



(19)

REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer: A 1 409 139 B

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1611/2000  
(22) Anmeldetag: 22.09.2000  
(42) Beginn der Patentdauer: 15.10.2001  
(45) Ausgabetag: 27.05.2002

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **C21B 13/02**

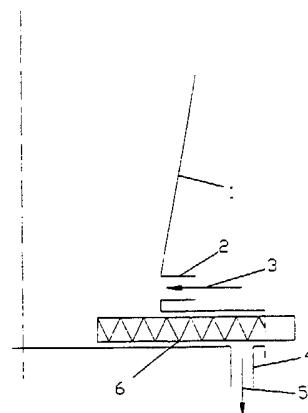
(56) Entgegenhaltungen:  
DE 3026949A1

(73) Patentinhaber:  
VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH  
& CO  
A-4020 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).  
DEUTSCHE VOEST-ALPINE  
INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH  
D-40219 DÜSSELDORF (DE).

(72) Erfinder:  
AICHINGER GEORG DIPL.ING. DR.  
ASTEN, OBERÖSTERREICH (AT).  
SPRENGER HARALD DIPL.ING.  
FREISTADT, OBERÖSTERREICH (AT).  
WIEDER KURT DIPL.ING.  
SCHWERTBERG, OBERÖSTERREICH (AT).  
WURM JOHANN DIPL.ING.  
BAD ZELL, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BETREIBEN EINES SCHACHTOFENS

**B 9 1 3 9 0 9** (57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Betreiben eines Schachtofens 1 zur Reduktion eines erzhältigen Schüttgutes, vorzugsweise von eisenhältigem Schüttgut zu Eisenschwamm, wobei der Schachtofen, der ein Austragsorgan zum Austragen des Schüttgutes und eine im unteren Drittel des Schachtofens einmündende Leitung zur Zufuhr von Reduktionsgas aufweist, über eine Anzahl von Fallrohren 4 mit einem weiteren Aggregat des Hüttenwesens, insbesondere einem Einschmelzvergaser, verbunden ist und wobei in einem Abstand oberhalb des Austragsorgans 6, vorzugsweise im Bereich des engsten Querschnittes des Materialflusses im Schachtofen, ein Sperrgas 3 in den Schachtofen eingeleitet wird.



Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Betreiben eines Schachtofens zur Reduktion eines erzhältigen Schüttgutes, vorzugsweise von eisenhältigem Schüttgut zu Eisen-  
schwamm, wobei der Schachtofen, der ein Austragsorgan zum Austragen des Schüttgutes und  
5 eine im unteren Drittel des Schachtofens einmündende Leitung zur Zufuhr von Reduktionsgas  
aufweist, über eine Anzahl von Fallrohren mit einem weiteren Aggregat des Hüttenwesens, insbe-  
sondere einem Einschmelzvergaser, verbunden ist.

Bei einem Betrieb eines Schachtofens zur Reduktion von stückigem Schüttgut, beispielsweise  
von erzhältigem Schüttgut zu Eisenschwamm, in einem Verfahren zur Herstellung von Roheisen  
10 oder Stahlvorprodukten wird besonderer Wert auf einen kontinuierlichen Schüttgutbetrieb gelegt.  
Zu diesem Zweck gilt es die Agglomerat- bzw. Brückenbildung, die bereits bei geringer Kohäsion  
auftritt, und zu einem diskontinuierlichen Austrag aus dem Schachtofen führt, zu verhindern. Dies-  
bezüglich sind bereits verschiedene Ansätze im Stand der Technik dokumentiert.

15 DE-29623246 C1 lehrt in diesem Zusammenhang das Anbringen eines Staubsperrbehälters  
der mit einem Sperrgas beaufschlagt wird, und in einem, zwischen Reduktionsschachtofen und  
Einschmelzvergaser angeordneten, Fallrohr einen leichten Überdruck in bezug auf den Druck im  
Einschmelzvergaser einstellt. Dabei sind ein Staubsperrbehälter am oberen Ende des Fallrohres,  
sowie mehrere Sperrgas-Einlässe im Bereich der Austragsvorrichtungen angeordnet. Obwohl  
20 diese Entwicklung einen wesentlichen technischen Fortschritt darstellt, erweist sich die erfindungs-  
gemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren als aufwendig und vergleichsweise  
ineffizient.

Unter dem Gesichtspunkt des Standes der Technik ist es deshalb eine Aufgabe der vorliegen-  
den Erfindung ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung gemäß  
dem Oberbegriff des Anspruchs 8 weiter zu entwickeln, mit welchen gegenüber dem Stand der  
Technik eine verbesserte Prozessführung sowie eine wirtschaftlichere Ausgestaltung der Anlage  
25 erreicht wird.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß entsprechend dem Verfahren nach dem kenn-  
zeichnenden Teil des Anspruchs 1, sowie entsprechend der Vorrichtung nach dem kennzeichnen-  
den Teil des Anspruchs 8, gelöst.

30 Die Anwendung der vorliegenden Erfindung erweist sich bei einem Verbund eines Reduktions-  
schachtofens mit einem Einschmelzvergaser als besonders vorteilhaft, und ist diesbezüglich am  
ausführlichsten dokumentiert, beschränkt sich jedoch nicht auf diese Anwendungen.

Bei einem Verfahren zur Erzeugung von Roheisen und/oder Stahlvorprodukten wird der stücki-  
ge Eisenoxidträger (Stückerz, Pellets, Sinter etc.) in einem Reduktionsschachtofen vorerwärm und  
35 zumindest teilweise reduziert. Zu diesem Zweck wird Reduktionsgas, welches vorzugsweise in  
einem Einschmelzvergaser erzeugt wird, in einem Heißgaszyklon entstaubt und nach Abkühlung  
auf die gewünschte Reduktionsgastemperatur dem Schachtofen als Reduktionsmittel zugeführt.

40 Da der Zyklon einen möglichst niedrigen Druckverlust aufweisen soll, ergibt sich je nach Staub-  
eigenschaft ein Wirkungsgrad von weniger als 90%, womit dem Schachtofen noch eine beträchtli-  
che Staubmenge zugeführt wird. Dieser Staub wird im Schachtofen teilweise ausgefiltert und über  
die Austragsorgane, insbesondere die Austragsschnecken, dem Einschmelzvergaser wieder rück-  
geführt.

45 Weiters ist bekannt, dass durch Reaktionen, wie Boudouard-, heterogene Wassergasreaktion  
und Methanzerfall, teilweise bedingt durch die katalytische Wirkung von metallisiertem Eisen,  
zusätzlicher Staub als feiner Kohlenstoff gebildet und abgeschieden wird. Dieser Staub soll eben-  
falls, wie bereits beschrieben, zumindest teilweise wieder in den Einschmelzvergaser rückgeführt  
werden.

50 Weitere Staubquellen des Möllers stellen die Prallbeanspruchung beim Chargieren, der soge-  
nannte Niedertemperatur-Kornzerfall, die mechanische Belastung durch Schüttdruck und Relativ-  
bewegung, sowie der auftretende Reduktionszerfall dar.

Mit steigendem Staubgehalt nimmt die Kohäsion eines Schüttgutes, und damit auch die Brü-  
ckenbildungsgefahr, zu.

55 Der entstandene Staub gelangt mit dem Möller in den Unterschacht, sowie zu den Austragsor-  
ganen zum Austragen des Schüttgutes, beispielsweise zu mehreren Austragsschnecken, und soll  
von diesen, um eine Anreicherung im Schachtofen zu vermeiden, ausgetragen werden.

Die Möllersäule im Unterschacht soll, neben anderen Aufgaben, dabei einen möglichst großen

Widerstand gegen eine direkte Gasströmung aus dem Einschmelzvergaser über die Fallbeine in den Reduktionsschachtofen darstellen.

Da durch den oben beschriebenen Heißgaszyklon ein Druckverlust über den Unterschacht vorgegeben ist, ergibt sich im Betrieb eine direkte staubbeladene Gasströmung aus dem Einschmelzvergaser in den Reduktionsschachtofen. Diese staubbeladene Gasströmung führt im Bereich über den Transportschnecken zu einer starken Staubanreicherung im Möller. Damit wird nicht nur Staub eingetragen, sondern auch der Staubabtransport aus dem Schacht behindert.

Gerade in diesem Bereich herrscht jedoch eine kritische Situation für den Materialfluß. Da der Materialfluß, insbesondere auf den Durchmesser einer einzelnen Transportschnecke, zusammengeführt wird, herrscht in diesem Bereich ein sehr geringer Schüttdruck vor. Daher kann bereits ein geringer gasseitiger Druckverlust oder eine geringe Kohäsion des Möllers zu Materialflussstörungen bis hin zu Brückenbildungen führen. Ein Schüttgutbetrieb ist so sehr schwierig zu realisieren. Die Zugabe von Pellets und Koks und damit die Streckung des Möllervolumens mit Zuschlägen erleichtern einen regulären und störungsfreien Schüttgutbetrieb.

Durch Zufuhr von Sperrgas zur Stelle der Staubanreicherung im Unterschacht im Bereich oberhalb der Transportschnecke und unterhalb der Reduktionsgaszuführung wird erreicht, dass die direkte staubbeladene Gasströmung vom Einschmelzvergaser unterbunden, und der Staub im kritischen Bereich des Schachtofens, insbesondere durch diese Gasströmung, nicht mehr laufend angereichert wird. Darüber hinaus wird der Staub von jener Stelle im Bereich des geringsten Querschnittes des Materialflusses im Schachtofen, wo die kritischen Bedingungen für den Materialfluß vorliegen, mit dem zugeführten Sperrgas, vorzugsweise nach unten, in Richtung des anschließenden Hüttenaggregates, wegtransportiert.

Durch diese Maßnahme wird das Fließverhalten des reduzierten Schüttgutes, insbesondere des Eisenschwammes (DRI), verbessert, und ein gleichmäßigerer Abtransport, vorzugsweise ein gleichmäßiger Schneckenabzug, des Schüttgutes aus dem Schachtofen, auch bei niedrigem Schüttdruck, sichergestellt.

Nach einem Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein prozesseigenes, gereinigtes, gegebenenfalls nachverbranntes Gas, beispielsweise ein, gegebenenfalls nachverbranntes, Topgas eines Schachtofens und/oder ein, gegebenenfalls nachverbranntes, Exportgas als Sperrgas verwendet.

Diese Gase, die im Bereich des Hüttenwerks verfügbar sind, erfüllen am besten die Bedingungen zur Verwendung als Sperrgas, da sie im Falle einer Vorerwärmung, beispielsweise durch eine Nachverbrennung, bereits eine ausreichende Wärme aufweisen. Eine Abkühlung und/oder eine Kohlenstoff-Ausscheidung und/oder eine Karbonatisierung der Zuschläge wird somit verhindert.

Durch die Nachverbrennung erfolgt eine Einstellung der Temperatur und der Zusammensetzung des Gases, sodass sowohl eine Kalzinierung als auch eine C-Ausscheidung verhindert wird. Vorzugsweise wird dabei ein Oxidationsgrad von 10-40%, insbesondere 20-30%, eingestellt. Die Einbringung des Gases in den Schachtofen erfolgt über eine einfache Gaszufuhr.

Nach einem weiteren Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein stickstoffhaltiges Gas als Sperrgas verwendet. Da sich Stickstoff im allgemeinen inert verhält, verlaufen die Reaktionen im Schachtofen weitgehend ungestört.

Bei der Verwendung von Stickstoff, der zudem auch in ausreichendem Druck leicht verfügbar ist, erfolgt auch im kalten Zustand des Gases keine C-Ausscheidung.

Nach einem zusätzlichem Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein Kühlgas als Sperrgas verwendet. Es handelt sich dabei um ein kühles und reduzierendes Gas, wie es nach Abkühlung des, beispielsweise in einem Einschmelzvergaser erzeugten, Reduktionsgases gewonnen wird, und hauptsächlich zur Kühlung des in den Schachtofen einzuleitenden Reduktionsgases dient.

Das Kühlgas, das insbesondere bei Betrieb eines Verbundes eines Einschmelzvergasers mit einem Reduktionsschachtofen in ausreichendem Maße zur Verfügung steht, weist einen niedrigen Oxidationsgrad auf, und verhält sich deshalb reaktiv.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird ein Tailgas oder ein anderes im Hüttenwerk verfügbares, reduzierendes Gas als Sperrgas verwendet. Ein Tailgas bezeichnet dabei ein überwiegend aus CO<sub>2</sub> bestehendes Gas. Um eine Karbonatisierung der Zuschläge zu verhindern wird das Tailgas vorgewärmt.

Mit diesem Gas sind praktisch keine C-Ausscheidungen möglich. Das Gas selbst kann aus dem Abgas von nachgeschalteten oder prozessfremden Anlagen gewonnen werden, und wird gegebenenfalls durch, insbesondere im Schachtofen verwendete prozesseigene, Zuschläge ent-schwefelt.

5 Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das Sperrgas auf eine Temperatur von im wesentlichen 700-850°C erwärmt. Damit wird das Gas in einen thermodynamisch stabilen Zustand übergeführt, womit insbesondere die Ausscheidung von feinteilchenförmigem Kohlenstoff minimiert wird.

10 Die Erfindung ist weiters durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung gekennzeichnet, die einen Schachtofen zur Reduktion eines erzhältigen Schüttgutes, vorzugsweise von eisenhältigem Schüttgut zu Eisenschwamm, aufweist, wobei der Schachtofen, der ein Austragsorgan zum Austragen des Schüttgutes, insbesondere mindestens eine Transportschnecke, und eine im unteren Drittel des Schachtofens einmündende Leitung zur Zufuhr von Reduktionsgas aufweist, über eine Anzahl von Fallrohren mit einem weiteren Aggregat der Hüttentechnik, insbesondere einem Einschmelzvergaser, verbunden ist, und wobei an dem Schachtofen in einem Abstand oberhalb des Austragsorgan, vorzugsweise im Bereich des engsten Querschnittes des Materialflusses im Schachtofen, eine in den Schachtofen einmündende Leitung zur Zufuhr eines Sperrgases angeordnet ist.

15 Die Erfindung ist wie folgt schematisch anhand einer nicht einschränkenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

20 Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Schachtofens

In Fig. 1 ist der untere Teil eines Schachtofens 1 zur Reduktion eines stückigen Schüttgutes dargestellt, wie er beispielsweise in einem Verfahren zu Herstellung von Roheisen oder Stahlvorprodukten eingesetzt wird.

25 Dabei weist der Schachtofen eine, im unteren Drittel desselben, einmündende Leitung zur Zufuhr von Reduktionsgas (nicht dargestellt) sowie ein Austragsorgan 6 zum Austragen des Schüttgutes auf. Im dargestellten Fall handelt es sich dabei um eine Transportschnecke, wie sie dem Fachmann aus dem Stand der Technik bereits bekannt ist. Durch diese Transportschnecke 6 wird das Schüttgut vom engsten Querschnitt des Materialflusses im unteren Bereich des Schachtofens 30 über ein Fallrohr 4 in ein weiteres Aggregat der Hüttentechnik (nicht dargestellt), beispielsweise einen Einschmelzvergaser, gefördert. Das Schüttgut wird dabei bevorzugt in einem kontinuierlichen Schüttgutstrom 5 aus dem Schachtofen abgezogen.

35 Oberhalb der Transportschnecke 6 und unterhalb der Leitung zur Zufuhr von Reduktionsgas ist eine weitere in den Schachtofen einmündende Leitung 2 angeordnet, wobei über diese Leitung 2 ein Sperrgas 3, beispielsweise ein aufbereitetes Topgas zum engsten Querschnitt des Materialflusses im Schachtofen geleitet wird. Auf diese Weise wird, insbesondere in jenem Bereich, ein, gegenüber dem nachfolgenden Aggregat der Hüttentechnik, insbesondere dem Einschmelzvergaser, leichter Überdruck erzeugt, wodurch die Strömung von staubhaltigem Gas über das Fallrohr 5 in den Schachtofen verhindert, und darüber hinaus, insbesondere staubförmiges, Feinkorn aus dem Schachtofen, insbesondere aus dem Bereich des engsten Querschnittes des Materialflusses im Schachtofen über das Fallrohr 5 in das nachfolgende Aggregat der Hüttentechnik befördert.

40 Die Agglomerat- und/oder Brückenbildung im Schachtofen wird auf diese Weise effizient vermieden.

45

#### PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zum Betreiben eines Schachtofens zur Reduktion eines erzhältigen Schüttgutes, vorzugsweise von eisenhältigem Schüttgut zu Eisenschwamm, wobei der Schachtofen, der ein Austragsorgan zum Austragen des Schüttgutes und eine im unteren Drittel des Schachtofens einmündende Leitung zur Zufuhr von Reduktionsgas aufweist, über eine Anzahl von Fallrohren mit einem weiteren Aggregat des Hüttenwesens, insbesondere einem Einschmelzvergaser, verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Abstand oberhalb des Austragsorgans, vorzugsweise im Bereich des engsten Querschnittes des Materialflusses im Schachtofen, ein Sperrgas in den Schachtofen eingeleitet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein, insbesondere staubförmiges, Feinkorn, das sich im Bereich zwischen der Stelle der Einmündung des Reduktionsgases und dem Austragsorgan im Schachtofen befindet, durch das Sperrgas in Richtung zu dem weiteren Aggregat des Hüttenwesens, insbesondere dem Einschmelzvergaser, über die Fallrohre ausgeblasen wird.
- 5 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein prozesseigenes, vorzugsweise gereinigtes, insbesondere nachverbranntes Gas, besonders bevorzugt ein, gegebenenfalls nachverbranntes, Topgas und/oder ein, gegebenenfalls nachverbranntes, Exportgas, als Sperrgas verwendet wird.
- 10 4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein stickstoffhältiges Gas als Sperrgas verwendet wird.
- 5 5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kühlgas als Sperrgas verwendet wird.
- 15 6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Tailgas oder ein anderes, in einem Hüttenwerk verfügbares, reduzierendes Gas als Sperrgas verwendet wird.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sperrgas auf eine Temperatur von, im wesentlichen, 700-850°C erwärmt wird.
- 20 8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, mit einem Schachtofen (1) zur Reduktion eines erzhältigen Schüttgutes, vorzugsweise von eisenhältigem Schüttgut zu Eisenschwamm, wobei der Schachtofen, der ein Austragsorgan (6) zum Austragen des Schüttgutes, insbesondere eine Transportschnecke, und eine im unteren Drittel des Schachtofens einmündende Leitung zur Zufuhr von Reduktionsgas aufweist, über eine Anzahl von Fallrohren (4) mit einem weiteren Aggregat der Hüttentechnik, insbesondere einem Einschmelzvergaser, verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Schachtofen (1) in einem Abstand oberhalb des Austragsorgans, vorzugsweise im Bereich des engsten Querschnittes des Materialflusses im Schachtofen, eine in den Schachtofen einmündende Leitung (2) zur Zufuhr eines Sperrgases (3) angeordnet ist.
- 25

30

HIEZU 1 BLATT ZEICHNUNGEN

35

40

45

50

55

Fig. 1

