

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 920/2008**

(22) Anmeldetag: **06.06.2008**

(43) Veröffentlicht am: **15.12.2009**

(51) Int. Cl.⁸: **C21B 11/02** (2006.01),
C21B 13/00 (2006.01),
C22B 5/10 (2006.01),
F27B 1/00 (2006.01),
F27B 15/00 (2006.01),
C22B 5/14 (2006.01)

(73) Patentinhaber:

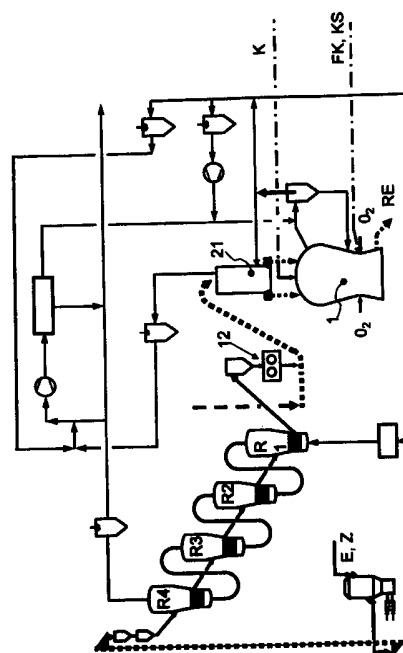
SIEMENS VAI METALS TECHNOLOGIES
GMBH & CO
A-4031 LINZ (AT)

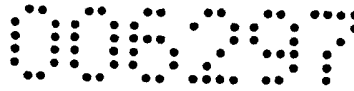
(72) Erfinder:

BÖHM CHRISTIAN
THALHEIM (AT)
PLAUL JAN-FRIEDEMANN DR.
LINZ (AT)
SCHENK JOHANNES LEOPOLD DR.
LINZ (AT)

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

(57) Gezeigt wird ein Verfahren zur Herstellung von Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten in einem Schmelzaggregat, insbesondere einem Einschmelzvergaser, wobei eisenerzhaltige Einsatzstoffe und gegebenenfalls Zuschlagsstoffe in zumindest einem Reduktionsaggregat mittels eines Reduktionsgases zumindest teilweise reduziert werden. Erfindungsgemäß wird ein erster Anteil der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe im Schmelzaggregat unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas bei gleichzeitiger Bildung des Reduktionsgases eingeschmolzen. Das Reduktionsgas wird dem Reduktionsaggregat zugeführt und nach Durchtritt durch dieses als Topgas abgezogen, wobei ein zweiter Anteil der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe zum Reduzieren und Erschmelzen einem Schmelzreduktionsaggregat zugeführt wird.





-30-

ZUSAMMENFASSUNG

Gezeigt wird ein Verfahren zur Herstellung von Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten in einem Schmelzaggregat, insbesondere einem Einschmelzvergaser, wobei eisenerzhaltige Einsatzstoffe und gegebenenfalls Zuschlagsstoffe in zumindest einem Reduktionsaggregat mittels eines Reduktionsgases zumindest teilweise reduziert werden. Erfindungsgemäß wird ein erster Anteil der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe im Schmelzaggregat unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas bei gleichzeitiger Bildung des Reduktionsgases eingeschmolzen. Das Reduktionsgas wird dem Reduktionsaggregat zugeführt und nach Durchtritt durch dieses als Topgas abgezogen, wobei ein zweiter Anteil der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe zum Reduzieren und Erschmelzen einem Schmelzreduktionsaggregat zugeführt wird.

Fig. 1

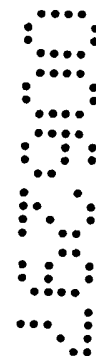
Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten in einem Schmelzaggregat, insbesondere einem Einschmelzvergaser, wobei eisenerzhältige Einsatzstoffe, insbesondere Feinerz, und gegebenenfalls Zuschlagsstoffe in zumindest einem Reduktionsaggregat mittels eines Reduktionsgases zumindest teilweise reduziert werden.

Die Erfindung betrifft weiters eine Anlage zur Herstellung von Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren mit einem Schmelzaggregat, insbesondere einem Einschmelzvergaser, und zumindest einem Reduktionsaggregat zur Reduktion eisenerzhaltiger Einsatzstoffe und gegebenenfalls Zuschlagsstoffen mittels eines im Schmelzaggregat unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern, insbesondere Kohle, und sauerstoffhaltigem Gas gebildeten Reduktionsgases.

Es ist aus dem Stand der Technik bekannt, dass Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten in einem Schmelzreduktionsverfahren hergestellt werden können. Insbesondere ist es bekannt Reduktionsgas, das in einem Schmelzaggregat unter Zufuhr von Kohle erzeugt wird, zur Reduktion von eisenhaltigen Erzen zu nutzen.

Zur Erhöhung der Effizienz derartiger Anlagen ist der DE 44 21 673 zu entnehmen, dass das in einem Einschmelzvergaser gebildete Reduktionsgas in aufbereiteter Form in einem Hochofen genutzt werden kann, sodass das Exportgas genutzt und die Prozesseffizienz erhöht werden kann. Nachteilig ist dabei, dass das Exportgas einen für den Hochofen zu hohen Heizwert aufweist, sodass die erzielte Prozesseffizienz beschränkt ist. Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht nun darin die Prozesseffizienz weiter zu steigern, wobei insbesondere die Menge an benötigter Kohle je Tonne Roheisen oder

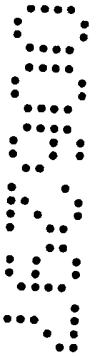


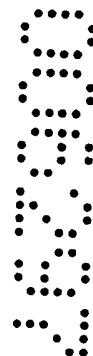
flüssigen Stahlvorprodukten geringer wird, sodass eine geringere Menge an Kohlendioxid (CO_2) anfällt.

Diese Aufgabe wird durch das erfindungsgemäße Verfahren nach Anspruch 1 und durch die Vorrichtung nach 24 gelöst.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird ein erster Anteil der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe im Schmelzaggregat unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern, insbesondere Kohle, und sauerstoffhaltigem Gas bei gleichzeitiger Bildung des Reduktionsgases eingeschmolzen, das Reduktionsgas dem Reduktionsaggregat zugeführt und nach Durchtritt durch dieses als Topgas abgezogen, wobei ein zweiter Anteil der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe zum Reduzieren und Erschmelzen einem Schmelzreduktionsaggregat zugeführt wird. Die zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe werden auch als Low Reduced Iron (LRI) bezeichnet, wobei diese Zwischenprodukte als Einsatzstoffe für nachfolgende Verfahrensschritte der Roheisenherstellung oder der Herstellung von flüssigen Stahlvorprodukten dienen. Durch das Verfahren ist es möglich ein zumindest teilweise reduziertes Einsatzmaterial, das Low Reduced Iron (LRI), auch in einem zum Schmelzaggregat zusätzlichen Schmelzreduktionsaggregat zu verarbeiten, wobei in dem Schmelzreduktionsaggregat aufgrund der bereits teilweise erfolgten Reduktion ein erheblicher Anteil an Reduktionsmittel eingespart und somit die Gesamtbilanz der Herstellung von Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten hinsichtlich der nötigen Prozessstoffe, insbesondere der Kohle, reduziert werden. Darüber hinaus kann die Produktivität des Schmelzreduktionsaggregates gleichzeitig gesteigert werden. Von der gesamten erzeugten Menge an zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffen wird nur ein erster Anteil in einem Schmelzaggregat, wie z.B. einem Einschmelzvergaser, verarbeitet.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Menge des zweiten Anteils der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe in





Abhängigkeit von der gewünschten Topgasmenge und/oder der Exportgasmenge und/oder der Exportgasqualität festgelegt. Das aus dem zumindest einem Reduktionsaggregat abgeführte Reduktionsgas wird als Topgas bezeichnet. Dieses Topgas kann nach entsprechender Aufbereitung als Energieträger genutzt werden, wobei das aufbereitete Gas als Exportgas in anderen Prozessen, wie z.B. der Energieerzeugung genutzt werden kann.

Die Qualität des Exportgases wird über die Gasanalyse, also der Zusammensetzung des Exportgases und dem daraus resultierenden Heizwert definiert. Die Zusammensetzung des Exportgases hängt unter anderem von der Menge an LRI ab, die z.B. in einem Schmelzreduktionsaggregat verarbeitet wird. Je größer die produzierte Menge an LRI ist, desto niedriger sind der Heizwert und die Menge des Exportgases. Der Grund dafür liegt darin, dass bei einer Wiederverwendung einer großen Menge des Topgases im Reduktionsaggregat die Anteile von Kohlenmonoxid (CO) und Wasserstoff (H_2) immer niedriger werden und der Anteil an CO_2 im Exportgas ansteigt. Die Exportgasmenge verringert sich, da der Anteil an H_2 sinkt. Durch die höhere LRI-Produktion wird mehr H_2 verbraucht, wodurch wiederum mehr Wasser (H_2O) entsteht. Dieses wird im Topgas-Wäscher abgeschieden.

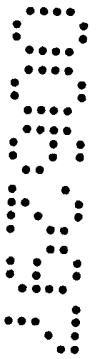
Die gezielte Nutzung des als Exportgas abgeführten und gegebenenfalls aufbereiteten Topgases setzt eine bestimmte Versorgungsmenge voraus, sodass über die Menge der reduzierten LRI die Topgasmenge variiert und so der Reduktionsprozess an die Erfordernisse des weiteren Prozesses der Verarbeitung des Topgases angepasst werden kann.

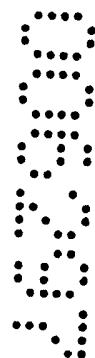
Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens beträgt die Menge des zweiten Anteils der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe (LRI) das 0 - 1,2 fache der Menge des im Schmelzaggregat gewonnenen Roheisens. Der zweite Anteil kann daher bei Bedarf bis auf Null zurückgefahren werden oder auch derart

gesteigert werden, dass er höher als die im Schmelzaggregat erzeugte Menge an Roheisen ist. Aufgrund der Tatsache dass das Reduktionsgas im Schmelzaggregat erzeugt wird hat es sich als technisch sinnvoll erwiesen, dass die LRI-Menge im angegebenen Bereich variiert wird und somit eine vorteilhafte Abstimmung zwischen Reduktionsaggregat und Schmelzaggregat gefunden wird.

Erfindungsgemäß beträgt die Menge des zweiten Anteils der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe 10 – 60%, insbesondere 20 – 40%, bezogen auf den Eisenanteil aller Eisenträger, die in das Schmelzreduktionsaggregat eingesetzt werden. Das in das Schmelzreduktionsaggregat eingesetzte LRI ersetzt eisenhaltige Einsatzstoffe. Aufgrund der Notwendigkeit, dass in einem Schmelzreduktionsaggregat auch Reduktionsstoffe bzw. weitere Prozesshilfsstoffe eingesetzt werden müssen, hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn bis zu max. 60% LRI eingesetzt werden. Dabei beziehen sich die technisch üblichen Prozentangaben auf den Eisenanteil aller Eisenträger im Schmelzreduktionsaggregat.

Nach einer besonderen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Reduktionsgrad beim zweiten Anteil der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe und/oder bei den im Schmelzaggregat eingesetzten Einsatzstoffen auf 40 – 95%, insbesondere 65 – 75%, eingestellt. Diese Reduktionsgrade stellen einerseits eine rasche Verarbeitung der vorreduzierten Zwischenprodukte in dem nachfolgenden Schmelzaggregat bzw. im Schmelzreduktionsaggregat sicher, sodass die Menge an nötigen Reduktionsstoffen in diesen Aggregaten gering gehalten werden können. Darüber hinaus kann über den Reduktionsgrad bzw. die Reduktionsgasmenge bzw. der Zusammensetzung des Reduktionsgases der Reduktionsprozess im Reduktionsaggregat angepasst werden, sodass ein flexiblerer Prozess entsteht, der in einem weiten Parameterbereich stabil geführt werden kann.

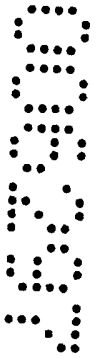




Eine spezielle Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass die zumindest teilweise Reduktion der eisenerzhältigen Einsatzstoffe in einer Reihe von 2 bis 6, insbesondere 3 oder 4, in Serie geschalteten Reduktionsaggregaten erfolgt, wobei das Reduktionsgas im Gegenstrom zu den zu reduzierenden eisenerzhältigen Einsatzstoffen geführt wird. Durch die Mehrzahl hintereinander angeordneter Reduktionsaggregate ist es möglich die Temperaturführung in den einzelnen Reduktionsaggregaten genauer zu steuern, wobei die Temperaturführung an den jeweiligen Einsatzstoff bzw. den Reduktionsgrad angepasst werden kann. Zudem können einzelne Aggregate als Vorwärmaggregate betrieben werden.

Eine mögliche Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass die Reduktion der eisenerzhältigen Einsatzstoffe und gegebenenfalls der Zuschlagsstoffe in zumindest zwei zueinander parallel geschalteter Reihen von in Serie geschalteten Reduktionsaggregaten erfolgt. Durch den Einsatz zweier oder mehrerer Reihen von in Serie geschaltete Reduktionsaggregate kann die Menge an reduzierten Einsatzstoffen entsprechend angepasst bzw. erhöht werden, wobei stets das im Schmelzaggregat erzeugte Reduktionsgas genutzt wird. Dies hat zur Folge, dass zumindest teilweise reduzierte eisenerzhältige Einsatzstoffe in solcher Menge hergestellt werden können, dass damit neben dem Schmelzaggregat auch noch ein Schmelzreduktionsaggregat versorgt werden kann.

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der zumindest teilweise reduzierte Einsatzstoff einer Kompaktierung, insbesondere einer Heißkompaktierung, wie z.B. einer Heißbrikettierung, zugeführt. Damit kann das Handling der reduzierten Einsatzstoffe vereinfacht werden um insbesondere die Re-Oxidation und die Staubentwicklung bei der Weiterverarbeitung zu vermeiden. Durch die Kompaktierung wird die Porosität und spezifische Oberfläche der reduzierten Einsatzstoffe verringert und der Feinanteil weitgehend beseitigt. Dadurch wird die Oxidation während der Weiterver-

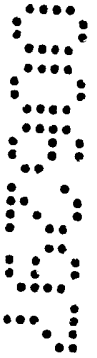


arbeitung (Transport und Lagerung) inhibiert und gleichzeitig auch das Fließverhalten der kompaktierten Stoffe verbessert. Übliche Kompaktierungen erfolgen mit heißem Material, sodass dieses nach der Behandlung im Reduktionsaggregat nicht gekühlt sondern direkt verarbeitet werden können. Dies hat zur Folge, dass die Energiebilanz verbessert wird und eine unmittelbare Verarbeitung in der Kompaktierung bzw. nachfolgend im Schmelzaggregat oder im Schmelzreduktionsaggregat erfolgen kann. Im Besonderen hat sich die Heißbrikettierung als vorteilhaft herausgestellt.

Gemäß einer speziellen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der zweite Anteil der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe, insbesondere anstelle von Sinter, als Eisenträger in das Schmelzreduktionsaggregat eingesetzt. Sinter hat den Nachteil, dass er zunächst auf Basis von sinterfähigen Eisenerzen in einem aufwändigen Prozess hergestellt werden muss, wobei es zu sehr erheblichem Anfall problematischer gas- und staubförmiger Emissionen kommt. Durch die Verwendung des oben genannten zweiten Anteils (LRI) kann ein erheblicher Anteil des Sinters ersetzt werden. Weiters ist es aufgrund der bereits erfolgten Reduktion möglich auch die im Schmelzreduktionsaggregat nötige Menge an Kohlenstoffträgern, insbesondere Koks, erheblich zu reduzieren, sodass ein wesentlicher Kostenvorteil erzielt werden kann.

Besonders vorteilhaft können erfindungsgemäß die zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe in heißem Zustand in das Schmelzaggregat und/oder in das Schmelzreduktionsaggregat eingebracht werden, gegebenenfalls unter Zumischung kalter teilweise reduzierter Einsatzstoffe. Durch die Heißchargierung kann einerseits Energie gespart und andererseits durch das Zumischen von kalten teilweise reduzierten Einsatzstoffen deren Temperatur beim Chargieren bzw. im weiteren Verarbeitungsprozess angepasst werden.

Eine spezielle Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass die zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe heiß kompaktiert und zur Vermeidung von Oxidationsvorgängen, insbesondere durch Abschrecken in einem Wasserbad, gekühlt



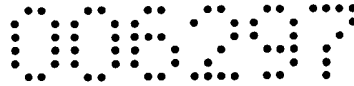
werden. Für den Fall dass die zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe nicht unmittelbar weiterverarbeitet werden sollen bzw. können ist es nötig, um Oxidationsvorgänge zu vermeiden die Einsatzstoffe abzukühlen, sodass diese auch ohne Schutzgasatmosphäre gelagert werden können. Eine Abschreckung im Wasserbad hat sich als kostengünstige Variante herausgestellt.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt die Reduktion der Einsatzstoffe in einer, insbesondere zirkulierenden oder blasenbildenden Wirbelschicht im Reduktionsaggregat.

Ein Festbett, das durch einen Fluidstrom durchströmt wird, bildet ab einer bestimmten Strömungsgeschwindigkeit eine fluidisierte Schicht, die sogenannte Wirbelschicht aus. Bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten kommt es zu einer Blasenbildung in der Wirbelschicht.

Abhängig von der Partikelform der Einsatzstoffe, der Partikelgröße oder auch der Dichte bildet sich eine Wirbelschicht mit einem bestimmten Volumenanteil an Feststoff aus. Die Strömungsgeschwindigkeit ist dabei geringer als Sinkgeschwindigkeit der Partikel. Es bildet sich eine kompakte Suspensionsschicht mit einer Oberfläche, die durch zerplatzen-
de Blasen aufgewühlt wird. Vorteilhaft ist eine intensive Durchmischung in vertikaler Richtung.

Bei sehr hohen Strömungsgeschwindigkeiten kommt es zu einem vermehrten Austrag feinerer Partikel aus der Wirbelschicht, wobei diese Partikel über einen Zyklon zur Feststoffabscheidung rückgeführt werden. Die Vorteile der zirkulierenden Wirbelschicht gegenüber der blasenbildenden Wirbelschicht liegen in einer deutlich höheren Strömungsgeschwindigkeit, die z.B. effiziente Reduktionsprozesse durch eine innige Vermischung von Reduktionsgas und zu reduzierendem Einsatzstoff.



Die Art der Wirbelschicht wird nach den Einsatzstoffen und insbesondere nach der Korngröße bzw. der Korngrößenverteilung gewählt. Blasenbildende Wirbelschichten werden bei Korngröße der zu reduzierenden Einsatzstoffe von $\leq 8\text{ mm}$ und einer mittleren Korngröße d_{50} von etwa 0,5 bis 2,0 mm eingesetzt. Zirkulierende Wirbelschichten werden bei Korngrößen von 0,1 bis 1 mm und einer mittleren Korngröße d_{50} von 0,5 mm eingesetzt.

Nach einer alternativen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt die Reduktion der Einsatzstoffe in einem Reduktionsschachtofen, einem Drehrohrföfen oder einem Drehherdföfen, wobei die Einsatzstoffe in Form von Pellets und/oder als stückiges Erz und/oder als Sinter eingesetzt werden. Damit können unterschiedliche Einsatzstoffe unter Verwendung verschiedener Reduktionsaggregate herangezogen werden.

Eine weitere alternativen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird gefunden, indem die Reduktion der Einsatzstoffe in übereinanderliegenden Ebenen in einem Reduktionsetagenföfen erfolgt, wobei die Einsatzstoffe mittels eines Räumers zwangsgeführt werden. Durch die Zwangsführung können auch Einsatzstoffe, die zu Zusammenbackungen neigen verarbeitet werden.

Gemäß einer speziellen und vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird überschüssiges Reduktionsgas entstaubt, gewaschen, gegebenenfalls mit Topgas gemischt und komprimiert als Rezyklatgas, zur Abscheidung zumindest eines Teiles von CO_2 aus dem Rezyklatgas, einer CO_2 -Abscheidungseinheit zugeführt und anschließend als Produktgas in die Entstaubungseinrichtung oder direkt in das Reduktionsaggregat geführt. Überschüssiges Reduktionsgas, das nicht unmittelbar einem Reduktionsaggregat zugeführt wird, kann nach einer Wäsche, die der Abscheidung von Feststoffen dient, nach Mischen mit Topgas und nach einer Abscheidung von CO_2 als hochwertiges Reduktionsgas wiederverwendet werden. Dabei kann die Menge an

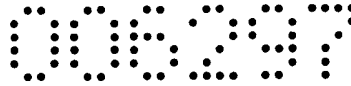
Reduktionsgas erhöht und das Topgas neben der Nutzung als Exportgas einer weiteren Nutzung zugeführt werden.

Eine spezielle Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass der Druck im Schmelzaggregat mittels eines Wäschers zum Waschen des überschüssigen Reduktionsgases eingestellt wird. Typischerweise werden Ringspaltwäscher für die Wäsche des überschüssigen Reduktionsgases eingesetzt, sodass über die Veränderung des Strömungswiderstandes im Wäscher, z.B. durch eine Veränderung des Ringspaltes der Gegendruck und damit der Druck im Schmelzaggregat einfach eingestellt werden kann.

Besonders vorteilhaft wird erfindungsgemäß das Produktgas vor dessen Rückführung in die Entstaubungseinrichtung oder direkt in das Reduktionsaggregat erwärmt. Durch die Erwärmung kann die Prozesstemperatur im Reduktionsaggregat gezielt eingestellt bzw. ungewollte Temperaturänderungen vermieden werden. Die Energiebilanz des Prozesses wird dadurch verbessert.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Topgas vor dem Mischen mit dem überschüssigen, entstaubten Reduktionsgas gekühlt und gewaschen, wobei die aus dem Topgas abgeführte Wärme zur Erwärmung des Produktgases vor dessen Rückführung in die Entstaubungseinrichtung oder in das Reduktionsaggregat genutzt wird. Die Wärme des Topgases wird genutzt, um die Temperatur des Produktgases einzustellen, gleichzeitig wird das heiße Topgas soweit abgekühlt, dass es weiteren Nutzungen oder auch Behandlungsschritten zugeführt werden kann.

Nach einer speziellen Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das abgeschiedene CO_2 gemeinsam mit Topgas als Exportgas abgeführt. Üblicherweise wird das in der CO_2 -Abscheidungseinheit abgeschiedene Topgas als sogenanntes Tailgas aus der CO_2 -

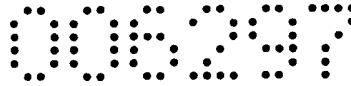


Abscheidungsseinheit abgeführt, wobei prozessbedingt zumeist geringe Mengen weiterer Gase mit dem CO_2 abgeführt werden. Durch Mischen mit einem Teil des Topgases ist es möglich ein Prozessgas herzustellen, das als Exportgas weiteren Verwendungen zugeführt werden kann.

Eine mögliche Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird erzielt, indem die Menge an Rezyklatgas und die Menge an Kohlenstoffträgern, insbesondere Kohle, im Schmelzaggregat in Abhängigkeit von der Menge der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe festgelegt wird. Durch die Menge an Kohle im Schmelzaggregat werden einerseits die Temperatur im Schmelzaggregat und andererseits auch die Menge an Reduktionsgas festgelegt, die für die Reduktion zur Verfügung steht. Somit kann das Verfahren durch Anpassung der Prozessstoffe, wie z.B. der Kohle in einem breiten Parameterbereich bzw. Mengenbereich betrieben werden.

Erfindungsgemäß wird das Reduktionsgas im Reduktionsaggregat unter Zufuhr von Sauerstoff zur Einstellung der Temperatur des Reduktionsaggregates teilweise verbrannt. Dadurch ist es möglich die Temperatur des Reduktionsaggregates und damit die Prozesstemperatur im Reduktionsaggregat gezielt einzustellen bzw. zu variieren. Bei Verwendung einer Mehrzahl von Reduktionsaggregaten kann bei jedem Reduktionsaggregat eine Teilverbrennung erfolgen, sodass auch jede Reduktionsstufe hinsichtlich ihrer Temperatur und dem Reduktionsvermögen des Reduktionsgases beeinflusst werden kann.

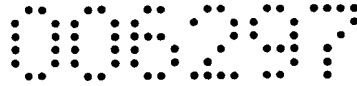
Eine geeignete Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass die Einsatzstoffe mit Additiven, insbesondere Kalkstein, Branntkalk, gelöschter Kalk, Dolomit, gebrannter oder gelöschter Dolomit oder Quarz, gemischt und vorzugsweise vor dessen Einsatz in das zumindest eine Reduktionsaggregat getrocknet werden, wobei die Einsatzstoffe und die Additive in etwa die gleiche Korngröße aufweisen. Durch die vorteilhafte Mischung mit den Hilfsstoffen wird eine weitgehend homogene Reduktion



ermöglicht, wobei die Korngrößen derart angepasst sein müssen, dass kurze Reduktionszeiten und eine gleichmäßige Reduktion sichergestellt werden können. Durch die vorhergehende Trocknung wird bei hohen, kritischen Feuchtigkeitsanteilen der Einsatzstoffe (typische Werte liegen bei einem Feuchtigkeitsanteil von über 8 %) der Energieverbrauch im Reduktionsaggregat reduziert. Es hat sich auch gezeigt, dass die Trocknung auch bei niedrigeren Feuchtigkeitsanteilen (etwa ab 4 % Feuchtigkeitsanteil) vorteilhaft ist, da damit die Fließfähigkeit der Einsatzstoffe in den Transportsystemen und Aufgabebehältern sicher gestellt wird. Bei geringen Feuchtigkeitsanteilen können die Einsatzstoffe auch ohne eine vorherige Trocknung eingesetzt werden.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann die Kapazität der Reduktionsaggregate derart angepasst werden, dass mit einem Schmelzaggregat, das auch als Reduktionsgaserzeuger dient eine größere Menge an reduziertem Einsatzmaterial erzielt wird. Durch die nachgeschaltete Heißkompaktierung können stückige zumindest teilweise reduzierte Einsatzstoffe erzeugt werden, die einen hochwertigen Einsatzstoff für die Roheisenerzeugung bilden. Aufgrund zumindest zweier parallel angeordneter Reihen von in Serie geschalteten Reduktionsaggregaten kann die Anlage sehr flexibel betrieben werden. Üblich sind dabei Reihen mit 3 oder 4 Reduktionsaggregaten. Beispielsweise ist es möglich zu Wartungsarbeiten nur eine Reihe der Reduktionsaggregate zu betreiben, während die andere Reihe gewartet wird. Weiters ist es denkbar die Menge an zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoff in einem weiten Bereich anzupassen, wobei die Menge an Kohlenstoffträger nicht oder nur geringfügig erhöht werden muss.

Eine mögliche Variante der erfindungsgemäßen Anlage sieht vor, dass eine der Einrichtungen zur Heißkompaktierung mit einem Chargierbehälter oder einem Reduktionsschacht, zur Aufnahme bzw. zur weiteren Reduktion der kompaktierten, zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe in Verbindung steht, wobei dieser über dem Schmelzaggregat angeordnet ist, sodass eine Chargierung in das Schmelzaggregat



möglich ist. Durch die Verwendung eines Reduktionsschachtes zum Chargieren in das Schmelzaggregat kann eine Oxidation des kompaktierten und zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffes vermieden werden, auch dann, wenn es zu Verzögerungen bei der Chargierung in das Schmelzaggregat kommen sollte. Eine sehr einfache Lösung ergibt sich bei Verwendung eines Chargierbehälters, wobei auch hier ein Schutzgas zur Vermeidung von Oxidationsvorgängen vorgesehen werden kann. Die Chargierung vom Chargierbehälter bzw. aus dem Reduktionsschacht kann mit Hilfe von Austragsorganen wie Förderschnecken, Räumer oder Drehzellschleusen durch Schwerkraft oder auch durch Transporteinrichtungen erfolgen.

Nach einer speziellen Variante der erfindungsgemäßen Anlage ist zumindest eine der Einrichtungen zur Heißkompaktierung mit einer Einrichtung zum Abschrecken der kompaktierten, zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe verbunden. Durch die unmittelbare Abschreckung und der damit verbundenen Abkühlung können ungewollte Oxidationsvorgänge vermieden werden, die Lagerbarkeit der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe kann damit deutlich erhöht werden.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführung der erfindungsgemäßen Anlage ist eine der Einrichtungen zur Heißkompaktierung mit einem Schmelzreduktionsaggregat, insbesondere einem Hochofen, einem Elektroniederschachtofen oder einem Schmelzbadofen derart gekoppelt, dass die kompaktierten, zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe in das Schmelzreduktionsaggregat eingebracht werden können. Damit wird das Schmelzaggregat mit dem oder den Reduktionsaggregaten einerseits und mit einem weiteren Schmelzreduktionsaggregat gekoppelt, sodass flexibel in das Schmelzaggregat bzw. das Schmelzreduktionsaggregat chargiert werden kann. Insgesamt kann durch die Koppelung der Aggregate eine Roheisenerzeugung bei deutlich geringerer CO₂-Menge erzielt werden. Die Art des Ofens kann je nach Bedarf gewählt werden, sodass mit einer

Mehrzahl bestehender Anlagen eine Kombination möglich ist, indem z.B. ein Schmelzaggregat und das oder die Reduktionsaggregate hinzugefügt werden.

Eine mögliche Ausführung der erfindungsgemäßen Anlage wird erzielt, indem das Schmelzaggregat über eine Leitung mit einer Entstaubungseinrichtung, insbesondere einer Trocken-Entstaubungseinrichtung, bevorzugt einem Zyklon oder einem Reduktionszyklon, zur Abscheidung von Stäuben aus dem Reduktionsgas verbunden ist, wobei das entstaubte Reduktionsgas über eine Reduktionsgaszuleitung den Reihen von Reduktionsaggregaten zugeführt werden kann. Durch die Entstaubung kann die Gasqualität des Reduktionsgases verbessert werden, indem Feinstoffe und Stäube beseitigt werden. Durch die Verwendung einer Trocken-Entstaubungseinrichtung ist es möglich die Abkühlung des Reduktionsgases gering zu halten, sodass dieses weitgehend ohne weitere Erwärmung dem oder den Reduktionsaggregaten zugeführt werden kann.

Eine weitere mögliche Ausführung der erfindungsgemäßen Anlage wird erzielt, indem die Reduktionsgaszuleitung mit einem Wäscher für überschüssiges Reduktionsgas derart verbunden ist, dass Reduktionsgas, dass nicht in den Reduktionsaggregaten benötigt wird, abgeführt und gewaschen werden kann. Damit es möglich einen Teil des Reduktionsgases abzuleiten und gesondert zu behandeln, insbesondere durch eine Wäsche, sodass Feststoffe weitgehend beseitigt werden. Das überschüssige und gereinigte Reduktionsgas kann nun weiteren Verwendungen zugeführt werden.

Nach einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anlage ist der Wäscher mittels einer Rezyklatgasleitung mit einer CO₂-Abscheidungseinheit, insbesondere auf Basis eines Adsorptionsprozesses unter Druckwechsel oder eines Absorptionsprozesses, zur Abscheidung von CO₂ aus dem gewaschenen Reduktionsgas verbunden, wobei das dabei gebildete Produktgas über eine Produktgasleitung der Entstaubungseinrichtung oder den Reduktionsaggregaten zuführbar ist.



Die CO₂-Abscheidungseinheit kann basierend auf verschiedenen Technologien bzw. den genannten Prozessen Einsatz finden, wobei neben den physikalischen Absorptionsprozessen, wie z.B. dem Rectisolprozess auf Basis von kaltem Methanol als Lösungsmittel, auch chemische Absorptionsprozesse wie der MEA-Prozess auf Basis von Monoethanolaminen und der DEA-Prozess auf Basis von Diethanolaminen oder auch der Benfieldprozess auf Basis eines Kaliumkarbonates mit einem Inhibitor eingesetzt werden können. Alternativ zu diesen bekannten Prozessen ist es auch möglich Adsorptionsprozesse einzusetzen, wobei insbesondere Druckwechselverfahren genutzt werden, die ein selektives Adsorptionsverhalten eines molekularen Siebes in Abhängigkeit vom Druck nutzen. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn die untere Druckstufe bei Unterdruck betrieben wird, wie es beim Vakuum-Druckwechselverfahren üblich ist.

Nach einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anlage ist zumindest eine der Reihen der Reduktionsaggregate über eine Topgasableitung mit der Rezyklatgasleitung verbunden, sodass das aus den Reduktionsaggregaten abgeführte Topgas mit dem gewaschenen überschüssigen Reduktionsgas mischbar und über einen Kompressor der CO₂-Abscheidungseinheit zuführbar ist. Durch die Einbeziehung des Topgases ist es möglich das überschüssige Reduktionsgas und das Topgas von CO₂ zu befreien und damit ein Reduktionsgas zu erzeugen, das ein hohes Reduktionsvermögen aufweist. Das so gewonnene Produktgas kann als hochwertiges Reduktionsgas wieder für die Reduktion im bzw. den Reduktionsaggregaten herangezogen werden, sodass eine größere Menge an Einsatzstoffen reduziert werden kann ohne dass dazu mehr Kohlenstoffträger im Schmelzaggregat eingesetzt werden müssen.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anlage wird erzielt, indem die Topgasleitung und die Produktgasleitung je zumindest einen Wärmetauscher zur Kühlung des Topgases bzw. zur Erwärmung des Produktgases aufweisen, wobei die vom Topgas abgeführte Wärme dem Produktgas zugeführt werden kann. Damit ist es

möglich einerseits dem Topgas Wärme zu entziehen und dabei das sehr heiße Topgas entsprechend abzukühlen und das Produktgas zu erwärmen vor dessen Einleitung in das Reduktionsgas.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführung der erfindungsgemäßen Anlage ist zumindest ein Oxidtrockner zum Mischen und Trocknen der eisenerzhaltigen Einsatzstoffe und gegebenenfalls der Zuschlagsstoffe vorgesehen, wobei dieser über Transporteinrichtungen und Aufgabebehälter mit den Reihen der Reduktionsaggregate verbunden ist. Durch das Trocknen und Mischen wird eine homogene Mischung erzielt, die eine gleichmäßige Reduktion in den Reduktionsaggregaten ermöglicht.

Die Erfindung wird in weiterer Folge beispielhaft anhand eines nicht einschränkenden Ausführungsbeispiels bzw. der Figuren beschrieben.

Fig. 1: Prozessschema zu einem Feinerz-Direktreduktions-Schmelzverfahren

Fig. 2: Prozessschema zu einem erfindungsgemäßen Feinerz-Direktreduktionsverfahren

Fig. 3: Prozessbeispiel auf Basis einer erfindungsgemäßen Anlage mit einem Druckwechselverfahren zur CO₂-Abscheidung im Verbund mit einem Hochofen

Fig. 4: Prozessbeispiel auf Basis einer erfindungsgemäßen Anlage mit einem Vakuum-Druckwechselverfahren zur CO₂-Abscheidung im Verbund mit einem Hochofen

Figur 1 zeigt ein Prozessschema bzw. die Anlage für ein Direktreduktions-Schmelzverfahren für Feinerze. In einem Schmelzaggregat wie z.B. einem Einschmelzvergaser 1 wird unter Zugabe von Kohlenstoffträgern, wie z.B. Kohle ein zumindest teilweise reduziertes Feinerz erschmolzen, wobei Reduktionsgas gebildet wird, das in die Reihe der in Serie geschalteten Reduktionsaggregate R1 bis R4 eingebracht wird. Dabei strömt das Reduktionsgas im Gegenstrom zu den zu reduzierenden Feinerzen und gegebenenfalls Zuschlagstoffen, welche vor dem Eintrag in das Reduktionsaggregat R4 gemischt und getrocknet werden. Das zumindest teilweise reduzierte Feinerz wird in einer

Heißkompaktierung 12 stückig gemacht und zumeist noch heiß in den Chargierbehälter 21 eingebracht und im Schmelzaggregat 1 zu Roheisen RE erschmolzen. Der Chargierbehälter kann auch als Reduktionsschacht ausgeführt sein. Weitere Details zur Reduktionsgasbehandlung werden anhand von Fig. 2 näher erläutert.

Figur 2 zeigt ein Prozessschema bzw. eine Anlage für das erfindungsgemäße Direktreduktions-Schmelzverfahren für Feinerze. Die Anlage weist zwei Reihen in Serie geschalteter Reduktionsaggregate R1 bis R4 auf, die parallel zueinander angeordnet und geschaltet sind, sodass analog zum Schema nach Fig. 1 das Reduktionsgas in den Reduktionsaggregaten im Gegenstrom zu den Einsatzstoffen geführt wird, welche durch das Reduktionsgas zumindest teilweise reduziert werden. Beide Reihen werden über Reduktionsgasleitungen mittels Reduktionsgas aus dem Schmelzaggregat 1 versorgt.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann aber auch mit einer Anlage gemäß Fig. 1 betrieben werden, wobei die Reduktion nur in einer Reihe in Serie geschalteter Reduktionsaggregate betrieben wird.

Das Reduktionsgas wird durch Zugabe von Kohlenstoffträgern, wie stückiger Kohle K oder Feinkohle FK bzw. Kohlestäube KS in das Schmelzaggregat 1 erzeugt. Feinkohle bzw. Kohlestäube werden dabei in das Schmelzaggregat eingedüst. Das Roheisen RE wird gemeinsam mit Schlacke aus dem Schmelzaggregat 1 abgezogen.

Nach Reinigung des Reduktionsgases in einer trockenen Abscheideeinrichtung, wie z.B. einem Zyklon 2 wird das Reduktionsgas den Reduktionsaggregaten zugeführt. In der Abscheideeinrichtung 2 abgeschiedene Feststoffe werden in das Schmelzaggregat 1 rückgeführt.

Überschüssiges Reduktionsgas wird nach der Reinigung in der Abscheideeinrichtung 2 einem Wäscher 3 zugeführt und weiter gereinigt. Der Wäscher kann z.B. als Ringspaltwäscher ausgeführt sein, wobei über die Einstellung des Ringspalt es der Durchfluss

durch den Wäscher geregelt werden kann, sodass der Druck im Schmelzaggregat 1 über den Wäscher 3 geregelt werden kann.

Das gewaschene Reduktionsgas kann nun mit Topgas, das aus den Reduktionsaggregaten R4 abgezogen wird, gemischt werden und als Rezyklatgas mittels eines Kompressors 4 einer CO₂-Abscheideeinrichtung 5 zugeführt werden. Abgeschiedene Gasanteile, die überwiegend CO₂ aufweisen werden als Tailgas über die Tailgasleitung 6 abgeführt, wobei die Tailgasleitung 6 in die Exportgasleitung 7 einmündet, sodass überschüssiges Topgas gemeinsam mit Tailgas als Exportgas EG abgeführt werden kann. Das vom CO₂ gereinigte Rezyklatgas wird als Produktgas über die Produktgasleitung 8 entweder in die Abscheideeinrichtung 2 oder direkt in die Reduktionsaggregate R1 geführt werden.

Das Topgas kann mittels eines Wärmetauschers 9, 9a gekühlt werden, wobei die dabei entzogene Wärme einem Wärmetauscher 10 zugeführt und zur Erwärmung des Produktgases genutzt wird. Weiters kann das Topgas nach der Kühlung im Wärmetauscher in Wäschern 16, 16a gereinigt werden.

Das Reduktionsgas und gegebenenfalls auch Produktgas werden den Reduktionsaggregaten R1 zugeführt. Diese durchströmen die Reduktionsaggregate im Gegenstrom zu den Einsatzstoffen E und gegebenenfalls den Zuschlagstoffen Z. Das Reduktionsaggregat R4 wird als Vorwärmaggregat zur Vorwärmung der Einsatzstoffe und der Zuschlagstoffe betrieben. Die Einsatzstoffe und die Zuschlagstoffe werden zunächst in einem Oxidrockner 11 gemischt und getrocknet und über geeignete Einrichtungen den Reduktionsaggregaten R4 zugeführt.

Die zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe und gegebenenfalls die Zuschlagstoffe werden aus den Reduktionsaggregaten R1 der beiden Reihen ausgeschleust und zwei

Einrichtungen zur Heißkompaktierung 12 und 13 zugeführt, sodass stückiges Gut, wie z.B. Briketts, erzeugt wird.

Dieses kann einer Einrichtung zum Abschrecken 14, wie z.B. einem Abschreckbecken, zugeführt und abgekühlt werden, sodass Oxidationsvorgänge vermieden werden können. Das bei der Reduktion erzeugte stückige Gut aus zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffen, wie Feinerze, insbesondere feine Eisenerze, und gegebenenfalls Zuschlagstoffe, wird als Low Reduced Iron (LRI) bezeichnet und stellt einen hochwertigen Einsatzstoff für Schmelzreduktionsverfahren dar.

Das LRI kann in heißem Zustand direkt in ein Schmelzreduktionsaggregat 15 eingesetzt werden, wobei dieses vorteilhaft ein Hochofen ist. Alternativ kann auch kaltes LRI oder Mischungen aus heißem und kaltem LRI in das Schmelzreduktionsaggregat eingesetzt werden. Die zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe und gegebenenfalls die Zuschlagstoffe können als Briketts oder in einer anderen stückigen Form als Eisenträger an Stelle von Sinter in das Schmelzreduktionsaggregat eingebracht werden, sodass zumindest ein Teil des Sinters eingespart werden kann. Dadurch ist es möglich, dass im Sinterprozess an der Sinteranlage große Mengen an Sinter und/oder Pellets und/oder Stückerz eingespart werden können. Besonders vorteilhaft ist die Einsparung von Sinter, da die beim Sintern anfallenden Abgase und der dafür benötigte Koks deutlich reduziert werden können. Weiters kann auch die im Hochofen benötigte Koksmenge reduziert werden, da das an Stelle des Sinters eingebrachten LRI den spezifischen Energieverbrauch senkt. Gleichzeitig kann durch den reduzierten spezifischen Koksverbrauch die spezifische Leistung des Hochofens gesteigert werden. Anhand eines konkreten Beispiels gemäß Fig. 3 wird im Folgenden eine mögliche Prozessroute beispielhaft ausgeführt.

Die Anlage besteht aus einer Reihe 19 in Serie geschalteter Reduktionsaggregate, die mit einem Schmelzaggregat, im konkreten Fall mit einem Einschmelzvergaser 1 in

Verbindung stehen. Dieser Anlagenteil ist als FINEX®-Anlage 18 bekannt. Zusätzlich steht der Einschmelzvergaser 1 mit einer weiteren Reihe 21 in Serie geschalteter Reduktionsaggregate in Verbindung. Die in dieser Reihe erzeugten zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe und Zuschlagsstoffe werden als Low Reduced Iron (LRI) bezeichnet. Entsprechend wird dieser Anlagenteil 20 als LRI-Anlage bezeichnet. Die LRI-Anlage wird ebenso mit Reduktionsgas aus dem Einschmelzvergaser 1 betrieben, sodass die beiden Reihen von Reduktionsaggregaten im Wesentlichen parallel zueinander betrieben werden. Das LRI weist üblicherweise einen Reduktionsgrad von 60 bis 70% auf.

Als Einsatzstoffe kommen Konzentrate von Erzen 22, insbesondere Eisenerze, in Frage, wobei auf Basis von natürlich vorkommenden Erzen unter Anreicherung der Eisenoxide ein Erzkonzentrat erzeugt wird. Neben den Konzentraten werden Sintererze 23 verwendet. Dies sind Erze, die üblicherweise einer Sinteranlage zugesetzt werden und geringe Korngrößen aufweisen, also Feinerzen zuzurechnen sind.

Weiters werden Kohle 24 und Zuschlagstoffe 25 eingesetzt, wobei die Kohle in den Einschmelzvergaser zur Erzeugung des Reduktionsgases und zum Erschmelzen des Roheisens eingesetzt wird.

Auf Basis von jährlich

- 4 Mio. Tonnen Konzentrat
- 1,7 Mio. Tonnen Sintererz
- 1,7 Mio. Tonnen Kohle
- 0,7 Mio. Tonnen Zuschlagstoffe
- 130.000 Nm³/Stunde an Sauerstoff aus der Sauerstoffanlage 17

können pro Jahr etwa

- 2 Mio. Tonnen Roheisen und

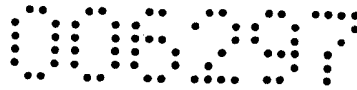
- 2,2 Mio. Tonnen LRI

erzeugt werden, wobei die 2,2 Mio. Tonnen LRI einem Schmelzreduktionsaggregat, wie z.B. einem Hochofen als Ersatz für Sinter zugeführt werden kann. Zusätzlich wird ein Exportgas EG mit einem Energieinhalt von etwa 364 MW erzeugt, die einer externen Nutzung z.B. in einem Kraftwerk zugeführt werden kann. Auf Basis des LRI und Sinter, Koks und Zuschlagstoffen können damit in einem Hochofen etwa 4 Mio. Tonnen Roheisen erzeugt werden.

Durch den Einsatz des LRI im Hochofen ist es möglich bis zu 60% an Sinter durch LRI zu ersetzen, wobei dies durch Anpassungen der Fahrweise des Hochofens noch erhöht werden kann. In der Folge kann die Sinteranlage kleiner dimensioniert bzw. Sinterabgase und zum Sintern benötigter Koks reduziert werden.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die im Hochofen benötigte Menge an Koks entsprechend reduziert werden kann, wobei bei einem LRI-Einsatz von 40 bis 50 % des Eisenanteils aller Eisenträger etwa 150 – 200 kg Koks je Tonne Roheisen eingespart werden kann. Bei einem Betrieb der FINEX®-Anlage mit der LRI-Anlage und einem Hochofen wird die gesamte Menge an Roheisen in etwa zu 25 – 40% über das Schmelzaggregat der FINEX®-Anlage und in etwa zu 60 – 75% über den Hochofen erzeugt. Neben dem verringerten Verbrauch an Koks und insgesamt an Kohlenstoffträgern fällt beim erfindungsgemäßen Verfahren weniger Exportgas an, sodass ein insgesamt effizienteres Verfahren bei geringerer Umweltbelastung sichergestellt werden kann. Damit sind erhebliche Kostenvorteile je Tonne erzeugtem Roheisen erzielbar. Die angeführten Mengenangaben werden durch die Art der verwendeten CO₂-Abscheideeinrichtung beeinflusst.

In Fig. 4 ist der Effekt einer geänderten CO₂-Abscheideeinrichtung dargestellt. Wird an Stelle eines Druckwechselverfahrens zur Abscheidung von CO₂ aus dem Rezyklatgas ein



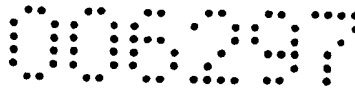
Vakuum-Druckwechselverfahren eingesetzt, so kann die Menge an LRI, die mit der Anlage erzeugt werden kann, erheblich gesteigert werden. Dabei gelingt es unter Anpassung der Mengen an Konzentrat, Sintererz und Zuschlagstoffen die Menge an LRI von etwa 2,2 Mio. auf 2,8 Mio. Tonnen zu steigern, wobei die Exportgasmenge reduziert werden kann. Die nötige Menge an Kohlenstoffträgern bleibt dabei unverändert. Der Heizwert des Exportgases EG reduziert sich bei Anwendung des Vakuum-Druckwechselverfahrens. Das Verfahren nutzt dabei eine noch effektivere Abscheidung von CO_2 , die durch die Absenkung des minimalen Drucks auf nahezu Vakuumniveau erzielt wird.

Bezugszeichenliste

1	Schmelzaggregat
2	Abscheideeinrichtung
3	Wäscher
4	Kompressor
5	CO ₂ -Abscheideeinrichtung
6	Tailgasleitung
7	Exportgasleitung
8	Produktgasleitung
9, 9a	Wärmetauscher
10	Wärmetauscher
11	Oxidtrockner
12,13	Einrichtung zur Heißkompaktierung
14	Einrichtung zum Abschrecken
15	Schmelzreduktionsaggregat
16,16a	Wäscher
17	Sauerstoffanlage
18	FINEX®-Anlage
19	Reihe in Serie geschalteter Reduktionsaggregate (R1, R2, R3, R4)
20	LRI-Anlage
21	weitere Reihe in Serie geschalteter Reduktionsaggregate (R1, R2, R3, R4)
22	Konzentrate von Erzen
23	Sintererze
24	Kohle
25	Zuschlagstoffe 25

ANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung von Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten in einem Schmelzaggregat, insbesondere einem Einschmelzvergaser, wobei eisenerzhaltige Einsatzstoffe, insbesondere Feinerz, und gegebenenfalls Zuschlagsstoffe in zumindest einem Reduktionsaggregat mittels eines Reduktionsgases zumindest teilweise reduziert werden **dadurch gekennzeichnet**, dass ein erster Anteil der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe im Schmelzaggregat unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern, insbesondere Kohle, und sauerstoffhaltigem Gas bei gleichzeitiger Bildung des Reduktionsgases eingeschmolzen wird, dass das Reduktionsgas dem Reduktionsaggregat zugeführt und nach Durchtritt durch dieses als Topgas abgezogen wird, wobei ein zweiter Anteil der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe zum Reduzieren und Erschmelzen einem Schmelzreduktionsaggregat zugeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Menge des zweiten Anteils der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe in Abhängigkeit von der gewünschten Topgasmenge und/oder der Exportgasmenge und/oder der Exportgasqualität festgelegt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Menge des zweiten Anteils der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe das 0 - 1,2 fache der Menge des im Schmelzaggregat gewonnenen Roheisens beträgt.
4. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Menge des zweiten Anteils der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe 10 – 60%, insbesondere 20 – 40%, bezogen auf den Eisenanteil aller Eisenträger, die in das Schmelzreduktionsaggregat eingesetzt werden, beträgt.



5. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Reduktionsgrad beim zweiten Anteil der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe und/oder bei den im Schmelzaggregat eingesetzten Einsatzstoffen auf 40 – 95%, insbesondere 65 – 75%, eingestellt wird.
6. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest teilweise Reduktion der eisenerzhaltigen Einsatzstoffe in einer Reihe von 2 bis 6, insbesondere 3 oder 4, in Serie geschalteten Reduktionsaggregaten erfolgt, wobei das Reduktionsgas im Gegenstrom zu den zu reduzierenden eisenerzhaltigen Einsatzstoffen geführt wird.
7. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reduktion der eisenerzhaltigen Einsatzstoffe und gegebenenfalls der Zuschlagsstoffe in zumindest zwei zueinander parallel geschalteter Reihen von in Serie geschalteten Reduktionsaggregaten erfolgt.
8. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest teilweise reduzierte Einsatzstoff einer Kompaktierung, insbesondere einer Heißkompaktierung, wie z.B. einer Heißbrikettierung, zugeführt wird.
9. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Anteil der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe, insbesondere anstelle von Sinter, als Eisenträger in das Schmelzreduktionsaggregat eingesetzt wird.
10. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe in heißem Zustand in das Schmelzaggregat und/oder in das Schmelzreduktionsaggregat eingebracht werden, gegebenenfalls unter Zumischung kalter teilweise reduzierter Einsatzstoffe.
11. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe heiß kompaktiert und zur Vermeidung

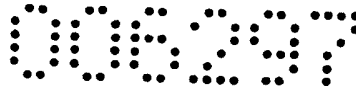
von Oxidationsvorgängen, insbesondere durch Abschrecken in einem Wasserbad, gekühlt werden.

12. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reduktion der Einsatzstoffe in einer, insbesondere zirkulierenden oder blasenbildenden, Wirbelschicht im Reduktionsaggregat erfolgt.
13. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reduktion der Einsatzstoffe in einem Reduktionsschachtofen, einem Drehrohrföfen oder einem Drehherdföfen erfolgt, wobei die Einsatzstoffe in Form von Pellets und/oder als stückiges Erz und/oder als Sinter eingesetzt werden.
14. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reduktion der Einsatzstoffe in übereinanderliegenden Ebenen in einem Reduktionsetagenföfen erfolgt, wobei die Einsatzstoffe mittels eines Räumers zwangsgeführt werden.
15. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das aus dem Schmelzaggregat abgezogene Reduktionsgas, insbesondere trocken, in einer Entstaubungseinrichtung, bevorzugt in einem Zyklon oder einem Reduktionszyklon, entstaubt und dem zumindest einen Reduktionsaggregat zugeführt wird.
16. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass überschüssiges Reduktionsgas entstaubt, gewaschen, gegebenenfalls mit Topgas gemischt und komprimiert als Rezyklatgas, zur Abscheidung zumindest eines Teiles von CO_2 aus dem Rezyklatgas, einer CO_2 -Abscheidungseinheit zugeführt und anschließend als Produktgas in die Entstaubungseinrichtung oder direkt in das Reduktionsaggregat geführt wird.

17. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druck im Schmelzaggregat mittels eines Wäschers zum Waschen des überschüssigen Reduktionsgases eingestellt wird.
18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Produktgas vor dessen Rückführung in die Entstaubungseinrichtung oder direkt in das Reduktionsaggregat erwärmt wird.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Topgas vor dem Mischen mit dem überschüssigen, entstaubten Reduktionsgas gekühlt und gewaschen wird, wobei die aus dem Topgas abgeführte Wärme zur Erwärmung des Produktgases vor dessen Rückführung in die Entstaubungseinrichtung oder in das Reduktionsaggregat genutzt wird.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass das abgeschiedene CO₂ gemeinsam mit Topgas als Exportgas abgeführt wird.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Menge an Rezyklatgas und die Menge an Kohlenstoffträgern, insbesondere Kohle, im Schmelzaggregat in Abhängigkeit von der Menge der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe festgelegt wird.
22. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Reduktionsgas im Reduktionsaggregat unter Zufuhr von Sauerstoff zur Einstellung der Temperatur des Reduktionsaggregates teilweise verbrannt wird.
23. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einsatzstoffe mit Additiven, insbesondere Kalkstein, Branntkalk, gelöschter Kalk, Dolomit, gebrannter oder gelöschter Dolomit oder Quarz, gemischt und vorzugsweise vor dessen Einsatz in das zumindest eine Reduktionsaggregat getrocknet werden, wobei die Einsatzstoffe und die Additive in etwa die gleiche Korngröße aufweisen.

24. Anlage zur Herstellung von Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 25 mit einem Schmelzaggregat, insbesondere einem Einschmelzvergaser, und zumindest einem Reduktionsaggregat zur Reduktion eisenerzhaltiger Einsatzstoffe und gegebenenfalls Zuschlagsstoffen mittels eines im Schmelzaggregat unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern, insbesondere Kohle, und sauerstoffhaltigem Gas gebildeten Reduktionsgases, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Reihen von 2 bis 6, insbesondere 3 oder 4, in Serie geschalteter Reduktionsaggregate vorgesehen sind, wobei jeder Reihe eine Einrichtung zur Heißkompaktierung, insbesondere eine Heißbrikettierung, nachgeschaltet ist.
25. Anlage nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine der Einrichtungen zur Heißkompaktierung mit einem Chargierbehälter oder einem Reduktionsschacht, zur Aufnahme bzw. zur weiteren Reduktion der kompaktierten, zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe in Verbindung steht, wobei dieser über dem Schmelzaggregat angeordnet ist, sodass eine Chargierung in das Schmelzaggregat möglich ist.
26. Anlage nach Anspruch 24 oder 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine der Einrichtungen zur Heißkompaktierung mit einer Einrichtung zum Abschrecken der kompaktierten, zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe verbunden ist.
27. Anlage nach einem der Ansprüche 24 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine der Einrichtungen zur Heißkompaktierung mit einem Schmelzreduktionsaggregat, insbesondere einem Hochofen, einem Elektroniederschachtofen oder einem Schmelzbadofen, derart gekoppelt ist, dass die kompaktierten, zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe in das Schmelzreduktionsaggregat eingebracht werden können.

28. Anlage nach einem der Ansprüche 24 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schmelzaggregat über eine Leitung mit einer Entstaubungseinrichtung, insbesondere einer Trocken-Entstaubungseinrichtung, bevorzugt einem Zyklon oder einem Reduktionszyklon, zur Abscheidung von Stäuben aus dem Reduktionsgas verbunden ist, wobei das entstaubte Reduktionsgas über eine Reduktionsgaszuleitung den Reihen von Reduktionsaggregaten zugeführt werden kann.
29. Anlage nach einem der Ansprüche 24 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reduktionsgaszuleitung mit einem Wäscher für überschüssiges Reduktionsgas derart verbunden ist, dass Reduktionsgas, dass nicht in den Reduktionsaggregaten benötigt wird, abgeführt und gewaschen werden kann.
30. Anlage nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wäscher mittels einer Rezyklatgasleitung mit einer CO₂-Abscheidungseinheit, insbesondere auf Basis eines Adsorptionsprozesses unter Druckwechsel oder eines Chemisorptionsprozess, zur Abscheidung von CO₂ aus dem gewaschenen Reduktionsgas verbunden ist, wobei das dabei gebildete Produktgas über eine Produktgasleitung der Entstaubungseinrichtung oder den Reduktionsaggregaten zuführbar ist.
31. Anlage nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine der Reihen der Reduktionsaggregate über eine Topgasableitung mit der Rezyklatgasleitung verbunden ist, sodass das aus den Reduktionsaggregaten abgeführte Topgas mit dem gewaschenen überschüssigen Reduktionsgas mischbar und über einen Kompressor der CO₂-Abscheidungseinheit zuführbar ist.
32. Anlage nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Topgasleitung und die Produktgasleitung je zumindest einen Wärmetauscher zur Kühlung des Topgases bzw. zur Erwärmung des Produktgases aufweisen, wobei die vom Topgas abgeführte Wärme dem Produktgas zugeführt werden kann.



-29-

33. Anlage nach einem der Ansprüche 24 bis 32, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Oxidrockner zum Mischen und Trocknen der eisenerzhältigen Einsatzstoffe und gegebenenfalls der Zuschlagsstoffe vorgesehen ist, wobei dieser über Transporteinrichtungen und Aufgabebehälter mit den Reihen der Reduktionsaggregate verbunden ist.

008297

Fig. 1

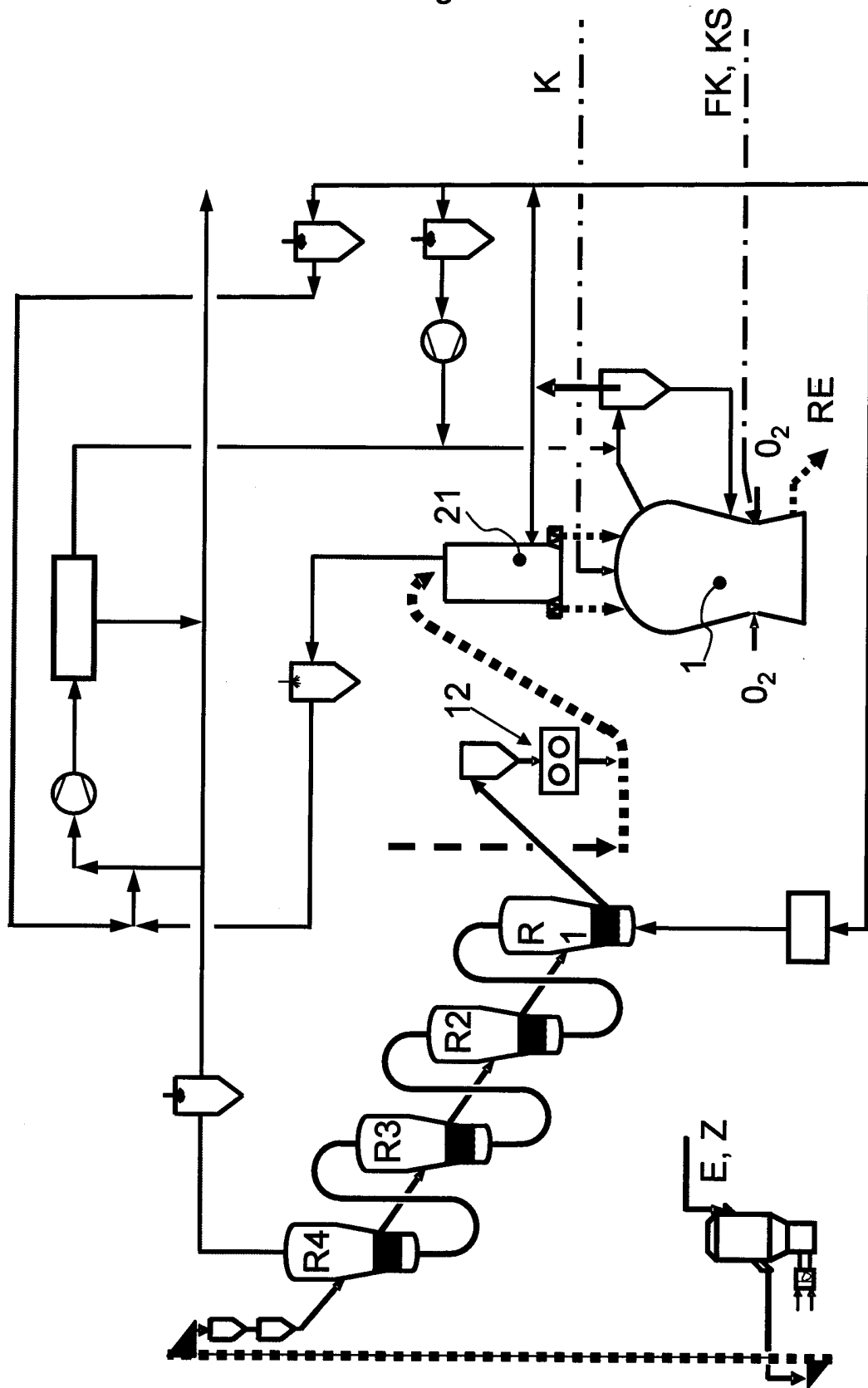
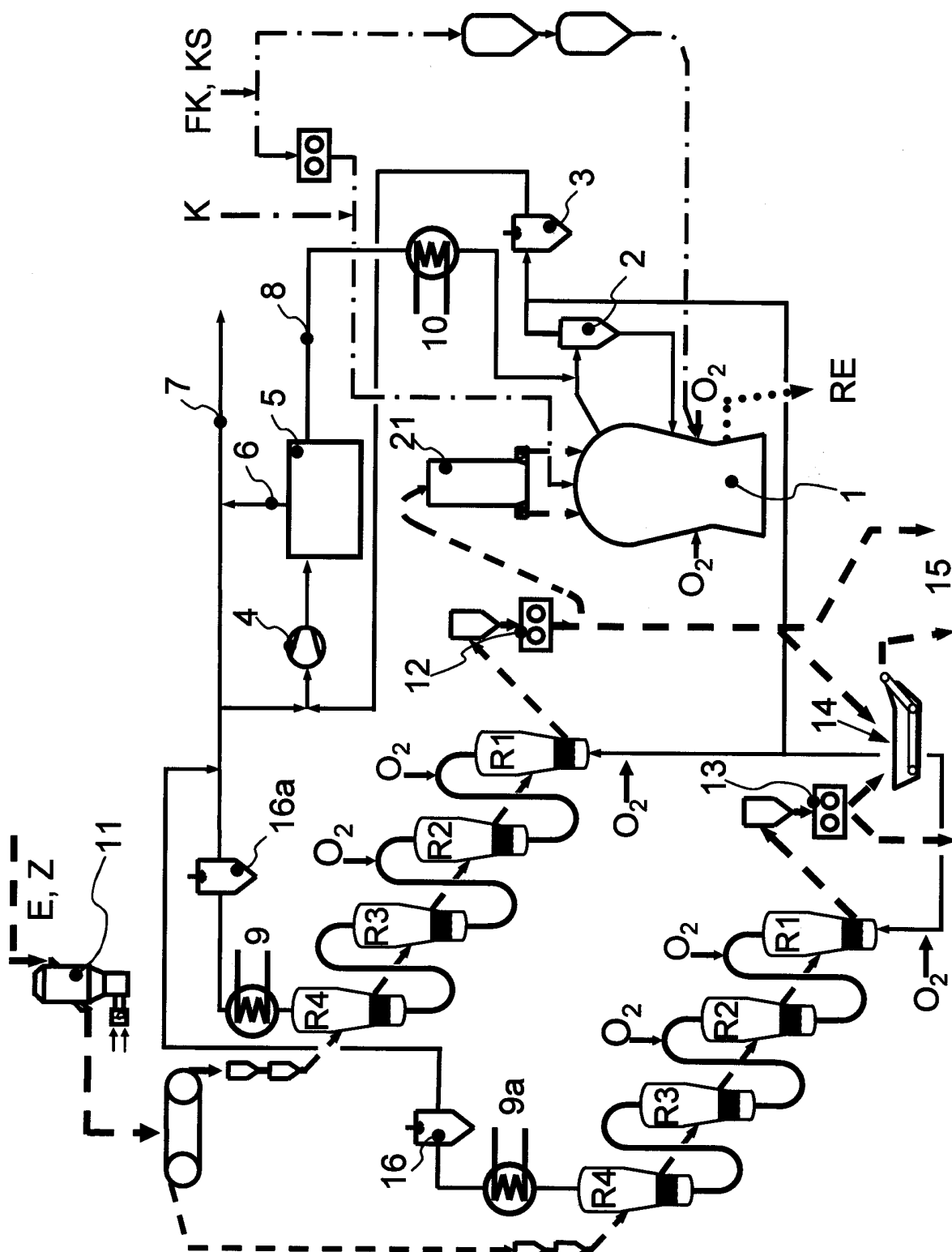
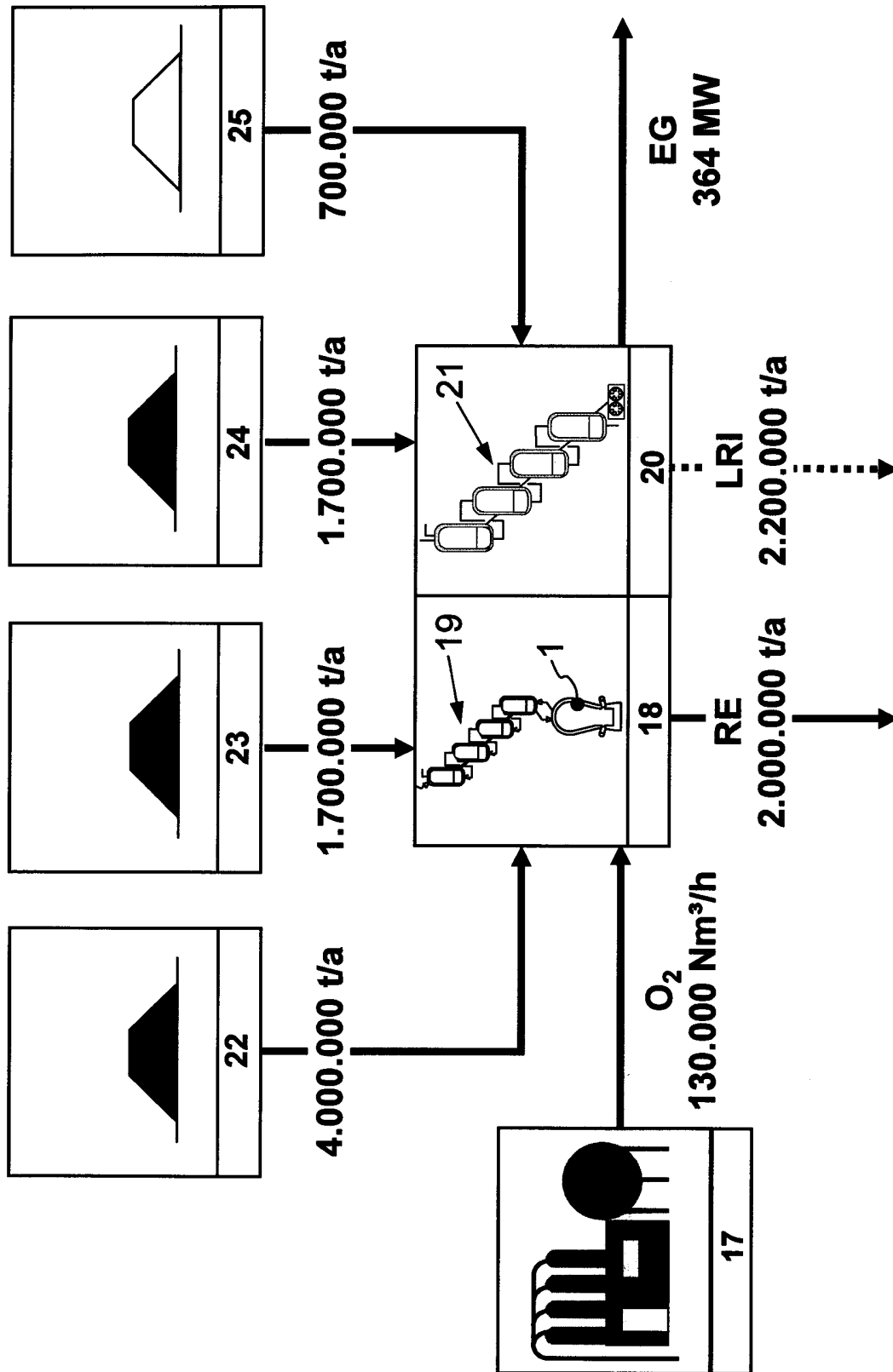


Fig. 2



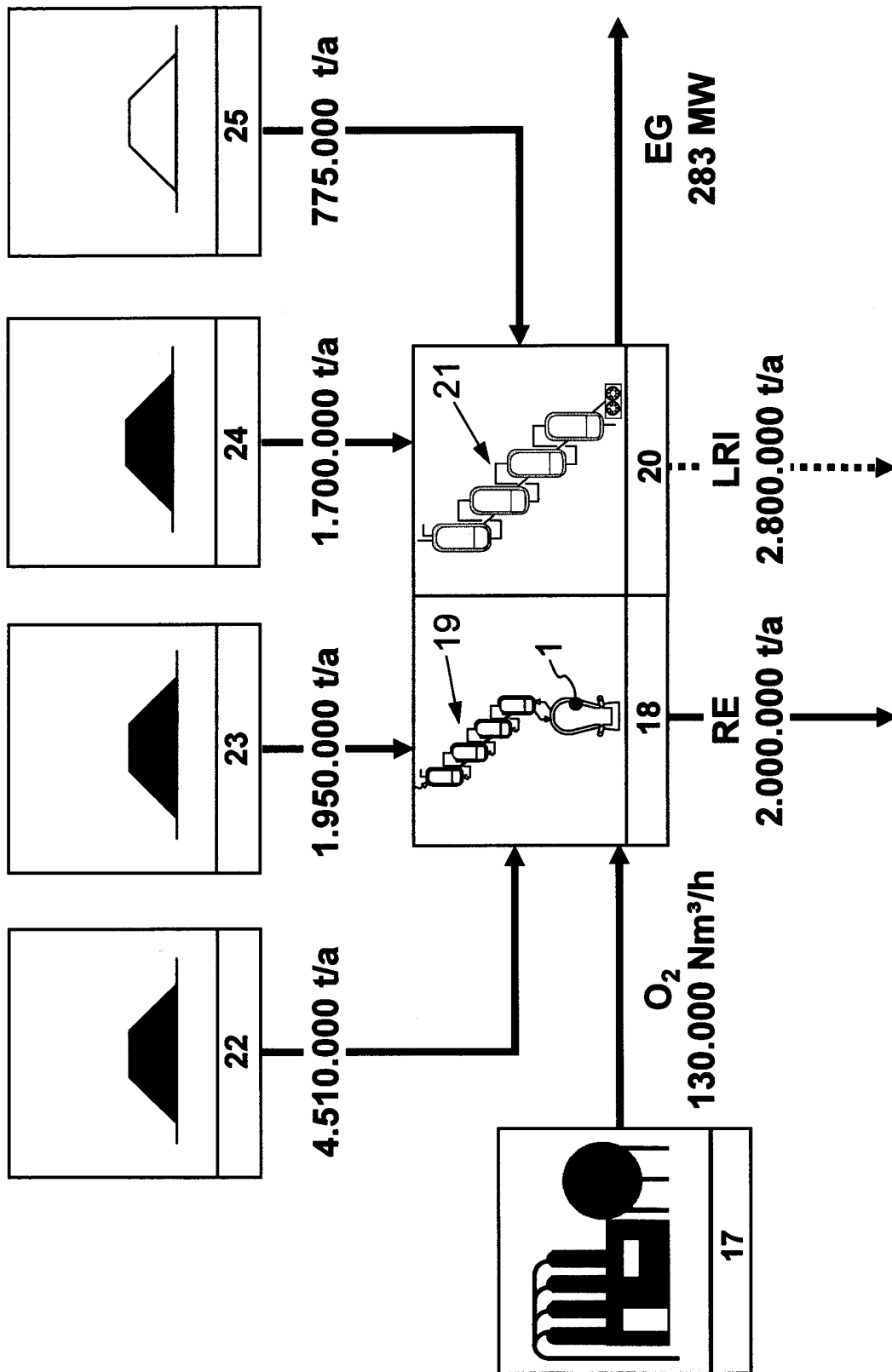
008297

Fig. 3



000097

Fig. 4



ANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung von Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten in einem Schmelzaggregat, insbesondere einem Einschmelzvergaser, wobei eisenerzhaltige Einsatzstoffe, insbesondere Feinerz, und gegebenenfalls Zuschlagsstoffe in zumindest einem Reduktionsaggregat mittels eines Reduktionsgases zumindest teilweise reduziert werden **dadurch gekennzeichnet**, dass ein erster Anteil der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe im Schmelzaggregat unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern, insbesondere Kohle, und sauerstoffhaltigem Gas bei gleichzeitiger Bildung des Reduktionsgases eingeschmolzen wird, dass das Reduktionsgas dem Reduktionsaggregat zugeführt und nach Durchtritt durch dieses als Topgas bzw. als Exportgas abgezogen wird, wobei ein zweiter Anteil der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe zum Reduzieren und Erschmelzen einem Schmelzreduktionsaggregat zugeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Menge des zweiten Anteils der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe in Abhängigkeit von der gewünschten Topgasmenge und/oder der Exportgasmenge und/oder der Exportgasqualität festgelegt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Menge des zweiten Anteils der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe das 0 - 1,2 fache der Menge des im Schmelzaggregat gewonnenen Roheisens beträgt.
4. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Menge des zweiten Anteils der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe 10 – 60%, insbesondere 20 – 40%, bezogen auf den Eisenanteil aller Eisenträger, die in das Schmelzreduktionsaggregat eingesetzt werden, beträgt.

NACHGEREICHT

5. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Reduktionsgrad beim zweiten Anteil der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe und/oder bei den im Schmelzaggregat eingesetzten Einsatzstoffen auf 40 – 95%, insbesondere 65 – 75%, eingestellt wird.
6. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest teilweise Reduktion der eisenerzhaltigen Einsatzstoffe in einer Reihe von 2 bis 6, insbesondere 3 oder 4, in Serie geschalteten Reduktionsaggregaten erfolgt, wobei das Reduktionsgas im Gegenstrom zu den zu reduzierenden eisenerzhaltigen Einsatzstoffen geführt wird.
7. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reduktion der eisenerzhaltigen Einsatzstoffe und gegebenenfalls der Zuschlagsstoffe in zumindest zwei zueinander parallel geschalteter Reihen von in Serie geschalteten Reduktionsaggregaten erfolgt.
8. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest teilweise reduzierte Einsatzstoff einer Kompaktierung, insbesondere einer Heißkompaktierung, wie z.B. einer Heißbrikettierung, zugeführt wird.
9. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Anteil der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe, insbesondere anstelle von Sinter, als Eisenträger in das Schmelzreduktionsaggregat eingesetzt wird.
10. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe in heißem Zustand in das Schmelzaggregat und/oder in das Schmelzreduktionsaggregat eingebracht werden, gegebenenfalls unter Zumischung kalter teilweise reduzierter Einsatzstoffe.
11. Verfahren nach einem Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe heiß kompaktiert und zur Vermeidung

von Oxidationsvorgängen, insbesondere durch Abschrecken in einem Wasserbad, gekühlt werden.

12. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reduktion der Einsatzstoffe in einer, insbesondere zirkulierenden oder blasenbildenden, Wirbelschicht im Reduktionsaggregat erfolgt.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reduktion der Einsatzstoffe in einem Reduktionsschachtofen, einem Drehrohrföfen oder einem Drehherdföfen erfolgt, wobei die Einsatzstoffe in Form von Pellets und/oder als stückiges Erz und/oder als Sinter eingesetzt werden.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reduktion der Einsatzstoffe in übereinanderliegenden Ebenen in einem Reduktions-etagenföfen erfolgt, wobei die Einsatzstoffe mittels eines Räumers zwangsgeführt werden.
15. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das aus dem Schmelzaggregat abgezogene Reduktionsgas, insbesondere trocken, in einer Abscheideeinrichtung, bevorzugt in einem Zyklon oder einem Reduktionszyklon, entstaubt und dem zumindest einen Reduktionsaggregat zugeführt wird.
16. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass überschüssiges Reduktionsgas entstaubt, gewaschen, gegebenenfalls mit Topgas gemischt und komprimiert als Rezyklatgas, zur Abscheidung zumindest eines Teiles von CO₂ aus dem Rezyklatgas, einer CO₂-Abscheidungseinheit zugeführt und anschließend als Produktgas in die Abscheideeinrichtung oder direkt in das Reduktionsaggregat geführt wird.

17. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druck im Schmelzaggregat mittels eines Wäschers zum Waschen des überschüssigen Reduktionsgases eingestellt wird.
18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Produktgas vor dessen Rückführung in die Abscheideeinrichtung oder direkt in das Reduktionsaggregat erwärmt wird.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Topgas vor dem Mischen mit dem überschüssigen, entstaubten Reduktionsgas gekühlt und gewaschen wird, wobei die aus dem Topgas abgeführte Wärme zur Erwärmung des Produktgases vor dessen Rückführung in die Abscheideeinrichtung oder in das Reduktionsaggregat genutzt wird.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass das abgeschiedene CO₂ gemeinsam mit Topgas als Exportgas abgeführt wird.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Menge an Rezyklatgas und die Menge an Kohlenstoffträgern, insbesondere Kohle, im Schmelzaggregat in Abhängigkeit von der Menge der zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe festgelegt wird.
22. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Reduktionsgas im Reduktionsaggregat unter Zufuhr von Sauerstoff zur Einstellung der Temperatur des Reduktionsaggregates teilweise verbrannt wird.
23. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einsatzstoffe mit Additiven, insbesondere Kalkstein, Branntkalk, gelöschter Kalk, Dolomit, gebrannter oder gelöschter Dolomit oder Quarz, gemischt und vorzugsweise vor dessen Einsatz in das zumindest eine Reduktionsaggregat getrocknet werden, wobei die Einsatzstoffe und die Additive in etwa die gleiche Korngröße aufweisen.

24. Anlage zur Herstellung von Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 23 mit einem Schmelzaggregat (1), insbesondere einem Einschmelzvergaser, und zumindest einem Reduktionsaggregat (R1, R2, R3, R4) zur Reduktion eisenerzhaltiger Einsatzstoffe und gegebenenfalls Zuschlagsstoffen mittels eines im Schmelzaggregat (1) unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern, insbesondere Kohle, und sauerstoffhaltigem Gas gebildeten Reduktionsgases, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Reihen von 2 bis 6, insbesondere 3 oder 4, in Serie geschalteter Reduktionsaggregate vorgesehen sind, wobei jeder Reihe eine Einrichtung zur Heißkompaktierung (12, 13), insbesondere eine Heißbrikettierung, nachgeschaltet ist.
25. Anlage nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine der Einrichtungen zur Heißkompaktierung (12, 13) mit einem Chargierbehälter (26) oder einem Reduktionsschacht, zur Aufnahme bzw. zur weiteren Reduktion der kompaktierten, zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe in Verbindung steht, wobei dieser über dem Schmelzaggregat (1) angeordnet ist, sodass eine Chargierung in das Schmelzaggregat (1) möglich ist.
26. Anlage nach Anspruch 24 oder 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine der Einrichtungen zur Heißkompaktierung (12, 13) mit einer Einrichtung zum Abschrecken (14) der kompaktierten, zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe verbunden ist.
27. Anlage nach einem der Ansprüche 24 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine der Einrichtungen zur Heißkompaktierung (12, 13) mit einem Schmelzreduktionsaggregat (15), insbesondere einem Hochofen, einem Elektroniederschachtofen oder einem Schmelzbadofen, derart gekoppelt ist, dass die kompaktierten, zumindest teilweise reduzierten Einsatzstoffe in das Schmelzreduktionsaggregat (15) eingebracht werden können.

28. Anlage nach einem der Ansprüche 24 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schmelzaggregat (1) über eine Leitung mit einer Abscheideeinrichtung (2), insbesondere einer Trocken-Entstaubungseinrichtung, bevorzugt einem Zyklon oder einem Reduktionszyklon, zur Abscheidung von Stäuben aus dem Reduktionsgas verbunden ist, wobei das entstaubte Reduktionsgas über eine Reduktionsgaszuleitung den Reihen von Reduktionsaggregaten (19, 21) zugeführt werden kann.
29. Anlage nach einem der Ansprüche 24 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reduktionsgaszuleitung mit einem Wäscher (3) für überschüssiges Reduktionsgas derart verbunden ist, dass Reduktionsgas, dass nicht in den Reduktionsaggregaten benötigt wird, abgeführt und gewaschen werden kann.
30. Anlage nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wäscher (3) mittels einer Rezyklatgasleitung mit einer CO₂-Abscheidungseinheit (5), insbesondere auf Basis eines Adsorptionsprozesses unter Druckwechsel oder eines Chemisorptionsprozess, zur Abscheidung von CO₂ aus dem gewaschenen Reduktionsgas verbunden ist, wobei das dabei gebildete Produktgas über eine Produktgasleitung der Abscheideeinrichtung (2) oder den Reduktionsaggregaten (R1, R2, R3, R4) zuführbar ist.
31. Anlage nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine der Reihen der Reduktionsaggregate (19, 21) über eine Topgasableitung mit der Rezyklatgasleitung verbunden ist, sodass das aus den Reduktionsaggregaten (R1, R2, R3, R4) abgeführte Topgas mit dem gewaschenen überschüssigen Reduktionsgas mischbar und über einen Kompressor (4) der CO₂-Abscheidungseinheit (5) zuführbar ist.
32. Anlage nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Topgasleitung und die Produktgasleitung je zumindest einen Wärmetauscher (9, 9a) zur Kühlung des

Topgases bzw. zur Erwärmung des Produktgases aufweisen, wobei die vom Topgas abgeführte Wärme dem Produktgas zugeführt werden kann.

33. Anlage nach einem der Ansprüche 24 bis 32, **dadurch gekennzeichnet**, dass
| zumindest ein Oxidrockner (11) zum Mischen und Trocknen der eisenerzhältigen
| Einsatzstoffe und gegebenenfalls der Zuschlagsstoffe vorgesehen ist, wobei dieser
| über Transporteinrichtungen und Aufgabebehälter mit den Reihen der Reduktionsag-
| gregate (19, 21) verbunden ist.

NACHGEREICHT



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ⁸ : C21B 11/02 (2006.01); C21B 13/00 (2006.01); C22B 5/10 (2006.01); F27B 1/00 (2006.01); C22B 5/14 (2006.01); F27B 15/00 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA: C21B 11/02, C21B 13/00A, C22B 5/10, F27B 1/00, C22B 5/14, F27B 15/00		
Recherchierte Prüfstoffe (Klassifikation): C21B, C22B, F27B		
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, WPI, X-FULL, IPDL		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 6. Juni 2008 eingereichten Ansprüchen 1 - 33 erstellt.		
Kategorie ⁹	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	US 2006/0162499 A1 (Lee et al.) 27. Juli 2006 (27.07.2006) <i>Zusammenfassung; Beschreibung, [0017], [0021], [0035], [0037], [0058], [0086] - [0088]; Fig. 1, 6; Ansprüche 1, 5, 19, 21 - 22</i> --	1, 6, 8, 11 - 12, 24, 26
A	WO 2006/043770 A1 (POSCO) 27. April 2006 (27.04.2006) <i>Zusammenfassung; Beschreibung, S. 8; Z. 1 - 4, S. 17, Z. 10 - 19, S. 36, Z. 13 - 30; Ansprüche 1, 23 Fig. 1, 14</i> ----	1, 8, 24
Datum der Beendigung der Recherche: 21. November 2008		☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt
		Prüfer(in): Dr. AIGNER
⁹ 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.		