

(19)



(11)

**EP 4 575 005 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**25.06.2025 Patentblatt 2025/26**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**C21C 5/52 (2006.01) C21C 5/54 (2006.01)**  
**C21C 7/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **23217436.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**C21C 5/54; C21C 5/5264; C21C 5/527;**  
**C21C 7/0006; C21C 7/0025; C21C 7/0056;**  
**C21C 2007/0062**

(22) Anmeldetag: **18.12.2023**

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

(72) Erfinder:  
• **Fabry, Matthias Jonas**  
**48147 Münster (DE)**  
• **Kohnen, Dr. Boris**  
**45968 Gladbeck (DE)**  
• **Schubert, Dr. Daniel**  
**47057 Duisburg (DE)**  
• **Sommerfeld, Marcus**  
**47057 Duisburg (DE)**

(71) Anmelder: **ThyssenKrupp Steel Europe AG**  
**47166 Duisburg (DE)**

(74) Vertreter: **ThyssenKrupp Steel Europe AG**  
**Patente/Patent Department**  
**Kaiser-Wilhelm-Straße 100**  
**47166 Duisburg (DE)**

(54) **VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER STAHLSCHMELZE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Stahlschmelze nach Anspruch 1.

**EP 4 575 005 A1**

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Stahlschmelze, umfassend die Schritte:

- 5 - Erzeugen einer eisenbasierten Schmelze in einem elektrischen Einschmelzer, in welchem Eisenträger, optional Kohlenstoffträger und/oder optional Schlackenbildner eingebracht und im Schmelzbetrieb zu einer Roheisenschmelze und einer auf der Roheisenschmelze aufschwimmenden Flüssigschlacke erschmolzen werden;
- 10 - Behandeln der im elektrischen Einschmelzer erzeugten Roheisenschmelze in einem Konverter zur Erzeugung einer Stahlschmelze, wobei vor und/oder während der Konverterbehandlung zusätzliche Eisenträger eingebracht werden.

**[0002]** Ein gattungsgemäßes Verfahren ist aus der Veröffentlichung EP 3 954 786 A1 bekannt. Es wäre wünschenswert, die Betriebsmittel während eines Konverterbetriebs senken zu können und/oder die Ausbeute bei gleichbleibender Leistung des Converters erhöhen zu können.

15 **[0003]** Des Weiteren ist in den Fachkreisen das Richardson-Ellingham Diagramm bekannt, in welchem Sauerstoffpotential von Metalloxiden in Abhängigkeit von der Temperatur aufgetragen sind. Im Richardson-Ellingham-Diagramm liegen Kurven der edleren Metalle über denen der unedleren, wobei die unedleren dementsprechend eine höhere Sauerstoffaffinität aufweisen und dadurch prinzipiell als Reduktionsmittel geeignet sind, während sie selbst teilweise nur schwer zu reduzieren sind. Aus dem Richardson-Ellingham-Diagramm ist abzulesen, dass eine Phasenänderung (von festem zu flüssigem Metall) einen großen Einfluss auf die Temperaturabhängigkeit des Sauerstoffpotentials hat (Phasenänderungen führen zu einer geänderten Steigung der Geraden, da die Entropie von fest zu flüssig zu gasförmig zunimmt).  
 20 Es muss aber beachtet werden, dass das Richardson-Ellingham-Diagramm ideale Bedingungen voraussetzt, sodass z. B. eine von einer verschiedenen Aktivität des Metalls und des Oxids, etwa durch die Bildung von Mischphasen, zu einer Abweichung von den beschriebenen Zusammenhängen führt. Ein weiterer Nachteil ist, dass nur Aussagen über die theoretisch erreichbaren Gleichgewichtszustände möglich sind, während der Weg und die Zeit zur Einstellung des Gleichgewichtes, d. h. der entscheidende Bereich der Reaktionskinetik, unbeachtet bleiben, vgl. [https://application.wiley-vch.de/books/sample/3527315802\\_c01.pdf](https://application.wiley-vch.de/books/sample/3527315802_c01.pdf) Seite 37 ff.

**[0004]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, dieses Verfahren derart weiterzuentwickeln, dass eine höhere thermische Energie in der Roheisenschmelze gespeichert werden kann.

30 **[0005]** Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Weiterführende Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen beschrieben.

**[0006]** Erfindungsgemäß werden in der Roheisenschmelze während des Schmelzbetriebs ein Siliziumgehalt von mindestens 0,40 bis 5,0 Gew.-% und ein Titangehalt von mindestens 0,040 bis 0,90 Gew.-% eingestellt und/oder erhalten und durch die Konverterbehandlung ein um mindestens 10 % geringeren Siliziumgehalt und einen um mindestens 10 %  
 35 geringer Titangehalt in der Stahlschmelze im Vergleich zur Roheisenschmelze erreicht.

**[0007]** Die in der Roheisenschmelze befindlichen Elemente Silizium und Titan sind bevorzugt in freier respektive gelöster Form.

**[0008]** Durch die gezielte Einstellung von Silizium und Titan in der Roheisenschmelze während des Schmelzbetriebs in den vorgenannten Gehalten, kann eine höhere chemische Energie im Vergleich zu dem bisherigen bekannten Stand der  
 40 Technik in der Roheisenschmelze eingestellt und/oder erhalten werden, welche wiederum während des Konverterbetriebs als thermische Energie freigesetzt wird und die Konverterbehandlung begünstigt, indem weniger Betriebsmittel, wie zum Beispiel Sauerstoff, spezifische Roheisenmenge pro Tonne Rohstahl, elektrischer Strom etc. zur Anwendung kommen, um die Roheisenschmelze zu behandeln. Insbesondere kann dadurch bei gleichbleibender Leistung des Converters ein im Vergleich zum Stand der Technik höherer Anteil an zusätzlichen Eisenträgern, wie zum Beispiel Schrott,  
 45 hinzugeführt und erschmolzen werden, wodurch die Ausbeute bzw. die Produktionsmenge bezogen auf die vorhandene Roheisenmenge erhöht werden kann.

**[0009]** Die vorgenannten Gehalte an Silizium und Titan in der Roheisenschmelze dienen als chemische Speicherkomponenten für Energie. Die Roheisenschmelze kann daher einen Gehalt an Silizium mit insbesondere mindestens 0,60 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 0,80 Gew.-%, bevorzugt mindestens 1,0 Gew.-%, besonders bevorzugt mindestens  
 50 1,20 Gew.-%, weiter bevorzugt mindestens 1,40 Gew.-%, und insbesondere maximal 4,50 Gew.-%, vorzugsweise maximal 4,0 Gew.-%, bevorzugt maximal 3,50 Gew.-%, besonders bevorzugt maximal 3,0 Gew.-% aufweisen. Des Weiteren kann die Roheisenschmelze einen Gehalt an Titan mit insbesondere mindestens 0,070 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 0,10 Gew.-%, bevorzugt mindestens 0,150 Gew.-%, besonders bevorzugt mindestens 0,20 Gew.-%, weiter bevorzugt mindestens 0,250 Gew.-%, und insbesondere maximal 0,80 Gew.-%, vorzugsweise maximal 0,70 Gew.-%,  
 55 bevorzugt maximal 0,60 Gew.-%, besonders bevorzugt maximal 0,50 Gew.-% aufweisen.

**[0010]** Durch die Konverterbehandlung kann ein um mindestens 10 % geringerer Siliziumgehalt und ein um mindestens 10 % geringerer Titangehalt in der Stahlschmelze im Vergleich zur Roheisenschmelze erreicht werden, wodurch im weiteren Verlauf der Konverterbehandlung die chemische Energie durch Oxidation der Speicherkomponenten in Form

von Wärme freigesetzt und bevorzugt zum Erschmelzen von zusätzlichen Eisenträgern nutzbar gemacht werden kann. Der Gehalt an Silizium kann in der Stahlschmelze im Vergleich zur Roheisenschmelze insbesondere um mindestens 15 %, 20 % verringert werden, vorzugsweise um mindestens 25 %, 30 %, bevorzugt um mindestens 35 %, 40 %, besonders bevorzugt um mindestens 50 %, 60 %, weiter bevorzugt um mindestens 70 %, 80 %. Der Siliziumgehalt kann in der Stahlschmelze auf mindestens 0,10 Gew.-% verringert werden. Der Gehalt an Titan kann in der Stahlschmelze im Vergleich zur Roheisenschmelze insbesondere um mindestens 15 %, 20 % verringert werden, vorzugsweise um mindestens 25 %, 30 %, bevorzugt um mindestens 35 %, 40 %, besonders bevorzugt um mindestens 50 %, 60 %, weiter bevorzugt um mindestens 70 %, 80 %. Der Titangehalt kann in der Stahlschmelze auf mindestens 0,0050 Gew.-% verringert werden. Insbesondere wenn sehr hohe Reinheitsgrade bestimmter Stahlgüten verlangt werden, ist es auf der einen Seite wichtig, schlackenbildende Inhaltsstoffe aus der Stahlschmelze zu entfernen, indem diese mit der Flüssigschlacke bzw. Schlacke agglomeriert werden. Auf der anderen Seite können Elemente wie Ti im Stahlprodukt die Produktionseigenschaften signifikant beeinflussen.

**[0011]** Des Weiteren werden vor und/oder während der Konverterbehandlung zusätzliche Eisenträger eingebracht, welche umfassend oder bestehend aus Eisenschwamm-Stücken und/oder Eisenschwamm-Pellets und/oder Eisenschwamm-Briketts, Schrott, Hochofen-Roheisen bereitgestellt werden, wobei der Anteil der zusätzlichen Eisenträger mindestens 3 Gew.-% und maximal 30 Gew.-% auf die Gesamtmasse der erzeugten bzw. zu erzeugenden Stahlschmelze beträgt.

**[0012]** Der Anteil an zusätzlich eingebrachten Eisenträger kann insbesondere mindestens 4, 5, 6 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 7, 8, 9 Gew.-%, bevorzugt mindestens 10, 11, 12 Gew.-%, besonders bevorzugt mindestens 13, 14, 15 Gew.-% und insbesondere maximal 28 Gew.-%, vorzugsweise maximal 25 Gew.-% betragen.

**[0013]** Bei der Konverterbehandlung laufen Oxidationsvorgänge bei hohen Temperaturen ab. Aufgrund der zu konditionierenden, Si- und Ti-haltigen Roheisenschmelze entstehen durch das konventionelle Sauerstoffblasen oxidierte feste Bestandteile, u.a.  $\text{SiO}_2$  und  $\text{TiO}_2$ , welche in die (Konverter-)Schlacke überführt werden, und auch gasförmige Verbindungen, zum Beispiel CO und  $\text{CO}_2$  etc. Die Oxidationsreaktion von Si und auch Ti erzeugt jeweils eine exotherme Energie, welche höher ist als die Energie, welche benötigt wird, um festes Eisen in eine flüssige Phase zu überführen, so dass die während der Konverterbehandlung ablaufende Kinetik geeignet ist, ohne zusätzlichen Mehraufwand und/oder Mehrkosten aufwenden zu müssen, um zusätzliche Eisenträger, insbesondere erschmelzen zu können und damit die Ausbeute bzw. die Produktionsmenge bezogen auf die vorhandene Roheisenmenge im Konverter erhöhen zu können.

**[0014]** So kommen gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung als Eisenträger (im Einschmelzer) bevorzugt reduzierte Eisenerzträger in Form von Eisenschwamm-Stücken und/oder Eisenschwamm-Pellets und/oder Eisenschwamm-Briketts mit einem Kohlenstoffgehalt zwischen 0 und 4,8 Gew.-%, insbesondere  $> 0$  Gew.-%, und einem Metallisierungsgrad von mindestens 75 % zur Anwendung. Der Metallisierungsgrad spiegelt das Verhältnis des metallischen Eisenanteils bezogen auf den gesamten Eisengehalt im Eisenschwamm wider. Er kann insbesondere mindestens 80 %, vorzugsweise mindestens 85 %, bevorzugt mindestens 90 % und kann im Idealfall bis zu 100 %, insbesondere bis zu 99 % betragen.

**[0015]** Die bevorzugte Verwendung von Eisenschwamm als Eisenträger bringt auch schlackenbildende Bestandteile mit sich, welche im Eisenerzträger naturgemäß enthalten sind und nicht in einem vorausgegangenen Reduktionsprozess ausgetrieben werden können, und als Gangart bezeichnet werden. Ist die über den Eisenschwamm bereitgestellte Gangart nicht ausreichend, können bei Bedarf weitere Schlackenbildner als Zusatzstoffe eingebracht werden, um eine weiterverarbeitbare Flüssigschlacke zu erzeugen. So kann gemäß einer Ausgestaltung Schlackenbildner zugegeben werden, um eine Basizität B3 in der Flüssigschlacke zwischen 0,9 und 1,8 einstellen zu können. B3 kann insbesondere mindestens 1,0, vorzugsweise mindestens 1,1 und insbesondere maximal 1,7, vorzugsweise maximal 1,6 betragen. Die Basizität B4 entspricht dem Verhältnis  $\text{CaO} + \text{MgO}$  zu  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ , wobei die Ermittlung der charakteristischen Größen in der Schlacke im festen Zustand dem Fachmann geläufig sind. Die Einstellung der gewünschten Basizität durch entsprechende Mischung/ Zugabe ist dem Fachmann geläufig. Der Schlackenbildner umfasst mindestens eines oder mehrere der Elemente aus der Gruppe ( $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

**[0016]** Falls die Roheisenschmelze einen definierten Kohlenstoffgehalt, welcher zwischen 2,5, insbesondere 3,0, vorzugsweise 3,3, bevorzugt 3,7, besonders bevorzugt 3,9 und 4,8 Gew.-% liegen kann, nicht über den Eisenträger allein bereitgestellt werden kann, können gemäß einer Ausgestaltung Kohlenstoffträger eingebracht werden, insbesondere in der Menge, dass der gewünschte Kohlenstoffgehalt in der Eisenschmelze erreicht werden kann. Als Kohlenstoffträger eignen sich grundsätzlich alle Materialien in gasförmiger, flüssiger und/oder fester Form mit reduktionsfähigem freiem Kohlenstoff, welche in den elektrischen Einschmelzer einbringbar sind. In fester Form kommen beispielsweise Koksstaub, Koksflöckchen, Koksgrus oder Kohlepartikel in Frage. In flüssiger Form kommen beispielsweise Ethanol, Methanol sowie andere Kohlenwasserstoffe in Frage. In gasförmiger Form kommen kohlenstoffhaltige Gase, beispielsweise Kohlenstoffdioxid, Methan (Erdgas), Kohlenstoffmonoxid, Propan, Butan in Frage. Bevorzugt kann der bereitgestellte Kohlenstoffträger umfassen oder bestehen aus Kohle, Biokohle, Biomasse, biogene und/oder nicht biogene Kunststoffe.

**[0017]** Bevorzugt kann Schrott als zusätzlicher Eisenträger und insbesondere zur Erhöhung der Recyclingrate eingebracht werden. Durch den Schrott können unerwünschte Begleitelemente, wie Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Molybdän (Mo), Zinn (Sn) und/oder Nickel (Ni) eingebracht werden, welche je nach zu erzeugender Stahlgüte sowohl metallurgische

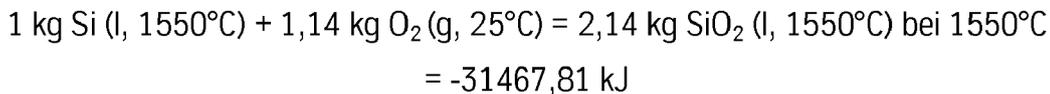
Prozesse als auch werkstoffliche Produkteigenschaften, wobei einige der genannten auch Legierungselemente für bestimmte Stahlgüten darstellen. Metallurgisch können daraus einerseits notwendige Änderungen in der Prozessführung resultieren, andererseits kann dies auch zu einer negativen Beeinflussung bis hin zu Problemen in der Weiterverarbeitung der aus der Stahlschmelze erzeugten Halbzeuge führen.

5 **[0018]** Zum Erschmelzen der Eisenträger und Kohlenstoffträger verfügt der elektrische Einschmelzer über mehrere Elektroden, welche mit elektrischem Strom beaufschlagbar sind und damit die erforderliche Energie bereitstellen, um die Feststoffe in eine Flüssigphase, umfassend eine Eisenschmelze und eine Flüssigschlacke, zu überführen. Je nach Größe/Dimension des elektrischen Einschmelzers können drei, vier, fünf, sechs oder mehr als sechs Elektroden verwendet werden. Die zum Erschmelzen benötigte Energie wird bevorzugt aus regenerativer Energie (Sonne, Wind, 10 Wasser, Biomasse, Geothermie) bereitgestellt. Dadurch kann der elektrische Einschmelzer klimaschonend betrieben werden.

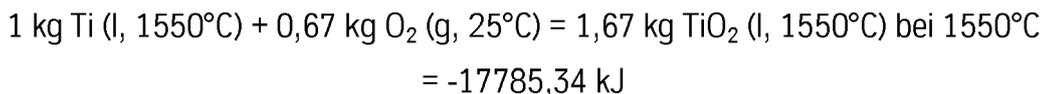
**[0019]** Der elektrische Einschmelzer kann bevorzugt ein Ofen der Gattung OSBF (Open Slag Bath Furnace) sein. Hierzu zählen Elektroreduktionsöfen, vor allem SAF (Submerged Electric Arc Furnace), welche Schmelzöfen mit Lichtbogen-Widerstandserwärmung sind, die Lichtbögen zwischen der Elektrode und dem Einsatzstoff und/oder der Flüssigphase bilden oder welche den Einsatzstoff und/oder die Flüssigphase mittels Joule-Effekt erwärmen. Beim SAF sind die 15 Elektroden in den Einsatzstoff und/oder die Flüssigphase, insbesondere in die Flüssigschlacke eingetaucht. Je nach Funktionsprinzip/Betriebsweise können die Elektroreduktionsöfen als Wechselstrom-Lichtbogen-Reduktionsöfen (SA-Fac) oder Gleichstrom-Lichtbogen-Reduktionsöfen (SAFdc) ausgeführt sein. Alternativ können auch Schmelzöfen mit direkter Lichtbogeneinwirkung, welche vom oben beschriebenen Funktionsprinzip/Betriebsweise abweichen, sogenannte EAF (Electric Arc Furnace) zum Einsatz kommen, welche Lichtbögen zwischen der Elektrode und der Flüssigphase bilden. Dies umfasst den Wechselstrom-Lichtbogen-Schmelzofen (EAFac), den Gleichstrom-Lichtbogen-Schmelzofen (EAFdc) und den Pfannenofen LF (Ladle Furnace).

20 **[0020]** Der Vorteil bei der Verwendung von Elektroreduktionsöfen mit Lichtbogen-Widerstandserwärmung (SAF) ist, dass diese mit einer reduzierenden Atmosphäre betrieben werden, wohingegen Schmelzöfen mit direkter Lichtbogeneinwirkung (EAF) mit einer oxidierenden Atmosphäre betrieben werden.

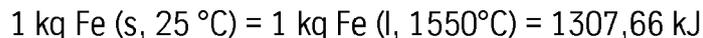
25 **[0021]** Mittels der Software FactSage, Version 8.3 wurden die Energien für die Oxidationsreaktion der Elemente Si und Ti in der Roheisenschmelze mit einer Temperatur von 1550 °C in Verbindung mit Sauerstoff mit einer Temperatur von 25 °C und für das Erschmelzen von Fe mit einer eingebrachten Temperatur von 25 °C auf eine Temperatur von 1550 °C ermittelt bzw. modelliert. Die Funktionsweise von FactSage ist dem Fachmann geläufig. Bei der Berechnung wurden nur die 30 jeweiligen Rohdaten und keine Mischungsenthalpien etc. berücksichtigt. Somit wurde folgendes Ergebnis generiert:



35



40



mit s=fest, l=flüssig und g=gasförmig.

45 **[0022]** Somit würde bei der oben genannten Modellierung, die bei der Erzeugung von SiO<sub>2</sub> exotherm entstehende Energie ein Erschmelzen von ca. der 24-fachen Menge von Eisen ohne zusätzliches Einbringen von Energie ermöglichen. So auch die bei der Erzeugung von TiO<sub>2</sub> exotherm entstehende Energie würde ein Erschmelzen von ca. der 13-fachen Menge von Eisen ohne zusätzliches Einbringen von Energie ermöglichen.

**[0023]** Die Modellierung zeigt auf, dass die vorgenannten Gehalte an Silizium und Titan in der Roheisenschmelze als chemische Speicherkomponenten für (zusätzliche thermische) Energie dienen.

50 **[0024]** Dadurch können in dem bestehenden Prozess zusätzliche Eisenträger, vorzugsweise eisenhaltiger Schrott, in den Konverter zusätzlich zu dem bisher bekannten Einsatz von Eisenträger zugeführt werden, so dass allein die in der Roheisenschmelze durch die Einstellung oder Erhalten von Silizium mit einem Gehalt zwischen 0,40 und 5,0 Gew.-% und Titan mit einem Gehalt zwischen 0,040 bis 0,90 Gew.-% ausreichend Energie für eine zusätzliche Eisenausbeute, insbesondere durch den Einsatz von zusätzlichem Schrott und/oder Eisenschwamm-Stücken und/oder Eisenschwamm-Pellets und/oder Eisenschwamm-Briketts mit einem Anteil der zusätzlichen Eisenträger von mindestens 3 Gew.-% und maximal 30 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmasse der erzeugten bzw. zu erzeugenden Stahlschmelze.

55 **[0025]** Die sowohl aus dem Einschmelzer wie auch aus dem Konverter abgestochene Flüssigschlacke wird vorzugsweise einer Granulation zugeführt, um Schlacke insbesondere für die Bauindustrie bereitstellen zu können.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Stahlschmelze, umfassend folgende Schritte:

- 5           - Erzeugen einer eisenbasierten Schmelze in einem elektrischen Einschmelzer, in welchem Eisenträger, optional Kohlenstoffträger und/oder optional Schlackenbildner eingebracht und im Schmelzbetrieb zu einer Roheisenschmelze und einer auf der Roheisenschmelze aufschwimmenden Flüssigschlacke erschmolzen werden;  
 - Behandeln der im elektrischen Einschmelzer erzeugten Roheisenschmelze in einem Konverter zur Erzeugung einer Stahlschmelze, wobei vor und/oder während der Konverterbehandlung zusätzliche Eisenträger eingebracht werden;
- 10

**dadurch gekennzeichnet, dass** in der Roheisenschmelze während des Schmelzbetriebs ein Siliziumgehalt von mindestens 0,40 bis 5,0 Gew.-% und ein Titangehalt von mindestens 0,040 bis 0,90 Gew.-% eingestellt und/oder erhalten wird und durch die Konverterbehandlung ein um mindestens 10 % geringerer Siliziumgehalt und einen um mindestens 10 % geringerer Titangehalt in der Stahlschmelze im Vergleich zur Roheisenschmelze erreicht wird, wobei die vor und/oder während der Konverterbehandlung zusätzlich eingebrachten Eisenträger aus Eisenschwamm-Stücken und/ oder Eisenschwamm-Pellets und/oder Eisenschwamm-Briketts, Schrott, Hochofen-Roh-eisen bestehen oder umfassen, wobei der Anteil der zusätzlichen Eisenträger mindestens 3 Gew.-% und maximal 30 Gew.-% auf die Gesamtmasse der zu erzeugenden Stahlschmelze betragen kann.

15

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei als Eisenträger reduzierte Eisenerzträger in Form von Eisenschwamm-Stücken und/oder Eisenschwamm-Pellets mit einem Kohlenstoffgehalt zwischen 0 und 4,8 Gew.-% und einem Metallisierungsgrad von mindestens 75 % zur Anwendung kommen.
- 25
3. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, wobei optional Schlackenbildner eingebracht werden, welche mindestens eines oder mehrere der Elemente aus der Gruppe (CaO, MgO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) umfasst, um eine Basizität B4 in der Flüssigschlacke zwischen 0,9 und 1,8 einstellen zu können.
- 30
4. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, wobei optional Kohlenstoffträger eingebracht werden, welche in gasförmiger, flüssiger und/oder fester Form mit reduktionsfähigem freiem Kohlenstoff bereitgestellt werden können, um in der Roheisenschmelze Kohlenstoffgehalt zwischen 2,50 und 4,80 Gew.-% einstellen zu können.
- 35
5. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, wobei Schrott als zusätzlicher Eisenträger eingebracht wird, welcher mindestens eines oder mehrere der Elemente aus der Gruppe (Cr, Cu, Mo, Zn, Ni) bis zu 0,20 Gew.-% in Summe umfassen kann.
- 40
- 45
- 50
- 55
6. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, wobei die zum Erschmelzen benötigte Energie aus regenerativer Energie bereitgestellt wird.



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 21 7436

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE   |  |   |   |
|--|--|---|---|
| Kategorie  | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile  | Betrifft Anspruch   | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)                          |
| X  | <p><b>GAO LEI-ZHANG ET AL:</b> "Effect of titanium content on the precipitation behavior of carbon-saturated molten pig iron", INTERNATIONAL JOURNAL OF MINERALS, METALLURGY AND MATERIALS, BEIJING KEJI DAXUE, CN, Bd. 26, Nr. 4, 12. April 2019 (2019-04-12), Seiten 483-492, XP036757506, ISSN: 1674-4799, DOI: 10.1007/s12613-019-1755-3 [gefunden am 2019-04-12]</p> <p>* Abbildung 1 *</p> <p>* Tabellen 2, 3 *</p> <p>-----</p> | 1-6   | <p>INV.</p> <p>C21C5/52</p> <p>C21C5/54</p> <p>C21C7/00</p> |
| A  | <p><b>CN 113 234 992 A (JIANGYIN XINGCHENG SPECIAL STEEL WORKS CO LTD)</b></p> <p>10. August 2021 (2021-08-10)</p> <p>* Beispiel 1 *</p> <p>* Ansprüche 1-5 *</p> <p>* Absatz [0025] - Absatz [0045] *</p> <p>-----</p>  | 2-5   | <p>RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)</p> <p>C21C</p>          |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt  |  |   |   |
| <p>Recherchenort</p> <p><b>Den Haag</b></p>  |  | <p>Abschlußdatum der Recherche</p> <p><b>15. April 2024</b></p>   | <p>Prüfer</p> <p><b>Porté, Olivier</b></p>                  |
| <p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</p> <p>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</p> <p>A : technologischer Hintergrund</p> <p>O : nichtschriftliche Offenbarung</p> <p>P : Zwischenliteratur</p> |  | <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</p> <p>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>.....</p> <p>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p> |   |

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 21 7436

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

15-04-2024

10

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|

**CN 113234992    A    10-08-2021    KEINE**

---

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 3954786 A1 [0002]