



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: **AT 403 056 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 456/96

(51) Int.Cl.⁶ : **C21B 13/14**

(22) Anmeldetag: 22.10.1992

(42) Beginn der Patendauer: 15. 3.1997

(45) Ausgabetag: 25.11.1997

(62) Ausscheidung aus Anmeldung Nr.: 2096/92

(73) Patentinhaber:

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

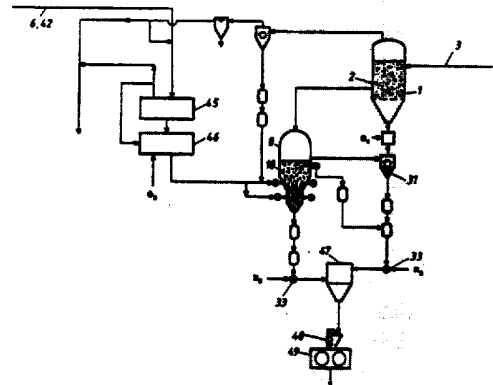
(72) Erfinder:

KEPPLINGER LEOPOLD WERNER DIPL.ING. DR.
LEONING, OBERÖSTERREICH (AT).
MATZAWRAKOS PANAJIOTIS DIPL.ING.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
SCHENK JOHANNES DIPL.ING. DR.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
SIJKA DIETER DIPL.ING.
NEUHOFEN, OBERÖSTERREICH (AT).
BÖHM CHRISTIAN DIPL.ING.
WELS, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN UND ANLAGE ZUR HERSTELLUNG VON FLÜSSIGEM ROHEISEN ODER FLÜSSIGEN STAHLVORPRODUKTEN UND HEISSBRIKETTIERTEM EISEN

(57) Ein Verfahren zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten aus von Eisenerzen und Zuschlägen gebildeten, zumindest teilweise einen Feinanteil aufweisenden Einsatzstoffen, wobei die Einsatzstoffe in einer Vorwärmzone einer Vorwärmung im Wirbelschichtverfahren unterzogen werden, in mindestens einer Reduktionszone im Wirbelschichtverfahren zu Eisenschwamm direkt und weitgehend fertig reduziert werden, der Eisenschwamm in eine Einschmelzvergassungszone chargiert, unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas erschmolzen und ein CO- und H₂-haltiges Reduktionsgas erzeugt wird, welches in die Reduktionszone eingeleitet, dort umgesetzt, als Exportgas abgezogen und einem Verbraucher zugeführt wird, soll dahingehend verbessert werden, daß die im gebrauchten Reduktionsgas noch enthaltene, chemisch gebundene Energie effizient genutzt werden kann, u.zw. unter Ausnutzung der noch enthaltenen Reduktanten.

Dies geschieht dadurch, daß das aus der Vorwärmzone (2) austretende Exportgas gegebenenfalls nach Zumischung eines Teiles des aus der Reduktionszone (18) austretenden Reduktionsgases nach einer CO₂-Reinigung zur Erzeugung von heiß brikettiertem Eisen herangezogen wird, wobei zusätzliches Feinerz in einer Vorwärmzone (2) einer Vorwärmung unterzogen, anschließend in mindestens einer Reduktionszone (18) einer weitgehenden Fertigreduktion unterzogen und weiters einer Verdichter- und Brikettiereinrichtung (48, 49) zugeführt wird, und das Exportgas nach einer Aufheizung in die mindestens eine Reduktionszone unter Bildung eines Wirbelbettes (18) geleitet sowie von dieser nach Durchströmen desselben abgezogen und der Vorwärmzone (2) unter Teilverbrennung zwecks Temperaturerhöhung zur Bildung eines Wirbelbettes zugeführt wird.



AT 403 056 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten aus von Eisenerzen und Zuschlägen gebildeten, zumindest teilweise einen Feinanteil aufweisenden Einsatzstoffen, wobei die Einsatzstoffe in einer Vorwärmzone einer Vorwärmung im Wirbelschichtverfahren unterzogen werden, in mindestens einer Reduktionszone im Wirbelschichtverfahren zu Eisenschwamm
 5 direkt und weitgehend fertig reduziert werden, der Eisenschwamm in eine Einschmelzvergasungszone chargiert, unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas erschmolzen und ein CO- und H₂-haltiges Reduktionsgas erzeugt wird, welches in die Reduktionszone eingeleitet, dort umgesetzt, als Exportgas abgezogen und einem Verbraucher zugeführt wird, sowie eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens.

Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art sowie eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, welche den Einsatz von zumindest einen Feinanteil aufweisenden Eisenerzen und Zuschlägen in wirtschaftlicher Weise unter Verwendung von unbehandelter Kohle als Kohlenstoffträger ermöglicht, wobei die im gebrauchten Reduktionsgas nach enthaltene chemisch gebundene Energie (CO, H₂-Gehalt) genutzt werden kann. Insbesondere soll das beim Direktreduktionspro-
 10 zeß anfallende Überschußgas effizient, d.h. unter Ausnutzung seiner noch enthaltenen Reduktanten, eingesetzt werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß für ein eingangs beschriebenes Verfahren dadurch gelöst, daß das aus der Vorwärmzone austretende Exportgas gegebenenfalls nach Zumischung eines Teiles des aus der Reduktionszone austretenden Reduktionsgases nach einer CO₂-Reinigung zur Erzeugung von heiß
 20 brikettiertem Eisen herangezogen wird, wobei zusätzliches Feinerz in einer Vorwärmzone einer Vorwärmung unterzogen, anschließend in mindestens einer Reduktionszone einer weitgehenden Fertigreduktion unterzogen und weiters einer Verdichter- und Brikettiereinrichtung zugeführt wird, und das Exportgas nach einer Aufheizung in die mindestens eine Reduktionszone unter Bildung eines Wirbelbettes geleitet sowie von dieser nach Durchströmen desselben abgezogen und der Vorwärmzone unter Teilverbrennung zwecks
 25 Temperaturerhöhung zur Bildung eines Wirbelbettes zugeführt wird.

Eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens mit mindestens einem Wirbelschicht-Reduktionsreaktor, in den eine Förderleitung für Eisenerz und Zuschläge enthaltende Einsatzstoffe, eine Gasleitung für ein Reduktionsgas sowie eine Förderleitung für das in ihm gebildete Reduktionsprodukt und eine Gasleitung für das Topgas münden, und mit einem Einschmelzvergaser, in den die das Reduktionsprodukt aus dem
 30 Reduktionsreaktor führende Förderleitung mündet und der Zuleitungen für sauerstoffhaltige Gase und Kohlenstoffträger sowie Abstiche für Roheisen bzw. Stahlvormaterial und Schlacke aufweist, wobei die in den Reduktionsreaktor mündende Gasleitung für im Einschmelzvergaser gebildetes Reduktionsgas vom Einschmelzvergaser ausgeht und dem Wirbelschicht-Reduktionsreaktor ein Wirbelschicht-Vorwärmreaktor in Fließrichtung der Einsatzstoffe vorgeordnet ist, in den die Gasleitung des Reduktionsreaktors einmündet,
 35 und wobei verbrauchtes bzw. teilverbrauchtes Reduktionsgas als Exportgas über eine Gasableitung einem Verbraucher zuleitbar ist, ist dadurch gekennzeichnet, daß die Gasleitung für das Exportgas zur Erzeugung von heißbrikettiertem Eisen nach Zwischenschaltung eines CO₂-Wäschers und einer Aufheizeinrichtung in mindestens einen weiteren Reduktionsreaktor mündet, von dem eine Gasleitung in einen Wirbelschicht-Vorwärmreaktor geführt ist, wobei in den Wirbelschicht-Vorwärmreaktor eine Feinerz-Chargierleitung mün-
 40 det und von dem Wirbelschicht-Vorwärmreaktor eine das vorgewärmte Feinerz zum Reduktionsreaktor führende Förderleitung ausgeht, und daß dem Reduktionsreaktor in Richtung des Feinerzflusses eine Verdichter- und Brikettiereinrichtung nachgeordnet ist.

Eine bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß der Wirbelschicht-Reduktionsreaktor einen unteren Teil mit geringerem Durchmesser und einen an den unteren Teil anschließenden Teil mit
 45 größerem Durchmesser aufweist, wobei der Übergang vom unteren in den oberen Teil konisch ausgebildet ist und in das konische Übergangsstück die zweite Zweigleitung für das Reduktionsgas einmündet.

Zweckmäßig ist der Wirbelschicht-Reduktionsreaktor in Höhe der Wirbelschicht mit einer Feinteilaustragseinrichtung versehen, von der eine Förderleitung zu einer Pneumatik-Fördereinrichtung führt, die zur Brikettiereinrichtung führt.

Die Erfindung ist nachstehend anhand dreier in der Zeichnung schematisch dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert, wobei die Fig. 1 und 2 jeweils eine beispielhafte Ausführungsform einer Anlage gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 in schematischer Darstellung zeigen und Fig. 3 eine Anlage gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 veranschaulicht, wobei letztere erfindungsgemäß mit
 50 einer der lediglich ein Beispiel darstellenden Anlagen nach Fig. 1 oder 2 zu kombinieren ist.

Mit 1 ist ein Vorwärmreaktor, der als Wirbelschichtvorwärmreaktor ausgebildet ist, bezeichnet, in den Eisenerz und Zuschläge enthaltende Einsatzstoffe über eine seitlich in Höhe der Wirbelbettzone 2 (Vorwärmzone) einmündende Chargierleitung 3 chargierbar sind. Am oberen Ende des schachtförmig ausgebildeten Wirbelschicht-Vorwärmreaktors 1 werden die in ihm gebildeten und ihn durchströmenden
 55

Gase über eine mit einem Gasreinigungszyklon 4 und einem Gaswäscher 5, wie einem Venturi-Wäscher, ausgestattete Gasableitung 6 abgezogen. Diese Gase stehen als hochwertiges Exportgas mit einem Heizwert von ca. 8000 kJ/Nm³ für verschiedene Zwecke, z.B. Strom- mit oder ohne Sauerstoff-Erzeugung, zur Verfügung.

- 5 Die in dem Wirbelschicht-Vorwärmreaktor 1 vorgewärmten Einsatzstoffe gelangen über eine Förderleitung 7 zur Gänze in einen ebenfalls als Wirbelschichtreaktor ausgebildeten Reduktionsreaktor 8 und werden in diesem größtenteils fertigreduziert.

- Über eine Pneumatik-Eisenschwamm-Förderleitung 9 (mit N₂-Injektor) - hier könnte auch eine andere Zwangsfördereinrichtung vorgesehen sein - gelangt der im Wirbelschicht-Reduktionsreaktor 8 gebildete
10 Eisenschwamm in einen Einschmelzvergaser 10, u.zw. wird er in Höhe eines im Einschmelzvergaser vorgesehenen Fließbettes III, II und/oder in Höhe des darunter befindlichen Festbettes I in diesen eingeleitet. Der Einschmelzvergaser weist mindestens eine Zuführung 11 für Kohle und Zuschläge sowie in mehreren Höhen angeordnete Düsenzuführungen 12 für sauerstoffhaltige Gase auf.

- In dem Einschmelzvergaser 10 sammelt sich unterhalb der Einschmelzvergasungszone, die von einem
15 Festbett I, dem darüber liegenden Grobkoksfließbett II, dem über diesem liegenden Feinkoksfließbett III und dem darüber liegenden Beruhigungsraum IV gebildet ist, schmelzflüssiges Roheisen 13 und schmelzflüssige Schlacke 14, die über je einen Abstich 15, 16 getrennt abgestochen werden. In dem Einschmelzvergaser 10 wird aus den Kohlenstoffträgern und dem sauerstoffhaltigen Gas ein Reduktionsgas erzeugt, welches sich im Beruhigungsraum IV oberhalb des Fließbettes III sammelt und über eine Gasleitung 17 dem
20 Wirbelschicht-Reduktionsreaktor 8 zugeführt wird, u.zw. über eine zwecks Ausbildung einer Wirbelschicht 18 bzw. eines Wirbelbettes 18 (Reduktionszone) vorgesehene kegelstumpfförmige, einen Gasverteilungsboden 19 bildende Verengung des im wesentlichen schachtförmigen Wirbelschicht-Reduktionsreaktors 8, über deren Umfang das Reduktionsgas mittels einer Ringleitung 20 zugeführt wird.

- Die großen Feststoffteilchen, die in der Wirbelschicht nicht in Schwebe gehalten werden können, sinken
25 durch Schwerkrafteinwirkung mittig ab und werden über einen zentralen Feststoffaustrag 21 abgezogen. Dieser zentrale Feststoffaustrag 21 ist so gestaltet, daß über eine radiale Gasauflage 22 in den unterhalb des kegelstumpfförmigen Gasverteilungsbodens 19 angeordneten zylindrischen Behälterteil 23 mit Kegelboden 24 eine Festbettströmung ausgebildet wird, so daß eine zufriedenstellende Reduktion auch der großen Teilchen erreicht werden kann.

- Durch die kegelstumpfförmige Gestalt des Gasverteilungsbodens 19 ändert sich die Leerrohrgeschwindigkeit mit der Höhe. Als Folge stellt sich über die Höhe des Gasverteilungsbodens 19 eine eigene Korngrößenverteilung ein. Durch entsprechende Anordnung der Düsen im Gasverteilungsboden 19 kann somit eine intern zirkulierende Wirbelschicht ausgebildet werden, in der in der Mitte die Gasgeschwindigkeit höher ist als am Rand. Eine Wirbelschichtausbildung dieser Art kann sowohl für den Reduktionsreaktor 8
35 als auch für den Vorwärmreaktor 1 Verwendung finden.

- Ein Teil des aus dem Einschmelzvergaser 10 austretenden Reduktionsgases wird in einem Heißzyklon
25 einer Reinigung, in einem nachgeordneten Wäscher 26 einer Kühlung unterzogen und über einen Verdichter 27 wiederum in das aus dem Einschmelzvergaser 10 austretende Reduktionsgas über die Gasleitung 28 zugemischt. Der im Heißzyklon 25 abgeschiedene Staub wird über einen N₂-Injektor 29 in
40 den Einschmelzvergaser 10 rückgeleitet. Ein Teil des aus dem Heißzyklon 25 austretenden, noch ungekühlten Reduktionsgases gelangt über die Gasauflage 22, die von einer Ringleitung gebildet ist, in den Wirbelschicht-Reduktionsreaktor 8 über dessen zylindrischen Behälterteil 23.

- Das aus dem Wirbelschicht-Reduktionsreaktor 8 abgezogene Gas wird über eine Gasleitung 30 einem Reduktionszyklon 31 zugeführt, in dem im Reduktionsgas noch enthaltene Feinteile abgeschieden und fertig
45 reduziert werden. Diese Feinteile werden über eine Förderleitung 32 und einen N₂-Injektor 33 dem Einschmelzvergaser 10 etwa in der Höhe des oberen Endes des Festbettes I eingebracht.

- Das aus dem Reduktionszyklon 8 austretende, teilweise oxidierte Reduktionsgas gelangt über die Gasleitung 30 in den Wirbelschicht-Vorwärmreaktor 1, wobei jedoch zur Aufheizung des Reduktionsgases ein Teil desselben verbrannt wird, u.zw. in einer Brennkammer 34, in die eine ein sauerstoffhaltiges Gas
50 zubringende Leitung 35 mündet.

- Aus dem Wirbelschicht-Reduktionsreaktor 8 wird ein Teil der fertigreduzierten Einsatzstoffe in Höhe des Wirbelbettes 18 mit einer Austragsschnecke 36 abgezogen und mittels der Förderleitung 37 über einen N₂-Injektor 33 in den Einschmelzvergaser 10 etwa in Höhe des oberen Endes des Festbettes I eingebracht, vorzugsweise gemeinsam mit den aus dem Reduktionszyklon 31 stammenden Feinteilen.

- Das im Zyklon 4 der Exportgas-Gasableitung 6 abgeschiedene feinteilige Gut wird über eine Förderleitung 38 mit Schleusen 39 - die auch in den anderen Förderleitungen 32, 37 für das teil- oder fertigreduzierte Gut vorgesehen sind - über die das Reduktionsgas in den Wirbelschicht-Reduktionsreaktor 8 zuführende Ringleitung 20 eingebracht.

- 5 - 0,044 mm = ca. 20 %
 0,044 - 6,3 mm = ca. 70 %
 6,3 - 12,7 mm = ca. 10 %

10 und einer Feuchte von ca. 2 % wird pneumatisch oder mit Hilfe eines Steil- oder Senkrechtförderers in den Vorwärmreaktor 1 chargiert. Dort wird es in der Wirbelbettzone 2 auf eine Temperatur von ca. 850 °C vorgewärmt und infolge der reduzierenden Atmosphäre gegebenenfalls vorreduziert, etwa bis zur Wüststufe.

Für diesen Vorreduktionsvorgang soll das Reduktionsgas mindestens 25 % CO + H₂ beinhalten, um genügend Reduktionskraft zu besitzen.

15 In weiterer Folge fließt das vorgewärmte und gegebenenfalls vorreduzierte Feinerz - vorzugsweise schwerkraftbedingt - in den Reaktionsreaktor 8, in dessen Wirbelschicht bzw. Wirbelbett 18 das Feinerz bei einer Temperatur von ca. 850 °C bis zur Fe-Stufe weitgehend reduziert. Für diesen Reduktionsvorgang soll das Gas einen Gehalt an CO + H₂ von mindestens 68 % aufweisen.

Im Reduktionsreaktor 8 findet eine Sichtung des Feinerzes statt, wobei der Anteil unter 0,2 mm mittels
20 des Reduktionsgases in den Reduktionszyklon 31 mitgeschleppt wird. Dort findet während des Abscheidens
der Feststoffe durch die Zyklonwirkung die Fertigreduktion des unter 0,2 mm-Feinerzes statt.

Der feinere Feststoffanteil, der aus der Wirbelschicht 18 des Reduktionsreaktors 8 mit Hilfe der Austragsschnecke 36 ausgetragen wird, wird über die Schleusen 39 gemeinsam mit dem im Reduktionszyklon 31 abgeschiedenen Feinerz mit Hilfe des N_2 -Injektors 33 dem Einschmelzvergaser 10 im Bereich der Einblasebenen des sauerstoffhaltigen Gases zugeführt.

Der größere Feststoffanteil aus dem unteren Bereich des Reduktionsreaktors 8 wird über die Schleusen 39 und mit Hilfe des N_2 -Injektors 9 oder mittels eines Schwerkraftaustrages in den Einschmelzvergaser 10 im Bereich des Feinkoksfließbettes III eingeblasen bzw. chargiert.

Der im Heißzyklon 25 abgeschiedene Staub (vorwiegend Fe- und C-hältig) wird über Schleusen 39 mit Hilfe des N₂-Injektors 29 und mittels eines Sauerstoff-Staubbrenners dem Einschmelzvergaser 10 im Bereich zwischen dem Feinkoksfließbett III und dem Grobkoksfließbett II zugeführt.

Die für den Prozeß benötigten Zuschläge werden grobkörnig, vorzugsweise in einer Korngröße von 4 bis 12,7 mm, über den Kohlenweg (11) und feinkörnig, vorzugsweise in einer Korngröße von 2 bis 6,3 mm, über den Feinerzweg (3) zwecks Vorwärmung und Calcinierung chargiert.

35 Für Feinerze mit längerer Reduktionsdauer ist, wie in Fig. 2 dargestellt, ein zweiter (sowie, wenn erforderlich, ein dritter) Wirbelschicht-Reduktionsreaktor 8' mit zusätzlichem Reduktionszyklon 31' in Serie bzw. in Reihe zum ersten Reduktionsreaktor 8 vorgesehen. Beim zweiten Reduktionsreaktor 8' wird das Feinerz bis zur Wüststufe und beim ersten Reduktionsreaktor 8 bis zur Fe-Stufe reduziert.

In diesem Fall wird der Feststoffanteil, der aus der Wirbelschicht 18' des zweiten Reduktionsreaktors mit Hilfe der Austragsschnecke 36' ausgetragen wird, gemeinsam mit dem größeren Feststoffanteil aus dem unteren Bereich des zweiten Reduktionsreaktors 8' schwerkraftbedingt in den ersten Reduktionsreaktor 8 chargiert. Das im zweiten Reduktionszyklon 31' abgeschiedene Feinerz wird gemeinsam mit dem im ersten Reduktionszyklon 31 abgeschiedenen Feinerz mit Hilfe des N₂-Injektors 33 dem Einschmelzvergaser 10 im Bereich der Einblaseebenen des sauerstoffhaltigen Gases zugeführt.

45 Wenn im Falle der Verwendung von zwei Wirbelschicht-Reduktionsreaktoren 8, 8' und zwei Reduktions-
zyklonen 31, 31' der Betriebsdruck nicht ausreicht, um die Druckverluste im System auszugleichen, wird
erfindungsgemäß das für den Vorwärmreaktor 1 benötigte Gasgemisch auf den erforderlichen Druck mit
Hilfe des Verdichters 40 gebracht. In diesem Fall wird das Gas aus dem zweiten Reduktionszyklon 31' in
einem Wäscher 41 gereinigt. In der weiteren Folge wird jedoch nur ein Teilstrom des Gases verdichtet - ein
50 Teil wird als Exportgas über die Leitung 42 abgezogen - und in einer Mischkammer 43 mit einem über eine
Leitung 44 zugeführten sauerstoffhaltigen Gas entsprechend vermischt, so daß anschließend im Vorwärmre-
aktor 1 eine Teilverbrennung des Reduktionsgases zwecks Erreichen der benötigten Feinerz-Vorwärmungs-
temperatur stattfinden kann.

Das hochwertige Exportgas aus der Roheisenherstellung kann wie oben angeführt zur Strom- mit oder ohne Sauerstoff-Erzeugung verwendet werden. Nach einer bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform, die in Fig. 3 veranschaulicht ist, wird das Exportgas nach einer CO₂-Reinigung 45 und Aufwärmung 46 auf ca. 850 °C wie nachfolgend beschrieben wieder als Reduktionsgas eingesetzt:

Zur Erzeugung von heißbrikettiertem Eisen wird erfindungsgemäß das Feinerz gleicher Spezifikation wie für die Roheisenherstellung mit dem Reduktionsgas in den gleichen Aggregaten wie bei der Roheisenherstellung vorgewärmt und reduziert. Die fertig reduzierten Kornfraktionen aus dem mindestens einen Reduktionsreaktor 8 und aus dem Reduktionszyklon 31 werden mit Hilfe von N₂-Injektoren 33 in einen Beschickungsbunker 47 eingeblasen. Alternativ kann die größere Kornfraktion aus dem unteren Bereich des Reduktionsreaktors 8 mittels eines Schwerkraftaustrages in den Beschickungsbunker 47 chargiert werden.

Anschließend gelangt das fertig reduzierte Feinerz mit ca. 92 % Metallisierungsgrad und einer Temperatur von mindestens 750 °C schwerkraftbedingt über eine Vorverdichterschnecke 48 mit regelbarem Motor in eine Walzen-Brikettierpresse 49.

In den nachfolgenden Beispielen sind typische Kenndaten der erfindungsgemäßen Verfahren zusammengestellt, die beim Betrieb der erfindungsgemäßen Anlagen gemäß den in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Ausführungsformen erreicht werden.

Beispiel:

Kohleanalyse (trockene Analysenwerte)

C	77 %
H	4,5 %
N	1,8 %
O	7,6 %
S	0,5 %
Asche	9,1 %
C _{fix}	61,5 %

Erzanalyse (feuchte Analysenwerte)

Fe	62,84 %
Fe ₂ O ₃	87,7 %
CaO	0,73 %
MgO	0,44 %
SiO ₂	6,53 %
Al ₂ O ₃	0,49 %
MnO	0,15 %
Glühverluste	0,08 %
Feuchte	2 %

Korngrößenverteilung des Feinerzes

+ 10 mm	0 %
10 - 6 mm	5,8 %
6 - 2 mm	44,0 %
2 - 0,63 mm	29,6 %
0,63 - 0,125 mm	13,0 %
- 0,125 mm	7,6 %

AT 403 056 B

Zuschläge (trockene Analysenwerte)

5

10

CaO	45,2 %
MgO	9,3 %
SiO ₂	1,2 %
Al ₂ O ₃	0,7 %
MnO	0,6 %
Fe ₂ O ₃	2,3 %
Glühverluste	39,1 %

Für die Erzeugung von 42 t Roheisen/h in der Anlage gemäß Fig. 1 werden 42 t Kohle/h mit 29.000 Nm³ O₂/h vergast. Der Erzverbrauch beträgt dafür 64 t/h und der Verbrauch an Zuschlägen 14 t/h.

15

Das erzeugte Roheisen hat neben Eisen folgende Zusammensetzung:

20

C	4,2 %
Si	0,4 %
P	0,07 %
Mn	0,22 %
S	0,04 %

Das Exportgas aus der Roheisenanlage fällt mit 87.000 Nm³/h an und weist folgende Analyse auf:

25

30

CO	36,1 %
CO ₂	26,9 %
H ₂	16,4 %
H ₂ O	1,5 %
N ₂ + Ar	18,1 %
CH ₄	1 %
H ₂ S	0,02 %
Heizwert	6780 kJ/Nm ³

35

Bei einer weiteren Nutzung des Exportgases aus der Roheisenanlage zur Produktion von heißbrikettiertem Eisen gemäß Fig. 3 können 29 t heißbrikettiertes Eisen/h erzeugt werden. Die dazu notwendige Recyclegasmenge beträgt 36.000 Nm³/h. Der heißbrikettierte Eisenschwamm weist folgende Analysenwerte auf:

40

Metallisierung	92 %
C	1 %
S	0,01 %
P	0,03 %

45

Die Exportgasmenge aus der Anlage zur Erzeugung von heißbrikettiertem Eisen beträgt 79.000 Nm³/h, und das Gas hat die Zusammensetzung:

50

55

CO	21,6 %
CO ₂	44,1 %
H ₂	10,6 %
H ₂ O	2,8 %
N ₂ + Ar	19,9 %
CH ₄	1 %
Heizwert	4200 kJ/Nm ³

Der elektrische Leistungsbedarf der Roheisenanlage und Anlage zur Erzeugung von heißbrikettiertem Eisen beträgt 23 MW. Das Exportgas nach der Anlage zur Erzeugung von heißbrikettiertem Eisen entspricht einer thermischen Leistung von 145 MW.

5 Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten aus von Eisenerzen und Zuschlägen gebildeten, zumindest teilweise einen Feinanteil aufweisenden Einsatzstoffen, wobei die Einsatzstoffe in einer Vorwärmzone (2) einer Vorwärmung im Wirbelschichtverfahren unterzogen werden, in mindestens einer Reduktionszone (18, 18') im Wirbelschichtverfahren zu Eisenschwamm direkt und weitgehend fertig reduziert werden, der Eisenschwamm in eine Einschmelzvergassungszone (I bis IV) chargiert, unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas erschmolzen und ein CO- und H₂-haltiges Reduktionsgas erzeugt wird, welches in die Reduktionszone (18, 18') eingleitet, dort umgesetzt, als Exportgas abgezogen und einem Verbraucher zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das aus der Vorwärmzone (2) austretende Exportgas gegebenenfalls nach Zumischung eines Teiles des aus der Reduktionszone (18) austretenden Reduktionsgases nach einer CO₂-Reinigung zur Erzeugung von heiß brikettiertem Eisen herangezogen wird, wobei zusätzliches Feinerz in einer Vorwärmzone (2) einer Vorwärmung unterzogen, anschließend in mindestens einer Reduktionszone (18) einer weitgehenden Fertigreduktion unterzogen und weiters einer Verdichter- und Brikettiereinrichtung (48, 49) zugeführt wird, und das Exportgas nach einer Aufheizung in die mindestens eine Reduktionszone unter Bildung eines Wirbelbettes (18) geleitet sowie von dieser nach Durchströmen desselben abgezogen und der Vorwärmzone (2) unter Teilverbrennung zwecks Temperaturerhöhung zur Bildung eines Wirbelbettes zugeführt wird (Fig. 3).
2. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit mindestens einem Wirbelschicht-Reduktionsreaktor (8, 8'), in den eine Förderleitung (7) für Eisenerz und Zuschläge enthaltende Einsatzstoffe, eine Gasleitung (17) für ein Reduktionsgas sowie eine Förderleitung (9) für das in ihm gebildete Reduktionsprodukt und eine Gasleitung (30) für das Topgas münden, und mit einem Einschmelzvergaser (10), in den die das Reduktionsprodukt aus dem Reduktionsreaktor (8, 8') führende Förderleitung (9) mündet und der Zuleitungen (11, 12) für sauerstoffhaltige Gase und Kohlenstoffträger sowie Abstiche (15, 16) für Roheisen (13) bzw. Stahlvormaterial und Schlacke (14) aufweist, wobei die in den Reduktionsreaktor (8, 8') mündende Gasleitung für im Einschmelzvergaser (10) gebildetes Reduktionsgas vom Einschmelzvergaser (10) ausgeht und den Wirbelschicht-Reduktionsreaktor (8, 8') ein Wirbelschicht-Vorwärmreaktor (1) in Fließrichtung der Einsatzstoffe vorgeordnet ist, in den die Gasleitung (30) des Reduktionsreaktors (8, 8') einmündet, und wobei verbrauchtes bzw. teilverbrauchtes Reduktionsgas als Exportgas über eine Gasableitung (6, 42) einem Verbraucher zuleitbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gasleitung (6, 42) für das Exportgas zur Erzeugung von heißbrikettiertem Eisen nach Zwischenschaltung eines CO₂-Wäschers (45) und einer Aufheizeinrichtung (46) in mindestens einen weiteren Reduktionsreaktor (8) mündet, von dem eine Gasleitung in einen Wirbelschicht-Vorwärmreaktor (1) geführt ist, wobei bei in den Wirbelschicht-Vorwärmreaktor (1) eine Feinerz-Chargierleitung (3) mündet und von dem Wirbelschicht-Vorwärmreaktor (1) eine das vorgewärmte Feinerz zum Reduktionsreaktor führende Förderleitung ausgeht, und daß dem Reduktionsreaktor (8) in Richtung des Feinerzflusses eine Verdichter- und Brikettiereinrichtung (48, 49) nachgeordnet ist (Fig. 3).
3. Anlage nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Wirbelschicht-Reduktionsreaktor (8) einen unteren Teil (23) mit geringerem Durchmesser und einen oberen, an den unteren Teil anschließenden Teil mit größerem Durchmesser aufweist, wobei der Übergang vom unteren in den oberen Teil konisch ausgebildet ist und in das konische Übergangsstück (19) die zweite Zweigleitung für das Reduktionsgas einmündet.
4. Anlage nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Wirbelschicht-Reduktionsreaktor (8) in Höhe der Wirbelschicht (18) mit einer Feinteilaustrageeinrichtung (36) versehen ist, von der eine Förderleitung (37) zu einer Pneumatik-Fördereinrichtung (33) führt, die zur Brikettiereinrichtung (49) führt.

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

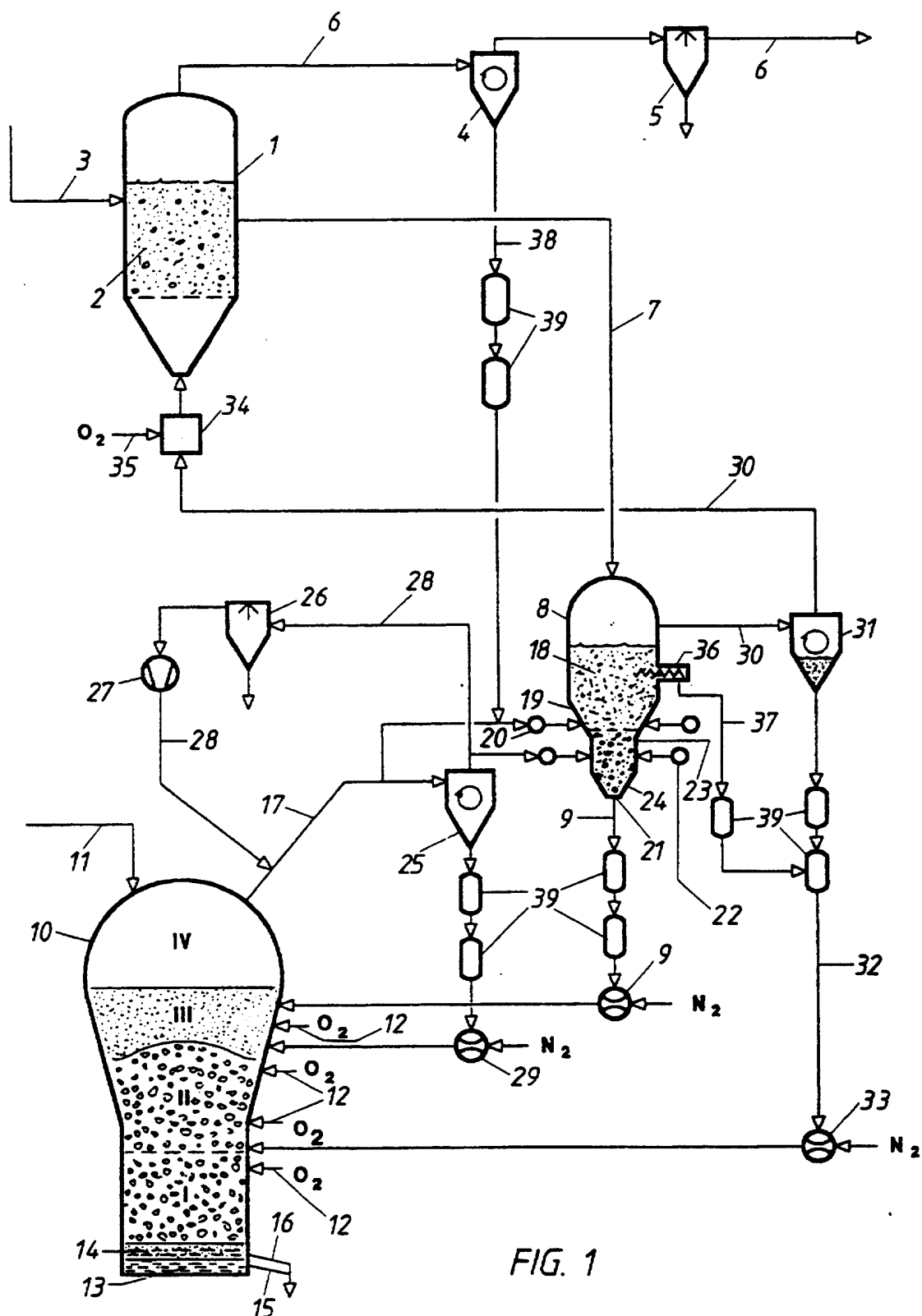


FIG. 1

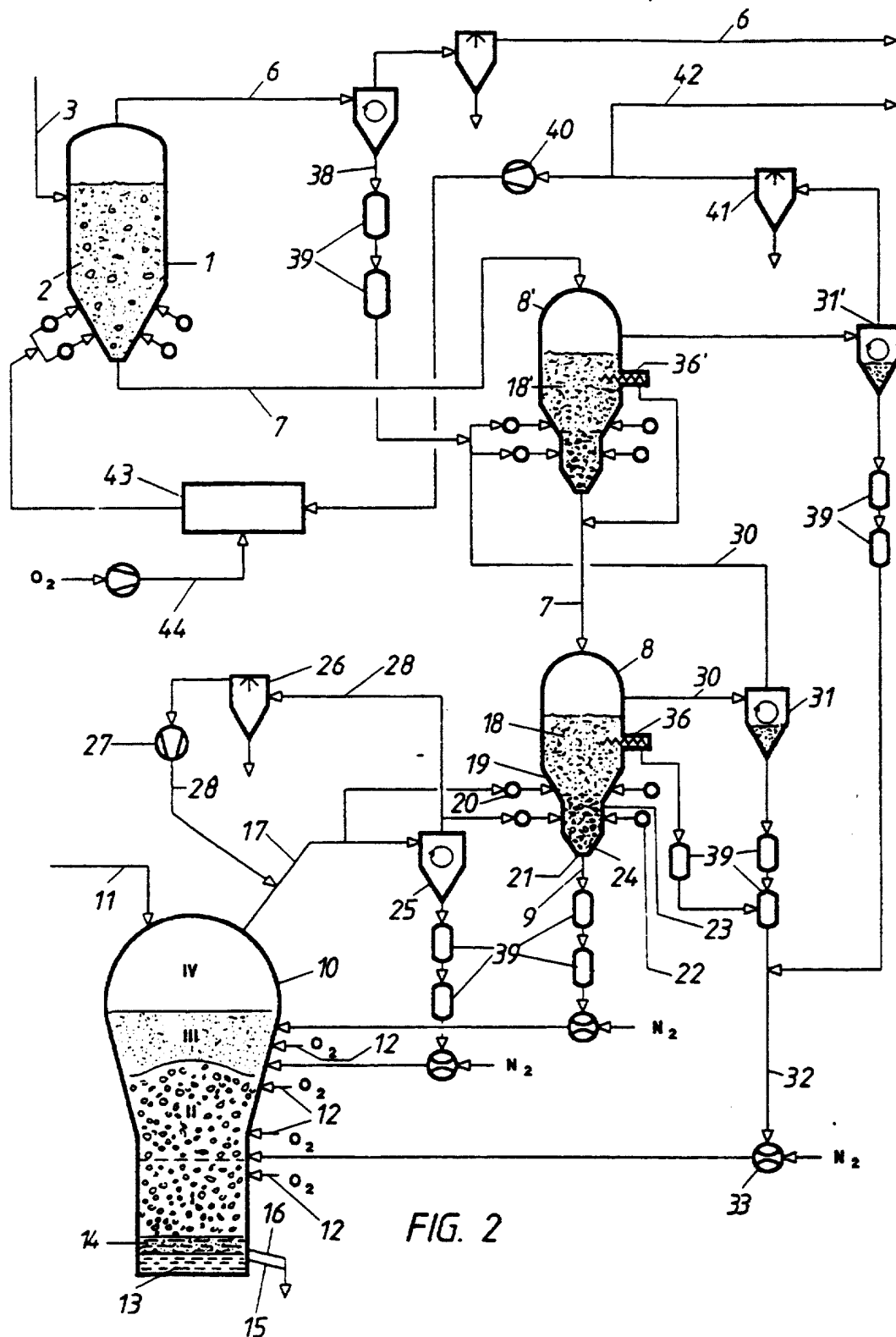


FIG. 2

