



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 80107542.5

Int. Cl.³: **C 21 C 5/32**

Anmeldetag: 03.12.80

Priorität: 11.12.79 DE 2951156
04.03.80 DE 3008145

Anmelder: **Eisenwerk-Gesellschaft Maximilianshütte mbH, D-8458 Sulzbach-Rosenberg (DE)**

Veröffentlichungstag der Anmeldung: 17.06.81
Patentblatt 81/24

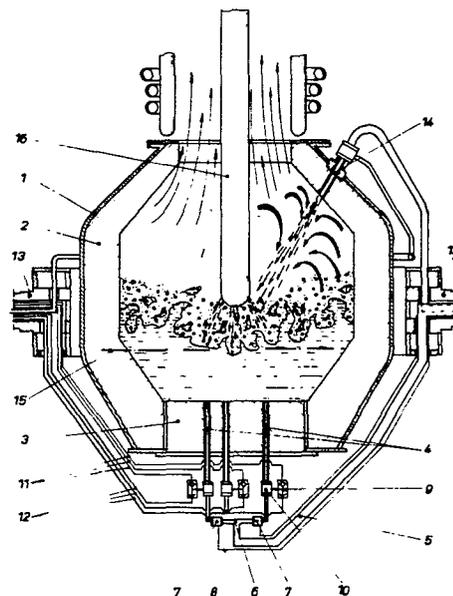
Erfinder: **Brotzmann, Karl Dr.-Ing. E.h., Fentschstrasse 6, D-8458 Sulzbach-Rosenberg (DE)**
Erfinder: **Mantey, Paul-Gerhard, Schelmesgraben 20c, D-8458 Sulzbach-Rosenberg (DE)**

Benannte Vertragsstaaten: **AT BE FR GB IT LU NL SE**

Vertreter: **König, Reimar et al, Patentanwälte Dr.-Ing. Reimar König Dipl.-Ing. Klaus Bergen Cecilienallee 76, D-4000 Düsseldorf 30 (DE)**

Stahlerzeugungsverfahren.

Bei einem Verfahren zum Erzeugen von Stahl in einem Konverter, der unterhalb der Badoberfläche 15 mit Düsen 4 und oberhalb der Badoberfläche mit einer wassergekühlten Lanze 16 und/oder Aufblasdüsen 14 versehen ist, wird der Sauerstoff durch die wassergekühlte Lanze und/oder mindestens eine auf die Badoberfläche gerichtete Aufblasdüse auf die Badoberfläche geblasen. Ausserdem wird durch die unterhalb der Badoberfläche angeordneten Düsen 4 mindestens zeitweise nur ein sauerstofffreies Gas, das mindestens teilweise mit gemahlene Feststoffen zur Schlackenbildung und/oder zur Wärmezufuhr beladen ist, in die Schmelze eingeleitet.



EP 0 030 360 A2

Eisenwerk-Gesellschaft Maximilianshütte mbH, 8458 Sulzbach-Rosenberg

"Stahlerzeugungsverfahren"

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung von Stahl in einem Konverter, der mit Düsen unterhalb der Stahlbadoberfläche, bezogen auf die Konverterblasposition und einer wassergekühlten Lanze und/oder Aufblasdüsen im
5 oberen Bereich der Konverterausmauerung ausgerüstet ist.

Das Sauerstoff-Frischen zur Stahlerzeugung nach dem Aufblasverfahren und dem Durchblasverfahren mit unterhalb der Badoberfläche im feuerfesten Futter, beispielsweise im
10 Konverterboden, angeordneten Düsen aus zwei konzentrischen Rohren für den Sauerstoff und ein Schutzmedium kommen weltweit in den Stahlwerken zur Anwendung. Die Weiterentwicklung zielt heute auf eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit durch Verbesserung des Ausbringens, Verminderung der
15 Menge der Zuschlagstoffe (Schlackenbildner) und Medien (Sauerstoff und Kühlmittel). Eine weitere Entwicklungsrichtung besteht darin, den Schrottsatz bis hin zur ausschließlichen Verwendung von Schrott zu steigern und die erforderliche Energie in Form von Brennstoffen mit möglichst hohem wärmetechnischen Wirkungsgrad der Schmelze zuzuführen.
20

Lösungsvorschläge hierfür sind gerade in der letzten Zeit bekanntgeworden. Bei einem dieser Verfahren wird der
25 Schrott zunächst im Konverter vorgeheizt, und danach leitet man in die Schmelze kohlenstoffenthaltende, pulverförmige Brennstoffe zur weiteren Energiezufuhr.

Bei einem anderen Verfahren zur Erhöhung des Schrottsatzes

werden Sauerstoff durch das Bad und 20 bis 80% der Gesamtsauerstoffmenge als Freistrahler auf die Schmelze geblasen. Bekannt ist es auch, das die Schmelze verlassende Kohlenmonoxyd oberhalb der Schmelze einer Nachverbrennung zu unterwerfen.

Bei einem anderen Verfahren zur Stahlerzeugung im Konverter wird der Schmelze Wärme durch kohlenstoffhaltige Brennstoffe zugeführt. Die Kohlenstoff enthaltenden Brennstoffe werden in die Schmelze eingeleitet, während der Sauerstoff zum Frischen der Schmelze und zum Verbrennen der Brennstoffe gleichzeitig mit auf die Badoberfläche gerichteten Gasstrahlen und unterhalb der Badoberfläche in den Konverter eingeleitet wird. Der besondere Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, daß die eingeleiteten Brennstoffe mit hohem wärmetechnischem Wirkungsgrad von ca. 30%, bezogen auf die Verbrennung zu Kohlendioxyd verbrannt werden. Das hohe Maß der Energieausnutzung wird durch die Zufuhr des Sauerstoffs auf die Badoberfläche und die damit verbundene Wärmezufuhr aus der CO-Nachverbrennung an die Schmelze realisiert.

Das bekannte Verfahren erlaubt weiterhin die Herabsetzung der Düsenanzahl unterhalb der Badoberfläche; damit sind weitere Vorteile bei der Stahlerzeugung verbunden. Ein Nachteil des bekannten Verfahrens besteht jedoch darin, daß sich, wenn unter bestimmten betrieblichen Bedingungen die Einblasrate der kohlenstoffhaltigen Brennstoffe stark erhöht wird, infolge des begrenzten Blasquerschnitts der wenigen Düsen unterhalb der Badoberfläche, Grenzen hinsichtlich der gleichzeitigen Zufuhr von Brennstoff und Sauerstoff ergeben.

Beim Sauerstoffaufblas-Verfahren ohne Frischgaszufuhr unterhalb der Badoberfläche ist das Nachlassen der Frischwirkung bei niedrigen Kohlenstoffgehalten als Nachteil bekannt. Bei einem Kohlenstoffgehalt der Schmelze von beispielsweise $\leq 0.1\%$ nimmt die Entkohlungsge-
5
schwindigkeit deutlich ab, da es durch die nachlassende CO-Blasenbildung nicht mehr zu einem Konzentrationsausgleich in der Schmelze kommt. Parallel dazu steigt der Eisenoxidgehalt in der Schmelze an. Die nachlassende
10 Entkohlungsgeschwindigkeit führt zu einer Verlängerung der Frischzeit, und des erhöhten Eisenoxidgehalts in der Schlacke wirkt sich als Verlust aus. Sowohl die Frischzeitverlängerung als auch die Verringerung des Ausbringens beeinflussen die Wirtschaftlichkeit ungünstig.

15

Das Sauerstoffdurchblas-Verfahren, das diese Nachteile nicht aufweist, erfordert nach dem heutigen Stand der Technik jedoch mindestens einen Bodenwechsel während der Betriebszeit einer Konverterausmauerung. Das feuerfeste Material im Bereich der Sauerstoffdüsen im Konverterboden
20 verschleißt mit ungefähr doppelter Geschwindigkeit im Vergleich zur Ausmauerung der Konverterseitenwand. Neben den Kosten für das Feuerfest-Material geht die Arbeitszeit von ca. 20 Stunden für den Bodenwechsel als Produktionszeit
25 verloren.

Die zuvor genannten Verfahren beinhalten Teillösungen für die genannten Nachteile des Sauerstoffaufblas- und Sauerstoffdurchblas-Verfahrens und zeigen, wie sich das
30 Wärmeangebot bei der Stahlerzeugung im Konverter erhöhen läßt. Beim Einblasen von Sauerstoff unterhalb und oberhalb der Badoberfläche in die Schmelze ergeben sich, neben den Nachteilen der aufwendigen Installation für die Vorrichtungen der Sauerstoffzufuhr unterhalb und oberhalb der

Schmelze, für bestimmte Stahlqualitäten unerwünscht hohe Wasserstoff- und Stickstoffgehalte aus dem Düsen-
schutzmedium der Sauerstoffdüsen unterhalb der Badober-
fläche. Weiterhin zeigt sich während der Entkohlung
5 eine schwächere Entphosphorung im Vergleich zum Sauer-
stoffaufblas-Verfahren.

Die Erfindung hat es sich daher zur Aufgabe gestellt,
die Vorteile einer besonderen Schlackenführung, ähnlich
10 dem Sauerstoffaufblas-Verfahren, jedoch ohne erhöhte
Eisenverluste in der Schlacke und die Vorteile beim Sau-
erstoffdurchblas-Verfahren, insbesondere hinsichtlich der
niedrigen Endkohlenstoffgehalte bei geringerem Eisenoxid-
gehalt der Schlacke, miteinander zu verbinden sowie nie-
15 drige Wasserstoff- und Stickstoff-Gehalte im Stahl zu
erreichen. Außerdem sollen ein hoher wärmetechnischer
Wirkungsgrad beim Einblasen kohlenstoffhaltiger Brenn-
stoffe in die Schmelze erzielt und die Haltbarkeit der
feuerfesten Ausmauerung im Bereich der Düsen (Konverter-
20 boden) unterhalb der Badoberfläche verbessert werden.

Schließlich sollen sich auch bei nur wenigen Düsen im
Konverterboden verhältnismäßig große Mengen kohlenstoff-
haltiger Brennstoffe einblasen lassen.

25

Die vorerwähnte Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die
Sauerstoffzugabe erfindungsgemäß durch eine wasserge-
kühlte Lanze und/oder mindestens eine auf die Badober-
fläche gerichtete Aufblasdüse in der oberen Konverteraus-
30 mauerung auf die Badoberfläche erfolgt und daß durch die
mit einem Schutzmedium betriebenen Doppelrohr-Düsen
unterhalb der Badoberfläche gemahlene Feststoffe zur
Schlackenbildung und/oder zur Wärmezufuhr mindestens zeit-

weise in einer Suspension mit einem sauerstoff-freien Gas in die Schmelze eingeleitet werden.

Überraschenderweise hat sich nämlich gezeigt, daß beim Ein-
5 blasen sauerstoff-freier Gase unterhalb der Badoberfläche, denen zeitweilig die gemahlene Feststoffe zur Schlackenbildung aufgeladen werden und mit denen Kohlenstoff enthaltende pulverisierte Brennstoffe, beispielsweise Koks, in die Schmelze eingeleitet werden, ausreichen, um die
10 Stahlerzeugung im Konverter mit günstigen Ergebnissen durchzuführen, wie sie vom Sauerstoffdurchblas-Verfahren her bekannt sind. Insbesondere lassen sich gut regelbar niedrige Kohlenstoffgehalte ohne höhere Eisenverluste in der Schlacke einstellen. Beispielsweise konnten Kohlenstoffgehalte von 0,03% bei Eisenoxidgehalten in der Schlacke
15 von ca. 12% erreicht werden. Beim Sauerstoffaufblas-Verfahren liegen die Eisenoxidgehalte der Schlacke bereits bei ca. 25%, wenn der Kohlenstoff im Stahl noch ca. 0,05% beträgt.

20
Gemäß der Erfindung werden unterhalb der Badoberfläche weniger als die Hälfte der beim Sauerstoffdurchblas-Verfahren normalerweise benötigten Düsen im Konverterboden und/oder der unteren Seitenwand installiert. Normalerweise handelt es sich dabei um die üblichen, aus zwei
25 konzentrischen Rohren bestehenden Düsen. In besonderen Fällen können jedoch auch Ringschlitzdüsen nach dem deutschen Patent 24 38 142 eingesetzt werden, oder es kommen Düsen aus drei konzentrischen Rohren zur Verwen-
30 dung. Diese Dreirohr-Düsen verfügen über zwei etwa gleich große breite Ringspalte von ungefähr 0,5 bis 2mm Breite. Die Dreirohr-Düse leitet im Zentralrohr die Suspension aus Feststoffen und Inertgas, der das Zentral-

rohr umhüllende Ringspalt den Sauerstoff und der äußere Ringspalt Kohlenwasserstoffe in die Schmelze ein. Die Kohlenwasserstoffmenge zum Düsenchutz ist gering und beträgt normalerweise 0,1 bis 5%, bezogen auf die Trägergasmenge im Zentralrohr. Der Sauerstoffanteil in dem Ringspalt entspricht mindestens der Kohlenwasserstoffmenge. Während der letzten Frischphase kann auch durch alle drei Düsenkanäle Inertgas, z.B. Argon, oder ein anderes stickstoff- und wasserstoff-freies Gas eingeleitet werden.

Unter dem Bad ist das Konvertervolumen zu verstehen, das die fertiggefrischte, ruhende Stahlschmelze in der Blasstellung des Konverters einnimmt. Die Badoberfläche ist demgemäß die Oberfläche dieser Schmelze.

Falls Schrott im Konverter vorgeheizt wird, z.B. bei der Erzeugung einer Stahlschmelze aus festen Eisenträgern, dienen die Düsen im Stahlbadbereich als Öl-/Sauerstoff-Brenner zum Schrottvorheizen. Sobald sich Schmelze im Konverter befindet, werden diese Düsen zum Einleiten kohlenstoffhaltiger Brennstoffe und Schlackenbildner herangezogen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden die Düsen unterhalb der Badoberfläche etwa nach folgendem Schema eingesetzt:

In der Entsilizierungsphase, d.h. ungefähr in den ersten 1 bis 2 Minuten der Frischzeit, dienen die Düsen zum Zuführen der Schlackenbildner, vorzugsweise Kalk. Während des Hauptfrischens, etwa den sich anschließenden 5 bis 10 Minuten, wird durch diese Düsen die erforderliche Menge

kohlenstoffhaltiger Brennstoffe, beispielsweise pulverisierter Koks oder Kohle eingeleitet. Dazu kann parallel weiterer Kalk eingeleitet werden. Zum Beispiel können zwei Düsen der Kohlenstaubbeförderung und eine
5 oder mehrere Düsen gleichzeitig zum Einleiten von Schlackenbildnern dienen.

In der Fertigfrischphase etwa in den letzten zwei bis 5 Minuten dienen die Düsen unterhalb der Badoberfläche
10 vorzugsweise nur noch zum Einleiten wasserstoff- oder stickstoff-freier Gase mit oder ohne Beladung mit Schlackenbildnern.

Als Düsenschutzmedium, um das vorzeitige Zurückbrennen der
15 Düsen in der Konverterausmauerung zu verhindern, haben sich während der Entsilizierungs- und Hauptfrischphase Kohlenwasserstoffe, wie beispielsweise Erdgas, Methan, Propan oder Heizöl, bewährt. Beim Fertig- oder Nachblasen kommen bei Stahlqualitäten mit niedrigen Wasserstoff- und
20 Stickstoff-Forderungen bevorzugt Argon, Kohlenmonoxyd und Kohlendioxyd zum Einsatz.

Bei dem Verfahren nach der Erfindung kann bevorzugt bis zum Nachblasen durch die Zentralrohre der Düsen im Badbereich kontinuierlich oder kurzzeitig Sauerstoff geblasen werden. Diese Maßnahme dient in erster Linie dazu, die Düsenrohre von unerwünschten Verstopfungen und Ansätzen an der Düsenmündung zu befreien sowie die gewünschten pilzartigen Ansätze an der Düsenmündung in der gewünschten Größe (Durchmesser ca. 100 mm) einzustellen.
30 Der wechselweise Betrieb mit Schlackenbildner-Trägergas, Brennstoff-Suspensionen und Sauerstoff ist mit entsprechenden Umschaltventilen möglich. Die unterhalb der Badober-

fläche eingeblasenen Sauerstoffmengen sind gering und betragen insgesamt weniger als 20% der Gesamtsauerstoffmenge.

- 5 Es liegt auch im Sinne der Erfindung, bei der beschriebenen Dreirohr-Düse, bei der das zentrale Suspensionsmittelrohr von einem Sauerstoffringspalt und einem zweiten Ringspalt für Kohlenwasserstoffe umgeben ist, die Zufuhr der geringen Sauerstoffmenge bis zur Nachblasphase
10 und in Sonderfällen auch während des Nachblasens auszuweiten. Die durchgesetzten Sauerstoffmengen sind auch bei kontinuierlichem Betrieb der Dreirohrdüse klein und betragen insgesamt etwa 10% der Gesamtsauerstoffmenge.
- 15 Gemäß der Erfindung wird der Sauerstoff zum Frischen der Schmelze, zum Nachverbrennen der Reaktionsgase aus der Schmelze und zum Verbrennen der kohlenstoffhaltigen Brennstoffe in der Schmelze auf die Badoberfläche geblasen. Dafür hat sich eine wassergekühlte Sauerstofflanze, be-
20 währt, wenn gleichzeitig über eine oder mehrere Düsen in der oberen Konverterseitenwand Sauerstoff als Freistrahle auf die Badoberfläche geblasen wird. Die Aufteilung der Sauerstoffmenge zwischen Lanze und Aufblasdüsen kann in weiten Grenzen variieren. Durch die Seitenwanddüsen
25 wird jedoch mindestens $1/4$ des Sauerstoffs, bezogen auf die Sauerstoffgesamtmenge geleitet, solange die Lanze nahe der Badoberfläche in einem Abstand von ca. 0,2 bis 1,5m im Bereich des Schlackenbades bläst.
- 30 Die Anwendung der Sauerstofflanze erlaubt praktisch mit Beginn des Frischens eine aktive Schlackenarbeit, wahrscheinlich weil die Schlacke heißer als die Eisenschmelze selbst ist, in der sich noch Schrott auflöst. Die

Schlackenbildner, hauptsächlich Kalk, ggf. mit Flußspat- und/oder Dolomitzusatz, werden zum Teil als Stückkalk in den Konverter chargiert oder in Form von Staubkalk dem Sauerstoff der Blaslanze und/oder der Seitenwand-
5 düse aufgeladen. Normalerweise wird ungefähr die Hälfte des Kalkbedarfs auf die Badoberfläche gegeben; der Rest wird durch die Düsen unterhalb der Badoberfläche eingespeist. Das Verhältnis kann jedoch bis zu etwa $3/4$ in die eine wie auch in die andere Richtung verschoben
10 werden. Vorzugsweise werden ungefähr 10 bis 20% der gesamten Kalkmenge als Stückkalk in den Konverter chargiert. Damit ergeben sich vor dem Abstich zähflüssige Schlacken, die sich zum einen leichter im Konverter zurückhalten lassen und wird eine Rücklieferung von Phosphor und Schwefel aus der Schlacke an die Stahlschmelze
15 vor dem Abstich sicher vermieden.

Diese erfindungsgemäße Zugabetechnik der Schlackenbildner, insbesondere des Kalkes, unterhalb und oberhalb der
20 Badoberfläche bewirkt eine frühzeitige Entphosphorung und eine verbesserte Entschwefelung der Eisenschmelze. Wahrscheinlich ist die Wirkungsweise so, daß die überhitzte Schlacke auf der Badoberfläche und der aufgeblasene Sauerstoff die Entphosphorung in die eigentliche Ent-
25 kohlungsphase vorverlegt und der durch die Schmelze geblasene Staubkalk bei relativ hohen Kohlenstoffgehalten, d.h. niedrigem Sauerstoffpotential der Schmelze, eine intensive Entschwefelung herbeiführt. In den letzten Frischminuten der Fertigfrischperiode wird der Schmelze
30 Kalk durch die Bodendüsen zugeführt.

Gemäß der Erfindung kann der Lanzenabstand in der Hauptblasphase ungefähr nach der halben Frischzeit vergrößert werden. Es liegt im Sinne der Erfindung, den Lanzen-

Abstand soweit zu vergrößern, d.h. über ca. 1.50 m oberhalb der Badoberfläche, damit der Sauerstoffstrahl ähnlich wie der Freistrahler der Seitenwanddüse wirkt und zur CO-Nachverbrennung und Rückführung der erzeugten Wärme an die Schmelze beiträgt.

Gemäß der Erfindung ist es ohne prinzipielle Nachteile möglich, die Lanze nach ungefähr der Hälfte der Frischzeit aus dem Konverter zu entfernen und den Sauerstoff nur noch über eine oder mehrere Seitenwanddüsen auf das Bad zu blasen.

In besonderen Fällen, hauptsächlich wenn beim Umbau bestehender Sauerstoffdurchblas-Konverter auf das erfindungsgemäße Verfahren keine wassergekühlten Lanzen mehr installiert werden können, erweist es sich als möglich, ohne Sauerstofflanze zu arbeiten und Sauerstoffaufblasdüsen in zwei unterschiedlichen Ebenen oberhalb der Badoberfläche in der Konverterausmauerung zu installieren.

Die untere Einbauebene der Seitenwanddüsen liegt dann zwischen ca. 0.5 bis 2 m oberhalb der Badoberfläche. Die Düsen sind ebenfalls auf die Badoberfläche gerichtet. In dieser unteren Einbauebene können eine oder mehrere Seitenwanddüsen vorzugsweise oberhalb des Konverterdrehzapfens, bezogen auf die Konverterblasstellung, angeordnet sein. Die Düsen übernehmen sinngemäß die beschriebene Funktion der wassergekühlten Lanze in der ersten Hälfte der Frischzeit. Die Einbaulage einer oder mehrerer Düsen in einer zweiten, höhergelegenen Ebene der Konverterseitenwand entspricht in ihrer Funktion den beschriebenen Seitenwanddüsen bei Anwendung einer wassergekühlten Aufblaslanze.

Eine weitere Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens erlaubt es, ohne Seitenwanddüsen nur mit einer wassergekühlten Lanze oberhalb der Badoberfläche zu arbeiten. Die Lanze befindet sich dann nur zu Frischbeginn während der Entsilizierungsphase in dem genannten geringen Abstand zur Badoberfläche. Anschließend, etwa 2 Minuten nach Frischbeginn, sobald die Entkohlungsphase beginnt bzw. der Schmelze kohlenstoffhaltige Brennstoffe zugeführt werden, wird der Lanzenabstand auf über 1.50 m, vorzugsweise über 2 m, oberhalb der Badoberfläche vergrößert. Bei dieser Betriebsweise hat es sich gezeigt, daß dem aus der Lanzenöffnung austretenden Sauerstoffstrahl eine hinreichende Laufstrecke im Konverterraum über der Schmelze zur Verfügung steht, um eine optimale Nachverbrennung des die Schmelze verlassenden Reaktionsgases und eine Rückführung der gewonnenen Wärme an die Schmelze zu gewährleisten. Zwar engt diese Verfahrensweise die Flexibilität der Lanzenführung in Bezug zum Frischverlauf im Vergleich zur Kombination von Lanze/Seitendüsen etwas ein, jedoch konnten auch mit dieser Betriebsweise die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens erreicht werden. Es haben sich keine Nachteile bezüglich der Eisenverschlackung und des hohen wärmetechnischen Wirkungsgrades der in die Schmelze geleiteten, kohlenstoffhaltigen Brennstoffe ergeben.

Um große Brennstoffmengen je Zeiteinheit in die Schmelze einleiten zu können, auch wenn die Zahl der Düsen unterhalb der Badoberfläche nur gering ist, kann der Sauerstoff unterhalb der Badoberfläche erfindungsgemäß nur zeitweise in die Schmelze eingeleitet werden. Der hohe Wirkungsgrad bei der Zufuhr von Energie durch das Einblasen von kohlenstoffhaltigen Brennstoffen wird auch

dann erreicht, wenn nur zeitweise Sauerstoff unterhalb der Badoberfläche in die Schmelze geleitet wird. Offensichtlich genügt das zeitweilige Einleiten, um Bedingungen zu schaffen, die die Rückübertragung der bei
5 der Nachverbrennung der Abgase im oberen Konverterraum gewonnenen Energie an das Bad begünstigen. Es hat sich nämlich gezeigt, daß es während bestimmter Frischphasen möglich ist, sämtliche Düsen unterhalb der Badoberfläche zum Einleiten der kohlenstoffhaltigen Brennstoffe
10 als Suspension mit einem sauerstoff-freien Trägergas zu nutzen. Überraschenderweise kann etwa bis zur Hälfte der gesamten Frischzeit auf das Sauerstoffeinblasen unterhalb der Badoberfläche ohne Nachteile für den wärmetechnischen Wirkungsgrad der kohlenstoffhaltigen Brennstoffe verzichtet werden.
15

Dabei kann die angegebene Gesamtzeit, bei der kein Sauerstoff unterhalb der Badoberfläche eingeleitet wird, sich in mehrere, kürzere Zeitabschnitte gliedern und ununterbrochen sein.
20

Ein weiteres Merkmal der Erfindung besteht darin, die Schlackenbildner, vorzugsweise Kalk (CaO) in pulverförmiger Form durch die Düsen unterhalb der Badoberfläche
25 einzuleiten. Die bevorzugte Zugabemethode besteht darin, den pulverförmigen Kalk dem Sauerstoff aufzuladen.

Die Erfindung wird im weiteren anhand von nichteinschränkenden Beispielen und einer Abbildung näher erläutert, die
30 einen Schnitt durch einen Konverter wiedergibt.

Ein Konverter für das erfindungsgemäße Verfahren besteht aus einem Stahlblechmantel 1 mit einer feuerfesten Aus-

mauerung 2 und einem auswechselbaren Boden 3, in dessen
feuerfester Ausmauerung Düsen 4 angeordnet sind. Bei den
Düsen 4 handelt es sich üblicherweise um die bekannten
OBM-Düsen aus zwei konzentrischen Rohren. Ein Teil oder
5 sämtliche dieser Bodendüsen können aber auch als Dreirohr-
Düsen ausgeführt sein.

In dem dargestellten Konverter sind beispielsweise zwei
Bodendüsen 4 für das Einleiten der getrockneten und pul-
10 verisierten kohlenstoffhaltigen Brennstoffe angeordnet.
Die Suspension aus Brennstoff, z.B. Braunkohlenkoksmehl,
mit einem sauerstoff-freien Trägergas, z.B. Stickstoff
oder Argon, strömt durch eine Sammelleitung 5 über ein
T-förmiges Verteilungsstück 6 zu den Umschaltventilen 7
15 und von dort zu den Zentralrohren der Düsen 4. Die Um-
schaltventile 7 erlauben es, die Zentralrohre der Düsen
4 wechselweise mit einer Brennstoff-Inertgas-Suspension
oder nur mit einem sauerstoff-freien Gas, in Sonderfällen
auch Sauerstoff, zu versorgen, das über eine Leitung 8
20 zu den Umschaltventilen 7 strömt. Die Ringspalte der
Düsen 4 werden entweder mit einem flüssigen oder einem
gasförmigen Schutzmedium versorgt. Der Wechsel von
flüssigen auf gasförmige Medien und umgekehrt geschieht
mit Hilfe druckgesteuerter Schaltventile 9, die üblicher-
25 weise in einen Düsenanschlußflansch 10 integriert sind.
Die Zufuhr der Flüssigkeiten und Gase zum Umschaltventil
9 erfolgt über Zuleitungen 11,12.

Die Bodendüsen 4 arbeiten beispielsweise zum Vorheizen
30 fester Eisenträger als Brenner. Dann strömen flüssige
Kohlenwasserstoffe, z.B. leichtes Heizöl, durch die
Leitung 11, über das Umschaltventil 9 in den Düsenring-
spalt und durch die Leitung 8 über das Umschaltventil 7

Sauerstoff in stöchiometrischer Menge für die Ölverbrennung durch das Zentralrohr der Düse 4. Sobald sich Schmelze im Konverter befindet und die Düsenmündungen bedeckt, wird auf die pulverförmige Brennstoffzufuhr umgeschaltet, und gleichzeitig werden die Ringspalte der Düsen 4 mit gasförmigen Schutzmedien, beispielsweise Kohlenwasserstoffen, wie Erdgas oder Propan, versorgt. Die Schmelze kann aus geschmolzenem Stahl oder nachchar-

5
10

Die weiteren Bodendüsen sind im Prinzip gleich aufgebaut und dienen der Zufuhr von sauerstoff-freien Gasen, denen nach Bedarf pulverförmige Schlackenbildner, insbesondere CaO und/oder kohlenstoffhaltige Brennstoffe aufgeladen werden. Es können jedoch zeitweilig auch alle Bodendüsen ausschließlich mit einer Suspension aus kohlenstoffhaltigem Brennstoff und einem sauerstoff-freien Gas beschickt werden.

15
20

Die Bodendüsen für das Einleiten der Schlackenbildner, von denen nur eine dargestellt ist, werden über eine Sammelleitung und über einen nicht dargestellten Kalkverteiler mit der Gas-CaO-Suspension gleichmäßig beaufschlagt. Als Schutzmedium im Ringspalt haben sich gasförmige Kohlenwasserstoffe als betriebssicher erwiesen, insbesondere dann, wenn kurzzeitig Sauerstoff oder sauerstoffhaltige Gase durch die Zentralrohre der Düsen strömen. Während des Vorheizens der festen Einsatzstoffe im Kon-

25
30

Oberhalb eines der Konverterdrehzapfen 13 befindet sich in der Ausmauerung 2 des Konverters 1 eine Sauerstoffdüse 14 d.h. eine Aufblasdüse oder Seitenwanddüse. Diese Aufblasdüse 14 besteht vorzugsweise aus zwei konzentrischen

35

Rohren, wobei ebenfalls durch das Zentralrohr der Sauerstoff und durch den Ringspalt ein Düsenschutzmedium strömt. Die Austrittsöffnung der Düse 14 an der Innenseite der Konverterausmauerung 2 befindet sich mindestens 2 m über
5 der Badoberfläche 15. Im dargestellten Fall beträgt diese Einbauhöhe ca. 3m. Durch die Seitenwanddüse strömt mindestens $1/4$ der Gesamtsauerstoffmenge. Der Sauerstoffstrahl tritt ungefähr mit Schallgeschwindigkeit aus der Düsenöffnung und wirkt im Gasraum des Konverters als Freistrah-
10 Dabei saugt er ein Mehrfaches seines Volumens der aus der Schmelze entweichenden Reaktionsgase im Konverterraum über der Schmelze an. Ein wesentlicher Anteil des Kohlenmonoxids dieser Reaktionsgase, erfahrungsgemäß mindestens 20%, werden dabei zu CO_2 nachverbrannt. Die entstehende
15 Wärme wird bei der beschriebenen Betriebsweise nahezu vollständig an die Schmelze übertragen, und es kommt nicht zu Überhitzungen der oberen Konverterausmauerung. Die Wärmestrahlung des sich auf hoher Temperatur (schätzungsweise ca. 2800°C) befindenden Freistrahles wird offenbar
20 durch die mit Staub, Schlacken- und Stahltröpfchen verunreinigten Gase im Konverterraum absorbiert.

Weiterer Sauerstoff wird mittels der wassergekühlten Sauerstofflanze 16 auf die Badoberfläche geblasen. In
25 diesem Fall handelt es sich um eine Lanze mit vier Austrittsöffnungen. Bei der dargestellten Betriebsweise mit Lanze und Seitendüse wird die Lanze so gesteuert, daß sie bei Frischbeginn nahe an die Badoberfläche 15 gefahren und der Lanzenabstand mit zunehmender Frischzeit vergrößert wird. Bei der Aufteilung der Sauerstoff-
30 mengen auf die Seitendüse und die Lanze, strömen durch die Seitendüse mindestens 25% der Gesamtmenge, jedoch vorzugsweise 30 bis 50%.

Wird der gesamte Sauerstoff nur durch die wassergekühlte Lanze aufgeblasen, so sollte nach Blasbeginn, jedoch spätestens nach der Entsilizierungsphase, der Lanzenabstand von der Badoberfläche 15 mindestens 1,50 m betragen.

Bei der Zufuhr eines sauerstoff-freien Gases durch die Düsen 4 unterhalb der Badoberfläche mit mindestens zeitweiser Beladung von pulverisierten Feststoffen, gelingt es, eine ausreichende Badbewegung auch gegen Frischende bei sehr niedrigen Kohlenstoffgehalten aufrechtzuerhalten, um das Entstehen einer Schaumschlacke wie im Falle des Sauerstoffaufblas-Verfahrens, und einen starken Anstieg des Eisenoxidgehalts der Schlacke zu vermeiden. Es genügen als grober Orientierungswert ca. 10 bis 20% der Sauerstoffmenge als sauerstoff-freies Gas unterhalb der Badoberfläche.

Ein 60 t-Konverter der in der Zeichnung dargestellten Art wies im neu ausgemauerten Zustand ein inneres Volumen von 55 m^3 auf. Auf einem ca. 50cm breiten Mittelstreifen, parallel zur Drehachse des Konverters, waren im Boden fünf Düsen angeordnet. Zwei dieser Düsen bestanden aus drei konzentrischen Rohren, wobei das Zentralrohr einen lichten Durchmesser von 30 mm und die beiden Ringspalte eine Breite von je 1 mm aufwiesen. Diese beiden Düsen dienten der Zufuhr pulverisierter kohlenstoffhaltiger Brennstoffe. Die drei weiteren Düsen unterhalb der Badoberfläche bestanden aus zwei konzentrischen Rohren mit einem lichten Zentralrohrdurchmesser von 30 mm und einer Ringspaltbreite von 1mm. Diese Düsen dienten der Zufuhr sauerstoff-freier Gase mit und ohne Beladung mit Schlackenbildnern und oder kohlenstoffhaltiger Brennstoffe. In den Konverter wurden ca. 27 t fester Eisenträger, insbesondere Schrott gemischter Qualität, gelegentlich auch Anteile von Festroheisen

und vorreduzierten Eisenerzen, chargiert.

Die festen Einsatzstoffe wurden bei anderen Versuchen in der Weise vorgeheizt, daß sämtliche fünf Düsen als

5 Brenner betrieben und durch die Ringspalte Heizöl in einer Menge von 100 l pro Minute sowie durch die Zentralrohre die zur stöchiometrischen Verbrennung erforderliche Sauerstoffmenge von $200 \text{ Nm}^3/\text{min}$ strömten. Dabei ergaben sich Vorheizzeiten von 1 bis 10 Minuten.

10

Nach dem Schrottchargieren wurden ohne vorheriges Vorheizen 40 t flüssiges Roheisen mit einer Temperatur von 1300°C und einer Zusammensetzung von 4,2 % Kohlenstoff, 0,7 % Silizium, 0,6 % Mangan, 0,35 % Phosphor und 0,035 % Schwefel

15

chargiert. Sofort nach dem Aufrichten des Konverters in die Blasstellung strömten über zwei Seitenwanddüsen, die ca. 3 m oberhalb der Badoberfläche in der Konverterausmauerung über den Drehzapfen angeordnet waren, ca.

20

$18\ 000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ Sauerstoff. Die Einbaulage der Seitendüsen war so, daß die Gasstrahlen ungefähr auf das Zentrum der Badoberfläche auftrafen. Bei den beiden Bodendüsen für die Brennstoffzufuhr strömten durch das Zentralrohr 20 Nm^3

25

Stickstoff/min, beladen mit 300 kg Braunkohlenkoxmehl pro Minute. Durch den inneren Ringspalt strömten gleichzeitig 10 Nm^3 Sauerstoff/min und durch den äußeren Ringspalt 1 Nm^3 Propan/min. Die anderen drei Bodendüsen

30

wurden im Zentralrohr mit insgesamt $40 \text{ Nm}^3/\text{min}$ Stickstoff und im Ringspalt mit $1.5 \text{ Nm}^3/\text{min}$ Propan versorgt. Anstelle von Stickstoff haben sich auch CO , CO_2 und Inertgase, wie Argon, bewährt. Dem Stickstoff im Zentralrohr wurden ca. 3 t Staubkalk für die Schlackenbildung in der ersten Blasphase während derer die Zugabe der kohlenstoffhaltigen Brennstoffe erfolgte, aufgeladen. Die Zeit für diese

Frischphase betrug ca. 10 Minuten.

Nach dieser ersten Frischphase, bei der der Kohlenstoffgehalt der Schmelze noch ca. 1,5 bis 2% betrug, wurde
5 die Brennstoffzufuhr beendet. Die Zentralrohre der Düsen unterhalb der Badoberfläche wurden dann mit Argon in einer Menge von $70 \text{ Nm}^3/\text{min}$ versorgt. Nach weiteren ca. 5 Minuten wurde der Konverter zur Probenahme umgelegt. Anschließend erfolgte etwa ein zweiminütiges Korrekturblassen,
10 bei dem die Düsen unterhalb der Badoberfläche im Zentralrohr und im Ringspalt mit Argon versorgt wurden. Anstelle von Argon haben sich auch CO , CO_2 und Mischungen dieser Gase mit Argon bewährt. Während des Korrekturblassens wurden ungefähr 1 t Stückkalk (CaO) in den Konverter
15 chargiert. Nach einer Gesamtfrischzeit von 17 Minuten wurde die fertige Stahlschmelze mit einer Zusammensetzung von 0,03% Kohlenstoff, 0,1% Mangan, 0,020% Phosphor und 0,015% Schwefel abgestochen. Die Abstichttemperatur betrug 1650°C und das Chargengewicht 61 t.

20 Ein 200 t-Konverter, der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitete, verfügte über eine wassergekühlte Sauerstofflanze und zwei Seitenwanddüsen im Konverterhut. Während der Frischzeit von ca. 12 Minuten wurden durch die
25 Sauerstofflanze wie beim Sauerstoffaufblasen, ca 7000 Nm^3 Sauerstoff und durch die beiden Seitenwanddüsen ca. 3000 Nm^3 Sauerstoff auf die Badoberfläche geblasen. Unterhalb der Badoberfläche befanden sich acht Düsen für sauerstoff-freies Gas. Während der ersten ca. 8 Blasminuten
30 strömten durch die Düsen unterhalb der Badoberfläche insgesamt ca. 1000 Nm^3 Stickstoff, beladen mit insgesamt 10t Staubkalk zur Schlackenbildung und und 5 t Koksmehl zur Schrottsteigerung um 10 Prozentpunkte. Durch die Ringspalte der Düsen wurden während der ge-

nannten Zeit ca. 40 Nm^3 Erdgas geleitet. In den letzten vier Blasminuten wurde über die Düsen unterhalb der Badoberfläche 500 Nm^3 Argon in die Schmelze eingeleitet. Ohne Berücksichtigung des zusätzlich eingeschmolzenen Schrottes durch die Brennstoffzufuhr (Koksmehl) konnte der Schrottsatz bei der geschilderten Verfahrensweise gegenüber dem Sauerstoffaufblas-Verfahren um 6 t, entsprechend 3 Prozentpunkten, gesteigert werden. Das Ausbringen wurde gleichzeitig um 1,5 % verbessert. Dies ist hauptsächlich durch den geringen Eisenoxidgehalt der Schlacke von ca. 15 % im Vergleich zu 25% beim Sauerstoffaufblas-Verfahren und einen geringeren Eisenverlust im Abgas von ca. 0.5 % gegenüber 1.2 % beim Aufblasverfahren begründet.

15 In dem gleichen 200 t-Konverter ließen sich ähnlich vorteilhafte Werte einstellen, wenn der gesamte Sauerstoff durch die wassergekühlte Lanze geleitet und die Düsen unterhalb der Badoberfläche nur mit einer Suspension aus einem sauerstoff-freien Trägergas und Schlackenbildnern oder kohlenstoffhaltigen Brennstoffen betrieben werden. Allerdings wurden gegenüber dem üblichen Sauerstoffaufblas-Verfahren der Lanzenabstand (Entfernung der Lanzenöffnung von der Badoberfläche) bereits kurz nach 20 Blasbeginn, etwa 1 Minute später, auf ca. 1.50 m und nach einer weiteren Minute auf ca. 2 m erhöht.

Als ein deutlicher Vorteil des Verfahrens gemäß der Erfindung, hat sich gegenüber dem Sauerstoffdurchblas-Verfahren die Verbesserung der Bodenhaltbarkeit herausgestellt. Bei der üblichen Bodenausmauerung von ca. 1 m Dicke erübrigte sich der Bodenwechsel je Konverterausmauerung. Sehr wahrscheinlich ist die Verbesserung der 30

Bodenhaltbarkeit auf die geringere Düsenzahl gegenüber dem Sauerstoffdurchblas-Verfahren und die Verwendung von sauerstoff-freien Gasen zurückzuführen.

- 5 Das wesentliche Merkmal, sauerstoff-freies Gas unterhalb der Badoberfläche mit und ohne Beladung mit Feststoffen (Schlackenbildner und/oder kohlenstoffhaltige Brennstoffe) beispielsweise einer Menge bis ca. 20% des Gesamtsauerstoffs einzusetzen oder geringe Sauerstoffmengen kontinuierlich oder diskontinuierlich, jedoch nicht mehr als 10% der Gesamtsauerstoffmenge, zuzuführen, bringt eine Reihe von Vorteilen mit sich.

Eisenwerk-Gesellschaft Maximilianshütte mbH, 8458 Sulzbach-Rosenberg

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Erzeugung von Stahl in einem Konverter, der mit Düsen unterhalb der Badoberfläche und einer wassergekühlten Lanze und/oder Aufblasdüsen oberhalb der Badoberfläche ausgerüstet ist, d a d u r c h
5 g e k e n n z e i c h n e t, daß die Sauerstoffzufuhr durch eine wassergekühlte Lanze und/oder mindestens eine auf die Badoberfläche gerichtete Aufblasdüse auf die Badoberfläche erfolgt und durch die Düsen unterhalb der Badoberfläche mindestens zeitweise
10 nur ein sauerstoff-freies Gas, mindestens teilweise mit gemahlener Feststoffen zur Schlackenbildung und/oder zur Wärmezufuhr beladen, in die Schmelze eingeleitet wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t, daß der gesamte Sauerstoff zum Frischen der Schmelze, zum Nachverbrennen der Reaktionsgase aus der Schmelze und zum Verbrennen der kohlenstoffhaltigen Brennstoffe in der Schmelze, auf
20 die Badoberfläche geblasen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß durch die Düsen unterhalb der Badoberfläche Schlackenbildner wie CaO, Dolomit, Flußspat, Kalziumkarbid oder Mischungen davon
25 eingeleitet werden.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß durch die Düsen unterhalb der Badoberfläche kohlenstoffhaltige, pulverisierte Brennstoffe, wie Kohle, Koks, Koksgrus, Braunkohlenkoks, Graphit und Mischungen davon, in Suspension mit einem sauerstofffreien Trägergas in die Schmelze eingeführt werden.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß als sauerstoff-freie Trägergase für die unterhalb der Badoberfläche eingeleiteten, gemahlene Feststoffe Stickstoff, Kohlendioxyd, Kohlenmonoxyd, Erdgas, Methan, Propan, Inertgase, z.B. Argon und Mischungen davon, dienen.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zeitweise Sauerstoff oder ein sauerstoffhaltiges Gas unterhalb der Badoberfläche in die Schmelze eingeblasen wird.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß unterhalb der Badoberfläche sauerstoffenthaltende Gase oder Sauerstoff, jedoch insgesamt weniger als 20% der gesamten Sauerstoffmenge, eingesetzt werden.
8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß Schlackenbildner als Stückkalk in den Konverter chargiert oder in Form von Staubkalk auf die Badoberfläche geblasen werden.

9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Sauerstoff auf die Badoberfläche nur mit einer wassergekühlten Lanze aufgeblasen wird und der
5 Abstand zwischen der Lanzenöffnung und der Badoberfläche nach der Entsilizierungsphase mindestens 1,5 m beträgt.
10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Sauerstoffzufuhr auf die Badoberfläche durch eine oder mehrere Düsen erfolgt, die in der Konverterausmauerung eingebaut sind und mit einem Schutzmedium gegen vorzeitiges Zurückbrennen geschützt sind, und daß
15 der aus der Düsenöffnung austretende Gasstrahl eine wesentliche Strecke als Freistrahler wirkt und Reaktionsgase aus dem Konverterraum ansaugt, bevor er auf die Badoberfläche im Konverter auftrifft.
- 20 11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß bei gleichzeitiger Sauerstoffzufuhr durch eine wassergekühlte Lanze und eine oder mehrere auf die Badoberfläche gerichtete Aufblasdüsen mindestens ein
25 Viertel der Gesamtsauerstoffmenge durch die Aufblasdüsen geleitet wird.

1/1

