PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 :		(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 97/07247**
C21B 13/14	**A1**	(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 27. Februar 1997 (27.02.97)

(21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/AT96/00140

(22) **Internationales Anmeldedatum:** 1. August 1996 (01.08.96)

(30) **Prioritätsdaten:**
A 1379/95 16. August 1995 (16.08.95) AT

(71) **Anmelder** *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH [AT/AT]; Turmstrasse 44, A-4020 Linz (AT).

(72) **Erfinder; und**
(75) **Erfinder/Anmelder** *(nur für US)*: DIEHL, Jörg [AT/AT]; Langfeldstrasse 59, A-4040 Linz (AT). ROSENFELLNER, Gerald [AT/AT]; Ertl 233/2, A-3352 St. Peter/Au (AT).

(74) **Anwälte:** KOPECKY, Helmut usw.; Wipplingerstrasse 32/22, A-1010 Wien (AT).

(81) **Bestimmungsstaaten:** AU, CN, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

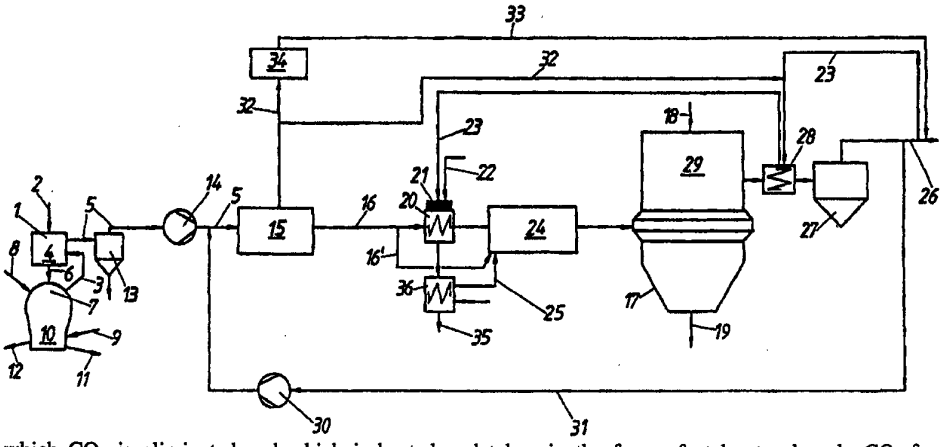
Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) **Title:** PROCESS FOR PRODUCING LIQUID RAW IRON OR LIQUID STEEL BASE PRODUCTS AND SPONGE IRON AND PLANT FOR IMPLEMENTING IT

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON FLÜSSIGEM ROHEISEN ODER FLÜSSIGEN STAHLVORPRODUKTEN UND EISENSCHWAMM SOWIE ANLAGE ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS

(57) **Abstract**

In a process for producing liquid raw iron or liquid steel base products and iron sponge from iron ore, the latter is directly reduced to iron sponge in a first reduction region (4), said iron sponge is melted in a melt-down gasification region (10) with the addition of carbon carriers and oxygen-containing gas and a reduction gas containing CO and H_2 is generated which is taken into the first reduction region (4), reacted therein and drawn off as an export gas, from which CO_2 is eliminated and which is heated and taken in the form of at least a largely CO_2-free reduction gas to at least one further reduction region (29) for the direct reduction of iron ore. In order to make the fullest possible use of the export gas drawn off from the further reduction region (29), heat from the export gas leaving the further reduction region (29) is used to heat the export gas from the first reduction region (4).



(57) Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten und Eisenschwamm aus Eisenerz wird das Eisenerz in einer ersten Reduktionszone (4) zu Eisenschwamm direkt reduziert, der Eisenschwamm in einer Einschmelzvergasungszone (10) unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhältigem Gas erschmolzen und ein CO- und H_2-hältiges Reduktionsgas erzeugt, welches in die erste Reduktionszone (4) eingeleitet, dort umgesetzt und als Exportgas abgezogen wird, wobei das abgezogene Exportgas einer CO_2-Eliminierung sowie einer Aufheizung unterzogen wird und als zumindest weitgehend CO_2-freies Reduktionsgas mindestens einer weiteren Reduktionszone (29) zur Direktreduktion von Eisenerz zugeführt wird. Um eine möglichst vollständige Nutzung des aus der weiteren Reduktionszone (29) abgezogenen Exportgases zu ermöglichen, wird für die Aufheizung des aus der ersten Reduktionszone (4) stammenden Exportgases Wärme des der weiteren Reduktionszone (29) austretenden Exportgases eingesetzt.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	**GB**	Vereinigtes Königreich	**MX**	Mexiko
AT	Österreich	**GE**	Georgien	**NE**	Niger
AU	Australien	**GN**	Guinea	**NL**	Niederlande
BB	Barbados	**GR**	Griechenland	**NO**	Norwegen
BE	Belgien	**HU**	Ungarn	**NZ**	Neuseeland
BF	Burkina Faso	**IE**	Irland	**PL**	Polen
BG	Bulgarien	**IT**	Italien	**PT**	Portugal
BJ	Benin	**JP**	Japan	**RO**	Rumänien
BR	Brasilien	**KE**	Kenya	**RU**	Russische Föderation
BY	Belarus	**KG**	Kirgisistan	**SD**	Sudan
CA	Kanada	**KP**	Demokratische Volksrepublik Korea	**SE**	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	**KR**	Republik Korea	**SG**	Singapur
CG	Kongo	**KZ**	Kasachstan	**SI**	Slowenien
CH	Schweiz	**LI**	Liechtenstein	**SK**	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	**LK**	Sri Lanka	**SN**	Senegal
CM	Kamerun	**LR**	Liberia	**SZ**	Swasiland
CN	China	**LK**	Litauen	**TD**	Tschad
CS	Tschechoslowakei	**LU**	Luxemburg	**TG**	Togo
CZ	Tschechische Republik	**LV**	Lettland	**TJ**	Tadschikistan
DE	Deutschland	**MC**	Monaco	**TT**	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	**MD**	Republik Moldau	**UA**	Ukraine
EE	Estland	**MG**	Madagaskar	**UG**	Uganda
ES	Spanien	**ML**	Mali	**US**	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	**MN**	Mongolei	**UZ**	Usbekistan
FR	Frankreich	**MR**	Mauretanien	**VN**	Vietnam
GA	Gabon	**MW**	Malawi		

Verfahren zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten und Eisenschwamm sowie Anlage zur Durchführung des Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten und Eisenschwamm aus von Eisenerz, vorzugsweise in Stück- und/oder Pelletform, und gegebenenfalls Zuschlägen gebildeten Einsatzstoffen, wobei die Einsatzstoffe in einer ersten Reduktionszone zu Eisenschwamm direkt reduziert werden, der Eisenschwamm in einer Einschmelz-Vergasungszone unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhältigem Gas erschmolzen und ein CO- und H_2-hältiges Reduktionsgas erzeugt wird, welches in die erste Reduktionszone eingeleitet, dort umgesetzt und als Exportgas abgezogen wird, und wobei das abgezogene Exportgas einer CO_2-Eliminierung sowie einer Aufheizung unterzogen wird und als zumindest weitgehend CO_2-freies Reduktionsgas mindestens einer weiteren Reduktionszone zur Direktreduktion von weiterem Eisenerz zugeführt und nach Umsetzung mit dem Eisenerz als Exportgas abgezogen wird, sowie eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens.

Ein Verfahren dieser Art ist beispielsweise aus DE-C 40 37 977 bekannt. Bei diesem bekannten Verfahren wird aus der weiteren Reduktionszone abgezogenes Exportgas einer Wäsche unterworfen und anschließend gemeinsam mit dem aus der ersten Reduktionszone stammenden Exportgas einer CO_2-Eliminierung sowie einer Aufheizung unterzogen. Dieses Mischgas wird dann dem weiteren Reduktionsprozeß als Reduktionsgas zugeführt. Hierdurch gelingt eine Ausnützung eines Teils der im aus der weiteren Reduktionszone stammenden Exportgas noch vorhandenen Reduktanten, da dieses Exportgas als Recycle-Reduktionsgas dem weiteren Reduktionsprozeß zugeführt wird.

Das bei diesem bekannten Verfahren dem weiteren Reduktionsprozeß zugeführte Reduktionsgas wird zunächst einer Vorerhitzung in einem Wärmetauscher unterzogen und anschließend in einer zweiten Erhitzungsstufe auf die für die Direktreduktion erforderliche Temperatur erhitzt, wobei diese weitere Erhitzung durch eine Teilverbrennung des Reduktionsgases bewerkstelligt wird.

Durch eine solche Teilverbrennung wird jedoch die Qualität des Reduktionsgases verschlechtert, da hierdurch Reduktanten verbraucht werden und der CO_2- bzw. H_2O-Gehalt ansteigen. Das Ansteigen des CO_2-Gehaltes auf einen zu hohen Wert kann zwar dadurch ausgeglichen werden, daß das Reduktionsgas vor der Erhitzung nur einen ganz geringen Gehalt an CO_2 und H_2O aufweist. Hierdurch resultiert jedoch der Nachteil, daß durch eine strenge Spezifikation für den Restgehalt an CO_2 Reduktanten mit dem aus der CO_2-Eliminierungsanlage austretenden Abgas ausgetragen werden.

Die Erfindung bezweckt die Vermeidung dieser Nachteile und Schwierigkeiten und stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren sowie eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, welche eine möglichst vollständige Nutzung der Energie des Exportgases, das aus dem weiteren Reduktionsprozeß stammt, und zwar insbesondere durch Schonung dessen Reduktanten, ermöglichen. Weiters soll eine Minimierung der dem weiteren Reduktionsprozeß von außen zuzuführenden Energie erreicht werden. Zudem soll die CO_2-Eliminierungsanlage effizient, d.h. mit möglichst geringem Reduktantenverlust betrieben werden können und trotzdem im der weiteren Reduktionszone zugeführten Reduktionsgas ein hinreichend niederer CO_2- und H_2O-Gehalt sichergestellt sein.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs beschriebenen Art dadurch gelöst, daß für die Aufheizung des aus der ersten Reduktionszone stammenden Exportgases Wärme des der weiteren Reduktionszone austretenden Exportgases eingesetzt wird.

Es ist eine besondere Aufgabe der Erfindung, für die Aufheizung des der weiteren Reduktionszone zugeführten Reduktionsgases mit einem möglichst geringen Anteil an aus dem weiteren Reduktionsprozeß stammenden Exportgas das Auslangen zu finden, so daß dieses Exportgas in möglichst großer Menge als Recycle-Reduktionsgas dem weiteren Reduktionsprozeß zur Verfügung steht.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß zur Aufheizung dem aus der weiteren Reduktionszone abgezogenen Exportgas im heißen, ungewaschenen Zustand fühlbare Wärme rekuperativ entzogen wird und dem aus der ersten Reduktionszone stammenden Exportgas über einen

Wärmeträger übermittelt wird, wobei vorteilhaft der Wärmeträger von gewaschenem Exportgas der weiteren Reduktionszone gebildet ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird zur Aufheizung des aus dem ersten Reduktionsprozeß stammenden Exportgases aus der weiteren Reduktionszone abgezogenes Exportgas nach einer Wäsche rekuperativ von ungewaschenem Exportgas der weiteren Reduktionszone erhitzt und verbrannt, wobei die Rauchgase das aus der ersten Reduktionszone stammende Exportgas rekuperativ erhitzen. Hierdurch läßt sich die Menge des zur Verbrennung gelangenden Exportgases minimieren, wodurch mehr Exportgas zum Rezyklieren zur Verfügung steht und letztendlich eine beträchtliche Erhöhung der Kapazität der Anlage erzielt werden kann.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform erfolgt eine Voraufheizung des aus der ersten Reduktionszone stammenden Exportgases durch Verbrennung von aus der weiteren Reduktionszone stammendem Exportgas und durch rekuperativen Wärmeübergang der in den Rauchgasen enthaltenen Wärme und anschließend eine weitere Aufheizung durch eine Teilverbrennung des aus der ersten Reduktionszone stammenden Exportgases, wobei dem Teilverbrennungsprozeß die beim weiteren Reduktionsprozeß nicht verbrauchte Wärmeenergie zugeführt wird.

Hierbei wird vorteilhaft für die Teilverbrennung eingesetzter Sauerstoff bzw. eingesetztes sauerstoffhältiges Gas einer rekuperativen Erhitzung unterworfen, und zwar durch im Exportgas, stammend aus dem weiteren Reduktionsprozeß, enthaltene chemisch gebundene und/oder fühlbare Wärme.

Dies bringt den Vorteil einer Minimierung des Sauerstoffverbrauchs und auch einer Minimierung des Verbrauchs von Reduktionsgas für die Teilverbrennung. Dies erlaubt wiederum eine höhere CO_2-Spezifikation im gereinigten Exportgas für die CO_2-Eliminierungsanlage, was nicht nur eine weitere Nutzung der Restenergie, sondern ein höherwertiges Reduktionsgas (mit einer höheren Menge an Reduktanten) und eine erhöhte Produktionskapazität ergibt.

Diese Vorteile vergrößern sich, wenn zumindest ein Teil des aus der weiteren Reduktionszone abgezogenen Exportgases verbrannt wird und das dabei entstehende Rauchgas fühlbare Wärme an den Sauerstoff bzw. das sauerstoffhältige Gas rekuperativ abgibt.

Eine zusätzliche Erhöhung dieser Vorteile läßt sich dadurch erzielen, daß ein Teil des voraufgeheizten, aus der ersten Reduktionszone abgezogenen Exportgases als Brenngas zur Verbrennung desselben zusammen mit Sauerstoff bzw. einem sauerstoffhältigen Gas eingesetzt wird.

Weiters ist es zweckmäßig, wenn zur Verbrennung von aus der weiteren Reduktionszone stammendem Exportgas diesem Exportgas Luft beigemengt wird, die mit bei der Verbrennung von aus der weiteren Reduktionszone abgezogenem Exportgas entstehendem Rauchgas rekuperativ erhitzt wird.

Eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens mit einem ersten Reduktionsreaktor für Eisenerz, vorzugsweise in Stück- und/oder Pelletform, einem Einschmelzvergaser, einer den Einschmelzvergaser mit dem ersten Reduktionsreaktor verbindenden Zuleitung für ein Reduktionsgas, einer den ersten Reduktionsreaktor mit dem Einschmelzvergaser verbindenden Förderleitung für das im ersten Reduktionsreaktor gebildete Reduktionsprodukt, mit einer vom ersten Reduktionsreaktor ausgehenden Exportgas-Ableitung, mit in den Einschmelzvergaser mündenden Zuleitungen für sauerstoffhältige Gase und Kohlenstoffträger, einem am Einschmelzvergaser vorgesehenen Abstich für Roheisen und Schlacke, und mit mindestens einem zusätzlichen Reduktionsreaktor zur Aufnahme von weiterem Eisenerz, einer Reduktionsgas-Zuleitung zu diesem Reduktionsreaktor, einer Exportgas-Ableitung aus diesem weiteren Reduktionsreaktor und einer Austragsvorrichtung für das in diesem weiteren Reduktionsreaktor gebildete Reduktionsprodukt, wobei die Exportgas-Ableitung des ersten Reduktionsreaktors in eine CO_2-Eliminierungsanlage mündet, von der die Reduktionsgas-Zuleitung des zusätzlichen Reduktionsreaktors ausgeht und über eine Heizeinrichtung für das von CO_2 gereinigte Exportgas in den zusätzlichen Reduktionsreaktor mündet, ist dadurch gekennzeichnet, daß die Exportgas-Ableitung des weiteren Reduktionsreaktors in einen Wärmetauscher mündet und von diesem zu einem Wäscher führt, daß nach diesem Wäscher eine Zweigleitung von der Exportgas-Ableitung abzweigt, in den Wärmetauscher zwecks

rekuperativer Aufheizung des abgezweigten gewaschenen Exportgases durch ungewaschenes Exportgas mündet und von diesem ausgehend der Heizeinrichtung zugeführt ist.

Hierbei ist zweckmäßig, wenn die Zweigleitung in einen Brenner der Heizeinrichtung mündet und daß das Rauchgas des Brenners mittels einer Rauchgasableitung über einen Wärmetauscher zur rekuperativen Erhitzung eines der Heizeinrichtung über eine Leitung zugeführten sauerstoffhältigen Gases oder Sauerstoffes geführt ist.

Vorzugsweise mündet die Zweigleitung in einen Brenner der Heizeinrichtung und ist das Rauchgas des Brenners mittels einer Rauchgasableitung über einen Wärmetauscher zur rekuperativen Erhitzung eines sauerstoffhältigen Gases, wie Luft, zugeführt, wobei die erhitzte Luft zum Brenner der Heizeinrichtung über eine Leitung zugeführt ist.

Eine bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß eine Zweigleitung von der Reduktionsgas-Zuleitung nach dem der Aufheizung des dem weiteren Reduktionsreaktor zugeleiteten Reduktionsgases dienenden Wärmetauscher ausgeht und in eine Nachverbrennungseinrichtung zusammen mit einer Sauerstoff oder ein sauerstoffhältiges Gas zuführenden Leitung mündet.

Eine weitere bevorzugte Anlage mit einem ersten Reduktionsreaktor für Eisenerz, vorzugsweise in Stück- und/oder Pelletform, einem Einschmelzvergaser, einer den Einschmelzvergaser mit dem ersten Reduktionsreaktor verbindenden Zuleitung für ein Reduktionsgas, einer den ersten Reduktionsreaktor mit dem Einschmelzvergaser verbindenden Förderleitung für das im ersten Reduktionsreaktor gebildete Reduktionsprodukt, mit einer vom ersten Reduktionsreaktor ausgehenden Exportgas-Ableitung, mit in den Einschmelzvergaser mündenden Zuleitungen für sauerstoffhältige Gase und Kohlenstoffträger, einem am Einschmelzvergaser vorgesehenen Abstich für Roheisen und Schlacke, und mit mindestens einem zusätzlichen Reduktionsreaktor zur Aufnahme von weiterem Eisenerz, einer Reduktionsgas-Zuleitung zu diesem Reduktionsreaktor, einer Exportgas-Ableitung aus diesem weiteren Reduktionsreaktor und einer Austragsvorrichtung für das in diesem weiteren Reduktionsreaktor gebildete Reduktionsprodukt, wobei die Exportgas-Ableitung des ersten Reduktionsreaktors in eine CO_2-Eliminierungsanlage mündet, von der die Reduktionsgas-

Zuleitung des zusätzlichen Reduktionsreaktors ausgeht und über eine Heizeinrichtung für das von CO_2 gereinigte Exportgas in den zusätzlichen Reduktionsreaktor mündet ist dadurch gekennzeichnet, daß von der Exportgas-Ableitung des weiteren Reduktionsreaktors eine Zweigleitung in einen Brenner der Heizeinrichtung mündet und daß das Rauchgas des Brenners mittels einer Rauchgasableitung über einen Wärmetauscher zur rekuperativen Erhitzung eines sauerstoffhältigen Gases, wie Luft, oder von Sauerstoff geführt ist und das erhitzte sauerstoffhältige Gas bzw. der Sauerstoff zur Heizeinrichtung über eine Leitung geführt ist.

Hierbei mündet zweckmäßig das erhitzte sauerstoffhältige Gas bzw. der erhitzte Sauerstoff in eine Nachverbrennungseinrichtung der Heizeinrichtung zusammen mit über eine von der Reduktionsgaszuleitung ausgehende Zweigleitung zugeleitetem Reduktionsgas.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher erläutert, wobei die Fig. 1 bis 4 jeweils in Blockschema dargestellte Verfahrensvarianten veranschaulichen.

In einem ersten, als Schachtofen 1 ausgebildeten Reduktionsreaktor werden gemäß den Fig. 1 bis 4 in bekannter Weise über eine Leitung 2 teilchenförmiges, eisenoxidhältiges Material, vorzugsweise stückiges Eisenerz, und etwaige Zuschläge zugeführt. Über eine Zuleitung 3 wird Reduktionsgas in den Reduktionsschachtofen 1 eingeblasen, das entgegen dem Strom des nach unten sinkenden Eisenerzes nach oben aufsteigt und die Reduktion des Einsatzes in der Reduktionszone 4 bewirkt. Nach Durchströmen des Schachtofens 1 wird dieses Gas als Exportgas über eine Exportgas-Ableitung 5 abgeführt. Über vorzugsweise als Fallrohre 6 ausgebildete Förderleitungen gelangt der reduzierte Möller, der Eisen in Form von Eisenschwamm enthält, in einen Einschmelzvergaser 7. Dem Einschmelzvergaser 7 wird in bekannter Weise über eine Leitung 8 ein stückiger Kohlenstoffträger, beispielsweise in Form von Braunkohlen-Hochtemperaturkoks sowie gegebenenfalls als Kohle, und weiters über eine Leitung 9 ein sauerstoffhältiges Gas zugeführt.

Unter „Eisenschwamm" wird ein festes End- oder Zwischenprodukt verstanden, das aus einem Eisenoxid durch Direktreduktion gebildet wird, u.zw. ausschließlich über die feste Phase, d.h. ohne daß es notwendig ist, den Weg über ein flüssiges Zwischenprodukt zu beschreiten.

Der Möller bzw. Eisenschwamm fällt hierbei von oben in der im Einschmelzvergaser 7 gebildeten Einschmelzvergasungszone 10 auf ein aus stückigen Kohlenstoffträgern gebildetes Fließbett bzw. Wirbelbett, das durch das eingeblasene sauerstoffhältige Gas aufrecht erhalten wird. Durch die Verbrennung des Kokses sowie gegebenenfalls der Kohle unter Einwirkung des sauerstoffhältigen Gases wird im Fließbett bzw. Wirbelbett soviel Wärme erzeugt, daß der Eisenschwamm schmilzt. Im geschmolzenen Zustand wird er durch den Kohlenstoff fertig reduziert, so daß sich am Boden des Einschmelzvergasers 7 eine Roheisenschmelze bzw. ein Stahlvorprodukt in flüssigem Zustand ansammelt. Über der Roheisenschmelze bildet sich eine Schlackenschmelze aus. Diese beiden Schmelzen werden in vorgegebenen Zeitabständen über entsprechend angeordnete Abstiche 11, 12 abgezogen.

Bei der Verbrennung des Kokses und gegebenenfalls der Kohle im Einschmelzvergaser 7 wird ein im wesentlichen aus CO und H_2 bestehendes Reduktionsgas erzeugt, das über die Zuleitung 3 aus dem Einschmelzvergaser 7 abgezogen und dem Reduktionsschachtofen 1 zugeführt wird. Eine Reinigung und Abkühlung des im Einschmelzvergaser 7 gebildeten Reduktionsgases auf die für die Direktreduktion erforderliche Temperatur erfolgt in an sich bekannter Weise über Staubabscheider oder Wäscher, was in der Zeichnung jedoch nicht näher dargestellt ist.

Das über die Exportgas-Ableitung 5 abgezogene Exportgas wird zunächst einer Reinigung, beispielsweise in einem Zyklon 13 oder einem Wäscher, unterzogen, um es von Staubpartikeln zu befreien. Anschließend gelangt das Exportgas mit Hilfe eines Verdichters 14 in eine CO_2-Eliminierungsanlage 15, in der es weitgehendst von CO_2 und gleichzeitig von H_2S befreit wird. Die CO_2-Eliminierungsanlage ist beispielsweise als Druckwechsel-Adsorptionsanlage oder als CO_2-Wäscher ausgebildet.

Das so gereinigte Exportgas wird als Reduktionsgas über eine Reduktionsgas-Zuleitung 16 einem weiteren Reduktionsreaktor, der als Reduktionsschachtofen 17 ausgebildet ist und ebenso wie der erste Reduktionsschachtofen 1 im Gegenstromprinzip arbeitet, zugeführt. In diesem Schachtofen 17 wird teilchenförmiges Erz, das über die Erzzuleitung 18 zugeführt wird, direkt reduziert. Mit 19 ist eine Ausbringeinrichtung für im Schachtofen 17 aus dem Erz gebildeten Eisenschwamm bezeichnet.

Da das Exportgas für die CO_2-Reinigung auf ein hierfür erforderliches Temperaturniveau zu kühlen ist, wird es vor Einleitung in den weiteren Reduktionsschachtofen 17 einer Aufheizung unterzogen. Die Aufheizung erfolgt in zwei Stufen: Zunächst wird das gereinigte Exportgas in einer ersten Stufe einer indirekten Aufheizung unterzogen, wobei die hierzu dienende Heizeinrichtung 20 als Wärmetauscher ausgebildet ist. Der Wärmetauscher (Rekuperator) 20 weist einen Brenner 21 auf, dem als Brenngas ein sauerstoffhältiges Gas, wie Luft, über eine Leitung 22 und gereinigtes Exportgas, das aus dem weiteren Reduktionsschachtofen 17 abgezogen und über eine Zweigleitung 23 zugeleitet wird, zugeführt wird. Die Erhitzung im Wärmetauscher 20 erfolgt auf eine vom Bündelmaterial gerade noch verträgliche Temperatur. Anschließend wird das in der ersten Stufe rekuperativ erwärmte Reduktionsgas in einer zweiten Stufe auf die für die Reduktion erforderliche Reduktionsgastemperatur weiter erhitzt, und zwar durch eine Teilverbrennung in der Nachverbrennungseinrichtung 24, in der ein Teil des von CO_2 gereinigten Exportgases, das über die Zweigleitung 16' der Reduktionsgas-Zuleitung 16 abgezweigt wird, unter Sauerstoffzuführung 25 verbrannt wird. Hierbei wird Sauerstoff hoher Reinheit verwendet, wodurch das Reduktionsgas die für die Reduktion im weiteren Reduktionsschachtofen 17 erforderliche Temperatur mit einer minimalen Menge an zu verbrennendem Exportgas erreicht. Der erforderliche Temperaturbereich liegt zwischen 600 und 900 ° C.

Das aus dem Reduktionsschachtofen 17 über die Exportgas-Ableitung 26 abgezogene Exportgas wird ebenfalls einer Reinigung und Kühlung in einem Wäscher 27 unterzogen, um es von Staubpartikeln zu säubern und den Wasserdampfgehalt zu erniedrigen. Anschließend wird ein Teil des gereinigten Exportgases über die Zweigleitung 23 abgezweigt und dem Brenner 21 des Wärmetauschers 20 zugeführt. Diese Zweigleitung 23 wird über einen Wärmetauscher 28, der zwischen dem Reduktionsschachtofen 17 und dem Wäscher 27 angeordnet ist und von heißem Exportgas des weiteren Reduktionsprozesses durchströmt wird, geführt, wodurch dieser Teil des gereinigten Exportgases rekuperativ eine beträchtliche Temperaturerhöhung erfährt. Somit braucht dem Brenner 21 nur eine geringe Menge des Exportgases der weiteren Reduktionszone 29 des Reduktionsreaktors 17 zugeführt werden, da dieser Teil des Exportgases mit Hilfe der fühlbaren Wärme des aus dem Reduktionsschachtofen 17 abgezogenen Exportgases auf ein hohes Energieniveau gebracht wurde.

Ein weiterer Teil des im weiteren Reduktionsschachtofen 17 anfallenden Exportgases wird über einen Verdichter 30 ebenfalls der CO_2-Eliminierungsanlage 15 über eine Förderleitung 31, die in die Exportgas-Ableitung 5 mündet, zugeführt und steht dann ebenfalls der CO_2-Eliminierungsanlage 15 und anschließend als Recycle-Reduktionsgas dem weiteren Reduktionsprozeß zur Verfügung. Der für das erfindungsgemäße Verfahren nicht benötigte Teil des Exportgases des Reduktionsschachtofens 17 wird als Exportgas über die Exportgasleitung 26 anderen Verwendungszwecken zugeführt.

Das aus der CO_2-Eliminierungsanlage 15 abgeschiedene CO_2-hältige Abgas wird über eine Abgasleitung 32 zweckmäßig dem über die Zweigleitung 23 dem Brenner 21 des Wärmetauschers 20 zugeführten Teil des Exportgases zugemischt, und zwar vorteilhaft, bevor diese Zweigleitung 23 den Wärmetauscher 28 durchsetzt. In die Exportgas-Ableitung 26 kann auch eine von der Abgasleitung 32 abzweigende Zweigleitung 33, gegebenenfalls mit Entschwefelungseinrichtung 34, mit der ein Teil des CO_2-hältigen Abgases dem Exportgas zugemischt wird, münden.

Gemäß der in Fig. 1 dargestellten Variante wird das im Brenner 21 des Wärmetauschers 20 gebildete Rauchgas über eine Rauchgasableitung 35 abgeführt, wobei in der Rauchgasableitung 35 ein Wärmetauscher 36 zur Erhitzung von Sauerstoff vorgesehen ist. Dieser Sauerstoff wird über die Sauerstoffzuführung 25 dem in der Nachverbrennungseinrichtung 24 stattfindenden Teilverbrennungsprozeß zugeführt. Durch die Erhitzung des Sauerstoffs gelingt eine Minimierung des Sauerstoffverbrauchs und auch eine Minimierung des Verbrauchs an für die Teilverbrennung verwendetem Reduktionsgas.

Gemäß der in Fig. 2 dargestellten Verfahrensvariante wird mittels des im Brenner 21 des Wärmetauschers 20 gebildeten Rauchgases zusätzlich noch Luft mit Hilfe eines weiteren in der Rauchgasableitung vorgesehenen Wärmetauschers 37 erhitzt und diese erhitzte Luft dem Brenner 21 des Wärmetauschers 20 über die Leitung 22 zugeführt. Hierdurch läßt sich die Menge des dem Brenner 21 dieses Wärmetauschers 20 zugeführten Exportgases weiter verringern.

Gemäß der in Fig. 3 dargestellten Verfahrensvariante wird für die Teilverbrennung in der Nachverbrennungseinrichtung 24 im Wärmetauscher 20 vorerhitztes Reduktionsgas - dieses wird über die Zweigleitung 16'' abgezweigt - eingesetzt, so daß der Teilverbrennung nicht nur über den zugeführten Sauerstoff fühlbare Wärme des im Brenner 21 des Wärmetauschers 20 gebildeten Rauchgases zur Verfügung gestellt wird, sondern auch über das für die Teilverbrennung vorgesehene Reduktionsgas. Dies ergibt eine optimale Ausnutzung von Restwärme, was sich nicht nur in einer besseren Reduktionsgasqualität niederschlägt, sondern auch in einer erhöhten Produktion.

Fig. 4 veranschaulicht eine vereinfachte Verfahrensvariante, bei der das dem Brenner 21 des Wärmetauschers 20 zugeführte und dem weiteren Reduktionsprozeß entstammende Exportgas ohne vorherige Erhitzung in einen Wärmetauscher 28 zugeleitet wird. Bei dieser Verfahrensvariante wird lediglich die im Rauchgas enthaltene fühlbare Wärme für die Sauerstofferhitzung des der Teilverbrennung zugeführten Sauerstoffs ausgenutzt.

In Fig. 5 ist eine Variante des in Fig. 1 dargestellten Verfahrens veranschaulicht, wobei sich das Verfahren gemäß Fig. 5 von dem Verfahren gem. Fig. 1 dadurch unterscheidet, daß das über die Zweigleitung 23 abgezweigte Exportgas nicht mehr über den Wärmetauscher 28 geführt wird, sondern direkt zum Brenner 21 des Wärmetauschers 20 geleitet wird. Hierdurch bleibt der Heizwert des abgezweigten Exportgases erhalten und dieses hochwertige Exportgas steht dem Brenner 21 als Stützbrenngas zur Verfügung. Da das in der Abgasleitung 32 abgeführte Abgas der CO_2-Eliminierungsanlage 15 nicht mehr mit dem über die Zweigleitung 23 abgezweigten Exportgas vermischt wird, sondern unvermischt im Wärmetauscher 28 erwärmt wird, erreicht es ein höheres Temperaturniveau; es wird separat vom abgezweigten Exportgas dem Brenner 21 zugeführt. Bei dieser Ausführungsform ergibt sich noch der Vorteil, daß der Druckverlust in der Zweigleitung 23 geringer ist als bei der in Fig. 1 dargestellten Variante, da diese Leitung 23 nicht mehr über den Wärmetauscher 28 führt. Zwar wird bei der in Figur 5 dargestellten Ausführungsform das aus der CO_2-Eliminierungsanlage 15 stammende Abgas nicht mehr durch das abgezweigte Exportgas aufgefettet, sodaß dessen Zündfähigkeit nicht erhöht wird, was aber durch die Verbesserung der Zündgrenzen dieses Abgases mittels der im Wärmetauscher 28 stattfindenden verbesserten Temperaturerhöhung in Kombination mit einem durch das abgezweigte Exportgas betriebenen Stützbrenner mehr als aufgewogen wird.

Gemäß der Fig. 6 dargestellten Variante des in Fig. 4 dargestellten erfindungsgemäßen Verfahrens wird ebenfalls das über die Leitung 23 abgezweigte Exportgas nicht mehr mit dem Abgas der CO_2-Eliminierungsanlage 15 vermischt, sondern beide Gase werden separat dem Brenner 21 der Heizeinrichtung 20 zugeführt, wobei wiederum das abgezweigte Exportgas eine Stützbrennfunktion übernimmt.

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die in der Figurenbeschreibung dargelegten Ausführungsbeispiele, sondern kann in verschiedener Hinsicht modifiziert werden. Beispielsweise ist es möglich, anstelle des im Festbettverfahren arbeitenden Schachtofens 1 auch eine Reduktion von Feinerz im Wirbelschichtverfahren vorzusehen, also den Schachtofen 1 durch einen oder mehrere Wirbelbettreaktoren zu ersetzen. Dies gilt auch für den weiteren Reduktionsprozeß, d.h., daß auch der Reduktionsschachtofen 17 durch Wirbelbettreaktoren, in denen Feinerz im Wirbelschichtverfahren reduziert wird, ersetzt werden kann.

Weiters kann es von Vorteil sein, wenn der Wärmetauscher 36 zur Erhitzung von Sauerstoff dem Wärmetauscher 20 vorgeschaltet ist, so daß die im Brenner 21 entstehenden Heißgase zunächst den Sauerstoff und erst danach das gereinigte Exportgas erhitzen. Hierdurch ist der Sauerstoff auf eine höhere Temperatur erhitzbar und kann daher in geringerer Menge zum Einsatz kommen. Dies ergibt als zusätzlichen Vorteil, daß weniger CO und H_2 in der Nachverbrennungseinrichtung 24 umgesetzt werden, so daß die Verhältnisse CO/CO_2 und H_2/H_2O noch verbessert werden können.

An nachstehenden Beispielen ist die Verbesserung des CO/CO_2-Verhältnisses und des H_2/H_2O-Verhältnisses bei der Umsetzung in der Nachverbrennungseinrichtung 24 erläutert:

Bei einer Anlage gemäß Fig. 1, bei der jedoch der Wärmetauscher 36 zur Erhitzung von Sauerstoff dem Wärmetauscher 20 zur Erhitzung des Exportgases, wie oben beschrieben, vorgeordnet ist - d.h. das im Brenner 21 gebildete heiße Brenngas durchströmt zunächst den Wärmetauscher 36 und erst anschließend den Wärmetauscher 20 -, weist das aus der ersten Reduktionszone 4 stammende Exportgas unmittelbar vor Einleitung in den Wärmetauscher 20

eine Temperatur von 45°C auf. Ein Teil dieses Exportgases wird abgezweigt und mit dieser Temperatur der Nachverbrennungseinrichtung 24 zugeführt.

Im Wärmetauscher 36 auf 500°C vorgewärmter Sauerstoff wird über die Leitung 25 ebenfalls der Nachverbrennungseinrichtung 24 zugeleitet, in der durch Verbrennung ein Heißgas von 4.755°C gebildet wird. Dieses Heißgas wird in der Nachverbrennungseinrichtung 24 mit im Wärmetauscher 20 auf 514°C aufgewärmtem Exportgas vermischt, so daß letztendlich ein Reduktionsgas mit einer Temperatur von etwa 800°C entsteht, das über die Reduktionsgaszuleitung 16 dem weiteren Reduktionsschachtofen 17 zugeführt wird.

Gegenüber dem Stand der Technik, gemäß dem der Sauerstoff mit Raumtemperatur der Nachverbrennungszone zugeleitet wird, ergibt sich eine Qualitätssteigerung dadurch, daß weniger Sauerstoff der Nachverbrennungseinrichtung 24 zugeführt werden muß, wodurch bei der Verbrennung weniger CO und H_2 umgesetzt werden müssen. Hierdurch verbessert sich das CO/CO_2-Verhältnis um etwa 1,4 % und das H_2/H_2O-Verhältnis um etwa 3,3 %.

Bei einer Anlage gemäß Fig. 3 gelangt ebenfalls Exportgas mit einer Temperatur von 45°C in den Wärmetauscher 20 und wird dort auf eine Temperatur von 514°C erhitzt und mit dieser Temperatur der Nachverbrennungseinrichtung 24 zugeführt. Ein Teil des so erhitzten Exportgases wird über die Leitung 16" gemeinsam mit im Wärmetauscher 36 auf 250°C aufgeheizten Sauerstoff der Nachverbrennungseinrichtung 24 zugeführt und verbrannt. Hierbei bildet sich ein Heißgas mit einer Temperatur von 4.996°C, woraus ein Reduktionsgas mit einer Temperatur von 801°C resultiert.

Auch hierbei kann die zugeführte Sauerstoffmenge reduziert werden, und es ergibt sich ein CO/CO_2-Verhältnis, das gegenüber dem Stand der Technik um 3,2 % verbessert ist. Das H_2/H_2O-Verhältnis verbessert sich um 7,8 %.

Wird gemäß dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 der Wärmetauscher 36 dem Wärmetauscher 20 vorgeordnet, so daß die im Brenner 21 geführten Heißgase zunächst den Wärmetauscher 36 durchströmen und erst anschließend den Wärmetauscher 20, gelingt eine Erhitzung des Sauerstoffes auf 500°C, so daß dieser in seiner Menge für die Verbrennung

in der Nachverbrennungseinrichtung 24 weiter verringert werden kann. Durch die Verbrennung eines Teil des auf 514°C erwärmten Exportgases mit dem so erhitzten Sauerstoff bildet sich Heißgas mit einer Temperatur von 5.051°C, das durch Vermischung mit dem restlichen auf 514°C erhitzten Exportgas ein Reduktionsgas mit einer Temperatur von 800°C und eine Verbesserung des CO/CO_2-Verhältnisses um 3,9 % ergibt. Das H_2/H_2O-Verhältnis verbessert sich um 8,9 %.

Nachfolgend ist der Vorteil der Erhitzung des über die Abgasleitung 32 von der CO_2-Elminierungsanlage 15 abgeschiedenen CO_2-hältigen Abgases im Wärmetauscher 28 erläutert, wobei jedoch im Wärmetauscher 28 ausschließlich CO_2-hältiges Abgas und kein über die Leitung 26 aus dem weiteren Reduktionsschachtofen 17 austretendes Exportgas erhitzt wird. Das aus der CO_2-Elminierungsanlage 15 abgeschiedene CO_2-hältige Abgas weist eine Temperatur von 45°C auf und wird in dem Wärmetauscher 28 zur Erhöhung der Zündfähigkeit erhitzt, u.zw. auf eine Temperatur von etwa 280°C. Eine derartige Erhitzung des Abgases ergibt den Vorteil, daß für eine Verbrennung desselben kein Exportgas des weiteren Reduktionsprozesses mehr zugeführt werden muß.

Das so auf 280°C erhitzte CO_2-hältige Abgas wird über die Leitung 23 dem Brenner 21 zugeführt und dort mit nicht vorgewärmter Luft, also Luft mit etwa 25°C, verbrannt. Es bildet sich dabei ein Heißgas mit einer Temperatur von 851°C, mittels dessen Hilfe im Wärmetauscher 20 Exportgas aus dem ersten Reduktionsprozeß erwärmt werden kann. Durch diese Erhitzung des CO_2-hältigen Abgases über Zündtemperatur gelingt es, das Exportgas, das im weiteren Reduktionsprozeß anfällt, vollständig über die Leitung 31 zu rezirkulieren und somit voll für die Direktreduktion auszunutzen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten und Eisenschwamm aus von Eisenerz, vorzugsweise in Stück- und/oder Pelletform, und gegebenenfalls Zuschlägen gebildeten Einsatzstoffen, wobei die Einsatzstoffe in einer ersten Reduktionszone (4) zu Eisenschwamm direkt reduziert werden, der Eisenschwamm in einer Einschmelz-Vergasungszone (10) unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhältigem Gas erschmolzen und ein CO- und H_2-hältiges Reduktionsgas erzeugt wird, welches in die erste Reduktionszone (4) eingeleitet, dort umgesetzt und als Exportgas abgezogen wird, und wobei das abgezogene Exportgas einer CO_2-Eliminierung sowie einer Aufheizung unterzogen wird und als zumindest weitgehend CO_2-freies Reduktionsgas mindestens einer weiteren Reduktionszone (29) zur Direktreduktion von weiterem Eisenerz zugeführt und nach Umsetzung mit dem Eisenerz als Exportgas abgezogen wird, dadurch gekennzeichnet, daß für die Aufheizung des aus der ersten Reduktionszone (4) stammenden Exportgases Wärme des der weiteren Reduktionszone (29) austretenden Exportgases eingesetzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Aufheizung dem aus der weiteren Reduktionszone (29) abgezogenen Exportgas im heißen, ungewaschenen Zustand fühlbare Wärme rekuperativ entzogen wird und dem aus der ersten Reduktionszone (4) stammenden Exportgas über einen Wärmeträger übermittelt wird (Fig. 1 bis 3).

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeträger von gewaschenem Exportgas der weiteren Reduktionszone (29) gebildet ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Aufheizung des aus dem ersten Reduktionsprozeß stammenden Exportgases aus der weiteren Reduktionszone (29) abgezogenes Exportgas nach einer Wäsche rekuperativ von ungewaschenem Exportgas der weiteren Reduktionszone (29) erhitzt und verbrannt wird, wobei die Rauchgase das aus der ersten Reduktionszone (4) stammende Exportgas rekuperativ erhitzen (Fig. 1 bis 3).

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Voraufheizung des aus der ersten Reduktionszone (4) stammenden Exportgases durch

Verbrennung von aus der weiteren Reduktionszone (29) stammendem Exportgas und durch rekuperativen Wärmeübergang der in den Rauchgasen enthaltenen Wärme erfolgt und anschließend eine weitere Aufheizung durch eine Teilverbrennung des aus der ersten Reduktionszone (4) stammenden Exportgases erfolgt, wobei dem Teilverbrennungsprozeß die beim weiteren Reduktionsprozeß nicht verbrauchte Wärmeenergie zugeführt wird (Fig. 1 bis 4).

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß für die Teilverbrennung eingesetzter Sauerstoff bzw. eingesetztes sauerstoffhältiges Gas einer rekuperativen Erhitzung unterworfen wird, und zwar durch im Exportgas, stammend aus dem weiteren Reduktionsprozeß, enthaltene chemisch gebundene und/oder fühlbare Wärme (Fig. 1 bis 4).

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil des aus der weiteren Reduktionszone (29) abgezogenen Exportgases verbrannt wird und daß das dabei entstehende Rauchgas fühlbare Wärme an den Sauerstoff bzw. das sauerstoffhältige Gas rekuperativ abgibt (Fig. 1 bis 4).

8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil des voraufgeheizten, aus der ersten Reduktionszone (4) abgezogenen Exportgases als Brenngas zur Verbrennung desselben zusammen mit Sauerstoff bzw. einem sauerstoffhältigen Gas eingesetzt wird (Fig. 3).

9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 4 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verbrennung von aus der weiteren Reduktionszone (29) stammendem Exportgas diesem Exportgas Luft beigemengt wird, die mit bei der Verbrennung von aus der weiteren Reduktionszone (29) abgezogenem Exportgas entstehendem Rauchgas rekuperativ erhitzt wird (Fig. 2, 3).

10. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, mit einem ersten Reduktionsreaktor (1) für Eisenerz, vorzugsweise in Stück- und/oder Pelletform, einem Einschmelzvergaser (7), einer den Einschmelzvergaser (7) mit dem ersten Reduktionsreaktor (1) verbindenden Zuleitung (3) für ein Reduktionsgas, einer den ersten Reduktionsreaktor (1) mit dem Einschmelzvergaser (7) verbindenden Förderleitung (6) für das

im ersten Reduktionsreaktor (1) gebildete Reduktionsprodukt, mit einer vom ersten Reduktionsreaktor (1) ausgehenden Exportgas-Ableitung (5), mit in den Einschmelzvergaser (7) mündenden Zuleitungen (8, 9) für sauerstoffhältige Gase und Kohlenstoffträger, einem am Einschmelzvergaser (7) vorgesehenen Abstich (11, 12) für Roheisen und Schlacke, und mit mindestens einem zusätzlichen Reduktionsreaktor (17) zur Aufnahme von weiterem Eisenerz, einer Reduktionsgas-Zuleitung (16) zu diesem Reduktionsreaktor (17), einer Exportgas-Ableitung (26) aus diesem weiteren Reduktionsreaktor (17)und einer Austragsvorrichtung (19) für das in diesem weiteren Reduktionsreaktor (17) gebildete Reduktionsprodukt, wobei die Exportgas-Ableitung (5) des ersten Reduktionsreaktors (1) in eine CO_2-Eliminierungsanlage (15) mündet, von der die Reduktionsgas-Zuleitung (16) des zusätzlichen Reduktionsreaktors (17) ausgeht und über eine Heizeinrichtung (20, 24) für das von CO_2 gereinigte Exportgas in den zusätzlichen Reduktionsreaktor (17) mündet, dadurch gekennzeichnet, daß die Exportgas-Ableitung (26) des weiteren Reduktionsreaktors (17) in einen Wärmetauscher (28) mündet und von diesem zu einem Wäscher (27) führt, daß nach diesem Wäscher (27) eine Zweigleitung (23) von der Exportgas-Ableitung (26) abzweigt, in den Wärmetauscher (28) zwecks rekuperativer Aufheizung des abgezweigten gewaschenen Exportgases durch ungewaschenes Exportgas mündet und von diesem ausgehend der Heizeinrichtung (20) zugeführt ist (Fig. 1 bis 3).

11. Anlage nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Zweigleitung (23) in einen Brenner (21) der Heizeinrichtung (20) mündet und daß das Rauchgas des Brenners (21) mittels einer Rauchgasableitung (35) über einen Wärmetauscher (36) zur rekuperativen Erhitzung eines der Heizeinrichtung (24) über eine Leitung (25) zugeführten sauerstoffhältigen Gases oder Sauerstoffes geführt ist (Fig. 1 bis 3).

12. Anlage nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Zweigleitung (23) in einen Brenner (21) der Heizeinrichtung (20) mündet und daß das Rauchgas des Brenners (21) mittels einer Rauchgasableitung (35) über einen Wärmetauscher (37) zur rekuperativen Erhitzung eines sauerstoffhältigen Gases, wie Luft, zugeführt ist, wobei die erhitzte Luft dem Brenner (21) der Heizeinrichtung (20) über eine Leitung (22) zugeführt ist (Fig. 2, 3).

13. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine Zweigleitung (16'') von der Reduktionsgas-Zuleitung (16) nach dem der Aufheizung des dem weiteren Reduktionsreaktor (17) zugeleiteten Reduktionsgases dienenden Wärmetauscher (20) ausgeht und in eine Nachverbrennungseinrichtung (24) zusammen mit einer Sauerstoff oder ein sauerstoffhältiges Gas zuführenden Leitung (25) mündet (Fig. 3).

14. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 13, mit einem ersten Reduktionsreaktor (1) für Eisenerz, vorzugsweise in Stück- und/oder Pelletform, einem Einschmelzvergaser (7), einer den Einschmelzvergaser (7) mit dem ersten Reduktionsreaktor (1) verbindenden Zuleitung (3) für ein Reduktionsgas, einer den ersten Reduktionsreaktor (1) mit dem Einschmelzvergaser (7) verbindenden Förderleitung (6) für das im ersten Reduktionsreaktor (1) gebildete Reduktionsprodukt, mit einer vom ersten Reduktionsreaktor (1) ausgehenden Exportgas-Ableitung (5), mit in den Einschmelzvergaser (7) mündenden Zuleitungen (8, 9) für sauerstoffhältige Gase und Kohlenstoffträger, einem am Einschmelzvergaser (7) vorgesehenen Abstich (11, 12) für Roheisen und Schlacke, und mit mindestens einem zusätzlichen Reduktionsreaktor (17) zur Aufnahme von weiterem Eisenerz, einer Reduktionsgas-Zuleitung (16) zu diesem Reduktionsreaktor (17), einer Exportgas-Ableitung (26) aus diesem weiteren Reduktionsreaktor (17) und einer Austragsvorrichtung (19) für das in diesem weiteren Reduktionsreaktor (17) gebildete Reduktionsprodukt, wobei die Exportgas-Ableitung (5) des ersten Reduktionsreaktors (1) in eine CO_2-Eliminierungsanlage (15) mündet, von der die Reduktionsgas-Zuleitung (16) des zusätzlichen Reduktionsreaktors (17) ausgeht und über eine Heizeinrichtung (20, 24) für das von CO_2 gereinigte Exportgas in den zusätzlichen Reduktionsreaktor (17) mündet, dadurch gekennzeichnet, daß von der Exportgas-Ableitung (26) des weiteren Reduktionsreaktors (17) eine Zweigleitung (23) in einen Brenner (21) der Heizeinrichtung (20) mündet und daß das Rauchgas des Brenners (21) mittels einer Rauchgasableitung (35) über einen Wärmetauscher (36) zur rekuperativen Erhitzung eines sauerstoffhältigen Gases, wie Luft, oder von Sauerstoff geführt ist und das erhitzte sauerstoffhältige Gas bzw. der Sauerstoff zur Heizeinrichtung (24) über eine Leitung (25) geführt ist (Fig. 4).

15. Anlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das erhitzte sauerstoffhältige Gas bzw. der erhitzte Sauerstoff in eine Nachverbrennungseinrichtung (24) der Heizeinrichtung

zusammen mit über eine von der Reduktionsgaszuleitung (16) ausgehende Zweigleitung (16', 16'') zugeleitetem Reduktionsgas mündet (Fig. 4).

16. Handelsfähiges Produkt, wie Walzgut, erzeugt aus Roheisen oder Stahlvorprodukten, hergestellt nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

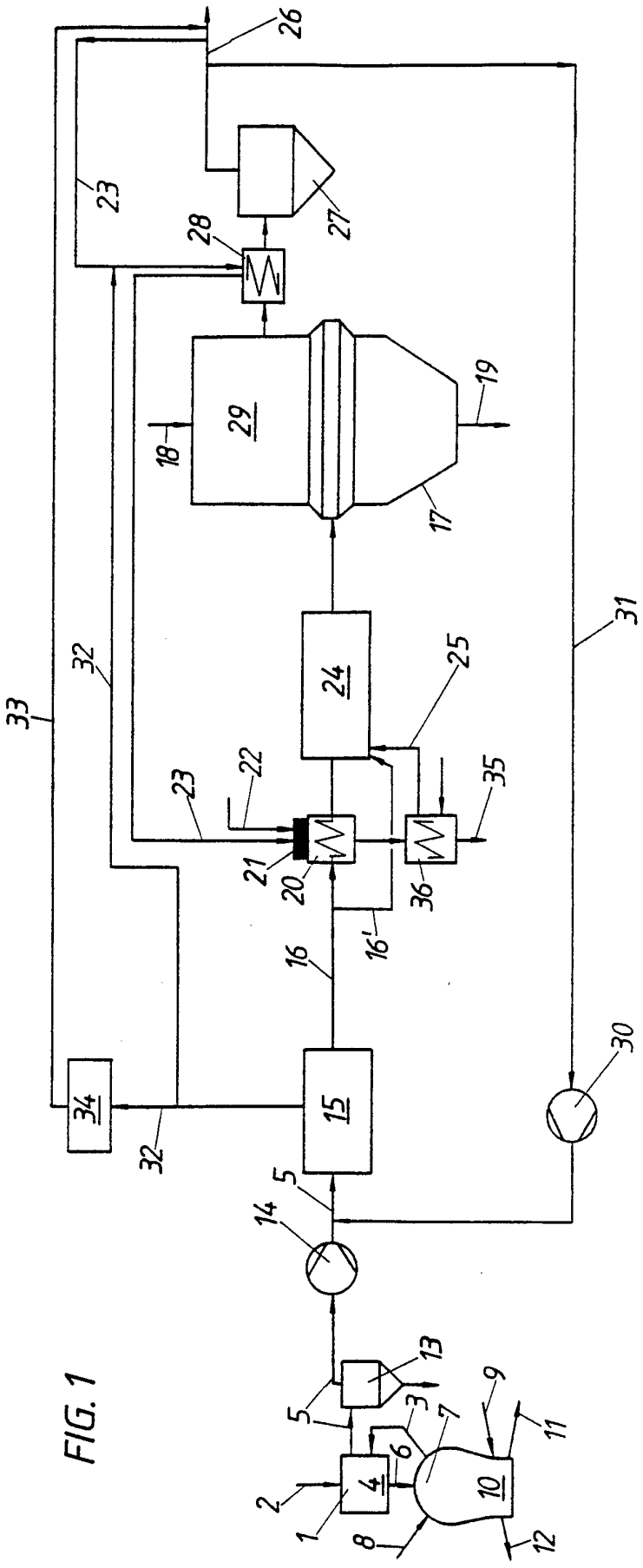

26
23
27
28
29
18
19
17
31
32
33
24
25
22
35
21
20
36
16'
16
30
34
15
32
5
14
13
5
3
9
11
7
6
4
10
2
1
8
12

FIG. 1

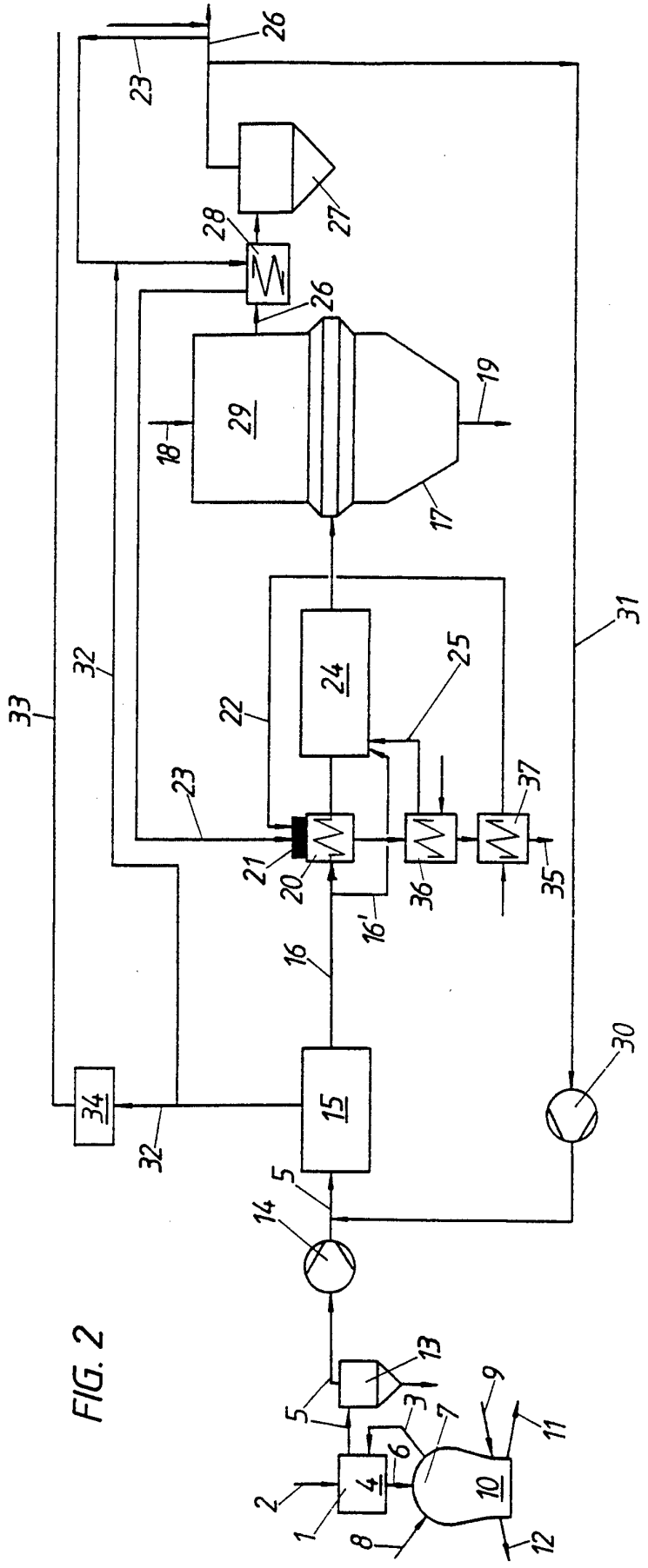

26
23
27
28
26
29
19
18
17
31
32
33
24
25
22
23
37
21
20
36
35
16'
16
30
34
15
32
5
14
13
5
3
9
11
6
7
2
4
10
1
8
12

FIG. 2

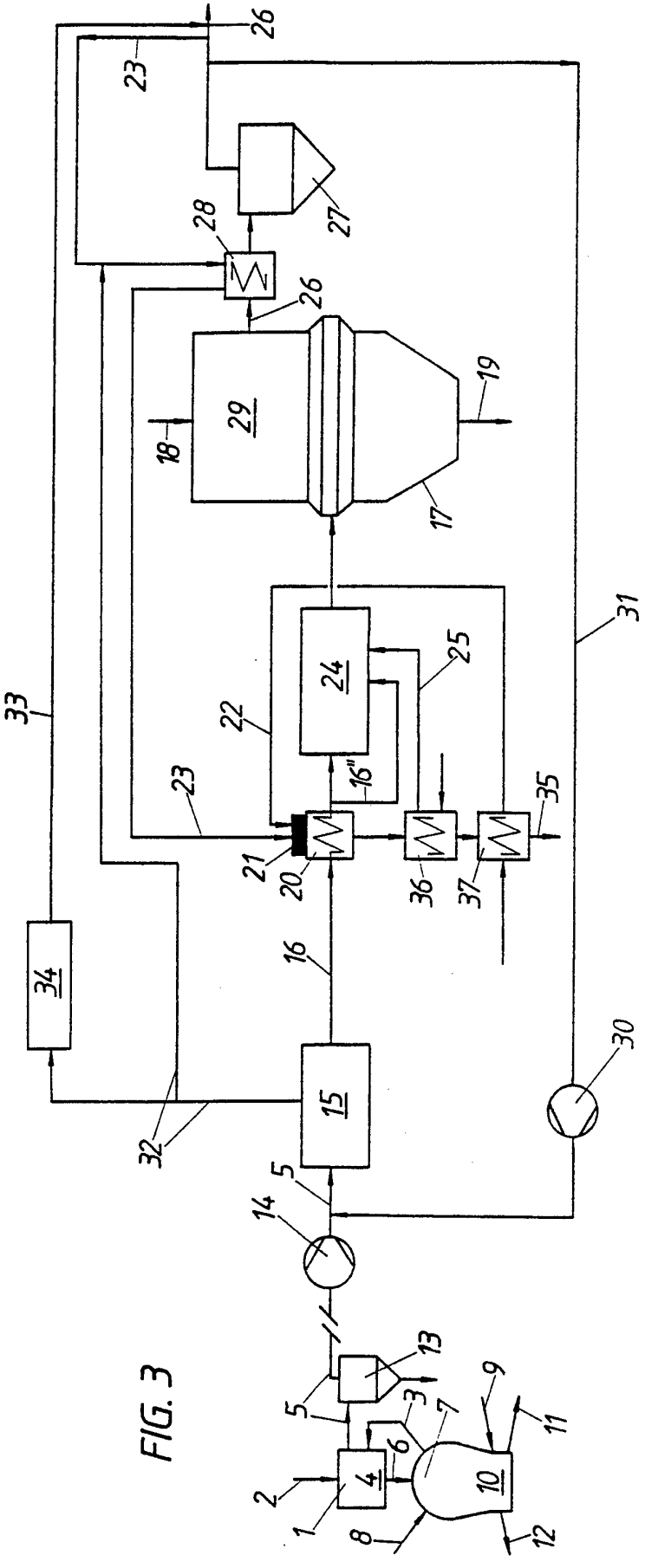

26
23
27
28
26
29
19
18
17
31
24
25
33
22
16''
23
35
21
20
36
37
34
16
30
15
32
5
14
13
5
3
9
11
7
6
4
10
2
1
8
12

FIG. 3

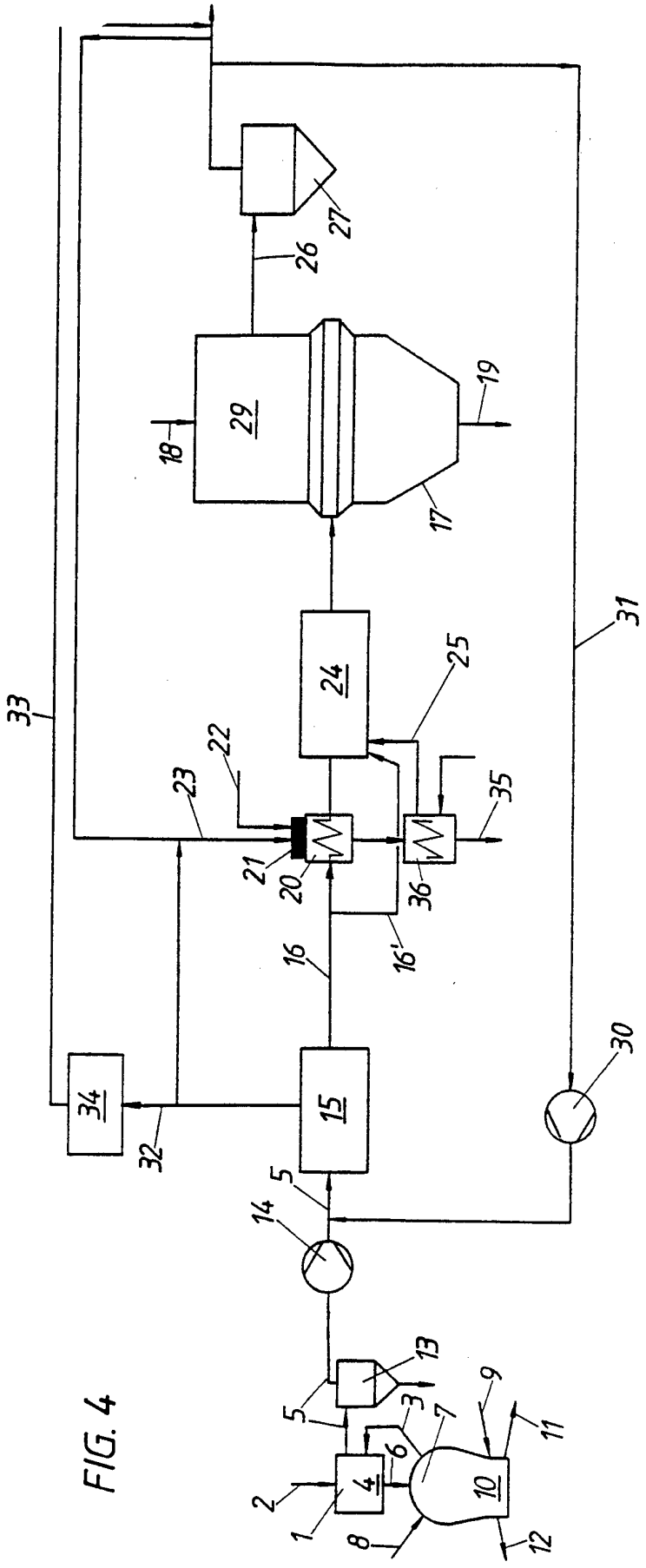

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
16'
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
29
30
31
32
33
34
35
36

FIG. 4

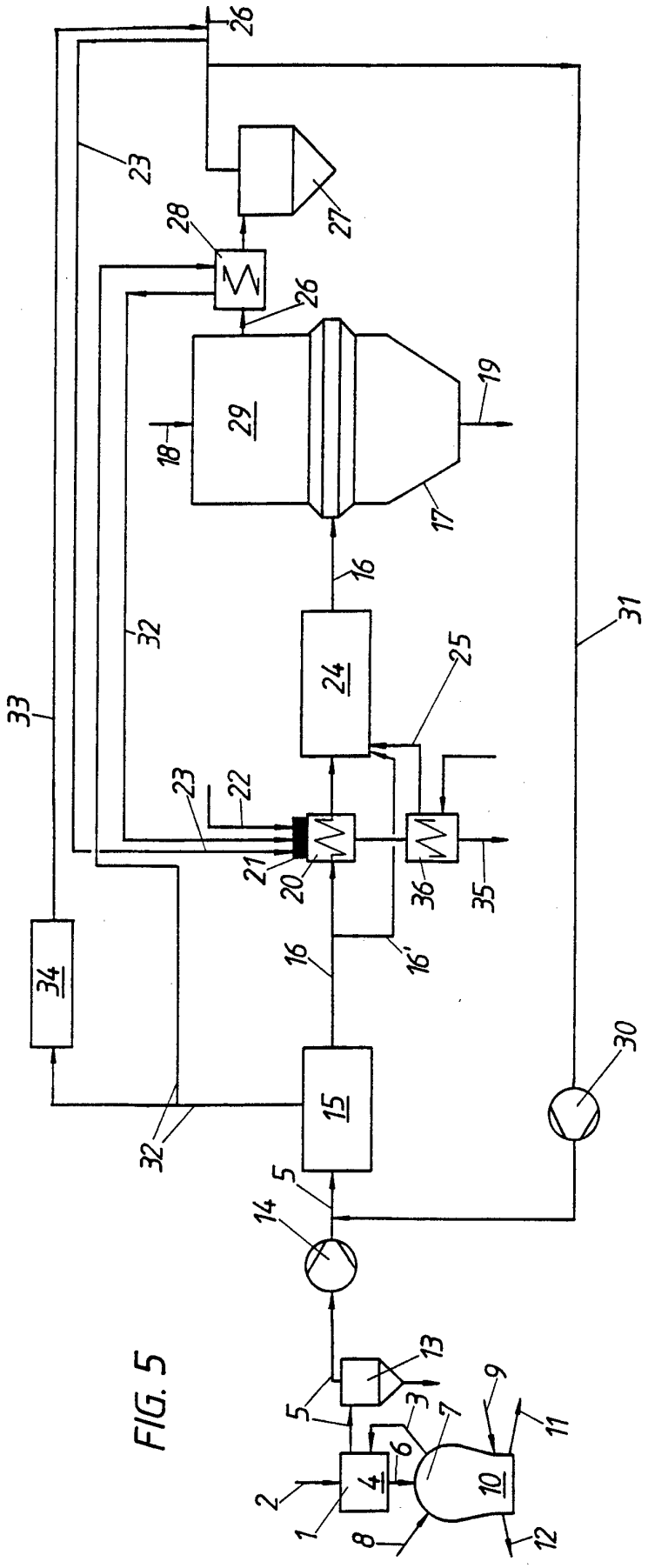

26
23
27
28
26
29
19
18
17
16
31
32
24
25
33
23
22
21
20
36
35
34
16
16'
30
32
15
5
14
13
5
3
9
11
7
6
4
10
2
1
8
12

FIG. 5

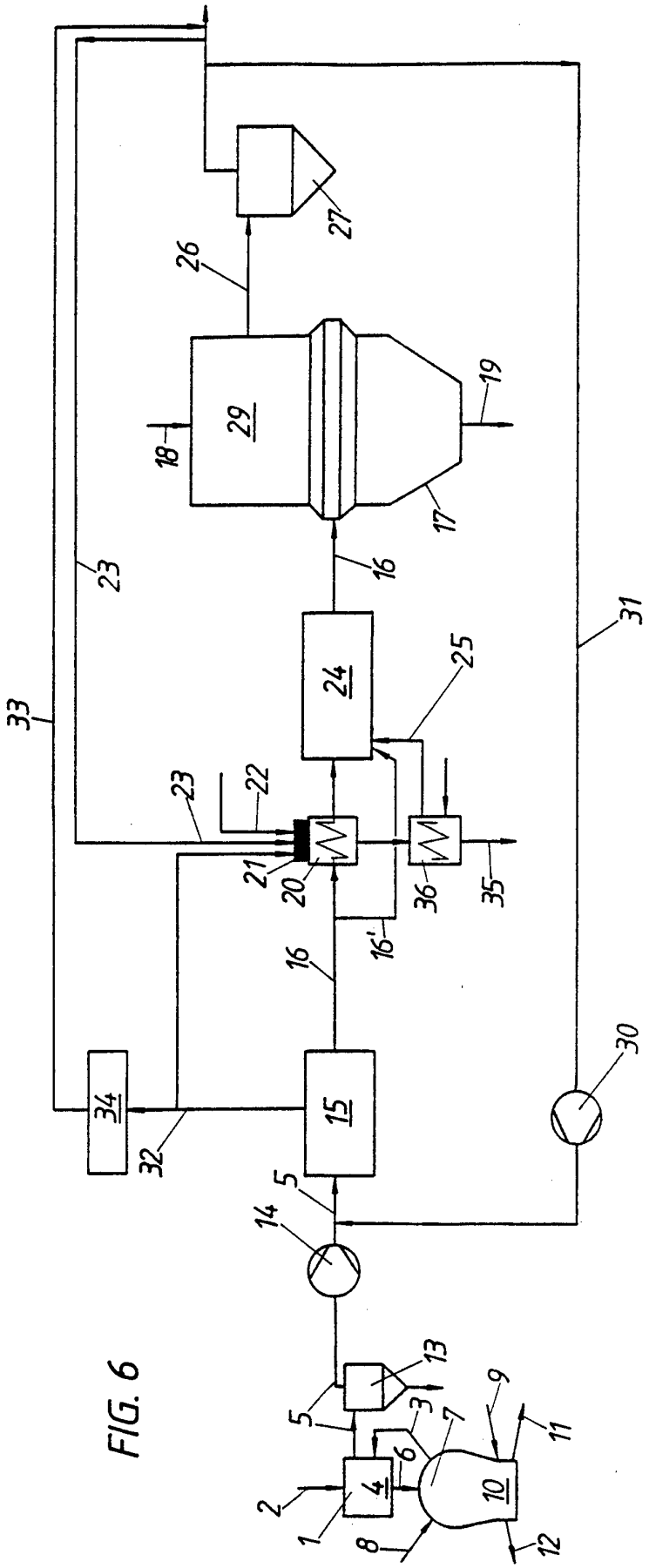

27
26
29
18
19
17
16
23
31
24
25
33
23
22
21
20
36
35
16'
16
34
15
30
32
5
14
13
5
3
9
11
7
6
4
10
2
1
8
12

FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/AT 96/00140

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 C21B13/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 C21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP,A,0 487 856 (DEUTSCHE VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU ET AL.) 3 June 1992 see claim 1; figures 1-4 & DE,C,40 37 977 cited in the application ---	1,10
A	DE,A,37 13 630 (VOEST-ALPINE) 17 November 1988 see claim 1; figures 1-3 ---	1
A	DE,A,44 21 673 (VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU) 12 January 1995 see claim 1; figure --- -/--	1

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
30 September 1996	24. 10. 96
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016	Authorized officer Sutor, W

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/AT 96/00140

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	STEEL TIMES INTERNATIONAL - INCORPORATING IRON & STEEL INTERNATIONAL, vol. 18, no. 2, 1 March 1994, page 12/13 XP000436194 SIUKA D ET AL: "COREX LEADS SMELTING REDUCTION RACE IN THE ABSENCE OF COMMERCIAL COMPETITION FROM OTHER SMELTING REDUCTION PROCESSES, COREX, NOW IN ITS FIFTH YEAR OF OPERATION AT ISCOR, IS AN ESTABLISHED TECHNOLOGY" -----	1

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

I: .tional Application No
PCT/AT 96/00140

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-487856	03-06-92	DE-A- 4037977	11-06-92
		AU-A- 7419894	08-12-94
		AU-A- 8584191	04-06-92
		CA-A- 2052659	30-05-92
		CZ-B- 278732	18-05-94
		JP-A- 4268008	24-09-92
		TR-A- 25745	01-09-93
		US-A- 5238487	24-08-93
DE-A-3713630	17-11-88	NONE	
DE-A-4421673	12-01-95	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Ir. ationales Aktenzeichen
PCT/AT 96/00140

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 C21B13/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 C21B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP,A,0 487 856 (DEUTSCHE VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU ET AL.) 3.Juni 1992 siehe Anspruch 1; Abbildungen 1-4 & DE,C,40 37 977 in der Anmeldung erwähnt ---	1,10
A	DE,A,37 13 630 (VOEST-ALPINE) 17.November 1988 siehe Anspruch 1; Abbildungen 1-3 ---	1
A	DE,A,44 21 673 (VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU) 12.Januar 1995 siehe Anspruch 1; Abbildung --- -/--	1

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zumVerständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
30.September 1996	24. 10. 96
Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	**Bevollmächtigter Bediensteter** Sutor, W

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In ...tionales Aktenzeichen
PCT/AT 96/00140

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	STEEL TIMES INTERNATIONAL - INCORPORATING IRON & STEEL INTERNATIONAL, Bd. 18, Nr. 2, 1.März 1994, Seite 12/13 XP000436194 SIUKA D ET AL: "COREX LEADS SMELTING REDUCTION RACE IN THE ABSENCE OF COMMERCIAL COMPETITION FROM OTHER SMELTING REDUCTION PROCESSES, COREX, NOW IN ITS FIFTH YEAR OF OPERATION AT ISCOR, IS AN ESTABLISHED TECHNOLOGY" -----	1

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Ir. .tionales Aktenzeichen
PCT/AT 96/00140

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP-A-487856	03-06-92	DE-A-	4037977	11-06-92
		AU-A-	7419894	08-12-94
		AU-A-	8584191	04-06-92
		CA-A-	2052659	30-05-92
		CZ-B-	278732	18-05-94
		JP-A-	4268008	24-09-92
		TR-A-	25745	01-09-93
		US-A-	5238487	24-08-93
DE-A-3713630	17-11-88	KEINE		
DE-A-4421673	12-01-95	KEINE		