

(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
1. Mai 2014 (01.05.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/064193 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C21C 5/52 (2006.01) F27B 3/22 (2006.01)
F27B 3/08 (2006.01) F27B 3/20 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/072268

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Oktober 2013 (24.10.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 020 788.3
24. Oktober 2012 (24.10.2012) DE

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

(72) Erfinder: BROTMANN, Karl; Von-Scheffel-Str. 34,
92224 Amberg (DE).

(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).

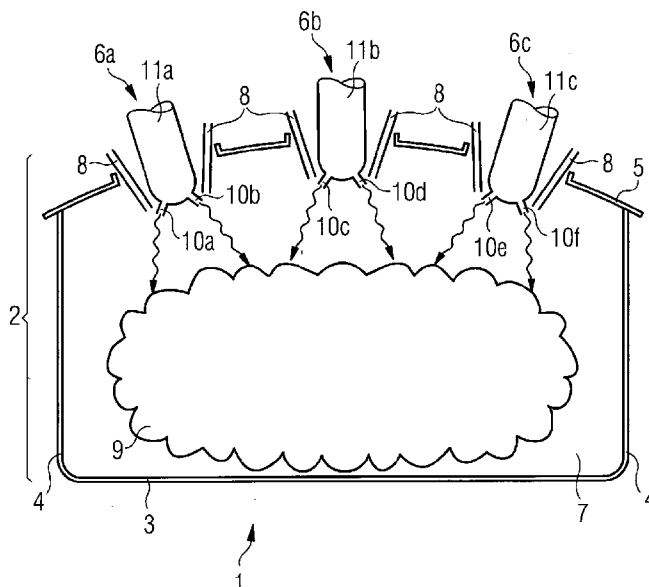
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR SUPPLYING ENERGY INTO A SCRAP METAL PILE IN AN ELECTRIC ARC
FURNACE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ENERGIEZUFUHR IN EIN SCHROTTHAUFWERK IN EINEM
ELEKTROLICHTBOGENOFEN

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a method for supplying energy to a scrap metal pile (9) in an electric arc furnace (2). Energy is supplied by means of jets of hot gas in a first phase, and energy is supplied by means of electric arcs in a second phase after the first phase is completed. The hot gas is supplied in at least six jets, and each supplied jet conducts maximally a sixth of the total quantity of the hot gas supplied. The invention also relates to a device (1) for carrying out the method, comprising an electric arc furnace (2) with a base (3), lateral walls (4), and a top panel (5); to one or more blowing devices (6a, 6b, 6c) for supplying jets of reactant hot air into the inner chamber (7) of the electric arc furnace (8), said devices having a total of at least six nozzles (10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f) with nozzle openings; and to fuel conducting devices (8) for supplying fuel to the jets of reactant hot air.

(57) Zusammenfassung: Die Anmeldung betrifft ein Verfahren zur Energiezufuhr in ein Schrotthaufwerk (9) in einem Elektrolichtbogenofen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(2), bei der in einer ersten Phase Energie mittels Strahlen von Heißgas zugeführt wird, und nach Beendigung der ersten Phase in einer zweiten Phase Energie mittels Elektrolichtbogen zugeführt wird. Dabei wird das Heißgas in mindestens sechs Strahlen zugeführt, und jeder der zugeführten Strahlen maximal ein Sechstel der insgesamt zugeführten Menge Heißgas führt. Sie betrifft auch eine Vorrichtung (1) zur Durchführung des Verfahrens mit einem Elektrolichtbogenofen (2) mit Boden (3), Seitenwänden (4), und Deckelwand (5), sowie eine oder mehrere Aufblasvorrichtungen (6a, 6b, 6c) zur Zufuhr von Strahlen von Eduktheißluft in den Innenraum (7) des Elektrolichtbogenofens (8), welche insgesamt zumindest sechs Düsen (10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f) mit Düsenöffnungen aufweisen, und Brennstoffzufuhrvorrichtungen (8) zur Zufuhr von Brennstoff zu den Strahlen von Eduktheißluft

Beschreibung

Bezeichnung der Erfindung

**VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ENERGIEZUFUHR IN EIN SCHROTTHAUFWERK
IN EINEM ELEKTROLICHTBOGENOFEN**

5

Gebiet der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Energiezufuhr in ein Schrotthaufwerk in einem Elektrolichtbogenofen.

Stand der Technik

- 10 Es sind Verfahren bekannt, bei denen einem Schrotthaufwerk in einem Elektrolichtbogenofen nicht nur durch den Elektrolichtbogen Energie zugeführt wird, sondern auch durch Strahlen heißer Gase.

- In der deutschen Patentschrift DE19521518 wird ein Verfahren zum Einbringen von fossiler Energie in ein Schrotthaufwerk beschrieben, bei dem gleichzeitig mit der Zufuhr von Energie
15 mittels Elektrolichtbogen durch Strahlen heißer sauerstoffhaltiger Gase Kanäle in ein Schrotthaufwerk geschmolzen werden, durch die dann die weitere Zufuhr von fossiler Energie verfolgt.

- In der Deutschen Offenlegungsschrift DE10317195A1 wird gezeigt, mehrere Strahlen Heißgas auf das Schrotthaufwerk zu blasen, während gleichzeitig Energie mittels
20 Elektrolichtbogen zugeführt wird.

- Bei diesen bekannten Verfahren hat es sich jedoch gezeigt, dass Störungen durch unerwünschtes, erhebliches Überhitzen des oberen Ofenraums – also des Bereiches zwischen der Deckelwand des Elektrolichtbogenofens und der der Deckelwand zugewandten Oberfläche des Schrotthaufwerkes - auftreten können. Dieser Bereich eines
25 Elektrolichtbogenofens ist darauf ausgelegt, Temperaturen bis etwa 1700 °C ohne Beschädigung auszuhalten. Bei Überhitzung auf höhere Temperaturen kann es zu temperaturbedingten Schäden kommen.

Zusammenfassung der Erfindung

Technische Aufgabe

- Es ist die Aufgabe der vorliegenden Anmeldung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur – zusätzlich zum Elektrolichtbogen erfolgenden - Energiezufuhr in ein Schrotthaufwerk in einem
- 5 Elektrolichtbogenofen bereitzustellen, durch welche die Gefahr eines Überhitzens und damit verbundener Beschädigung des oberen Ofenraumes vermindert wird.

Technische Lösung

- Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Energiezufuhr in ein Schrotthaufwerk in
- 10 einem Elektrolichtbogenofen, dadurch gekennzeichnet, dass

- in einer ersten Phase Energie mittels Strahlen von Heißgas zugeführt wird, und nach Beendigung der ersten Phase
- in einer zweiten Phase Energie mittels Elektrolichtbogen zugeführt wird,

- wobei das Heißgas in mindestens sechs Strahlen zugeführt wird,
- 15 und jeder der zugeführten Strahlen maximal ein Sechstel der insgesamt zugeführten Menge Heißgas führt.

- Die Temperatur des Heißgases beim ersten Auftreffen auf das Schrotthaufwerk liegt bei über 1500°C. Besonders bevorzugt ist es, daß das Heißgas eine Temperatur von über 2000°C
- 20 hat. Die Temperatur kann bis zu 3000°C betragen oder sogar darüber liegen. Je heißer das Heißgas ist, desto besser verläuft die Übertragung von Energie aus dem Heißgas auf das Schrotthaufwerk.

Das Heißgas wird in der Regel folgendermaßen hergestellt:

- Luft wird durch eine Heizvorrichtung auf eine Temperatur von etwa 1000 bis 1300°C gebracht
- 25 und unter Druck – beispielsweise 1 atm – gesetzt, um ein Ausblasen eines Gasstrahles durch eine Düse zu ermöglichen. Bevorzugterweise wird die Luft auch mit Sauerstoff angereichert, bis etwa 35% Sauerstoffgehalt. In der Folge wird diese, gegebenenfalls mit Sauerstoff

angereicherte, Luft mit dem Begriff Eduktheißluft bezeichnet.

Die Eduktheißluft wird als Gasstrahl durch eine Düse ausgeblasen in den Innenraum des Elektrolichtbogenofens. Nach dem Austritt aus der Düse wird diesem Gasstrahl Brennstoff zugeführt, beispielsweise Kohlestaub, Öl oder Gas wie beispielsweise Erdgas. Gas ist

- 5 bevorzugt, da es sich leicht handhaben lässt, und besonders gut in den Gasstrahl aus Eduktheißluft angesaugt wird. Erdgas ist besonders bevorzugt, weil es leicht verfügbar ist und weil mit Erdgas Temperaturen bis zu 3000°C leicht erreicht werden können.

Der Brennstoff reagiert exotherm mit Sauerstoff im Gasstrahl der Eduktheißluft, so dass ein Strahl von Heißgas entsteht.

- 10 Dieser Strahl von Heißgas trifft auf das Schrotthaufwerk, dringt unter Aufschmelzen eines Kanals in das Schrotthaufwerk ein, und gibt dabei seine Energie an den Schrott ab. Dem Schrotthaufwerk wird auf diese Weise mittels des Strahls von Heißgas Energie zugeführt.

Vorteilhafte Wirkungen der Erfindung

Strahlen von Heißgas verhalten sich in einem Schrotthaufwerk sehr unterschiedlich, je

- 15 nachdem wie das Lückenvolumen über das Schrotthaufwerk verteilt ist. Das Lückenvolumen, welches sich zwischen dem im Schrotthaufwerk vorhandenen grobstückigen Schrott und kleinstückigem Schrott befindet, ist abhängig von der örtlichen Verteilung dieser verschieden großen Schrottstücke verteilt. Ein Schrotthaufwerk, das in einem Elektrolichtbogenofen eingeschmolzen wird, besteht anfangs volumenmäßig zu etwa 90% aus Lückenvolumen und
- 20 zu 10% aus Schrott, wobei das Lückenvolumen im Wesentlichen durch kleinstückigen Schrott gebildet wird. Werden Strahlen von Heißgas in ein Schrotthaufwerk geblasen, so strömen sie aus den durch die Strahlen geschmolzenen Kanälen bevorzugt durch Bereiche, die ein großes Lückenvolumen aufweisen und heizen diese Bereiche besonders intensiv auf. Bei Energiezufuhr mittels Strahlen von Heißgas sind die Auswirkungen einer ungleichmäßigen
- 25 Verteilung des Lückenvolumens umso größer, je größer diese Energiezufuhr lokal auf wenige Strahlen von Heißgas konzentriert ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren bringt in überraschender Weise erhebliche-Vorteile bei der Kombination von fossiler – über das Heißgas zugeführter – Energie und elektrischer Energie beim Schmelzen von Schrott in einem Elektrolichtbogenofen.

Erfindungsgemäß kann ein Schrotthaufwerk mit gegenüber herkömmlichen Verfahren verminderter Gefahr einer Überhitzung des oberen Ofenraums auf Temperaturen über 1700°C betriebssicherer durch Heißgas aufgeheizt werden.

Das wird dadurch erreicht, dass einerseits die Zufuhr von Energie mittels Heißgas erfolgt, ohne dass gleichzeitig elektrische Energie mittels Elektrolichtbogen zugeführt wird.

Außerdem wird die durch einen einzelnen Strahl von Heißgas eingebrachte Energiemenge begrenzt, indem die von Heißgas eingebrachte Energie auf zumindest sechs, mengenmäßig – und damit auch bezüglich der von ihnen jeweils transportierten Energiemenge - begrenzte Strahlen aufgeteilt wird. Die einzelnen Strahlen sind dabei so auszurichten, dass sie sich im Schrotthaufwerk nicht gegenseitig kreuzen können – ansonsten würde die Energiemenge doch wieder mehr als erfindungsgemäß gewünscht konzentriert werden.

Aufgrund dieser Maßnahmen werden gegenüber dem Stand der Technik größere Bereiche des Schrotthaufwerkes von Heißgas durchströmt. Damit wird vermieden, dass kleinstückige Anteile des Schrotthaufwerkes nur lokal schnell erhitzt und teilweise geschmolzen werden.

Das würde nämlich dazu führen, dass sich das Schrotthaufwerk infolge Erweichung in diesen lokal schnell erhitzten Bereichen besonders schnell verdichtet werden würde, weshalb die Strahlen von Heißgas - und beim Aufheizen des Schrotthaufwerkes entstehende weitere heiße Gase - gegebenenfalls dort nicht mehr durch das Schrotthaufwerk strömen können, weil dort der Strömungswiderstand zu groß geworden ist. Entsprechen wird auch vermieden, dass ein Teil der Strahlen von Heißgas - und der beim Aufheizen des Schrotthaufwerkes entstehenden weiteren heißen Gase - innerhalb der von den Strahlen von Heißgas geschmolzenen Kanäle zurückströmt und/oder von den – beispielsweise mit Geschwindigkeiten von 700 bis 900 m/s - aufgeblasenen Strahlen von Heißgas wieder angesaugt wird.

Die erfindungsgemäßen Maßnahmen führen also zu einer Vermeidung der bei herkömmlichen Verfahren auftretenden Probleme eines Anwachsens .des Strömungswiderstandes im Schrotthaufwerk und von Rückströmungen in den durch die Strahlen von Heißgas geschmolzenen Kanälen in den oberen Ofenraum. Dadurch wird vermieden, dass der obere Ofenraum überhitzt und dadurch beschädigt wird.

Nach einer Ausführungsform werden circa 40 bis 60 % der dem Schrotthaufwerk zugeführten Energie mittels Heißgas zugeführt, und circa 60 bis 40% mittels Elektrolichtbogen.

Die Strahlen von Heißgas entstehen durch Reaktion von Brennstoff mit Strahlen von Eduktheißluft. Die Eduktheißluft wird mittels einer oder mehrerer Aufblasvorrichtungen zugeführt. Vorteilhafterweise beträgt der Abstand der Strahlen von Eduktheißluft voneinander bei ihrem Austritt aus dieser Aufblasvorrichtung mindestens das Doppelte ihres Durchmessers beim Austritt. Auf diese Weise wird erreicht, dass die aus den Strahlen von Eduktheißluft entstehenden Strahlen von Heißgas sich nicht wieder zu einem Strahl vereinigen, bevor sie auf das Schrotthaufwerk treffen – und sich auch nicht innerhalb des Schrotthaufwerkes vereinigen.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform beträgt der Abstand der Strahlen von Heißgas voneinander im Schrotthaufwerk mindestens das fünf-fache des Durchmessers der Strahlen von Eduktheißluft beim Austritt aus der Aufblasvorrichtung. Auf diese Weise wird erreicht, dass mehrere Strahlen von Heißgas sich im Schrotthaufwerk nicht wieder zu einem Strahl vereinigen.

Beim konventionellen Elektrolichtbogenofen wird zu Beginn der Wirkung des Elektrolichtbogens das Schrotthaufwerk lokal im Wirkungsbereich des Elektrolichtbogens aufgeschmolzen. Eine Wirkung auf Bereiche des Schrotthaufwerks, die weiter entfernt vom Elektrolichtbogen und nicht in seinem Wirkungsbereich liegen, ist nur begrenzt vorhanden. Das gilt besonders für die sogenannten „cold spots“, also die Bereiche an der Ofenwand, in die nach dem Stand der Technik gegebenenfalls zusätzlich Energie durch sogenannte „oxy-fuel-Brenner“ eingebracht wird. Der Wirkungsgrad dieser Brenner ist jedoch begrenzt. Sie können nur für kurze Zeit betrieben werden, weil sich oberhalb des Brenners schnell ein Kamin bildet, durch den die Verbrennungsgase heiß den Schrott verlassen. Außerdem wird der Schrott durch diese Brenner stark oxydiert.

Nach einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zumindest ein Strahl von Heißgas, bevorzugt mehrere Strahlen, von Heißgas auf Zonen des Schrotthaufwerkes außerhalb des Wirkungsbereiches des Elektrolichtbogens ausgerichtet. Die Ausrichtung von einigen Strahlen von Heißgas auf solche Zonen bringt hier besondere Vorteile, wenn dadurch

die voranstehend genannten Brenner zur Erhitzung von „cold spots“ ersetzt werden. Durch Strahlen von Heißgas erfolgt vorteilhafter Weise ein großräumiges Erfassen des dortigen Schrotts. Dadurch kann auf derartige Brenner ganz verzichtet werden. Es ist für das Aufheizen von diesen Bereichen vorteilhaft, wenn die entsprechenden Strahlen von Heißgas

5 jeweils maximal ein Zwölftel der insgesamt zugeführten Menge Heißgas führen. Damit wird die von diesen Strahlen pro Zeiteinheit maximal zugeführte Energie gegenüber Anspruch 1 nochmals auf die Hälfte reduziert. Das Ziel dieser Maßnahme ist, dass diese Bereiche möglichst nur effektiv vorgeheizt und nur wenig geschmolzen werden, und die Gefahr einer Beschädigung des Elektrolichtbogenofens in diesen Bereichen durch die mittels des Stahls

10 von Heißgas zugeführte Energie vermindert wird.

Die erfindungsgemäße Kombination der Zufuhr von fossiler Energie – über Heißgas – und elektrischer Energie - über elektrischen Lichtbogen - beim Schmelzen von Schrott in einem Elektrolichtbogenofen bringt nicht nur betriebssicher Energie durch Strahlen von Heißgas in

15 das Schrotthaufwerk, es verändert vielmehr auch vorteilhaft die Bedingungen für das spätere Einbringen von elektrischer Energie durch den Lichtbogen.

Nach den Lehren der vorliegenden Erfindung führen die Strahlen von Heißgas zu einem Vorheizen besonders des kleinstückigen Anteils des Schrotts im gesamten Schrotthaufwerk. Damit verdichtet sich das Schrotthaufwerk - aus beispielsweise einem ersten Schrottkorb -

20 infolge Erweichung schnell und führt dadurch einerseits zu günstigen Bedingungen für ein gegebenenfalls erfolgreiches Chargieren eines folgenden Schrottkorbes in den Elektrolichtbogenofen vor Inbetriebnahme des Elektrolichtbogens. Andererseits führt das – nach erfindungsgemäßer Aufheizung eines gegebenenfalls chargierten folgenden Schrottkorbes mittels Strahlen von Heißgas - auch zu günstigen Bedingungen für den

25 anschließenden Einsatz des Lichtbogens. Bekanntlich führen kurzzeitige Unterbrechungen des Elektrolichtbogens beim Schmelzen von Schrott, „flickers“ genannt, hauptsächlich während der Anfangsphase des Schmelzprozesses mittels Elektrolichtbogen, zu problematischen Rückwirkungen auf das elektrische Netzwerk. Es hat sich gezeigt, dass durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen diese „flickers“ stark reduziert werden, was für

30 die Versorgung mit elektrischer Energie große Vorteile bringt.

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

Eine solche Vorrichtung umfasst einen Elektrolichtbogenofen mit Boden, Seitenwänden, und
5 Deckelwand. Sie umfasst auch eine oder mehrere Aufblasvorrichtungen zur Zufuhr von Strahlen von Eduktheißluft in den Innenraum des Elektrolichtbogens sowie Brennstoffzufuhrvorrichtungen, die geeignet sind, den Strahlen von Eduktheißluft Brennstoff zuzuführen.

Mit den Aufblasvorrichtungen kann Eduktheißluft in Strahlen auf ein sich im Innenraum des
10 Elektrolichtbogenofens befindliches Schrotthaufwerk geblasen werden. Erfindungsgemäß weist die eine oder weisen die mehreren Aufblasvorrichtungen dazu insgesamt zumindest 6 Düsen mit Düsenöffnungen auf.

Wenn mittels der Brennstoffzufuhrvorrichtungen den Strahlen von Eduktheißluft Brennstoff zugeführt wird, bilden sich Strahlen von Heißgas, die auf das Schrotthaufwerk treffen.

15 Der Innenraum des Elektrolichtbogenofens wird unten durch den Boden begrenzt, seitlich durch die Seitenwände, und oben durch die Deckelwand des Elektrolichtbogenofens. Selbstverständlich sind auch Elektroden vorhanden sowie Vorrichtungen, um Elektroden in den Innenraum zuzuführen.

Vorteilhafterweise sind alle Düsen gleich und damit zur Ausgabe von Strahlen von
20 Eduktheißluft mit der gleichen maximalen Menge von Eduktheißluft geeignet.

Eine Aufblasvorrichtung kann beispielsweise als Düsen mit Düsenöffnungen umfassende Lanze ausgebildet sein, die beispielsweise durch eine Öffnung in der Deckelwand in den Innenraum des Elektrolichtbogenofens einführbar ist.

25 Eine Aufblasvorrichtung kann auch Düsen mit Düsenöffnungen in einer Seitenwand des Elektrolichtbogenofens umfassen.

Bevorzugt umfasst eine Aufblasvorrichtung auch Düsen mit Düsenöffnungen in der Deckelwand des Elektrolichtbogenofens.

Die Düsen können in Düsenköpfen angeordnet sein. Ein Düsenkopf kann eine oder mehrere Düsen aufweisen.

- Ganz besonders bevorzugt ist es, wenn die Düsen in Düsenköpfen angeordnet sind, die in in der Deckelwand des Elektrolichtbogenofens zur Einbringung von Elektroden vorgesehenen
- 5 Öffnungen anordenbar sind. Auf diese Weise kann das erfindungsgemäße Verfahren mit bestehenden Elektrolichtbogenöfen ohne großen Umbauaufwand zur Adaptierung durchgeführt werden.

- Bevorzugterweise beträgt der Abstand zwischen den Düsen mindestens das Doppelte des
- 10 Durchmessers der Düsenöffnung der Düsen. Bevorzugt haben die Düsenöffnungen aller Düsen den gleichen Durchmesser. Das erleichtert es, durch alle Düsen gleichmäßig Eduktheißgas einzublasen.

Nach einer weiteren Ausführungsform sind mindestens drei getrennte Düsenköpfe vorhanden, in denen jeweils mindestens zwei Düsenöffnungen vorhanden sind.

- 15 Es ist bevorzugt, wenn die Düsen voneinander weg geneigt sind. Damit wird sichergestellt, dass mehrere aus Düsen austretende Strahlen von Eduktheißluft, beziehungsweise aus solchen Strahlen entstehende Strahlen von Heißgas, sich nicht zu einem Strahl vereinigen. Bevorzugt ist das der Fall für mehrere Düsen innerhalb eines Düsenkopfes.
- Der von den Längsachsen der Düsen eingeschlossene Winkel beträgt besonders bevorzugt
- 20 5 – 10°.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

- Figur 1 zeigt schematisch und beispielhaft eine erfindungsgemäße Vorrichtung, die zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist, mit Elektrolichtbogenöfen in
- 25 Seitenansicht im Schnitt.

Figur 2 zeigt den Elektrolichtbogenofen aus Figur 1 in Draufsicht von oben.

Beschreibung von Ausführungsformen

Figur 1 zeigt schematisch und beispielhaft eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1, die zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist, mit Elektrolichtbogenofen 2 in Seitenansicht im Schnitt. Der Elektrolichtbogenofen 2 hat einen Boden 3, Seitenwände 4, und eine Deckelwand 5. Die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 umfasst auch mehrere Aufblasvorrichtungen 6a, 6b, 6c zur Zufuhr von Eduktheißluft in den Innenraum 7 des Elektrolichtbogens 2. Mit den Brennstoffzufuhrvorrichtungen 8 wird den aus den Aufblasvorrichtungen 6a, 6b, 6c austretenden Strahlen von Eduktheißluft Brennstoff, in diesem Fall Erdgas, zugeführt. Durch exotherme Reaktion des Brennstoffs, der in die Strahlen von Eduktheißluft eingesaugt wird, entstehen Strahlen von Heißgas - schematisch dargestellt durch gewellte Pfeile. Mittels der Strahlen von Heißgas wird dem sich im Innenraum 7 des Elektrolichtbogenofens 2 befindlichen Schrotthaufwerk 9 Energie zugeführt. Die Aufblasvorrichtungen 6a, 6b, 6c weisen insgesamt sechs Düsen 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f mit Düsenöffnungen auf. Dargestellt ist in Figur 1 die Vorrichtung während einer ersten Phase des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei der dem Schrotthaufwerk 9 Energie mittels Strahlen von Heißgas zugeführt wird. Das Heißgas wird in sechs Strahlen zugeführt, wobei jeder der zugeführten Strahlen ein Sechstel der insgesamt zugeführten Menge Heißgas führt. Die Düsen 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f sind in drei Düsenköpfen 11a, 11b, 11c angeordnet, die in der Deckelwand 5 des Elektrolichtbogenofens 2 zur Einbringung von Elektroden vorgesehenen Öffnungen angeordnet sind. Jeder Düsenkopf 11a, 11b, 11c weist zwei Düsen und damit zwei Düsenöffnungen auf. Die Düsenöffnungen aller Düsen 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f haben den gleichen Durchmesser. Der Abstand zwischen den Düsen 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f beträgt mindestens das Doppelte des Durchmessers der Düsenöffnung der Düsen 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f. Dadurch beträgt der Abstand der Strahlen von Eduktheißluft voneinander bei ihrem Austritt aus den Aufblasvorrichtungen 6a, 6b, 6c mindestens das Doppelte ihres Durchmessers beim Austritt. In der dargestellten Konfiguration beträgt der Abstand der Strahlen von Heißgas voneinander im Schrotthaufwerk mindestens das fünf-fache des Durchmessers der Strahlen von Eduktheißluft beim Austritt aus den Aufblasvorrichtungen 6a, 6b, 6c.

Zur besseren Übersichtlichkeit wurde auf die Darstellung von Elektroden und/oder von Vorrichtungen, um Elektroden in den Innenraum zuzuführen, verzichtet. Ebenso wurde auf

die Darstellung der zweiten Phase des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei der Energie mittels Elektrolichtbogen zugeführt wird, verzichtet.

Figur 2 zeigt den Elektrolichtbogenofen aus Figur 1 in Draufsicht von oben auf die

- 5 Deckelwand 5. Die Bezugszeichen sind gleich wie in Figur 1 verwendet. Dargestellt sind auch die sechs Strahlen von Heißgas als gewellte Pfeile.

Die vorliegende Erfindung wird beispielhaft anhand des folgenden Ausführungsbeispiels erläutert:

- 10 In einem 80-t-Elektrolichtbogenofen wird Schrott in zwei Körben chargiert. Nach dem ersten Korb wird Eduktheißluft (18.000 Nm³/h) - angereichert auf einen Sauerstoffgehalt von 35% - mit einer Temperatur von 1.200 °C durch sechs Düsen mit von 3.000 Nm³ pro Stunde und Düse geblasen. Den Strahlen von Eduktheißluft wird Erdgas zugeführt – den 18.000 Nm³/h eine Menge von 3.200 Nm³/h. Durch Verbrennung des Erdgases in den Strahlen von
- 15 Eduktheißluft entstehen Strahlen von Heißgas. Die Düsen sind so ausgerichtet, dass sich die Strahlen von Heißgas im Schrotthaufwerk nicht vereinen können und dass sie das Schrotthaufwerk ungefähr gleichverteilt durchströmen.

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

Bezugszeichenliste

1	erfindungsgemäße Vorrichtung
2	Elektrolichtbogenofen
3	Boden
4	Seitenwand
5	Deckelwand
6a, 6b, 6c	Aufblasvorrichtungen
7	Innenraum
8	Brennstoffzufuhrvorrichtungen
9	Schrotthaufwerk
10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f	Düse
11a, 11b, 11c	Düsenkopf

Liste der Anführungen

Patentliteratur

DE19521518

DE10317195

Ansprüche

1) Verfahren zur Energiezufuhr in ein Schrotthaufwerk (9) in einem Elektrolichtbogenofen (2), dadurch gekennzeichnet, dass

- 5
- in einer ersten Phase Energie mittels Strahlen von Heißgas zugeführt wird, und nach Beendigung der ersten Phase
 - in einer zweiten Phase Energie mittels Elektrolichtbogen zugeführt wird,

wobei das Heißgas in mindestens sechs Strahlen zugeführt wird, und jeder der zugeführten Strahlen maximal ein Sechstel der insgesamt zugeführten Menge Heißgas führt.

10

- 2) Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Strahlen von Heißgas durch Reaktion von Brennstoff mit Strahlen von Eduktheißluft entstehen, welche aus zumindest einer Aufblasvorrichtung (6a,6b,6c) zugeführt werden, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand der Strahlen von Eduktheißluft voneinander bei ihrem Austritt aus dieser Aufblasvorrichtung (6a,6b,6c) mindestens das Doppelte ihres Durchmessers beim Austritt beträgt.
- 15

- 3) Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Strahlen von Heißgas durch Reaktion von Brennstoff mit Strahlen von Eduktheißluft entstehen, welche aus zumindest einer Aufblasvorrichtung (6a,6b,6c) zugeführt werden, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand der Strahlen von Heißgas voneinander im Schrotthaufwerk (9) mindestens das fünf-fache des Durchmessers der Strahlen von Eduktheißluft beim Austritt aus der Aufblasvorrichtung (6a,6b,6c) beträgt.
- 20

- 4) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Strahl von Heißgas, bevorzugt mehrere Strahlen von Heißgas, auf Zonen des Schrotthaufwerkes (9) außerhalb des Wirkungsbereiches des Elektrolichtbogens ausgerichtet wird.
- 25

- 5) Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die auf Zonen des Schrotthaufwerkes (9) außerhalb des Wirkungsbereiches des Elektrolichtbogens ausgerichteten Strahlen von Heißgas jeweils maximal ein Zwölftel der insgesamt zugeführten Menge Heißgas führen.
- 6) Vorrichtung (1) zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, mit einem Elektrolichtbogenofen (2) mit Boden (3), Seitenwänden (4), und Deckelwand (5), dadurch gekennzeichnet, dass
- 10 sie auch umfasst
- eine oder mehrere Aufblasvorrichtungen (6a,6b,6c) zur Zufuhr von Strahlen von Eduktheißluft in den Innenraum (7) des Elektrolichtbogenofens (8), welche insgesamt zumindest sechs Düsen (10a,10b,10c,10d,10e,10f) mit Düsenöffnungen aufweisen,
 - Brennstoffzufuhrvorrichtungen (8) zur Zufuhr von Brennstoff zu den Strahlen von
- 15 Eduktheißluft.
- 7) Vorrichtung gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass alle Düsen (10a,10b,10c,10d,10e,10f) gleich sind.
- 8) Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufblasvorrichtungen (6a,6b,6c) auch Düsen (10a,10b,10c,10d,10e,10f) mit Düsenöffnungen in der Deckelwand des Elektrolichtbogenofens umfassen.
- 9) Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen (10a,10b,10c,10d,10e,10f) in Düsenköpfen (11a,11b,11c)) angeordnet sind, die in in der Deckelwand (5) des Elektrolichtbogenofens (2) zur Einbringung von Elektroden vorgesehenen Öffnungen anordenbar sind.

10) Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand zwischen den Düsen (10a,10b,10c,10d,10e,10f) mindestens das Doppelte des Durchmessers der Düsenöffnung der Düsen (10a,10b,10c,10d,10e,10f) beträgt.

5

11) Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsenöffnungen aller Düsen (10a,10b,10c,10d,10e,10f) den gleichen Durchmesser haben.

10 12) Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens drei getrennte Düsenköpfe (11a,11b,11c) vorhanden sind, in denen jeweils mindestens zwei Düsenöffnungen vorhanden sind.

FIG 1

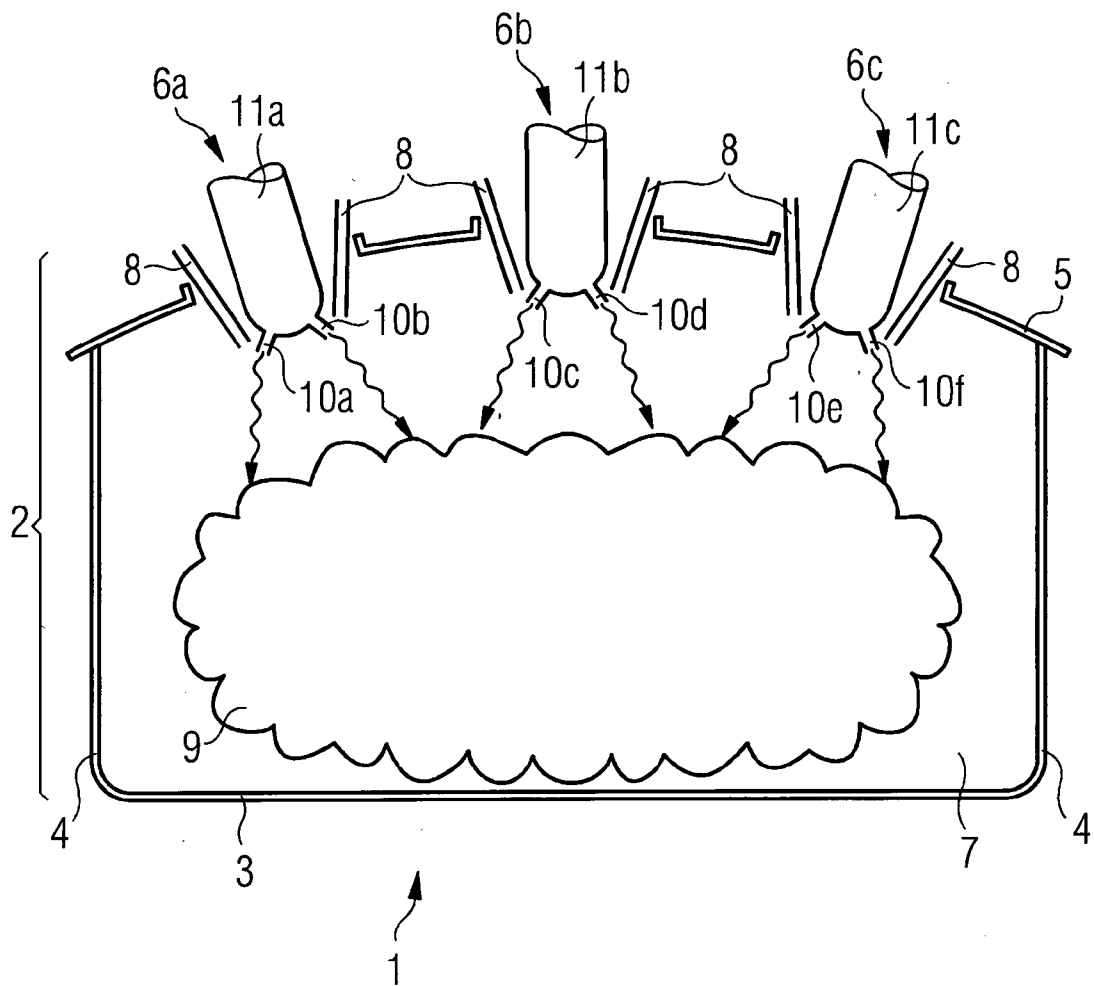
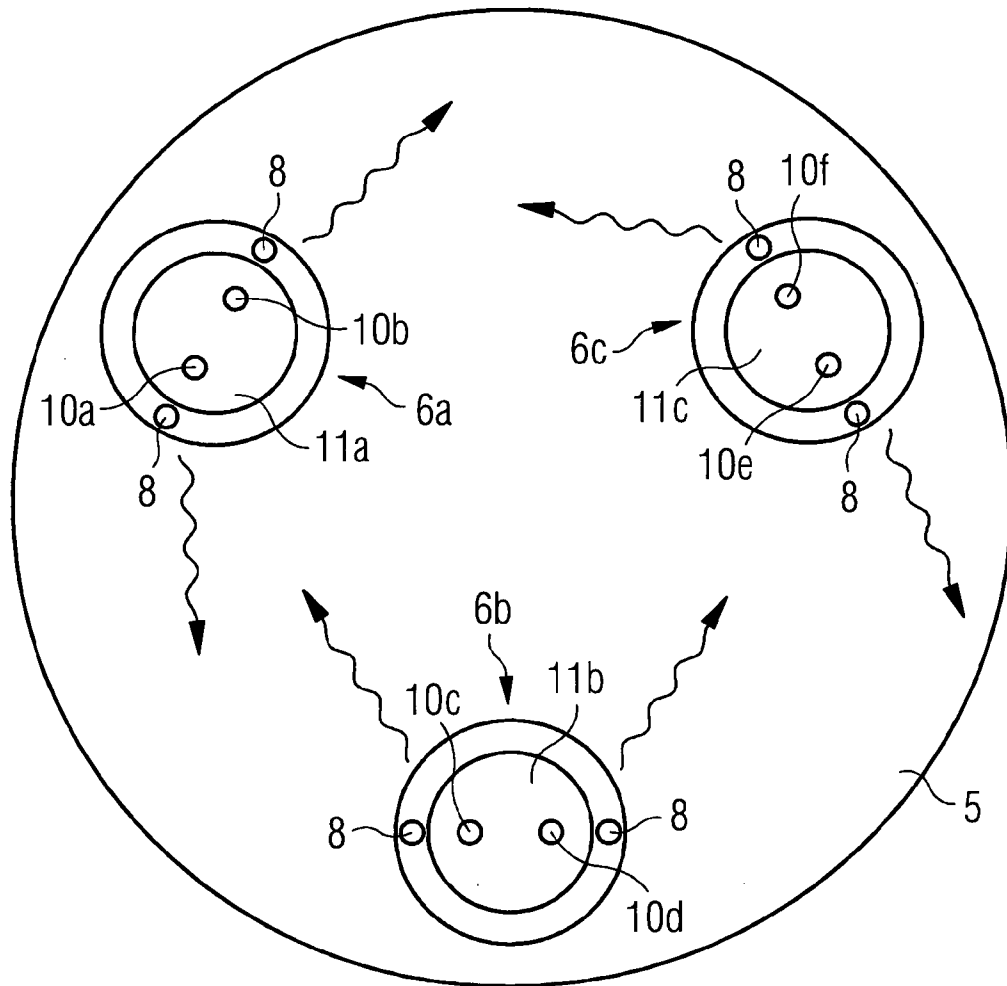


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/072268

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. C21C5/52 F27B3/08 F27B3/22 F27B3/20 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) C21C F27B		
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	WO 2004/092422 A2 (BROTZMANN KARL CONSULTING [DE]; BROTZMANN KARL [DE]) 28 October 2004 (2004-10-28) abstract page 3, line 10 - line 25 page 4, line 10 - line 20 -----	1-12
Y	DE 102 19 488 A1 (MESSER GRIESHEIM GMBH [DE]) 13 November 2003 (2003-11-13) abstract paragraph [0016] - paragraph [0019] paragraph [0043] - paragraph [0045] claims 1,3 -----	6-12
Y	EP 0 257 450 A2 (KLOECKNER CRA TECH [DE]) 2 March 1988 (1988-03-02) abstract figure 1 -----	6-12
-/-		
☒ 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 "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 22 January 2014		Date of mailing of the international search report 28/01/2014
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 Gimeno-Fabra, Lluís

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/072268

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP H08 157929 A (KAWASAKI STEEL CO; DAIWA STEEL CORP) 18 June 1996 (1996-06-18) abstract figure 2	6-12
A	----- WO 96/41896 A1 (AIR LIQUIDE [FR]; DELOCHE DANIEL [FR]; BROTMANN KARL [DE]) 27 December 1996 (1996-12-27) cited in the application abstract page 3, line 3 - line 29 -----	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/072268

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2004092422	A2	28-10-2004	CN 1774516 A 17-05-2006
		DE 10317195 A1 11-11-2004	
		EP 1613782 A2 11-01-2006	
		JP 5179751 B2 10-04-2013	
		JP 2006523814 A 19-10-2006	
		KR 20050116164 A 09-12-2005	
		US 2008041189 A1 21-02-2008	
		WO 2004092422 A2 28-10-2004	

DE 10219488	A1	13-11-2003	NONE

EP 0257450	A2	02-03-1988	AU 583742 B2 04-05-1989
		AU 7743587 A 03-03-1988	
		BR 8704396 A 19-04-1988	
		CA 1320526 C 20-07-1993	
		CS 8706215 A2 15-09-1991	
		DE 3629055 A1 03-03-1988	
		EP 0257450 A2 02-03-1988	
		HU 195981 B 29-08-1988	
		IN 169083 A1 31-08-1991	
		JP H0137449 B2 07-08-1989	
		JP S63125611 A 28-05-1988	
		MX 159728 A 11-08-1989	
		RU 2025499 C1 30-12-1994	
		US 4827486 A 02-05-1989	
		ZA 8706404 A 25-05-1988	

JP H08157929	A	18-06-1996	NONE

WO 9641896	A1	27-12-1996	AT 186576 T 15-11-1999
		AU 696459 B2 10-09-1998	
		AU 6126096 A 09-01-1997	
		BR 9608986 A 29-06-1999	
		CN 1187856 A 15-07-1998	
		DE 19521518 C1 08-08-1996	
		EP 0833950 A1 08-04-1998	
		ES 2141509 T3 16-03-2000	
		JP 4372838 B2 25-11-2009	
		JP H11507100 A 22-06-1999	
		KR 100419040 B1 14-06-2004	
		MY 115029 A 31-03-2003	
		PL 324029 A1 11-05-1998	
		TW 442574 B 23-06-2001	
		US 6030431 A 29-02-2000	
		US 6402805 B1 11-06-2002	
		WO 9641896 A1 27-12-1996	
		ZA 9604993 A 23-01-1997	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. C21C5/52 F27B3/08 F27B3/22 F27B3/20 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) C21C F27B		
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	WO 2004/092422 A2 (BROTZMANN KARL CONSULTING [DE]; BROTZMANN KARL [DE]) 28. Oktober 2004 (2004-10-28) Zusammenfassung Seite 3, Zeile 10 - Zeile 25 Seite 4, Zeile 10 - Zeile 20 -----	1-12
Y	DE 102 19 488 A1 (MESSER GRIESHEIM GMBH [DE]) 13. November 2003 (2003-11-13) Zusammenfassung Absatz [0016] - Absatz [0019] Absatz [0043] - Absatz [0045] Ansprüche 1,3 -----	6-12
Y	EP 0 257 450 A2 (KLOECKNER CRA TECH [DE]) 2. März 1988 (1988-03-02) Zusammenfassung Abbildung 1 ----- -/-	6-12
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
22. Januar 2014		28/01/2014
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 Gimeno-Fabra, Lluís

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	JP H08 157929 A (KAWASAKI STEEL CO; DAIWA STEEL CORP) 18. Juni 1996 (1996-06-18) Zusammenfassung Abbildung 2	6-12
A	----- WO 96/41896 A1 (AIR LIQUIDE [FR]; DELOCHE DANIEL [FR]; BROTMANN KARL [DE]) 27. Dezember 1996 (1996-12-27) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Seite 3, Zeile 3 - Zeile 29 -----	1-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/072268

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2004092422	A2	28-10-2004	CN	1774516 A	17-05-2006
			DE	10317195 A1	11-11-2004
			EP	1613782 A2	11-01-2006
			JP	5179751 B2	10-04-2013
			JP	2006523814 A	19-10-2006
			KR	20050116164 A	09-12-2005
			US	2008041189 A1	21-02-2008
			WO	2004092422 A2	28-10-2004

DE 10219488	A1	13-11-2003	KEINE		

EP 0257450	A2	02-03-1988	AU	583742 B2	04-05-1989
			AU	7743587 A	03-03-1988
			BR	8704396 A	19-04-1988
			CA	1320526 C	20-07-1993
			CS	8706215 A2	15-09-1991
			DE	3629055 A1	03-03-1988
			EP	0257450 A2	02-03-1988
			HU	195981 B	29-08-1988
			IN	169083 A1	31-08-1991
			JP	H0137449 B2	07-08-1989
			JP	S63125611 A	28-05-1988
			MX	159728 A	11-08-1989
			RU	2025499 C1	30-12-1994
			US	4827486 A	02-05-1989
			ZA	8706404 A	25-05-1988

JP H08157929	A	18-06-1996	KEINE		

WO 9641896	A1	27-12-1996	AT	186576 T	15-11-1999
			AU	696459 B2	10-09-1998
			AU	6126096 A	09-01-1997
			BR	9608986 A	29-06-1999
			CN	1187856 A	15-07-1998
			DE	19521518 C1	08-08-1996
			EP	0833950 A1	08-04-1998
			ES	2141509 T3	16-03-2000
			JP	4372838 B2	25-11-2009
			JP	H11507100 A	22-06-1999
			KR	100419040 B1	14-06-2004
			MY	115029 A	31-03-2003
			PL	324029 A1	11-05-1998
			TW	442574 B	23-06-2001
			US	6030431 A	29-02-2000
			US	6402805 B1	11-06-2002
			WO	9641896 A1	27-12-1996
			ZA	9604993 A	23-01-1997
