

(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
3. September 2015 (03.09.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/128079 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
C21B 5/00 (2006.01) **C21B 5/06** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/000422
- (22) Internationales Anmeldedatum:
24. Februar 2015 (24.02.2015)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2014 002 841.0
25. Februar 2014 (25.02.2014) DE
- (71) Anmelder: **LINDE AKTIENGESELLSCHAFT**
[DE/DE]; Klosterhofstr. 1, 80331 München (DE).
- (72) Erfinder: **KADELKA, Heinz**; Alex-Devries-Str. 19,
47589 Uedem (DE). **WEBER, Mike**; Ringstrasse 17,
67304 Kerzenheim (DE).
- (74) Anwalt: **GELLNER, Bernd**; c/o Linde AG, Legal
Services Intellectual Property, Dr.-Carl-von-Linde-Str. 6-
14, 82049 Pullach (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, 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, ST,
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: METHOD FOR OPERATING A SHAFT FURNACE PLANT AND SHAFT FURNACE PLANT

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER SCHACHTOFENANLAGE UND SCHACHTOFENANLAGE

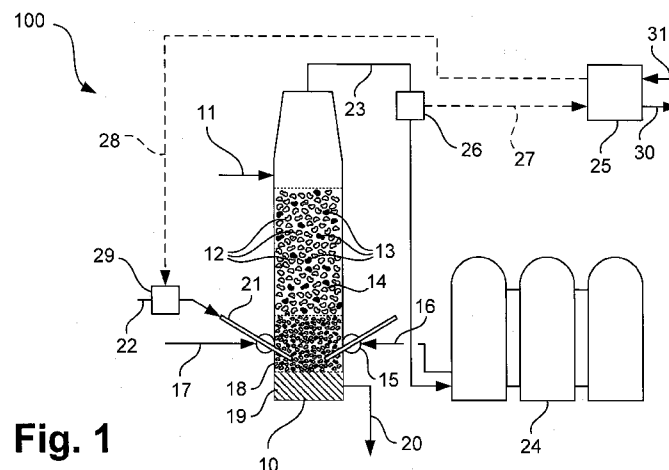


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention proposes a method for operating a shaft furnace plant (100) having at least one shaft furnace (10). In the at least one shaft furnace (10), at least one meltable feed material (12) is melted by heat which is provided by the combustion of coke oven coke (13) introduced into the at least one shaft furnace (10) and at least occasionally by the combustion of petroleum coke (22) fed into the at least one shaft furnace (10). At least one value, which denotes an energy content of the coke oven coke (13) introduced, is determined, and a deviation of this value from at least one desired value is at least partially compensated for by varying the feed of the petroleum coke (22). A corresponding shaft furnace plant (100) is likewise the subject matter of the present invention.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Es wird ein Verfahren zum Betreiben einer Schachtofenanlage (100) mit zumindest einem Schachtofen (10) vorgeschlagen. In dem zumindest einen Schachtofen (10) wird zumindest ein schmelzbarer Einsatz (12) durch Wärme aufgeschmolzen, welche durch Verbrennung von Kokereikoks (13), der in den zumindest einen Schachtofen (10) eingebracht ist, und zumindest zeitweise durch Verbrennung von Petrolkoks (22), der in den wenigstens einen Schachtofen (10) eingespeist wird, bereitgestellt wird. Zumindest ein Wert, der einen Energiegehalt des eingebrachten Kokereikokses (13) kennzeichnet, wird bestimmt, und eine Abweichung dieses Werts von zumindest einem Sollwert wird durch Verändern der Einspeisung des Petrolkokses (22) zumindest teilweise ausgeglichen. Eine entsprechende Schachtofenanlage (100) ist ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

Beschreibung

Verfahren zum Betreiben einer Schachtofenanlage und Schachtofenanlage

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Schachtofenanlage, insbesondere einer Kupolofenanlage, und eine entsprechend betreibbare
5 Schachtofenanlage gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche.

Stand der Technik

Kupolöfen sind Schachtöfen, die beispielsweise zur Herstellung von Gusseisen aus
10 Roheisen und Schrott eingesetzt werden. Kupolöfen ähneln in ihrem Aufbau und ihrer Betriebsweise Hochöfen, sind jedoch kleiner. Als Brennstoff wird in Kupolöfen typischerweise Gießereikoks eingesetzt.

Zu den in dieser Anmeldung verwendeten Begriffen und weiteren Grundlagen der
15 Erfindung sei auf einschlägige Nachschlagewerke verwiesen (siehe D. Schauwinhold et al.: Steel. In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Onlineausgabe. Weinheim: Wiley-VCH, 2000. DOI: 10.1002/14356007.a25_063).

Die Erfindung ist ausdrücklich nicht auf den Einsatz in Kupolöfen beschränkt, sondern
20 kann bei sämtlichen Schachtöfen zum Einsatz kommen, die zumindest mit Kokereikoks beheizt und denen ein beliebiger Einsatz zum Schmelzen zugeführt wird. Der Begriff Einsatz umfasst damit metallische und nichtmetallische Chargen. Hierunter fällt insbesondere der sogenannte Eisensatz oder kalte Satz, bestehend aus Roheisen, Gussbruch, Stahlschrott und/oder sonstigen eisenhaltigen Zuschlagstoffen, es sind
25 aber auch kupferhaltige oder nichtmetallische Chargen als Einsatz denkbar.

Unter Kokereikoks wird hier Koks verstanden, der aus Fettkohle durch Pyrolyse erzeugt wird. Kokereikoks umfasst beispielsweise Hüttenkoks und den in Kupolöfen typischerweise eingesetzten, langsamer verkokten Gießereikoks. Unter Petrolkoks wird
30 im Gegensatz dazu aus Erdöl gewonnener Koks verstanden, der beispielsweise aus Bitumen aus der Vakuumdestillation von Rohöl hergestellt wird.

Der in Schachtofen eingesetzte Kokereikoks ist grobstückig und wird üblicherweise automatisch chargiert. Diese Einwägung ist ausgesprochen ungenau und führt zu Differenzen in der Energiebilanz der Schachtofen, die wiederum die unten näher erläuterten Konsequenzen nach sich ziehen können.

5

Es besteht daher der Bedarf nach Verbesserungen bei Schachtofenanlagen, die diese Nachteile überwinden und insbesondere eine reproduzierbarere Verfahrensführung auch bei ungenauer Kokereikokseinwaage ermöglichen.

10 Offenbarung der Erfindung

Vor diesem Hintergrund schlägt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Schachtofenanlage und eine entsprechend betreibbare Schachtofenanlage mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche vor. Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind jeweils Gegenstand der abhängigen Patentansprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

15

Vorteile der Erfindung

Die vorliegende Erfindung geht von einem Verfahren zum Betreiben einer Schachtofenanlage mit zumindest einem Schachtofen aus, in dem zumindest ein schmelzbarer Einsatz durch Wärme aufgeschmolzen wird, welche durch Verbrennung von Kokereikoks, der in den zumindest einen Schachtofen eingebracht ist, und zumindest zeitweise durch Verbrennung von Petrolkoks, der in den wenigstens einen Schachtofen eingespeist wird, bereitgestellt wird. Eine derartige Schachtofenanlage ist in der DE 10 2011 107 326 A1 dargestellt und wird unten näher erläutert.

25

Erfindungsgemäß ist nun vorgesehen, zumindest einen Wert, der einen Energiegehalt des in den wenigstens einen Schachtofen eingebrachten Kokereikokses kennzeichnet, zu bestimmen, und eine Abweichung dieses Wertes von zumindest einem Sollwert durch Verändern der Einspeisung des Petrolkokses zumindest teilweise auszugleichen. Die Menge des eingespeisten Petrolkokses kann erhöht oder verringert werden, gegebenenfalls auch bis auf null.

30

Die vorliegende Erfindung schlägt damit eine prozessabhängige Steuerung der Einspeisung des Petrolkokes vor, welche sich insbesondere zur Überwindung der eingangs bereits angesprochenen Nachteile, die sich beispielsweise aus den Ungenauigkeiten in der Chargierung ergeben, als besonders vorteilhaft erweist. Wie
5 erwähnt, ist der in Schachtöfen der eingangs erläuterten Art eingesetzte Energieträger Kokereikoks sehr grobstückig und wird automatisch chargiert. Aufgrund von Ungenauigkeiten bei der Einwägung ergeben sich mitunter erhebliche Unterschiede in den Energiebilanzen der einzelnen Öfen einer entsprechenden Schachtofenanlage oder beim Betrieb eines Ofens mit unterschiedlichen Chargen. Auch die
10 Zusammensetzung des Kokereikokes kann variieren, so dass sich unterschiedliche Energieanteile in der Schmelzzone ergeben.

Der Kokereikoks wird in der Schmelzzone umgesetzt und ein ggf. fehlender Energieanteil aufgrund zu geringer Zusp eisung von Kokereikoks kann zu Problemen in
15 der Temperaturführung, der Analytik, d.h. der Gehalte des erhaltenen Gusses an den erwünschten Komponenten, und der Abgassituation führen.

Insbesondere ein zu geringer Energiegehalt des Gicht- bzw. Rohgases entsprechender Schachtöfen kann zu Komplikationen in der Nachverbrennung, beispielsweise bei der
20 Energierückgewinnung in einem Heißwinderhitzer, führen. Somit ergeben sich Probleme bei der weiteren Wärmenutzung in Form von Heißwind sowie gegebenenfalls beim Emissionsverhalten entsprechender Schachtofenanlagen: Ist der Energiegehalt des Gichtgases zu gering, muss beispielsweise ein Heißwinderhitzer mit erheblichen Kosten fremdbeheizt werden. Der Energiegehalt des Gichtgases ist dabei im
25 Wesentlichen durch den Gehalt an Kohlenmonoxid definiert. Durch Anpassung der Einspeisung des Petrolkokes kann ein Mangel an Kohlenmonoxid und damit ein zu geringer Energiegehalt des Gichtgases ausgeglichen werden.

Durch den Einsatz der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Maßnahmen ist es möglich,
30 problematische Situationen, die sich in der Temperaturführung und der Analyse der Schmelze sowie der Verbrennung der Gichtgase in nachgeschalteten Brennkammern ergeben, zu vermeiden.

Hierbei spielt insbesondere eine Rolle, dass die Verbrennung entsprechender
35 Gichtgase bei mindestens 880 °C erfolgen sollte, um eine optimale Umsetzung

enthaltener Kohlenwasserstoffe zu garantieren und die gesetzlichen Toleranzgrenzen von Restkohlenmonoxid im hierdurch gebildeten Reingas zu erreichen. Diese liegen typischerweise bei 150 mg/m³. Werden entsprechende Temperaturen, beispielsweise aufgrund zu geringer Energiegehalte des Gichtgases, nicht erreicht, muss die
5 verwendete Brennkammer zusätzlich beheizt werden, beispielsweise mit Erdgas oder Erdöl. Dies ist aufgrund der erhöhten Kosten unerwünscht.

Ferner spielt in diesem Zusammenhang eine Rolle, dass es insbesondere zur Verringerung des Abbrands von Silicium und Eisen im Schachtofen wünschenswert ist,
10 einen entsprechenden Schachtofen reduzierend zu betreiben. In aller Regel werden den erläuterten Schachtöfen, beispielsweise Kupolöfen, vergleichsweise teure Silicium-Kohlenstoff-, Eisen-Mangan- und/oder Eisen-Silicium-Legierungskomponenten zugesetzt, um die in der Schmelze geforderten Analysen zu erreichen.

15 Wird ein Schachtofen mit einem zu geringen Kokereikoksanteil in der Schmelzzone betrieben, und wird dies nicht durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen ausgeglichen, steht bei gleicher Heißwindmenge (und gleichem Sauerstoffgehalt des Heißwinds) der Anteil Sauerstoff, der nicht mit dem Koks reagiert, im Überschuss zur Verfügung. Dieser Sauerstoff kann somit mit anderen Einsatzstoffen, insbesondere mit
20 dem Silicium, Eisen und Mangan, reagieren und auf diese Weise die Schlackenbasizität negativ beeinflussen.

Kennt man jedoch die Energiemenge (d.h. den Kokereikoksanteil) in der Schmelzzone, kann diese mit Petrolkoks gezielt ausgeglichen werden und hierdurch sowohl ein
25 geringer Abbrand als auch ein verringerter Fremdenergieeinsatz erzielt werden. Die erhaltene Qualität des gebildeten Gusses, beispielsweise von Gusseisen, kann verbessert werden. Entsprechend betriebene Schachtöfen weisen deutlich verbesserte ökonomische und ökologische Kennzahlen auf.

30 Die vorliegende Erfindung schlägt dabei insbesondere vor, einen Energiegehalt eines aus dem wenigstens einen Schachtofen abgezogenen Gichtgases zur Bestimmung des den Energiegehalt des in den wenigstens einen Schachtofen eingebrachten Kokereikoks kennzeichnenden Werts zu verwenden. Hierbei kann auch von einem theoretischen Heizwert ausgegangen werden, wobei unter Realbedingungen
35 Toleranzgrößen ermittelt werden. In Schachtofenanlagen stehen Messeinrichtungen

zur Bestimmung von Komponenten des Gichtgases häufig bereits zur Verfügung, beispielsweise um eine Zufeuerung in einem Heißwinderhitzer zu regeln.

Von besonderem Vorteil ist es dabei, als den Energiegehalt des Gichtgases dessen Kohlenmonoxidgehalt zu ermitteln. Herkömmliche Schachtofenanlagen können bereits zur Ermittlung des Kohlenmonoxidgehalts des Gichtgases eingerichtet sein, wozu entsprechende Messeinrichtungen vorgesehen sind. Das erfindungsgemäße Verfahren ist in diesem Fall besonders einfach zu implementieren. Eine Ermittlung des Kohlenmonoxidgehalts des Gichtgases kann, wie bereits angesprochen, zur Einstellung einer Zufeuerung und/oder zur Einhaltung der ökologischen Kennzahlen bzw. Emissionsgrenzwerte der Anlage erforderlich sein.

Vorteilhafterweise kann der Energiegehalt des Gichtgases auch stromauf wenigstens eines Winderhitzers durch Temperaturmessung ermittelt werden, was eine besonders einfache und genaue Ermittlung des Energiegehalts ermöglicht.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist vorteilhafterweise auch vorgesehen, dem zumindest einen Schachtofen zumindest ein sauerstoffangereichertes Gasgemisch zuzuführen, dessen Sauerstoffgehalt und/oder dessen Menge auf Grundlage des Werts, der den Energiegehalt des in den wenigstens einen Schachtofen eingebrachten Kokereikokes kennzeichnet, eingestellt wird. Durch diese Maßnahme steht eine weitere Eingriffsmöglichkeit zur Verfügung, wenn die Einstellung der Menge des eingespeisten Petrolkokes in den wenigstens einen Schachtofen nicht oder nicht mit ausreichender Dynamik möglich ist.

Wie bereits angesprochen, eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren insbesondere zur Verwendung mit Schachtofenanlagen mit zumindest einem Kupolofen. Entsprechende Anlagen sind grundsätzlich bekannt, beispielsweise zur Erzeugung von Gusseisen aus Roheisen, Kreislaufmaterial und Stahlschrott. Ein Kupolofen kann beispielsweise zum Schmelzen von Grauguss ausgebildet sein. Wie bereits erwähnt, sind jedoch auch andere Schachtofenanlagen zum Schmelzen von anderen metallischen Einsätzen wie beispielsweise Kupfer, oder auch zum Schmelzen von nichtmetallischen Materialien, beispielsweise zur Erzeugung von Mineralwolle, erfindungsgemäß betreibbar.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Petrolkoks unter Verwendung von zumindest einer Brennerlanze in den wenigstens einen Schachtofen eingespeist wird. Zur Ausgestaltung und zum Betrieb entsprechender Brennerlanzen sei ausdrücklich auf die eingangs bereits erwähnte DE 10 2011 107 326 A1 verwiesen.

5

Wie dort dargestellt, kann der Brennstoff, im vorliegenden Fall Petrolkoks, einer entsprechenden Brennerlanze zugeführt und von einem Treibdüsenstrom mitgerissen werden. Der Treibdüsenstrom weist einen hohen Impuls auf. Ein entsprechend erhaltenes Gemisch kann damit mit einem hohen Impuls in den Schachtofen
10 eingebracht werden. Es kann daher besonders tief in den Schachtofen bzw. das darin eingebrachte Material eindringen und somit eine optimale energetische Verwertung der eingesetzten Energieträger bewirken.

Die zum Schmelzen des Einsatzmaterials erforderliche Energie wird also im Rahmen
15 der vorliegenden Erfindung nicht nur über den Kokereikoks, sondern zusätzlich über den durch eine entsprechende Brennerlanze zugeführten Brennstoff Petrolkoks zugeführt. Auf diese Weise kann auch die Schmelzleistung optimiert und die Menge an Kokereikoks erheblich reduziert werden. Eine Reduzierung des Verbrauchs an Kokereikoks von bis zu 30 % ist möglich.

20

Die Verwendung von Petrolkoks ist insbesondere auch deshalb vorteilhaft, weil dieser unter Umständen durch das Erreichen höherer Rinneneisentemperaturen zur Aufkohlung des erzeugten Gusseisens verwendet werden kann. Somit kann gegebenenfalls der Stahlschrottanteil im Einsatzmaterial gesteigert werden, was die
25 Wirtschaftlichkeit eines entsprechenden Verfahrens nochmals verbessert.

Der Petrolkoks wird in eine entsprechende Brennerlanze, bzw. auch in anderen Einrichtungen zur Einbringung von Petrolkoks in einen Schachtofen, in Pulverform eingebracht, wobei der Petrolkoks vorteilhafterweise besonders fein aufgeschlossen
30 ist. Der Petrolkoks weist dabei vorzugsweise einen mittleren Korndurchmesser von 30 bis 90 μm , insbesondere von 35 bis 60 μm , auf. Dieser ermöglicht durch sein optimales Verhältnis von Volumen zu Oberfläche einen direkten und somit effizienten Energieeintrag.

Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst insbesondere die Verwendung von zumindest einer Steuereinrichtung, die auf Grundlage des Werts, der den Energiegehalt des in den wenigstens einen Schachtofen eingebrachten Kokereikokes kennzeichnet, zumindest einen Ansteuerbefehl an zumindest eine Fördereinrichtung
5 zur Förderung des Petrolkokses ausgibt. Dies ermöglicht eine besonders effiziente und zuverlässige Verfahrensführung durch Verwendung an sich bekannter Steuerungs- und Regelungsverfahren.

Die vorliegende Erfindung betrifft auch eine Schachtofenanlage mit zumindest einem
10 Schachtofen, der dazu ausgebildet ist, zumindest einen schmelzbaren Einsatz durch Wärme aufzuschmelzen, welche durch Verbrennung von Kokereikoks, der in den zumindest einen Schachtofen eingebracht ist, und zumindest zeitweise durch Verbrennung von Petrolkok, der in den wenigstens einen Schachtofen eingespeist wird, bereitgestellt wird.

15 Eine erfindungsgemäße Schachtofenanlage zeichnet sich durch Mittel aus, die dafür eingerichtet sind, zumindest einen Wert, der einen Energiegehalt des in den wenigstens einen Schachtofen eingebrachten Kokereikokes kennzeichnet, zu bestimmen, sowie durch Mittel, die dafür eingerichtet sind, eine Abweichung dieses
20 Werts von zumindest einem Sollwert durch Verändern der Einspeisung des Petrolkokses zumindest teilweise auszugleichen.

Eine derartige Schachtofenanlage ist insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens eingerichtet, wie es zuvor erläutert wurde. Sie profitiert daher von den zuvor erwähnten
25 Vorteilen, auf die daher ausdrücklich verwiesen wird.

Eine derartige Schachtofenanlage verfügt über sämtliche Mittel, die sie zur Durchführung eines entsprechenden Verfahrens befähigen, insbesondere über zumindest eine Steuereinrichtung, zumindest eine Messeinrichtung und zumindest eine
30 Fördereinrichtung für den Petrolkok, wobei die zumindest eine Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, auf Grundlage eines durch die zumindest eine Messeinrichtung bereitgestellten Messsignals ein Ansteuersignal an die zumindest eine Fördereinrichtung auszugeben.

Die Erfindung wird unter Bezugnahme auf die beigefügte Figur weiter erläutert, die eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung zeigt.

5 Kurze Beschreibung der Zeichnung

Figur 1 zeigt eine Schachtofenanlage gemäß einer Ausführungsform der Erfindung

Ausführliche Beschreibung der Zeichnung

10

In Figur 1 ist eine Schachtofenanlage gemäß einer Ausführungsform der Erfindung dargestellt und insgesamt mit 100 bezeichnet.

Die Schachtofenanlage 100 umfasst im dargestellten Beispiel genau einen als
15 Kupolofen veranschaulichten Schachtofen 10. Wie erläutert, kann die vorliegende Erfindung jedoch auch in Schachtofenanlagen 100 mit zwei oder mehr Schachtöfen 10 zum Einsatz kommen.

Der Schachtofen 10 ist in bekannter Weise ausgebildet. Er kann über eine hier nicht
20 gezeigte Gattierungsöffnung mit Material beschickt werden, wie hier durch Pfeil 11 veranschaulicht. Bei dem in den Schachtofen 10 eingebrachten Material handelt es sich dabei zumindest um einen schmelzbaren Einsatz, hier mit 12 veranschaulicht, und um Kokereikoks, hier mit 13 veranschaulicht. Wie erläutert, kann es sich bei dem schmelzbaren Einsatz 12 beispielsweise um Roheisen und/oder Metallschrott handeln.
25 Der Kokereikoks 13 wird typischerweise in Form von Gießereikoks verwendet. Typischerweise werden in einen entsprechenden Schachtofen 10 weitere Materialien eingebracht, beispielsweise Kalk und/oder bestimmte, beispielsweise silicium- und manganhaltige Legierungsbestandteile, hier mit 14 veranschaulicht.

Über einen Windring 15 mit entsprechenden Düsen kann erhitzte Luft, sogenannter
30 Heißwind, in den Schachtofen 10 eingeblasen werden. Der Heißwind 16 kann auch unter Verwendung eines sauerstoffangereicherten Gases 17, beispielsweise technischem Sauerstoff, mit zusätzlichem Sauerstoff beaufschlagt werden, um die Verbrennung in dem Schachtofen 10 zu beeinflussen. Durch die Verbrennung des
35 Kokereikoks 13 kommt es in einer Schmelzzone 18 zu einem zunehmenden

Aufschmelzen des schmelzbaren Einsatzes 12, welcher in einem Gestell 19 des Schachtofens 10 flüssig vorliegt. Über einen Abstich 20 kann dieses aufgeschmolzene Material aus dem Schachtofen 10 abgezogen werden.

- 5 Über eine oder mehrere Brennerlanzen 21 kann in den Schmelzbereich des Schachtofens 10 ferner Petrolkoks 22 in vermahlenem Zustand eingeblasen werden, wie im Detail in der DE 10 2011 107 326 A1 veranschaulicht.

- Beim Betrieb des Schachtofens 10 bildet sich Gichtgas 23, das aus der Gicht des Schachtofens 10 abgezogen werden kann. Das Gichtgas 23 ist kohlenmonoxidhaltig und kann, nach einer hier nicht dargestellten Aufbereitung, beispielsweise einer Entstaubung, in einem Winderhitzer 24 zur Erwärmung des Heißwinds 16 verwendet werden. Wie bereits erläutert, kommt es insbesondere dann, wenn in einem entsprechenden Schachtofen 10 ausschließlich Kokereikoks verbrannt wird, zu Schwankungen in dem Energiegehalt des Gichtgases 23 und weiteren Nachteilen.

- Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist es daher vorgesehen, zumindest einen Wert, der einen Energiegehalt des in den wenigstens einen Schachtofen eingebrachten Kokereikoks 13 kennzeichnet, zu bestimmen. Dieser kann sich beispielsweise aus der gesamten Menge des eingebrachten Kokereikoks und/oder dessen Heizwert bzw. dessen chemischer Zusammensetzung ergeben. Wird festgestellt, dass dieser Wert um mehr als einen vorbestimmten Wert von einem Sollwert abweicht, kann dies erfindungsgemäß durch ein Verändern der Einspeisung des Petrolkoks 22 zumindest teilweise ausgeglichen werden.

- 25 Hierzu ist im dargestellten Beispiel eine Steuereinrichtung 25 ausgebildet. Ferner ist im dargestellten Beispiel eine Messeinrichtung 26 bereitgestellt, die dafür eingerichtet sein kann, einen Energiegehalt des aus dem Schachtofen 10 abgezogenen Gichtgases 23 zu ermitteln. Wie erläutert, wird der Energiegehalt des Gichtgases 23 insbesondere über dessen Kohlenmonoxidgehalt definiert. Die Messeinrichtung 26 ist daher beispielsweise zur Messung eines Kohlenmonoxidgehalts des Gichtgases 23 ausgebildet. Eine derartige Messeinrichtung 26 kann in einer entsprechenden Anlage 100 ohnehin vorhanden sein oder im Rahmen der vorliegenden Erfindung zusätzlich bereitgestellt werden. Ein durch einen gestrichelten Pfeil veranschaulichtes und durch die Messeinrichtung 26 ausgegebenes Messsignal 27 kennzeichnet den Energiegehalt

des Kokereikokes 13 in dem Schachtofen 10 und wird der Steuereinrichtung 25 zur Auswertung und/oder Weiterverarbeitung zugeführt.

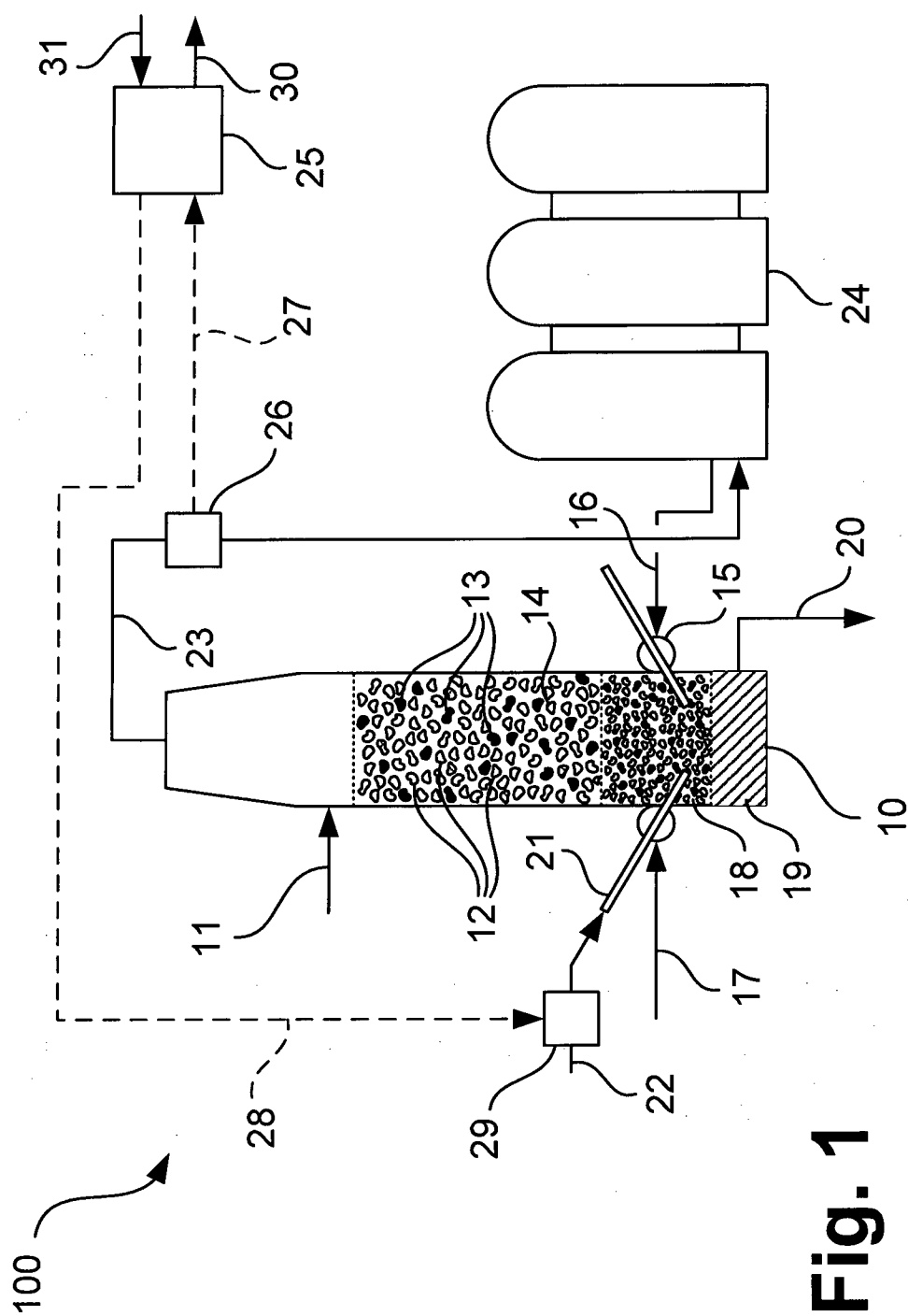
5 Die Steuereinrichtung 25 kann auf dieser Grundlage eine erforderliche Menge an Petrolkoks 22 ermitteln und in Abhängigkeit hiervon über ein mit einem weiteren gestrichelten Pfeil veranschaulichtes Ansteuersignal 28 eine Dosiereinrichtung 29 für den Petrolkoks 22 ansteuern.

10 Die Steuereinrichtung 25 kann auch zur Entgegennahme bzw. Ausgabe weiterer Messwerte und/oder Ansteuersignale 30 und 31 eingerichtet sein, wie hier mit Pfeilen schematisch veranschaulicht. Beispielsweise kann die Steuereinrichtung 25 dafür eingerichtet sein, eine Menge und/oder einen Sauerstoffgehalt des sauerstoffhaltigen Gasgemisches 17 und/oder des damit beaufschlagten Heißwinds 16 einzustellen. Die Steuereinrichtung 25 kann insbesondere auch an eine Benutzerinteraktionseinheit
15 angebunden sein, über die ein Benutzer Werte vorgeben und/oder auslesen kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Schachtofenanlage (100) mit zumindest einem Schachtofen (10), in dem zumindest ein schmelzbarer Einsatz (12) durch Wärme aufgeschmolzen wird, welche durch Verbrennung von Kokereikoks (13), der in den
5 zumindest einen Schachtofen (10) eingebracht ist, und zumindest zeitweise durch Verbrennung von Petrolkoks (22), der in den zumindest einen Schachtofen (10) eingespeist wird, bereitgestellt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Wert, der einen Energiegehalt des in den wenigstens einen Schachtofen (10) eingebrachten Kokereikokses (13) kennzeichnet, bestimmt wird, und dass eine
10 Abweichung dieses Werts von zumindest einem Sollwert durch Verändern der Einspeisung des Petrolkokses (22) zumindest teilweise ausgeglichen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Energiegehalt eines aus dem wenigstens einen Schachtofen (10) abgezogenen Gichtgases (23) zur Bestimmung des den
15 Energiegehalt des in den wenigstens einen Schachtofen (10) eingebrachten Kokereikokses (13) kennzeichnenden Werts verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei als der Energiegehalt des Gichtgases (23) dessen Kohlenmonoxidgehalt und/oder Temperatur ermittelt wird.
20
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei der Energiegehalt des Gichtgases (23) stromauf wenigstens eines Winderhitzers (24) ermittelt wird.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei zumindest ein
25 sauerstoffangereichertes Gasgemisch (17) dem zumindest einen Schachtofen (10) zugeführt wird, dessen Sauerstoffgehalt und/oder Menge auf Grundlage des Werts, der den Energiegehalt des in den wenigstens einen Schachtofen (10) eingebrachten Kokereikokses (13) kennzeichnet, eingestellt wird.
- 30 6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, das zum Betreiben einer Schachtofenanlage (100) mit zumindest einem Kupolofen eingesetzt wird.

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Petrolkoks (13) unter Verwendung zumindest einer Brennerlanze (21) in den wenigstens einen Schachtofen (10) eingespeist wird.
- 5 8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei zumindest eine Steuereinrichtung (25) verwendet wird, die auf Grundlage des Werts, der den Energiegehalt des in den wenigstens einen Schachtofen (10) eingebrachten Kokereikoks (13) kennzeichnet, zumindest einen Ansteuerbefehl an zumindest eine Fördereinrichtung (29) für den Petrolkoks (22) ausgibt.
- 10 9. Schachtofenanlage (100) mit zumindest einem Schachtofen (10), der dazu ausgebildet ist, zumindest einen schmelzbaren Einsatz (12) durch Wärme aufzuschmelzen, welche durch Verbrennung von Kokereikoks (13), der in den zumindest einen Schachtofen (10) eingebracht ist, und zumindest zeitweise durch
- 15 Verbrennung von Petrolkoks (22), der in den zumindest einen Schachtofen (10) eingespeist wird, bereitgestellt wird, **gekennzeichnet durch** Mittel (25, 26), die dafür eingerichtet sind, zumindest einen Wert, der einen Energiegehalt des in den wenigstens einen Schachtofen (10) eingebrachten Kokereikoks (13) kennzeichnet, zu bestimmen, und Mittel (25, 29) die dafür eingerichtet sind, eine
- 20 Abweichung dieses Werts von zumindest einem Sollwert durch Verändern der Einspeisung des Petrolkoks (22) zumindest teilweise auszugleichen.
10. Schachtofenanlage (100) nach Anspruch 9, die zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 eingerichtet ist.
- 25 11. Schachtofenanlage (100) nach Anspruch 9 oder 10, die zumindest eine Steuereinrichtung (25), zumindest eine Messeinrichtung (26) und zumindest eine Fördereinrichtung (29) für den Petrolkoks (22) umfasst, wobei die zumindest eine Steuereinrichtung (25) dazu ausgebildet ist, auf Grundlage eines durch die
- 30 zumindest eine Messeinrichtung (26) bereitgestellten Messsignals (27) ein Ansteuersignal (28) an die zumindest eine Fördereinrichtung (29) auszugeben.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/000422

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C21B5/00 C21B5/06
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.
X	DE 10 2013 005377 A1 (MATSCHKEWITZ ULRICH [DE]) 2 October 2013 (2013-10-02)	1,9,10
Y	abstract claim 1 paragraph [0002] paragraph [0029] paragraph [0036]	2-8,11
Y	----- JP 2001 262208 A (SUMITOMO METAL IND) 26 September 2001 (2001-09-26) abstract	2-8,11
A	----- EP 1 619 234 A1 (GEORG FISCHER GMBH & CO KG [DE]) 25 January 2006 (2006-01-25) paragraph [0013] - paragraph [0015] -----	1



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

28 May 2015

Date of mailing of the international search report

05/06/2015

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/EP2015/000422

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102013005377 A1	02-10-2013	NONE	
JP 2001262208 A	26-09-2001	NONE	
EP 1619234 A1	25-01-2006	EP 1619234 A1	25-01-2006
		WO 2006010432 A1	02-02-2006

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. C21B5/00 C21B5/06
 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.
X	DE 10 2013 005377 A1 (MATSCHKEWITZ ULRICH [DE]) 2. Oktober 2013 (2013-10-02)	1,9,10
Y	Zusammenfassung Anspruch 1 Absatz [0002] Absatz [0029] Absatz [0036]	2-8,11
Y	JP 2001 262208 A (SUMITOMO METAL IND) 26. September 2001 (2001-09-26) Zusammenfassung	2-8,11
A	EP 1 619 234 A1 (GEORG FISCHER GMBH & CO KG [DE]) 25. Januar 2006 (2006-01-25) Absatz [0013] - Absatz [0015]	1



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

28. Mai 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/06/2015

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/EP2015/000422

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013005377 A1	02-10-2013	KEINE	
JP 2001262208 A	26-09-2001	KEINE	
EP 1619234 A1	25-01-2006	EP 1619234 A1	25-01-2006
		WO 2006010432 A1	02-02-2006