

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: **A 35/2009**

(22) Anmeldetag: 12.01.2009

(43) Veröffentlicht am: **15.07.2010**

(51) Int. Cl.⁸: **C21B 5/06** (2006.01),
C21B 13/00 (2006.01),
C10J 3/06 (2006.01),
C10J 3/46 (2006.01)

(73) Patentinhaber:

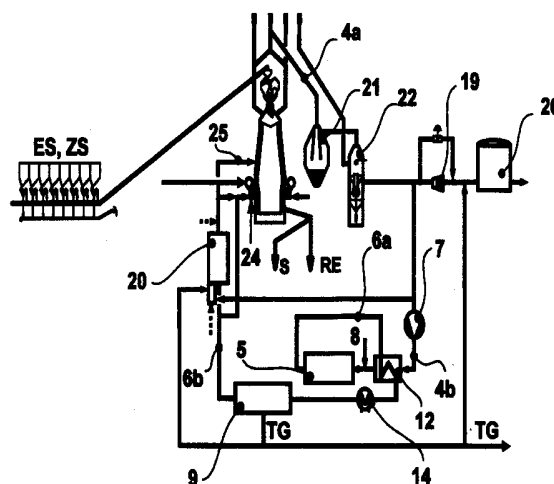
**SIEMENS VAI METALS TECHNOLOGIES
GMBH & CO
A-4031 LINZ (AT)**

(72) Erfinder:

MILLNER ROBERT DIPL.ING. (MBA)
LOOSDORF (AT)

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG VON ROHEISEN ODER FLÜSSIGEN STAHLVORPRODUKTEN

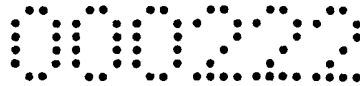
(57) Gezeigt werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten, wobei eisenerzhaltige Einsatzstoffe und gegebenenfalls Zuschlagsstoffe in einer Reduktionszone mittels eines Reduktionsgases zumindest teilweise reduziert, in weiterer Folge in eine Schmelzzone eingebracht und unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern, insbesondere Koks und/oder Kohle, und sauerstoffhaltigem Gas und unter Bildung des Reduktionsgases erschmolzen werden. Das dabei gebildete Reduktionsgas wird der Reduktionszone zugeführt und dort umgesetzt und gegebenenfalls nach einer Reinigung als Exportgas abgezogen. Ein Teil des Exportgases wird in einem Umwandlungsreaktor 5 unter Zusatz von Wasserdampf und/oder Wasser einer CO-Konvertierung unterworfen, wobei ein definiertes Mengenverhältnis H_2 zu CO eingestellt, CO_2 zumindest teilweise abgeschieden und ein Teil davon als modifiziertes Reduktionsgas in die Reduktionszone und/oder in die Schmelzzone eingeleitet wird.



ZUSAMMENFASSUNG

Gezeigt werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten, wobei eisenerzhaltige Einsatzstoffe und gegebenenfalls Zuschlagsstoffe in einer Reduktionszone mittels eines Reduktionsgases zumindest teilweise reduziert, in weiterer Folge in eine Schmelzzone eingebracht und unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern, insbesondere Koks und/oder Kohle, und sauerstoffhaltigem Gas und unter Bildung des Reduktionsgases erschmolzen werden. Das dabei gebildete Reduktionsgas wird der Reduktionszone zugeführt und dort umgesetzt und gegebenenfalls nach einer Reinigung als Exportgas abgezogen. Ein Teil des Exportgases wird in einem Umwandlungsreaktor 5 unter Zusatz von Wasserdampf und/oder Wasser einer CO-Konvertierung unterworfen, wobei ein definiertes Mengenverhältnis H_2 zu CO eingestellt, CO_2 zumindest teilweise abgeschieden und ein Teil davon als modifiziertes Reduktionsgas in die Reduktionszone und/oder in die Schmelzzone eingeleitet wird.

Fig. 1



Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten

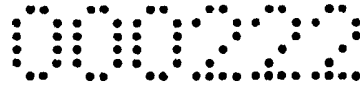
Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten in einer Schmelzzone, wobei eisenerzhaltige Einsatzstoffe und gegebenenfalls Zuschlagsstoffe in einer Reduktionszone mittels eines Reduktionsgases zumindest teilweise reduziert, in weiterer Folge in die Schmelzzone eingebracht und unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern, insbesondere Koks und/oder Kohle, und sauerstoffhaltigem Gas und unter Bildung des Reduktionsgases erschmolzen werden, wobei das gebildete Reduktionsgas der Reduktionszone zugeführt und dort umgesetzt und gegebenenfalls nach einer Reinigung als Exportgas abgezogen wird.

Es ist aus dem Stand der Technik bekannt, dass Reduktionsgase hinsichtlich ihrer Zusammensetzung modifiziert werden können. Aus der US 3,909,244 ist zu entnehmen, dass Reduktionsgas aus einem Erdgasreformer derart behandelt wird, dass der Wasserstoffgehalt erhöht wird. Die Nutzung des Reduktionsgases wird aber nicht näher erläutert.

Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, die ein effizienteres Schmelzreduktionsverfahren ermöglicht, wobei insbesondere die Nutzung des Reduktionsgases verbessert wird.

Diese Aufgabe wird durch das erfindungsgemäße Verfahren nach Anspruch 1 und durch die Vorrichtung nach Anspruch 10 gelöst.

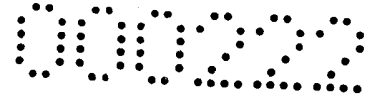
Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird zumindest ein Teil des Exportgases in einem Umwandlungsreaktor unter Zusatz von Wasserdampf und/oder Wasser einer Kohlenmonoxid-Konvertierung (CO-Konvertierung) unterworfen. Dabei wird im Exportgas ein definiertes Mengenverhältnis H_2 zu CO eingestellt und zumindest ein Teil davon als modifiziertes Reduktionsgas erneut in die Reduktionszone und/oder die Schmelzzone



eingeleitet. Durch diese Maßnahme kann das verbrauchte Reduktionsgas, das in der Reduktionszone bereits zur Reduktion genutzt wurde, aus der Reduktionszone abgezogen werden.

Das abgezogene Reduktionsgas aus einem Hochofen oder einem Reduktionsschacht wird als Topgas und aus einem Wirbelschichtreaktor als Offgas bezeichnet. Die Begriffe wurden unter dem Sammelbegriff Exportgas zusammengefasst. Zusätzlich kann aufgrund der Druckregelung in der Schmelzzone ein sogenanntes Überschussgas anfallen, das ebenfalls abgezogen wird und gemeinsam mit Exportgas genutzt werden kann. Ebenso kann Reduktionsgas aus dem Schmelzaggregat gemeinsam mit Exportgas genutzt werden.

In einer nachfolgenden Behandlung in einem Umwandlungsreaktor erfolgt eine Umwandlung, wobei das Verhältnis von Kohlenmonoxid (CO) zu Wasserstoff (H₂) in einer sogenannten CO-Konvertierung unter Zusatz von Wasserdampf und/oder Wasser und mittels Katalysatoren eingestellt wird. Dabei kann das Reduktionsgas derart modifiziert werden, dass es wieder in die Reduktionszone und/oder in die Schmelzzone eingebracht und erneut zur Reduktion bzw. als Energieträger genutzt werden kann. Vorteilhaft ist dabei, dass die Nutzung des Reduktionsgases im Reduktionsprozess verbessert werden kann, sodass die nötige Menge an Kohlenstoffträgern zur Erzeugung von Reduktionsgas in der Schmelzzone reduziert werden kann. Einerseits ist aufgrund der geringeren Dichte von wasserstoffreichem Gas eine geringere hydraulische Belastung in der Reduktionszone und/oder der Schmelzzone möglich. Dadurch kann entweder mit einer vorgegebenen Anlagengröße eine größere Produktivität erzielt werden oder es ist für eine vorgegebene Produktionskapazität eine kleinere Anlage erforderlich. Andererseits ergeben sich Vorteile aufgrund der Reduktionskinetik, da die chemischen Reaktionen von Eisenoxidkomponenten (Fe₂O₃, Fe₃O₄, FeO, etc.) mit H₂ wesentlich rascher ablaufen als mit CO.



Bei der Rückführung des modifizierten Reduktionsgases erfolgt eine Mischung mit Reduktionsgas aus der Schmelzzone, sodass die Zusammensetzung des Reduktionsgases besser eingestellt werden kann. Vorteilhaft ist dabei die unmittelbare Rückführung des modifizierten Reduktionsgases. Die Rückführung des wasserstoffreichen Reduktionsgases in die Reduktionszone und/oder die Schmelzzone hat gegenüber dem Eintrag in ein anderes Reduktionsaggregat den Vorteil, dass die bessere Reduktionskinetik von wasserstoffreichem Gas bereits in der Schmelzzone bzw. der Reduktionszone zur Produktivitätserhöhung genutzt werden kann. Des Weiteren ist es nicht unbedingt erforderlich ein separates Reduktionsaggregat zur Erzeugung von direkt reduziertem Eisen zu betreiben, wodurch Investitionskosten für den Entfall des parallelen Reduktionsschachtes inkl. Randkomponenten (Wäscher, Wassersystem, etc.) eingespart werden können.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Exportgas vor der CO-Konvertierung gekühlt und gereinigt, insbesondere entstaubt, und/oder verdichtet und/oder, insbesondere unter Nutzung der Abwärme des modifizierten Reduktionsgases, zur Einstellung der Prozesstemperatur für die CO-Konvertierung wiedererwärmt. Für die CO-Konvertierung ist es vorteilhaft nur gereinigtes Exportgas zu verwenden, da dieses erhebliche Anteile an Feststoffen, wie z.B. Stäuben aufweist. Für manche Reinigungsverfahren, wie z.B. bei Nassreinigungsverfahren, ist es nötig das heiße Exportgas zunächst zu kühlen. Das gereinigte Exportgas wird dann, soweit nötig, wiedererwärmt auf die für die CO-Konvertierung nötigen Temperaturen. Besonders vorteilhaft kann diese Wiedererwärmung mittels der Abwärme aus dem modifizierten Reduktionsgas erfolgen, da bei der CO Konvertierung Wärme frei gesetzt wird.

Erfindungsgemäß wird das Exportgas vor der CO-Konvertierung heiß gereinigt, insbesondere trocken entstaubt, und/oder zur Einstellung der Gastemperatur der CO-Konvertierung gekühlt oder erwärmt. Heißreinigungen machen eine Wiedererwärmung

nahezu unnötig oder reduzieren den dabei benötigten Energieaufwand. Bei besonders heißem Exportgas ist es sogar möglich, vollständig auf eine Wiedererwärmung zu verzichten bzw. nur durch Kühlung eine für die CO-Konvertierung nötige Temperatur einzustellen.

Nach einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das modifizierte Reduktionsgas vor dessen Einleitung in die Reduktionszone und/oder die Schmelzzone zunächst gekühlt und die Abscheidung in einem Abscheidungsverfahren, insbesondere einem Adsorptions- oder Absorptionsverfahren, erfolgt, wobei Kohlendioxid (CO_2) aus dem modifizierten Reduktionsgas zumindest teilweise abgeschieden und als Tailgas abgeführt wird. Durch die Kühlung vor dem CO_2 Abscheidungsverfahren wird auch der überwiegende Anteil an Wasserdampf auskondensiert bzw. abgeschieden.

Der CO_2 -reiche Strom aus dem CO_2 Abscheidungsverfahren wird als Tailgas abgeführt. Das CO_2 und der Wasserdampf müssen entfernt werden, da das Reduktionspotential durch das CO_2 und den Wasserdampf reduziert wird. Adsorption- und Absorptionsverfahren haben sich dabei als vorteilhaft erwiesen, wobei das abgeschiedene CO_2 als sogenanntes Tailgas abgeführt wird. Dieses kann einer Sequestrierung oder einer weiteren Behandlung zugeführt aber auch im Falle von Adsorptionsverfahren in die Atmosphäre abgegeben werden.

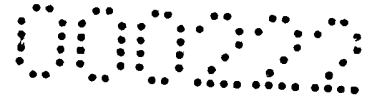
Aufgrund der geringen Betriebskosten haben sich Adsorptionsverfahren, wie Vakuum-Druckwechselanlagen und Druckwechselanlagen bei Roheisenerzeugungsanlagen bewährt. Bei diesen Anlagen wird durch die Erhöhung des H_2/CO Verhältnisses auch die Produktgasausbeute erhöht, weil die Adsorptionskräfte von Wasserstoff (H_2) wesentlich geringer sind als von Kohlenmonoxid (CO) und Stickstoff (N_2) und somit für Wasserstoff (H_2) eine höhere Produktausbeute erzielt werden kann. Letztere Eigenschaft ermöglicht

unter anderem die Trennung von H_2 und N_2 und somit eine Ausschleusung von N_2 aus dem Recyclegasstrom.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zumindest ein Teil des modifizierten Reduktionsgases, insbesondere nach einer Abscheidung von CO_2 und H_2O aus dem modifizierten Reduktionsgas, mit Reduktionsgas aus der Schmelzzone gemischt und, insbesondere nach einer Entstaubung, der Reduktionszone zugeführt. Durch die Mischung mit dem Reduktionsgas aus der Schmelzzone kann einerseits die Zusammensetzung, aber auch die Temperatur des Gasgemisches, das in die Reduktionszone eingebracht wird, eingestellt bzw. angepasst werden.

Nach einer besonderen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zumindest ein Teil des modifizierten Reduktionsgases, insbesondere nach einer Abscheidung von CO_2 und H_2O aus dem modifizierten Reduktionsgas, erwärmt, gegebenenfalls mit entstaubtem Reduktionsgas aus der Schmelzzone gemischt und der Reduktionszone zugeführt. Durch eine zusätzliche Erwärmung können auch größere Mengen an modifiziertem Reduktionsgas in die Reduktionszone eingebracht werden, wobei insbesondere die für die Reduktionsbedingungen nötigen hohen Gastemperaturen eingestellt werden können. Darüber hinaus kann durch die Erhöhung des H_2/CO -Verhältnisses die Aufheizung des Reduktionsgases überwiegend in einem indirekten Wärmetauscher erfolgen, da die Nachteile einer Metal Dusting Korrosion durch den hohen H_2 -Gehalt, insbesondere in Verbindung mit einer Zugabe von H_2S oder anderen Schwefelverbindungen vor dem Wärmetauscher vermieden werden können.

Gemäß einer geeigneten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein Teil des in der Schmelzzone erzeugten Reduktionsgases, gegebenenfalls nach einer Reinigung, mit Exportgas gemischt und dem Umwandlungsreaktor zugeführt. Dabei kann die Zusammensetzung der Gasmischung insgesamt angepasst werden und nicht nur die

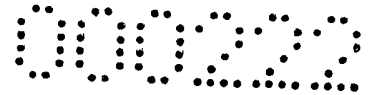


des Exportgases, sodass ein modifiziertes Reduktionsgas mit hohem Reduktionsgrad eingestellt werden kann. Darüber hinaus wird die Dichte des Reduktionsgases durch die Mischung mit dem wasserstoffreichen Gas, welches durch CO-Konvertierung und durch Entfernung von H_2O bzw. CO_2 entsteht, vermindert. Dadurch entsteht die Möglichkeit mehr Reduktionsgas bei gleichem Differenzdruck durch das Reduktionsaggregat zu schicken und somit eine höhere Produktionsleistung bzw. eine höhere Metallisierung von direkt reduziertem Eisen zu erzielen. Weiters kann durch die exakte Einstellung des H_2/CO Verhältnisses die Temperaturführung im Reduktionsreaktor gesteuert werden, da die Reduktion von Eisenoxiden über CO überwiegend exotherm ist, während jene über H_2 überwiegend endotherm ist.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein Teil des in der Schmelzzone erzeugten Reduktionsgases, gegebenenfalls nach einer Reinigung, und gegebenenfalls nach Mischung mit Exportgas und/oder Tailgas, als brennbares Gasgemisch aus dem Verfahren abgeführt. Überschüssige Gase, die nicht mehr der Reduktionszone zugeführt werden können, werden als brennbare Gasgemische für andere Nutzungen zur Verfügung gestellt, wobei insbesondere deren Energieinhalt durch eine Verbrennung genutzt wird. Es ist vorteilhaft derartige Gase zunächst zu speichern und dabei deren Zusammensetzung auszugleichen, da insbesondere das Tailgas eine stark schwankende Zusammensetzung aufweist.

Erfindungsgemäß wird ein Teil des Exportgases einer Entspannungsturbine zur Nutzung der Druckenergie des Exportgases zugeführt. Durch die Entspannungsturbine kann die Energiebilanz des Verfahrens insgesamt verbessert werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung sieht vor, dass zumindest ein Teil des Exportgases aus einem Reduktionsaggregat mittels einer Exportgasleitung in einen Umwandlungsreaktor zur CO-Konvertierung zugeführt werden kann. Bei der CO-Konvertierung wird das Exportgas unter Zusatz von Wasserdampf und/oder Wasser behandelt, wobei ein



definiertes Mengenverhältnis H_2 zu CO im Exportgas eingestellt werden kann. Dieses kann über eine Zuleitung als modifiziertes Reduktionsgas in die Reduktionszone und/oder in die Schmelzzone eingeleitet werden. Durch die Rückführung des modifizierten Reduktionsgases, ist es möglich, den Bedarf von Kohlenstoffträgern im Schmelzaggregat zur Herstellung von Reduktionsgas zu reduzieren. Hinzu kommt, dass die Anlagenteile kompakt gehalten werden können und die Menge an anfallendem Exportgas verringert wird, sodass die Einrichtungen zur Verarbeitung von aus dem Prozess ausgeschleustem Exportgas ebenfalls kostengünstiger ausgeführt werden können.

Gemäß einer alternativen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist in der Exportgasleitung ein Verdichter, insbesondere ein ein- oder mehrstufiger Kompressor, und/oder ein Eintrag zum Einblasen von Dampf und/oder zum Eindüsen von Wasser in das Exportgas vorgesehen. Durch den Verdichter kann der für die Eindüsung des Reduktionsgases in die Prozessreaktoren bzw. in die zuführenden Prozessgasleitungen nötige Druck eingestellt werden. Über den Eintrag kann der Wasserdampf und/oder Wasser für die CO-Konvertierung in das Exportgas eingebracht werden.

Eine mögliche Variante der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, dass in der Exportgasleitung eine Kühleinrichtung, insbesondere ein Wärmetauscher, zum Kühlen und/oder eine Reinigungseinrichtung, insbesondere eine Nassreinigung, zur Reinigung des Exportgases vor der CO-Konvertierung vorgesehen ist/sind. Das Exportgas muss aufgrund von feinteilchenförmigen Feststoffen und Stäuben, die mit dem Exportgas aus dem Reduktionsaggregat ausgeleitet werden zunächst gereinigt werden. Nassreinigungen haben den Vorteil, dass die Feststoffe und Stäube sicher abgeschieden werden. Gegebenenfalls kann vor der Reinigungseinrichtung eine Kühlung mittels eines Wärmetauschers erfolgen, wobei die dabei abgeführte Energie im Verfahren genutzt werden kann.

Gemäß einer alternativen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist in der Exportgasleitung ein Wärmetauscher zur Erwärmung des Exportgases gegebenenfalls unter Nutzung der Abwärme des modifizierten Reduktionsgases und/oder ein Eintrag zum Einblasen von Dampf und/oder zum Eindüsen von Wasser in das Exportgas vorgesehen. Durch den Wärmetauscher kann die für die CO-Konvertierung nötige Temperatur eingestellt werden. Wiederum wird eine effiziente Erwärmung erzielt, indem das heiße modifizierte Reduktionsgas zur Erwärmung herangezogen wird.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist in der Exportgasleitung eine Trockenentstaubung zur Reinigung des heißen Exportgases vor der CO-Konvertierung vorgesehen. Durch den Einsatz einer Trockenentstaubung, wie z.B. eines Heißgasfilters, ist nur noch eine geringe oder sogar keine Abkühlung des Exportgases vor der Entstaubung nötig. Damit kann der Energieinhalt des Exportgases für die nachfolgende CO-Konvertierung genutzt werden, sodass aufwändige Einrichtungen zur Erwärmung entfallen können.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist/sind in der Reduktionsgasleitung ein oder mehrere Kühler zum Kühlen des modifizierten Reduktionsgases, zur Kondensation und zur Ausschleusung von Wasserdampf vorgesehen.

Dabei kann der Druck des bereits im Umwandlungsreaktor behandelten Gases für nachfolgende Behandlungsschritte eingestellt und Wasserdampf aus dem modifizierten Reduktionsgas ausgeschleust werden. Ebenso gilt dies für dessen Temperatur, die entsprechend reduziert werden kann. Dies ist für übliche CO₂-Abscheidungsverfahren nötig, z.B. nach dem Adsorptions- oder Absorptionsprinzip arbeitende Verfahren, und daher nur bei niedrigen Eintrittstemperaturen betrieben werden.

Gemäß einer besonderen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist eine Kühlgasleitung vorgesehen, die von der Reduktionsgasleitung zu einer aus dem Schmelz-

aggregat mündenden Generatorgasleitung führt, sodass zumindest eine Teilmenge an modifiziertem Exportgas mit Reduktionsgas aus dem Schmelzaggregat gemischt und einer Entstaubungseinrichtung, insbesondere einem Zyklon, zugeführt werden kann. Das modifizierte Reduktionsgas kann gemeinsam mit dem Reduktionsgas aus dem Schmelzaggregat weiter verarbeitet werden, also entstaubt und in weiterer Folge dem Reduktionsaggregat zugeführt werden, sodass eine nahezu homogene Mischung mit einer weitgehend gleichbleibenden Zusammensetzung des Reduktionsgases erzielt wird.

Nach einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist das Reduktionsaggregat als Schacht eines Hochofens oder als Reduktionsschacht oder als Wirbelschichtreaktor ausgebildet. Derartige Aggregate haben sich bei der Reduktion von eisenerzhaltigen Einsatzstoffen mittels Reduktionsgasen als vorteilhaft erwiesen.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist das Schmelzaggregat als unterer Teil eines Hochofens oder als Einschmelzvergaser ausgebildet. Das Schmelzaggregat erfüllt dabei zwei Aufgaben, nämlich vorreduzierte eisenhaltige Einsatzstoffe zu erschmelzen und Kohlenstoffträger unter Bildung des Reduktionsgases zu vergasen.

Gemäß einer besonderen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung mündet die Generatorgasleitung in die Reduktionsgasleitung, sodass modifiziertes Exportgas und/oder Reduktionsgas aus dem Schmelzaggregat in das Reduktionsaggregat eingebracht werden können/kann. Aufgrund der Mischung mit, insbesondere bereits entstaubtem Reduktionsgas aus dem Schmelzaggregat kann die Zusammensetzung des Reduktionsgases, das in das Reduktionsaggregat eingeleitet wird, beeinflusst werden und somit auch ein hinreichendes Reduktionspotential des Reduktionsgases sichergestellt werden.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist eine Überschussgasleitung vorgesehen, die von der Generatorgasleitung zur Exportgasleitung führt, wobei in der Überschussgasleitung eine Reinigungseinrichtung, insbesondere eine Nassreinigung, zur Feinentstaubung vorgesehen ist. Durch die Nassreinigung kann das Reduktionsgas gemeinsam mit dem vorteilhaft ebenfalls gereinigten Exportgas dem Umwandlungsreaktor zugeführt werden. Die Mischung aus dem Reduktionsgas und dem Exportgas, gegebenenfalls auch zusammen mit Tailgas aus der CO₂-Abscheidungseinrichtung kann aus dem Prozess abgeleitet und z.B. einer thermischen Nutzung zugeführt werden.

Eine mögliche Variante der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, dass in der Exportgasableitung eine Entspannungsturbine zur Nutzung der Druckenergie des Exportgases vorgesehen ist. Mittels der Entspannungsturbine kann die Druckenergie des Exportgases genutzt und zur Energieerzeugung herangezogen werden.

Im Folgenden wird die Erfindung beispielhaft anhand der Figuren 1 bis 4 näher erläutert.

Fig. 1: Erfindungsgemäße Ausgestaltung mit einem Hochofen

Fig. 2: Erfindungsgemäße Ausgestaltung mit einem Schmelzaggregat und mit in Serie geschalteten Wirbelschichtreaktoren

Fig. 3 und 4: Erfindungsgemäße Ausgestaltung mit einem Schmelzaggregat und einem Reduktionsaggregat

Figur 1 zeigt die erfindungsgemäße Vorrichtung. Im Schacht eines Hochofens, der als Reduktionszone 1 arbeitet, werden mittels eines Reduktionsgases eisenerzhaltige Einsatzstoffe ES und Zuschlagsstoffe ZS zumindest teilweise reduziert und dann in die Schmelzzone 2, also in den unteren Teil des Hochofens eingebracht und zu Roheisen oder Stahlvorprodukten erschmolzen. Durch die Vergasung von Kohlenstoffträgern wird ein Reduktionsgas gebildet, welches nach der erfolgten Reduktion in der Reduktionszone

als Exportgas über eine Exportgasleitung 4a abgezogen und zunächst in einer Trockenentstaubung 21 vorgereinigt und dann in einem Nassreiniger 22 weiter gereinigt. Das Exportgas wird in weiterer Folge durch einen Verdichter 7 verdichtet und in einem Wärmetauscher 12 weiter erwärmt und die Prozesstemperatur für den Umwandlungsreaktor 5 eingestellt. Durch den Zusatz von Wasserdampf und/oder Wasser über einen Eintrag 8 erfolgt eine CO-Konvertierung, wobei das Verhältnis von CO zu H₂ eingestellt wird.

Das dabei erzeugte CO₂ und noch teilweise vorhandene H₂O wird mittels Wärmetauscher bzw. mittels Kondensator und einer CO₂-Abscheidungseinrichtung abgeschieden und als Tailgas TG über eine Tailgasleitung 23 abgeführt. Optional kann das Tailgas TG auch zur Erwärmung von modifiziertem Reduktionsgas in der Heizeinrichtung 20 genutzt werden, wobei das Tailgas unter Zufuhr von Luft und/oder Topgas zumindest teilweise verbrannt wird. Die Heizeinrichtung 20 kann auch als Wärmetauscher (z.B. Typ Gas-Gas) ausgebildet sein.

Das im Umwandlungsreaktor 5 behandelte Exportgas kann vor der CO₂-Abscheidung in einem Wärmetauscher 12 gekühlt werden, wobei die Abwärme zur Erwärmung des Exportgases vor dessen Einleitung in den Umwandlungsreaktor 5 genutzt werden kann. Nach der CO-Konvertierung wird das modifizierte Reduktionsgas zunächst mittels eines Kühlers 14 gekühlt. Im Anschluss an die CO₂-Abscheidung wird das modifizierte Reduktionsgas in die Reduktionszone erneut eingebracht. Dies kann in den Hochofenschacht 25 direkt oder auch über Lanzen, welche in die Düsen zur Eindüsung von sauerstoffhaltigem Gas, insbesondere >80% O₂, ragen, erfolgen. Bevorzugterweise soll das modifizierte Reduktionsgas vor dessen Einleitung in die Reduktionszone mittels einer Heizeinrichtung 20 erwärmt werden. Die Heizeinrichtung kann durch Verbrennung von Tailgas unter Zusatz von Luft beheizt werden. Dies ist insbesondere bei einem Eintrag, insbesondere einer Eindüsung, in den Hochofenschacht 25 nötig. Überschüssiges

Exportgas kann auch einer Entspannungsturbine 19 unter Nutzung der Druckenergie des Exportgases zugeführt werden. In einem Sammelbehälter 26 kann das überschüssige Exportgas und Tailgas zwischengespeichert werden. Dabei erfolgt auch ein Ausgleich der Zusammensetzung des Gasgemisches, da das Tailgas eine stark schwankende Zusammensetzung aufweist.

Fig. 2 zeigt die Erfindung in einer Anlage mit einem Schmelzaggregat 2 und vier in Reihe geschalteter Wirbelschichtreaktoren R1, R2, R3 und R4, in denen eine zumindest teilweise Reduktion der Einsatzstoffe erfolgt. Diese reduzierten Einsatzstoffe können heiß kompaktiert werden (HCl) und im Schmelzaggregat oder zum Teil in einem weiteren Schmelzaggregat zur Leistungserhöhung oder Reduktionsmitteleinsparung unter Zufuhr von stückiger Kohle SK oder brikkettierter Kohle BK, gegebenenfalls in Kombination mit der Eindüsung von pulverisierter Kohle, weiterverarbeitet werden.

Die Behandlung des Exportgases, das aus dem Wirbelschichtreaktor R4 abgezogen wird, umfasst gegebenenfalls eine Kühlung in einem Wärmetauscher 10 und eine verbindliche Entstaubung, insbesondere eine Nassreinigung, in einer Reinigungseinrichtung 11. Nach einer Verdichtung mittels eines Verdichters 7 und einer Erwärmung mittels eines Wärmetauschers 12 erfolgt unter Zusatz von Wasserdampf und/oder Wasser über einen Eintrag 8 die CO-Konvertierung im Umwandlungsreaktor 5. Ein Teil des modifizierten Reduktionsgases kann nach der Abscheidung von CO_2 und H_2O , insbesondere zu Kühlzwecken mit Reduktionsgas aus dem Schmelzaggregat 2 gemischt und nach einer Entstaubung dem Wirbelschichtaggregat R1 oder auch einem Beschickungsbehälter 27 zugeführt werden. Über eine Kühlgasleitung 15, die eine Reinigungseinrichtung und einen Verdichter aufweisen kann, kann die Temperatur des modifizierten Reduktionsgases und des Reduktionsgases ebenfalls beeinflusst werden. Weiters kann bei Bedarf das modifizierte Reduktionsgas auch mittels einer Heizeinrichtung 20 erwärmt werden. Das Gasgemisch aus Exportgas und Reduktionsgas aus dem Schmelzaggregat 2 kann in die

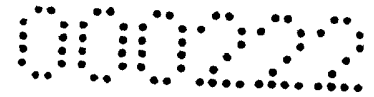
Exportgasleitung 4b eingeleitet und somit auch dem Umwandlungsreaktor zugeführt werden.

Tailgas TG aus der CO₂-Abscheidungseinrichtung bzw. Topgas bzw. Offgas und/oder Überschussgas kann mittels Anschlussleitungen 13a, 13b der Heizeinrichtung 20 zugeführt und in dieser zumindest teilweise verbrannt und somit zur Erwärmung des modifizierten Reduktionsgases genutzt werden. Überschüssiges Exportgas kann über eine Leitung 4c einer Entspannungsturbine 19 zugeführt und in einem Sammelbehälter 26 homogenisiert werden.

Figur 3 und 4 zeigen die Erfindung in einer Anlage umfassend ein Schmelzaggregat 2 und ein Reduktionsaggregat 1, das als Reduktionsschacht ausgeführt wird. Im Reduktionsaggregat 1 werden stückige Erze oder Pellets zu direkt reduziertem Eisen (HDRI) zumindest teilweise reduziert. Das HDRI kann, gegebenenfalls unter Zusatz von kompaktiertem direkt reduziertem Eisen (CDRI), im Schmelzaggregat 2 unter Zusatz von Kohle K und feinteilchenförmigen Erz FE zu Roheisen RE erschmolzen werden. Die erfindungsgemäßen Merkmale sind hier analog zu den in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsformen umgesetzt.

Bezugszeichenliste

1	Reduktionsaggregat
2	Schmelzaggregat
3a, 3b	Reduktionsgasleitung
4	Exportgasleitung
5	Umwandlungsreaktor
6a, 6b	Zuleitung
7	Verdichter
8	Eintrag von Wasserdampf und/oder Wasser
9	CO ₂ -Abscheidungseinrichtung
10	Kühleinrichtung
11	Reinigungseinrichtung
12	Wärmetauscher
13a, 13b	Anschlussleitungen
14	Kühler
15	Kühlgasleitung
16	Zyklon
17	Überschussgasleitung
18	Reinigungseinrichtung
19	Entspannungsturbine
20	Heizeinrichtung
21	Trockenentstaubung
22	Nassreiniger
23	Tailgasleitung
24	Ringgasleitung
25	Hochofenschacht
26	Sammelbehälter
27	Beschickungsbehälter



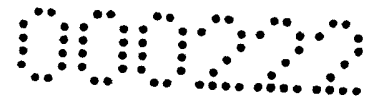
ANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung von Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten, wobei eisenerzhaltige Einsatzstoffe und gegebenenfalls Zuschlagsstoffe in einer Reduktionszone mittels eines Reduktionsgases zumindest teilweise reduziert, in weiterer Folge in eine Schmelzzone eingebracht und unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern, insbesondere Koks und/oder Kohle, und sauerstoffhaltigem Gas und unter Bildung des Reduktionsgases erschmolzen werden, wobei das gebildete Reduktionsgas der Reduktionszone zugeführt und dort umgesetzt und gegebenenfalls nach einer Reinigung als Exportgas abgezogen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil des Exportgases in einem Umwandlungsreaktor unter Zusatz von Wasserdampf und/oder Wasser einer CO-Konvertierung unterworfen wird, wobei im Exportgas ein definiertes Mengenverhältnis H_2 zu CO eingestellt, CO_2 zumindest teilweise abgeschieden und dass zumindest ein Teil davon als modifiziertes Reduktionsgas in die Reduktionszone und/oder in die Schmelzzone eingeleitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Exportgas vor der CO-Konvertierung gekühlt und gereinigt, insbesondere entstaubt, und/oder verdichtet und/oder, insbesondere unter Nutzung der Abwärme des modifizierten Reduktionsgases, zur Einstellung der Prozesstemperatur für die CO-Konvertierung wiedererwärmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Exportgas vor der CO-Konvertierung heiß gereinigt, insbesondere trocken entstaubt, und/oder zur Einstellung der Gastemperatur der CO-Konvertierung gekühlt oder erwärmt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das modifizierte Reduktionsgas vor dessen Einleitung in die Reduktionszone und/oder die Schmelzzone zunächst gekühlt wird und die Abscheidung in einem Abscheidungsver-



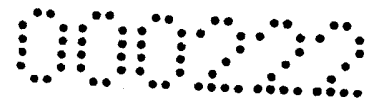
fahren, insbesondere einem Adsorptions- oder Absorptionsverfahren, erfolgt, wobei CO_2 aus dem modifizierten Reduktionsgas zumindest teilweise abgeschieden und als Tailgas abgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Teil des modifizierten Reduktionsgases, insbesondere nach einer Abscheidung von CO_2 und H_2O aus dem modifizierten Reduktionsgas, mit Reduktionsgas aus der Schmelzzone gemischt und, insbesondere nach einer Entstaubung, der Reduktionszone zugeführt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Teil des modifizierten Reduktionsgases, insbesondere nach einer Abscheidung von CO_2 und H_2O aus dem modifizierten Reduktionsgas, erwärmt, gegebenenfalls mit entstaubtem Reduktionsgas aus der Schmelzzone gemischt und der Reduktionszone zugeführt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Teil des in der Schmelzzone erzeugten Reduktionsgases, gegebenenfalls nach einer Reinigung, mit Exportgas gemischt und dem Umwandlungsreaktor zugeführt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Teil des in der Schmelzzone erzeugten Reduktionsgases, gegebenenfalls nach einer Reinigung, und gegebenenfalls nach Mischung mit Exportgas und/oder Tailgas, als brennbares Gasgemisch aus dem Verfahren abgeführt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Teil des Exportgases einer Entspannungsturbine zur Nutzung der Druckenergie des Exportgases zugeführt wird.
10. Vorrichtung zur Herstellung von Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten mit zumindest einem Reduktionsaggregat (1), zur zumindest teilweisen Reduktion



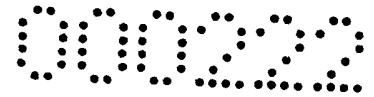
eisenerzhältiger Einsatzstoffe und gegebenenfalls Zuschlagsstoffe mittels eines Reduktionsgases, und einem Schmelzaggregat (2), zum Erschmelzen der zumindest teilweise reduzierten eisenerzhältigen Einsatzstoffe und gegebenenfalls der Zuschlagsstoffe, unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern, insbesondere Koks oder Kohle, und sauerstoffhaltigem Gas und unter Bildung des Reduktionsgases, das mittels einer Reduktionsgasleitung (3a, 3b) in das Reduktionsaggregat (1) eingebracht und nach Durchtritt durch diese und gegebenenfalls nach einer Reinigung über eine Exportgasleitung (4) als Exportgas abgezogen werden kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Exportgasleitung (4a, 4b) in einen Umwandlungsreaktor (5) zur CO-Konvertierung zumindest eines Teils des abgezogenen Exportgases unter Zusatz von Wasserdampf und/oder Wasser mündet, wobei ein definiertes Mengenverhältnis H_2 zu CO im Exportgas eingestellt werden kann, und wobei dieses über eine Zuleitung (6a, 6b) als modifiziertes Reduktionsgas in die Reduktionszone (1) und/oder in die Schmelzzone eingeleitet werden kann, und dass in der Zuleitung (6a) eine CO_2 -Abscheidungseinrichtung (9) zur Abscheidung von CO_2 aus dem modifizierten Reduktionsgas angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Exportgasleitung (4b) ein Verdichter (7), insbesondere ein ein- oder mehrstufiger Kompressor, und/oder ein Eintrag (8) zum Einblasen von Dampf und/oder zum Eindüsen von Wasser in das Exportgas vorgesehen ist/sind.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Exportgasleitung (4a) eine Kühleinrichtung (10), insbesondere ein Wärmetauscher, zum Kühlen und/oder eine Reinigungseinrichtung (11), insbesondere eine Nassreinigung, zur Reinigung des Exportgases vor der CO-Konvertierung vorgesehen ist/sind.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Exportgasleitung (4b) ein Wärmetauscher (12) zur Erwärmung des Exportgases



gegebenenfalls unter Nutzung der Abwärme des modifizierten Reduktionsgases und/oder ein Eintrag (8) zum Einblasen von Dampf und/oder zum Eindüsen von Wasser in das Exportgas vorgesehen ist/sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Exportgasleitung (4a) eine Trockenentstaubung zur Reinigung des heißen Exportgases vor der CO-Konvertierung vorgesehen ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Reduktionsgasleitung (6a) ein oder mehrere Kühler (14) zum Kühlen des modifizierten Reduktionsgases, zur Kondensation und zur Ausschleusung von Wasserdampf vorgesehen sind/ist.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Kühlgasleitung (15) vorgesehen ist, die von der Reduktionsgasleitung (6a) zu einer aus dem Schmelzaggregat (2) mündenden Generatorgasleitung (3a) führt, sodass zumindest eine Teilmenge an modifiziertem Exportgas mit Reduktionsgas aus dem Schmelzaggregat (2) gemischt und einer Entstaubungseinrichtung, insbesondere einem Zyklon (16), zugeführt werden kann.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reduktionsaggregat (1) als Schacht eines Hochofens oder als Reduktionsschacht oder als Wirbelschichtreaktor ausgebildet ist.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schmelzaggregat (2) als unterer Teil eines Hochofens oder als Einschmelzvergaser ausgebildet ist.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Generatorgasleitung (3a) in die Reduktionsgasleitung (6b) mündet, sodass



modifiziertes Exportgas und/oder Reduktionsgas aus dem Schmelzaggregat (2) in das Reduktionsaggregat (1) eingebracht werden können/kann.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Überschussgasleitung (17) vorgesehen ist, die von der Generatorgasleitung (3b) zur Exportgasleitung (4a) führt, wobei in der Überschussgasleitung eine Reinigungseinrichtung (18), insbesondere eine Nassreinigung, zur Feinentstaubung vorgesehen ist.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Exportgasableitung (4c) eine Entspannungsturbine (19) zur Nutzung der Druckenergie des Exportgases vorgesehen ist.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Reduktionsgasleitung (6b) eine Heizeinrichtung (20) zur Erwärmung des modifizierten Reduktionsgases vorgesehen ist.

Fig. 1

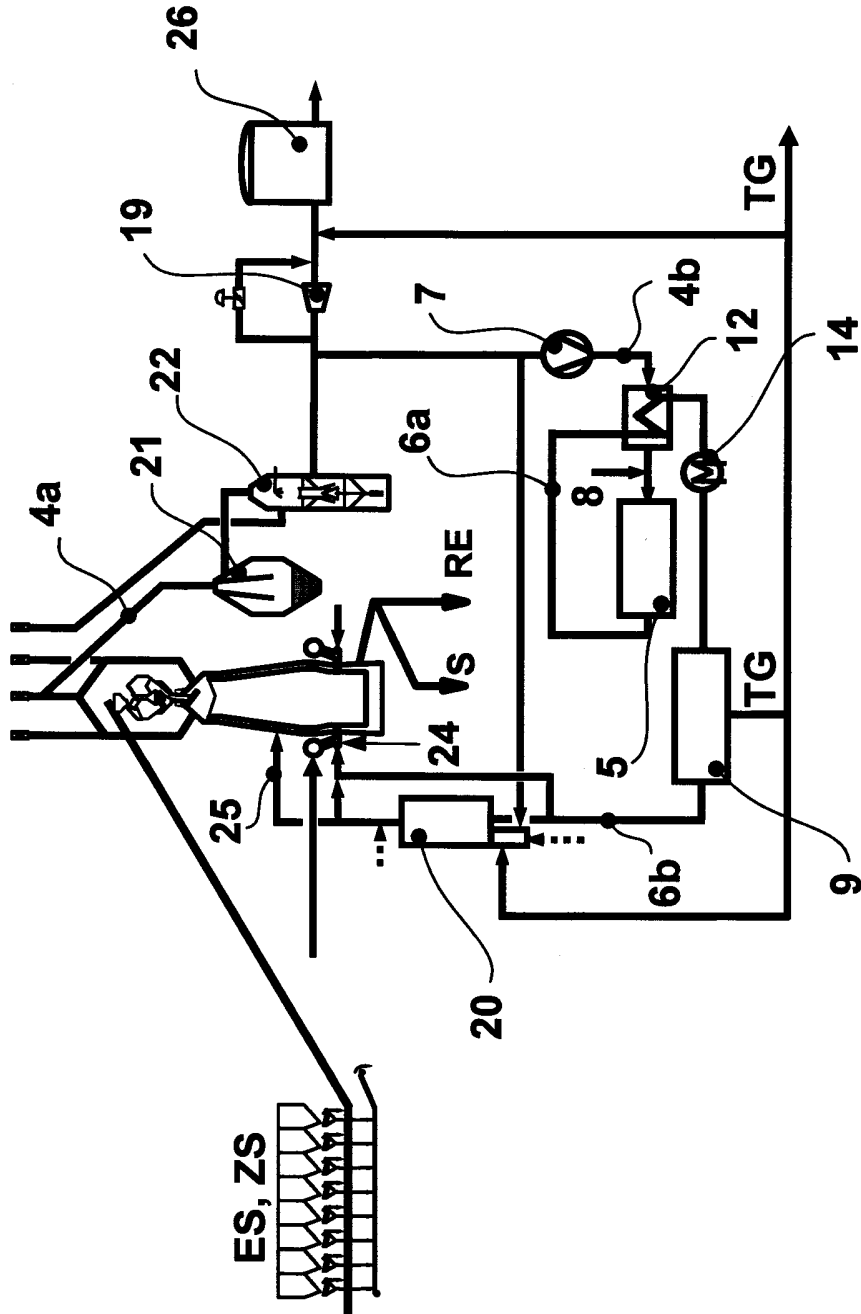


Fig. 2

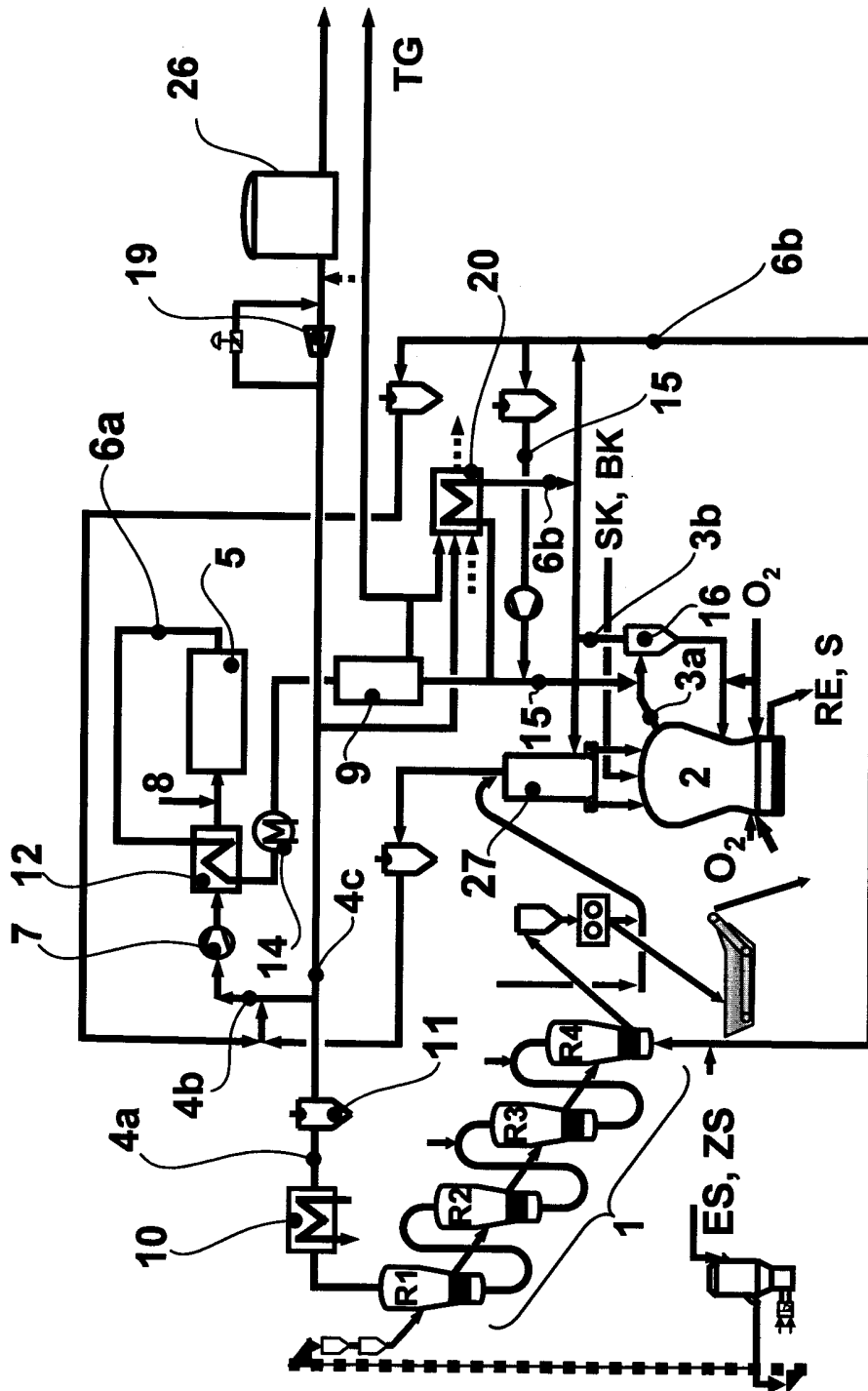


Fig. 3

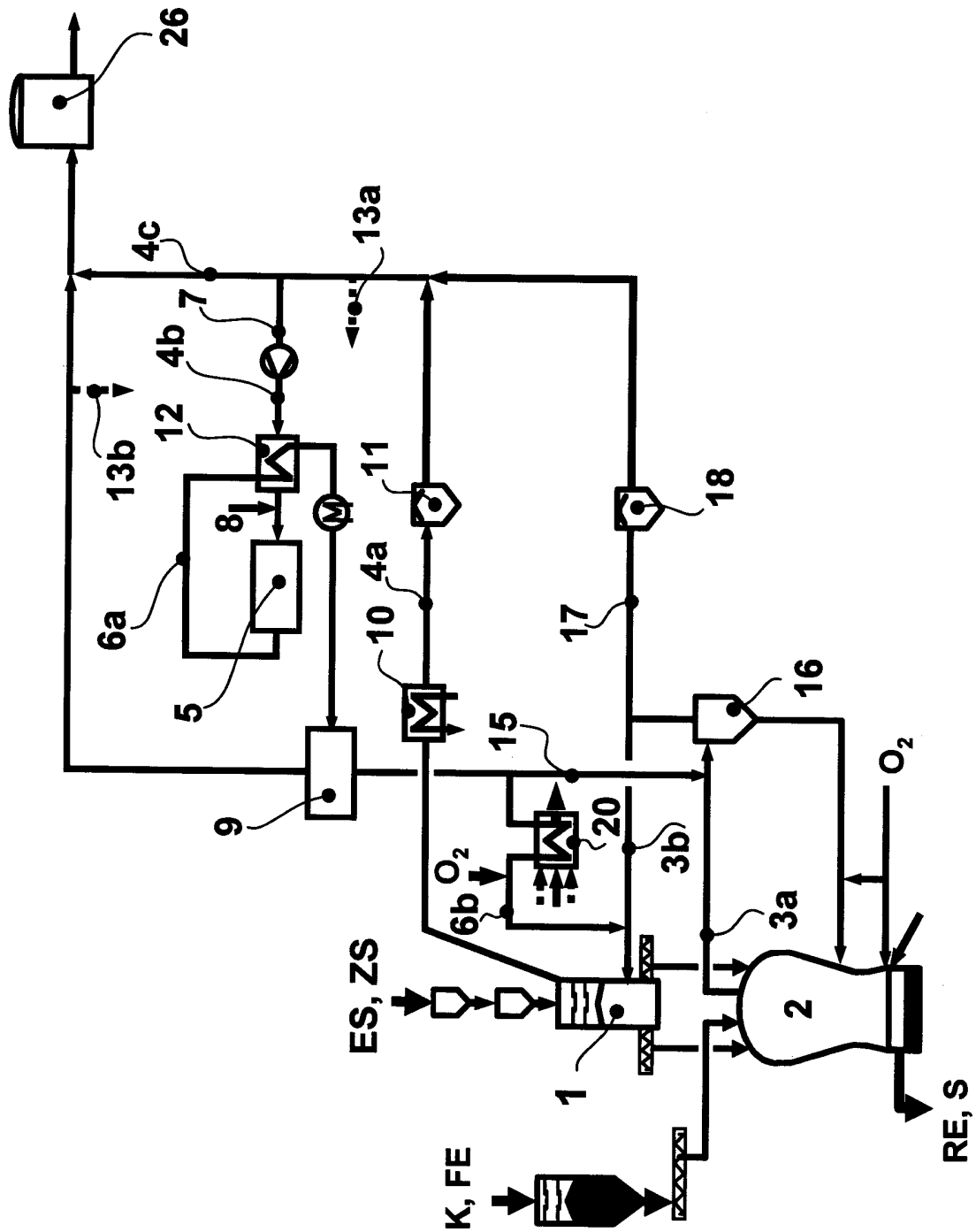
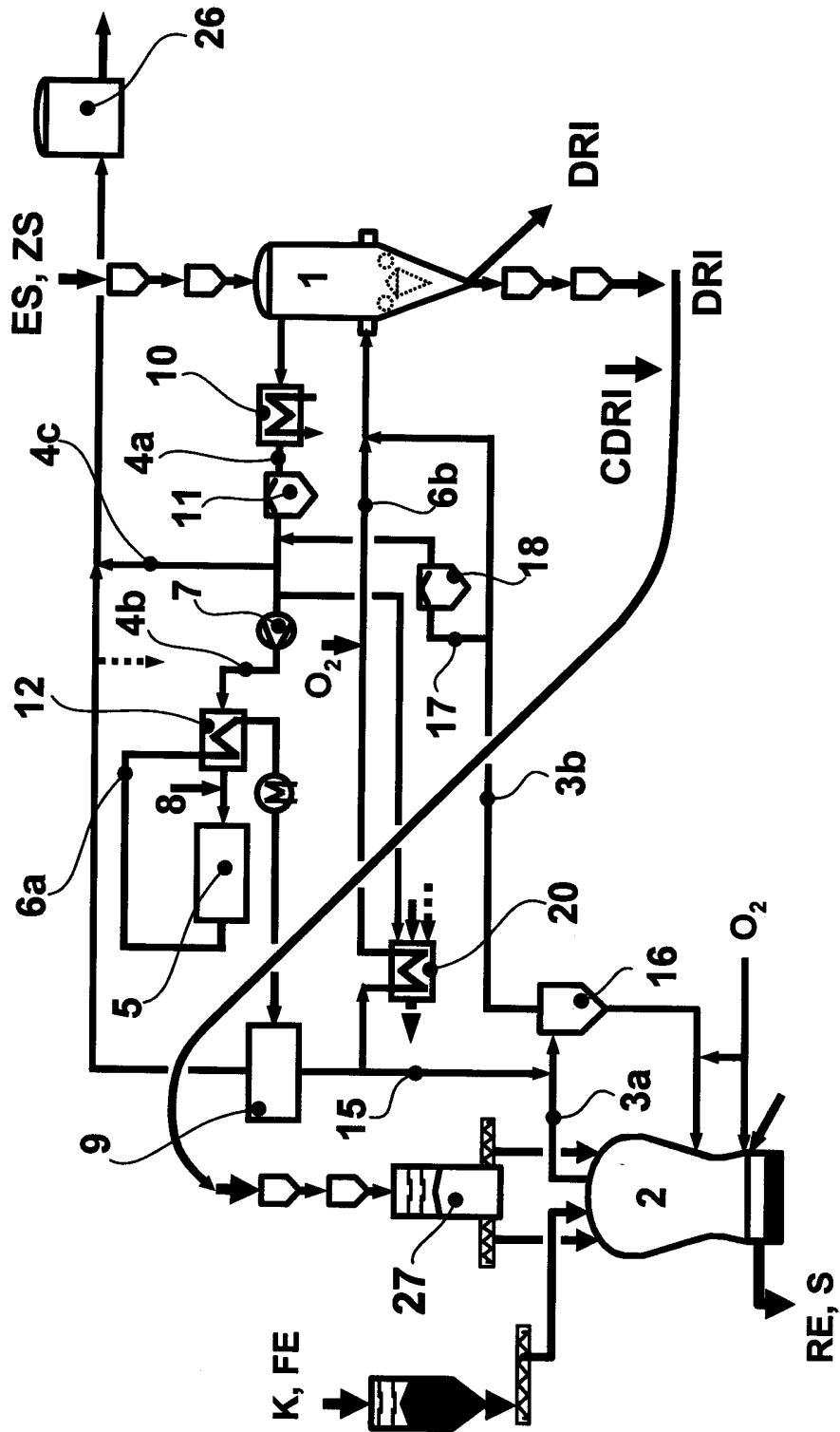
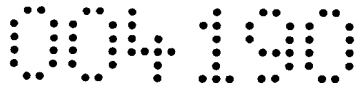


Fig. 4



200822820AT



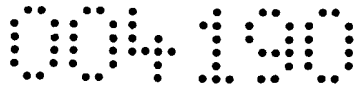
-15-

ANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung von Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten, wobei eisenerzhaltige Einsatzstoffe und gegebenenfalls Zuschlagsstoffe in einer Reduktionszone mittels eines Reduktionsgases zumindest teilweise reduziert, in weiterer Folge in eine Schmelzzone eingebracht und unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern, insbesondere Koks und/oder Kohle, und sauerstoffhaltigem Gas und unter Bildung des Reduktionsgases erschmolzen werden, wobei das gebildete Reduktionsgas der Reduktionszone zugeführt und dort umgesetzt und gegebenenfalls nach einer Reinigung als Exportgas abgezogen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil des Exportgases in einem Umwandlungsreaktor unter Zusatz von Wasserdampf und/oder Wasser einer CO-Konvertierung unterworfen wird, wobei im Exportgas ein definiertes Mengenverhältnis H_2 zu CO eingestellt, CO_2 zumindest teilweise abgeschieden und dass zumindest ein Teil davon als modifiziertes Reduktionsgas in die Reduktionszone und/oder in die Schmelzzone eingeleitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Exportgas vor der CO-Konvertierung gekühlt und gereinigt, insbesondere entstaubt, und/oder verdichtet und/oder, insbesondere unter Nutzung der Abwärme des modifizierten Reduktionsgases, zur Einstellung der Prozesstemperatur für die CO-Konvertierung wieder erwärmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Exportgas vor der CO-Konvertierung heiß gereinigt, insbesondere trocken entstaubt, und/oder zur Einstellung der Gastemperatur der CO-Konvertierung gekühlt oder erwärmt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das modifizierte Reduktionsgas vor dessen Einleitung in die Reduktionszone und/oder die Schmelzzone zunächst gekühlt wird und die Abscheidung in einem Abscheidungsver-

NACHGEREICHT

200822820AT



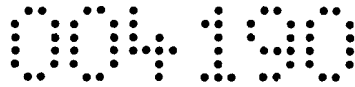
-16-

fahren, insbesondere einem Adsorptions- oder Absorptionsverfahren, erfolgt, wobei CO_2 aus dem modifizierten Reduktionsgas zumindest teilweise abgeschieden und als Tailgas abgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Teil des modifizierten Reduktionsgases, insbesondere nach einer Abscheidung von CO_2 und H_2O aus dem modifizierten Reduktionsgas, mit Reduktionsgas aus der Schmelzzone gemischt und, insbesondere nach einer Entstaubung, der Reduktionszone zugeführt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Teil des modifizierten Reduktionsgases, insbesondere nach einer Abscheidung von CO_2 und H_2O aus dem modifizierten Reduktionsgas, erwärmt, gegebenenfalls mit entstaubtem Reduktionsgas aus der Schmelzzone gemischt und der Reduktionszone zugeführt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Teil des in der Schmelzzone erzeugten Reduktionsgases, gegebenenfalls nach einer Reinigung, mit Exportgas gemischt und dem Umwandlungsreaktor zugeführt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Teil des in der Schmelzzone erzeugten Reduktionsgases, gegebenenfalls nach einer Reinigung, und gegebenenfalls nach Mischung mit Exportgas und/oder Tailgas, als brennbares Gasgemisch aus dem Verfahren abgeführt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Teil des Exportgases einer Entspannungsturbine zur Nutzung der Druckenergie des Exportgases zugeführt wird.
10. Vorrichtung zur Herstellung von Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten mit zumindest einem Reduktionsaggregat (1), zur zumindest teilweisen Reduktion

NACHGEREICHT

200822820AT



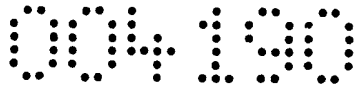
-17-

eisenerzhältiger Einsatzstoffe und gegebenenfalls Zuschlagsstoffe mittels eines Reduktionsgases, und einem Schmelzaggregat (2), zum Erschmelzen der zumindest teilweise reduzierten eisenerzhältigen Einsatzstoffe und gegebenenfalls der Zuschlagsstoffe, unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern, insbesondere Koks oder Kohle, und sauerstoffhaltigem Gas und unter Bildung des Reduktionsgases, das mittels einer Reduktionsgasleitung (3a, 3b) in das Reduktionsaggregat (1) eingebracht und nach Durchtritt durch diese und gegebenenfalls nach einer Reinigung über eine Exportgasleitung (4) als Exportgas abgezogen werden kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Exportgasleitung (4a, 4b) in einen Umwandlungsreaktor (5) zur CO-Konvertierung zumindest eines Teils des abgezogenen Exportgases unter Zusatz von Wasserdampf und/oder Wasser mündet, wobei ein definiertes Mengenverhältnis H_2 zu CO im Exportgas eingestellt werden kann, und wobei dieses über eine Zuleitung (6a, 6b) als modifiziertes Reduktionsgas in die Reduktionszone (1) und/oder in die Schmelzzone (2) eingeleitet werden kann, und dass in der Zuleitung (6a) eine CO_2 -Abscheidungseinrichtung (9) zur Abscheidung von CO_2 aus dem modifizierten Reduktionsgas angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Exportgasleitung (4b) ein Verdichter (7), insbesondere ein ein- oder mehrstufiger Kompressor, und/oder ein Eintrag (8) zum Einblasen von Dampf und/oder zum Eindüsen von Wasser in das Exportgas vorgesehen ist/sind.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Exportgasleitung (4a) eine Kühleinrichtung (10), insbesondere ein Wärmetauscher, zum Kühlen und/oder eine Reinigungseinrichtung (11), insbesondere eine Nassreinigung, zur Reinigung des Exportgases vor der CO-Konvertierung vorgesehen ist/sind.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Exportgasleitung (4b) ein Wärmetauscher (12) zur Erwärmung des Exportgases

NACHGEREICHT

200822820AT



-18-

gegebenenfalls unter Nutzung der Abwärme des modifizierten Reduktionsgases und/oder ein Eintrag (8) zum Einblasen von Dampf und/oder zum Eindüsen von Wasser in das Exportgas vorgesehen ist/sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Exportgasleitung (4a) eine Trockenentstaubung (21) zur Reinigung des heißen Exportgases vor der CO-Konvertierung vorgesehen ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Reduktionsgasleitung (6a) ein oder mehrere Kühler (14) zum Kühlen des modifizierten Reduktionsgases, zur Kondensation und zur Ausschleusung von Wasserdampf vorgesehen sind/ist.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Kühlgasleitung (15) vorgesehen ist, die von der Reduktionsgasleitung (6a) zu einer aus dem Schmelzaggregat (2) mündenden Generatorgasleitung (3a) führt, sodass zumindest eine Teilmenge an modifiziertem Exportgas mit Reduktionsgas aus dem Schmelzaggregat (2) gemischt und einer Entstaubungseinrichtung, insbesondere einem Zyklon (16), zugeführt werden kann.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reduktionsaggregat (1) als Schacht eines Hochofens oder als Reduktionsschacht oder als Wirbelschichtreaktor ausgebildet ist.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schmelzaggregat (2) als unterer Teil eines Hochofens oder als Einschmelzgaser ausgebildet ist.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Generatorgasleitung (3a) in die Reduktionsgasleitung (6b) mündet, sodass

NACHGEREICHT

200822820AT

004 190

-19-

modifiziertes Exportgas und/oder Reduktionsgas aus dem Schmelzaggregat (2) in das Reduktionsaggregat (1) eingebracht werden können/kann.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Überschussgasleitung (17) vorgesehen ist, die von der Generatorgasleitung (3b) zur Exportgasleitung (4a) führt, wobei in der Überschussgasleitung (17) eine Reinigungseinrichtung (18), insbesondere eine Nassreinigung, zur Feinentstaubung vorgesehen ist.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Exportgasableitung (4c) eine Entspannungsturbine (19) zur Nutzung der Druckenergie des Exportgases vorgesehen ist.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Reduktionsgasleitung (6b) eine Heizeinrichtung (20) zur Erwärmung des modifizierten Reduktionsgases vorgesehen ist.

NACHGEREICHT



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ⁸ : C21B 5/06 (2006.01); C21B 13/00 (2006.01); C10J 3/06 (2006.01); C10J 3/46 (2006.01)					
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA: C21B 5/06 , C21B 13/00K , C10J 3/06 , C10J 3/46					
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): C21B , C10J					
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC , WPI , X-FULL , IPDL					
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 12. Jänner 2009 eingereichten Ansprüchen 1 - 22 erstellt.					
Kategorie ⁷	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch			
A	DE 2711423 A1 (Stora Kopparbergs Bergslags AB) 22. September 1977 (22.09.1977) <i>Zusammenfassung; Beschreibung, S. 23, Abs. 2, S. 24 - 26, S. 27 Abs. 1 - 4; Fig. 1; Ansprüche 1 - 4</i> --	1 - 22			
A	US 4062673 A1 (Roberts) 13. Dezember 1977 (13.12.1977) <i>Zusammenfassung; Beschreibung, Sp. 4, Z. 45 - 68, Sp. 5, Z. 1 - 21, 61 - 68, Sp. 6, Z. 1 - 16; Ansprüche 1 - 3, 5 - 6; Fig. 1</i> ----	1 - 22			
<table border="1"> <tr> <td>Datum der Beendigung der Recherche: 1. September 2009</td> <td>☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt</td> <td>Prüfer(in): Dr. AIGNER</td> </tr> </table>			Datum der Beendigung der Recherche: 1. September 2009	☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt	Prüfer(in): Dr. AIGNER
Datum der Beendigung der Recherche: 1. September 2009	☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt	Prüfer(in): Dr. AIGNER			
⁷ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.					