

(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  
26. Juni 2014 (26.06.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2014/095111 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
C21B 5/06 (2006.01) C21B 13/14 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/071250
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
11. Oktober 2013 (11.10.2013)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
12198903.2 21. Dezember 2012 (21.12.2012) EP
- (71) Anmelder: SIEMENS VAI METALS  
TECHNOLOGIES GMBH [AT/AT]; Turmstraße 44, A-  
4031 Linz (AT).
- (72) Erfinder: MILLNER, Robert; Porschestrasse 1, A-3382  
Loosdorf (AT). ROSENFELLNER, Gerald; Schulstrasse  
12, A-3352 Ertl (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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, SA, 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,  
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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

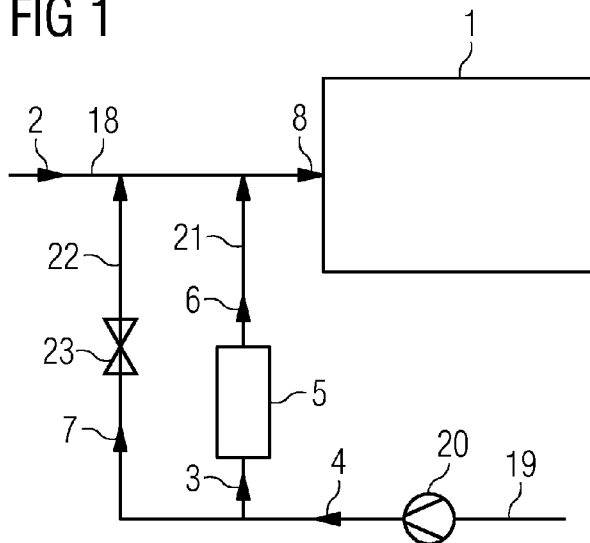
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz  
3)

(54) Title: SUPERHEATING OF AN EXPORT GAS USED IN A REDUCTION PROCESS, IN ORDER TO BALANCE OUT  
AMOUNT FLUCTUATIONS, AND DEVICE

(54) Bezeichnung : ÜBERHITZUNG VON EINEM IN EINEM REDUKTIONSPROZESS GENUTZTEN EXPORTGAS ZUM  
AUSGLEICH VON MENGENSCHWANKUNGEN UND VORRICHTUNG ZUM DESSEN

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for balancing out amount fluctuations while simultaneously increasing the temperature of an export gas (2) used in a reduction process (1), wherein a first partial amount (3) of a recycling gas (4) is cooled in at least one recycling-gas cooler (5) in order to form a cold recycling gas (6) and wherein the cold recycling gas (6) is fed to the export gas (2) in a pressure-controller and/or amount-controlled manner in order to balance out amount fluctuations of the export gas (2) and wherein a second partial amount of the recycling gas (4) is fed to the export gas (2) as hot recycling gas (7) having a higher temperature than the cold recycling gas (6), whereupon an export gas mixture (8) comprising the cold recycling gas (6) and the hot recycling gas (7) is introduced into the reduction process (1), and wherein the temperature of the export gas mixture (8) is higher than the temperature of the export gas (2). Thus, the temperature of the export gas (2) or rather the export gas mixture (8) is set in such a way that said temperature is higher than the dew point or dew point temperature of the export gas mixture.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/095111 A1



---

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ausgleich von Mengenschwankungen bei gleichzeitiger Erhöhung der Temperatur eines in einem Reduktionsprozess (1) genutzten Exportgases (2), bei dem eine Kühlung einer ersten Teilmenge (3) eines Recyclegases (4) in zumindest einem Recyclegaskühler (5) zu einem cold-Recyclegas (6) erfolgt und bei dem dem Exportgas (2) das cold-Recyclegas (6) druckgeregelt und/oder mengengeregelt zugeführt wird, um Mengenschwankungen des Exportgases (2) auszugleichen und bei dem Exportgas (2) druckgeregelt und/oder mengengeregelt eine zweite Teilmenge des Recyclegases (4) als hot-Recyclegas (7) mit einer höheren Temperatur als das cold-Recyclegas (6) zugeführt wird, wonach eine das cold-Recyclegas (6) und das hot-Recyclegas (7) umfassende Exportgasmischung (8) in den Reduktionsprozess (1) eingebracht wird und wobei die Temperatur der Exportgasmischung (8) höher ist als die Temperatur des Exportgases (2). Dadurch wird die Temperatur des Exportgases (2) beziehungsweise der Exportgasmischung (8) derart eingestellt, dass sie höher ist als ihr Taupunkt beziehungsweise ihre Taupunkttemperatur.

**Titel**

ÜBERHITZUNG VON EINEM IN EINEM REDUKTIONSPROZESS GENUTZTEN EXPORTGAS ZUM AUSGLEICH VON MENSCHWANKUNGEN UND VORRICHTUNG ZUM DESSEN

**5 Technisches Gebiet**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ausgleich von Mengenschwankungen bei gleichzeitiger Erhöhung der Temperatur eines in einem Reduktionsprozess genutzten Exportgases. Dabei erfolgt eine Kühlung einer ersten Teilmenge eines Recyclegases in zumindest einem Recyclegaskühler zu einem cold-Recyclegas. Das cold-Recyclegas wird dem Exportgas druckgeregelt und/oder mengengeregelt zugeführt, um Mengenschwankungen des Exportgases auszugleichen.

15

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**Stand der Technik**

20

Aus dem Stand der Technik ist bekannt, ein Exportgas in einem Reduktionsprozess zu nutzen. Das Exportgas stammt dabei aus einer externen Gasquelle, wie beispielsweise aus einer Anlage zur Roheisenherstellung und/oder aus einer Kohlevergasungsanlage und/oder aus einer Kokerei. Der Reduktionsprozess umfasst dabei auch eine Aufbereitung des Exportgases zu einem Reduktionsgas, beispielsweise eine Verdichtung des Exportgases in einem Exportgasverdichter und eine Eliminierung des CO<sub>2</sub> aus dem verdichteten Exportgases, bevor das Reduktionsgas einem Reduktionsaggregat zur Reduktion von Metalloxiden zugeführt wird.

30

Das Exportgas ist häufig Mengenschwankungen unterworfen. Dadurch kann es zu nachteiligen Betriebszuständen im Reduktionsprozess kommen, welche durch aus dem Stand der Technik bekannte Maßnahmen, wie beispielsweise die Zufuhr einer die Mengenschwankungen ausgleichenden variablen Menge eines Gasstromes zum Exportgas, gelöst werden.

35

Nachteilig dabei ist, dass das Exportgas oftmals eine Temperatur aufweist, welche am Taupunkt oder nur knapp über dem Taupunkt des Exportgases liegt. Wird ein derartiges Exportgas beispielsweise in den Exportgasverdichter eingebracht, so besteht die Gefahr, dass es speziell an Eintrittsleitapparaten und Laufrädern des Exportgasverdichters durch Taupunktunterschreitung des Exportgases zu Nass/Trockenübergängen beziehungsweise durch Kondensation/Sublimation von polyaromatischen Kohlenwasserstoffen im Exportgas zu Anpackungen an den Eintrittsleitapparaten und Laufrädern des Exportgasverdichters kommen kann.

Ebenso können gegebenenfalls vorhandene Wärmetauscher, in die ein derartiges Exportgas eingebracht wird, von solchen Anpackungen betroffen sein.

### **Zusammenfassung der Erfindung**

#### **Technische Aufgabe**

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung bereitzustellen, mit denen die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile überwunden werden.

#### **Technische Lösung**

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Ausgleich von Mengenschwankungen bei gleichzeitiger Erhöhung der Temperatur eines in einem Reduktionsprozess genutzten Exportgases gelöst, wobei das Verfahren folgende Verfahrensschritte umfasst:

- Kühlung einer ersten Teilmenge eines Recyclegases in zumindest einem Recyclegaskühler zu einem cold-Recyclegas,
- druckgeregelte und/oder mengengeregelte Zufuhr des cold-Recyclegases zum Exportgas, um Mengenschwankungen des Exportgases (31) auszugleichen, und wobei

dem Exportgas erfindungsgemäß druckgeregelt und/oder mengen-  
geregelt eine zweite Teilmenge des Recyclegases als hot-  
Recyclegas mit einer höheren Temperatur als das cold-  
Recyclegas zugeführt wird, wonach eine das cold-Recyclegas  
5 und das hot-Recyclegas umfassende Exportgasmischung in den  
Reduktionsprozess eingebracht wird, und wobei die Temperatur  
der Exportgasmischung höher ist als die Temperatur des Ex-  
portgases.

10 Unter Exportgas ist ein Gas zu verstehen, welches aus einer  
externen Gasquelle stammt. Eine externe Gasquelle ist bei-  
spielsweise eine Anlage zur Roheisenherstellung und/oder eine  
Kohlevergasungsanlage und/oder eine Kokerei. Das Exportgas  
kann beispielsweise auch Tiegelgas oder auch Gichtgas aus dem  
15 Gasnetz eines Stahlwerks beziehungsweise Hüttenwerks umfas-  
sen.

Das Verfahren umfasst die Kühlung der ersten Teilmenge des  
Recyclegases im Recyclegaskühler. Das gekühlte Recyclegas  
20 wird im Folgenden mit cold-Recyclegas bezeichnet. Das cold-  
Recyclegas wird druckgeregelt und/oder mengengeregelt dem Ex-  
portgas zugeführt, um die Mengenschwankungen des Exportgases  
auszugleichen. Diese druckgeregelt und/oder mengengeregelte  
Zufuhr erfolgt beispielsweise mittels eines  
25 Recyclegasverdichters. Erfindungsgemäß wird dem Exportgas die  
zweite Teilmenge des Recyclegases mit einer höheren Tempera-  
tur als das cold-Recyclegas druckgeregelt und/oder mengenge-  
regelt zugeführt. Diese zweite Teilmenge des Recyclegases  
wird aus Gründen der besseren Unterscheidbarkeit im Folgenden  
30 mit hot-Recyclegas bezeichnet. Das cold-Recyclegas und das  
hot-Recyclegas entsprechen jeweils unterschiedlichen Teilmen-  
gen desselben Recyclegases. Dem Exportgas werden das cold-  
Recyclegas und das hot-Recyclegas zugeführt, wobei die Rei-  
henfolge der Zuführung dieser beiden Gase zum Exportgas be-  
35 liebig ist. Es kann dem Exportgas zuerst das hot-Recyclegas  
und danach das cold-Recyclegas oder zuerst das cold-  
Recyclegas und danach das hot-Recyclegas zugeführt werden.  
Bei der ersten Variante enthält das Exportgas vor Zufuhr des

cold-Recyclegases bereits das hot-Recyclegas, bei der zweiten Variante enthält das Exportgas vor Zufuhr des hot-Recyclegases bereits das cold-Recyclegas.

5 Die Erfindung umfasst auch die Zufuhr des cold-Recyclegases und des hot-Recyclegases zum Exportgas als Mischung bestehend aus dem cold-Recyclegas und dem hot-Recyclegas. Es wird dabei zuerst das hot-Recyclegas mit dem cold-Recyclegas gemischt und danach wird dem Exportgas die Mischung zugeführt. Das Ex-  
10 portgas enthält nach Zufuhr der Mischung sowohl das cold-Recyclegas als auch das hot-Recyclegas.

Die Zuführung des hot-Recyclegases und des cold-Recyclegases als Mischung zum Exportgas hat den Vorteil, dass nur eine  
15 einzige Leitung zur Zufuhr der Mischung zum Exportgas notwendig ist, wodurch eine sehr kompakte Bauweise möglich ist.

Das Exportgas enthält zumindest eine der folgenden Gaskomponenten: Kohlenmonoxid - CO, Kohlendioxid CO<sub>2</sub>, Wasserstoff -  
20 H<sub>2</sub>, Stickstoff - N<sub>2</sub>, Methan - CH<sub>4</sub>, Wasserdampf - H<sub>2</sub>O. Das Recyclegas enthält zumindest eine der folgenden Gaskomponenten: Kohlenmonoxid - CO, Kohlendioxid CO<sub>2</sub>, Wasserstoff - H<sub>2</sub>, Stickstoff - N<sub>2</sub>, Methan CH<sub>4</sub>, Wasserdampf und kann aus einer beliebigen Gasquelle stammen.

25 Unter Reduktionsprozess ist in diesem Zusammenhang nicht nur eine Reduktion von Metalloxiden mittels eines Reduktionsgases in einem Reduktionsaggregat zu verstehen, sondern auch sämtliche für eine Aufbereitung der Exportgasmischung zu dem Reduktionsgas erforderlichen Verfahrensschritte.  
30

Das das cold-Recyclegas und das hot-Recyclegas umfassende Exportgas wird im Folgenden mit Exportgasmischung bezeichnet, welche in den Reduktionsprozess eingebracht wird. Die Temperatur des hot-Recyclegases ist höher als die Temperatur des  
35 Exportgases vor der Zufuhr des hot-Recyclegases und des cold-Recyclegases zum Exportgas. Außerdem ist die Temperatur des

hot-Recyclegases höher als die Temperatur des cold-Recyclegases.

5 Dadurch wird erreicht, dass die Temperatur der Exportgasmischung höher ist, als die Temperatur des Exportgases vor der Zufuhr des cold-Recyclegases und des hot-Recyclegases.

10 Durch die Zufuhr des hot-Recyclegases zum Exportgas wird die fühlbare Energie des hot-Recyclegases zur Temperaturerhöhung des Exportgases genutzt. Dadurch wird die Temperatur des Exportgases beziehungsweise der Exportgasmischung derart eingestellt, dass sie höher ist als ihr Taupunkt beziehungsweise ihre Taupunkttemperatur. Diesen Vorgang nennt man Überhitzung des Exportgases beziehungsweise der Exportgasmischung. Eine  
15 vorteilhafte Wirkung dieser Überhitzung besteht darin, dass es nicht durch Taupunktunterschreitung der Exportgasmischung zu Nass/Trockenübergängen durch Kondensation/Verdampfung von Wasser bzw. Kondensation/Sublimation von polyaromatischen Kohlenwasserstoffen im Zusammenhang mit Staubpartikeln, welche  
20 gegebenenfalls im Exportgas beziehungsweise in der Exportgasmischung und/oder im Recyclegas vorhanden sind, zu Anpackungen an Eintrittsleitapparaten und/oder Laufrädern des Exportgasverdichters kommen kann. Zusätzlich wird durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen die Gefahr von Spannungsrisskorrosionen an den Laufrädern des Exportgasverdichters mini-  
25 miert.

Vorzugsweise weist das cold-Recyclegas im Wesentlichen die gleiche Temperatur wie das Exportgas auf.

30 Unter dem Ausdruck im Wesentlichen gleiche Temperatur ist zu verstehen, dass sich die Temperaturen des cold-Recyclegases und des Exportgases um nicht mehr als 40°C, vorzugsweise um nicht mehr als 20°C, noch bevorzugter um nicht mehr als 10°C  
35 unterscheiden.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein aus der Exportgasmischung gewonnenes Re-

duktionsgas in ein Reduktionsaggregat zur Reduktion von Metalloxiden eingebracht wonach das Reduktionsgas nach zumindest teilweiser Reduktion der Metalloxide als Topgas aus dem Reduktionsaggregat abgezogen wird und wobei die Gewinnung des  
5 Reduktionsgases die Verfahrensschritte

- Verdichtung der Exportgasmischung in zumindest einem Exportgasverdichter zu einem Prozessgas,
- 10 • gegebenenfalls Kühlung des Prozessgases in einem Prozessgaskühler und Eliminierung von CO<sub>2</sub> und/oder H<sub>2</sub>O aus dem Prozessgas in einer CO<sub>2</sub>-Eliminierungsvorrichtung unter Gewinnung des Reduktionsgases und
- 15 • Aufheizung des Reduktionsgases in einer Reduktionsgasheizvorrichtung

umfasst und wobei eine vorzugsweise von Staub befreite und/oder vorzugsweise gekühlte erste Teilmenge des Topgases,  
20 gegebenenfalls nach einer Verdichtung, als das Recyclegas verwendet wird.

Die Eliminierung von CO<sub>2</sub> aus dem Prozessgas umfasst beispielsweise die Entfernung von CO<sub>2</sub> aus dem Prozessgas oder  
25 die Umwandlung von CO<sub>2</sub> zu CO, beispielsweise mittels eines aus dem Stand der Technik bekannten Reformers.

Das Reduktionsaggregat ist beispielsweise ein Hochofen oder ein Direktreduktionsaggregat, welches auf Basis Festbett,  
30 Wirbelschicht oder Bewegtbett ausgebildet ist. Selbstverständlich können auch mehrere Reduktionsaggregate vorhanden sein, in die das Reduktionsgas eingebracht wird.

Unter Reduktionsgas ist ein Gas zu verstehen, das geeignet  
35 ist, Metalloxide, speziell Eisenerze beziehungsweise Eisenoxide, zumindest teilweise zu Metallen, speziell Eisen, zu reduzieren, beispielsweise ein Gas mit Kohlenmonoxid und/oder Wasserstoff als Hauptbestandteil.



Die im Reduktionsaggregat mittels des Reduktionsgases reduzierten Metalloxide werden als DRI beziehungsweise direct reduced iron bezeichnet. Ist das Reduktionsaggregat als Wirbelschichtreaktor ausgebildet, wird das DRI anschließend beispielsweise zu HBI (hot briquetted iron) brikettiert, um anschließend in einem Eisen- oder Stahlerzeugungsprozess weiterverwendet werden zu können.

Nach der Reduktion der Metalloxide mittels des Reduktionsgases wird das dabei zumindest teilweise umgewandelte Reduktionsgas als Topgas vom Reduktionsaggregat abgezogen. Die erste Teilmenge des vorzugsweise in einer Einrichtung zur Entstaubung und/oder Kühlung von Staub befreite und/oder gekühlte Topgases wird, gegebenenfalls nach der Verdichtung, als das Recyclegas verwendet.

Die Exportgasmischung wird im Exportgasverdichter zu dem Prozessgas verdichtet. Die Eliminierung des CO<sub>2</sub> aus dem Prozessgas erfolgt vorzugsweise mittels Druckwechseladsorption oder Vakuumdruckwechseladsorption. Durch Eliminierung des CO<sub>2</sub> aus dem Prozessgas erhält man das Reduktionsgas, welches vor seinem Einbringen in das Reduktionsaggregat in der Reduktionsgasheizvorrichtung auf eine zur Durchführung der Reduktion der Metalloxide geeignete Temperatur von 700 bis 1200°C aufgeheizt wird.

Die von Staub befreite und/oder gekühlte erste Teilmenge des Topgases wird, gegebenenfalls nach der Verdichtung, als das Recyclegas verwendet. Die erste Teilmenge des Recyclegases wird im Recyclegaskühler zu dem cold-Recyclegas gekühlt und anschließend dem Exportgas zugeführt. Die zweite Teilmenge des Recyclegases wird dem Exportgas als hot-Recyclegas zugeführt.

Der Vorteil, der sich durch diese Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt, ist der, dass die im Recyclegas enthaltene Wärmeenergie – die sogenannte fühlbare Wärme – zur Erhöhung der Temperatur des Exportgases genutzt

wird. Es ist daher nicht notwendig, das hot-Recyclegas vor seiner Zufuhr zum Exportgas einer weiteren Aufheizung zu unterziehen.

5 In einer anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens beträgt die Untergrenze der Temperatur des hot-Recyclegases zwischen 80°C, vorzugsweise 100°C und die Obergrenze der Temperatur des hot-Recyclegases 180°C, vorzugsweise 150°C.

10

Liegt die Temperatur des hot-Recyclegases im angegebenen Temperaturbereich, so ist bei entsprechendem hot-Recyclegasfluss sichergestellt, dass die Temperatur der Exportgasmischung die Taupunkttemperatur nicht unterschreitet.

15

In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst das Exportgas Tiegelgas aus dem Gasnetz eines Stahlwerks und/oder es stammt aus einer Anlage zur Roheisenherstellung und/oder aus einer Kohlevergasungsanlage und/oder aus einer Kokerei.

20

Eine Anlage zur Roheisenherstellung ist beispielsweise eine aus dem Stand der Technik bekannte COREX<sup>®</sup> - Anlage, eine FINEX<sup>®</sup> - Anlage oder ein Sauerstoffhochofen. Das Exportgas kann daher auch Gichtgas des Sauerstoffhochofens enthalten oder aus ihm bestehen. Stammt das Exportgas aus einer Kohlevergasungsanlage, so kann es sinnvoll sein, die im Exportgas enthaltene Druckenergie in einer Entspannungsturbine zu nutzen. Der bei der Nutzung der Druckenergie in der Entspannungsturbine auftretende Joule - Thompson Effekt führt zu einer Abkühlung des Exportgases. Die erfindungsgemäße Zufuhr des hot-Recyclegases zum Exportgas gleicht die Abkühlung des Exportgases wieder aus und stellt eine ausreichend hohe Überhitzung des Exportgases sicher.

35

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Exportgas vor Nutzung im Reduktionsprozess einer Entstaubung und/oder Gasreinigung in einer Vor-

richtung zur Entstaubung und/oder Gasreinigung unterzogen, wobei dem Exportgas das hot-Recyclegas und das cold-Recyclegas vor der Entstaubung und/oder Gasreinigung zugeführt wird.

5

In der Vorrichtung zur Entstaubung und/oder Gasreinigung erfolgt eine Abscheidung von mit der Exportgasmischung mittransportierten Staubpartikeln beziehungsweise Feststoffpartikeln.

10

Die Entstaubung des Exportgases stellt sicher, dass nachfolgende Komponenten vor einem erhöhten Verschleiß beziehungsweise vor einer Beschädigung durch mit dem Exportgas mittransportierte Staubpartikel beziehungsweise Feststoffpartikel geschützt werden.

15

Durch die Zufuhr des hot-Recyclegases und des cold-Recyclegases zum Exportgas vor der Entstaubung und/oder Gasreinigung tritt das hot-Recyclegas umfassende Exportgas bereits in einem überhitzten Zustand in die Vorrichtung zur Entstaubung und/oder Gasreinigung ein. Dadurch wird vermieden, dass es in dieser Vorrichtung zu einem feuchten Betrieb oder zu Naß/Trockenübergängen beziehungsweise durch Kondensation/Sublimation von polyaromatischen Kohlenwasserstoffen, welche gegebenenfalls im Exportgas vorhanden sind, zu Anpackungen in dieser Vorrichtung kommt.

20

25

Im Falle der Zufuhr des cold-Recyclegases und des hot-Recyclegases als Mischung zum Exportgas erfolgt die Zufuhr der Mischung vor der Entstaubung und/oder Gasreinigung des Exportgases.

30

Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur der Exportgasmischung maximal um 50°C, vorzugsweise zwischen 2°C und 15°C, höher ist als die Temperatur des Exportgases vor der Zufuhr des cold-Recyclegases und des hot-Recyclegases.

35

Damit wird erreicht, dass die Exportgasmischung vor seiner Verdichtung im Exportgasverdichter durch die Zufuhr des hot-Recyclegases so weit überhitzt wird, dass ein genügend hoher Sicherheitsabstand zum Taupunkt der Exportgasmischung besteht.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Temperatur der Exportgasmischung durch die Menge des der Exportgasmischung zugeführten hot-Recyclegases auf einen bestimmten Wert geregelt.

Vorzugsweise erfolgt die Regelung der Temperatur der Exportgasmischung derart, dass sie im Wesentlichen um einen konstanten Wert über der Taupunkttemperatur der Exportgasmischung liegt. Damit wird in jedem Betriebszustand des erfindungsgemäßen Verfahrens eine konstante Taupunktüberschreitung der Exportgasmischung sichergestellt.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfassend

- eine Exportgasleitung zum Einbringen einer Exportgasmischung in einen Reduktionsprozess,
- eine Recyclegasleitung mit einer in der Recyclegasleitung vorzugsweise als Recyclegasverdichter ausgebildeten ersten Druckregelvorrichtung und/oder ersten Mengenregelvorrichtung,
- eine aus der Recyclegasleitung entspringende cold-Recyclegasleitung mit einem in der cold-Recyclegasleitung angeordneten Recyclegaskühler,

wobei

eine aus der Recyclegasleitung entspringende hot-Recyclegasleitung mit einer in der hot-Recyclegasleitung angeordneten zweiten Druckregelvorrichtung und/oder zweiten

Mengenregelvorrichtung vorhanden ist und wobei die cold-Recyclegasleitung und die hot-Recyclegasleitung in die Exportgasleitung münden oder die cold-Recyclegasleitung und die hot-Recyclegasleitung in eine Rückführleitung zusammengeführt werden, welche in die Exportgasleitung mündet.

Mittels der Exportgasleitung wird das Exportgas beziehungsweise die Exportgasmischung in den Reduktionsprozess eingebracht. Der Reduktionsprozess umfasst dabei beispielsweise die Aufbereitung der Exportgasmischung zum Reduktionsgas, welches nachfolgend dem Reduktionsaggregat zur Reduktion der Metalloxide zugeführt wird. In der Recyclegasleitung ist vorzugsweise ein Recyclegasverdichter angeordnet. Nach dem Recyclegasverdichter entspringen aus der Recyclegasleitung die cold-Recyclegasleitung und die hot-Recyclegasleitung, welche beide in die Exportgasleitung oder in die Rückführleitung münden. Im Falle des Vorhandenseins der Rückführleitung mündet diese in die Exportgasleitung. In der cold-Recyclegasleitung ist ein Recyclegaskühler angeordnet. In der hot-Recyclegasleitung sind die zweite Druckregelvorrichtung und/oder die zweite Mengenregelvorrichtung angeordnet, welche vorzugsweise als positionsgeregelte Ventile, insbesondere als hand indicator control oder Stellungsregelventile mit Stellungsrückmeldung - ausgebildet sind. Ein solches Ventil kann auch in der cold-Recyclegasleitung angeordnet sein.

Auf Grund der erfindungsgemäßen Vorrichtungsmerkmale ist es möglich, das Exportgas durch Zufuhr des hot-Recyclegases zu überhitzen. Diese Überhitzung bewirkt, dass es nicht durch Taupunktunterschreitung des das hot-Recyclegas umfassenden Exportgases beziehungsweise der Exportgasmischung zu einer Wassertröpfchenbildung und damit im Zusammenhang mit Staubpartikel, welche sich im Exportgas befinden, zu Anpackungen beispielsweise an den im Reduktionsprozess vorhandenen Eintrittsleitapparaten und Laufrädern des Exportgasverdichters, bedingt durch Naß-/Trockenübergänge beziehungsweise durch Kondensation/Sublimation der polyaromatischen Kohlenwasser-

stoffen, welche gegebenenfalls im Exportgas vorhanden sind, kommen kann.

5 Zusätzlich wird durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen die Gefahr von Spannungsrisskorrosionen an den Laufrädern des Exportgasverdichters minimiert.

10 Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass sie weiter umfasst:

- eine in ein Reduktionsaggregat mündende Reduktionsgasleitung zur Zufuhr von Reduktionsgas in das Reduktionsaggregat,
- 15 • eine aus dem Reduktionsaggregat entspringende Topgasleitung mit einer in der Topgasleitung angeordneten Einrichtung zur Entstaubung und/oder Kühlung von Topgas, wobei die Recyclegasleitung nach der Einrichtung zur Entstaubung und/oder Kühlung von der Topgasleitung abzweigt, und wobei die cold-Recyclegasleitung und die  
20 hot-Recyclegasleitung nach der ersten Druckregelvorrichtung und/oder der ersten Mengenregelvorrichtung aus der Recyclegasleitung entspringen,
- 25 • zumindest einen in der Exportgasleitung angeordneten Exportgasverdichter,
- eine dem Exportgasverdichter nachgeordnete CO<sub>2</sub>-Eliminierungsvorrichtung und  
30 • eine der CO<sub>2</sub>-Eliminierungsvorrichtung nachgeordnete Reduktionsgasheizvorrichtung.

35 In das Reduktionsaggregat mündet die Reduktionsgasleitung, mittels der das Reduktionsgas in das Reduktionsaggregat eingebracht wird. Das im Reduktionsaggregat bei der Reduktion der Metalloxide zumindest teilweise verbrauchte Reduktionsgas wird über die Topgasleitung aus dem Reduktionsaggregat abge-

zogen. In der Topgasleitung ist eine Einrichtung zur Entstaubung und/oder Kühlung des Topgases angeordnet. Von der Topgasleitung, nach der Einrichtung zur Entstaubung und/oder Kühlung des Topgases, zweigt die Recyclegasleitung ab. In der  
5 Recyclegasleitung ist vorzugsweise der Recyclegasverdichter angeordnet. Die erste Teilmenge des Topgases wird dem Recyclegasverdichter mittels der Recyclegasleitung zugeführt.

Weiter umfasst die Vorrichtung die Exportgasleitung in dem  
10 der zumindest eine Exportgasverdichter angeordnet ist. Im Exportgasverdichter wird die Exportgasmischung zu dem Prozessgas verdichtet. In der Exportgasleitung angeordnet und dem Exportgasverdichter nachgeordnet ist CO<sub>2</sub>-Eliminierungsvorrichtung die CO<sub>2</sub>-Eliminierungsvorrichtung zur  
15 Eliminierung des CO<sub>2</sub> aus dem Prozessgas unter Gewinnung des Reduktionsgases. Die CO<sub>2</sub>-Eliminierungsvorrichtung ist vorzugsweise eine PSA oder VPSA - Anlage. Nach der CO<sub>2</sub>-Eliminierungsvorrichtung ist die Reduktionsgasheizvorrichtung zur Aufheizung des Reduktionsgases angeordnet. Gegebenenfalls  
20 befindet sich in der Exportgasleitung, zwischen dem Exportgasverdichter und der Reduktionsgasheizvorrichtung, ein Prozessgaskühler.

Der Vorteil, der sich durch diese Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergibt ist der, dass die im  
25 Recyclegas enthaltene Wärmeenergie - die sogenannte fühlbare Wärme - zur Erhöhung der Temperatur des Exportgases genutzt werden kann. Es ist daher nicht notwendig, das hot-Recyclegas vor seiner Zufuhr zum Exportgas einer weiteren Aufheizung zu  
30 unterziehen.

In einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung entspringt die Exportgasleitung einem Gasnetz eines  
Stahlwerks und/oder aus einer Anlage zur Roheisenherstellung  
35 und/oder aus einer Kohlevergasungsanlage und/oder aus einer Kokerei.

Eine Anlage zur Roheisenherstellung ist beispielsweise eine aus dem Stand der Technik bekannte COREX<sup>®</sup> - Anlage, eine FINEX<sup>®</sup> - Anlage oder ein Sauerstoffhochofen.

5 Eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist derart ausgebildet, dass in der Exportgasleitung eine Vor-  
richtung zur Entstaubung und/oder Gasreinigung angeordnet  
ist, wobei die hot-Recyclegasleitung und die cold-  
Recyclegasleitung oder die Rückführleitung vor der Vorrich-  
10 tung zur Entstaubung und/oder Gasreinigung in die Exportgas-  
leitung münden.

Die Vorrichtung zur Entstaubung und/oder Gasreinigung ist  
vorzugsweise eine Trockenentstaubungsvorrichtung auf Basis  
15 von Filterschläuchen oder Filterkerzen.

Die hot-Recyclegasleitung und die cold-Recyclegasleitung mün-  
den vor der Vorrichtung zur Entstaubung und/oder Gasreinigung  
in die Exportgasleitung. In einer bevorzugten Variante der  
20 erfindungsgemäßen Vorrichtung mündet die Rückführleitung vor  
der Vorrichtung zur Entstaubung und/oder Gasreinigung in die  
Exportgasleitung. Die Ausdrücke vor und nach sind in diesem  
Zusammenhang in Bezug auf die Gasflussrichtung des Exportga-  
ses zu interpretieren.

25 Die Entstaubung des Exportgases mittels der Vorrichtung zur  
Entstaubung und/oder Gasreinigung stellt sicher, dass nach-  
folgende Komponenten, wie beispielsweise der Exportgasver-  
dichter, der Prozessgaskühler, die CO<sub>2</sub> - Eliminierungsvor-  
30 richtung und die Reduktionsgasheizvorrichtung vor einer Be-  
schädigung durch mit dem Exportgas mittransportierten festen  
Komponenten, wie beispielsweise Staubpartikel, geschützt wer-  
den.

35 Durch die Zufuhr des hot-Recyclegases zum Exportgas vor des-  
sen Entstaubung in der Vorrichtung zur Entstaubung und/oder  
Gasreinigung tritt das hot-Recyclegas umfassende Export-  
gas bereits in einem überhitzten Zustand in die Vorrichtung



zur Entstaubung und/oder Gasreinigung ein. Dadurch wird vermieden, dass es in der Vorrichtung zur Entstaubung und/oder Gasreinigung zu Naß/Trockenübergängen beziehungsweise durch Kondensation/Sublimation von polyaromatischen Kohlenwasserstoffen, welche gegebenenfalls im Exportgas vorhanden sind, zu Anpackungen in der Vorrichtung zur Entstaubung und/oder Gasreinigung kommt.

### **Kurze Beschreibung der Zeichnungen**

10

In der Folge wird die Erfindung anhand von beispielhaften und schematischen Figuren näher erläutert.

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

15

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

20

FIG 3 zeigt beispielhaft und schematisch eine weitere spezielle Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

FIG 4 zeigt beispielhaft und schematisch ein erfindungsgemäßes Verfahren und eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einem Reduktionsaggregat zur Reduktion von Metalloxiden.

25

### **Beschreibung der Ausführungsformen**

30

FIG 1 zeigt beispielhaft und schematisch ein erfindungsgemäßes Verfahren und eine erfindungsgemäße Vorrichtung, bei dem zum Ausgleich von Mengenschwankungen bei gleichzeitiger Erhöhung der Temperatur eines in einem Reduktionsprozess 1 genutzten Exportgases 2 eine Kühlung einer ersten Teilmenge 3 eines vorzugsweise im Wesentlichen gleich wie das Exportgas 2

35

zusammengesetzten Recyclegases 4 in zumindest einem Recyclegaskühler 5 zu einem cold-Recyclegas 6 erfolgt. Das cold-Recyclegas 6 wird dem Exportgas 2 mittels einer cold-Recyclegasleitung 21 druckgeregelt und/oder mengengeregelt  
5 zugeführt, um Mengenschwankungen des Exportgases 2 auszugleichen. Die cold-Recyclegase 6 hat im Wesentlichen die gleiche Temperatur wie das Exportgas 2. Dem Exportgas 2 wird zusätzlich eine zweite Teilmenge des Recyclegases 4 mittels einer hot-Recyclegasleitung 22 druckgeregelt und/oder mengengeregelt  
10 als hot-Recyclegas 7 mit einer höheren Temperatur als das cold-Recyclegas 6 zugeführt. Die cold-Recyclegasleitung 21 und die hot-Recyclegasleitung 22 entspringen dabei einer Recyclegasleitung 19, in der eine erste Druckregelvorrichtung und/oder eine erste Mengenregelvorrichtung 20 angeordnet ist.  
15 Vorzugsweise ist die erste Druckregelvorrichtung und/oder die erste Mengenregelvorrichtung 20 ein Recyclegasverdichter. Das Exportgas 2 umfasst nun das hot-Recyclegas 7 und das cold-Recyclegas 6 und wird als Exportgasmischung 8 mittels einer Exportgasleitung 18 in den Reduktionsprozess 1 eingebracht.  
20 Die Temperatur der Exportgasmischung 8 ist höher als die Temperatur des Exportgases 2. Die Druckregelung und/oder Mengenregelung des cold-Recyclegases 6 erfolgt mittels der ersten Druckregelvorrichtung und/oder der ersten Mengenregelvorrichtung 20. Die Druckregelung und/oder die Mengenregelung des  
25 hot-Recyclegases 7 erfolgt mittels einer zweiten Druckregelvorrichtung und/oder einer zweiten Mengenregelvorrichtung 23, welche in der hot-Recyclegasleitung 22 angeordnet ist. Die Pfeile in FIG 1 deuten die Flussrichtungen der entsprechenden Gase an. In der in FIG 1 beschriebenen Ausführungsform mündet  
30 die hot-Recyclegasleitung 22 - in Gasflussrichtung des Exportgases 2 gesehen - vor der cold-Recyclegasleitung 21 in die Exportgasleitung 18. Zuerst wird dem Exportgas 2 das hot-Recyclegas 7 zugeführt, anschließend wird dem das hot-Recyclegas 7 enthaltende Exportgas 2 das cold-Recyclegas 6  
35 zugeführt, wonach die das hot-Recyclegas 7 und das cold-Recyclegas 6 enthaltende Exportgasmischung 8 im Reduktionsprozess 1 genutzt wird.

FIG 2 zeigt beispielhaft und schematisch eine spezielle Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Die Pfeile deuten hier ebenfalls, so wie in FIG 1, die Flussrichtungen der entsprechenden Gase an. Der Unterschied zu dem in FIG 1 dargestellten Verfahren besteht darin, dass die hot-Recyclegasleitung 22 - in Gasflussrichtung des Exportgases 2 gesehen - nach der cold-Recyclegasleitung 21 in die Exportgasleitung 18 mündet. Zuerst wird dem Exportgas 2 das cold-Recyclegas 6 zugeführt, anschließend wird dem das cold-Recyclegas 6 enthaltenden Exportgas 2 das hot-Recyclegas 7 zugeführt, wonach die das hot-Recyclegas 7 und das cold-Recyclegas 6 enthaltende Exportgasmischung 8 im Reduktionsprozess 1 genutzt wird.

In der FIG 3 ist beispielhaft und schematisch eine weitere spezielle Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt. Der Unterschied zu den in den FIG 1 und FIG 2 dargestellten Verfahren besteht darin, dass das cold-Recyclegas 6 und das hot-Recyclegas 7 vor deren Zufuhr zum Exportgas 2 zu einer Mischung 28 gemischt werden. Danach erfolgt die Zufuhr der Mischung 28 zum Exportgas 2. Die cold-Recyclegasleitung 21 und die hot-Recyclegasleitung 22 werden dabei in eine Rückführleitung 24 zusammengeführt, welche in die Exportgasleitung 18 mündet. Das Exportgas 2 enthält nach der Zufuhr der Mischung 28 zum Exportgas 2 sowohl das cold-Recyclegas 6 als auch das hot-Recyclegas 7.

FIG 4 zeigt beispielhaft und schematisch ein erfindungsgemäßes Verfahren und eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einem Reduktionsaggregat 10 zur Reduktion von Metalloxiden. Dabei wird das aus der Exportgasmischung 8 gewonnene Reduktionsgas 9 mittels einer Reduktionsgasleitung 25 in das Reduktionsaggregat 10 zur Reduktion von Metalloxiden eingebracht. Das Reduktionsgas 9 wird nach zumindest teilweiser Umwandlung bei der Reduktion der Metalloxide als Topgas 11 mittels einer Topgasleitung 26 aus dem Reduktionsaggregat 10 abgezogen. Die Gewinnung des Reduktionsgases 9 erfolgt durch Verdichtung der

mittels der Exportgasleitung 18 in den Reduktionsprozess 1  
eingebrachten Exportgasmischung 8 in zumindest einem Export-  
gasverdichter 12 zu einem Prozessgas 13. Das Prozessgas 13  
wird gegebenenfalls einer Kühlung in einem Prozessgaskühler  
5 29 unterzogen, bevor es in eine CO<sub>2</sub>-Eliminierungsvorrichtung  
14 zur Gewinnung des Reduktionsgases 9 eingebracht wird. An-  
schließend erfolgt eine Aufheizung des Reduktionsgases 9 in  
einer Reduktionsgasheizvorrichtung 15. Eine in einer Einrich-  
tung 27 zur Entstaubung und/oder Kühlung von Topgas 11 von  
10 Staub befreite und/oder gekühlte erste Teilmenge 16 des  
Topgases 11 wird mittels der Recyclegasleitung 19 der als  
Recyclegasverdichter ausgeführten ersten Druckregelvorrich-  
tung und/oder ersten Mengenregelvorrichtung 20 zugeführt und  
in dieser zu dem Recyclegas 4 verdichtet. Danach erfolgt die  
15 Kühlung der ersten Teilmenge 3 des Recyclegases 4 im  
Recyclegaskühler 5 zu dem cold-Recyclegas 6. Dem Exportgas 2  
wird das cold-Recyclegas 6 zusammen mit dem hot-Recyclegas 7  
als Mischung 28 mittels einer Rückführleitung 24, in welche  
die cold-Recyclegasleitung 21 und die hot-Recyclegasleitung  
20 22 zusammengeführt werden, zugeführt. Die Druckregelung  
und/oder Mengenregelung des hot-Recyclegases 7 erfolgt mit-  
tels der zweiten Druckregelvorrichtung und/oder der zweiten  
Mengenregelvorrichtung 23.

25 Das Exportgas 2 wird vor seiner Nutzung im Reduktionsprozess  
1 einer Entstaubung und/oder einer Gasreinigung in einer Vor-  
richtung 17 zur Entstaubung und/oder Gasreinigung unterzogen.  
Die Pfeile in FIG 4 deuten die Flussrichtungen der entspre-  
chenden Gase an. Dem Exportgas 2 wird sowohl das hot-  
30 Recyclegas 7 als auch das cold-Recyclegas 6 vor der Vorrich-  
tung 17 zur Entstaubung und/oder Gasreinigung zugeführt.

Dadurch wird erreicht, dass die Temperatur der Exportgasmi-  
schung 8 höher ist, als die Temperatur des Exportgases 2 vor  
35 der Zufuhr des cold-Recyclegases 6 und des hot-Recyclegases  
7. Durch die Zufuhr des hot-Recyclegases 7 zum Exportgas 2  
wird die fühlbare Energie des hot-Recyclegases 7 zur Tempera-  
turerhöhung des Exportgases 2 genutzt. Dadurch wird die Tem-

peratur des Exportgases 2 beziehungsweise der Exportgasmi-  
schung 8 derart eingestellt, dass sie höher ist als ihr Tau-  
punkt beziehungsweise ihre Taupunkttemperatur. Diesen Vorgang  
nennt man Überhitzung des Exportgases 2 beziehungsweise der  
5 Exportgasmischung 8. Eine vorteilhafte Wirkung dieser Über-  
hitzung besteht darin, dass es nicht durch Taupunktunter-  
schreitung der Exportgasmischung 8 zu Nass/Trockenübergängen  
durch Kondensation/Verdampfung von Wasser bzw. Kondensati-  
on/Sublimation von polyaromatischen Kohlenwasserstoffen im  
10 Zusammenhang mit Staubpartikeln, welche gegebenenfalls im Ex-  
portgas 2 beziehungsweise in der Exportgasmischung 8 und/oder  
im Recyclegas 4 vorhanden sind, zu Anpackungen an Eintritts-  
leitapparaten und/oder Laufrädern des Exportgasverdichters 12  
kommen kann. Zusätzlich wird durch die erfindungsgemäßen Maß-  
15 nahmen die Gefahr von Spannungsrisskorrosionen an den Laufrä-  
dern des Exportgasverdichters 12 minimiert.

Obwohl die Erfindung im Detail durch die bevorzugten Ausführ-  
ungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so  
20 ist die Erfindung nicht durch das offenbarte Beispiel einge-  
schränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus  
abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu  
verlassen.

## 25 **Liste der Bezugszeichen**

- 1 Reduktionsprozess
- 2 Exportgas
- 3 erste Teilmenge des Recyclegases
- 30 4 Recyclegas
- 5 Recyclegaskühler
- 6 cold-Recyclegas
- 7 hot-Recyclegas
- 8 Exportgasmischung
- 35 9 Reduktionsgas
- 10 Reduktionsaggregat
- 11 Topgas
- 12 Exportgasverdichter

- 13 Prozessgas  
14 CO<sub>2</sub> - Eliminierungsvorrichtung  
15 Reduktionsgasheizvorrichtung  
16 erste Teilmenge des Topgases  
5 17 Vorrichtung zur Entstaubung und/oder Gasreinigung  
18 Exportgasleitung  
19 Recyclegasleitung  
20 erste Druckregelvorrichtung und/oder erste Mengenregel-  
vorrichtung  
10 21 cold-Recyclegasleitung  
22 hot-Recyclegasleitung  
23 zweite Druckregelvorrichtung und/oder zweite Mengenre-  
gelvorrichtung  
24 Rückführleitung  
15 25 Reduktionsgasleitung  
26 Topgasleitung  
27 Einrichtung zur Entstaubung und/oder Kühlung von Topgas  
28 Mischung  
29 Prozessgaskühler

20

25

30

35

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Ausgleich von Mengenschwankungen bei gleichzeitiger Erhöhung der Temperatur eines in einem Reduktionsprozess (1) genutzten Exportgases (2), umfassend die Verfahrensschritte

• Kühlung einer ersten Teilmenge (3) eines Recyclegases (4) in zumindest einem Recyclegaskühler (5) zu einem cold-Recyclegas (6),

• druckgeregelte und/oder mengengeregelte Zufuhr des cold-Recyclegases (6) zum Exportgas (2), um Mengenschwankungen des Exportgases (2) auszugleichen,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

dem Exportgas (2) druckgeregelt und/oder mengengeregelt eine zweite Teilmenge des Recyclegases (4) als hot-Recyclegas (7) mit einer höheren Temperatur als das cold-Recyclegas (6) zugeführt wird, wonach eine das cold-Recyclegas (6) und das hot-Recyclegas (7) umfassende Exportgasmischung (8) in den Reduktionsprozess (1) eingebracht wird und wobei die Temperatur der Exportgasmischung (8) höher ist als die Temperatur des Exportgases (2).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das cold-Recyclegas (6) im Wesentlichen die gleiche Temperatur wie das Exportgas (2) aufweist.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein aus der Exportgasmischung (8) gewonnenes Reduktionsgas (9) in ein Reduktionsaggregat (10) zur Reduktion von Metalloxiden eingebracht wird, dass das Reduktionsgas (9) nach zumindest teilweiser Reduktion der Metalloxide als Topgas (11) aus dem Reduktionsaggregat (10) abgezogen wird und dass die Gewinnung des Reduktionsgases (9) die Verfahrensschritte

- Verdichtung der Exportgasmischung (8) in zumindest einem Exportgasverdichter (12) zu einem Prozessgas (13),
- 5 • gegebenenfalls Kühlung des Prozessgases (13) in einem Prozessgaskühler (29) und Eliminierung von CO<sub>2</sub> und/oder H<sub>2</sub>O aus dem Prozessgas (13) in einer CO<sub>2</sub>-Eliminierungsvorrichtung (14) unter Gewinnung des Reduktionsgases (9) und
- 10 • Aufheizung des Reduktionsgases (9) in einer Heizvorrichtung (15)

umfasst, wobei eine vorzugsweise von Staub befreite und/oder  
15 vorzugsweise gekühlte erste Teilmenge (16) des Topgases (11), gegebenenfalls nach einer Verdichtung, als das Recyclegas (4) verwendet wird.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Untergrenze der Temperatur des hot-Recyclegases (7) 80°C, vorzugsweise 100°C und dass die Obergrenze der Temperatur des hot-Recyclegases (7) 180°C, vorzugsweise 150°C beträgt.

25 5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Exportgas (2) Tiegelgas aus dem Gasnetz eines Stahlwerks umfasst und/oder aus einer Anlage zur Roheisenherstellung und/oder aus einer Kohlevergasungsanlage und/oder aus einer Kokerei stammt.

30 6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Exportgas (2) vor seiner Nutzung im Reduktionsprozess (1) einer Entstaubung und/oder einer Gasreinigung in einer Vorrichtung (17) zur Entstaubung und/oder Gasreinigung unterzogen wird, wobei dem Exportgas  
35 (2) das hot-Recyclegas (7) und das cold-Recyclegas (6) vor der Entstaubung und/oder Gasreinigung zugeführt wird.



7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur der Exportgasmischung (8) maximal um 50°C, vorzugsweise zwischen 2°C und 15°C, höher ist als die Temperatur des Exportgases (2) vor  
5 der Zufuhr des cold-Recyclegases (6) und des hot-Recyclegases (7).

8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur der Exportgasmischung (8) durch die Menge des der Exportgasmischung (8) zugeführten hot-Recyclegases (7) auf einen bestimmten Wert geregelt wird.  
10

9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der  
15 Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie umfasst

- eine Exportgasleitung (18) zum Einbringen einer Exportgasmischung (8) in einen Reduktionsprozess (1),
- 20 • eine Recyclegasleitung (19) mit einer in der Recyclegasleitung (19) vorzugsweise als Recyclegasverdichter ausgebildeten ersten Druckregelvorrichtung und/oder ersten Mengenregelvorrichtung (20),
- 25 • eine aus der Recyclegasleitung (19) entspringende cold-Recyclegasleitung (21) mit einem in der cold-Recyclegasleitung (21) angeordneten Recyclegaskühler (5),

30 **dadurch gekennzeichnet, dass**

eine aus der Recyclegasleitung (19) entspringende hot-Recyclegasleitung (22) mit einer in der hot-Recyclegasleitung (22) angeordneten zweiten Druckregelvorrichtung und/oder  
35 zweiten Mengenregelvorrichtung (23) vorhanden ist, wobei die cold-Recyclegasleitung (21) und die hot-Recyclegasleitung (22) in die Exportgasleitung (18) münden oder die cold-Recyclegasleitung (21) und die hot-Recyclegasleitung (22) in

eine Rückführleitung (24) zusammengeführt werden, welche in die Exportgasleitung (18) mündet.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass**  
5 sie weiter umfasst

- eine in ein Reduktionsaggregat (10) mündende Reduktionsgasleitung (25) zur Zufuhr von Reduktionsgas (9) in das Reduktionsaggregat (10),  
10
- eine aus dem Reduktionsaggregat (10) entspringende Topgasleitung (26) mit einer in der Topgasleitung (26) angeordneten Einrichtung (27) zur Entstaubung und/oder Kühlung von Topgas (11), wobei die Recyclegasleitung (19) nach der Einrichtung (27) zur Entstaubung und/oder Kühlung von der Topgasleitung (26) abzweigt, und wobei die cold-Recyclegasleitung (21) und die hot-Recyclegasleitung (22) nach der ersten Druckregelvorrichtung und/oder der ersten Mengenregelvorrichtung (20) aus der Recyclegasleitung (19) entspringen,  
15  
20
- zumindest einen in der Exportgasleitung (18) angeordneten Exportgasverdichter (12),
- eine dem Exportgasverdichter (12) nachgeordnete CO<sub>2</sub>-Eliminierungsvorrichtung (14) und  
25
- eine der CO<sub>2</sub>-Eliminierungsvorrichtung (14) nachgeordnete Reduktionsgasheizvorrichtung (15) aus der die Reduktionsgasleitung (25) entspringt.  
30

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Exportgasleitung (18) aus einem Gasnetz eines Stahlwerks und/oder aus einer Anlage zur Roheisenherstellung und/oder aus einer Kohlevergasungsanlage und/oder aus einer Kokerei entspringt.  
35

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Exportgasleitung (18) eine Vorrichtung (17) zur Entstaubung und/oder Gasreinigung angeordnet ist, wobei die hot-Recyclegasleitung (22) und die cold-  
5 Recyclegasleitung (21) oder die Rückführleitung (24) vor der Vorrichtung (17) zur Entstaubung und/oder Gasreinigung in die Exportgasleitung (18) münden.

10

15

20

25

30

35

FIG 1

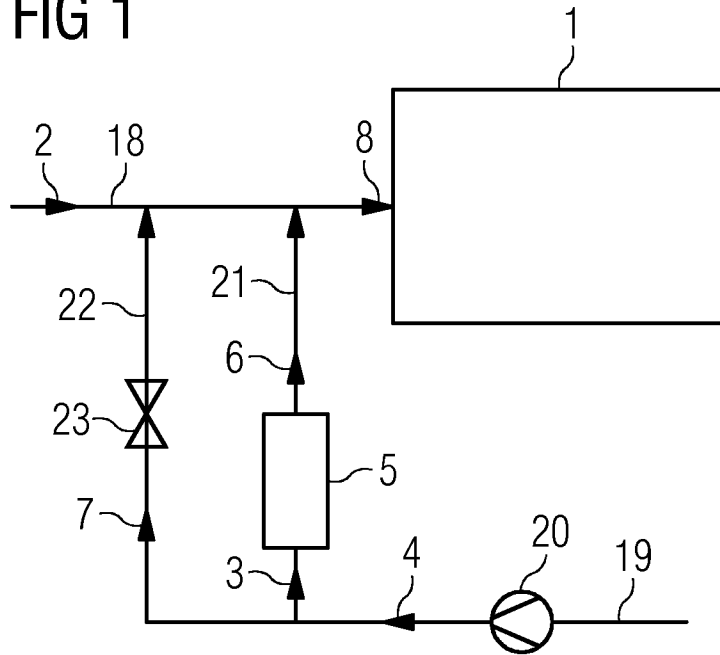


FIG 2

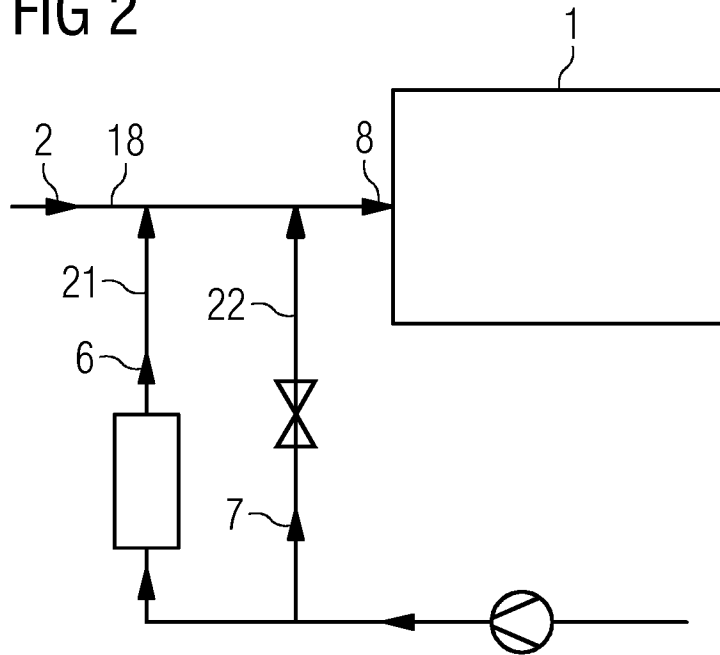
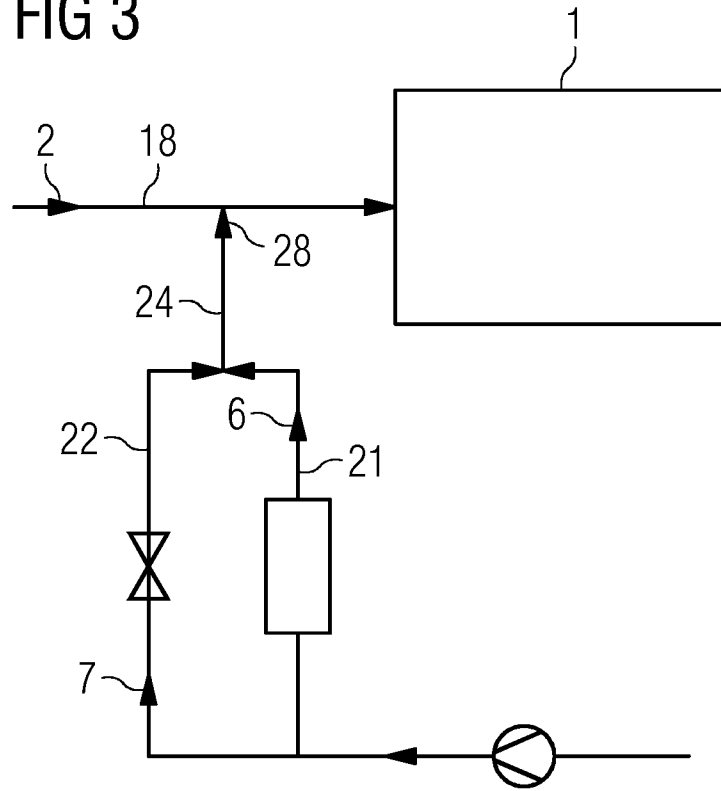


FIG 3



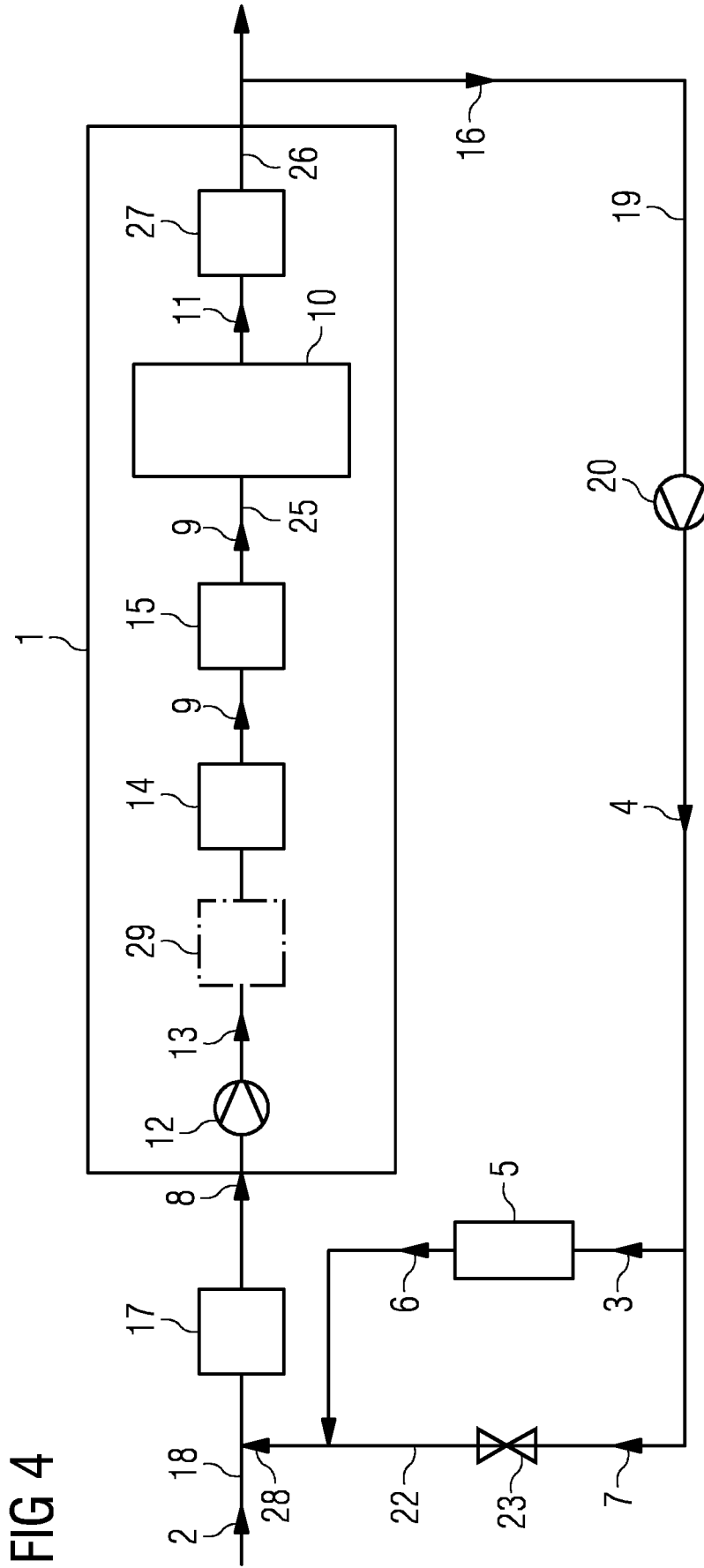


FIG 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/071250

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. C21B5/06 C21B13/14  
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  
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.
Y A	AT 509 224 A4 (SIEMENS VAI METALS TECH GMBH [AT]) 15 July 2011 (2011-07-15) page 16, line 20 - page 20, line 14; figure 1 page 25, line 4 - page 27, line 20; figure 5	9-12 1-8
Y A	----- DE 37 13 630 A1 (VOEST ALPINE AG [AT]) 17 November 1988 (1988-11-17) the whole document	9-12 1-8
A	----- US 4 238 226 A (SANZENBACHER CHARLES W [US] ET AL) 9 December 1980 (1980-12-09) the whole document	1-12
	----- -/--	

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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  21 February 2014	Date of mailing of the international search report  27/02/2014
---	--

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  Ceulemans, Judy
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/071250

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 210 435 A2 (KORF ENGINEERING GMBH [DE]; VOEST ALPINE AG [AT]) 4 February 1987 (1987-02-04) the whole document	1-12
A	----- WO 2010/079050 A1 (SIEMENS VAI METALS TECH GMBH [AT]; MILLNER ROBERT [AT]) 15 July 2010 (2010-07-15) the whole document -----	1-12



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2013/071250
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
AT 509224	A4	15-07-2011	AT 509224 A4 15-07-2011
			CN 102985567 A 20-03-2013
			KR 20130087401 A 06-08-2013
			WO 2011144401 A1 24-11-2011
-----			
DE 3713630	A1	17-11-1988	NONE
-----			
US 4238226	A	09-12-1980	IN 153078 A1 26-05-1984
			US 4238226 A 09-12-1980
-----			
EP 0210435	A2	04-02-1987	AU 595532 B2 05-04-1990
			AU 5855586 A 22-01-1987
			BR 8603067 A 17-03-1987
			CA 1283542 C 30-04-1991
			CN 86104420 A 04-02-1987
			CS 8604705 A2 12-10-1990
			DD 247917 A5 22-07-1987
			DE 3524011 A1 15-01-1987
			DE 3681090 D1 02-10-1991
			EP 0210435 A2 04-02-1987
			IN 165848 A1 27-01-1990
			JP H0768526 B2 26-07-1995
			JP S6284184 A 17-04-1987
			SU 1561828 A3 30-04-1990
			US 4793857 A 27-12-1988
			US 4850574 A 25-07-1989
			ZA 8604394 A 25-02-1987
-----			
WO 2010079050	A1	15-07-2010	AR 075125 A1 09-03-2011
			AT 507713 A1 15-07-2010
			TW 201033371 A 16-09-2010
			WO 2010079050 A1 15-07-2010
-----			

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/071250

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. C21B5/06 C21B13/14  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 C21B

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.
Y	AT 509 224 A4 (SIEMENS VAI METALS TECH GMBH [AT]) 15. Juli 2011 (2011-07-15)	9-12
A	Seite 16, Zeile 20 - Seite 20, Zeile 14; Abbildung 1 Seite 25, Zeile 4 - Seite 27, Zeile 20; Abbildung 5	1-8
Y	DE 37 13 630 A1 (VOEST ALPINE AG [AT]) 17. November 1988 (1988-11-17)	9-12
A	das ganze Dokument	1-8
A	US 4 238 226 A (SANZENBACHER CHARLES W [US] ET AL) 9. Dezember 1980 (1980-12-09) das ganze Dokument	1-12
	----- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

- |  |   |
|--|---|
| <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> | <p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> |
|--|---|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
21. Februar 2014	27/02/2014

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  Ceulemans, Judy
--	--

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 210 435 A2 (KORF ENGINEERING GMBH [DE]; VOEST ALPINE AG [AT]) 4. Februar 1987 (1987-02-04) das ganze Dokument	1-12
A	WO 2010/079050 A1 (SIEMENS VAI METALS TECH GMBH [AT]; MILLNER ROBERT [AT]) 15. Juli 2010 (2010-07-15) das ganze Dokument	1-12

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/071250

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
AT 509224	A4	15-07-2011	AT 509224 A4 15-07-2011
			CN 102985567 A 20-03-2013
			KR 20130087401 A 06-08-2013
			WO 2011144401 A1 24-11-2011
-----			
DE 3713630	A1	17-11-1988	KEINE
-----			
US 4238226	A	09-12-1980	IN 153078 A1 26-05-1984
			US 4238226 A 09-12-1980
-----			
EP 0210435	A2	04-02-1987	AU 595532 B2 05-04-1990
			AU 5855586 A 22-01-1987
			BR 8603067 A 17-03-1987
			CA 1283542 C 30-04-1991
			CN 86104420 A 04-02-1987
			CS 8604705 A2 12-10-1990
			DD 247917 A5 22-07-1987
			DE 3524011 A1 15-01-1987
			DE 3681090 D1 02-10-1991
			EP 0210435 A2 04-02-1987
			IN 165848 A1 27-01-1990
			JP H0768526 B2 26-07-1995
			JP S6284184 A 17-04-1987
			SU 1561828 A3 30-04-1990
			US 4793857 A 27-12-1988
			US 4850574 A 25-07-1989
			ZA 8604394 A 25-02-1987
-----			
WO 2010079050	A1	15-07-2010	AR 075125 A1 09-03-2011
			AT 507713 A1 15-07-2010
			TW 201033371 A 16-09-2010
			WO 2010079050 A1 15-07-2010
-----			