreduktionsaggregat vorhanden sein, es ist aber auch möglich, dass
20 nur bei einigen Wirbelschichtreduktionsaggregaten ein Brenner vorhanden ist.

25 Eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner eine Gaszufuhrleitung zur Zufuhr von sauerstoffhaltigem Gas und/oder eine Brennstoffzufuhrleitung zur Zufuhr von gasförmigen und/oder flüssigen und/oder festen Brennstoffen in den Brenner umfasst.
30

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass dem zumindest einen Wirbelschichtreduktionsaggregat eine Trockenentstaubungsvorrichtung zur Entstaubung
35 von Gas, insbesondere Offgas aus dem zumindest einen Wirbelschichtreduktionsaggregat, zugeordnet ist.

Das staubbeladene Offgas aus dem zumindest einen Wirbelschichtreduktionsaggregat wird aus diesem abgezogen und mit-

tels einer Trockenentstaubungsvorrichtung, beispielsweise mittels Heißgasfiltern, oder in dem Fall, in dem das Offgas nach dem Abziehen aus dem Wirbelschichtreduktionsaggregat eine Vorrichtung zum Wärmetausch durchströmt, in abgekühltem Zustand mittels normaler Entstaubungsfilter, von dem im Offgas enthaltenen Staub befreit.

Eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Materialzufuhrleitung zur Zufuhr des eisenhaltige Partikel umfassenden feinteilchenförmigen Materials von zumindest einer Speichervorrichtung zur Speicherung des feinteilchenförmigen Materials ausgeht.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist eine in den Brenner und/oder in die Gaszufuhrleitung und/oder in die Brennstoffzufuhrleitung mündende Feststoffzufuhrleitung zur Zufuhr von Feststoff in den Brenner und/oder zur Zufuhr des Feststoffs in die Gaszufuhrleitung und/oder zur Zufuhr des Feststoffs in die Brennstoffzufuhrleitung vorhanden.

Eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Speichervorrichtung eine Druckanpassungsvorrichtung zur Einstellung des Druckes der das feinteilchenförmige Material umgebenden Gasatmosphäre zugeordnet ist.

Eine geeignete Druckanpassungsvorrichtung ist beispielsweise ein „lock hopper system“ oder ein „dispensing vessel“. Der Druck der das feinteilchenförmige Material umgebende Gasatmosphäre wird vor der Zuführung des feinteilchenförmigen Materials in den Brenner beziehungsweise vor dem Einbringen des feinteilchenförmigen Materials in das Wirbelschichtreduktionsaggregat beispielsweise auf einen im Vergleich zum Druck im Wirbelschichtreduktionsaggregat höheren Druck gebracht, wodurch eine Förderung des feinteilchenförmigen Material in das Wirbelschichtreduktionsaggregat ermöglicht wird.

Eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass eine pneumatische Fördereinrich-

tung zur pneumatischen Förderung des feinteilchenförmigen Materials in den Brenner vorhanden ist.

5 Eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass dem Brenner das sauerstoffhältige Gas mittels der Materialzufuhrleitung zuführbar ist.

10 Bei dieser Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden das feinteilchenförmige Material und das sauerstoffhältige Gas mittels der Materialzufuhrleitung in den Brenner und mittels der Einbringleitung in den Innenraum des Wirbelschichtreduktionsaggregates eingebracht.

15 Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist die Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten mittels eines Schmelzreduktionsprozesses in einer Schmelzreduktionsanlage, wobei feinteilchenförmiges Material erfindungsgemäß in ein
20 Wirbelschichtreduktionsaggregat eingebracht wird und das feinteilchenförmige Material, gegebenenfalls unter Zugabe von Zusatzstoffen und feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Einsatzstoffen, in dem Wirbelschichtreduktionsaggregat mittels eines Reduktionsgases zumindest teilweise zu den Eisenvorprodukten reduziert wird, und die Eisenvorprodukte in einem
25 Schmelzreduktionsaggregat, unter Zugabe eines sauerstoffhaltigen Gases und kohlenstoffhaltiger Energieträger, unter Bildung des Reduktionsgases zu flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten aufgeschmolzen werden.

30 Eisenvorprodukte sind im Wirbelschichtreduktionsaggregat hergestellte Produkte, die in einem Aggregat, beispielsweise in einem Schmelzreduktionsaggregat, welches mit dem Wirbelschichtreduktionsaggregat einen Anlagenverbund bildet, zu
35 flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten aufgeschmolzen werden. Die Eisenvorprodukte sind beispielsweise Eisenschwamm und/oder DRI (direct reduced iron) und werden gegebenenfalls vor dem Einsatz im Schmelzreduktionsaggregat zu Briketts, hot compacted iron (HCI) oder zu kalt oder heiß

brikettiertem Eisen (CBI,HBI) kompaktiert. Die in das Schmelzreduktionsaggregat eingebrachten kohlenstoffhaltigen Energieträger sind beispielsweise Kohlebriketts und/oder Stückkohlen und/oder Koks und/oder kohlenwasserstoffhaltige feste, flüssige oder gasförmige Stoffe und/oder Feinkohle und/oder Plastik und/oder Schweröl und/oder Erdgas.

Ein Gegenstand der Erfindung ist die Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung von Eisenprodukten mittels eines Direktreduktionsprozesses in einer Direktreduktionsanlage, wobei feinteilchenförmiges Material erfindungsgemäß in ein Reduktionsaggregat eingebracht wird und das feinteilchenförmige Material, gegebenenfalls unter Zugabe von Zusatzstoffen und feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Ein-
satzstoffen, in dem Reduktionsaggregat mittels eines Reduktionsgases zumindest teilweise zu den Eisenprodukten reduziert wird.

Gegebenenfalls werden die Eisenprodukte nach ihrer Herstellung im Reduktionsaggregat noch einer Stückigmachung unterzogen. Die Stückigmachung erfolgt beispielsweise in Form einer Kalt- oder Heißbrikettierung der Eisenprodukte zu kalt oder heiß brikettiertem Eisen (CBI,HBI) oder in Form einer Heißkompaktierung zu hot compacted iron (HCI).

Eisenprodukte sind Produkte, die beispielsweise zur Weiterverarbeitung verkauft werden – jedoch auch in einem angeschlossenen Stahlwerk, beispielsweise mittels eines Elektrolichtbogenofens, zu Stahl weiterverarbeitet werden.

30

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird nachfolgend in beispielhafter Weise anhand der beigefügten Figuren erläutert.

35

FIG 1 zeigt beispielhaft und schematisch ein erfindungsgemäßes Verfahren und eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einem Wirbelschichtreduktionsaggregat.

FIG 2 zeigt beispielhaft und schematisch eine spezielle Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit mehreren Wirbelschichtreduktionsaggregaten.

5

FIG 3 zeigt beispielhaft und schematisch, ergänzend zu den FIG 1 und FIG 2, einen Ausschnitt des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einem FINEX® - Anlagenverbund, umfassend eine Darstellung von unterschiedlichen

10

Herkunftsquellen des gasförmigen Brennstoffes, des Fördergases und des feinteilchenförmigen Materials.

Beschreibung der Ausführungsformen

FIG 1 zeigt beispielhaft und schematisch das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung, bei dem eisenhaltige Partikel umfassendes feinteilchenförmiges Material (4) mittels eines Brenners (2) in die Wirbelschicht (24) eines Wirbelschichtreduktionsaggregates (1) eingebracht wird.

Die Temperatur in der Wirbelschicht (24) beträgt mehr als 300°C, bevorzugt mehr als 400°C, besonders bevorzugt mehr als 500°C und weniger als 900°C, bevorzugt weniger 850°C, besonders bevorzugt weniger als 800°C. Das feinteilchenförmige Material (4) wird über eine Materialzufuhrleitung (3) zum Brenner (2) befördert, wo es mittels einer im Brenner (2) angeordneten Einbringleitung (6) in den Innenraum (5) des Wirbelschichtreduktionsaggregates (1) eingebracht wird. Das feinteilchenförmige Material (4) wird während des Einbringens zu Agglomeraten agglomeriert. Die Agglomerate werden anschließend so lange in der Wirbelschicht (24) des Wirbelschichtreduktionsaggregates (1) gehalten, bis sie wieder aus dem Wirbelschichtreduktionsaggregat (1) ausgebracht werden. Zusätzlich werden über die Transportleitungen (40) feinteilchenförmige eisenoxidhaltige Einsatzstoffe (41) sowie Zusatzstoffe (19) in den Innenraum (5) des Wirbelschichtreduktionsaggregates (1) chargiert. Mittels eines über eine Reduktionsgasleitung (37) eingebrachten Reduktionsgases (20) in den Innenraum (5) des Wirbelschichtreduktionsaggregates (1), beziehungsweise in die Wirbelschicht (24) des Wirbelschichtreduktionsag-

gregates (1), erfolgt die Reduktion der im feinteilchenförmigen Material (4) enthaltenen eisenhaltigen Partikel und der feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Einsatzstoffe (41) zu Eisenvorprodukten (21) und/oder Eisenprodukten (60), welche
5 über eine Austragleitung (36) aus dem Wirbelschichtreduktionsaggregat (1) ausgebracht werden. Die Agglomerate werden durch das von unten nach oben durch das Wirbelschichtreduktionsaggregat (1) strömende Reduktionsgas (20) in einem Schwebestand gehalten. Die Größe der sich bildenden Agglomerate
10 ist Abhängig von der Temperatur der Flamme. Die Temperatur der Flamme, beziehungsweise die Brennflecktemperatur, das ist die Temperatur in unmittelbarer Umgebung der Flamme, wird demnach derart eingestellt, dass die Agglomerate durch das Reduktionsgas (20) weder aus dem Wirbelschichtreduktionsaggregat (1) ausgetragen werden, noch nach unten auf den Boden
15 des Wirbelschichtreduktionsaggregates (1) sinken. Vielmehr führen die Agglomerate in der Wirbelschicht (24) beziehungsweise im Freiraum (25) über der Wirbelschicht (24) eine durch den Reduktionsgasstrom hervorgerufene zufällige Bewegung aus
20 - sie befinden sich in einem Schwebestand innerhalb der Wirbelschicht (24). Die eisenhaltigen Partikel umfassen beispielsweise Magnetitpartikel, Staub aus einer Entstaubungsvorrichtung, insbesondere aus einer Trockenentstaubungsvorrichtung (11), Staub aus einer in FIG 3 dargestellten
25 Kompaktiervorrichtung (29) zugeordneten und in FIG 3 dargestellten Trockenentstaubungsvorrichtung (48), insbesondere aus einer Heißkompaktiervorrichtung (hot compacted iron plant), Staub aus einer Brikettiervorrichtung oder Staub aus einer Heißbrikettiervorrichtung oder Hüttenwerkstäube, insbesondere Stäube aus einer Gießhallenentstaubung oder Staub aus
30 einer in FIG 3 dargestellten Trockenentstaubungsvorrichtung (49) zur Entstaubung eines Reduktionsgases (20), welches aus einem in FIG 3 dargestellten Schmelzreduktionsaggregat (22) abgezogen wird.. Das bei der Reduktion der im feinteilchenförmigen Material (4) enthaltenen eisenhaltigen Partikel und der feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Einsatzstoffe (41) verbrauchte Reduktionsgas (20) wird als staubbeladenes Offgas (12) aus dem Wirbelschichtreduktionsaggregat (1) abgezogen und einem Wärmetausch in der Wärmetauschvorrichtung (26) un-

terzogen, wobei das Offgas (12) abgekühlt wird. Das staubbe-
ladene und abgekühlte Offgas (12) wird anschließend in der
Trockenentstaubungsvorrichtung (11) entstaubt, wobei das mit
dem Offgas (12) mitbeförderte feinteilchenförmige Material
5 (4) abgeschieden wird. Das abgeschiedene feinteilchenförmige
Material (4) wird in einer Speichervorrichtung (13) zwischen-
gespeichert. In die Speichervorrichtung (13) mündet eine
Staubzufuhrleitung (38) zur Zufuhr des feinteilchenförmigen
Materials (4), welches beispielsweise aus einer oder mehreren
10 der oben genannten Quellen stammt oder aus in FIG 3 darge-
stellten Wäschern (45, 46, 47) abgeschieden, und, falls er-
forderlich nach einer Trocknung, als feinteilchenförmiges Ma-
terial (4) über die Staubzufuhrleitung (38) der Speichervor-
richtung (13) zugeführt wird. Gegebenenfalls werden dem fein-
15 teilchenförmigen Material (4) mittels einer Zufuhrleitung
(39) kohlenstoffhaltige Stoffe (28) zugemischt. Die Zu-
mischung der kohlenstoffhaltigen Stoffe (28) kann vor, in
oder nach der Speichervorrichtung (13) erfolgen. Der Spei-
chervorrichtung (13) ist eine Druckanpassungsvorrichtung (14)
20 zur Einstellung des Druckes der das feinteilchenförmige Mate-
rial (4) umgebenden Gasatmosphäre (15) zugeordnet. Ist bei-
spielsweise der Druck im Wirbelschichtreduktionsaggregat (1)
höher als der Druck der das feinteilchenförmige Material
(4) umgebenden Gasatmosphäre (15), so wird mittels der Druck-
25 anpassungsvorrichtung (14) der Druck der Gasatmosphäre (15)
in der Druckanpassungsvorrichtung (14) auf einen den Druck im
Wirbelschichtreduktionsaggregat (1) übersteigenden Wert ange-
hoben, bevor das feinteilchenförmige Material (4) pneumatisch
mittels der pneumatischen Fördereinrichtung (16) von der
30 Druckanpassungsvorrichtung (14) über die Materialzufuhrlei-
tung (3) zum Brenner (2) gefördert wird. Das feinteilchenförmige
Material wird von einem aus der pneumatischen Förderein-
richtung (16) stammenden Fördergas (27) mitbefördert bezie-
hungsweise mitgeblasen oder mitgesogen. Der Brenner (2) ist
35 mit der Materialzufuhrleitung (3) verbunden, welche in die
Einbringleitung (6) zum Einbringen des feinteilchenförmigen
Materials (4) in den Innenraum (5) des Wirbelschichtredukti-
onsaggregates (1) mündet. Zusätzlich verfügt der Brenner (2)
über eine Gaszufuhrleitung (7) zur Zufuhr eines

sauerstoffhaltigen Gases (8), vorzugsweise Luft, technischer Sauerstoff, Stickstoff oder Dampf, und über eine Brennstoffzufuhrleitung (9) zur Zufuhr von gasförmigen und/oder flüssigen und/oder festen Brennstoffen (10) in den Brenner (2). Der Brenner (2) verfügt auch über eine Feststoffzufuhrleitung (52) zur Zufuhr von Feststoff (51), insbesondere zur Zufuhr von festen Eisenträgern in den Brenner (2). Die Feststoffzufuhrleitung (52) mündet zusätzlich in die Gaszufuhrleitung (7) und in die Brennstoffzufuhrleitung (9). Der Brenner (2) ist derart konzipiert, dass in - beziehungsweise an - der in den Innenraum (5) des Wirbelschichtreduktionsaggregates (1) mündenden Brennerspitze des Brenners (2) das sauerstoffhaltige Gas (8), der Brennstoff (10), das über die Einbringleitung (6) in den Brenner (2) eingebrachte feinteilchenförmige Material (4) und der Feststoff (51) mischbar sind. Nach Zündung dieses Gemisches wird eine aus der Brennermündung ragende Flamme gebildet, durch welche das feinteilchenförmige Material (4) in den Innenraum (5) des Wirbelschichtreduktionsaggregates eingebracht wird.

Handelt es sich bei dem Brennstoff (10) um festen Brennstoff (10), beispielsweise feinteilchenförmiges kohlenstoffhaltiges Material, so wird der feste Brennstoff (10) mittels des Förderergases (59) in den Brenner (2) transportiert. Bei Verwendung eines gasförmigen Brennstoffes (10) kann der Brennstoff (10) direkt als Fördergas (27) für die pneumatische Förderung des feinteilchenförmigen Materials (4) in den Brenner (2) genutzt werden. Dabei wird der gasförmige Brennstoff (10) direkt der pneumatischen Fördereinrichtung (16) zugeführt. Bei einer speziellen Ausführungsform der Erfindung wird zumindest eine Teilmenge des sauerstoffhaltigen Gases (8) als Fördergas (27) verwendet, wobei eine Teilmenge des sauerstoffhaltigen Gases (8) der pneumatischen Fördereinrichtung (16) zugeführt wird. Als Brennstoff (10) oder Fördergas (27) kommen beispielsweise Offgas (12), Produktgas (30), Tailgas (31), Kühlgas (32), Exportgas (33), Topgas (34) oder Ventgas (50) in Frage. Diese Gase werden dem Brenner mittels der Brennstoffzufuhrleitung (9) zugeführt. Diese Gase können auch der pneumatischen Fördereinrichtung (16) zugeführt werden.

In FIG 2 ist beispielhaft und schematisch eine spezielle Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit mehreren Wirbelschichtreduktionsaggregaten dargestellt.

5

Diese Ausführungsform umfasst 4 Wirbelschichtreduktionsaggregate (1, 53, 54, 55) mit jeweils einer Wirbelschicht (25), wobei das Reduktionsgas (20) zunächst über die Reduktionsgasleitung (37) in das Wirbelschichtreduktionsaggregat (53) eingeleitet wird. Nach Reduktion der über die Transportleitung (40) in das Wirbelschichtreduktionsaggregat (53) eingebrachten feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Einsatzstoffe (41) und des sich im Wirbelschichtreduktionsaggregat (53) befindenden eisenhaltigen Partikel umfassenden feinteilchenförmigen Materials (4) zu Eisenvorprodukten (21) und/oder Eisenprodukten (60) werden die Eisenvorprodukte (21) und/oder Eisenprodukte (60) mittels der Austragleitung (36) aus dem Wirbelschichtreduktionsaggregat (53) ausgebracht und gegebenenfalls weiteren Bearbeitungsstufen zugeführt. Anschließend wird das bei der Reduktion im Wirbelschichtreduktionsaggregat (53) teilweise verbrauchte Reduktionsgas (20) aus diesem abgezogen und in das Wirbelschichtreduktionsaggregat (1) eingebracht. In dieses Wirbelschichtreduktionsaggregat (1) wird das über die Brenner (2, 58) in die Wirbelschicht (24) beziehungsweise in den Freiraum (25) über der Wirbelschicht (24) eingebrachte feinteilchenförmige Material (4) und die feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Einsatzstoffe (41) mittels des aus dem Wirbelschichtreduktionsaggregat (53) abgezogenen, teilweise verbrauchten Reduktionsgases (20) reduziert, wobei wiederum ein Teil des Reduktionsgases (20) verbraucht und aus dem Wirbelschichtreduktionsaggregat (1) abgezogen wird. Nach Einbringen des Reduktionsgases (20) in die Wirbelschichtreduktionsaggregate (54) und (55), in denen das mittels der diesen zugeordneten Brenner (56) und (57) eingebrachte feinteilchenförmige Material (4) und die über die Transportleitung (40) eingebrachten feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Einsatzstoffe (41) reduziert werden, wird das Reduktionsgas (20) als Offgas (12) aus dem Wirbelschichtreduktionsaggregat (55) abgezogen. Die Richtung des Materialflusses der feinteilchenförmigen

10
15
20
25
30
35

eisenoxidhaltigen Einsatzstoffe (41) und des Reduktionsgases (20) ist bei dem in FIG 3 dargestellten Verfahren, dem FINEX® - Verfahren, entgegengesetzt. Während das Reduktionsgas (20) ausgehend vom Wirbelschichtreduktionsaggregat (53) nacheinander die Wirbelschichtreduktionsaggregate (1), (54) und (55) durchströmt, werden die reduzierten feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Einsatzstoffe (41) und die reduzierten eisenhaltigen Partikel, welche im feinteilchenförmigen Material enthalten sind, mittels der Transportleitung (40) in die entgegengesetzte Richtung transportiert um letztendlich als Eisenvorprodukte (21) und/oder Eisenvorprodukte (60) über die Austragleitung (36) aus dem Wirbelschichtreduktionsaggregat (53) ausgetragen zu werden. Die hier nicht beschriebenen und in FIG 2 dargestellten Merkmale entsprechen den in Zusammenhang mit FIG 1 beschriebenen Merkmalen.

In FIG 3 sind beispielhaft und schematisch, in Ergänzung zu den FIG 1 und FIG 2, unterschiedliche Herkunftsquellen des gasförmigen Brennstoffes (10), des Fördergases (27) und des feinteilchenförmigen Materials (4) dargestellt.

Die über die Austragleitung (36) aus dem in FIG 2 dargestellten Wirbelschichtreduktionsaggregat (53) als DRI ausgetragenen Eisenvorprodukte (21) werden vor dem Einsatz in einem Schmelzreduktionsaggregat (22) mittels einer Kompaktiervorrichtung (29) zu HCI (43) - hot compacted iron - oder zu Briketts (44) umgeformt, welche über die Chargiervorrichtung (42) in das Schmelzreduktionsaggregat (22) chargiert werden. Dort wird das HCI (43) beziehungsweise werden die Briketts (44) unter Zugabe eines sauerstoffhaltigen Gases (8) und kohlenstoffhaltiger Energieträger (23), beispielsweise Stückkohle, unter Bildung des Reduktionsgases (20) zu flüssigem Roheisen (17) oder flüssigen Stahlvorprodukten (18) aufgeschmolzen und aus dem Schmelzreduktionsaggregat (22) ausgetragen. Das aus dem Schmelzreduktionsaggregat (22) abgezogene, staubbeladene Reduktionsgas (20) wird in der Trockenentstaubungsvorrichtung (49) entstaubt und eine erste Teilmenge des entstaubten Reduktionsgases (20) wird in die Chargiervorrichtung (42) eingebracht, um

eine Rückoxidation der in die Chargiervorrichtung (42) eingebrachten Eisenvorprodukte (21) zu vermeiden. Die in die Chargiervorrichtung (42) eingebrachte erste Teilmenge des entstaubten Reduktionsgases (20) wird aus dieser als Topgas (34) abgezogen und gegebenenfalls nach einer Nassreinigung im Wäscher (47) einer CO₂-Entfernungseinrichtung (35) zugeführt. Eine zweite Teilmenge des entstaubten Reduktionsgases (20) wird einer Nassreinigung im Wäscher (46) unter Erhalt des Kühlgases (32) unterzogen, bevor es dem aus dem Schmelzreduktionsaggregat (22) abgezogenen Reduktionsgas (20) vor dessen Entstaubung in der Trockenentstaubungsvorrichtung (49) zugemischt wird. Eine dritte Teilmenge des entstaubten Reduktionsgases (20) wird in zumindest eines der in FIG 2 dargestellten Wirbelschichtreduktionsaggregate (53,1,54,55) rückgeführt, während eine vierte Teilmenge des entstaubten Reduktionsgases (20) einer Nassreinigung im Wäscher (45) unterzogen wird.

Eine erste Teilmenge des Offgases (12), welches aus dem in FIG 2 dargestellten Wirbelschichtreduktionsaggregat (55) abgezogen wird, wird nach dessen Reinigung in der Trockenentstaubungsvorrichtung (11) einer CO₂ - Entfernung in der CO₂ - Entfernungsvorrichtung (35) unter Bildung eines CO₂ - armen Produktgases (30) und eines CO₂ - reichen Tailgases (31) unterzogen. Die zweite Teilmenge des aus dem Wirbelschichtreduktionsaggregat (55) abgezogenen Offgases (12) verlässt ohne vorherige CO₂ - Entfernung als Exportgas (33) den FINEX® - Anlagenverbund. Das Produktgas (30) wird dem aus dem Schmelzreduktionsaggregat (22) abgezogenen, staubbeladenen Reduktionsgas (20) vor dessen Entstaubung in der Trockenentstaubungsvorrichtung (49) zugemischt. Beispielsweise werden das Produktgas (30), das Tailgas (31), das Kühlgas (32), das Exportgas (33), das Topgas (34), und das Offgas (12) zumindest zum Teil sowohl als gasförmiger Brennstoff (10) als auch als Fördergas (27) eingesetzt. Das bei der Entstaubung des Ventgases (50) in der Trockenentstaubungsvorrichtung (48) beziehungsweise das bei der Entstaubung des aus dem Schmelzreduktionsaggregat (22) abgezogenen Reduktionsgases (20) in der Trockenentstaubungsvorrichtung (49) abgeschiedene feinteilchen-

förmige Material (4) wird beispielsweise mittels der Staubzufuhrleitung (38) der Speichervorrichtung (13) zugeführt. Gegebenenfalls werden die in den Wäschern (45), (46) und (47) abgeschiedenen Schlämme, falls erforderlich nach deren Trocknung, als feinteilchenförmiges Material (4) ebenfalls über die Staubzufuhrleitung (38) der Speichervorrichtung (13) zugeführt.

Obwohl die Erfindung im Detail durch die bevorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

15

20

25

30

35

Liste der Bezugszeichen

	1	Wirbelschichtreduktionsaggregat
5	2	Brenner
	3	Materialzufuhrleitung
	4	feinteilchenförmiges Material
	5	Innenraum
	6	Einbringleitung
10	7	Gaszufuhrleitung
	8	sauerstoffhältiges Gas
	9	Brennstoffzufuhrleitung
	10	Brennstoff
	11	Trockenentstaubungsvorrichtung
15	12	Offgas
	13	Speichervorrichtung
	14	Druckanpassungsvorrichtung
	15	Gasatmosphäre
	16	pneumatische Fördereinrichtung
20	17	flüssiges Roheisen
	18	flüssige Stahlvorprodukte
	19	Zusatzstoffe
	20	Reduktionsgas
	21	Eisenvorprodukte
25	22	Schmelzreduktionsaggregat
	23	kohlenstoffhältige Energieträger
	24	Wirbelschicht
	25	Freiraum
	26	Wärmetauschvorrichtung
30	27	Fördergas
	28	kohlenstoffhältige Stoffe
	29	Kompaktiervorrichtung
	30	Produktgas
	31	Tailgas
35	32	Kühlgas
	33	Exportgas
	34	Topgas
	35	CO ₂ -Entfernungsvorrichtung
	36	Austragleitung

	37	Reduktionsgasleitung
	38	Staubzufuhrleitung
	39	Zufuhrleitung
	40	Transportleitung
5	41	feinteilchenförmige eisenoxidhaltige Einsatzstoffe
	42	Chargiervorrichtung
	43	HCI (hot compacted iron)
	44	Briketts
10	45	Wäscher
	46	Wäscher
	47	Wäscher
	48	Trockenentstaubungsvorrichtung
	49	Trockenentstaubungsvorrichtung
15	50	Ventgas
	51	Feststoff
	52	Feststoffzufuhrleitung
	53	Wirbelschichtreduktionsaggregat
	54	Wirbelschichtreduktionsaggregat
20	55	Wirbelschichtreduktionsaggregat
	56	Brenner
	57	Brenner
	58	Brenner
	59	Fördergas
25	60	Eisenprodukte

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einbringen von eisenhaltige Partikel umfassendem feinteilchenförmigem Material (4) in ein Reduktionsaggregat, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reduktionsaggregat ein Wirbelschichtreduktionsaggregat (1) mit einer Wirbelschicht (24) ist, dass die Temperatur in der Wirbelschicht (24) mehr als 300°C, bevorzugt mehr als 400°C, besonders bevorzugt mehr als 500°C und weniger als 900°C, bevorzugt weniger als 850°C, besonders bevorzugt weniger als 800°C beträgt, dass das Einbringen des feinteilchenförmigen Materials (4) mittels eines Brenners (2) direkt in die Wirbelschicht (24) und/oder in einen Freiraum (25) über der Wirbelschicht (24) erfolgt, dass das feinteilchenförmige Material (4) während des Einbringens zu Agglomeraten agglomeriert wird, wonach die Agglomerate so lange in der Wirbelschicht (24) des Wirbelschichtreduktionsaggregats (1) gehalten werden, bis sie wieder aus dem Wirbelschichtreduktionsaggregat (1) ausgebracht werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Teilmenge des feinteilchenförmigen Materials (4) aus einer Entstaubungsvorrichtung, insbesondere einer Trockentstaubungsvorrichtung (11), eines Schmelzreduktionsaggregates und/oder einer Direktreduktionsanlage stammt.

3. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest bei einer Teilmenge des die eisenhaltigen Partikel umfassenden feinteilchenförmigen Materials (4) während des Einbringens mittels des Brenners (2) zumindest eine Reaktion aus der Gruppe bestehend aus den Reaktionen:

- a. Oxidation der eisenhaltigen Partikel,
- b. Reduktion der eisenhaltigen Partikel,
- c. Vergrößerung der Porosität der eisenhaltigen Partikel,
- d. Trocknung des feinteilchenförmigen Materials (4),

abläuft.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **da-**
5 **durch gekennzeichnet, dass** das feinteilchenförmige Material
(4) mittels eines Fördergases (27) pneumatisch zum Brenner
(2) transportiert wird.

5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **da-**
10 **durch gekennzeichnet, dass** die eisenhaltigen Partikel zumin-
dest ein Mitglied aus der Gruppe bestehend aus den Mitglie-
dern:

- a. Magnetitpartikel,
- 15 b. Staub aus einer Entstaubungsvorrichtung, insbesondere
einer Trockenentstaubungsvorrichtung (11),
- c. Offgasstaub aus einer Trockenentstaubungsvorrichtung
(11),
- d. Staub aus einer Kompaktiervorrichtung (29), insbesondere
20 aus einer Heißkompaktiervorrichtung (Hot Compacted
Iron Plant), aus einer Brikettiervorrichtung oder aus
einer Heißbrikettiervorrichtung,
- e. Hüttenwerkstäube, insbesondere Stäube aus einer Gieß-
hallenentstaubung,
- 25 f. Feineisenerze, vorzugsweise Feineisenerze < 200µm

umfassen.

6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **da-**
30 **durch gekennzeichnet, dass** das feinteilchenförmige Material
(4) kohlenstoffhaltige Stoffe (28) umfasst und/oder mit einer
Temperatur von vorzugsweise mehr als 150°C zum Brenner (2)
transportiert wird.

35 7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche **da-**
durch gekennzeichnet, dass der Brenner (2) mit einem gasför-
migen Brennstoff (10) und/oder einem flüssigen Brennstoff
(10) und/oder einem festen Brennstoff (10) und/oder mit einem
sauerstoffhaltigen Gas (8) betrieben wird, wobei bei Betrieb

des Brenners (2) mit Brennstoff (10) der gasförmige Brennstoff (10) und/oder der feste Brennstoff (10) zumindest ein Mitglied aus der Gruppe bestehend aus den Mitgliedern:

- 5 a. Produktgas (30) aus einer CO₂-Entfernungsvorrichtung (35),
 - b. Tailgas (31) aus einer CO₂-Entfernungsvorrichtung (35),
 - c. Kühlgas (32),
 - d. Exportgas (33),
 - 10 e. Topgas (34),
 - f. Offgas (12),
 - g. Koksofengas,
 - h. Erdgas,
 - i. durch Druck verflüssigtes Gas,
 - 15 j. Gas aus Biomassevergasung,
 - k. kohlenstoff- und/oder wasserstoffhaltiges Gas,
 - l. feste Kohlenstoffträger und/oder feste Kohlenwasserstoffträger
- 20 umfasst.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der gasförmige Brennstoff (10) und/oder der feste Brennstoff (10) nach Austritt aus dem Brenner (2) zumindest teilweise
- 25 mit einem sauerstoffhaltigen Gas (8) oxidiert wird und das sauerstoffhaltige Gas (8) zumindest ein Mitglied aus der Gruppe bestehend aus den Mitgliedern:

- a. Luft,
- 30 b. Sauerstoff,
- c. Stickstoff,
- d. Dampf

umfasst.

35

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der feste Brennstoff (10) mittels eines Fördergases (59) in den Brenner (2) transportiert wird, wobei

das Fördergas (59) zumindest ein Mitglied aus der Gruppe bestehend aus den Mitgliedern:

- a. Produktgas (30) aus einer CO₂-Entfernungsvorrichtung (35),
- b. Tailgas (31) aus einer CO₂-Entfernungsvorrichtung (35),
- c. Kühlgas (32),
- d. Exportgas (33),
- e. Topgas (34),
- f. Offgas (12),
- g. Koksofengas,
- h. Erdgas,
- i. Gas aus Biomassevergasung,
- j. Kohlenstoff- und/oder wasserstoffhaltiges Gas,
- k. Luft,
- l. Sauerstoff,
- m. Stickstoff,
- n. Dampf

umfasst.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Teilmenge des gasförmigen Brennstoffes (10) und/oder zumindest eine Teilmenge des sauerstoffhaltigen Gases (8) als Fördergas (27) für den pneumatischen Transport des feinteilchenförmigen Materials (4) in den Brenner (2) verwendet wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Betrieb des Brenners (2) ausschließlich mit dem sauerstoffhaltigen Gas (8) das sauerstoffhaltige Gas (8) mit einer Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid und/oder Methan und/oder Kohlenwasserstoffen umfassenden Gasatmosphäre im Reduktionsaggregat (1) umgesetzt wird.

12. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Brenner (2) zumindest ein Feststoff (51), insbesondere Kohlenstoff- und/oder Kohlenwasserstoffträger wie Feinkoks und/oder Feinkohle zugeführt

wird, welcher zusätzlich zu dem die eisenhaltigen Partikel umfassenden feinteilchenförmigen Material (4) mittels des Brenners (2) in das Reduktionsaggregat (1) eingebracht wird.

5 13. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das feinteilchenförmige Material (4) vor Einbringen in die Wirbelschicht (24) und/oder in den Freiraum (25) über der Wirbelschicht (24) in einer Speichervorrichtung (13) gesammelt und gegebenenfalls nachfolgend einer der Speichervorrichtung (13) zugeordneten Druckanpassungsvorrichtung (14) zugeführt wird.

15 14. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangegangenen Ansprüche mit zumindest einem Reduktionsaggregat, wobei zumindest ein Brenner (2) mit einer Materialzufuhrleitung (3) zur Zufuhr von eisenhaltige Partikel umfassendem feinteilchenförmigem Material (4) in den Brenner (2) vorhanden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reduktionsaggregat ein Wirbelschichtreduktionsaggregat (1) ist, der Brenner (2) in den Innenraum (5) des Wirbelschichtreduktionsaggregates (1) mündet und der Brenner (2) eine Einbringleitung (6) zum Einbringen des feinteilchenförmigen Materials (4) in den Innenraum (5) des Wirbelschichtreduktionsaggregates (1) aufweist.

25 15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brenner (2) eine Gaszufuhrleitung (7) zur Zufuhr von sauerstoffhaltigem Gas (8) und/oder eine Brennstoffzufuhrleitung (9) zur Zufuhr von gasförmigen und/oder flüssigen und/oder festen Brennstoffen (10) in den Brenner (2) umfasst.

35 16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem zumindest einen Reduktionsaggregat eine Trockenentstaubungsvorrichtung (11) zur Entstaubung von Gas, insbesondere Offgas (12) aus dem zumindest einen Reduktionsaggregat, zugeordnet ist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Materialzufuhrleitung (3) zur Zufuhr

des eisenhaltige Partikel umfassenden feinteilchenförmigen Materials (4) von zumindest einer Speichervorrichtung (13) zur Speicherung des feinteilchenförmigen Materials (4) ausgeht.

5

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine in den Brenner (2) und/oder in die Gaszufuhrleitung (7) und/oder in die Brennstoffzufuhrleitung (9) mündende Feststoffzufuhrleitung (52) zur Zufuhr von Feststoff (51) in den Brenner (2) und/oder zur Zufuhr des Feststoffes (51) in die Gaszufuhrleitung (7) und/oder zur Zufuhr des Feststoffes (51) in die Brennstoffzufuhrleitung (9) vorhanden ist.

10

15

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Speichervorrichtung (13) eine Druckanpassungsvorrichtung (14) zur Einstellung des Druckes der das feinteilchenförmige Material (4) umgebenden Gasatmosphäre (15) zugeordnet ist.

20

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine pneumatische Fördereinrichtung (16) zur pneumatischen Förderung des feinteilchenförmigen Materials (4) in den Brenner (2) vorhanden ist.

25

21. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Brenner (2) das sauerstoffhaltige Gas (8) mittels der Materialzufuhrleitung (3) zuführbar ist.

30

22. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13 zur Herstellung von flüssigem Roheisen (17) oder flüssigen Stahlvorprodukten (18) mittels eines Schmelzreduktionsprozesses in einem Schmelzreduktionsaggregat (22), wobei feinteilchenförmiges Material (4) erfindungsgemäß in ein Reduktionsaggregat, welches als Wirbelschichtreduktionsaggregat (1) mit einer Wirbelschicht (24) ausgebildet ist, eingebracht wird, und das feinteilchenförmige Material (4), gegebenenfalls unter Zugabe von Zusatzstoffen (19) und feinteilchenförmigen eisenoxidhaltigen Einsatzstoffen (41), in dem Wirbelschicht-

35

reduktionsaggregat (1) mittels eines Reduktionsgases (20) zu-
mindest teilweise zu den Eisenvorprodukten (21) reduziert
wird, und die Eisenvorprodukte (21) in einem Schmelzredukti-
onsaggregat (22), unter Zugabe eines sauerstoffhaltigen Gases
5 (8) und kohlenstoffhaltiger Energieträger (23), unter Bildung
des Reduktionsgases (20) zu flüssigem Roheisen (17) oder
flüssigen Stahlvorprodukten (18) aufgeschmolzen werden.

10

15

20

25

30

35

FIG 1

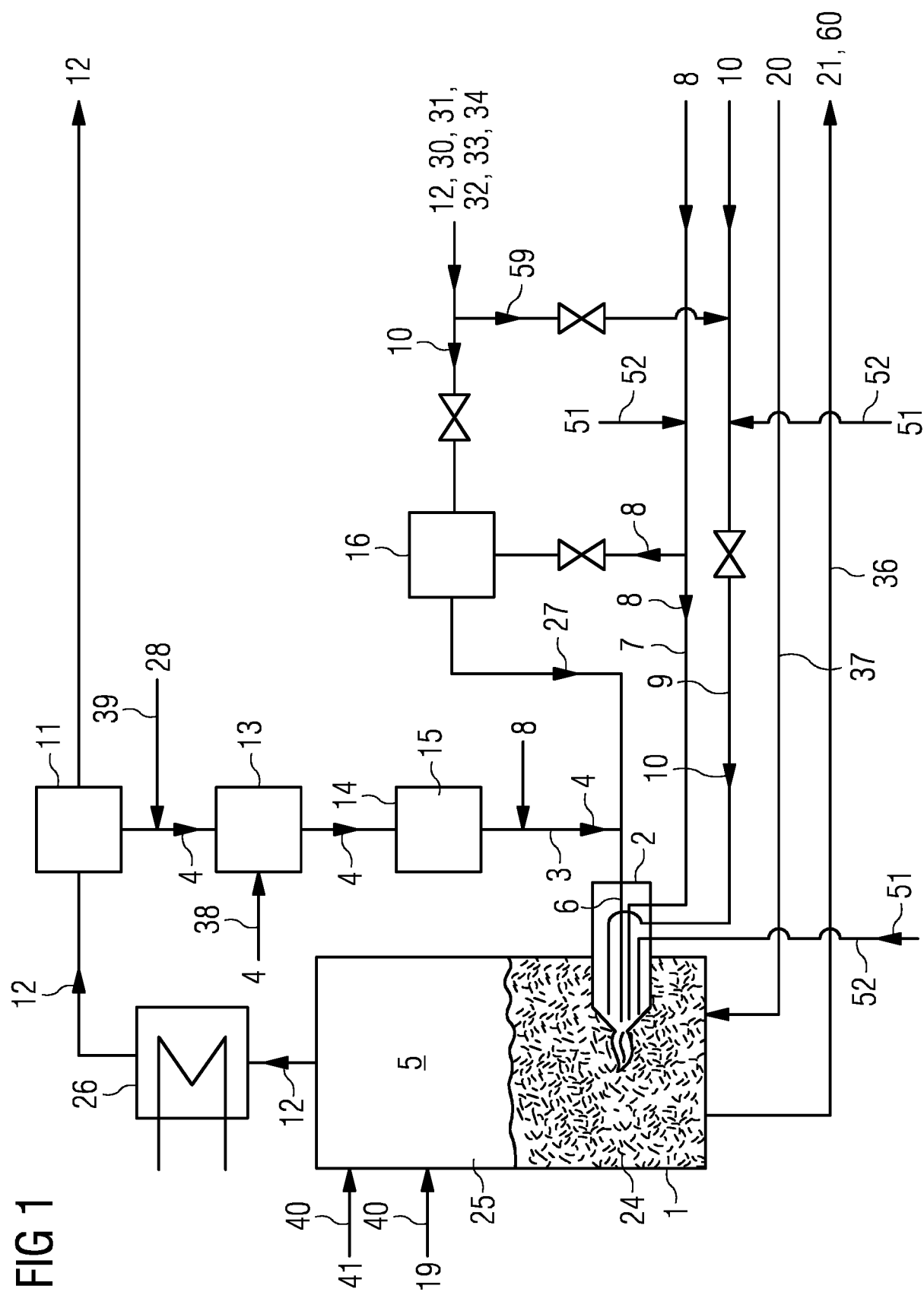


FIG 2

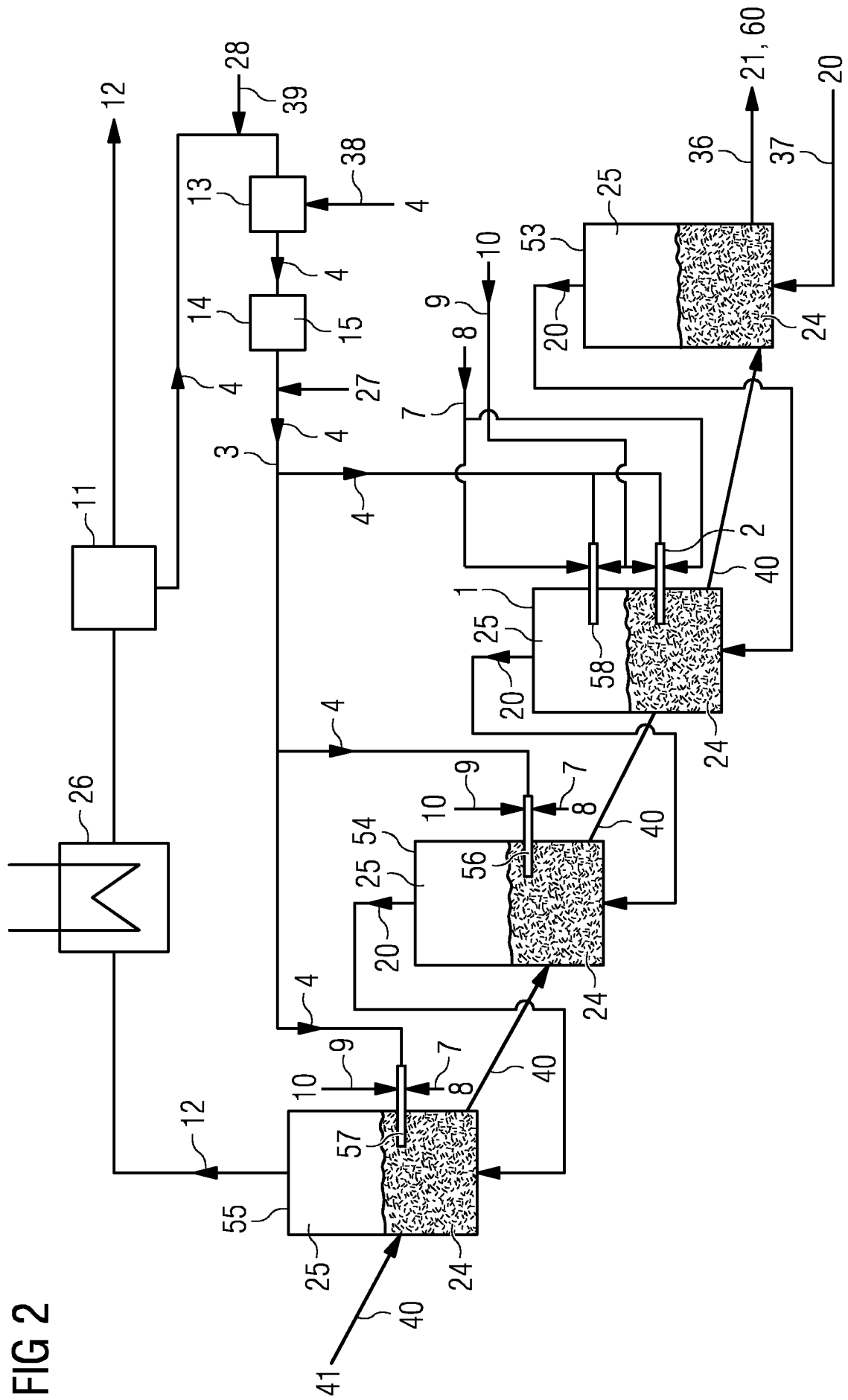
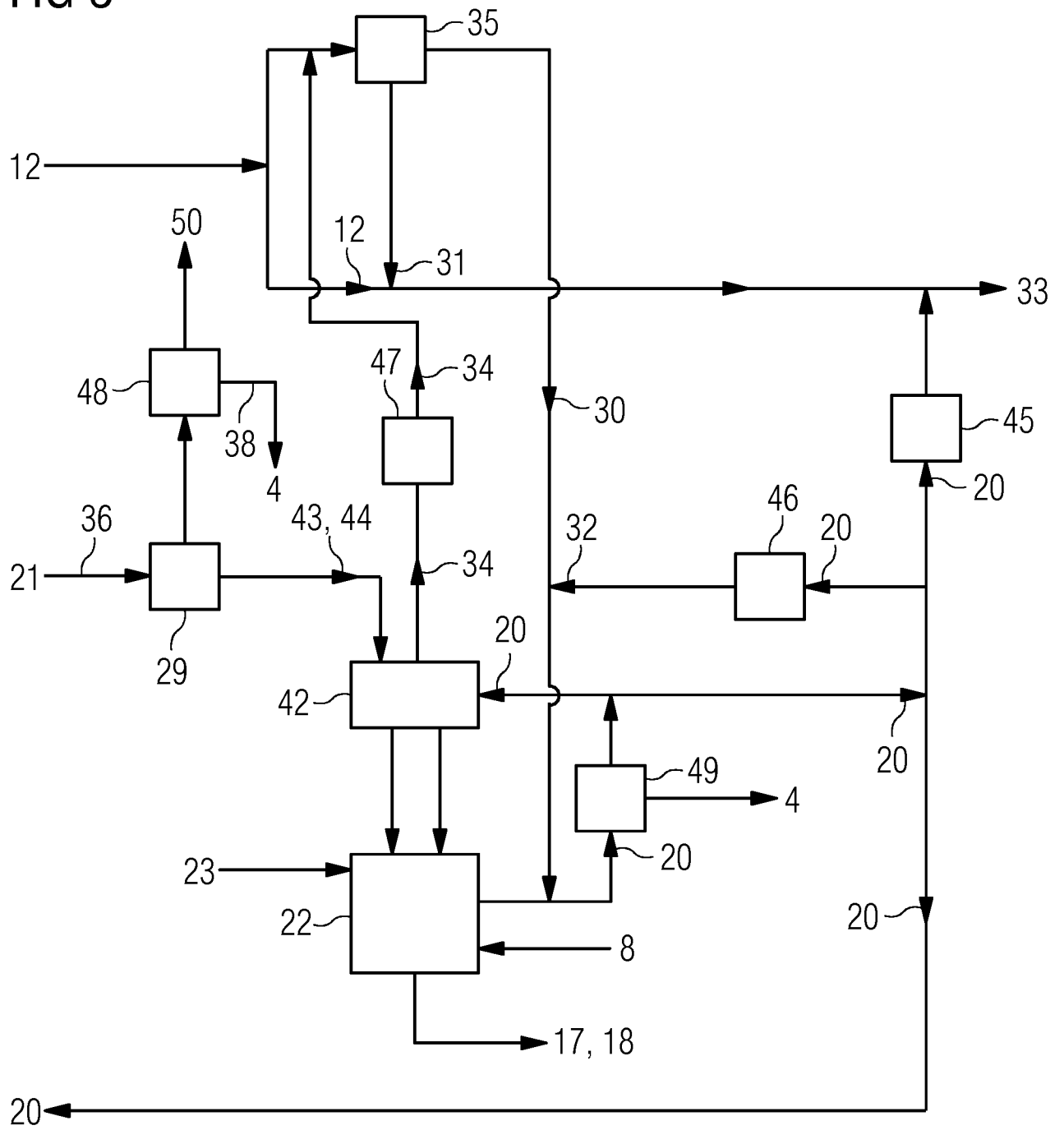


FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/057121

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV. C21B7/00	C21B7/22	C21B13/00
F27D1/18	F27D3/18	C21B13/14
		C21B13/02
F27B15/14		
F27B15/18		
ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
C21B F27B F27D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 86 256 B (WERNER WENZEL DR ING) 4 August 1960 (1960-08-04) abstract figure 1 column 5, line 65 - column 6, line 48 -----	1-23
X	WO 2011/048263 A1 (OUTOTEC OYJ [FI]; SIPILAE JUSSI [FI]) 28 April 2011 (2011-04-28) figures 1-4 page 1, paragraph 1 - paragraph 3 -----	1,14,22
X	WO 98/21371 A1 (VOEST ALPINE IND ANLAGEN [AT]; PO HANG IRON & STEEL [KR]; RES INST IND) 22 May 1998 (1998-05-22) figure 2 -----	1,14,22
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
13 May 2013		21/05/2013
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Gimeno-Fabra, Lluís

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/057121

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 1086256	B	04-08-1960	NONE
WO 2011048263	A1	28-04-2011	AU 2010309729 A1 12-04-2012
			AU 2010309730 A1 03-05-2012
			AU 2010309731 A1 12-04-2012
			CA 2775014 A1 28-04-2011
			CA 2775015 A1 28-04-2011
			CA 2775683 A1 28-04-2011
			CN 102041386 A 04-05-2011
			CN 102042757 A 04-05-2011
			CN 102042764 A 04-05-2011
			CN 102181660 A 14-09-2011
			CN 201842879 U 25-05-2011
			CN 202024612 U 02-11-2011
			CN 202047115 U 23-11-2011
			CN 202057184 U 30-11-2011
			EA 201290160 A1 28-12-2012
			EA 201290161 A1 28-12-2012
			EA 201290162 A1 28-12-2012
			EP 2491151 A1 29-08-2012
			EP 2491152 A1 29-08-2012
			EP 2491153 A1 29-08-2012
			FI 20096311 A 20-04-2011
			FI 20096315 A 20-04-2011
			JP 2013508547 A 07-03-2013
			JP 2013508548 A 07-03-2013
			JP 2013508549 A 07-03-2013
			KR 20120095873 A 29-08-2012
			KR 20120097374 A 03-09-2012
			KR 20120103572 A 19-09-2012
			US 2012200012 A1 09-08-2012
			US 2012204679 A1 16-08-2012
			US 2012228811 A1 13-09-2012
			WO 2011048263 A1 28-04-2011
			WO 2011048264 A1 28-04-2011
			WO 2011048265 A1 28-04-2011
WO 9821371	A1	22-05-1998	AT 404022 B 27-07-1998
			AU 733396 B2 10-05-2001
			AU 4855797 A 03-06-1998
			BR 9707117 A 20-07-1999
			CA 2242392 A1 22-05-1998
			DE 59704790 D1 08-11-2001
			EP 0882142 A1 09-12-1998
			RU 2192475 C2 10-11-2002
			US 6454833 B1 24-09-2002
			WO 9821371 A1 22-05-1998
			ZA 9710040 A 25-05-1998

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	C21B7/00 C21B7/22 F27D1/18	C21B13/00 C21B13/14
ADD.	F27B15/14	F27B15/18 C21B13/02
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) C21B F27B F27D		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 86 256 B (WERNER WENZEL DR ING) 4. August 1960 (1960-08-04) Zusammenfassung Abbildung 1 Spalte 5, Zeile 65 - Spalte 6, Zeile 48 -----	1-23
X	WO 2011/048263 A1 (OUTOTEC OYJ [FI]; SIPILAE JUSSI [FI]) 28. April 2011 (2011-04-28) Abbildungen 1-4 Seite 1, Absatz 1 - Absatz 3 -----	1,14,22
X	WO 98/21371 A1 (VOEST ALPINE IND ANLAGEN [AT]; PO HANG IRON & STEEL [KR]; RES INST IND) 22. Mai 1998 (1998-05-22) Abbildung 2 -----	1,14,22
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 13. Mai 2013		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 21/05/2013
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Gimeno-Fabra, Lluís

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/057121

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 1086256	B	04-08-1960	KEINE
WO 2011048263	A1	28-04-2011	AU 2010309729 A1 12-04-2012
			AU 2010309730 A1 03-05-2012
			AU 2010309731 A1 12-04-2012
			CA 2775014 A1 28-04-2011
			CA 2775015 A1 28-04-2011
			CA 2775683 A1 28-04-2011
			CN 102041386 A 04-05-2011
			CN 102042757 A 04-05-2011
			CN 102042764 A 04-05-2011
			CN 102181660 A 14-09-2011
			CN 201842879 U 25-05-2011
			CN 202024612 U 02-11-2011
			CN 202047115 U 23-11-2011
			CN 202057184 U 30-11-2011
			EA 201290160 A1 28-12-2012
			EA 201290161 A1 28-12-2012
			EA 201290162 A1 28-12-2012
			EP 2491151 A1 29-08-2012
			EP 2491152 A1 29-08-2012
			EP 2491153 A1 29-08-2012
			FI 20096311 A 20-04-2011
			FI 20096315 A 20-04-2011
			JP 2013508547 A 07-03-2013
			JP 2013508548 A 07-03-2013
			JP 2013508549 A 07-03-2013
			KR 20120095873 A 29-08-2012
			KR 20120097374 A 03-09-2012
			KR 20120103572 A 19-09-2012
			US 2012200012 A1 09-08-2012
			US 2012204679 A1 16-08-2012
			US 2012228811 A1 13-09-2012
			WO 2011048263 A1 28-04-2011
			WO 2011048264 A1 28-04-2011
			WO 2011048265 A1 28-04-2011
WO 9821371	A1	22-05-1998	AT 404022 B 27-07-1998
			AU 733396 B2 10-05-2001
			AU 4855797 A 03-06-1998
			BR 9707117 A 20-07-1999
			CA 2242392 A1 22-05-1998
			DE 59704790 D1 08-11-2001
			EP 0882142 A1 09-12-1998
			RU 2192475 C2 10-11-2002
			US 6454833 B1 24-09-2002
			WO 9821371 A1 22-05-1998
			ZA 9710040 A 25-05-1998