



(19)  Österreich
Patentamt

(11) Nummer: AT 404 254 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1320/93

(51) Int.Cl.⁶ : C21B 13/14

(22) Anmeldetag: 5. 7.1993

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 2.1998

(45) Ausgabetag: 27.10.1998

(56) Entgegenhaltungen:

DE 4037977A1

(73) Patentinhaber:

VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH
A-4020 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

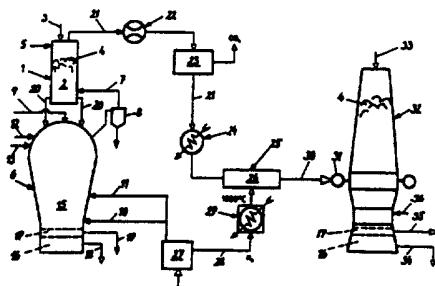
(72) Erfinder:

KEPPLINGER LEOPOLD WERNER DIPLO. ING. DR.
LEONDING, OBERÖSTERREICH (AT).
MICHAELIS EDUARD DR.
SEEWALCHEN AM ATTERSEE, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN UND ANLAGE ZUR HERSTELLUNG VON ROHEISEN ODER FLÜSSIGEN STAHLVORPRODUKTEN AUS EISENERZHÄLTIGEN EINSATZSTOFFEN

(57) Bei einem Verfahren zur Herstellung von Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten aus eisenerzhaltigen Einsatzstoffen (4), die in einem Reduktions-Schachtofen (1) mittels eines Reduktionsgases reduziert werden, wobei die erhaltenen reduzierten Eisenpartikel in einem Einschmelzvergaser (6) unter Zuführung von Kohle und sauerstoffhaltigem Gas bei gleichzeitiger Bildung des Reduktionsgases eingeschmolzen werden, das Reduktionsgas der Reduktionszone (2) des Reduktions-Schachtofens (1) zugeführt und nach Durchtritt durch diesen als Topgas abgezogen wird und wobei weiters dem aus dem Reduktions-Schachtofen (1) austretenden Topgas CO_2 entzogen, das Topgas aufgeheizt und nachfolgend für eine weitere Reduktion von eisenerzhaltigen Einsatzstoffen herangezogen wird, werden zur Roheisenerzeugungskapazitätserweiterung folgende Maßnahmen ergriffen:

- es wird ein Teil der eisenerzhaltigen Einsatzstoffe in einem Hochofen (32) reduziert und eingeschmolzen,
 - es wird das weitgehend CO_2 -freie Topgas mit heißem Stickstoff oder mit heißem stickstoff- und argonhaltigem Gas vermischt und damit auf über 800°C erwärmt, wobei das Mischen in einer sehr kurzen Zeitspanne unter Vermeidung einer Umsetzung des CO -Gases durchgeführt wird, und
 - es wird das erwärmte Topgas in den Hochofen (32) als Reduktionsgas eingeleitet.



AT 404 254 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten aus eisenerzhältigen Einsatzstoffen, die in einem Reduktions-Schachtofen mittels eines Reduktionsgases reduziert werden, wobei die erhaltenen reduzierten Eisenpartikel in einem Einschmelzvergaser unter Zuführung von Kohle und sauerstoffhaltigem Gas bei gleichzeitiger Bildung des Reduktionsgases eingeschmolzen werden, das Reduktionsgas der Reduktionszone des Reduktions-Schachtofens zugeführt und nach Durchtritt durch diesen als Topgas abgezogen wird und wobei weiters dem aus dem Reduktions-Schachtofen austretenden Topgas CO_2 entzogen, das Topgas aufgeheizt und nachfolgend für eine weitere Reduktion von eisenerzhältigen Einsatzstoffen herangezogen wird, sowie eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens.

Ein Verfahren dieser Art ist beispielsweise aus der EP-0 010 627 B1 bekannt. Bei diesem wird in der Einschmelzvergasungszone aus stückigen Kohlenstoffträgern durch Einblasen von sauerstoffhaltigem Gas ein Fließbett gebildet, in welchem die in der Direktreduktionszone gebildeten und der Einschmelzvergasungszone von oben zugeführten Eisenschwammpartikel abgebremst und geschmolzen werden. In der Direktreduktionszone fällt eine große Menge an Topgas an, welches einen erheblichen Gehalt an Kohlenmonoxid und Wasserstoff aufweist. Das bei diesem Verfahren entstehende Topgas besteht zum Großteil aus H_2 und CO_2 , weist jedoch auch noch einen beträchtlichen Anteil an CO auf. Kann dieses Topgas wirtschaftlich genutzt werden, liegen die Erzeugungskosten für Roheisen bzw. Stahlvorprodukte sehr niedrig.

Aus der DE-40 37 977 A1 ist es bekannt, zur Erhöhung der Roheisenerzeugungskapazität dieses Topgas nach einer Aufbereitung einem weiteren separaten Reduktionsschacht zur Herstellung von weiterem Eisenschwamm zuzuleiten. Der für die weitere Verwendung des Topgases hierbei störende CO_2 -Anteil wird mittels physikalischer Adsorptionsanlagen (Druckwechseladsorption) quantitativ aus dem Gas entfernt. Es entsteht somit ein kaltes CO - und H_2 -reiches Gas, welches nun wieder reduktionsaktiv ist und problemlos in einem weiteren Reduktionsschacht verwendet werden kann.

Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, die Roheisenerzeugungskapazität eines Hüttenwerkes durch Einsatz eines Hochofens zusätzlich zu dem eingangs beschriebenen Erzeugungsverfahren zu erhöhen. Hierbei soll das in der Direktreduktionszone anfallende Topgas wirtschaftlich für den Hochofen derart genutzt werden können, daß es zu einer Leistungssteigerung und/oder zur Senkung des Koksverbrauches im Hochofen kommt.

Hierbei stellt sich jedoch das Problem, daß nach der Entfernung des für die Verwendung in einem Hochofen störenden CO_2 -Anteiles des Topgases das Topgas nur eine relativ niedrige Temperatur aufweist, für eine wirtschaftlich und technisch sinnvolle Verwendung im Hochofen jedoch eine Temperatur mindestens von etwa 800°C aufweisen sollte. Es ist daher erforderlich, das vom CO_2 gereinigte Topgas zusätzlich zu erwärmen. Führt man eine solche Erwärmung in einem Wärmetauscher durch, zerfällt der CO -Anteil des Topgases entsprechend dem Boudouard-Gleichgewicht in elementaren Kohlenstoff (Ruß) und CO_2 .

Die Erfindung stellt sich daher die Aufgabe, diese Schwierigkeiten zu vermeiden und ein Verfahren zur Herstellung von Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten der eingangs beschriebenen Art unter Ausnutzung des hohen Reduktionspotentials des dabei entstehenden Topgases mit einem in einem Hochofen durchgeführten Reduktions- und Einschmelzverfahren zu kombinieren.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst,

- daß ein Teil der eisenerzhältigen Einsatzstoffe in einem Hochofen reduziert und eingeschmolzen wird,
- daß das weitgehend CO_2 -freie Topgas mit heißem Stickstoff oder mit heißem stickstoff- und argonhaltigem Gas vermischt und damit auf über 800°C erwärmt wird, wobei das Mischen in einer sehr kurzen Zeitspanne unter Vermeidung einer Umsetzung des CO -Gases durchgeführt wird, und
- daß das erwärmte Topgas in den Hochofen als Reduktionsgas eingeleitet wird.

Durch das Vermischen des gereinigten Topgases mit heißem Stickstoff oder mit heißem stickstoff- und argonhaltigem Gas gelingt es, eine schnelle Aufheizung des Topgases unter einer Umgehung der Zersetzung des CO -Anteiles des Topgases durchzuführen, da das ungünstige Boudouard-Gleichgewicht extrem schnell durchlaufen werden kann.

Für eine besonders effiziente Erhitzung des gereinigten Topgases ist es vorteilhaft, wenn das von CO_2 befreite Topgas vor seiner Aufheizung mit Hilfe des Stickstoffes oder des stickstoff- und argonhaltigen Gases rekuperativ oder regenerativ auf einen Temperaturbereich zwischen 400 und 500°C vorerwärm wird.

Ein bis zu etwa 450°C bereits vorerhitztes gereinigtes Topgas läßt sich dann durch Mischen mit dem heißen Stickstoff oder mit dem heißen stickstoff- und argonhaltigen Gas in noch kürzerer Zeit auf eine Temperatur von über 800°C erwärmen, so daß das ungünstige Boudouard-Gleichgewicht noch schneller durchlaufen werden kann.

Zweckmäßig wird Stickstoff oder stickstoff- und argonhältiges Gas zugemischt, der bzw. das eine Temperatur von etwa 1000 °C aufweist, wobei der Stickstoff oder das stickstoff- und argonhältige Gas vorteilhaft rekuperativ oder regenerativ aufgeheizt wird.

5 Besonders kostengünstig läßt sich das erfundungsgemäße Verfahren verwirklichen, wenn der Stickstoff von einer Sauerstofferzeugungsanlage abgeleitet wird, die für die Herstellung des in den Einschmelzverga-
ser eingeleiteten sauerstoffhältigen Gases herangezogen wird.

Eine Anlage zur Durchführung des erfundungsgemäßen Verfahrens

- mit einem Reduktions-Schachtofen für stückiges Eisenerz, der eine Zuleitung für ein Reduktionsgas, eine Leitung für das in ihm gebildete Reduktionsprodukt sowie eine Topgas-Ableitung aufweist, und
- 10 • mit einem Einschmelzvergaser, in den eine das Reduktionsprodukt aus dem Reduktions-Schachtofen zuführende Leitung mündet und der Zuleitungen für sauerstoffhältige Gase und Kohlenstoffträger sowie eine in den Reduktions-Schachtofen mündende Zuleitung für gebildetes Reduktionsgas sowie Abstiche für Roheisen und Schlagke aufweist,

15 ist dadurch gekennzeichnet, daß die Topgas-Ableitung in eine CO₂-Entfernungseinrichtung mündet, von der eine weitgehend CO₂-freies Topgas zu einer Mischeinrichtung führende Leitung ausgeht, wobei in die Mischeinrichtung eine ein heißes Stickstoffgas oder ein heißes stickstoff- und argonhältiges Gas zuführende Leitung mündet und von der Mischeinrichtung eine das heiße Mischgas einem Hochofen zuführende Leitung ausgeht.

20 Vorzugsweise mündet die das heiße Mischgas dem Hochofen zuführende Leitung in die Heißwindring-leitung des Hochofens ein, so daß für den Hochofen keine Umbauten erforderlich sind.

Zweckmäßig ist zwischen der CO₂-Entfernungseinrichtung und der Mischeinrichtung eine Vorwärmleinrichtung, wie ein Rekuperator oder Regenerator, vorgesehen.

25 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform geht die das Stickstoffgas zur Mischeinrichtung zuführende Leitung von einer Sauerstofferzeugungsanlage aus, deren Sauerstoff-Leitung in den Einschmelzvergaser mündet.

Vorteilhaft ist der Mischeinrichtung eine Heizeinrichtung für den Stickstoff oder das stickstoff- und argonhältige Gas, wie ein Rekuperator oder Regenerator, vorgeordnet.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels, das in der Zeichnung in schematischer Darstellung dargestellt ist, näher erläutert.

30 Mit 1 ist eine als Reduktions-Schachtofen ausgebildete Direktreduktionseinrichtung bezeichnet, in deren Direkt-Reduktionszone 2 von oben über eine Zuleitung 3 stückige eisenoxidhältige Einsatzstoffe 4, gegebenenfalls zusammen mit über eine Zuleitung 5 eingebrachten ungebrannten Zuschlägen, chargiert werden. Der Schachtofen 1 steht mit einem Einschmelzvergaser 6 in Verbindung, in dem aus Kohlenstoffträgern und sauerstoffhältigem Gas ein Reduktionsgas erzeugt wird, welches über eine Zuleitung 7 dem Schachtofen 1 35 zugeführt wird, wobei in der Zuleitung 7 eine Gasreinigungs- und eine Gaskühlungseinrichtung 8 vorgesehen sind.

Der Einschmelzvergaser 6 weist eine Zuführung 9 für feste, stückige Kohlenstoffträger, Zuleitungen 10, 11 für sauerstoffhältige Gase und Zuleitungen 12, 13 für bei Raumtemperatur flüssige oder gasförmige Kohlenstoffträger, wie Kohlenwasserstoffe, sowie für gebrannte Zuschläge auf. In dem Einschmelzvergaser 40 6 sammelt sich unterhalb der Einschmelzvergasungszone 15 schmelzflüssiges Roheisen 16 und schmelz-flüssige Schlagke 17, die über je einen eigenen Abstich 18, 19 getrennt abgestochen werden.

Das im Schachtofen 1 in der Direktreduktionszone 2 zu Eisenschwamm reduzierte stückige Erz wird zusammen mit den in der Direktreduktionszone 2 gebrannten Zuschlägen über den Schachtofen 1 mit dem Einschmelzvergaser 6 verbindende Leitungen 20 zugeführt, beispielsweise mittels nicht dargestellter Aus-tragsschnecken.

Am oberen Teil des Schachtofens 1 schließt eine Topgas-Ableitung 21 für das sich in der Direktreduktionszone 2 bildende Topgas an. Dieses Topgas, das eine Temperatur von etwa 300 °C aufweist, wird über eine Gasreinigungsseinrichtung 22 einem CO₂-Wäscher 23 zugeleitet, bei dessen Eintritt es eine Temperatur von etwa 50 °C aufweist. Die chemische Zusammensetzung des Topgases lautet wie folgt:

- 50 35% CO₂
40 % CO
20 % H₂
5 % N₂ u.a.

Nach Austritt aus dem CO₂-Wäscher weist das im wesentlichen CO₂-freie Topgas folgende chemische 55 Zusammensetzung auf:

- 60 % CO
30 % H₂
3 % CO₂

7 % N₂ u.a.

Es wird sodann mit einer Temperatur von 50 °C einem Rekuperator oder einem Regenerator 24 zugeführt, in dem es auf eine Temperatur von etwa 450 °C aufgewärmt wird. Danach gelangt das gereinigte und im wesentlichen CO₂-freie Topgas in eine Mischeinrichtung 25 mit einer Mischkammer 26, in der es mit 5 heißem Stickstoff (oder mit heißem stickstoff- und argonhaltigem Gas) in einer sehr kurzen Zeitspanne gemischt und auf 850 bis 950 °C aufgeheizt wird. Der Stickstoff wird als Nebenprodukt aus einer Sauerstofferzeugungsanlage 27 gewonnen, die für die Herstellung des in den Einschmelzvergaser 6 eingeleiteten sauerstoffhaltigen Gases dient. Der Stickstoff, der über die Leitung 28 der Mischeinrichtung 25 zugeführt wird, wird vor Einleiten in die Mischkammer 26 in einem Rekuperator oder Regenerator 29 auf 10 etwa 1000 °C erwärmt.

Das mit heißem Stickstoff in der Mischkammer 26 gemischte Topgas weist folgende chemische Zusammensetzung auf:

30 % CO

1,5 % CO₂

15 % H₂

53,5 % N₂

Das in der Mischkammer 26 aufgeheizte und von CO₂ im wesentlichen befreite Topgas wird über eine Leitung 30 einer Heißwindringleitung 31 eines Hochofens 32 zugeführt. Dem Hochofen, der von beliebiger herkömmlicher Bauart sein kann, werden über eine Zuleitung 33 von oben Erz 4 samt Zuschlägen 20 zugeleitet. Schmelzflüssiges Roheisen 16 und schmelzflüssige Schlacke 17 werden in üblicher Weise über eigene Abstiche 34, 35 abgestochen. Heißwind kann über die Heißwindzuleitung 36 zugeführt werden.

Erfindungsgemäß ergeben sich folgende Vorteile:

- Besonders effiziente Erweiterung der Roheisenherstellungskapazität bei bereits vorhandenem Hochofen durch das Direktreduktionsverfahren.
- Wirtschaftliche Verwertung des bei dem Direktreduktionsverfahren anfallenden Topgases zur zusätzlichen Herstellung von Roheisen in vorhandenen Hochofen.
- Einsparung von Koks im Hochofen, da ein Teil der Vorreduktion (indirekte Reduktion) des Erzes mittels des eingedüstten gereinigten Topgases erfolgen kann.
- Leistungssteigerung des Hochofens durch Erhöhung der Metallisierung des Möllers und damit Verbesserung des Wärmehaushaltes im Rast- und Herdbereich des Hochofens.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten aus eisenerzhaltigen Einsatzstoffen (4), die in einem Reduktions-Schachtofen (1) mittels eines Reduktionsgases reduziert werden, wobei die erhaltenen reduzierten Eisenpartikel in einem Einschmelzvergaser (6) unter Zuführung von Kohle und sauerstoffhaltigem Gas bei gleichzeitiger Bildung des Reduktionsgases eingeschmolzen werden, das Reduktionsgas der Reduktionszone (2) des Reduktions-Schachtofens (1) zugeführt und nach Durchtritt durch diesen als Topgas abgezogen wird und wobei weiters dem dem Reduktions-Schachtofen (1) austretenden Topgas CO₂ entzogen, das Topgas aufgeheizt und nachfolgend für eine weitere Reduktion von eisenerzhaltigen Einsatzstoffen herangezogen wird, **dadurch gekennzeichnet**,
 - daß ein Teil der eisenerzhaltigen Einsatzstoffe in einem Hochofen (32) reduziert und eingeschmolzen wird,
 - daß das weitgehend CO₂-freie Topgas mit heißem Stickstoff oder mit heißem stickstoff- und argonhaltigem Gas vermischt und damit auf über 800 °C erwärmt wird, wobei das Mischen in einer sehr kurzen Zeitspanne unter Vermeidung einer Umsetzung des CO-Gases durchgeführt wird, und
 - daß das erwärmte Topgas in den Hochofen (32) als Reduktionsgas eingeleitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das von CO₂ befreite Topgas vor seiner Aufheizung mit Hilfe des Stickstoffes oder des heißen stickstoff- und argonhaltigen Gases rekuperativ oder regenerativ auf einen Temperaturbereich zwischen 400 und 500 °C vorerwärm wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß Stickstoff oder stickstoff- und argonhaltiges Gas zugemischt wird, der bzw. das eine Temperatur von etwa 1000 °C aufweist.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stickstoff oder das stickstoff- und argonhaltige Gas rekuperativ oder regenerativ aufgeheizt wird.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stickstoff von einer Sauerstofferzeugungsanlage (27) abgeleitet wird, die für die Herstellung des in den Einschmelzvergaser (6) eingeleiteten sauerstoffhältigen Gases herangezogen wird.
- 5 6. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5,
 - mit einem Reduktions-Schachtofen (1) für stückiges Eisenerz (4), der eine Zuleitung (7) für ein Reduktionsgas, eine Leitung (20) für das in ihm gebildete Reduktionsprodukt sowie eine Topgas-Ableitung (21) aufweist, und
 - mit einem Einschmelzvergaser (6), in den eine das Reduktionsprodukt aus dem Reduktions-Schachtofen (1) zuführende Leitung (20) mündet und der Zuleitungen (9 bis 13) für sauerstoffhältige Gase und Kohlenstoffträger sowie eine in den Reduktions-Schachtofen (1) mündende Zuleitung (7) für gebildetes Reduktionsgas sowie Abstiche (18, 19) für Roheisen (16) und Schlacke (17) aufweist,
dadurch gekennzeichnet, daß die Topgas-Ableitung (21) in eine CO₂-Entfernungseinrichtung (23) mündet, von der eine das weitgehend CO₂-freie Topgas zu einer Mischeinrichtung (25) führende Leitung ausgeht, wobei in die Mischeinrichtung (25) eine ein heißes Stickstoffgas oder ein heißes stickstoff- und argonhaltiges Gas zuführende Leitung (28) mündet und von der Mischeinrichtung (25) eine das heiße Mischgas einem Hochofen (32) zuführende Leitung (30) ausgeht.
- 10 7. Anlage nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die das heiße Mischgas dem Hochofen (32) zuführende Leitung (30) in die Heißwindringleitung (31) des Hochofens (32) einmündet.
- 15 8. Anlage nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen der CO₂-Entfernungseinrichtung (23) und der Mischeinrichtung (25) eine Vorwärmeeinrichtung (24), wie ein Rekuperator oder Regenerator, vorgesehen ist.
- 20 9. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die das Stickstoffgas zur Mischeinrichtung (25) zuführende Leitung (28) von einer Sauerstofferzeugungsanlage (27) ausgeht, deren Sauerstoff-Leitung (10, 11) in den Einschmelzvergaser (15) mündet.
- 25 10. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Mischeinrichtung (25) eine Heizeinrichtung (29) für den Stickstoff oder das stickstoff- und argonhaltige Gas, wie ein Rekuperator oder Regenerator, vorgeordnet ist.

30

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen

40

45

50

55

