

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 423/2008**
(22) Anmeldetag: **17.03.2008**
(43) Veröffentlicht am: **15.10.2009**

(51) Int. Cl.⁸: **C22B 5/10 (2006.01),
C22B 5/12 (2006.01),
C21B 7/22 (2006.01),
C21B 11/00 (2006.01),
C21B 13/00 (2006.01),
F27B 1/18 (2006.01)**

(73)Patentinhaber:

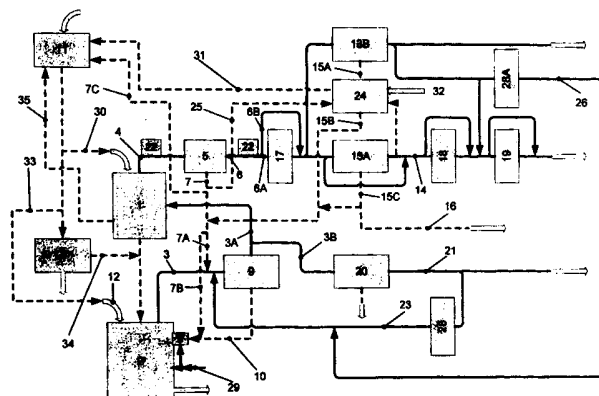
SIEMENS VAI METALS TECHNOLOGIES
GMBH & CO
A-4031 LINZ (AT)

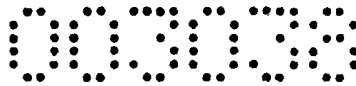
(72)Erfinder:

AICHINGER GEORG DIPL.ING. DR.
ASTEN (AT)
EDER THOMAS ING.
TRAUN (AT)
HECKMANN HADO DR.ING.
LINZ (AT)
MILLNER ROBERT DIPL.ING.
LOOSDORF (AT)
SCHENK JOHANNES LEOPOLD DIPL.ING. DR.
LINZ (AT)
SCHMIDT MARTIN DIPL.ING.
LEONDING (AT)
WIEDER KURT DIPL.ING.
SCHWERTBERG (AT)
WURM JOHANN DIPL.ING.
BAD ZELL (AT)

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

(57) Beansprucht wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten aus von Eisenerzen und Zuschlägen gebildeten Einsatzstoffen, wobei die Einsatzstoffe in einer Reduktionszone einer weitgehenden Reduktion unterzogen und dann einer Schmelzzone oder einem Schmelzaggregat, insbesondere einem Einschmelzvergaser, zum Erschmelzen unter Zusatz von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas unter Ausbildung eines Festbettes, zugeführt werden, wobei ein CO- und H₂-haltiges Reduktionsgas gebildet wird, das in die Reduktionszone eingeleitet, dort umgesetzt und als Topgas abgeleitet wird. Das Verfahren und die Vorrichtung sieht vor, dass das heiße, feststoffbeladene Topgas, nach Abscheidung der Feststoffe, zumindest einer trockenen Grobabscheidung unterzogen wird und zumindest Teile der durch die Abscheidung abgetrennten heißen Feststoffe in die Schmelzzone oder das Schmelzaggregat oder das Reduktionsaggregat rückgeführt werden.

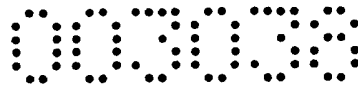




Zusammenfassung

Beansprucht wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten aus von Eisenerzen und Zuschlägen gebildeten Einsatzstoffen, wobei die Einsatzstoffe in einer Reduktionszone einer weitgehenden Reduktion unterzogen und dann einer Schmelzzone oder einem Schmelzaggregat, insbesondere einem Einschmelzvergaser, zum Erschmelzen unter Zusatz von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas unter Ausbildung eines Festbettes, zugeführt werden, wobei ein CO- und H₂-haltiges Reduktionsgas gebildet wird, das in die Reduktionszone eingeleitet, dort umgesetzt und als Topgas abgeleitet wird. Das Verfahren und die Vorrichtung sieht vor, dass das heiße, feststoffbeladene Topgas, nach Abscheidung der Feststoffe, zumindest einer trockenen Grobabscheidung unterzogen wird und zumindest Teile der durch die Abscheidung abgetrennten heißen Feststoffe in die Schmelzzone oder das Schmelzaggregat oder das Reduktionsaggregat rückgeführt werden.

Fig. 1



Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten aus von Eisenerzen und Zuschlägen gebildeten Einsatzstoffen, wobei die Einsatzstoffe in einer Reduktionszone einer weitgehenden Reduktion unterzogen und dann einer Schmelzzone oder einem Schmelzaggregat, insbesondere einem Einschmelzvergaser, zum Erschmelzen unter Zusatz von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas unter Ausbildung eines Festbettes, zugeführt werden, wobei ein CO- und H₂-haltiges Reduktionsgas gebildet wird, das in die Reduktionszone eingeleitet, dort umgesetzt und als Topgas abgeleitet wird.

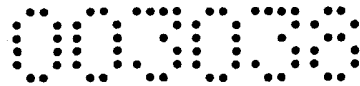
Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, dass Prozessgase einerseits in unterschiedlichen Prozessstufen oder in kombinierten Prozessen genutzt werden, andererseits müssen abgeleitete Prozessgase behandelt werden, damit sie einer weiteren Verwertung zugeführt werden können. Bekannte Verfahren wenden dazu häufig Reinigungsverfahren für die abgeleiteten Prozessgase an, wobei die Gase gekühlt werden müssen, sodass viel Energie abgeführt werden muss und Wärmeinhalt verloren geht.

Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, wobei abgeleitete Prozessgase effizienter genutzt werden und somit die Gesamtprozesseffizienz erhöht werden kann.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird entsprechend dem Verfahren Grobabscheidung nach dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 und der Vorrichtung nach dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 15 gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren sieht die Behandlung eines aus einer Reduktionszone abgeleitetenⁿ, feststoffbeladenenⁿ Topgas^{es} vor, wobei durch eine trockene Grobabscheidung Feststoff abgeschieden und wieder in den Prozess zurückgeführt wird. Der abgeschiedene Feststoff wird in eine Schmelzzone, z.B. in einem Schmelzaggregat oder in eine Reduktionszone rückgeführt.

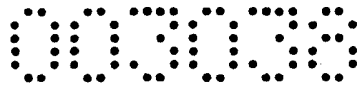
Die Schmelzzone und die Reduktionszone können auch als Teile eines Hochofens ausgebildet sein.



Aufgrund der trockenen Abscheidung entstehen keine Schlämme, sodass auch keinerlei Aufbereitungseinrichtungen für derartige Schlämme nötig sind. Weiters wird die Wärmeenergie des feststoffbeladenen Topgases nur geringfügig reduziert, sodass dieses Topgas bzw. dessen Wärmeenergie für eine weitere Nutzung zur Verfügung steht. Durch die Grobabscheidung ist es möglich eine weitgehende Abtrennung der Feststoffe aus dem Topgas zu erzielen, sodass nur mehr geringe Mengen an Feststoff im Topgas verbleiben. Durch die Rückführung in das Schmelzaggregat können im Feststoff enthaltene Wertstoffe wie z.B. Eisen- und/ oder Kohlenstoffverbindungen genutzt werden.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Topgas nach der trockenen Grobabscheidung zumindest einer zusätzlichen Feinabscheidungsstufe, unter zumindest teilweiser Abscheidung der im Topgas verbliebenen Feststoffe, unterzogen, wobei der in dieser Abscheidungsstufe abgeschiedene Feststoff in den Einschmelzvergaser oder die Schmelzzone rückgeführt oder aus dem Verfahren ausgeschleust wird. Durch eine weitere Abscheidungsstufe kann einerseits das Topgas weiter gereinigt und somit weitgehend von Feststoffen befreit werden, andererseits kann der dabei abgetrennte Feststoff unabhängig vom Feststoff, der in der ersten Stufe abgetrennt wurde, behandelt bzw. verwendet werden. Dies ermöglicht eine Fraktionierung der Feststoffe und damit eine gesonderte Verwendung dieser abgeschiedenen Feststoffe.

Erfindungsgemäß werden dem abgeschiedenen Feststoff, insbesondere für den Fall, dass er hohe Anteile an Schlackenbildnern aufweist, vor dem Eintrag in den Einschmelzvergaser oder die Schmelzzone Eisen- und/oder Kohlenstoffträger, insbesondere Eisen- oder Kohlenstoff-hältige Stäube, getrocknete Schlämme oder Feinerz, zugesetzt und zwar derart, dass der Feststoff zusammen mit den Zusätzen einen Gehalt von >30%, insbesondere >50%, an Eisen und Kohlenstoff aufweist. Feststoffe im Topgas können unterschiedlich hohe Anteile an Wertstoffen, wie Eisen- und/oder Kohlenstoffträgern und Schlackenbildnern wie z.B. Oxiden aufweisen. Für den Fall, dass der Feststoff sehr hohe Gehalte an Schlackenbildnern aufweist, könnte eine Rückführung in das Schmelzaggregat zu einer Verschlechterung der Situation in der Schmelze, insbesondere zu einer ungewünschten Anreicherung von schlackenbildenden Elementen führen. Um eine derartige Situation zu vermeiden, wird nur Feststoff mit einem Mindestgehalt an Eisen und Kohlenstoff zugesetzt. Um diese Mindestgehalte zu erzielen kann es für bestimmte Verfahren nötig sein, dem abgeschiedenen Feststoff Eisen- und/oder Kohlenstoffträger zuzusetzen und

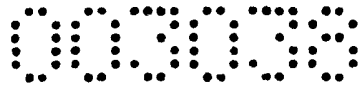


gemeinsam in das Schmelzaggregat einzubringen. Dabei können erfindungsgemäß zusätzliche Hüttenreststoffe, wie Stäube oder Schlämme oder auch Feinerze verwertet werden.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der ausgeschleuste Feststoff zunächst zur Anreicherung der Eisen- und Kohlenstoffgehalte aufbereitet, insbesondere mittels einer Staubsichtung, einer Hydrozyklonierung, einer Flotation und/oder einer Auswaschung wasserlöslicher oder leicht suspendierbarer Komponenten, und dann in das Schmelzaggregat oder in die Schmelzzone eingebracht. Die Art der Anreicherung kann entsprechend der vorliegenden Ressourcen aber auch der Anlagen angepasst werden, wobei die Art der Aufbereitung entsprechend aus den bekannten technischen Verfahren gewählt werden kann.

Eine mögliche Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass der Eintrag des abgeschiedenen Feststoffes bevorzugt mittels Agglomerationsbrenner in den oberen Teil des Schmelzaggregates, insbesondere unmittelbar oberhalb des Festbettes, erfolgt. Dies ermöglicht eine sofortige Umsetzung des Feststoffes im Schmelzaggregat im Bereich über dem Festbett, wobei eine rasche Vergasung und Verbrennung erfolgt und das heiße Gas mit der Festbettoberfläche in Kontakt kommt, wobei es einen Teil seines Wärmeinhaltes auf das Festbett überträgt. Die Staubstrahlung trägt aufgrund der großen Hitze sehr erheblich zur Wärmeübertragung bei. Überdies wird der Wärmeinhalt des im Brennerstrahl agglomerierten Staubes, welcher auf der Festbettoberfläche abgeschieden wird – neben seiner stofflichen Substanz – in das Festbett eingebracht. Unter Agglomerationsbrenner versteht der Fachmann eine Einrichtung, in der Hitze durch eine Verbrennung von z. B. Kohlenstoffträgern erzeugt wird. Staub wird mit Hilfe eines Treibgases, wie z.B. Stickstoff, in einem Treibgasstrom befördert und in den Bereich der Hitze eingeleitet, wobei es zum Erweichen nicht brennbarer Anteile des Staubes kommt, sodass die Partikel des Staubes agglomerieren und Agglomerate in das Schmelzeaggregat eingebracht werden.

Erfindungsgemäß wird der abgeschiedene Feststoff zusammen mit Feststoffpartikeln, die vom Reduktionsgas vor dessen Einleitung in die Reduktionszone abgetrennt wurden, in das Schmelzaggregat eingebracht. Feststoffe in Prozessgasen sind zumeist nachteilig, sodass die Gase zunächst von den Feststoffen befreit werden. Das im Schmelzaggregat erzeugte Reduktionsgas wird der Reduktionszone

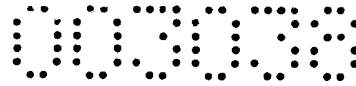


zugeführt, wobei dieses Reduktionsgas beim Austritt aus dem Schmelzaggregat zumeist mit Feststoffen beladen ist. Dazu wird zumeist eine Abscheideeinrichtung vorgesehen, die eine Abtrennung des Feststoffes vor dessen Einleitung in die Reduktionszone sicherstellt, sodass die Reduktionszone nicht mit den Feststoffen, die überwiegend aus Stäuben und kleinen Partikeln bestehen, belastet wird. Die in dieser Abscheideeinrichtung abgetrennten Feststoffe werden in das Schmelzaggregat rückgeführt. Feststoffe, die vom Topgas abgeschieden wurden können nun zusammen mit den vom Reduktionsgas abgeschiedenen Feststoffen in das Schmelzaggregat rückgeführt werden. Die Zusammenführung der Feststoffe kann vor und nach der Abscheideeinrichtung für das Reduktionsgas erfolgen.

Eine weitere besondere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass der abgeschiedene Feststoff, gegebenenfalls unter Zumischung von Feinerzen und/oder Eisen- und/oder Kohlenstoffträgern, einer Agglomeration zugeführt und als Agglomerat, gegebenenfalls zusammen mit Kohlenstoffträgern und/oder mit Eisenträgern, in das Schmelzaggregat eingebracht wird. Durch die Agglomeration der abgeschiedenen Feststoffe wird nicht nur deren Handhabung vereinfacht, sondern es ist auch möglich durch die genannte Zumischung die Zusammensetzung gezielt zu beeinflussen und damit etwa die Energiebilanz bzw. die Prozesseffizienz des Schmelzprozesses zu verbessern oder auch den Schmelzprozess über die Zumischungen zu beeinflussen. Dabei können auch die genannten Eisen- und Kohlenstoffträger verwertet werden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens weist die zusätzliche Abscheidungsstufe eine oder mehrere Trockenentstaubungsstufen, insbesondere Staubfilter, Zyklone oder Staubsäcke, auf. Durch die zusätzliche Abscheidungsstufe wird der nach der Grobabscheidung im Topgas verbliebene Feststoff nahezu vollständig abgeschieden, sodass ein Topgas mit einem sehr geringen Gehalt an Feststoffen erzielt wird. Durch eine Mehrzahl an Abscheidungsvorgängen kann das Abscheideergebnis entsprechend verbessert werden. Dazu können bekannte Einrichtungen, wie zum Beispiel Staubfilter, Zyklone oder Staubsäcke eingesetzt werden, um die gewünschte Abscheidung zu erzielen. Die Einrichtungen werden entsprechend den Anforderungen an die Reinheit des Topgases ausgelegt und entsprechend die Anzahl der Einrichtungen festgelegt.

Erfindungsgemäß weist die zusätzliche Abscheidungsstufe eine oder mehrere Nassentstaubungsstufen, insbesondere Wäscher, auf. Es hat sich gezeigt, dass es in



manchen Fällen vorteilhaft ist, wenn die Reinigung durch eine Nassentstaubung erfolgt, weil es hierbei zu einer Kühlung des behandelten Gases kommt und das gereinigte Topgas für eine weitere Verwendung mit einer geringeren Temperatur benötigt wird. Die Anzahl der Wäscher wird entsprechend der benötigten Reinheit und der Menge an Topgas, das gereinigt werden muss festgelegt. Abhängig von der weiteren Verwendung des gereinigten Topgases, kann die Anwendung einer Nassentstaubung auch aufgrund der Notwendigkeit der Entfernung filtergängiger Stoffe angezeigt sein.

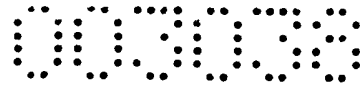
Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Topgas vor und/oder nach der trockenen Abscheidung mittels Wasser-, Dampf-, oder Kühlgaseindüsung gekühlt, wobei unter zumindest teilweiser Verdampfung des Wassers das Gasvolumen erhöht wird.

Die Kühlung des Topgases ist zum einen nötig, wenn ein sehr heißes Topgas vorliegt, da die Einrichtungen zur Abscheidung einer sehr hohen thermischen Belastung nicht dauerhaft standhalten bzw. eine besonders teure Ausstattung dieser Einrichtungen die Folge wäre. Durch die Verdampfung wird zusätzliche Druckenergie im Topgas erzeugt, das in weiterer Folge in einem gesonderten Prozessschritt genutzt werden kann. Durch die Kühlung des Topgases werden auch die Einrichtungen zur Abscheidung eines Feststoffes erweitert, da oftmals die Temperatur des zu behandelnden Gases zum Limit für den Einsatz von Abscheideeinrichtungen wird.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass ~~der~~ das heiße, gereinigte Topgas zur Nutzung dessen Druckenergie einer Entspannungsturbine zugeführt wird. Damit lässt sich die Gesamtenergiebilanz des Verfahrens steigern, da auch die Wärme- und die Druckenergie des Topgases genutzt werden kann.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Wärmeinhalt des heißen, gereinigten Topgases über einen Wärmetauscher abgeführt und diese Wärme zur Erwärmung von Prozess- bzw. Inertgasen, Trocknung und/oder Erwärmung von Prozesseinsatz- bzw. Kreislaufstoffen oder zur Dampferzeugung genutzt. Dadurch lässt sich die Effizienz des Schmelz- bzw. Reduktionsprozesses erhöhen und Produktionskosten senken.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten umfasst ein Reduktionsaggregat, zur Reduktion von



Einsatzstoffen, gebildet aus Eisenerzen und Zuschlägen und ein Schmelzaggregat, insbesondere einen Einschmelzvergaser, zum Schmelzen der reduzierten Einsatzstoffe unter Zusatz von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas, wobei sich ein Festbett ausbildet und ein CO- und H₂-haltiges Reduktionsgas entsteht. Das Schmelzaggregat ist mit dem Reduktionsaggregat über eine Reduktionsgasleitung verbunden, zur Einleitung des im Schmelzaggregat gebildeten Reduktionsgases in das Reduktionsaggregat und einer Ableitung, zur Ableitung des im Reduktionsaggregat umgesetzten Reduktionsgases als feststoffbeladenes heißes Topgas. Das Reduktionsaggregat kann als Reduktionsschacht oder als eine Mehrzahl von Reduktionsreaktoren oder auch als Teil eines Hochofens ausgebildet sein. Das Schmelzaggregat kann auch Teil eines Hochofens sein.

Weiters ist zumindest eine Einrichtung zur trockenen Staubabscheidung, insbesondere einer Grobabscheidung, der Feststoffe des Topgases vorgesehen, die eine Gasableitung zur Abfuhr des grob gereinigten Topgases und eine Zuführleitung, die die Einrichtung zur Staubabscheidung mit dem Schmelzaggregat verbindet, aufweist, sodass der noch heiße abgeschiedene Feststoff direkt in das Schmelzaggregat eingebracht werden kann. Durch die trockene Abscheidung entfallen die bei feuchter Abscheidung üblichen großen Mengen an Schlämmen, die jedenfalls einer Aufbereitung zugeführt und damit aufwändig behandelt werden müssen. Die Trockenentstaubung gestattet einen weitgehenden Erhalt der Temperatur des Topgases, sodass dieser Wärmeinhalt einer späteren Nutzung zugeführt werden kann.

Erfindungsgemäß ist die Vorrichtung zur Grobabscheidung der Feststoffe ein Zyklon, ein Staubsack oder ein Heißgasfilter, insbesondere ein keramischer Filter, oder eine Gruppe parallel oder in Serie geschalteter Einheiten dieser Einrichtungen. Diese Einrichtungen haben den Vorteil, dass eine Abkühlung des Topgases weitestgehend vermieden wird, dass eine Wasser-/Schlammwirtschaft zur Gasreinigung entfällt oder in Hinblick auf eine nachgeschaltete Nassentstaubungsstufe kleiner dimensioniert werden kann. Die Einrichtungen können in Serie oder parallel geschaltet werden. Dies erfolgt unter Berücksichtigung des erforderlichen Staubbrenngrades, des gegebenen Gasdurchsatzes und der gewünschten Fraktionierung des Staubes.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist ein Agglomerationsbrenner, zum Eintrag der abgeschiedenen Feststoffe in das Schmelzaggregat, am Schmelzaggregat vorgesehen, wobei die Zuführleitung mit dem

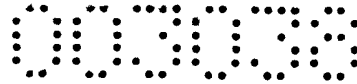


Agglomerationsbrenner verbunden ist. Über den Agglomerationsbrenner erfolgt eine Verbrennung des im Staub enthaltenen Kohlenstoffes mit Sauerstoff. Durch die Reaktion wird der Kohlenstoff vergast. Dabei wird zumindest ein Teil der Wärme des Reaktionsgases und des verbleibenden Staubes auf das Festbett übertragen.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist die Reduktionsgasleitung vor ihrer Einmündung in das Reduktionsaggregat eine Abscheideeinrichtung zur Abtrennung von Feststoffen aus dem Reduktionsgas und eine Einrichtung zur Rückführung dieser Feststoffe in das Schmelzaggregat auf, wobei die Zuführleitung stromaufwärts der Abscheideeinrichtung in die Reduktionsgasleitung oder in die Einrichtung zur Rückführung mündet. Durch die Abscheideeinrichtung kann das Reduktionsgas vor dessen Einleitung in das Reduktionsaggregat gereinigt und die dabei abgeschiedenen Feststoffe können in das Schmelzaggregat rückgeführt werden. Diese Rückführung erfolgt zusammen mit dem aus dem Topgas abgeschiedenen Feststoff, wobei der Feststoff aus dem Topgas über die Zuführleitung der Abscheideeinrichtung in der Reduktionsgasleitung oder in die Einrichtung zur Rückführung in das Schmelzaggregat eingebracht wird. Somit können die abgetrennten Feststoffe über eine gemeinsame Einrichtung in das Schmelzaggregat rückgeführt werden.

Nach einer möglichen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Zuführleitung mit einer Agglomerationseinrichtung, zur Agglomeration der Feststoffe verbunden. Dies gestattet eine Aufbereitung der abgetrennten Feststoffe, wobei die Feststoffe einfacher transportiert und in das Schmelzaggregat rückgeführt werden. Weiters können die Agglomerate auch zwischengelagert und einer späteren Verwendung in einem anderen oder im selben Prozess zugeführt werden.

Erfindungsgemäß weist das Schmelzaggregat eine Eintrageinrichtung zum Eintrag von Kohlenstoffträgern auf, die auch zum Eintrag von Agglomeraten geeignet ist. Durch diese Eintrageinrichtung können Feststoffe unterschiedlicher Partikelform und -größe eingesetzt werden, sodass eine höhere Flexibilität bei der Verwendung der Eintrageeinrichtung gegeben ist. Es somit neben der Eintrageeinrichtung für die Kohlenstoffträger keine weitere Eintrageinrichtung nötig. Weiters ist es denkbar, dass abgeschiedene Feststoffe als Partikel oder als Stäube zusammen mit den Kohlenstoffträgern eingebracht werden.

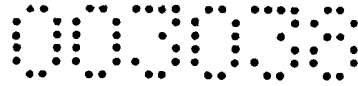


Eine vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird dadurch erreicht, dass die Gasableitung der Einrichtung zur trockenen Grobabscheidung direkt oder indirekt mit zumindest einer Einrichtung zur Feinabscheidung von Feststoffen verbunden ist. Durch diese Verbindung ist es möglich das bereits vorgereinigte Topgas weiter zu reinigen, also allfällige noch vorhandene Staubbelastungen durch eine Feinabscheidung zu reduzieren.

Gemäß einer besonderen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst die Einrichtung zur Feinabscheidung eine weitere Gasableitung zur Abfuhr des fein gereinigten Topgases und eine weitere Zuführleitung, die die Einrichtung zur Feinabscheidung mit dem Schmelzaggregat verbindet und einen Austrag zum Ausschleusen von abgeschiedenen Feststoffen. Damit ist im Falle von sehr feinen abgeschiedenen Feststoffen oder bei Vorliegen nicht direkt einsetzbarer Feststoffe auch ein Austrag möglich, sodass der Feststoff aufbreitet, danach in das Schmelzaggregat eingebracht oder auch anderen Nutzungen zugeführt werden kann.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Einrichtung zur Feinabscheidung ein Zyklon oder eine Gruppe parallel oder in Serie geschalteter Zyklone, insbesondere von 2 bis 5 Zyklonen. Zyklone haben den Vorteil, dass sie auch bei hohen Gastemperaturen betrieben werden können. Durch die Anpassung der Gasgeschwindigkeit im Zyklon ist es möglich Feststoffe gezielt abzutrennen, da hierbei die Unterschiede bei Dichte und Größe der abzutrennenden Partikel genutzt werden kann. Somit kann durch die Verwendung eines oder mehrerer Zyklone eine Klassierung der abgetrennten Feststoffe erzielt werden. Durch die Parallelschaltung ist auch eine Anpassung an die zu behandelnde Gasmenge möglich. Aufgrund der Eigenschaft, dass unterschiedliche Feststoffe unterschiedliche Dichte und Partikelgröße bzw. -form aufweisen, ist es somit möglich gezielt Anteile der Feststoffe, wie z.B. unerwünschte Schlackenbildner zu einem hohen Anteil durch die Fraktionierung abzutrennen und aus dem Prozess auszuschleusen bzw. einer gesonderten Verwertung zukommen zu lassen.

Gemäß einer speziellen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Einrichtung zur Feinabscheidung ein Wäscher oder eine Gruppe in Serie geschalteter Wäscher. Im Falle spezieller Anwendungen kann es vorteilhaft sein, dass die Feinabscheidung mittels eines Wäschers erfolgt. Dies hat den Vorteil, dass der Feststoff zu einem sehr hohen Anteil abgetrennt wird. Weiters erfolgt eine Kühlung des Topgases, was für bestimmte weitere Verwendungen von Vorteil sein kann.

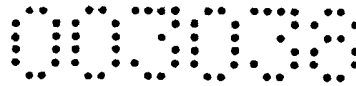


Gemäß einer weiteren speziellen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Einrichtung zur Feinabscheidung ein Filter oder eine Gruppe in Serie geschalteter Filter, insbesondere ein Gewebefilter, ein keramischer Filter oder ein Elektrofilter. Derartige Filter haben den Vorteil, dass sie ohne Wasser oder sonstigen Hilfsstoffen auskommen und daher im Betrieb kostengünstig arbeiten. Zudem wird das Topgas bei der Behandlung nur geringfügig abgekühlt.

Erfindungsgemäß ist die Gasableitung zur Abfuhr des grob gereinigten Topgases oder die weitere Gasableitung zur Abfuhr des fein gereinigten Topgases mit einem Wärmetauscher, zur Nutzung des Wärmeinhaltes des Topgases für die Erwärmung von Prozess- bzw. Inertgasen, Trocknung und/oder Erwärmung von Prozesseinsatz- bzw. Kreislaufstoffen oder zur Dampferzeugung leitungsmäßig verbunden. Auf diese Weise kann der Wärmeinhalt des Topgases nach erfolgter Grobreinigung – oder je nach Art einer der Grobentstaubung nachgeschalteten Feinentstaubung – auch nach einer Feinentstaubung genutzt werden, um Prozessgase entsprechend zu erwärmen. Bei einer temperaturempfindlichen Einrichtung zur Feinentstaubung werden deren Bauteile dadurch, dass das Topgas zuvor einen Wärmetauscher durchläuft, einer geringeren thermischen Belastung ausgesetzt. Hierdurch kann eine Vielzahl an möglichen Einrichtungen zur Feinabscheidung Einsatz finden, ohne dass dabei die Gefahr einer thermischen Überlastung droht.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, dass der Wärmetauscher mit der Einrichtung zur Feinabscheidung oder mit einer Entspannungsturbine, zur Nutzung der Druckenergie des Topgases leitungsmäßig verbunden ist. Das nunmehr im Wärmetauscher gekühlte Topgas kann einerseits einer weiteren Einrichtung zu Feinabscheidung oder direkt einer Entspannungsturbine zugeführt werden. Die Notwendigkeit einer Feinabscheidung ergibt sich aus den verbliebenen Feststoffen nach der Grobabscheidung. Im Falle geringer Feststoffgehalte nach der Grobabscheidung ist es auch denkbar, dass das gereinigte Topgas direkt einer Entspannungsturbine zugesetzt wird. Es ist aber auch denkbar, dass dies erst nach der Feinabscheidung erfolgt.

Eine alternative Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, dass ein Wäscher oder eine Gruppe in Serie geschalteter Wäscher parallel zum Wärmetauscher geschaltet angeordnet ist und mit der Gasableitung und der Gasableitung leitungsmäßig verbunden ist. Diese Variante ermöglicht es den Wäscher bzw. die Gruppe von Wäscher bei Bedarf zuzuschalten oder auch anstelle



der Einrichtung zur Feinabscheidung zu betreiben. Somit kann diese Gruppe bei Bedarf abgeschaltet, zusätzlich zur Einrichtung zur Feinabscheidung oder ausschließlich zur Reinigung des aus der Einrichtung zur Grobabscheidung abgezogenen vorgereinigten Topgases herangezogen werden.

Eine spezielle Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, dass die Gasableitung zur Abfuhr des gereinigten Topgases mit einer Entspannungsturbine, zur Nutzung der Druckenergie des Topgases verbunden ist. Dadurch kann eine direkte Nutzung der Druckenergie des Topgases erfolgen.

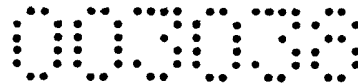
Eine alternative Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, dass die weitere Gasableitung zur Abfuhr des fein gereinigten Topgases mit einer Entspannungsturbine, zur Nutzung der Druckenergie des Topgases verbunden ist. Diese Ausgestaltung wird vor allem bei aggressiven Feststoffen oder bei starker Feststoffbeladung des Topgases gewählt, um ein gereinigtes Topgas zu schaffen, dass einen möglichst geringen Verschleiß an der Entspannungsturbine bewirkt.

Eine spezielle Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, dass in der Ableitung oder in der Gasableitung ein Mittel zur Eindüsung von Wasser, Dampf oder Kühlgas vorgesehen ist, sodass das Topgas gekühlt wird, wobei unter zumindest teilweiser Verdampfung des Wassers das Gasvolumen erhöht wird.

Die Kühlung des Topgases ermöglicht es, auch bei betrieblich bedingten Schwankungen der Topgastemperatur eine weitgehend konstante Betriebstemperatur für die Einrichtungen zur Abscheidung einzustellen. Somit können hohe thermische Belastung für diese Einrichtungen vermieden werden. Durch die Verdampfung wird ein zusätzlicher Gasvolumenstrom im Topgas erzeugt, der in weiterer Folge in einem gesonderten Prozessschritt genutzt werden kann. Durch die Kühlung des Topgases werden auch die möglichen Einrichtungen, die für eine Anwendung zur Abscheidung eines Feststoffes in Frage kommen erweitert, da oftmals die Temperatur des zu behandelnden Gases das Limit für den Einsatz einer bestimmten Abscheideeinrichtungen darstellt.

Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung nicht einschränkender Ausführungsbeispiele, wobei auf die beiliegenden Figuren Bezug genommen wird, die folgendes zeigen:

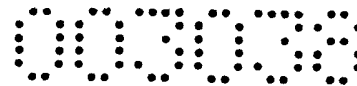
Fig. 1 zeigt eine mögliche Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung



Ein in einem Reduktionsschacht 1 vorreduziertes bzw. reduziertes Material wird einem Schmelzaggregat 2, wie z.B. einem Einschmelzvergaser, zugeführt und in einem Festbett zu Roheisen erschmolzen. Das dabei gebildete Prozessgas wird als Reduktionsgas über die Reduktionsgasleitung 3 abgezogen. In einer Abscheideeinrichtung 9 wird das mit Feststoffen beladene Reduktionsgas gereinigt, wobei der Feststoff mittels der Abscheideeinrichtung 9 abgetrennt wird. Das gereinigte Reduktionsgas wird über die Reduktionsgasleitung 3A dem Reduktionsschacht 1 zugeführt. Im Reduktionsschacht werden mittels des CO- und H₂-haltigen Reduktionsgases die Einsatzstoffe reduziert und das umgesetzte Reduktionsgas als Topgas über die Ableitung 4 abgezogen und einer Einrichtung zur Grobabscheidung 5 zugeführt. Das heiße mit Feststoffen beladene Topgas wird in der Einrichtung zur Grobabscheidung weitgehend gereinigt, indem die Feststoffe abgetrennt werden. Zusätzlich zur Reduktionsgasleitung 3A kann eine Leitung 3B vorgesehen werden, die die Reduktionsgasleitung 3A leitungsmäßig mit einer Nassentstaubung 20 verbindet. Die Nassentstaubung kann über eine Leitung 21 mit einem Kühlgasverdichter 28 verbunden sein, wobei die Ableitung 23 des Kühlgasverdichters mit der Reduktionsgasleitung 3 verbunden ist. Die abgetrennten Feststoffe werden entweder über die Zuführleitung 7 und einen Agglomerationsbrenner 8 über dem Festbett oder direkt in das Festbett dem Schmelzaggregat 2 zugeführt. Der Agglomerationsbrenner 8 kann an eine Sauerstoffversorgung 29 zur Einleitung sauerstoffhaltiger Gase bzw. Gasgemische angeschlossen werden, die auch das Schmelzaggregat mit diesen Gasen bzw. Gasgemischen versorgt.

Alternativ können die abgetrennten Feststoffe auch mittels der Zuführleitungen 7A in die Reduktionsgasleitung 3 stromaufwärts der Abscheideeinrichtung 9 oder mittels der Zuführleitung 7B in die Einrichtung zur Rückführung 10 stromabwärts der Abscheideeinrichtung 9 eingebracht werden. Die Einrichtung zur Rückführung 10 kann mittels eines Agglomerationsbrenners 8, welcher über dem Festbett in das Schmelzaggregat 2 einmündet, verbunden sein.

Die Zuführleitung 7 kann mit einer Agglomerationseinrichtung 11 über eine Leitung 7C verbunden sein, sodass Feststoffe aus der Einrichtung zur Grobabscheidung 5 der Agglomerationseinrichtung 11 zugeführt werden können. Weiters können die in der Agglomerationseinrichtung 11 gebildeten Agglomerate in das Schmelzaggregat 2 eingebracht werden. Die Agglomerationseinrichtung 11 kann als Kohlebrikettierung, als Oxidbrikettierung oder als Eisenschwammkompaktierung bzw. -brikettierung



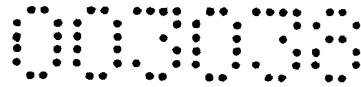
ausgestaltet sein. Die gebildeten Agglomerate können als Kohlebriketts über eine Leitung 33 direkt in das Schmelzaggregat 2, als Oxidbriketts direkt in den Reduktionsschacht 1 oder als Eisenschwamm-briketts zunächst in einer Vorwärm- und Reduktionsstufe 27 vorbehandelt und dann über die Leitung 34 in das Schmelzaggregat 2 eingebracht werden.

In einer besonderen nicht dargestellten Variante kann das in einer Mehrzahl von Reduktionsreaktoren vorreduzierte bzw. reduzierte Material über die Leitung 35 der Agglomerationseinrichtung 11 zur Heißbrikettierung oder Heißkompaktierung zugeführt werden. Die Reduktionsreaktoren übernehmen in analoger Weise die Funktion des Reduktionsaggregates. Diese Agglomerate werden dann in das Schmelzaggregat 2 eingebracht.

Die Gasableitung 6A, 6B der Einrichtung zur Grobabscheidung 5 kann direkt oder indirekt mit einer Einrichtung zur Feinabscheidung 13 verbunden sein. Alternativ kann ein Wärmetauscher 17 in die Verbindungsleitung zwischen der Einrichtungen 6 und 13 installiert sein. Dieser gestattet eine Temperaturanpassung des Topgases. Weiters kann in die Ableitung 4 bzw. die Gasableitungen 6A, 6B durch ein Mittel 22 zum Eindüsen von Wasser, Dampf oder Kühlgas eingebracht werden, wobei das Wasser zumindest zum Teil verdampft und das Topgas gekühlt werden kann.

Durch die Gasableitung 6A wird die Einrichtung zur Grobabscheidung 5 mit der Einrichtung zur Feinabscheidung 13 verbunden. In dieser Ableitung 6A kann ein Wärmetauscher 17 installiert sein, der für die Kühlung des Topgases unter Nutzung der Wärmeenergie z.B. für die Erwärmung von Prozessgasen genutzt werden kann. Parallel zur einer Einrichtung zur trockenen Feinabscheidung 13A kann eine oder mehrere parallel geschaltete Nassentstaubungen 13B vorgesehen werden. Diese können gemeinsam mit der Einrichtung zur Feinabscheidung 13A oder alleine betrieben werden. Es ist auch denkbar diese Nassentstaubungen 13B als Standby-Einrichtungen vorzusehen, die nur bei Bedarf zugeschaltet werden können.

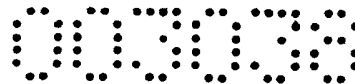
Die Einrichtung zur Feinabscheidung 13 weist eine weitere Zuführleitung 15A, 15B, 15C zur Rückführung der an diesen Einrichtungen zur Feinabscheidung abgeschiedenen Feststoffe auf. Zusätzlich kann ein Austrag 16 vorgesehen sein, um abgeschiedene Feststoffe, die nicht unmittelbar in das Schmelzaggregat zurückgeführt werden können, auszutragen. Zwischen den Zuführleitungen 15A, 15B kann auch eine Aufbereitung 24 der in der Nassentstaubung 13A abgeschiedenen



Feststoffe vorgesehen sein, die eine Klassierungs-, Sortierungs-, Zerkleinerungs-, Mischungs-, Entwässerungs- und Trocknungsstufe aufweisen kann. Die Aufbereitung 25 kann auch über eine Zuleitung 25 mit der Trockenentstaubung 5 verbunden sein, sodass an der Trockenentstaubung 5 abgeschiedene Feststoffe der Aufbereitung 25 zugeführt werden können. Zur weiteren Agglomeration kann die Aufbereitung 25 über eine Leitung 31 mit der Agglomerationseinrichtung verbunden sein. Über einen Eintrag 32 können weitere Stäube oder Zusatzstoffe eingebracht werden.

Das vorgereinigte bzw. gereinigte Topgas kann einer Entspannungsturbine 19 zur Nutzung der Druckenergie des Topgases zugeführt werden. Alternativ kann das Topgas bevor es in die Entspannungsturbine 19 eingebracht wird in einem Wärmetauscher 18 gekühlt werden. Der Wärmetauscher 18 wird anstelle eines Wärmetauschers 17 stromabwärts der trockenen Feinabscheidung 13A platziert, wenn die Staubbiladung des Gases stromaufwärts der trockenen Feinabscheidung 13A für einen dauerhaften Betrieb eines Wärmetauschers zu hoch ist. Das nach der Entspannungsturbine 19 entspannte Topgas kann weiteren Nutzungen zugeführt werden.

Alternativ kann eine Rückführung 26 vorgesehen sein, sodass das an der Nassentstaubung 13B gereinigte Topgas gegebenenfalls über einen zusätzlichen Kühlgasverdichter 28A in die Ableitung 23 rückgeführt werden kann.

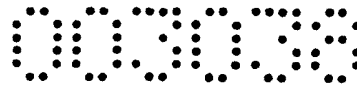


Patentansprüche

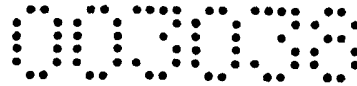
1. Verfahren zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten aus von Eisenerzen und Zuschlägen gebildeten Einsatzstoffen, wobei die Einsatzstoffe in einer Reduktionszone einer weitgehenden Reduktion unterzogen und dann einer Schmelzzone oder einem Schmelzaggregat, insbesondere einem Einschmelzvergaser, zum Erschmelzen unter Zusatz von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas unter Ausbildung eines Festbettes, zugeführt werden, wobei ein CO- und H₂-haltiges Reduktionsgas gebildet wird, das in die Reduktionszone eingeleitet, dort umgesetzt und als Topgas abgeleitet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das heiße, feststoffbeladene Topgas, unter zumindest teilweiser Abscheidung der Feststoffe aus dem Topgas, zumindest einer trockenen Staubabscheidung, insbesondere einer Grobabscheidung, unterzogen wird und zumindest Teile der durch die Abscheidung abgetrennten heißen Feststoffe in die Schmelzzone oder das Schmelzaggregat oder in eine Reduktionszone rückgeführt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Topgas nach der trockenen Grobabscheidung zumindest einer zusätzlichen Feinabscheidungsstufe, unter zumindest teilweiser Abscheidung der im Topgas verbliebenen Feststoffe, unterzogen wird, wobei der in dieser Abscheidungsstufe abgeschiedene Feststoff in den Einschmelzvergaser und/oder in die Schmelzzone rückgeführt oder aus dem Verfahren ausgeschleust wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem abgeschiedenen Feststoff insbesondere für den Fall, dass er hohe Anteile an Schlackenbildnern aufweist, vor dem Eintrag in den Einschmelzvergaser oder die Schmelzzone Eisen- und/oder Kohlenstoffträger, insbesondere Eisen- oder Kohlenstoff-hältige Stäube, getrocknete Schlämme oder Feinerz, zugesetzt werden, derart, dass der Feststoff zusammen mit den Zusätzen einen Gehalt von >30%, insbesondere >50%, an Eisen und Kohlenstoff aufweist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ausgeschleuste Feststoff zunächst zur Anreicherung der Eisen- und



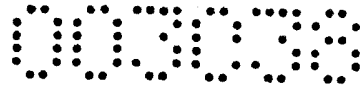
- Kohlenstoffgehalte aufbereitet, insbesondere mittels einer Staubsichtung, einer Hydrozyklonierung, einer Flotation und/oder einer Auswaschung wasserlöslicher oder leicht suspendierbarer Komponenten, und dann in das Schmelzaggregat oder in die Schmelzzone eingebracht wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Eintrag des abgeschiedenen Feststoffes bevorzugt mittels Agglomerationsbrenner in den oberen Teil des Schmelzaggregates, insbesondere unmittelbar oberhalb des Festbettes, erfolgt.
 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der abgeschiedene Feststoff zusammen mit Feststoffpartikeln, die vom Reduktionsgas vor dessen Einleitung in die Reduktionszone abgetrennt wurden, in das Schmelzaggregat eingebracht wird.
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der abgeschiedene Feststoff, gegebenenfalls unter Zumischung von Feinerzen und/oder Eisen- und/oder Kohlenstoffträgern einer Agglomeration zugeführt und als Agglomerat, gegebenenfalls zusammen mit Kohlenstoffträgern und/oder mit Eisenträgern in das Schmelzaggregat oder die Schmelzzone eingebracht wird.
 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zusätzliche Abscheidungsstufe eine oder mehrere Trockenentstaubungsstufen, insbesondere Staubfilter, Zyklone oder Staubsäcke, aufweist.
 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zusätzliche Abscheidungsstufe eine oder mehrere Nassentstaubungsstufen, insbesondere Wäscher, aufweist.
 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Topgas vor und/oder nach der trockenen Abscheidung mittels Wasser-, Dampf-, oder Kühlgaseindüsung gekühlt wird, wobei unter zumindest teilweiser Verdampfung des Wassers das Gasvolumen erhöht wird.
 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das heiße, gereinigte Topgas zur Nutzung dessen Druckenergie einer Entspannungsturbine zugeführt wird.



12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmeinhalt des heißen, gereinigten Topgases über einen Wärmetauscher abgeführt und diese Wärme zur Erwärmung von Prozess- bzw. Inertgasen, Trocknung und/oder Erwärmung von Prozesseinsatz- bzw. Kreislaufstoffen oder zur Dampferzeugung genutzt wird.
13. Vorrichtung zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten mit einem Reduktionsaggregat (1), zur Reduktion von Einsatzstoffen, gebildet aus Eisenerzen und Zuschlägen und mit einem Schmelzaggregat (2), insbesondere einem Einschmelzvergaser, zum Schmelzen der reduzierten Einsatzstoffe unter Zusatz von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas, unter Ausbildung eines Festbettes und eines CO- und H₂-haltigen Reduktionsgases, wobei das Schmelzaggregat mit dem Reduktionsaggregat über eine Reduktionsgasleitung (3) verbunden ist, zur Einleitung des im Schmelzaggregat gebildeten Reduktionsgases in das Reduktionsaggregat und einer Ableitung (4), zur Ableitung des im Reduktionsaggregat umgesetzten Reduktionsgases als feststoffbeladenes heißes Topgas, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Einrichtung zur trockenen Staubabscheidung (5), insbesondere Grobabscheidung, der Feststoffe des Topgases vorgesehen ist, die eine Gasableitung (6A, 6B) zur Abfuhr des grob gereinigten Topgases und eine Zuführleitung (7), die die Einrichtung zur Staubabscheidung (5) mit dem Schmelzaggregat (2) verbindet, aufweist, sodass der noch heiße abgeschiedene Feststoff direkt in das Schmelzaggregat (2) eingebracht werden kann.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zur Grobabscheidung (5) der Feststoffe ein Zyklon, ein Staubsack oder ein Heißgasfilter, insbesondere ein keramischer Filter, oder eine Gruppe parallel oder in Serie geschalteter Einheiten dieser Einrichtungen ist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Agglomerationsbrenner (8), zum Eintrag der abgeschiedenen Feststoffe in das Schmelzaggregat am Schmelzaggregat vorgesehen ist, wobei die Zuführleitung (7) mit dem Agglomerationsbrenner (8) verbunden ist.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reduktionsgasleitung (3) vor ihrer Einmündung in das Reduktionsaggregat eine Abscheideeinrichtung (9) zur Abtrennung von Feststoffen aus dem Reduktionsgas und eine Einrichtung zur Rückführung

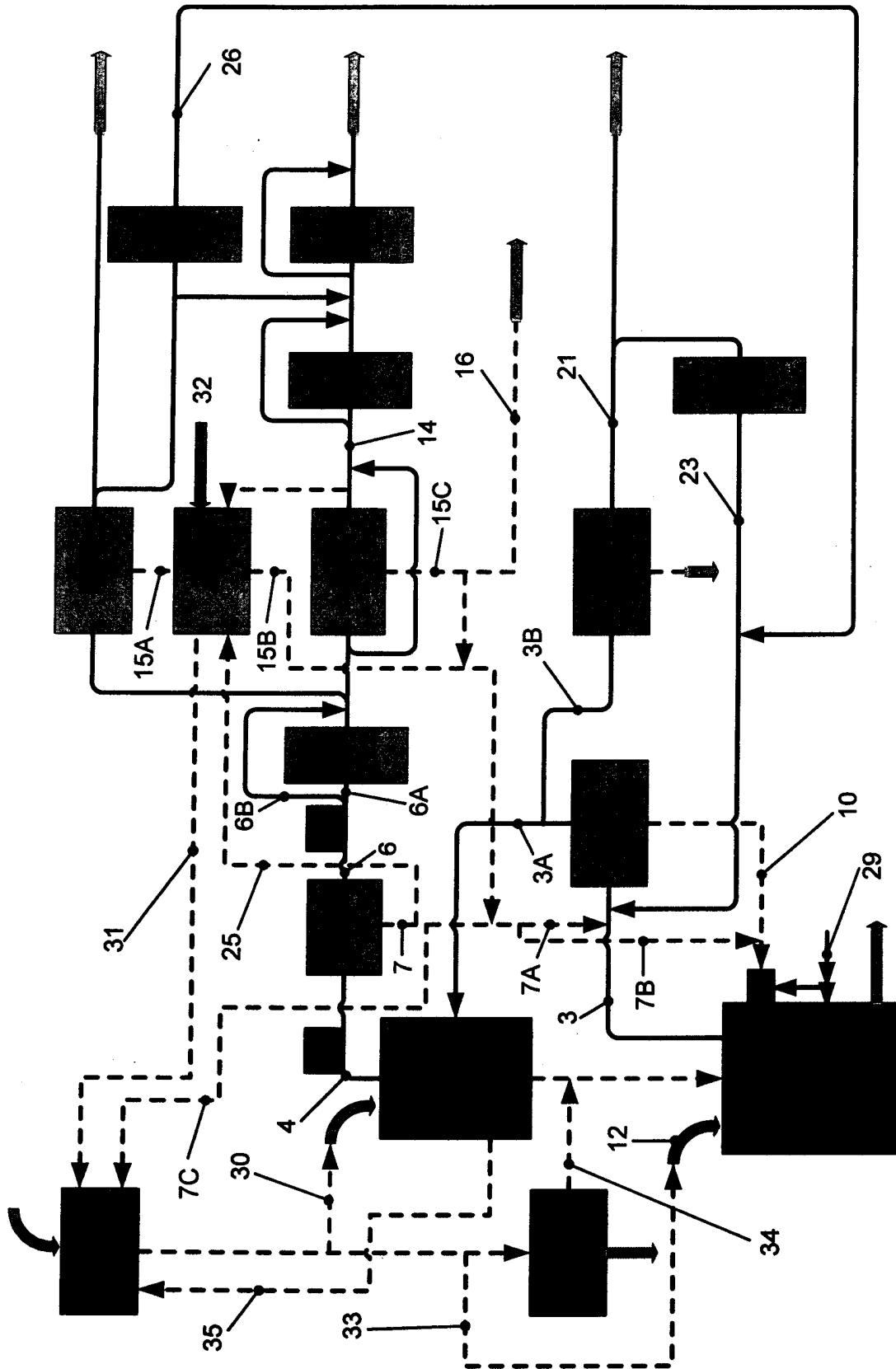


- (10) dieser Feststoffe in das Schmelzaggregat (2) aufweist, wobei die Zuführleitung (7A, 7B) stromaufwärts der Abscheideeinrichtung (9) in die Reduktionsgasleitung (3) oder in die Einrichtung zur Rückführung (10) mündet.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuführleitung (7) mit einer Agglomerationseinrichtung (11), zur Agglomeration der Feststoffe verbunden ist.
 18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schmelzaggregat (2) eine Eintrageinrichtung (12) zum Eintrag von Kohlenstoffträgern aufweist, die auch zum Eintrag von Agglomeraten geeignet ist.
 19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gasableitung (6A, 6B) der Einrichtung zur trockenen Grobabscheidung (5) direkt oder indirekt mit zumindest einer Einrichtung zur Feinabscheidung (13A, 13B) von Feststoffen verbunden ist.
 20. Vorrichtung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zur Feinabscheidung (13A) eine weitere Gasableitung (14) zur Abfuhr des fein gereinigten Topgases und eine weitere Zuführleitung (15C), die die Einrichtung zur Feinabscheidung (13A) mit dem Schmelzaggregat (2) verbindet und einen Austrag (16) zum Ausschleusen von abgeschiedenen Feststoffen umfasst.
 21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zur Feinabscheidung (13A) ein Zyklon oder eine Gruppe parallel oder in Serie geschalteter Zyklone, insbesondere von 2 bis 5 Zyklonen, ist.
 22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zur Feinabscheidung (13B) ein Wäscher oder eine Gruppe in Serie geschalteter Wäscher ist.
 23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zur Feinabscheidung (13A) ein Filter oder eine Gruppe in Serie geschalteter Filter, insbesondere ein Gewebefilter, ein keramischer Filter oder ein Elektrofilter, ist.
 24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gasableitung (6A, 6B) zur Abfuhr des grob gereinigten Topgases



- oder die weitere Gasableitung (14) zur Abfuhr des fein gereinigten Topgases mit einem Wärmetauscher (17, 18), zur Nutzung des Wärmeinhaltes des Topgases für die Erwärmung von Prozess- bzw. Inertgasen, Trocknung und/oder Erwärmung von Prozesseinsatz- bzw. Kreislaufstoffen oder zur Dampferzeugung leitungsmäßig verbunden ist.
25. Vorrichtung nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher (17, 18) mit der Einrichtung zur Feinabscheidung (13A, 13B) oder mit einer Entspannungsturbine (19), zur Nutzung der Druckenergie des Topgases leitungsmäßig verbunden ist.
 26. Vorrichtung nach Anspruch 24 oder 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Wäscher (13B) oder eine Gruppe in Serie geschalteter Wäscher parallel zur Einrichtung zur Feinabscheidung (13A) geschaltet angeordnet ist und mit der Gasableitung (6A, 6B) und der Gasableitung (14) leitungsmäßig verbunden ist.
 27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gasableitung (6A, 6B) zur Abfuhr des gereinigten Topgases mit einer Entspannungsturbine (19), zur Nutzung der Druckenergie des Topgases verbunden ist.
 28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** die weitere Gasableitung (14) zur Abfuhr des fein gereinigten Topgases mit einer Entspannungsturbine (19), zur Nutzung der Druckenergie des Topgases verbunden ist.
 29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Ableitung (4) oder in der Gasableitung (6A, 6B) ein Mittel (22) zur Eindüsung von Wasser, Dampf oder Kühlgas vorgesehen ist, sodass das Topgas gekühlt wird, wobei unter zumindest teilweiser Verdampfung des Wassers das Gasvolumen erhöht wird.

Fig. 1



Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten aus von Eisenerzen und Zuschlägen gebildeten Einsatzstoffen, wobei die Einsatzstoffe in einer Reduktionszone einer weitgehenden Reduktion unterzogen und dann einer Schmelzzone oder einem Schmelzaggregat, insbesondere einem Einschmelzvergaser, zum Erschmelzen unter Zusatz von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas unter Ausbildung eines Festbettes, zugeführt werden, wobei ein CO- und H₂-haltiges Reduktionsgas gebildet wird, das in die Reduktionszone eingeleitet, dort umgesetzt und als Topgas abgeleitet wird, wobei das heiße, feststoffbeladene Topgas, unter zumindest teilweiser Abscheidung der Feststoffe aus dem Topgas, zumindest einer trockenen Staubabscheidung, insbesondere einer trockenen Grobabscheidung, unterzogen wird und zumindest Teile der abgeschiedenen heißen Feststoffe in die Schmelzzone oder das Schmelzaggregat oder in die Reduktionszone rückgeführt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Topgas nach der trockenen Grobabscheidung zumindest einer zusätzlichen Feinabscheidungsstufe, unter zumindest teilweiser Abscheidung der im Topgas verbliebenen Feststoffe, unterzogen wird, wobei der in dieser Abscheidungsstufe abgeschiedene Feststoff in den Einschmelzvergaser und/oder in die Schmelzzone rückgeführt oder aus dem Verfahren ausgeschleust wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem abgeschiedenen Feststoff insbesondere für den Fall, dass er hohe Anteile an Schlackenbildnern aufweist, vor dem Eintrag in den Einschmelzvergaser oder in die Schmelzzone Eisen- und/oder Kohlenstoffträger, insbesondere Eisen- oder Kohlenstoff-hältige Stäube, getrocknete Schlämme oder Feinerz, zugesetzt werden, derart, dass der Feststoff zusammen mit den Zusätzen einen Gehalt von >30%, insbesondere >50%, an Eisen und Kohlenstoff aufweist.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ausgeschleuste Feststoff zunächst zur Anreicherung der Eisen- und Kohlenstoffgehalte aufbereitet, insbesondere mittels einer Staubsichtung, einer Hydrozyklonierung, einer Flotation und/oder einer Auswaschung

NACHGEREICHT

wasserlöslicher oder leicht suspendierbarer Komponenten, und dann in das Schmelzaggregat oder in die Schmelzzone eingebracht wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Eintrag des abgeschiedenen Feststoffes in das Schmelzaggregat, bevorzugt mittels Agglomerationsbrenner, in den oberen Teil des Schmelzaggregates, insbesondere unmittelbar oberhalb des Festbettes, erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** Feststoffpartikel aus dem Reduktionsgas vor dessen Einleitung in die Reduktionszone abgetrennt werden und diese gemeinsam mit dem aus dem Topgas abgeschiedenen Feststoff in das Schmelzaggregat eingebracht werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der abgeschiedene Feststoff, gegebenenfalls unter Zumischung von Feinerzen und/oder Eisen- und/oder Kohlenstoffträgern einer Agglomeration zugeführt und als Agglomerat, gegebenenfalls zusammen mit Kohlenstoffträgern und/oder mit Eisenträgern, in das Schmelzaggregat oder die Schmelzzone eingebracht wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zusätzliche Feinabscheidungsstufe eine oder mehrere Trockenentstaubungsstufen, insbesondere Staubfilter, Zyklone oder Staubsäcke, aufweist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zusätzliche Feinabscheidungsstufe eine oder mehrere Nassentstaubungsstufen, insbesondere Wäscher, aufweist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das gereinigte Topgas zur Nutzung dessen Druckenergie einer Entspannungsturbine zugeführt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Topgas vor und/oder nach der trockenen Grobabscheidung mittels Wasser-, Dampf-, oder Kühlgaseindüsung gekühlt wird, wobei unter zumindest teilweiser Verdampfung des Wassers das Gasvolumen erhöht wird.

NACHGEREICHT

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmeinhalt des gereinigten Topgases über einen Wärmetauscher abgeführt und diese Wärme zur Erwärmung von Prozess- bzw. Inertgasen, zur Trocknung und/oder Erwärmung von Prozesseinsatz- bzw. Kreislaufstoffen oder zur Dampferzeugung genutzt wird.
12. Vorrichtung zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten mit einem Reduktionsaggregat (1), zur Reduktion von Einsatzstoffen, gebildet aus Eisenerzen und Zuschlägen, und mit einem Schmelzaggregat (2), insbesondere einem Einschmelzvergaser, zum Schmelzen der reduzierten Einsatzstoffe unter Zusatz von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas, unter Ausbildung eines Festbettes und eines CO- und H₂-haltigen Reduktionsgases, wobei das Schmelzaggregat mit dem Reduktionsaggregat über eine Reduktionsgasleitung (3) verbunden ist, zur Einleitung des im Schmelzaggregat gebildeten Reduktionsgases in das Reduktionsaggregat und einer Ableitung (4), zur Ableitung des im Reduktionsaggregat umgesetzten Reduktionsgases als feststoffbeladenes heißes Topgas und zumindest einer Einrichtung zur trockenen Staubabscheidung (5), insbesondere einer trockenen Grobabscheidung, der Feststoffe des Topgases, die eine Gasableitung (6) zur Abfuhr des grob gereinigten Topgases und eine Zuführleitung (7), die die Einrichtung zur trockenen Grobabscheidung (5) mit dem Schmelzaggregat (2) verbindet, aufweist, sodass der noch heiße abgeschiedene Feststoff direkt in das Schmelzaggregat (2) eingebracht werden kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zur trockenen Grobabscheidung (5) über eine erste Gasableitung (6A) oder eine zweite Gasableitung (6B) mit zumindest einer Einrichtung zur Feinabscheidung von Feststoffen (13A) verbunden ist, wobei diese eine weitere Zuführleitung (15C) aufweist, die die Einrichtung zur Feinabscheidung (13A) mit dem Schmelzaggregat (2) verbindet.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zur trockenen Grobabscheidung (5) der Feststoffe ein Zyklon, ein Staubsack oder ein Heißgasfilter, insbesondere ein keramischer Filter, oder eine Gruppe parallel oder in Serie geschalteter Einheiten dieser Einrichtungen ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Agglomerationsbrenner (8), zum Eintrag der abgeschiedenen Feststoffe in das

Schmelzaggregat am Schmelzaggregat vorgesehen ist, wobei eine von der trockenen Grobabscheidung (5) kommende Zuführleitung (7B) mit dem Agglomerationsbrenner (8) verbunden ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reduktionsgasleitung (3) vor ihrer Einmündung in das Reduktionsaggregat eine Abscheideeinrichtung (9) zur Abscheidung von Feststoffen aus dem Reduktionsgas und eine Einrichtung zur Rückführung (10) dieser Feststoffe in das Schmelzaggregat (2) aufweist, wobei eine von der trockenen Grobabscheidung (5) kommende Zuführleitung (7A) stromaufwärts der Abscheideeinrichtung (9) in die Reduktionsgasleitung (3) mündet.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** Einrichtung zur trockenen Grobabscheidung (5) der Feststoffe über eine Zuführleitung (7C) mit einer Agglomerationseinrichtung (11), zur Agglomeration der Feststoffe, verbunden ist.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schmelzaggregat (2) eine Eintrageinrichtung (12) zum Eintrag von Kohlenstoffträgern aufweist, die auch zum Eintrag von Agglomeraten geeignet ist.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zur Feinabscheidung (13A) eine weitere Gasableitung (14) zur Abfuhr des fein gereinigten Topgases und einen Austrag (16) zum Ausschleusen von abgeschiedenen Feststoffen umfasst.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zur Feinabscheidung (13A) ein Zyklon oder eine Gruppe parallel oder in Serie geschalteter Zykclone, insbesondere von 2 bis 5 Zyklonen, ist.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zur Feinabscheidung (13A) ein Filter oder eine Gruppe in Serie geschalteter Filter, insbesondere ein Gewebefilter, ein keramischer Filter oder ein Elektrofilter, ist.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine weitere Einrichtung zur Feinabscheidung (13B) vorgesehen ist, die parallel zur Einrichtung zur Feinabscheidung (13A) geschaltet angeordnet ist.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die weitere Einrichtung zur Feinabscheidung (13B) mit der ersten Gasableitung (6A) oder mit der zweiten Gasableitung (6B) und über eine Rückführung 26, gegebenenfalls über einen zusätzlichen Kühlgasverdichter 28A, leitungsmäßig mit einer Ableitung 23 verbunden ist.
23. Vorrichtung nach Anspruch 21 oder 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zur Feinabscheidung (13B) ein Wäscher oder eine Gruppe in Serie geschalteter Wäscher ist.
24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Gasableitung (6B) zur Abfuhr des gereinigten Topgases mit der Einrichtung zur Feinabscheidung (13A) und/oder der weiteren Einrichtung zur Feinabscheidung (13B) und mit einer Entspannungsturbine (19), zur Nutzung der Druckenergie des Topgases verbunden ist.
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Ableitung (4) oder in der Gasableitung (6) ein Mittel (22) zur Eindüsung von Wasser, Dampf oder Kühlgas vorgesehen ist, sodass das Topgas gekühlt werden kann, wobei unter zumindest teilweiser Verdampfung des Wassers das Gasvolumen erhöht wird.
26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der ersten Gasableitung (6A) zur Abfuhr des grob gereinigten Topgases ein Wärmetauscher (17) und/oder in der weiteren Gasableitung (14) zur Abfuhr des fein gereinigten Topgases ein weiterer Wärmetauscher (18), zur Nutzung des Wärmeinhaltes des Topgases für die Erwärmung von Prozess- bzw. Inertgasen, Trocknung und/oder Erwärmung von Prozesseinsatz- bzw. Kreislaufstoffen oder zur Dampferzeugung, angeordnet sind bzw. ist.
27. Vorrichtung nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher (17) mit der Einrichtung zur Feinabscheidung (13A) und/oder der weiteren Einrichtung zur Feinabscheidung (13B) oder der weitere Wärmetauscher 18 mit einer Entspannungsturbine (19), zur Nutzung der Druckenergie des Topgases, leitungsmäßig verbunden ist.
28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** die weitere Einrichtung zur Feinabscheidung (13B) eine weitere Zuführleitung (15A) und (15B) aufweist, die die Einrichtung zur

005734
-21-

Feinabscheidung (13B), gegebenenfalls über eine Aufbereitung (24), mit dem Schmelzaggregat (2) verbindet.

NACHGEREICHT

Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC ⁸ : C22B 5/10 (2006.01); C22B 5/12 (2006.01); C21B 7/22 (2006.01); C21B 11/00 (2006.01); C21B 13/00 (2006.01); F27B 1/18 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß ECLA: C22B 5/10, C22B 5/12, C21B 7/22, C21B 11/00, C21B 13/00A, F27B 1/18		
Recherchierte Prüfsubstanz (Klassifikation): C22B, C21B, F27B		
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, WPI, X-FULL, IPDL		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 17. März 2008 eingereichten Ansprüchen 1 - 29 erstellt.		
Kategorie ⁷	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	JP 05-078722 A (Kawasaki Steel Corp.) 30. März 1993 (30.03.1993) <i>Zusammenfassung; Beschreibung, [0007] - [0011]; Fig. 1; Anspruch 1</i>	1, 13 - 14
Y	<i>Zusammenfassung; Beschreibung, [0007] - [0011]; Fig. 1; Anspruch 1</i>	6, 12, 16, 24

Y	AT 406964 B (Voest-Alpine Industrieanlagenbau GmbH) 27. November 2000 (27.11.2000) <i>Zusammenfassung; Beschreibung, S. 5, Z. 1 - 28; Fig. 1; Ansprüche 1, 11, 14, 17</i>	12, 24
A	<i>Zusammenfassung; Beschreibung, S. 4, Z. 51 - 55, S. 5, Z. 1 - 28; Fig. 1; Ansprüche 1, 11, 14, 17</i>	1 - 3, 9, 13 - 14, 16, 22

Y	WO 2005/054520 A1 (Posco et al.) 16. Juni 2005 (16.06.2005) <i>Zusammenfassung; Beschreibung, S. 4, Z. 24 - 34, S. 5, Z. 1 - 3, S. 12 - 14, S. 15, Z. 1 - 17, S. 18, Z. 13 - 34, S. 17 - 18, S. 19, Z. 1 - 24; Fig. 1, 3; Ansprüche 1, 9 - 10, 26, 31 - 32</i>	6, 16
A	<i>Zusammenfassung; Beschreibung, S. 4, Z. 24 - 34, S. 5, Z. 1 - 3, S. 12 - 14, S. 15, Z. 1 - 17, S. 18, Z. 13 - 34, S. 17 - 18, S. 19, Z. 1 - 24; Fig. 1; Ansprüche 1, 26</i>	7, 10, 17 - 18

Datum der Beendigung der Recherche: 12. September 2008		☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt
		Prüfer(in): Dr. AIGNER
⁷ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldegegenstand 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.		