

PCTWELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ :

C21B 13/14

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 96/12045**(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum:

25. April 1996 (25.04.96)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT95/00199

(22) Internationales Anmeldedatum: 12. Oktober 1995 (12.10.95)

(30) Prioritätsdaten:

A 1958/94 17. Oktober 1994 (17.10.94) AT

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

(72) Erfinder; und

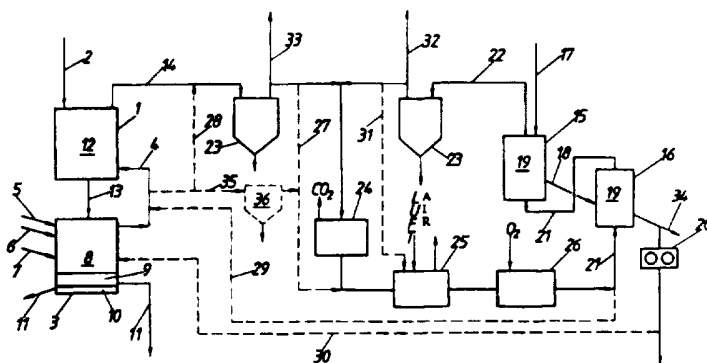
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KEPPLINGER, Leopold,
Werner [AT/AT]; Lahholdstrasse 7, A-4060 Leonding (AT).
MILIONIS, Konstantin [AT/AT]; A-8413 St. Georgen a/d
Stiefling 122 (AT). SIUKA, Dieter [AT/AT]; Linzerstrasse
16, A-4501 Neuhofen (AT). WIESINGER, Horst [AT/AT];
Grüntalerstrasse 74, A-4020 Linz (AT).(74) Anwalt: KOPECKY, Helmut; Zollergasse 37, Postfach 201, A-
1070 Wien (AT).(81) Bestimmungsstaaten: AU, BR, BY, CA, CN, CZ, JP, KR, KZ,
RU, SK, UA, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE,
DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).**Veröffentlicht***Mit internationalem Recherchenbericht.**Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen
Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen
eintreffen.*

(54) Title: PLANT AND PROCESS FOR PRODUCING RAW IRON AND/OR SPONGE IRON

(54) Bezeichnung: ANLAGE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON ROHEISEN UND/ODER EISENSCHWAMM

(57) Abstract

A plant for producing raw iron and/or sponge iron has a direct-reduction shaft furnace (1) for lump iron ore, a melt gasifier (3), a conduit connecting the melt gasifier (3) to the shaft furnace (1) for a reducing gas, a supply conduit (13) connecting the shaft furnace (1) to the melt gasifier (3) for the reduction product in said furnace (1), a top gas line (14) leading out of the shaft furnace (1) with lines (5, 6, 7) opening into the melt gasifier (3) for oxygen-containing gas and carbon vehicles and a run-off (11) on the melt vessel (3) for raw iron and slag. To make it possible to process not only lump but also fine ore economically over a wide range of quantities, the plant has at least one fluidised bed reactor (15, 16) to accept fine ore, a reducing gas inlet (21) thereinto, an exhaust gas outlet (22) from the fluidised bed reactor (15) and an extractor (34) for the reduction product formed in said fluidised bed reactor (15, 16), in which the top gas outlet (14) of the shaft furnace (1) and the exhaust gas outlet (22) of the fluidised bed reactor (15) open into a cleaning device (23) and then into a heater (25, 26) from which leaves the reducing gas inlet line (21) of the fluidised bed reactor (15, 16).

**(57) Zusammenfassung**

Eine Anlage zur Herstellung von Roheisen und/oder Eisenschwamm weist einen Direktreduktions-Schachtofen (1) für stückiges Eisenerz, einen Einschmelzvergaser (3), eine den Einschmelzvergaser (3) mit dem Schachtofen (1) verbindende Zuleitung (4) für ein Reduktionsgas, eine den Schachtofen (1) mit dem Einschmelzvergaser (3) verbindende Förderleitung (13) für das im Schachtofen (1) gebildete Reduktionsprodukt, eine vom Schachtofen (1) ausgehende Topgas-Ableitung (14), mit in den Einschmelzvergaser (3) mündenden Zuleitungen (5, 6, 7) für sauerstoffhaltige Gase und Kohlenstoffträger und einen am Einschmelzgefäß (3) vorgesehenen Abstich (11) für Roheisen und Schlacke auf. Um nicht nur Stückerz, sondern auch Feinerz in einer breiten Variationsmöglichkeit hinsichtlich Menge energie- und produktoptimiert zu verarbeiten, ist die Anlage durch mindestens einen Wirbelbettreaktor (15, 16) zur Aufnahme von Feinerz, eine Reduktionsgas-Zuleitung (21) zu diesem Wirbelbettreaktor (15, 16), eine Abgas-Ableitung (22) aus dem Wirbelbettreaktor (15) und eine Austragsvorrichtung (34) für das im Wirbelbettreaktor (15, 16) gebildete Reduktionsprodukt gekennzeichnet, wobei die Topgas-Ableitung (14) des Schachtofens (1) und die Abgas-Ableitung (22) des Wirbelbettreaktors (15) in eine Reinigungseinrichtung (23) und nachfolgend in eine Heizeinrichtung (25, 26) münden, von der die Reduktionsgas-Zuleitung (21) des Wirbelbettreaktors (15, 16) ausgeht.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

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

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	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
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

Anlage und Verfahren zur Herstellung von Roheisen und/oder Eisenschwamm

Die Erfindung betrifft eine Anlage zur Herstellung von Roheisen und/oder Eisenschwamm, mit einem Direktreduktions-Schachtofen für stückiges Eisenerz, einem Einschmelzvergaser, einer den Einschmelzvergaser mit dem Schachtofen verbindenden Zuleitung für ein Reduktionsgas, einer den Schachtofen mit dem Einschmelzvergaser verbindenden Förderleitung für das im Schachtofen gebildete Reduktionsprodukt, mit einer vom Schachtofen ausgehenden Topgas-Ableitung, mit in den Einschmelzvergaser mündenden Zuleitungen für sauerstoffhaltige Gase und Kohlenstoffträger und einem am Einschmelzgefäß vorgesehenen Abstich für Roheisen und Schlacke. Weiters betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung von Roheisen und/oder Eisenschwamm unter Verwendung dieser Anlage.

Ein Anlage dieser Art ist beispielsweise aus der AT-B - 376.241 sowie der DE-C - 40 37 977 bekannt. Hierbei wird stückiges Eisenerz im Schachtofen in einer Festbett-Direktreduktionszone zu Eisenschwamm reduziert. Der Eisenschwamm wird nachfolgend im Einschmelzvergaser in einer Einschmelzvergasungszone unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas erschmolzen. Im Einschmelzvergaser wird ein CO- und H₂-haltiges Reduktionsgas erzeugt, welches über die den Einschmelzvergaser mit dem Schachtofen verbindende Zuleitung der Direktreduktionszone des Schachtofens zugeführt, dort umgesetzt und als Topgas abgezogen wird. Diese Anlage bzw. dieses Verfahren hat sich zur Verarbeitung von stückigem Eisenerz, worunter Erz mit einer Korngröße von über 3, vorzugsweise über 6 mm verstanden wird, in der Praxis bewährt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anlage sowie ein Verfahren zu schaffen, mit welchen sich nicht nur Stückerz, sondern auch Feinerz verarbeiten läßt, insbesondere Feinerz mit einer Korngröße zwischen 0 und 8 mm, vorzugsweise zwischen 0 und 4 mm. Hierbei soll insbesondere eine große Variationsmöglichkeit hinsichtlich der eingesetzten Stückerz- und Feinerzmenge im Verhältnis zur insgesamt eingesetzten Erzmengen möglich sein, wobei die Anlage in einem weiten Bereich des Verhältnisses Stückerz- zu Feinerzmenge energieoptimiert und auch produktoptimiert betrieben werden kann. D.h. daß das erzeugte Produkt, Roheisen und/oder Eisenschwamm, unter minimaler Energieeinbringung einem hohen Qualitätsstandard entspricht, insbesondere einen hohen Metallisierungsgrad und Reinheitsgrad aufweist, so daß eine problemlose Weiterverarbeitung sichergestellt ist.

Diese Aufgabe wird bei einer Anlage der eingangs beschriebenen Art durch mindestens einen Wirbelbettreaktor zur Aufnahme von Feinerz, eine Reduktionsgas-Zuleitung zu diesem Wirbelbettreaktor, eine Abgas-Ableitung aus dem Wirbelbettreaktor und eine

Austragsvorrichtung, vorzugsweise eine Brikettiereinrichtung, für das im Wirbelbettreaktor gebildete Reduktionsprodukt gelöst, wobei die Topgas-Ableitung des Schachtofens und die Abgas-Ableitung des Wirbelbettreaktors in eine Reinigungseinrichtung, wie einen Wäscher, und nachfolgend in eine Heizeinrichtung münden, von der die Reduktionsgas-Zuleitung des Wirbelbettreaktors ausgeht.

Die Verarbeitung von Feinerz zu Eisenschwamm in einem Wirbelbettreaktor ist dem Prinzip nach aus der US-A - 5,082,251 bekannt. Hierbei wird das Reduktionsgas durch katalytische Reformierung von entschwefeltem und vorgewärmtem Erdgas mit überhitztem Wasserdampf in einem Reformierofen erzeugt. Dieses Verfahren ermöglicht die Herstellung von Eisenschwamm hoher Qualität, jedoch ausschließlich aus Feinerz.

Durch die erfindungsgemäße Verknüpfung einer eingangs beschriebenen Schachtofen-Anlage mit einem Wirbelbettreaktor, bei der ein Teil des dem Wirbelbettreaktor zugeführten Reduktionsgases durch das im Einschmelzvergaser erzeugte und im Schachtofen zu Topgas umgesetzte Reduktionsgas gebildet wird, gelingt es, die Anlage unter optimaler Energieausnutzung der zugeführten Energieträger einzusetzen, wobei der mengenmäßige Anteil von Feinerz bzw. Stückerz an der Gesamterzeinsatzmenge in weiten Bereichen variieren kann und sogar ein Betrieb, bei dem ausschließlich Feinerz eingesetzt wird, denkbar ist. Somit kann erfindungsgemäß der Menge der jeweils zur Verfügung stehenden Erzart, nämlich Feinerz bzw. Stückerz, optimal Rechnung getragen werden. Störungen bei der Verarbeitung von Stückerz verursacht durch einen hohen Feinanteil, wie sie beim Stand der Technik auftreten können, sind in einfacher Weise vermeidbar, da das Feinerz lediglich abgeschieden und dem Wirbelbett im Wirbelbettreaktor zugeführt werden muß. Hierdurch werden auch Probleme bei der Lagerung des Erzes wesentlich vereinfacht. Zudem ist es nicht mehr wie beim Stand der Technik notwendig, Stückerz und Feinerz in unterschiedlichen Anlagen, die einen entsprechend hohen Investitionsaufwand erfordern, zu verarbeiten (Umgehung von Pelletieranlagen).

Vorzugsweise ist die Zuleitung für im Einschmelzvergaser gebildetes Reduktionsgas über einen Bypass zur Überbrückung des Schachtofens direkt mit der Topgas-Ableitung des Schachtofens verbunden. Hierdurch kann für die Reduktion im Schachtofen nicht benötigtes Reduktionsgas als Überschußgas zur Steuerung der Zusammensetzung des in den Wirbelbettreaktor eingeleiteten Reduktionsgases und zur Kapazitätserhöhung der Feinerzverarbeitung herangezogen werden.

Vorteilhaft ist in der Reduktionsgas-Zuleitung des Wirbelbettreaktors eine CO₂-Entfernungsanlage zur Verringerung des CO₂-Gehaltes des im Wirbelbettreaktor gebildeten

Abgases vorgesehen. Hierbei mündet weiters vorteilhaft die Topgas-Ableitung des Schachtofens unter Umgehung der CO₂-Entfernungsanlage in die Reduktionsgas-Zuleitung des Wirbelbettreaktors.

Um die für die Direktreduktion im Wirbelbett-Verfahren notwendige Temperatur des Reduktionsgases sicherzustellen, ist in der Reduktionsgas-Zuleitung des Wirbelbettreaktors eine Nachverbrennungseinrichtung, in der ein Teil des Reduktionsgases unter Sauerstoffzuleitung verbrannt wird, vorgesehen. Hierdurch gelingt es, ohne nennenswerte Gasverluste die Temperatur des Reduktionsgases entsprechend den gewünschten Anforderungen einzustellen.

Ist eine Kapazitätserhöhung bei der Herstellung von Roheisen im Einschmelzvergaser erforderlich, wird zweckmäßig überschüssiges, dem Wirbelbettreaktor zur Verfügung stehendes Reduktionsgas dem Schachtofen für stückiges Eisenerz zugeführt, zu welchem Zweck die Reduktionsgas-Zuleitung des Wirbelbettreaktors über eine Zweigleitung mit der Zuleitung für Reduktionsgas des Schachtofens verbunden ist.

Ist eine Erschmelzung des im Wirbelbettreaktor erzeugten Eisenschwamms gewünscht, z.B. zur Ausnützung überschüssiger Energie des Einschmelzvergasers, wird zweckmäßig Eisenschwamm zumindest in Teilmengen in den Einschmelzvergaser eingebracht, wofür in den Einschmelzvergaser eine Fördereinrichtung zum Einbringen von im Wirbelbettreaktor reduziertem, vorzugsweise anschließend brikettiertem Reduktionsprodukt mündet.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von Roheisen und/oder Eisenschwamm ist dadurch gekennzeichnet, daß Stückerz in einer Festbett-Direktreduktionszone zu Eisenschwamm reduziert wird, der Eisenschwamm in einer Einschmelzvergasungszone unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas erschmolzen und ein CO- und H₂-haltiges Reduktionsgas erzeugt wird, das in die Festbett-Direktreduktionszone eingeleitet, dort umgesetzt und als Topgas abgezogen wird, und daß Feinerz in einer Wirbelbett-Direktreduktionszone im Wirbelbett-Verfahren zu Eisenschwamm reduziert wird, wobei der Wirbelbett-Direktreduktionszone Topgas aus der Festbett-Direktreduktionszone und/oder in der Einschmelzvergasungszone erzeugtes Reduktionsgas, die einer CO₂-Entfernung und einer Aufheizung unterzogen werden, sowie in der Wirbelbett-Direktreduktionszone entstehendes Abgas zugeführt und als Abgas abgezogen werden.

Hierbei wird zweckmäßig das Abgas aus der Wirbelbett-Direktreduktionszone mit Topgas aus der Festbett-Direktreduktionszone und/oder mit in der Einschmelzvergasungszone erzeugtem Reduktionsgas vermischt und der Wirbelbett-Direktreduktionszone zugeführt.

Um den CO₂-Gehalt des der Wirbelbett-Direktreduktionszone zugeführten Reduktionsgases auf das gewünschte Ausmaß zu reduzieren, wird zweckmäßig das Abgas aus der Wirbelbett-Direktreduktionszone einer CO₂-Entfernung unterworfen.

Zur Einstellung der optimalen Temperatur des in der Wirbelbett-Direktreduktionszone eingesetzten Reduktionsgases wird dieses in einem Wärmetauscher aufgeheizt. Zu diesem Zweck kann auch eine vorzugsweise zusätzlich vorgesehene Nachverbrennung des Reduktionsgases durchgeführt werden.

Vorteilhaft wird das in der Einschmelzvergasungszone gebildete Reduktionsgas unter Umgehung der CO₂-Entfernung der Wirbelbett-Direktreduktionszone zugeführt.

Die Direktreduktion im Wirbelbett-Verfahren kann zwei- oder mehrstufig durchgeführt werden, wie dies beispielsweise aus der US-A - 5,082,251 bekannt ist. Weiters ist es möglich, die Direktreduktion mit Hilfe eines zirkulierenden Wirbelbettes durchzuführen, das beispielsweise aus der EP-B - 0 364 865 bekannt ist.

Zur Berücksichtigung unterschiedlicher Einsatzmengen von Stückerz und/oder Feinerz wird vorteilhaft ein Teil des der Wirbelbett-Direktreduktionszone zugeführten Reduktionsgases abgezweigt und der Festbett-Direktreduktionszone zugeführt.

Vorzugsweise wird zwecks optimaler Energieausnutzung zumindest ein Teil des in der Wirbelbett-Direktreduktionszone gebildeten Eisenschwammes in der Einschmelzvergasungszone aufgeschmolzen.

Die erfindungsgemäße Anlage bzw. das erfindungsgemäße Verfahren erlauben es, daß die Menge an eingesetztem Stückerz in einem Bereich zwischen 0 und 100 % des Gesamt-Erzeinsatzes, vorzugsweise zwischen 30 und 60 %, variiert werden kann und der auf 100 % ergänzte Erzeinsatz von Feinerz gebildet ist.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert, wobei die in der Zeichnung dargestellte Figur das Verfahrensschema einer erfindungsgemäßen Anlage veranschaulicht.

In einen Schachtofen 1 wird von oben über eine Fördereinrichtung 2 stückiges Eisenerz über ein nicht dargestelltes Schleusensystem, gegebenenfalls zusammen mit Zuschlagstoffen, chargiert. Der Schachtofen 1 steht mit einem Einschmelzvergaser 3 in Verbindung, in dem aus Kohle und sauerstoffhaltigem Gas ein Reduktionsgas erzeugt wird, welches über eine Zuleitung 4 dem Schachtofen 1 zugeführt wird, wobei in der Zuleitung 4 gegebenenfalls eine Gasreinigungs- und eine Gaskühlungseinrichtung vorgesehen sind.

Der Einschmelzvergaser 3 weist eine Zuführung 5 für feste Kohlenstoffträger, eine Zuführung 6 für sauerstoffhaltige Gase sowie gegebenenfalls Zuführungen 7 für bei Raumtemperatur flüssige oder gasförmige Kohlenstoffträger, wie Kohlenwasserstoffe, sowie für gebrannte Zuschläge auf. In dem Einschmelzvergaser 3 sammelt sich unterhalb der Einschmelzvergasungszone 8 schmelzflüssiges Roheisen 9 und schmelzflüssige Schlacke 10, die über einen Abstich 11 abgestochen werden.

Das im Schachtofen 1 in einer Festbett-Direktreduktionszone 12 zu Eisenschwamm reduzierte stückige Erz wird zusammen mit den in der Direktreduktionszone 12 gebrannten Zuschlägen über eine den Schachtofen 1 mit dem Einschmelzvergaser 3 verbindende Förderleitung 13 zugeführt, beispielsweise mittels nicht näher dargestellter Austragsschnecken etc.. An dem oberen Teil des Schachtofens schließt eine Topgas-Ableitung 14 für das in der Direktreduktionszone 12 aus Reduktionsgas gebildete Topgas an.

Die Anlage weist ferner zwei in Serie hintereinander geschaltete Wirbelbettreaktoren 15, 16 auf, wobei Feinerz über eine Feinerz-Zuleitung 17 dem ersten Wirbelbettreaktor 15 und von diesem über eine Förderleitung 18 zum nachgeordneten Wirbelbettreaktor 16 geleitet wird. Das in den Wirbelbettreaktoren 15, 16 in jeweils einer Wirbelbett-Direktreduktionszone 19 fertigreduzierte Material (Eisenschwamm) wird nach Austritt aus dem zweiten Wirbelbettreaktor 16 einer Brikettieranlage 20 zugeführt, wo es heiß- oder kaltbrikettiert wird. Vor Einleitung des Feinerzes in den ersten Wirbelbettreaktor 15 wird es einer Erzvorbereitung, wie einer Trocknung, unterzogen, was jedoch nicht näher dargestellt ist.

Reduktionsgas wird im Gegenstrom zum Erzdurchfluß vom Wirbelbettreaktor 16 zum Wirbelbettreaktor 17, d.h. zu den Wirbelbettreaktoren vorgesehenen Wirbelbett-Direktreduktionszonen 19, über die Gasleitung 21 geführt und als Abgas über eine Abgas-Ableitung 22 aus dem in Erzflußrichtung ersten Wirbelbettreaktor 15 abgeleitet.

Sowohl das aus dem Schachtofen 1 abgezogene Topgas als auch das aus dem Wirbelbettreaktor 15 abgezogene Abgas werden jeweils in einer vorzugsweise als Naßwäscher ausgebildeten Reinigungseinrichtung 23 gekühlt und gewaschen und nachfolgend durch Zusammenmünden der Topgas-Ableitung 14 und der Abgas-Ableitung 22 miteinander vermischt. Dieses so gebildete Mischgas wird durch eine vorzugsweise als CO₂-Wäscher ausgebildete CO₂-Entfernungsanlage 24 hindurchgeschickt und von CO₂ befreit. Anschließend erfolgt eine Aufheizung des Mischgases in einem Wärmetauscher 25 auf ca. 400°C. Diesem nachgeordnet ist eine Nachverbrennungseinrichtung 26, in der ein Teil des Mischgases unter Sauerstoffzuführung verbrannt wird, wodurch das Mischgas die für die Direktreduktion in den Wirbelbettreaktoren 15, 16 erforderliche Temperatur bis zu ca. 850°C erreicht. Dieses aufgeheizte Mischgas steht nunmehr den Wirbelbettreaktoren 15, 16 als Reduktionsgas zur Verfügung.

Das Stückerz und das Feinerz werden entweder von getrennten Lagerstätten der Anlage zugeführt oder, falls Mischerz zur Verarbeitung gelangen soll, wird dieses einer Erzsiebung unterzogen, worauf die Grobkornfraktion dem Schachtofen 1 und die Feinkornfraktion dem Wirbelbettreaktor 15 zugeführt werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird lediglich das Abgas der Wirbelbettreaktoren 15, 16 einer CO₂-Wäsche unterzogen und das aus dem Schachtofen 1 abgezogene Topgas über eine zum CO₂-Wäscher 24 vorgesehene Bypass-Leitung 27 erst nach der CO₂-Wäsche des Abgases mit diesem vermischt. Wenn nur geringe Stückerzmengen - im Verhältnis zu den eingesetzten Feinerzmengen - eingesetzt werden oder eventuell überhaupt kein Stückerz reduziert wird, kann das im Einschmelzvergaser 3, der dann lediglich als Kohlevergasungsreaktor arbeitet, gebildete Reduktionsgas über eine den Schachtofen 1 überbrückende Bypass-Leitung 28 direkt von der in den Schachtofen 1 mündenden Zuleitung 4 abzweigend werden. Diese Bypass-Leitung 28 tritt auch dann in Aktion, wenn im Einschmelzvergaser 3 Überschußgas, also mehr Reduktionsgas, anfällt, als im Schachtofen 1 benötigt wird. Mit Hilfe dieses Überschußgases kann die Gaszusammensetzung des in die Wirbelbettreaktoren 15, 16 eingebrachten Reduktionsgases gesteuert werden. Hierdurch kann eine Steigerung der in den Wirbelbettreaktoren 15, 16 reduzierten Feinerzmenge erzielt werden.

Für den Fall, daß eine Kapazitätserhöhung der Reduktion des Stückerzes im Schachtofen 1 erforderlich ist, kann Überschußgas des den Wirbelbettreaktoren 15, 16 zugeführten Reduktionsgases über eine Zweigleitung 29 in den Schachtofen 1 eingeleitet werden.

Sowohl das Roheisen als auch der brikettierte Eisenschwamm werden in einem Kompakthüttenwerk, beispielsweise ausgestattet mit Elektroöfen und Konvertern, verarbeitet. Falls erforderlich, kann brikettierter Eisenschwamm auch in den Einschmelzvergaser 3 über die Fördereinrichtung 30 eingebracht und dort eingeschmolzen werden. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn im Einschmelzvergaser 3 überschüssige Energie zur Verfügung steht.

Der Wärmetauscher wird vorteilhaft mit einem Teil des Abgases der Wirbelbettreduktion, das über eine Leitung 31 zugeführt wird, betrieben. Für den Reduktionsprozeß bzw. den Wärmetauscher 25 nicht benötigtes Abgas wird über eine Exportgas-Ableitung 32 anderen Verbrauchern zugeführt. Dies gilt auch für überschüssiges Topgas, das über die Ableitung 33 Verbrauchern zugeführt werden kann. Die Ableitungen 32 und 33 münden vorteilhaft in einen Gas-Sammelbehälter, wie einen Gasometer, zur Zwischenspeicherung des Exportgases und des Topgases. Damit können in vorteilhafter Weise unterschiedliche Gasproduktionen und Druckschwankungen im System abgefangen und ausgeglichen werden.

Anstelle der Brikettieranlage 20 kann auch eine Austragvorrichtung 34, wie z.B. ein Kaltaustragsystem, vorgesehen sein.

Über eine von der Zuleitung 4 ausgehende Bypass-Leitung 35 können der Naßwäscher 23 und der CO₂-Wäscher 24 überbrückt werden. Dies ist vorteilhaft, da das den Einschmelzvergaser 3 verlassende Gas einen geringen CO₂-Gehalt aufweist und es daher nicht notwendig ist, das Gas über diese Einrichtungen zu führen, solange der erhöhte Schwefelgehalt im Gas nicht stört. Weiters bietet das System die Möglichkeit, den CO₂-Gehalt gezielter einzustellen. In die Bypass-Leitung 35 ist ein Staubabscheider 36 integriert.

Sämtliche Fördereinrichtungen bzw. Gasleitungen sind mit Regelorganen bzw. Verdichtern (Kompressoren) in üblicher Weise ausgestattet.

Beispiel:

In einer der Zeichnung entsprechenden Anlage mit einer Produktionskapazität von 100 t/h brikettiertem Eisenschwamm aus Feinerz und etwa 100 t/h Roheisen aus Stückerz wurden 148 t/h Feinerz in die Wirbelbettreaktoren 15, 16 sowie 149 t/h Stückerz in den Schachtofen 1 eingesetzt.

Als Zuschlagstoffe werden Kalkstein, Dolomit und Quarz in einer Menge von 27 t/h in den Wirbelbettreaktor 15 und/oder in den Schachtofen 1 chargiert.

In den Einschmelzvergaser 3 werden Kohle in einer Menge von 800 kg/t Roheisen sowie 540 Nm³/t Roheisen Sauerstoff eingebracht.

Aus dem Schachtofen 1 werden 109 t/h Eisenschwamm ausgetragen und in den Einschmelzvergaser 3 chargiert und dort eingeschmolzen. Roheisen fällt in einer Menge von 100 t/h an und weist folgende chemische Zusammensetzung auf:

Tabelle I	
Fe	94,9 %
C	4,3 %
Si	0,4 %
S	0,04 %
P	0,08 %

Im Einschmelzvergaser 3 kommt es zur Bildung von 30 t/h Schlacke.

Das im Einschmelzvergaser 3 durch Kohlevergasung entstehende Reduktionsgas wird nach einer Reinigung und Kühlung mit etwa 850°C in die Direktreduktionszone 12 des Schachtofens 1 eingeleitet. Es fällt in einer Menge von 190.000 Nm³/h mit folgender chemischer Zusammensetzung an:

Tabelle II	
CO [%]	69,60
CO ₂ [%]	2,83
H ₂ [%]	22,57
H ₂ O [%]	1,54
H ₂ S ppm	500,00
CH ₄ [%]	0,51
N ₂ ,Ar [%]	2,90

Sein Heizwert beträgt 11.300 kJ/Nm³.

Das aus dem Schachtofen 1 austretende Topgas fällt in einer Menge von 160.000 Nm³/h an. Seine chemische Zusammensetzung ist in nachstehender Tabelle III wiedergegeben.

Tabelle III

CO [%]	42,30
CO ₂ [%]	35,87
H ₂ [%]	15,80
H ₂ O [%]	2,26
H ₂ S ppm	125,00
CH ₄ [%]	1,06
N ₂ ,Ar [%]	2,70

Sein Heizwert beträgt 7.435 kJ/Nm³.

Bei dem in den Wirbelbettreaktor 15 chargierten Feinerz handelt es sich um Erz mit einer maximalen Korngröße von 8 mm. Es wird zu Eisenschwamm reduziert, u.zw. in zwei Stufen, und anschließend heißbrikettiert wird. Der heißbrikettierte Eisenschwamm weist einen Metallisierungsgrad (Fe_{met}/Fe_{ges}) von 92 % auf.

Das in die Wirbelbettreaktoren 15, 16 eingeführte Reduktionsgas wird durch Mischen des aus dem Schachtofen 1 abgezogenen Topgases mit einem Teil des aus dem in Fließrichtung des Feinerzes erstgelegenen Wirbelbettreaktor 15 abgezogenen Abgases gebildet. Dieses Abgas fällt in einer Menge von 189.766 Nm³/h an und weist die nachstehende chemische Zusammensetzung auf.

Tabelle IV

CO [%]	41,41
CO ₂ [%]	25,28
H ₂ [%]	17,10
H ₂ O [%]	1,50
H ₂ S ppm	22,31
CH ₄ [%]	3,50
N ₂ ,Ar [%]	11,21

Sein Heizwert beträgt 8.337 kJ/Nm³. Von diesem Abgas werden 20.905 Nm³ als Exportgas über die Exportgas-Ableitung 32 für andere Verwendungszwecke abgezweigt. 151.000 Nm³/h des Abgases werden mit dem aus dem Schachtofen 1 abgezogenen Topgas vermischt, u.zw. nachdem sowohl das Topgas als auch das Abgas einer Naßwäsche unterzogen wurden.

Das so gebildete Mischgas (311.000 Nm³/h) weist einen Heizwert von 7.873 kJ/Nm³ auf. Seine chemische Zusammensetzung ist wie folgt:

Tabelle V

CO [%]	41,87
CO ₂ [%]	30,73
H ₂ [%]	16,43
H ₂ O [%]	1,89
H ₂ S ppm	75,14
CH ₄ [%]	2,24
N ₂ ,Ar [%]	6,83

Nach dem CO₂-Waschen dieses Mischgases im CO₂-Wäscher 24 ist seine chemische Zusammensetzung wie folgt:

Tabelle VI

CO [%]	61,34
CO ₂ [%]	0,45
H ₂ [%]	24,07
H ₂ O [%]	0,70
H ₂ S ppm	1,11
CH ₄ [%]	3,32
N ₂ ,Ar [%]	10,11

Seine Menge beträgt 210.140 Nm³/h und sein Heizwert liegt bei 11.547 kJ/Nm³. Das aus dem CO₂-Wäscher 24 abgeleitete, in der Hauptsache CO₂ enthaltende Gas fällt in einer Menge von 100.860 Nm³/h an. Seine chemische Zusammensetzung ist in nachstehender Tabelle VII wiedergegeben.

Tabelle VII

CO [%]	1,29
CO ₂ [%]	93,81
H ₂ [%]	0,51
H ₂ O [%]	4,37
H ₂ S ppm	229,38
CH ₄ [%]	0,00
N ₂ ,Ar [%]	0,00

Anschließend erfolgt eine Erwärmung des Mischgases in dem Wärmetauscher 25, indem aus dem Wirbelbettreaktor 15 über die Gasleitung 31 abgeleitetes Abgas in einer Menge von 17.861 Nm³/h verbrannt wird. Zu dieser Verbrennung ist eine Luftzuführung in einer Menge von 32.184 Nm³/h nötig.

In das so im Wärmetauscher 25 erwärmte Mischgas wird Sauerstoff in einer Menge von 5.083 Nm³/h zugeführt, so daß eine Teilverbrennung des Mischgases stattfindet. Dieses nunmehr auf eine Temperatur von 820°C erhitzte Mischgas steht nunmehr als Reduktionsgas für die Direktreduktion des Feinerzes in den Wirbelbettreaktoren 15 und 16 zur Verfügung, u.zw. in einer Menge von 210.846 Nm³/h und mit einem Heizwert von 10.947 kJ/Nm³. Seine chemische Zusammensetzung ist in nachstehender Tabelle VIII angegeben.

Tabelle VIII

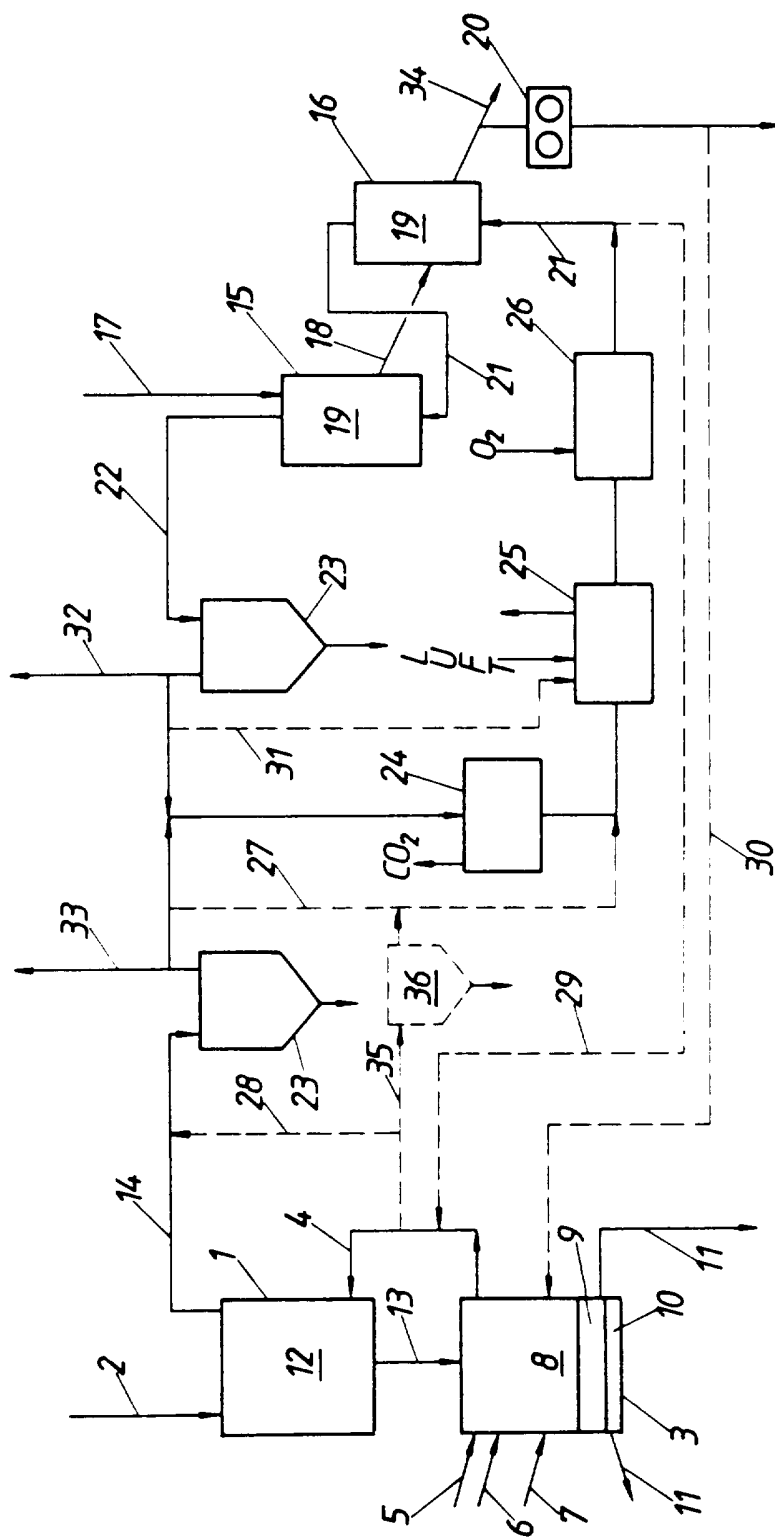
CO [%]	58,16
CO ₂ [%]	3,60
H ₂ [%]	22,82
H ₂ O [%]	2,19
H ₂ S ppm	1,11
CH ₄ [%]	3,15
N ₂ ,Ar [%]	10,09

Patentansprüche:

1. Anlage zur Herstellung von Roheisen und/oder Eisenschwamm, mit einem Direktreduktions-Schachtofen (1) für stückiges Eisenerz, einem Einschmelzvergaser (3), einer den Einschmelzvergaser (3) mit dem Schachtofen (1) verbindenden Zuleitung (4) für ein Reduktionsgas, einer den Schachtofen (1) mit dem Einschmelzvergaser (3) verbindenden Förderleitung (13) für das im Schachtofen (1) gebildete Reduktionsprodukt, mit einer vom Schachtofen (1) ausgehenden Topgas-Ableitung (14), mit in den Einschmelzvergaser (3) mündenden Zuleitungen (5, 6, 7) für sauerstoffhaltige Gase und Kohlenstoffträger und einem am Einschmelzgefäß (3) vorgesehenen Abstich (11) für Roheisen und Schlacke, gekennzeichnet durch mindestens einen Wirbelbettreaktor (15, 16) zur Aufnahme von Feinerz, eine Reduktionsgas-Zuleitung (21) zu diesem Wirbelbettreaktor (15, 16), eine Abgas-Ableitung (22) aus dem Wirbelbettreaktor (15) und eine Austragsvorrichtung (34), vorzugsweise eine Brikettiereinrichtung (20), für das im Wirbelbettreaktor (15, 16) gebildete Reduktionsprodukt, wobei die Topgas-Ableitung (14) des Schachtofens (1) und die Abgas-Ableitung (22) des Wirbelbettreaktors (15) in eine Reinigungseinrichtung, wie einen Wäscher (23), und nachfolgend in eine Heizeinrichtung (25, 26) münden, von der die Reduktionsgas-Zuleitung (21) des Wirbelbettreaktors (15, 16) ausgeht.
2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuleitung (4) für im Einschmelzvergaser (3) gebildetes Reduktionsgas über einen Bypass (28) zur Überbrückung des Schachtofens (1) direkt mit der Topgas-Ableitung (14) des Schachtofens (1) verbunden ist.
3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in der Reduktionsgas-Zuleitung (21) des Wirbelbettreaktors (15, 16) eine CO₂-Entfernungsanlage (24) vorgesehen ist.
4. Anlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Topgas-Ableitung (14) des Schachtofens (1) unter Umgehung der CO₂-Entfernungsanlage (24) in die Reduktionsgas-Zuleitung (21) des Wirbelbettreaktors (15, 16) mündet.
5. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in der Reduktionsgas-Zuleitung (21) des Wirbelbettreaktors (15, 16) eine Nachverbrennungseinrichtung (26) vorgesehen ist.

6. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Reduktionsgas-Zuleitung (21) des Wirbelbettreaktors (16) über eine Zweigleitung (29) mit der Zuleitung (4) für Reduktionsgas des Schachtofens (1) verbunden ist.
7. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß in den Einschmelzvergaser (3) eine Fördereinrichtung zum Einbringen des im Wirbelbettreaktor (15, 16) reduzierten, vorzugsweise anschließend brikettierten Reduktionsproduktes mündet.
8. Verfahren zur Herstellung von Roheisen und/oder Eisenschwamm mit einer Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß Stückerz in einer Festbett-Direktreduktionszone (12) zu Eisenschwamm reduziert wird, der Eisenschwamm in einer Einschmelzvergasungszone (8) unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas erschmolzen und ein CO und H₂-haltiges Reduktionsgas erzeugt wird, das in die Festbett-Direktreduktionszone (12) eingeleitet, dort umgesetzt und als Topgas abgezogen wird, und daß Feinerz in einer Wirbelbett-Direktreduktionszone (19) im Wirbelbett-Verfahren zu Eisenschwamm reduziert wird, wobei der Wirbelbett-Direktreduktionszone Topgas aus der Festbett-Direktreduktionszone (12) und/oder in der Einschmelzvergasungszone (8) erzeugtes Reduktionsgas, die eine CO₂-Entfernung und einer Aufheizung unterzogen werden, sowie in der Wirbelbett-Direktreduktionszone (19) entstehendes Abgas zugeführt und als Abgas abgezogen werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Abgas aus der Wirbelbett-Direktreduktionszone (19) mit Topgas aus der Festbett-Direktreduktionszone (12) und/oder mit in der Einschmelzvergasungszone (8) erzeugtem Reduktionsgas vermischt und der Wirbelbett-Direktreduktionszone (19) zugeführt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Abgas aus der Wirbelbett-Direktreduktionszone (19) einer CO₂-Entfernung unterworfen wird.
11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das der Wirbelbett-Direktreduktionszone (19) zugeführte Reduktionsgas in einem Wärmetauscher (25) aufgeheizt wird.
12. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das der Wirbelbett-Direktreduktionszone (19) zugeführte Reduktionsgas einer Nachverbrennung unterworfen wird.

13. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das in der Einschmelzvergasungszone (8) gebildete Reduktionsgas unter Umgehung der CO₂-Entfernung (24) der Wirbelbett-Direktreduktionszone (19) zugeführt wird.
14. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Direktreduktion im Wirbelbett-Verfahren (19) zwei- oder mehrstufig durchgeführt wird.
15. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil des der Wirbelbett-Direktreduktionszone (19) zugeführten Reduktionsgases abgezweigt und der Festbett-Direktreduktionszone (12) zugeführt wird.
16. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil des in der Wirbelbett-Direktreduktionszone (19) gebildeten Eisenschwammes in der Einschmelzvergasungszone (8) aufgeschmolzen wird.
17. Verfahren zum Betreiben einer Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Menge an eingesetztem Stückerz in einem Bereich zwischen 0 und 100 %, vorzugsweise zwischen 30 und 60 %, des Gesamt-Erzeinsatzes variiert wird und der auf 100 % ergänzte Erzeinsatz von Feinerz gebildet ist.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/AT 95/00199

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	AT,B,396 255 (VOEST-ALPINE) 26 July 1993 ---	
A	EP,A,0 487 856 (DEUTSCHE VOEST-ALPINE) 3 June 1992 -----	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ 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

20 February 1996

Date of mailing of the international search report

08.03.96

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

Elsen, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/AT 95/00199

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
AT-B-396255	26-07-93	NONE	
EP-A-487856	03-06-92	DE-A- 4037977	11-06-92
		AU-B- 7419894	08-12-94
		AU-B- 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

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT 95/00199

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	AT,B,396 255 (VOEST-ALPINE) 26.Juli 1993 ---	
A	EP,A,0 487 856 (DEUTSCHE VOEST-ALPINE) 3.Juni 1992 -----	

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ 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 zum Verständnis 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 erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher 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

20. Februar 1996

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

08 03 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

Elsen, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT 95/00199

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
AT-B-396255	26-07-93	KEINE	
EP-A-487856	03-06-92	DE-A- 4037977	11-06-92
		AU-B- 7419894	08-12-94
		AU-B- 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