(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 4 389 920 A1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.06.2024 Patentblatt 2024/26

(21) Anmeldenummer: **23170274.7**

(22) Anmeldetag: **27.04.2023**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
C21B 13/00 *(2006.01)*

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
C21B 13/0073; C21B 2100/22; C21B 2100/26; C21B 2100/28; C21B 2100/282; C21B 2100/44; C21B 2100/64; C21B 2100/66

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **20.12.2022 EP 22214825**

(71) Anmelder: **Primetals Technologies Austria GmbH**
4031 Linz (AT)

(72) Erfinder:
- **Millner, Robert**
  3382 Loosdorf (AT)
- **Rein, Norbert**
  1060 Wien (AT)
- **Wurm, Johann**
  4283 Bad Zell (AT)
- **Zellinger, Karl-Heinz**
  4020 Linz (AT)

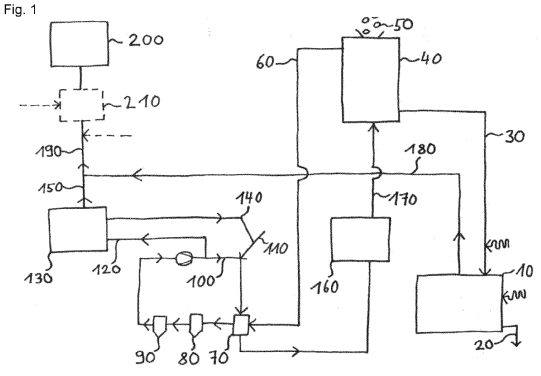
(74) Vertreter: **Metals@Linz**
Primetals Technologies Austria GmbH
Intellectual Property Upstream IP UP
Turmstraße 44
4031 Linz (AT)

(54) NUTZUNG VON TAILGAS AUS AUSSCHLEUSEGAS EINER REDUKTION VON EISENOXIDHALTIGEM MATERIAL

(57) Verfahren zur Herstellung einer Eisenschmelze (20), wobei
Reduktion von eisenoxidhaltigem Material (50) zu einem metallisierten Produkt (30) mittels eines zumindest überwiegend aus Wasserstoff H2 bestehenden Reduktionsgases erfolgt, wobei bei der Reduktion Topgas (60) anfällt, und wobei - gegebenenfalls nach einer Behandlung des Topgases (60) - eine erste Teilmenge (100) des Topgases (60) zur Zubereitung von Reduktionsgas mit reduzierenden Reduktionsgaskomponenten (110) vereinigt wird, und eine zweite Teilmenge (120) des Topgases (60) als Ausschleusegas einer Gasauftrennung in einen wasserstoffangereicherten Gasstrom (140) und in einen wasserstoffabgereicherten Tailgasstrom (150) unterworfen wird, und wobei das metallisierte Produkt (30) der Reduktion mit Kohlenstoffträgern vereinigt in einer Schmelzvorrichtung (10) zu einer Eisenschmelze (20) geschmolzen wird, wobei ein Schmelzabgas (180) anfällt.

Dabei wird zumindest eine Teilmenge des Tailgasstromes (150) mit zumindest einer Teilmenge des Schmelzabgases (180) vereinigt, wobei ein Tailgasgemisch (190) entsteht, und zumindest eine Teilmenge des Tailgasgemisches (190) wird einer thermischen Nutzung (200) zugeführt.

Fig. 1



EP 4 389 920 A1

Beschreibung

Gebiet der Technik

[0001] Die Anmeldung betrifft Verfahren zur Herstellung einer Eisenschmelze, wobei Reduktion von eisenoxidhaltigem Material zu einem metallisierten Produkt mittels eines zumindest überwiegend aus Wasserstoff H2 bestehenden Reduktionsgases erfolgt, wobei bei der Reduktion Topgas anfällt.

Stand der Technik

[0002] Es ist bekannt, metalloxidhaltiges, beispielsweise eisenoxidhaltiges, Material - wie beispielsweise Erze, Oxidbriketts oder Pellets - mittels reduzierenden Gases zu reduzieren. So etwa Reduktion mittels Direktreduktion in einem Festbett oder einer Wirbelschicht mit Reduktionsgas. Bei derzeit großindustriell angewendeten, herkömmlichen Vorbeziehungsweise Direktreduktionsverfahren basiert das Reduktionsgas neben Wasserstoff überwiegend auf Kohlenstoff - beispielsweise in Kohlenmonoxid CO und/oder Methan CH_4 - aus Erdgas. Daher fallen dabei große Mengen Kohlendioxid CO_2 an, was unter anderem aus umweltpolitischen Gründen unerwünscht ist.

[0003] Zur Verminderung des CO_2-Ausstoßes bei der Direktreduktion von metalloxidhaltigem Material ist es bekannt, Wasserstoff H_2 als reduzierendes Gas einzusetzen. Dabei kann Wasserstoff als einziges Reduktionsgas verwendet werden, oder in Kombination mit anderen Gasen, die beispielsweise auf Kohlenstoff aus Erdgas oder auf Kohle beziehungsweise Koks basieren. Je größer der Anteil von bezüglich Reduktionsreaktionen CO_2-neutralem Wasserstoff H_2 im Reduktionsgas ist, desto weniger CO_2 wird emittiert. Je nach Verfügbarkeit von Erdgas oder anderen Gasen und von Wasserstoff kann das Verhältnis ihres Beitrags zum Reduktionsgas verändert werden, indem verschiedene Mengen gemischt werden.

[0004] Je mehr Wasserstoff zur Verfügung steht, desto mehr kann auf einen klimaproblematischen Beitrag auf Basis von Kohlenstoff aus Erdgas oder aus anderen Gasen verzichtet werden.

[0005] Es ist günstig, bestehende Anlagen und Verfahrensweisen, bei denen das Reduktionsgas überwiegend auf Kohlenstoff und teilweise Wasserstoff aus Erdgas oder anderen Gasen basiert, auch mit erhöhten Anteilen von Wasserstoff im Reduktionsgas zu betreiben. Das ermöglicht flexibles Reagieren auf die Verfügbarkeit von Erdgas oder anderen Gasen und von Wasserstoff, und erlaubt die Ausnutzung bereits getätigter Anlageninvestitionen. Zumindest bis ausreichende Mengen Wasserstoff für Verwendung von vollständig auf Wasserstoff basierenden Reduktionsgasen zur Verfügung stehen, wird sich Reduktionsgas neben Wasserstoff auch noch auf reduzierende Komponenten aus Erdgas oder anderen Gasen stützen müssen.

[0006] Zur ressourcenschonenden Durchführung ist es bei Direktreduktionsverfahren üblich, verbrauchtes Reduktionsgas - das Topgas genannt wird - zur Zubereitung von Reduktionsgas zu nutzen. Dazu wird das Topgas, gegebenenfalls nach Behandlungsschritten wie beispielsweise Entstaubung oder Komprimierung, mit frischen Reduktionsgaskomponenten - beispielsweise Gas aus einem Reformer zur Reformierung von Erdgas, Wasserstoff H2 aus einer Wasserstofferzeugungsanlage, Ammoniak NH3 - vermischt. Somit können im Topgas verbliebene reduzierende Komponenten erneut der Direktreduktion zugeführt und als Reduktionsmittel genutzt werden. Nachteilig ist bei so einer Kreislaufführung des Topgases, dass im Topgas auch nicht reduzierende Komponenten vorhanden sind - beispielsweise Stickstoff N2 oder Kohlendioxid CO2. Durch Kreislaufführung können sich diese Komponenten im Reduktionsgas immer mehr anreichern. Um eine Anreicherung zu begrenzen, wird eine Teilmenge des Topgases als sogenanntes Ausschleusegas - auch Bleedgas genannt - aus der Kreislaufführung ausgeschleust.

[0007] Zwecks schonenden Umgangs mit Ressourcen ist eine Nutzung des Ausschleusegases wünschenswert. Das trifft besonders bei Verwendung von wasserstoffreichem Reduktionsgas zu, da mit steigendem Wasserstoffgehalt im Reduktionsgas auch der Wasserstoffgehalt des Topgases zunimmt.

[0008] Es ist bekannt, Ausschleusegas thermisch zu nutzen, indem es beispielsweise mit Oxidationsmittel - beispielsweise Luft - verbrannt wird, und die Wärme zu Aufheizung eines Mediums genutzt wird; das Medium kann beispielsweise ein Reduktionsgasvorläufer sein.

[0009] Es ist auch bekannt, Wasserstoff H2 von anderen Komponenten des Ausschleusegas abzutrennen und für die Zubereitung von Reduktionsgas zu nutzen. Die nach der Abtrennung von Wasserstoff H2 verbleibende Teilmenge des Ausschleusegases - die auch Tailgas genannt wird - eignet sich aufgrund des geringen Brennwerts nicht zur alleinigen thermischen Nutzung und wird nach Zugabe von Brennstoff ungenutzt abgefackelt.

Zusammenfassung der Erfindung

Technische Aufgabe

[0010] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Verfahren und Vorrichtungen vorzustellen, die bei Verwendung

von überwiegend aus Wasserstoff H2 bestehendem Reduktionsgas Nutzung von Tailgas ermöglichen.

Technische Lösung

[0011] Die Aufgabe wird gelöst durch ein

Verfahren zur Herstellung einer Eisenschmelze, wobei
Reduktion von eisenoxidhaltigem Material zu einem metallisierten Produkt mittels eines zumindest überwiegend aus Wasserstoff H2 bestehenden Reduktionsgases erfolgt, wobei bei der Reduktion Topgas anfällt,
und wobei - gegebenenfalls nach einer Behandlung des Topgases - eine erste Teilmenge des Topgases zur Zubereitung von Reduktionsgas mit reduzierenden Reduktionsgaskomponenten vereinigt wird, und eine zweite Teilmenge des Topgases als Ausschleusegas einer Gasauftrennung in einen wasserstoffangereicherten Gasstrom und in einen wasserstoffabgereicherten Tailgasstrom unterworfen wird,
und wobei das metallisierte Produkt der Reduktion mit Kohlenstoffträgern vereinigt in einer Schmelzvorrichtung zu einer Eisenschmelze geschmolzen wird, wobei ein Schmelzabgas anfällt,
dadurch gekennzeichnet, dass
zumindest eine Teilmenge des Tailgasstromes mit zumindest einer Teilmenge des Schmelzabgases vereinigt wird, wobei ein Tailgasgemisch entsteht,
und zumindest eine Teilmenge des Tailgasgemisches einer thermischen Nutzung zugeführt wird.

[0012] Das Reduktionsgas besteht zumindest überwiegend aus Wasserstoff H2. Das bedeutet, dass das Reduktionsgas Wasserstoff als reduzierende Reduktionsgaskomponente enthält, wobei der Gehalt an Wasserstoff in Volums% im Vergleich zu jeder der anderen gegebenenfalls vorhandenen Reduktionsgaskomponenten größer ist; bevorzugt ist der Gehalt an Wasserstoff zumindest 50 Volums%, besonders bevorzugt zu über 50 Volums%, ganz besonders bevorzugt zumindest 60 Volums%.

[0013] Andere gegebenenfalls vorhandene Reduktionsgaskomponenten, die auch reduzierend wirken können, sind beispielsweise Kohlenmonoxid CO oder Kohlenwasserstoffe oder Ammoniak NH3.

[0014] Bei dem metallisierten Produkt handelt es sich bevorzugt um direktreduziertes Eisen DRI direct reduced iron, auch genannt Eisenschwamm.

[0015] Bei der gegebenenfalls stattfindenden Behandlung des Topgases handelt es sich beispielsweise um Behandlungsarten wie Entstaubung - die nass oder trocken erfolgen kann -, Komprimierung, Wärmetausch, Kühlung. Die Behandlung kann einstufig oder mehrstufig erfolgen; es können dabei eine oder mehrere Behandlungsarten zum Einsatz kommen.

[0016] Die erste und die zweite Teilmenge des Topgases können dieselbe Zusammensetzung aufweisen, oder sie können sich in ihrer Zusammensetzung unterscheiden.

[0017] Bevorzugt ist es, wenn sich die erste und die zweite Teilmenge des Topgases dieselbe Zusammensetzung haben, also lediglich der Volumenstrom in zwei Teilströme aufgeteilt wird.

[0018] Das metallisierte Produkt der Reduktion wird mit Kohlenstoffträgern vereinigt in einer Schmelzvorrichtung zu einer Eisenschmelze geschmolzen. Vereinigung mit Kohlenstoffträgern kann vor Einbringung in die Schmelzvorrichtung erfolgen oder in der Schmelzvorrichtung.

[0019] Die Schmelzvorrichtung ist beispielsweise ein Mitglied der Gruppe bestehend aus

- Elektrolichtbogenofen electric arc furnace EAF;
- Submerged arc furnace SAF,
- Open slag bath furnace OSBF
- Schmelzaggregat,
- Konvertergefäß.

[0020] Ein Schmelzaggregat schmilzt zumindest teilweise auf Basis elektrischer Energie.

[0021] EAF und SAF und OSBF sind im Rahmen dieser Anmeldung nicht als Schmelzaggregat zu verstehen.

[0022] Unter einem Konvertergefäß ist beispielsweise ein Stahlwerkskonverter zur Stahlherstellung zu verstehen.

[0023] Unter thermischer Nutzung ist eine exotherme Umsetzung mit einem Reaktionspartner zu verstehen, beispielsweise Verbrennung mit Sauerstoff oder anderen oxidierenden Reaktionspartnern.

[0024] Die thermische Nutzung erfolgt bevorzugt im Umfeld des Verfahrens zur Herstellung von Eisenschmelze, beispielsweise thermische Nutzung zur Aufheizung von Prozessgasströmen oder zur Herstellung von Dampf zwecks Gewinnung von im Verfahren benötigter Elektrizität.

Vorteilhafte Wirkungen der Erfindung

[0025] Infolge der Anwesenheit von Kohlenstoffträgern beim Schmelzen enthält das Schmelzabgas beispielsweise Kohlenmonoxid CO, und hat infolgedessen einen höheren Brennwert als Tailgas. Daher besitzt das erfindungsgemäß erhaltene Tailgasgemisch einen gegenüber Tailgas erhöhten Brennwert und ist für eine thermische Nutzung geeignet. Die Vereinigung der beiden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung von Eisenschmelze anfallenden Gasen ermöglicht also eine Nutzung von Tailgas.

[0026] Bevorzugt umfasst die thermische Nutzung eine Wärmezufuhr in einem Mitglied der Gruppe

- Reformer
- Reduktionsgasheizer
- Trocknungsvorrichtung für eisenoxidhaltiges Material
- Aufheizvorrichtung für eisenoxidoxidhaltiges Material
- Aufbereitungsvorrichtung für eisenoxidhaltiges Material
- Dampf- oder Heißwassererzeugungsvorrichtung.

[0027] In einem Reformer kann beispielsweise zur Bereitstellung der für die zur Reformierung notwendigen Wärme beigetragen werden.

[0028] In einem Reduktionsgasheizer kann beispielsweise ein Beitrag zur Erreichung der für das Reduktionsgas gewünschten Temperatur geleistet werden.

[0029] In einer Trocknungsvorrichtung für eisenoxidhaltiges Material kann ein Beitrag zur Bereitstellung von die Trocknung unterstützender Wärme geleistet werden.

[0030] In einer Aufheizvorrichtung für eisenoxidhaltiges Material kann ein Beitrag zur Bereitstellung von für Aufheizung notwendiger Wärme geleistet werden; es kann beispielsweise aufgeheizt werden, um Voroxidation von Material zu unterstützen.

[0031] In einer Aufbereitungsvorrichtung für eisenoxidhaltiges Material, beispielsweise einer Sinteranlage oder einer Pelletieranlage, kann ein Beitrag zur Bereitstellung von für Aufbereitung notwendiger Wärme geleistet werden.

[0032] In einer Dampf- oder Heißwassererzeugungsvorrichtung kann ein Beitrag zur Bereitstellung von für Dampf- oder Heißwasserherstellung notwendiger Wärme geleistet werden; der Dampf oder Heißwasser kann anschließend beispielsweise direkt oder zur Gewinnung von Elektrizität genutzt werden.

[0033] Bei der thermischen Nutzung des Tailgasgemisches fällt ein erstes Abgas an.

[0034] Bevorzugt erfolgt Nutzung zumindest einer Teilmenge des Tailgasgemisches in einem Inertgasgenerator.

[0035] In einem Inertgasgenerator wird durch Verbrennung des Tailgasgemisches mit Luft Inertgas hergestellt - beispielsweise entsteht durch die Verbrennung das - bei den Einsatzbedingungen kaum reagierende - Inertgas Kohlendioxid CO_2.

[0036] Das Inertgas kann beispielsweise in dem Reduktionsaggregat, in dem das eisenoxidhaltige Material zu einem metallisierten Produkt reduziert wird, oder in der Schmelzvorrichtung, genutzt werden - beispielsweise für Spülzwecke.

[0037] Grundsätzlich könnte auf die oben beschriebene Entstehung eines Tailgasgemisches folgend auch das gesamte Tailgasgemisch in einem Inertgasgenerator genutzt werden, so dass keine Teilmenge des Intergasgemisches einer thermischen Nutzung einer thermischen Nutzung zugeführt wird.

[0038] Bevorzugt erfolgt Nutzung zumindest einer Teilmenge des Schmelzabgases in einem Reformer.

[0039] Der Reformer kann reduzierende Komponenten für das Reduktionsgas liefern.

[0040] Nutzung kann beispielsweise erfolgen gemäß

$$CO_2+CH_4 \rightarrow 2CO+2H_2$$

beziehungsweise

$$H_2O+CH_4 \rightarrow CO+3H_2.$$

Kohlendioxid CO_2 beziehungsweise Wasserdampf H_2O im Schmelzabgas werden beispielsweise mit Erdgas im Reformer umgesetzt, so dass die reduzierenden Komponenten Kohlenmonoxid CO und Wasserstoff H_2 erzeugt werden und als reduzierende Komponenten des Reduktionsgases dienen.

[0041] Grundsätzlich kann Schmelzabgas einer Schmelzvorrichtung, in der metallisiertes Produkt einer Reduktion mit Kohlenstoffträgern vereinigt zu einer Eisenschmelze geschmolzen wird, auch vollständig in einem Reformer genutzt werden, um reduzierende Komponenten für das die Reduktion durchführende Reduktionsgas zu liefern.

[0042] Bei Verbindung einer Schmelzvorrichtung, in der metallisiertes Produkt einer Reduktion mit Kohlenstoffträgern vereinigt zu einer Eisenschmelze geschmolzen wird, mit der oben beschriebene Entstehung eines Tailgasgemisches

würde in diesem Fall jedoch keine Teilmenge des Schmelzabgases für Vereinigung mit Tailgas zur Verfügung stehen.

[0043] Das eisenoxidhaltige Material wird in einem Reduktionsaggregat zu dem metallisierten Produkt reduziert. Das Reduktionsaggregat, in dem das eisenoxidhaltige Material zu einem metallisierten Produkt reduziert wird, kann beispielsweise ein Festbettschacht oder ein Fließbettreaktor oder ein Wirbelschichtreaktor sein. Prozesseigenes Ventgas fällt an, wenn das metallisierte Produkt - beispielsweise direktreduziertes Eisen DRI - aus dem Reduktionsaggregat pneumatisch in einen DRI-Bunker gefördert wird; dort werden Feststoff und Gas voneinander getrennt, wobei das Ventgas anfällt. Das Ventgas kann, gegebenenfalls nach Entstaubung - nass oder trocken - als Brennstoff genutzt werden.

[0044] Nach einer Ausführungsform wird dem Ausschleusegas zumindest eine Teilmenge des prozesseigenen Ventgases zugegeben, bevor die Gasauftrennung in einen wasserstoffangereicherten Gasstrom und in einen wasserstoffabgereicherten Tailgasstrom erfolgt. In diesem Fall wird ein Gemisch aus Ausschleusegas und prozesseigenem Ventgas einer Gasauftrennung in einen wasserstoffangereicherten Gasstrom und in einen wasserstoffabgereicherten Tailgasstrom unterworfen.

[0045] Bevorzugt erfolgt die thermische Nutzung unter Zufuhr zumindest eines Brennstoffs zum Tailgasgemisch, beispielsweise Erdgas oder prozesseigenes Ventgas.

[0046] Der Heizwert des Tailgasgemisches kann so erhöht werden.

[0047] Bevorzugt wird das Tailgasgemisch vor der thermischen Nutzung einem Gasspeicher zugeführt, und für die thermische Nutzung aus dem Gasspeicher entnommen. Dadurch können zeitliche Schwankungen bei den Zusammensetzungen und/oder anfallenden Mengen des Tailgasstromes und/oder des Schmelzgasstromes und/oder des Brennstoffs - wie beispielsweise prozesseigenes Ventgas beziehungsweise Erdgas - ausgeglichen werden.

[0048] Sowohl der Tailgasstrom als auch der Strom des Schmelzabgases, aber auch Ströme des Brennstoffes - wie beispielsweise prozesseigene Ventgas beziehungsweise Erdgas - können in Zusammensetzung und Größe zeitlich schwanken.

[0049] Dabei ist es bevorzugt wenn auch zumindest ein Brennstoff in den Gasspeicher eingebracht wird. Dann kann ein Gemisch aus Brennstoff und Tailgasgemisch der thermischen Nutzung zugeführt werden. Schwankungen des Brennwerts des Tailgasstromes und/oder des Schmelzgasstromes und/oder des Brennstoffs - beispielsweise prozesseigenes Ventgas oder Erdgas - und damit des Tailgasgemisches können so im Gasspeicher ausgeglichen werden. Die Einbringung in den Gasspeicher wird bevorzugt so geregelt, dass der Heizwert des aus dem Gasspeicher entnommenen Gemisches aus Tailgasgemisch und Brennstoff dem für die thermische Nutzung angestrebten Wert entspricht.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0050] Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung anhand einer schematischen Figur beispielhaft beschrieben.

[0051] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung von Ausführungsformen, die im Zusammenhang mit den schematischen und beispielhaften Zeichnungen näher erläutert werden. Dabei zeigt:

Fig 1 schematisch die Durchführung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Beschreibung der Ausführungsformen

Beispiele

[0052] Figur 1 zeigt schematisch, wie in einer Schmelzvorrichtung 10 eine Eisenschmelze 20 hergestellt wird. Dazu wird das metallisierte Produkt 30 - beispielsweise DRI - mittels eines Reduktionsgases, das überwiegend aus Wasserstoff besteht, in einem Reduktionsaggregat 40 aus eisenoxidhaltigem Material 50 durch Reduktion gewonnen.

[0053] Bei der Reduktion anfallendes Topgas 60 wird aus dem Reduktionsaggregat 40 ausgeleitet und nach einer mehrstufigen Behandlung mit Wärmetausch 70, Trockenentstaubung 80, Kühlung 90 mit Wasser in zwei Teilmengen aufgeteilt. Eine erste Teilmenge 100 wird mit reduzierenden Reduktionsgaskomponenten 110 vereinigt, und eine zweite Teilmenge 120 wird einer Gasauftrennvorrichtung 130 zugeführt, in der ein wasserstoffangereicherter Gasstrom 140 und ein wasserstoffabgereicherter Tailgasstrom 150 anfallen. Es ist dargestellt, dass der wasserstoffangereicherte Gasstrom 140 zur Zuführung der reduzierenden Reduktionsgaskomponenten 110 geleitet wird; er kann eine von mehreren reduzierenden Reduktionsgaskomponenten sein oder die einzige.

[0054] Nach Vereinigung mit reduzierenden Reduktionsgaskomponenten erfolgt Erwärmung des dabei erhaltenen Reduktionsgasvorläufers mittels Wärmetausch 70 sowie elektrische Aufheizung 160, und das so hergestellte Reduktionsgas 170 wird dem Reduktionsaggregat 40 zugeleitet.

[0055] Das metallisierte Produkt 30 wird der Schmelzvorrichtung 10 zugeführt und mit Kohlenstoffträgern vereinigt in der Schmelzvorrichtung 10 zu einer Eisenschmelze 20 geschmolzen. Zugabe von Kohlenstoffträgern ist mit gewellten Pfeilen dargestellt; zu sehen sind die beiden Varianten Vereinigung mit Kohlenstoffträgern vor der Einbringung in die

Schmelzvorrichtung 10 und Vereinigung mit Kohlenstoffträgern in der Schmelzvorrichtung 10; jede der Varianten kann alleine vorliegen, oder beide Varianten können gemeinsam vorliegen.

[0056] In der Schmelzvorrichtung 10 anfallendes Schmelzabgas 180 wird mit dem Tailgasstrom 150 vereinigt, wobei ein Tailgasgemisch 190 entsteht. Tailgasgemisch 190 wird einer thermischen Nutzung 200 zugeführt. Optional wird es vor der thermischen Nutzung 200 einem Gasspeicher 210 zugeführt.

[0057] Optional - dargestellt durch strichlierte Pfeile - wird dem Tailgasgemisch 190 und/oder dem Gasspeicher 210 Brennstoff zugeführt.

Liste der Bezugszeichen

[0058]

10	Schmelzvorrichtung
20	Eisenschmelze
30	metallisiertes Produkt
40	Reduktionsaggregat
50	Eisenoxidhaltiges Material
60	Topgas
70	Wärmetausch
80	Trockenentstaubung
90	Kühlung
100	erste Teilmenge
110	reduzierende Reduktionsgaskomponenten
120	zweite Teilmenge
130	Gasauftrennvorrichtung
140	wasserstoffangereicherter Gasstrom
150	Tailgasstrom
160	elektrische Aufheizung
170	Reduktionsgas
180	Schmelzabgas
190	Tailgasgemisch
200	Thermische Nutzung
210	Gasspeicher

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Eisenschmelze (20), wobei

Reduktion von eisenoxidhaltigem Material (50) zu einem metallisierten Produkt (30) mittels eines zumindest überwiegend aus Wasserstoff H2 bestehenden Reduktionsgases erfolgt,
wobei bei der Reduktion Topgas (60) anfällt,
und wobei - gegebenenfalls nach einer Behandlung des Topgases (60) - eine erste Teilmenge (100) des Topgases (60) zur Zubereitung von Reduktionsgas mit reduzierenden Reduktionsgaskomponenten (110) vereinigt wird, und eine zweite Teilmenge (120) des Topgases (60) als Ausschleusegas einer Gasauftrennung in einen wasserstoffangereicherten Gasstrom (140) und in einen wasserstoffabgereicherten Tailgasstrom (150) unterworfen wird,
und wobei das metallisierte Produkt (30) der Reduktion mit Kohlenstoffträgern vereinigt in einer Schmelzvorrichtung (10) zu einer Eisenschmelze (20) geschmolzen wird, wobei ein Schmelzabgas (180) anfällt,
dadurch gekennzeichnet, dass
zumindest eine Teilmenge des Tailgasstromes (150) mit zumindest einer Teilmenge des Schmelzabgases (180) vereinigt wird, wobei ein Tailgasgemisch (190) entsteht,
und zumindest eine Teilmenge des Tailgasgemisches (190) einer thermischen Nutzung (200) zugeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die thermische Nutzung (200) eine Wärmezufuhr in einem Mitglied der Gruppe

- Reformer

- Reduktionsgasheizer
- Trocknungsvorrichtung für eisenoxidhaltiges Material
- Aufheizvorrichtung für eisenoxidoxidhaltiges Material
- Aufbereitungsvorrichtung für eisenoxidhaltiges Material
- Dampf- oder Heißwassererzeugungsvorrichtung

umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** Nutzung zumindest einer Teilmenge des Tailgasgemisches (190) in einem Inertgasgenerator erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** Nutzung zumindest einer Teilmenge des Schmelzabgases (180) in einem Reformer erfolgt.

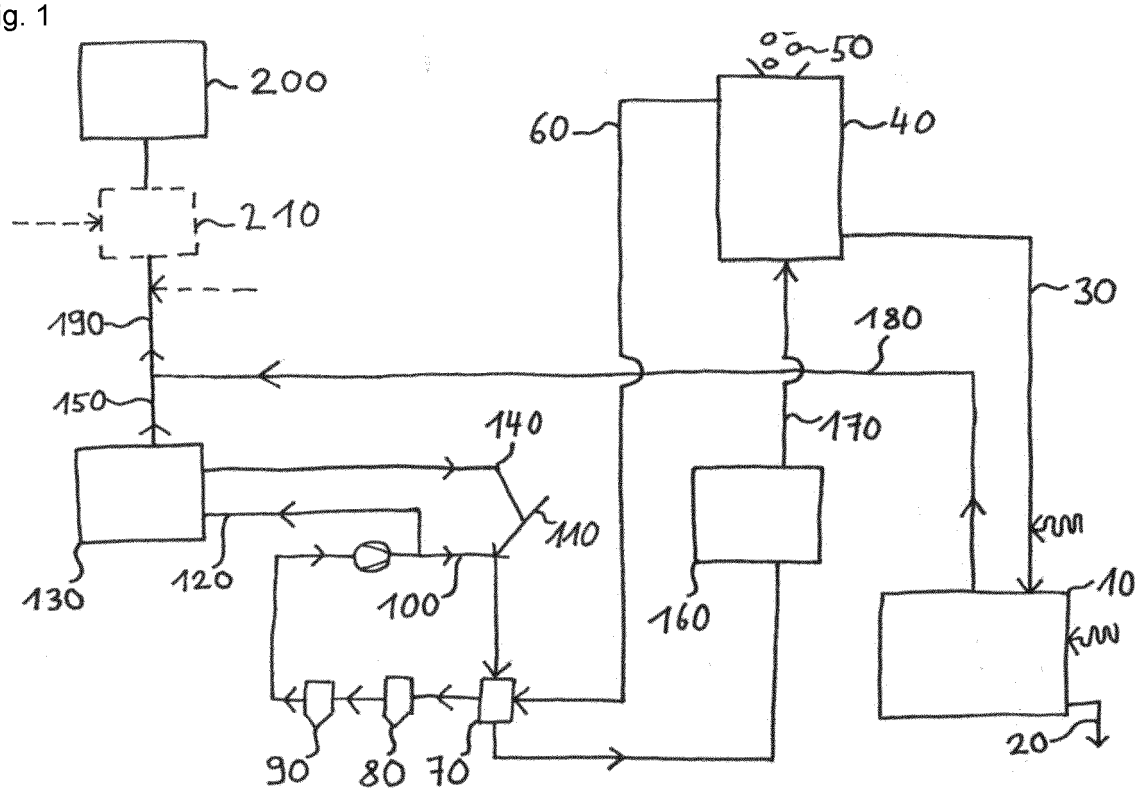
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Ausschleusegas zumindest eine Teilmenge des prozesseigenen Ventgases zugegeben wird, bevor die Gasauftrennung in einen wasserstoff-angereicherten Gasstrom (140) und in einen wasserstoffabgereicherten Tailgasstrom (150) erfolgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die thermische Nutzung (200) unter Zufuhr zumindest eines Brennstoffs zum Tailgasgemisch (190) erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tailgasgemisch (190) vor der thermischen Nutzung (200) einem Gasspeicher (210) zugeführt wird, und für die thermische Nutzung (200) aus dem Gasspeicher (210) entnommen wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** auch zumindest ein Brennstoff in den Gasspeicher (210) eingebracht wird.

Fig. 1


200
210
190
150
130
120
140
110
100
90
80
70
60
50
40
30
180
170
160
10
20

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 23 17 0274

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2022/023187 A1 (WURTH PAUL SA [LU]) 3. Februar 2022 (2022-02-03) * Abbildung 3 * * Anspruch 1 *	1-8	INV. C21B13/00
X	WO 2009/037587 A2 (HYL TECHNOLOGIES SA DE CV [MX]; ZENDEJAS-MARTINEZ EUGENIO [MX] ET AL.) 26. März 2009 (2009-03-26) * Abbildung 2 * * Seite 6 *	1-8	
X	US 2022/235426 A1 (DUARTE ESCAREÑO PABLO ENRIQUE [MX]) 28. Juli 2022 (2022-07-28) * Abbildung 1 * * Anspruch 1 *	1-8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C21B

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag	5. September 2023	Porté, Olivier

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 23 17 0274

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-09-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2022023187 A1	03-02-2022	AU 2021318733 A1	23-02-2023
		BR 112023000801 A2	07-02-2023
		CA 3185397 A1	03-02-2022
		CN 116134159 A	16-05-2023
		EP 4189125 A1	07-06-2023
		LU 101960 B1	28-01-2022
		TW 202219278 A	16-05-2022
		US 2023272495 A1	31-08-2023
		WO 2022023187 A1	03-02-2022
WO 2009037587 A2	26-03-2009	KEINE	
US 2022235426 A1	28-07-2022	CN 113924372 A	11-01-2022
		EP 3980566 A1	13-04-2022
		JP 2022535446 A	08-08-2022
		US 2022235426 A1	28-07-2022
		WO 2020245070 A1	10-12-2020

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82