

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1226/96

(51) Int.Cl.⁶ : **C21B 13/14**

(22) Anmeldetag: 10. 7.1996

(42) Beginn der Patentedauer: 15. 3.1999

(45) Ausgabetag: 25.11.1999

(56) Entgegenhaltungen:

AT 394201B

(73) Patentinhaber:

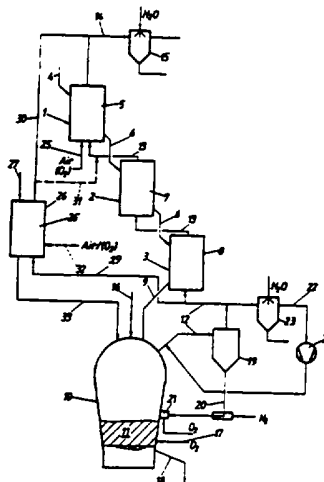
VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH
A-4020 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
POHANG IRON & STEEL CO., LTD.
790-785 (KR).
RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SCIENCE &
TECHNOLOGY, INCORPORATED FOUNDATION
POHANG CITY (KR).

(72) Erfinder:

KEPPLINGER LEOPOLD WERNER DIPL.ING. DR.
LEONING, OBERÖSTERREICH (AT).
WURM JOHANN DIPL.ING.
BAD ZELL, OBERÖSTERREICH (AT).
SCHENK JOHANNES DIPL.ING. DR.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON FLÜSSIGEM METALL UND ANLAGE ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS

(57) Bei einem Verfahren zur Herstellung von flüssigem Metall aus von Erz und Zuschlagstoffen gebildeten Einsatzstoffen wird das Erz in mindestens einer Reduktionszone (5, 7, 8) zu Metallschwamm direkt reduziert, der Metallschwamm mit Zuschlagstoffen in einer Einschmelzvergassungszone (11) unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas erschmolzen und ein CO- und H₂-haltiges, als Reduktionsgas dienendes Prozeßgas erzeugt, welches in die Reduktionszone (5, 7, 8) eingeleitet und dort umgesetzt und anschließend abgezogen wird, wobei schlackenbildende Zuschlagstoffe, insbesondere Kalziumkarbonat, Dolomit etc., mittels des Prozeßgases in einer von der Reduktions- (5, 7, 8) und Einschmelzzone (11) getrennten Kalzinierungszone (26') kalziniert werden. Um schlackenbildende Zuschlagstoffe mit beliebiger Körnung und ohne Störung des Reduktionsprozesses einsetzen zu können ist die Kalzinierungszone (26') hinsichtlich des Materialflusses zur Reduktionszone (5, 7, 8) parallelgeschaltet und werden die kalzinierten Zuschlagstoffe direkt in den Einschmelzvergaser (10) eingebracht.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von flüssigem Metall, insbesondere Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten, aus Von Erz, insbesondere Eisenerz, und Zuschlagstoffen gebildeten Einsatzstoffen, wobei das Erz in mindestens einer Reduktionszone zu Metallschwamm direkt reduziert wird, der Metallschwamm mit Zuschlagstoffen in einer Einschmelzvergasungszone unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas erschmolzen und ein CO- und H₂-haltiges, als Reduktionsgas dienendes Prozeßgas erzeugt wird, welches in die Reduktionszone eingeleitet und dort umgesetzt und anschließend abgezogen wird, wobei schlackenbildende Zuschlagstoffe, insbesondere Kalziumkarbonat, Dolomit etc., mittels des Prozeßgases in einer von der Reduktions- und Einschmelzzone getrennten Kalzinierzone kalziniert werden, sowie eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens.

Es ist bekannt, dem Erz Schlackenbildner wie CaCO₃, Dolomit etc. zuzumischen und die Kalzinierung gleichzeitig und im selben Gefäß wie die Reduktion des Erzes, d.h. in der Reduktionszone durchzuführen, wobei die Kalzinierung mit Hilfe des Reduktionsgases erfolgt. Bei einem mehrstufigen Reduktionsverfahren, d.h. bei einem Verfahren, bei dem mehrere Reduktionszonen in Serie hintereinander geschaltet vorgesehen sind, erfolgt die vollständige Kalzinierung erst in der Endreduktionsstufe, da erst in dieser Stufe das Reduktionsgas die für eine vollständige Kalzinierung erforderliche Temperatur aufweist. Nachteilig ist hierbei, daß es zu einer Qualitätsverschlechterung des Reduktionsgases kommt, und weiters, daß das Reduktionsgas durch den endotherm ablaufenden Kalzinierungsprozeß in seiner Temperatur abgesenkt wird. Ein weiterer Nachteil ist noch darin zu sehen, daß bei der Reduktion von Feinerz die schlackenbildenden Zusatzstoffe etwa das gleiche Kornband aufweisen müssen, damit die vom Feinerz gebildete Wirbelschicht im Reduktionsreaktor weitgehend ungestört bleibt. Grobkörnige Zuschlagstoffe lassen sich auf diese Art und Weise nicht verwerten.

Aus der DE 42 40 197 A1 ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art bekannt, bei dem schlackenbildende Zusatzstoffe in einer eigenen Kalzinierzone eines Kalzinierreaktors behandelt werden, wobei für den Zweck des Kalzinierens aus dem Einschmelzvergaser stammendes Reduktionsgas herangezogen wird. Gemäß der DE 42 40 197 A1 werden die kalzinierten Zuschlagstoffe in den Reduktionsreaktor in die Reduktionszone eingebracht und mit dem bereits teilweise reduzierten Erz durch den Reduktionsschacht weiterbewegt und schließlich mit dem reduzierten Erz in den Einschmelzvergaser eingebracht.

Nachteilig ist hier ebenfalls, daß die Körnung der Zuschlagstoffe nicht frei wählbar ist. Die Körnung bzw. das Kornband muß vielmehr der Körnung bzw. dem Kornband des durch den Reduktionsschacht bewegten Feinerzes entsprechen. Weiters ist eine negative Beeinflussung des Reduktionsverfahrens, insbesondere der Fertigreduktion zu erwarten, da der Stoff- und Gasfluß sowie das Temperaturprofil durch das Chargieren der Zuschlagstoffe gestört werden.

Die Erfindung bezweckt die Vermeidung dieser Nachteile und Schwierigkeiten und stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art sowie eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, welche das Verarbeiten von schlackenbildenden Zusatzstoffen in jeder beliebigen Körnung ermöglichen. Insbesondere soll das Reduktionsverfahren für das Erz völlig ungestört von Zuschlagstoffen erfolgen und der Einsatz von grobkörnigen Zuschlagstoffen möglich sein, so daß in der Einschmelzvergasungszone eine hinreichende Porosität vorhanden ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs beschriebenen Art dadurch gelöst, daß die Kalzinierzone hinsichtlich des Materialflusses zur Reduktionszone parallelgeschaltet ist und die kalzinierten Zuschlagstoffe direkt in den Einschmelzvergaser eingebracht werden.

Wenn genügend heißes Prozeßgas zur Verfügung steht, ist zweckmäßig die Kalzinierzone hinsichtlich des Prozeßgasstromes zur Reduktionszone ebenfalls parallelgeschaltet, wobei vorteilhaft das Prozeßgas nach Ableitung aus der Einschmelzvergasungszone gereinigt und gekühlt wird und sodann ein Teil des Prozeßgases in die Reduktionszone und ein Teil des Prozeßgases in die Kalzinierzone eingeleitet wird.

Da hierbei das aus der Kalzinierzone austretende Prozeßgas noch sehr heiß ist, wird dieses zweckmäßig dem aus der Reduktionszone austretenden Prozeßgas zugemischt und vorteilhaft zur Vorwärmung und/oder Vor-Reduktion des Erzes in einer Vor-Reduktionszone herangezogen.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsvariante ist die Kalzinierzone hinsichtlich des Prozeßgasstromes zur Reduktionszone in Serie geschaltet, wobei das Prozeßgas zuerst die Reduktionszone und anschließend die Kalzinierzone durchströmt.

Da hierbei das Prozeßgas schon etwas abgekühlt ist, wird vorteilhaft in die Kalzinierzone ein sauerstoffhaltiges Gas eingeleitet und ein Teil des Prozeßgases verbrannt.

Eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens mit mindestens einem Reduktionsreaktor, in den das Erz über eine Förderleitung in einer Richtung und das Reduktionsgas über eine Reduktionsgas-Zuleitung in die entgegengesetzte Richtung geführt ist, und mit einem Einschmelzvergaser, in den eine das Reduktionsprodukt aus dem Reduktionsreaktor führende Förderleitung mündet und der Zuleitungen für sauerstoffhaltige Gase und Kohlenstoffträger sowie einen Abstich für flüssiges Metall und Schlacke sowie eine in den

Reduktionsreaktor mündende Reduktionsgas-Zuleitung für im Einschmelzvergaser gebildetes Reduktionsgas aufweist, ist dadurch gekennzeichnet, daß ein Kalzinierreaktor hinsichtlich des Feststoffflusses in Parallelanordnung zum Reduktionsreaktor vorgesehen ist wobei der Kalzinierreaktor mit einer die kalzinieren Stoffe zum Einschmelzvergaser leitenden Zuleitung mit dem Einschmelzvergaser leitungsmäßig verbunden ist.

Zweckmäßig zweigt von der Reduktionsgas-Zuleitung, die zum Reduktionsreaktor führt, eine Zweigleitung ab und mündet in den Kalzinierreaktor.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist in der Reduktionsgas-Zuleitung eine Gasreinigungseinrichtung vorgesehen und zweigt die Zweigleitung von der Reduktionsgas-Zuleitung nach der Gasreinigungseinrichtung ab.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß der Kalzinierreaktor mittels einer Abgasleitung mit einem Vorwärmreaktor für das Erz leitungsmäßig verbunden ist.

Zweckmäßig geht vom Reduktionsreaktor eine Ableitung für umgesetztes Reduktionsgas aus, wobei von dieser Ableitung eine Zweigleitung in den Kalzinierreaktor mündet, wobei vorteilhaft in den Kalzinierreaktor eine Leitung für ein sauerstoffhaltiges Gas mündet.

Vorzugsweise ist der Kalzinierreaktor als Schachtofen oder Drehrohrofen oder Wanderrost oder Etagenofen oder ein- oder mehrstufiger Wirbelschichtreaktor oder Gaszyklon oder als mehrstufige Gaszyklonkaskade ausgebildet.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand zweier in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert, wobei die Fig. 1 und 2 beispielhaft eine Gesamtanlage zum Herstellen von Metallschmelzen, insbesondere Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten, in schematischer Darstellung zeigen.

Die Anlage sowohl nach Fig. 1 als auch nach Fig. 2 weist drei in Serie hintereinander geschaltete Reduktionsreaktoren auf, die als Wirbelschichtreaktoren 1 bis 3 ausgebildet sind. Ein zumindest einen Feinkornanteil aufweisendes Erz, wie ein eisenoxidhaltiges Material, z.B. Feinerz, wird über eine Erzzuleitung 4 dem ersten Wirbelschichtreaktor 1, in dem in einer Vorwärmstufe 5 eine Vorerwärmung des Feinerzes und eventuell eine Vor-Reduktion stattfinden, zugeleitet und anschließend von Wirbelschichtreaktor 1 zu Wirbelschichtreaktor 2, 3 über Förderleitungen 6 geleitet. In dem Wirbelschichtreaktor 2 erfolgt in einer Vor-Reduktionsstufe 7 eine Vor-Reduktion und im Wirbelschichtreaktor 3 in einer End-Reduktionsstufe 8 eine End- bzw. Fertig-Reduktion des Feinerzes zu Eisenschwamm jeweils mittels eines Prozeßgases.

Das fertiggeduzierte Material, also der Eisenschwamm, wird über eine Förderleitung 9 in einen Einschmelzvergaser 10 geleitet. Im Einschmelzvergaser 10 wird in einer Einschmelzvergasungszone 11 aus Kohlenstoffträgern, wie Kohle, und sauerstoffhaltigem Gas ein CO- und H₂-haltiges als Reduktionsgas dienendes Prozeßgas erzeugt, das über eine Reduktionsgas-Zuleitung 12 in den in Fließrichtung des Feinerzes letztangeordneten Wirbelschichtreaktor 3 eingeleitet wird. Das Reduktionsgas wird dann im Gegenstrom zum Erzdurchfluß von Wirbelschichtreaktor 3 zu Wirbelschichtreaktor 2 bis 1 geführt, u.zw. über die Verbindungsleitungen 13, aus dem Wirbelschichtreaktor 1 als Topgas über eine Topgas-Ableitung 14 abgeleitet und anschließend in einem Naßwäscher 15 gekühlt und gewaschen. Es kann sodann einem Verbraucher zugeleitet werden.

Der Einschmelzvergaser 10 weist eine Zuführung 16 für feste Kohlenstoffträger, eine Zuführung 17 für sauerstoffhaltige Gase sowie gegebenenfalls Zuführungen für bei Raumtemperatur flüssige oder gasförmige Kohlenstoffträger, wie Kohlenwasserstoffe, sowie für gebrannte Zuschläge auf. In dem Einschmelzvergaser 10 sammelt sich unterhalb der Einschmelzvergasungszone 11 schmelzflüssiges Roheisen bzw. schmelzflüssiges Stahlvormaterial und schmelzflüssige Schlacke, die über einen Abstich 18 abgestochen werden.

In der Reduktionsgas-Zuleitung 12, die vom Einschmelzvergaser 10 ausgeht und in den Wirbelschichtreaktor 3 mündet, ist eine Entstaubungseinrichtung 19, wie ein Heißgaszyklon, vorgesehen, wobei die in diesem Zyklon abgeschiedenen Staubteile dem Einschmelzvergaser 10 über die Rückleitung 20 mit Stickstoff als Fördermittel und über einen Brenner 21 unter Einblasen von Sauerstoff zugeführt werden.

Eine Möglichkeit zur Einstellung der Reduktionsgastemperatur ergibt sich durch die vorzugsweise vorgesehene Gasrückführleitung 22, die von der Reduktionsgas-Zuleitung 12 ausgeht und einen Teil des Reduktionsgases über einen Wäscher 23 und einen Verdichter 24 in diese Reduktionsgas-Zuleitung 12 wiederum zurückführt u.zw. vor der Anordnung des Heißgaszyklons 19.

Zur Einstellung der Vorerwärmungstemperatur des Feinerzes kann der Vorerwärmungsstufe 5, also dem Wirbelschichtreaktor 1, ein sauerstoffhaltiges Gas, wie Luft oder Sauerstoff, über eine Leitung 25 zugeführt werden, wodurch eine Teilverbrennung des der Vorerwärmungsstufe 5 zugeführten umgesetzten Reduktionsgases stattfindet.

Gemäß der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform ist ein eigener Kalzinierreaktor 26 vorgesehen, der hinsichtlich des Materialflusses, d.h. der über die Zuleitung 27 in den Kalzinierreaktor 26 eingebrachten schlackenbildenden Zusatzstoffe und der Weiterleitung der kalzinierten Zuschlagstoffe über eine Zuführlei-

5 tung in da Einschmelzvergaser 10, zu den Wirbelschichtreaktoren 1 bis 3 parallelgeschaltet ist. Als Prozeßgas für die Kalzinierung wird von der Reduktionsgas-Zuleitung 12 abgezwiegtes Reduktionsgas in die Kalzinierzone 26' im Kalzinierreaktor 26 über eine Zweigleitung 29 eingebracht. Das aus dem Kalzinierreaktor 26 austretende Abgas wird entweder dem Topgas mit einer in die Topgasableitung 14 einmündenden
 5 Abgasleitung 30 zugemischt oder es wird für die Vorwärmung bzw. Vor-Reduktion im Wirbelschichtreaktor 1 herangezogen, wobei das aus dem Kalzinierreaktor 26 abgeleitete Abgas dem Wirbelschichtreaktor 1 über eine Abgaszuleitung 31 zugeführt wird. Diese mündet vorteilhaft in die in diesen Wirbelschichtreaktor 1 einmündende Verbindungsleitung 13, über die umgesetztes Reduktionsgas aus dem Wirbelschichtreaktor 2 in den Wirbelschichtreaktor 1 strömt.

10 Falls erforderlich, kann dem Kalzinierreaktor 26 Luft oder ein anderes sauerstoffhaltiges Gas oder reiner Sauerstoff über eine Leitung 32 zugeführt werden, wodurch es zu einer Teilverbrennung des in den Kalzinierreaktor 26 eingeleiteten Reduktionsgases kommt, sodaß dessen Temperatur erhöht wird und der Kalzinierprozeß in gewünschter Weise stattfinden kann.

Die Zuführung der kalzinierten Zuschlagstoffe in den Einschmelzvergaser 10 kann über eine eigene
 15 direkt in den Einschmelzvergaser 10 mündende Zuleitung 33, wie in Fig. 1 dargestellt, erfolgen oder auch dadurch, daß diese Zuleitung 33 in die Förderleitung 9 für den Eisenschwamm oder in die Zuführung 16 für feste Kohlenstoffträger mündet.

Gemäß der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform ist der Kalzinierreaktor 26 im Hinblick auf den Materialdurchfluß ebenfalls zu den Wirbelschichtreaktoren 1 bis 3 parallel geschaltet, jedoch im Hinblick auf
 20 den Gasdurchfluß in Serie zu den Wirbelschichtreaktoren 1 bis 3 angeordnet. Als Prozeßgas für die Kalzinierung wird von der Topgasableitung 14 über eine Zweigleitung 34 mit Verdichter 35 abgeleitetes Topgas in den Kalzinierreaktor 26 eingebracht. Um die für den Kalzinierprozeß notwendige Temperatur zu erzielen, wird Luft oder ein sauerstoffhaltiges Gas oder Sauerstoff über eine Zuleitung 32 dem Kalzinierreaktor 26 zugeleitet, wodurch es zu einer Teilverbrennung des Prozeßgases und damit zur notwendigen
 25 Temperaturerhöhung desselben kommt.

Erfindungsgemäß ergeben sich die nachfolgenden Vorteile:

Für die schlackenbildenden Zuschlagstoffe gibt es keine Einschränkung hinsichtlich der Korngröße; sie können mit beliebiger Korngröße eingesetzt werden, wobei vorteilhaft grobkörnige Zuschlagstoffe Verwendung finden, da es hierbei zu keiner Porositätsverringerung im Fließbett des Einschmelzvergasers 10
 30 kommt.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil ist darin zu sehen, daß es zu keiner Beeinflussung der Zusammensetzung des Reduktionsgases beim Reduktionsprozeß kommt, und zwar in keiner der Vorwärm- 5 und/oder Reduktionsstufen 7, 8.

Es läßt sich das Topgas, das noch einen Heizwert aufweist, nutzen.

35 Das Temperaturprofil der Zuschlagstoffe führt zu keiner Beeinflussung der Reduktionszonen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von flüssigem Metall, insbesondere Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten, aus von Erz, insbesondere Eisenerz, und Zuschlagstoffen gebildeten Einsatzstoffen, wobei das Erz
 40 in mindestens einer Reduktionszone (5, 7, 8) zu Metallschwamm direkt reduziert wird, der Metallschwamm mit Zuschlagstoffen in einer Einschmelzvergasungszone (11) unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas erschmolzen und ein CO- und H₂-haltiges, als Reduktionsgas dienendes Prozeßgas erzeugt wird, welches in die Reduktionszone (5, 7, 8) eingeleitet und dort
 45 umgesetzt und anschließend abgezogen wird, wobei schlackenbildende Zuschlagstoffe, insbesondere Kalziumkarbonat, Dolomit, mittels des Prozeßgases in einer von der Reduktions- (5, 7, 8) und Einschmelzzone (11) getrennten Kalzinierzone (26') kalziniert werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kalzinierzone (26') hinsichtlich des Materialflusses zur Reduktionszone (5, 7, 8) parallelgeschaltet ist und die kalzinierten Zuschlagstoffe direkt in den Einschmelzvergaser (10) eingebracht werden.
 50
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kalzinierzone (26') hinsichtlich des Prozeßgasstromes zur Reduktionszone (5, 7, 8) ebenfalls parallelgeschaltet ist (Fig. 1).
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Prozeßgas nach Ableitung aus der
 55 Einschmelzvergasungszone (11) gereinigt und gekühlt wird und sodann ein Teil des Prozeßgases in die Reduktionszone (5, 7, 8) und ein Teil des Prozeßgases in die Kalzinierzone (26') eingeleitet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß aus der Kalzinierzone (26') austretendes Prozeßgas dem aus der Reduktionszone (7) austretenden Prozeßgas zugemischt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß aus der Kalzinierzone (26') austretendes Prozeßgas zur Vorwärmung - und/oder Vor-Reduktion des Erzes in einer Vor-Reduktionszone (5) herangezogen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kalzinierzone (26') hinsichtlich des Prozeßgasstromes zur Reduktionszone (5, 7, 8) in Serie geschaltet ist, wobei das Prozeßgas zuerst die Reduktionszone (5, 7, 8) und anschließend die Kalzinierzone (26') durchströmt (Fig. 2).
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß in die Kalzinierzone (26') ein sauerstoffhaltiges Gas eingeleitet wird und ein Teil des Prozeßgases verbrannt wird.
8. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, mit mindestens einem Reduktionsreaktor (1, 2, 3), in den das Erz über eine Förderleitung (6) in einer Richtung und das Reduktionsgas über eine Reduktionsgas-Zuleitung (12) in die entgegengesetzte Richtung geführt ist, und mit einem Einschmelzvergaser (10), in den eine das Reduktionsprodukt aus dem Reduktionsreaktor (3) führende Förderleitung (9) mündet und der Zuleitungen (17, 16) für sauerstoffhaltige Gase und Kohlenstoffträger, sowie einen Abstich (18) für flüssiges Metall und Schlacke sowie eine in den Reduktionsreaktor (3) mündende Reduktionsgas-Zuleitung (12) für im Einschmelzvergaser (10) gebildetes Reduktionsgas aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Kalzinierreaktor (26) hinsichtlich des Feststoffflusses in Parallelanordnung zum Reduktionsreaktor (1, 2, 3) vorgesehen ist, wobei der Kalzinierreaktor (26) mit einer die kalzinierten Stoffe zum Einschmelzvergaser (10) leitenden Zuleitung (33) mit dem Einschmelzvergaser (10) leitungsmäßig verbunden ist.
9. Anlage nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß von der Reduktionsgas-Zuleitung (12), die zum Reduktionsreaktor (10) führt, eine Zweigleitung (29) abzweigt und in den Kalzinierreaktor (26) mündet (Fig. 1).
10. Anlage nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Reduktionsgas-Zuleitung (12) eine Gasreinigungseinrichtung (19) vorgesehen ist und daß die Zweigleitung (29) von der Reduktionsgas-Zuleitung nach der Gasreinigungseinrichtung (19) abzweigt.
11. Anlage nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kalzinierreaktor (26) mittels einer Abgasleitung (31) mit einem Vorwärmreaktor (5) für das Erz leitungsmäßig verbunden ist.
12. Anlage nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß vom Reduktionsreaktor (1, 2, 3) eine Ableitung (14) für umgesetztes Reduktionsgas ausgeht, wobei von dieser Ableitung (14) eine Zweigleitung (34) in den Kalzinierreaktor (26) mündet (Fig. 2).
13. Anlage nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den Kalzinierreaktor (26) eine Leitung (32) für ein sauerstoffhaltiges Gas mündet.
14. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 13, gekennzeichnet
 - durch mindestens zwei hintereinander in Serie geschaltete Wirbelschichtreaktoren (1 bis 3), wobei das Erz von Wirbelschichtreaktor (1) zu Wirbelschichtreaktor (2, 3) über Förderleitungen (6) in einer Richtung und Reduktionsgas von Wirbelschichtreaktor (3) zu Wirbelschichtreaktor (2, 1) über Reduktionsgas-Verbindungsleitungen (13) in die entgegengesetzte Richtung geführt ist, und
 - durch einen Einschmelzvergaser (10) nach Anspruch 1, in den eine das Reduktionsprodukt aus dem in Fließrichtung des Erzes letztangeordneten Wirbelschichtreaktor (3) führende Zuleitung (9) mündet und dessen Gasableitung (12) in den in Fließrichtung des Erzes letztangeordneten Wirbelschichtreaktor (3) mündet.
15. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kalzinierreaktor (26) als Schachtofen oder Drehrohrofen oder Wanderrost oder Etagenofen oder ein- oder mehrstufiger Wirbelschichtreaktor oder Gaszyklon oder als mehrstufige Gaszyklonkaskade ausgebildet ist.

AT 405 742 B

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

