

PATENTSCHRIJFT

(21)	Anmeldenummer:	A 252/2001
(22)	Anmeldetag:	19.02.2001
(42)	Beginn der Patentdauer:	15.01.2002
(45)	Ausgabetag:	26.08.2002

(51) Int. Cl.⁷: **C21B 13/14**

(73) Patentinhaber:
VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH
& CO
A-4020 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

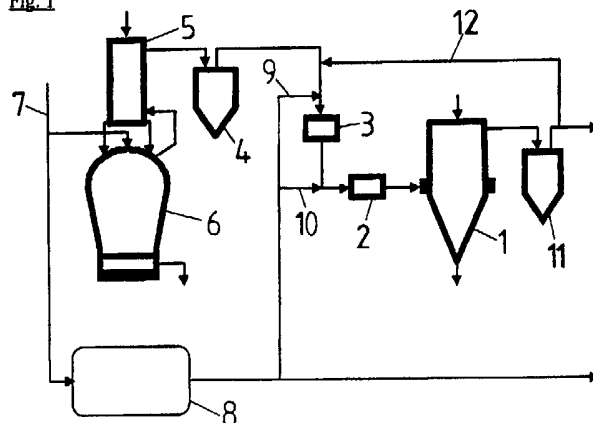
(72) Erfinder:
SCHIEFERMAIR ERICH ING.
OTTENSHEIM, OBERÖSTERREICH (AT).
RAZA SAFDAR DIPL.ING.
TRAUN, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN UND ANLAGE ZUR HERSTELLUNG VON ROHEISEN UND/ODER STAHLVORPRODUKTEN

AT 409 496 B

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Anlage zur Herstellung von Roheisen und/oder Stahlvorprodukten, wobei eine Reduktionszone 1, insbesondere ein Reduktions-Schachtofen, zur zumindest teilweisen Reduktion eines metalloxidhaltigen Einsatzmaterials, vorzugsweise von Eisenoxid zu Eisenschwamm betrieben wird, und mindestens eine Reduktionsgasquelle betrieben wird, wobei zumindest in einer der Reduktionsgasquellen 8 ein kohlenstoffhaltiges, zumindest teilweise feststoffförmiges, Material zu Reduktionsgas umgesetzt wird, sowie ein, aus mindestens einer der Reduktionsgasquellen stammendes, CO- und/oder H₂-haltiges Gas, als Reduktionsgas der Reduktionszone zugeführt und nach Umsetzung mit dem Einsatzmaterial als Exportgas wieder abgezogen wird. Dabei wird das kohlenstoffhaltige Material, insbesondere Kohle, in Abhängigkeit von seiner Korngröße in zumindest zwei Fraktionen mit unterschiedlichem mittleren Korndurchmesser getrennt, und die erste Fraktion der ersten Reduktionsgasquelle, und die zweite Fraktion einer zweiten Reduktionsgasquelle und/oder einem Aggregat zur thermischen Energieerzeugung zugeführt. Weiters betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Reduktionsgases zur Verwendung in der obigen Anlage.

Fig. 1



Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Anlage zur Herstellung von Roheisen und/oder Stahlvorprodukten, wobei eine Reduktionszone, insbesondere ein Reduktions-Schachtofen, zur zumindest teilweisen Reduktion eines metalloxidhaltigen Einsatzmaterials, vorzugsweise von Eisenoxid zu Eisenschwamm betrieben wird, und mindestens eine Reduktionsgasquelle betrieben wird, wobei zumindest in einer der Reduktionsgasquellen ein kohlenstoffhaltiges, zumindest teilweise feststoffförmiges, Material zu Reduktionsgas umgesetzt wird, sowie ein, aus mindestens einer der Reduktionsgasquellen stammendes, CO- und/oder H₂-haltiges Gas, als Reduktionsgas der Reduktionszone zugeführt und nach Umsetzung mit dem Einsatzmaterial als Exportgas wieder abgezogen wird.

Für den Betrieb eines Reduktions-Schachtofens, beispielsweise zur Herstellung von Eisenschwamm und/oder Stahlvorprodukten, ist es von entscheidender Bedeutung, der Reduktionszone ein, in gleichbleibender Menge, verfügbares, sowie in seiner Zusammensetzung wenig variierendes, Reduktionsgas bereitzustellen. Reduktionsgas, das im wesentlichen CO und/oder H₂ enthält wird aus kohlenstoffhaltigen Materialien, beispielsweise Kohle oder Erdgas, in entsprechenden Aggregaten hergestellt.

Der Stand der Technik, insbesondere AT405523B, lehrt die Erzeugung von Reduktionsgas in einem Verbund aus einem Einschmelzvergaser und einem Schachtofen. Das erzeugte Reduktionsgas wird zur Reduktion von stückigem Oxid-Material in einem Reduktions-Schachtofen eingesetzt.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und 21 sowie eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 13 weiter zu entwickeln, womit ein besonders wirtschaftlicher Betrieb einer oder mehrerer Reduktionszonen und somit eines Verfahrens und einer Anlage zur Herstellung von Roheisen- und/oder Stahlvorprodukten erreicht werden kann. Diese Aufgabe wird entsprechend den erfindungsgemäßen Verfahren nach den kennzeichnenden Teilen der Ansprüche 1 und 21 und entsprechend der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 13 gelöst.

Dadurch, dass das kohlenstoffhaltige Material, insbesondere Kohle, in Abhängigkeit von seiner Korngröße in zumindest zwei Fraktionen mit unterschiedlichem mittleren Korndurchmesser getrennt wird, und die erste Fraktion der ersten Reduktionsgasquelle und die zweite Fraktion einer zweiten Reduktionsgasquelle und/oder einem Aggregat zur thermischen Energieerzeugung, insbesondere einem kalorischen Kraftwerk zur Erzeugung elektrischer Energie, jeweils zur Umsetzung, zugeführt wird, wird gegenüber dem Stand der Technik ein besonders wirtschaftliches Verfahren eingeführt.

Die Trennung der Kohle in eine oder mehrere für die jeweilige Reduktionsgasquelle und/oder das jeweilige Aggregat zur thermischen Energieerzeugung besonders vorteilhafte Fraktionen ist bislang im Stand der Technik unberücksichtigt, stellt aber gleichwohl eine bedeutende Verbesserung eines Verfahrens nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder 21 dar. Auf diese Weise kann eine besonders wirtschaftliche Verwertung des kohlenstoffhaltigen Materials, insbesondere der Kohle, gewährleistet werden.

Weiters können durch eine Trennung des kohlenstoffhaltigen Materials, die durch den Betreiber eines derartigen Verfahrens und/oder einer derartigen Anlage selbst durchgeführt wird, wesentliche Kosten eingespart werden, da es ihm das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht, kohlenstoffhaltiges Material, insbesondere Kohle, eines weiten Korngrößenspektrum zu erwerben. Bislang mußte der Betreiber ein wesentlich teureres, weil vorsortiertes, Material zukaufen.

Nach einem Merkmal der Erfindung wird das kohlenstoffhaltige Material vor Ort und/oder unmittelbar vor seinem Einsatz in die Fraktionen getrennt. Dabei ist die Unmittelbarkeit örtlich und/oder zeitlich gegeben.

Bei einem Transport von stückiger Kohle, wie sie beispielsweise zum Einsatz in einem Einschmelzvergaser oder zur Erzeugung von Reduktionsgas in einem Kohlevergaser bestimmt ist, fällt unweigerlich, durch zerkleinernd wirkende Beanspruchungen, ein nicht unwesentlicher Anteil an Feinkohle an. Bei einem Transport der Kohle von der Lagerstätte zum Verbraucher kann dieser Anteil bis zu 60 % der gesamten Masse der Kohle betragen.

Da Kohlevergaser im allgemeinen für ein vorbestimmtes Einsatzmaterial, vorbestimmter Größe und Zusammensetzung, ausgelegt werden, ist eine optimale wirtschaftliche Betriebsweise des Kohlevergasers bei einem Einsatzmaterial vorbestimmter Größe und Zusammensetzung möglich.

Ähnlich verhält es sich bei metallurgischen Aggregaten. Ein Einschmelzvergaser etwa benötigt zum Aufbau seines charakteristischen Festbettes eine stückige Kohle von vordefinierter Korngröße, Zusammensetzung und vordefinierten mechanischer Eigenschaften.

Nachdem bei einem Transport der Kohle verschiedene zerkleinernd wirkende Mechanismen auftreten, wird die vordefinierte Korngrößenverteilung der Kohle, wie sie vor dem Transport vorliegt, in zufälliger Art und Weise verändert. Durch das erfindungsgemäße Verfahren erfolgt nach dem Transport, also unmittelbar vor dem Einsatz der Kohle in einer Reduktionsgasquelle, eine Trennung des kohlenstoffhaltigen Materials in zumindest zwei Fraktionen, womit eine Kohlefraktion bereitgestellt werden kann, die der Spezifikation des bevorzugten Einsatzmaterials einer Reduktionsgasquelle entspricht.

Darüber hinaus kann der Betreiber des erfindungsgemäßen Verfahrens oder der erfindungsgemäßen Anlage eine unsortierte, und damit im Erwerb entsprechend günstigere, Kohle erwerben, und gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren vor Ort eine Trennung der Kohle in verschiedene, seinen Bedürfnissen entsprechende, Fraktionen durchführen.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann die Kohle in mehrere korngrößenabhängige Fraktionen getrennt, und so einer geregelten Verwertung zugeführt werden. Die Verwertung des kohlenstoffhaltigen Materials, entsprechend seiner Korngröße, ist dabei energetisch günstiger als eine, bezüglich der Korngröße, undifferenzierte Verwertung.

Die Verwertung in einem Aggregat zur thermischen Energieerzeugung ist insbesondere aus wirtschaftlichen Überlegungen heraus besonders vorteilhaft.

Nach einem Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zum Betrieb der Reduktionszone, insbesondere des Reduktions-Schachtofens, ein, aus mindestens zwei der Reduktionsgasquellen stammendes CO- und/oder H₂-haltiges Gas als Reduktionsgas dieser Reduktionszone zugeführt und nach Umsetzung mit dem Einsatzmaterial als Exportgas wieder abgezogen.

Auf diese Weise kann das Reduktionsgas mehrerer Reduktionsgasquellen, dass sich gegebenenfalls in seiner Zusammensetzung unterscheidet, zu einem Reduktionsgas kombiniert werden, das den Anforderungen in der Reduktionszone, insbesondere hinsichtlich Reduktand und Temperatur, am besten gerecht wird.

Nach einem weiteren Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein zumindest teilweiser Ausfall der ersten Reduktionsgasquelle dadurch kompensiert, dass der, zur Aufrechterhaltung des Betriebes der zugeordneten Reduktionszone, fehlende Anteil des Reduktionsgases zumindest teilweise durch zumindest eine weitere der Reduktionsgasquellen bereitgestellt wird.

Der zur vollständigen Versorgung der Reduktionszone bzw. zum zumindest teilweisen Ersatz der ausgefallenen Reduktionsgasquelle fehlende Anteil an Reduktionsgas kann beispielsweise über eine Rezyklierung des Exportgases der Reduktionszone bereitgestellt werden.

Durch die Kombination mehrerer Reduktionsgasquellen zur Versorgung einer oder mehrerer Reduktionszonen kann flexibel auf Schwankungen in der Reduktionsgaserzeugung einer oder mehrerer Reduktionsgasquellen reagiert werden, und können durch eine geeignete Steuerung und/oder Regelung diese Schwankungen und/oder ein zumindest teilweiser Ausfall einer oder mehrerer Reduktionsgasquellen, dadurch kompensiert werden, dass der zum optimalen Betrieb der Reduktionszone fehlende Anteil an Reduktionsgas durch die weiteren Reduktionsgasquellen bereitgestellt wird.

Im Stand der Technik sind bislang Reduktionsgasspeicher mit geeigneten Verdichtungsrichtungen vorgesehen, durch welche das Reduktionsgas bei Ausfall einer primären Reduktionsgasquelle verfügbar wird. Sowohl die Errichtung als auch der Betrieb dieser Speicher erfordern jedoch einen erheblichen finanziellen Aufwand.

Nach einem weiteren Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zumindest eine der Reduktionsgasquellen durch eine Einschmelzzone gebildet, wobei in der Einschmelzzone metallhaltige Einsatzstoffe unter Zufuhr einer oder mehrerer Fraktionen des kohlenstoffhaltigen Materials, und gleichzeitiger Erzeugung eines reduzierenden Gases, zu flüssigem Metall erschmolzen werden.

Nach einem Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zumindest eine der Reduktionsgasquellen durch den Verbund einer weiteren Reduktionszone, insbesondere eines weiteren Reduktions-Schachtofens, mit einer Einschmelzzone, insbesondere einer Einschmelzvergaserzone, gebildet, wobei in der weiteren Reduktionszone ein metalloxidhaltiges Material, vorzugswei-

se von Eisenerz zu zumindest teilweise vorreduziertem Eisenerz, reduziert wird, bevor es in der Einschmelzzone unter Zufuhr einer oder mehrerer Fraktionen des kohlenstoffhaltigen Materials, und gegebenenfalls gleichzeitiger Erzeugung eines reduzierenden Gases, zu flüssigem Roheisen erschmolzen wird.

5 In einer Einschmelzzone, wie sie beispielsweise im Rahmen des COREX-Verfahrens gelehrt wird, wird ein Festbett aus stückiger Kohle und gegebenenfalls eisenhaltigem Material gebildet. Die stückige Kohle, die dabei zum Aufbau des Festbettes benötigt wird, muß besonderen Anforderungen bezüglich Qualität, Druckfestigkeit und Korngröße genügen. Die Korngröße soll dabei vorzugsweise zwischen etwa 8 mm und etwa 50 mm betragen, um so eine genügende Durchgasung
10 des Festbettes zu gewährleisten.

Sowohl Kohle unterhalb einer Korngröße von etwa 8 mm, man spricht dabei von Unterkorn, als auch Kohle oberhalb einer Korngröße von etwa 50 mm, man spricht dabei von einem Überkorn, sind deshalb für den Einsatz in dieser Einschmelzzone ungeeignet.

15 Das Überkorn und/oder Unterkorn kann nach dem erfindungsgemäßen Verfahren nunmehr beispielsweise in Kraftwerksanlagen zur Energieerzeugung verfeuert und/oder für eine Reduktionsgaserzeugung verwendet werden.

Es ist weiters denkbar, dass bei einem solchen Verbund aus einer Einschmelzzone und einer weiteren Reduktionszone, beispielsweise einer COREX-Anlage, sowohl aus der Einschmelzzone, wie auch aus der weiteren Reduktionszone Reduktionsgas entnommen und zum Betrieb der Reduktionszone eingesetzt wird.
20

Nach einem weiteren Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens weist eine der Fraktionen des kohlenstoffhaltigen Materials im wesentlichen Körner mit einer Korngröße von höchstens 8 mm, vorzugsweise höchstens 6 mm, oder weniger auf, und wird zumindest teilweise in einem Kohlevergaser zu Reduktionsgas umgesetzt.

25 Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird dabei insbesondere eine feinkörnige Fraktion in einem geeigneten Reaktor, insbesondere einem Feinkohlevergaser, vergast, und zu Reduktionsgas umgesetzt.

Durch die Anordnung von mindestens zwei Reduktionsgasquellen, wobei nach einer Ausführungsform der Erfindung eine Reduktionsgasquelle durch einen Feinkohlevergaser dargestellt wird, kann die Reduktionszone unabhängig von Schwankungen und/oder Ausfällen einer oder mehrerer Reduktionsgasquellen betrieben werden.
30

Da sich das Gas aus der Vergasung der feinteilchenförmigen Kohle durch einen hohen Anteil an Reduktanden sowie eine hohe Temperatur auszeichnet, können eine angebrachte CO₂-Entfernungsanlage und/oder ein angebrachter Gas-Heater, bei entsprechender Einsparung an Investitionskapital, kleiner dimensioniert werden.
35

Nach einem weiteren Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine der Fraktionen des kohlenstoffhaltigen Materials, die im wesentlichen Körner mit einer Korngröße von zumindest 48 mm oder vorzugsweise zumindest 50 mm oder höher aufweist, zumindest teilweise in einem Kohlevergaser zu Reduktionsgas umgesetzt.

40 Nach einem weiteren Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine der Fraktionen des kohlenstoffhaltigen Materials, die im wesentlichen Körner mit einer Korngröße von größer als 8 mm und kleiner als 50 mm aufweist, zumindest teilweise in einer Einschmelzzone, vorzugsweise zu Reduktionsgas, umgesetzt.

Die Korngröße der Körner der einzelnen Fraktionen ist dabei prinzipiell vom Verfahren und der verwendeten Vorrichtung, beispielsweise vom verwendeten Einschmelzvergaser, abhängig, und kann von den angegebenen Werten abweichen.
45

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung wird das Gas, welches aus der Vergasung einer der Fraktionen gewonnen wurde, bevor es der Reduktionszone zugeführt wird, in Abhängigkeit von seiner Zusammensetzung zumindest teilweise von CO₂ befreit und/oder erwärmt und/oder verdichtet.
50

Nach einem weiteren Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zumindest eine der Fraktionen in einem Bunkersystem gesammelt und je nach Bedarf einer vorbestimmten Reduktionsgasquelle zugeführt.

55 Nach einem weiteren Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein aus einer oder mehreren der Reduktionsgasquellen stammendes, CO- und/oder H₂-haltiges Gas in einem, oder gege-

benenfalls einer Anzahl weiterer, Reduktionsgasspeicher gespeichert.

Die Erfindung ist weiters durch eine erfindungsgemäße Anlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens gekennzeichnet, wobei diese Anlage mindestens ein metallurgisches Aggregat zur Aufnahme von einer oder mehreren Reduktionszonen, insbesondere einen oder mehrere Schachthöfen, zur Reduktion eines oxidhaltigen Eisenerzes, sowie mindestens eine, vorzugsweise zumindest zwei, Reduktionsgasquelle(n) zur Erzeugung eines oder mehrerer CO- und/oder H₂-haltiger Gase, die den Reduktionszonen zugeführt, und nach Umsetzung mit dem Einsatzmaterial als Exportgas wiederum abgezogen werden, wobei zumindest eine, vorzugsweise zumindest zwei, der Reduktionsgasquelle(n) mit kohlenstoffhaltigem, vorzugsweise feststoffförmigen, Material betreibbar ist/sind, aufweist. Die erfindungsgemäße Anlage weist dabei weiters ein Mittel zur Trennung des kohlenstoffhaltigen Materials, insbesondere der Kohle, auf, womit das kohlenstoffhaltige Material in Abhängigkeit von seiner Korngröße in zumindest zwei Fraktionen getrennt wird, wobei eine erste Fraktion einen gegenüber der zweiten Fraktion kleineren mittleren Korndurchmesser aufweist und eine der Reduktionsgasquellen zur Umsetzung der ersten Fraktion, und eine weitere der Reduktionsgasquellen und/oder ein Aggregat zur thermischen Energieerzeugung zur Umsetzung der zweiten Fraktion vorgesehen ist.

Nach einem Merkmal der erfindungsgemäßen Anlage ist eine Regel- und/oder Steuereinrichtung vorgesehen, durch welche der Ausfall und/oder Betriebsschwankungen einer der Reduktionsgasquellen durch Bereitstellung des Gases von zumindest einer der weiteren Reduktionsgasquellen zumindest teilweise ausgleichbar ist.

Nach einem weiteren Merkmal der erfindungsgemäßen Anlage ist das Mittel zur Trennung des kohlenstoffhaltigen Materials mit mindestens zwei Reduktionsgasquellen unmittelbar, vorzugsweise über einen Bunker und eine Dosiereinrichtung verbunden.

Nach einem weiteren Merkmal der erfindungsgemäßen Anlage weist das Mittel zur Trennung des kohlenstoffhaltigen Materials eine Siebanlage mit einer Anzahl von Feststoffsieben auf.

Nach einem weiteren Merkmal der erfindungsgemäßen Anlage ist ein Verbund einer weiteren Reduktionszone, insbesondere eines weiteren Schachtofens zur Reduktion eines eisenoxidhaltigen Einsatzmaterials, mit einem metallurgischen Aggregat zur Aufnahme einer Einschmelzzone als eine der Reduktionsgasquellen vorgesehen, wobei in der Einschmelzzone unter Zufuhr einer oder mehrerer Fraktionen des kohlenstoffhaltigen Materials, und gegebenenfalls gleichzeitiger Erzeugung eines reduzierenden Gases, Roheisen erschmelzbar ist.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist eine Einschmelzzone als eine der Reduktionsgasquellen vorgesehen.

Nach einem zusätzlichen Merkmal der erfindungsgemäßen Anlage ist zumindest ein Bunker vorgesehen, in dem eine der Fraktionen des kohlenstoffhaltigen Materials sammelbar ist. Nach einem weiteren zusätzlichen Merkmal der erfindungsgemäßen Anlage ist ein erster Reduktionsgasspeicher vorgesehen, in dem das aus einer oder mehreren der Reduktionsgasquellen stammende, CO- und/oder H₂-haltige Gas speicherbar ist.

Nach einem weiteren zusätzlichen Merkmal der erfindungsgemäßen Anlage ist eine zweite Regel- und/oder Steuervorrichtung vorgesehen, mit welcher der Fluss des Gases, welches aus der Umsetzung einer der Fraktionen des kohlenstoffhaltigen Materials gewinnbar ist, in einen CO₂-Wäscher und/oder einen By-pass des CO₂-Wäschers und/oder eine Aufwärmvorrichtung und/oder einen Verdichter regel- und/oder steuerbar ist.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist es möglich zumindest einen Teil des Exportgases der Reduktionszone zu rezyklieren und wiederum in die Reduktionszone einzuleiten. Je nach Zusammensetzung und Temperatur des Exportgases erfolgt dabei eine CO₂-Entfernung und/oder Erwärmung und/oder Verdichtung. Durch diese Ausführungsform kann eine besonders wirtschaftliche Betriebsweise verwirklicht werden.

Die Erfindung ist weiters durch ein Verfahren zur Reduktionsgaserzeugung für zumindest eine Reduktionszone zur Reduktion eines metalloxidhaltigen Einsatzstoffes gekennzeichnet, wobei das Reduktionsgas zumindest teilweise aus kohlenstoffhaltigem Material hergestellt wird, und das kohlenstoffhaltige Material, insbesondere Kohle, in Abhängigkeit von seiner Korngröße in zumindest zwei Fraktionen mit unterschiedlichen mittleren Durchmessern getrennt wird und eine erste Fraktion einem ersten Reduktionsgaserzeuger und eine zweite Fraktion einem zweiten Reduktionsgaserzeuger zugeführt wird.

Nachfolgend wird das erfindungsgemäße Verfahren, sowie die erfindungsgemäße Vorrichtung schematisch anhand einer nicht einschränkenden Zeichnung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Betrieb eines Schachtofens

Dabei ist ein erster Schachtofen 1 ersichtlich, der über einen Gas-Heater 2 sowie eine CO₂-Entfernungsvorrichtung 3, insbesondere einen CO₂-Wäscher, und eine Entstaubungs- und Kühleinrichtung 4, insbesondere einen Zyklon, mit einem zweiten Schachtofen 5 verbunden ist. Das Exportgas dieses zweiten Schachtofens 5 dient dem ersten Schachtofen 1 als eine Reduktionsgasquelle. Der erste und zweite Schachtofen dienen jeweils zur Reduktion eines eisenoxidhaltigen Erzes, wobei das zumindest teilweise reduzierte Eisenerz des zweiten Schachtofens in einem Einschmelzvergaser 6 zu Roheisen eingeschmolzen wird. Der Einschmelzvergaser 6 wird zudem mit einem kohlenstoffhaltigen Material, insbesondere stückiger Kohle, beladen und dient zur Erzeugung eines für den Einsatz in dem zweiten Schachtofen bestimmten Reduktionsgases. Über ein Fördersystem 7 wird ein kohlenstoffhaltiges Material angeliefert, dass in einen grob- und einen feinkörnigen Anteil getrennt wird. Während der grobkörnige Anteil in beschriebener Weise in dem Einschmelzvergaser umgesetzt wird, gelangt der feinkörnige Anteil in einen Vergaser 8 zur Vergasung von feinteilchenförmiger Kohle. In diesem Vergaser 8 wird ein Reduktionsgas hergestellt, welches, vorzugsweise über eine gemeinsame Leitung mit dem Gas des zweiten Schachtofens in die Reduktionszone des ersten Schachtofens eingeleitet wird.

Je nach Zusammensetzung dieses Gases wird es vor der Einleitung in den ersten Schachtofen einer CO₂-Wäsche und/oder einer Erwärmung ausgesetzt. Wie in Fig.1 dargestellt, sind dabei eine Leitung 9 und ein Bypass 10 angeordnet, die jeweils in die Reduktionsgasleitung, einerseits dem CO₂-Wäscher vorgeordnet, andererseits dem CO₂-Wäscher nachgeordnet, einmünden.

Das Reduktionsgas unmittelbar vor Verwendung in dem Schachtofen 1 enthält in etwa 55 Vol% CO oder höher, sowie in etwa 30 Vol% H₂ oder höher.

Nach dem ersten Schachtofen ist zweckmäßig eine Entstaubungs- und Kühlvorrichtung 11 angebracht, wobei zumindest ein Teil des Exportgases des ersten Schachtofens über eine Leitung 12 rezykliert und dem Reduktionsgas zur Verwendung in dem ersten Schachtofen beigemischt werden kann.

Das Exportgas enthält nach Austritt aus dem Schachtofen 1 in etwa 40 Vol% CO, und in etwa 20 Vol% H₂.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Herstellung von Roheisen und/oder Stahlvorprodukten, wobei eine Reduktionszone, insbesondere ein Reduktions-Schachtofen, zur zumindest teilweisen Reduktion eines metalloxidhaltigen Einsatzmaterials, vorzugsweise von Eisenoxid zu Eisenschwamm betrieben wird, und mindestens eine Reduktionsgasquelle betrieben wird, wobei zumindest in einer der Reduktionsgasquellen ein kohlenstoffhaltiges, zumindest teilweise feststoffförmiges, Material zu Reduktionsgas umgesetzt wird, sowie ein, aus mindestens einer der Reduktionsgasquellen stammendes, CO- und/oder H₂-haltiges Gas, als Reduktionsgas der Reduktionszone zugeführt und nach Umsetzung mit dem Einsatzmaterial als Exportgas wieder abgezogen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das kohlenstoffhaltige Material, insbesondere Kohle, in Abhängigkeit von seiner Korngröße in zumindest zwei Fraktionen mit unterschiedlichem mittleren Korndurchmesser getrennt wird, und die erste Fraktion der ersten Reduktionsgasquelle und die zweite Fraktion einer zweiten Reduktionsgasquelle und/oder einem Aggregat zur thermischen Energieerzeugung zugeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das kohlenstoffhaltige Material vor Ort und/oder unmittelbar vor seinem Einsatz in die Fraktionen getrennt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Betrieb der Reduktionszone, insbesondere des Reduktions-Schachtofens, ein, aus mindestens zwei der Reduktionsgasquellen stammendes CO- und/oder H₂-haltiges Gas als Reduktionsgas dieser Reduktionszone zugeführt und nach Umsetzung mit dem Einsatzmaterial als Exportgas wieder abgezogen wird.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,**

dass ein zumindest teilweiser Ausfall der ersten Reduktionsgasquelle dadurch kompensiert wird, dass der, zur Aufrechterhaltung des Betriebes der zugeordneten Reduktionszone, fehlende Anteil des Reduktionsgases zumindest teilweise durch zumindest eine weitere der Reduktionsgasquellen bereitgestellt wird.

- 5 5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** zumindest eine der Reduktionsgasquellen durch eine Einschmelzzone gebildet wird, wobei in der Einschmelzzone metallhaltige Einsatzstoffe unter Zufuhr einer oder mehrerer Fraktionen des kohlenstoffhaltigen Materials, und gleichzeitiger Erzeugung eines reduzierenden Gases, zu flüssigem Metall erschmolzen werden.
- 10 6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** zumindest eine der Reduktionsgasquellen durch den Verbund einer weiteren Reduktionszone, insbesondere eines weiteren Reduktions-Schachtofens, mit einer, gegebenenfalls weiteren, Einschmelzzone gebildet wird, wobei in der weiteren Reduktionszone ein metalloxidhaltiges Material, vorzugsweise von Eisenerz zu zumindest teilweise vorreduziertem Eisenerz, reduziert wird, bevor es in der Einschmelzzone zu flüssigem Metall erschmolzen wird.
- 15 7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** eine der Fraktionen des kohlenstoffhaltigen Materials im wesentlichen Körner mit einer Korngröße von höchstens 8 mm oder weniger aufweist, und zumindest teilweise in einem Kohlevergaser zu Reduktionsgas umgesetzt wird.
- 20 8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** eine der Fraktionen des kohlenstoffhaltigen Materials, im wesentlichen Körner mit einer Korngröße von zumindest 50 mm oder höher aufweist, und zumindest teilweise in einem Kohlevergaser zu Reduktionsgas umgesetzt wird.
- 25 9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** eine der Fraktionen des kohlenstoffhaltigen Materials im wesentlichen Körner mit einer Korngröße von größer als 8 mm und kleiner als 50 mm aufweist, und zumindest teilweise in einer Einschmelzzone umgesetzt wird.
- 30 10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Gas, welches aus der Vergasung einer der Fraktionen gewonnen wurde, bevor es der Reduktionszone zugeführt wird, in Abhängigkeit von seiner Zusammensetzung, zumindest teilweise von CO₂ befreit und/oder erwärmt und/oder verdichtet wird.
- 35 11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** zumindest eine der Fraktionen in einem Bunkersystem gesammelt und je nach Bedarf einer vorbestimmten Reduktionsgasquelle zugeführt wird.
- 40 12. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das aus einer oder mehreren der Reduktionsgasquellen stammende, CO- und/oder H₂-haltiges Gas in einem Reduktionsgasspeicher gespeichert wird.
- 45 13. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, die
 - mindestens ein metallurgisches Aggregat zur Aufnahme von einer oder mehreren Reduktionszonen, insbesondere einen oder mehrere Schachtöfen (1), zur Reduktion eines eisenoxidhaltigen Eisenerzes, sowie
 - mindestens eine, vorzugsweise zumindest zwei, Reduktionsgasquelle(n) zur Erzeugung eines oder mehrerer CO- und/oder H₂-haltiger Gase, die den Reduktionszonen zugeführt, und nach Umsetzung mit dem Einsatzmaterial als Exportgas wiederum abgezogen werden, wobei zumindest eine, vorzugsweise zumindest zwei, der Reduktionsgasquelle(n) mit kohlenstoffhaltigem, vorzugsweise feststoffförmigen, Material betreibbar ist/sind,
- 50 aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** ein Mittel zur Trennung des kohlenstoffhaltigen Materials, insbesondere der Kohle, in Abhängigkeit von seiner Korngröße in zumindest zwei Fraktionen vorgesehen ist, wobei eine erste Fraktion einen gegenüber der zweiten Fraktion kleineren mittleren Korndurchmesser aufweist und eine der Reduktionsgasquellen zur Umsetzung der ersten Fraktion, und eine weitere der Reduktionsgasquellen und/oder
- 55 ein Aggregat zur thermischen Energieerzeugung zur Umsetzung der zweiten Fraktion

vorgesehen ist.

14. Anlage nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Regel- und/oder Steuereinrichtung vorgesehen ist, durch welche der Ausfall einer der Reduktionsgasquellen durch Bereitstellung des Gases von zumindest einer der weiteren Reduktionsgasquellen zumindest teilweise ausgleichbar ist.
15. Anlage nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mittel zur Trennung des kohlenstoffhaltigen Materials mit mindestens zwei Reduktionsgasquellen unmittelbar, vorzugsweise über einen Bunker und eine Dosiereinrichtung verbunden ist.
16. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mittel zur Trennung des kohlenstoffhaltigen Materials eine Siebanlage aufweist.
17. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Verbund einer weiteren Reduktionszone, insbesondere eines weiteren Schachtofens (5) zur Reduktion eines eisenoxidhaltigen Einsatzmaterials, mit einem metallurgischen Aggregat (6) zur Aufnahme einer Einschmelzzone als eine der Reduktionsgasquellen vorgesehen ist, wobei in der Einschmelzzone unter Zufuhr einer oder mehrerer Fraktionen des kohlenstoffhaltigen Materials, und gegebenenfalls gleichzeitiger Erzeugung eines reduzierenden Gases, ein Roheisen erschmelzbar ist.
18. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Bunker vorgesehen ist, in dem eine der Fraktionen des kohlenstoffhaltigen Materials sammelbar ist.
19. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erster Reduktionsgasspeicher vorgesehen ist, in dem das aus einer oder mehreren der Reduktionsgasquellen stammende, CO- und/oder H₂-haltige Gas speicherbar ist.
20. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine zweite Regel- und/oder Steuervorrichtung vorgesehen ist, mit welcher der Fluss des Gases, welches aus der Vergasung einer der Fraktionen des kohlenstoffhaltigen Materials gewinnbar ist, in einen CO₂-Wäscher (3) und/oder einen By-pass (9) des CO₂-Wäschers und/oder eine Aufwärmvorrichtung und/oder einen Verdichter regel- und/oder steuerbar ist.
21. Verfahren zur Herstellung eines Reduktionsgases für zumindest eine Reduktionszone zur Reduktion eines metalloxidhaltigen Einsatzstoffes, wobei das Reduktionsgas zumindest teilweise aus kohlenstoffhaltigem Material hergestellt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das kohlenstoffhaltige Material, insbesondere Kohle, in Abhängigkeit von seiner Korngröße in zumindest zwei Fraktionen mit unterschiedlichen mittleren Durchmessern getrennt wird und eine erste Fraktion einem ersten Reduktionsgaserzeuger und eine zweite Fraktion einem zweiten Reduktionsgaserzeuger zugeführt wird.
22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** das kohlenstoffhaltige Material vor Ort und/oder unmittelbar vor seinem Einsatz in zumindest zwei Fraktionen getrennt wird.

HIEZU 1 BLATT ZEICHNUNGEN

Fig. 1

