



(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 659/97

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> : C21B 13/14

(22) Anmeldetag: 16. 4.1997

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 5.1998

(45) Ausgabetag: 28.12.1998

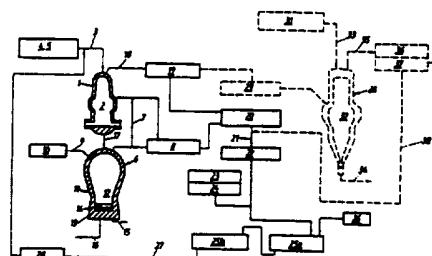
(73) Patentinhaber:

VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH  
A-4020 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).  
DEUTSCHE VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH  
D-40219 DÜSSELDORF (DE).

## (54) VERFAHREN UND ANLAGE ZUR HERSTELLUNG VON FLÜSSIGEM ROHEISEN ODER FLÜSSIGEN STAHLVORPRODUKTEN

(57) Bei einem Verfahren zur Herstellung von flüssigem Roheisen (13) oder flüssigen Stahlvorprodukten aus von Eisen-erz (4), vorzugsweise in Stück- und/oder Pelletform, und gegebenenfalls Zuschlägen (5) gebildeten Einsatzstoffen werden die Einsatzstoffe in eine Reduktionszone (2) zu Eisenschwamm direkt reduziert, wird der Eisenschwamm in einer Einschmelzvergasungszone (12) chargiert und dort unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern (10) und sauerstoffhältigem Gas erschmolzen, wobei ein CO- und H<sub>2</sub>-hältiges Reduktionsgas erzeugt, das aus der Einschmelzvergasungszone (12) abgezogen und in die Reduktionszone (2) eingeleitet, dort umgesetzt und als Topgas abgezogen wird, wobei das Topgas einer Wäsche unterzogen wird und die dabei abgeschiedenen Schlämme zumindest teilweise agglomeriert werden.

Zur Verwertung der so gebildeten Agglomerate unter geringstmöglichen Energieaufwand werden die Agglomerate in die Reduktionszone (2) rezirkuliert.



B

AT 404 598

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten aus von Eisenerz, vorzugsweise in Stück- und/oder Pelletform, und gegebenenfalls Zuschlägen gebildeten Einsatzstoffen, wobei die Einsatzstoffe in einer Reduktionszone zu Eisenschwamm direkt reduziert werden, der Eisenschwamm in eine Einschmelzvergasungszone chargiert und dort unter Zufahr 5 von Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas erschmolzen wird, wobei ein CO- und H<sub>2</sub>-hältiges Reduktionsgas erzeugt, aus der Einschmelzvergasungszone abgezogen und in die Reduktionszone eingeleitet, dort umgesetzt und als Topgas abgezogen wird, und wobei das Topgas einer Wäsche unterzogen wird und die dabei abgeschiedenen Schlämme zumindest teilweise agglomeriert werden, sowie eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens.

Ein Verfahren dieser Art ist beispielsweise aus der AT-376 241 B bekannt. Hierbei werden Feststoffpartikel aus dem Reduktionsgas sowie aus dem aus der Reduktionszone austretenden Topgas in Zyklen abgeschieden und mit Bindemittel, wie Eisenoxidstaub, versetzt, heiß brikkettiert und der Einschmelzvergasungszone zugeführt. Diese Lösung ist jedoch im Hinblick auf die Investitions- und Betriebskosten aufwendig. Weiters muß infolge des Einbringens von Eisenoxiden in die Einschmelzvergasungszone 10 Reduktionsarbeit geleistet werden, um das Eisenoxid zu reduzieren, wodurch der Einschmelzvergasungszone für den Einschmelzvorgang benötigte Energie entzogen wird.

Aus der AT-400 725 B ist bekannt, Schlämme, die beim Waschen des aus der Einschmelzvergasungszone austretenden Reduktionsgases sowie des aus der Reduktionszone austretenden Topgases gebildet werden, zu entwässern und zu granulieren und schließlich wieder in Form von Granulaten in die Einschmelzvergasungszone einzusetzen. Hierbei ist ebenfalls in der Einschmelzvergasungszone Reduktionsarbeit zu leisten, wodurch bei sehr großen Granulatmengen der Einschmelzvergasungszone zu hohe Energie 15 Mengen entzogen werden, was zu einer Minderung der Reduktanten und damit zu Störungen im Prozeß führen kann.

Aus der DE-41 23 626 A1 ist bekannt, Hüttenreststoffe zu agglomerieren und die Agglomerate in den oberen Möllerbereich eines Schmelzagggregates einzubringen, wobei eine Vorwärmung und Trocknung der Agglomerate in diesem Möllerbereich des Schmelzagggregates erfolgt. Der Möller durchsetzt das Schmelzagggregat nach dem Gegenstromprinzip, bis er in den unteren Bereich des Schmelzagggregates gelangt, wo er geschmolzen wird. Dieses bekannte Verfahren ist insofern energieaufwendig, als auch metallische Abfall- oder Reststoffe im Schmelzagggregat getrocknet und gesintert werden und das Schmelzagggregat durchwanden 20 müssen, wodurch der im Schmelzagggregat stattfindende Prozeß negativ beeinflußt wird.

Weiters ist aus der EP-0 623 684 A1 ein Verfahren bekannt, bei welchem Abfall- und Reststoffe mit Kohlestaub und Eisen in metallischer und oxidischer Form nach ihrer chemischen Zusammensetzung in drei Gruppen getrennt gesammelt werden, u.zw. soll die erste Gruppe hauptsächlich Eisen in oxidischer Form, die zweite Gruppe hauptsächlich Eisen in metallischer Form und die dritte Gruppe hauptsächlich kohlenstoffhaltige Stoffe enthalten. Die Verwertung erfolgt, indem die Stoffe der ersten Gruppe in die Reduktionszone und die der zweiten und dritten Gruppe zugehörigen Stoffe direkt in die Einschmelzvergasungszone eingesetzt werden. Die bei diesem Verfahren aus dem Topgas der Reduktionszone abgeschiedenen Stäube werden nur in die Einschmelzvergasungszone rezirkuliert. Hieraus resultiert eine Beeinflussung des Einschmelz-Vergasungsvorganges, da der Einschmelzvergasungszone zum Erwärmen 25 und Aufschmelzen der Reststoffe Energie entzogen wird.

Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art dahingehend weiterzuentwickeln, daß es in einfacher und effizienter Weise möglich ist, die hierbei anfallenden Schlämme vollständig und unter geringstmöglichen Energieaufwand in das Verfahren zu rezirkulieren, wobei die mit dem Einbringen der Schlämme in die Einschmelzvergasungszone verbundenen Nachteile, d.h. eine in der Einschmelzvergasungszone zu leistende erhöhte Reduktionsarbeit sowie Wärmeverluste aus der Erwärmung des eingebrachten Gutes, vermieden werden sollen.

Diese Aufgabe wird erfundungsgemäß dadurch gelöst, daß das Agglomerat (das aus zumindest einer Teilmenge der beim Waschen des Topgases der Reduktionszone anfallenden Schlämme gebildet wurde) in die Reduktionszone, vorzugsweise ausschließlich in die Reduktionszone, rezirkuliert wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird zumindest eine Teilmenge des aus der Einschmelzvergasungszone austretenden Reduktionsgases ebenfalls gewaschen, die dabei anfallenden Schlämme werden zumindest teilweise agglomeriert und das so gebildete Agglomerat in die Reduktionszone rezirkuliert.

Vorteilhaft werden die beim Waschen des Reduktionsgases aus der Einschmelzvergasungszone anfallenden, zu agglomerierenden Schlämme gemeinsam mit den beim Waschen des Topgases aus der Reduktionszone anfallenden, zu agglomerierenden Schlämmen weiterbehandelt. Dadurch können Investitionskosten minimiert werden.

Gegebenenfalls wird das gereinigte Topgas aus der Reduktionszone nach dem Waschen einer CO<sub>2</sub>-Eliminierung unterzogen und als zumindest weitgehend CO<sub>2</sub>-freies Reduktionsgas mindestens einer weiteren Reduktionszone zur Direktreduktion von Metallerz, insbesondere von Eisenerz oder Pellets, zugeführt, nach Umsetzung mit dem Metallerz in der weiteren Reduktionszone als Exportgas abgezogen und in einem Wäscher gereinigt, und die beim Waschen des Exportgases aus der weiteren Reduktionszone anfallenden Schlämme werden zumindest teilweise agglomeriert, und das so gebildete Agglomerat wird in die erste Reduktionszone rezirkuliert. Somit können auch die beim Waschen des Exportgases der weiteren Reduktionszone anfallenden Schlämme effizient wiederverwertet werden.

Vorteilhaft werden dabei die beim Waschen des Exportgases aus der weiteren Reduktionszone anfallenden, zu agglomerierenden Schlämme gemeinsam mit den beim Waschen des Topgases aus der ersten Reduktionszone anfallenden und/oder gemeinsam mit den beim Waschen des Reduktionsgases aus der Einschmelzvergasungszone anfallenden, zu agglomerierenden Schlämmen weiterbehandelt.

Die zu agglomerierenden Schlämme werden gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zunächst auf einen Restfeuchtegehalt entwässert. Vorteilhaft werden den Schlämmen zum Agglomerieren, vorzugsweise in einem zweistufigen kontinuierlichen Verfahren, oxidische Stäube, gegebenenfalls Kohlestaub und Branntkalk zugesetzt.

Die so gebildeten Granulate bestehen aus folgenden Hauptkomponenten (zu etwa gleichen Teilen):

- Eisen und Eisenoxide
- Kalziumhydroxid
- Kohlenstoff
- Kohlenaschebestandteile wie Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, etc.

Es ist bekannt, daß bei der Reduktion von Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und FeO mit CO in einer Reduktionszone Wärme erzeugt wird, und es hat sich gezeigt, daß es in der Reduktionszone durch einen hierdurch bedingten Anstieg der Temperatur zu einer Überhitzung kommen kann. Als Folge tritt ein Zusammenbacken der Reduktionsprodukte - bekannt als Clusterbildung - und damit eine Störung des Reduktionsbetriebes ein.

Durch die erfundungsgemäße Vorgangsweise kann dies vermieden werden, da bei der Einsetzung der obigen Granulate in die Reduktionszone in dieser folgende vorteilhafte Prozesse ablaufen:

- Durch den Gehalt an Kohlenstoff in den Granulaten wird die Boudouard-Reaktion, C + CO<sub>2</sub> → 2 CO, welche wärmeverbrauchend abläuft, gefördert.
- Der Gehalt an Kalziumhydroxid, welches aus zugesetztem CaO gebildet wird, löst eine weitere wärmeverbrauchende Reaktion aus (Rückbildung von CaO).

Beide wärmeverbrauchenden Reaktionen ermöglichen eine gezielte Begrenzung der Temperatur in der Reduktionszone während der Reduktion des Erzes. Als Folge wird ein Zusammenbacken der Reduktionsprodukte (Clusterbildung) verhindert, weiters wird die Topgasmenge und -qualität erhöht.

Aus der DE-41 23 626 A1 ist bekannt, Filterstäube aus dem Abgas des Schmelzagggregates in das Schmelzagggregat zu rezirkulieren. Diese Filterstäube enthalten jedoch nicht die oben angeführten Komponenten, d.h. die obigen vorteilhaften Prozesse im Schmelzagggregat können nicht stattfinden.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden oxidische Stäube aus der Gießhallenenstaubung eines Hüttenwerkes, insbesondere aus einer Anlage zur Durchführung des Verfahrens bzw. aus der Entstaubungsanlage eines Elektroofens eines der Einschmelzvergasungszone und/oder weiteren Reduktionszone nachgeschalteten Stahlwerks, eingesetzt.

Die Agglomerate bzw. Granulate werden zweckmäßig vor dem Rezirkulieren in die Reduktionszone getrocknet.

Eine Anlage zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder flüssigen Stahlvorprodukten aus von Eisenerz, vorzugsweise in Stück- und/oder Pelletform, und gegebenenfalls Zuschlägen gebildeten Einsatzstoffen, mit einem Reduktionsreaktor für Eisenerz, einem Einschmelzvergaser, einer den Einschmelzvergaser mit dem Reduktionsreaktor verbindenden Zuleitung für ein im Einschmelzvergaser gebildetes Reduktionsgas, einer den Reduktionsreaktor mit dem Einschmelzvergaser verbindenden Förderleitung für das im Reduktionsreaktor gebildete Reduktionsprodukt, mit einer vom Reduktionsreaktor ausgehenden, mit einem Wäscher versehenen Topgas-Ableitung, mit in den Einschmelzvergaser mündenden Zuleitungen für Kohlenstoffträger und sauerstoffhältige Gase und einem am Einschmelzvergaser vorgesehenen Abstich für Roheisen und Schlacke und mit einer aus dem Wäscher zu einer Einrichtung zum Agglomerieren von zumindest einem Teil der im Wäscher anfallenden Schlämme führenden Schlamableitung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum Agglomerieren der Schlämme leistungsmäßig mit dem Reduktionsreaktor verbunden ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist in der in den Reduktionsreaktor mündenden Reduktionsgas-Zuleitung ein zweiter Wäscher für zumindest eine Teilmenge des Reduktionsgases vorgesehen, von dem eine Schlamableitung zu einer Einrichtung zum Agglomerieren von zumindest einem Teil der im

zweiten Wäscher anfallenden Schlämme führt, welche Einrichtung leitungsmäßig mit dem Reduktionsreaktor verbunden ist.

Vorteilhaft ist die dem zweiten Wäscher zugeordnete Schlammableitung leitungsmäßig mit der dem ersten Wäscher zugeordneten Schlammableitung verbunden.

- 5 Gegebenenfalls ist ein weiterer Reduktionsreaktor zur Aufnahme von Metallerz, insbesondere von weiterem Eisenerz oder Pellets, mit einer Reduktionsgas-Zuleitung, mit einer mit einem dritten Wäscher versehenen Exportgas-Ableitung und mit einer Austragsvorrichtung für das in diesem Reduktionsreaktor gebildete Reduktionsprodukt vorgesehen, wobei die Topgas-Ableitung des ersten Reduktionsreaktors in eine CO<sub>2</sub>-Eliminierungsanlage mündet, von der die Reduktionsgas-Zuleitung des weiteren Reduktionsreaktors ausgeht und in den weiteren Reduktionsreaktor mündet und wobei eine Schlammableitung aus dem dritten Wäscher zu einer Einrichtung zum Agglomerieren von zumindest einem Teil der im dritten Wäscher anfallenden Schlämme führt, welche Einrichtung leitungsmäßig mit dem ersten Reduktionsreaktor verbunden ist.

10 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die dem dritten Wäscher zugeordnete Schlammableitung leitungsmäßig mit der dem ersten und/oder zweiten Wäscher zugeordneten Schlammableitung verbunden.

15 Vorzugsweise führt die dem ersten, zweiten und/oder dritten Wäscher zugeordnete Schlammableitung vor der Einrichtung zum Agglomerieren der Schlämme zu einer Schlammentwässerungseinrichtung, die zweckmäßig als Dekanterzentrifuge ausgebildet ist.

20 Die Einrichtung zum Agglomerieren der Schlämme ist zweckmäßig als zweistufige Misch- und Granuliereinrichtung ausgebildet und gemäß einer bevorzugten Ausführungsform über eine Trocknungseinrichtung mit dem ersten Reduktionsreaktor leitungsmäßig verbunden.

25 Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert, wobei die Zeichnung in schematischer Darstellung eine bevorzugte Ausführungsform der Anlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens veranschaulicht.

30 In einen als Schachtofen 1 ausgebildeten Reduktionsreaktor, d.h. in dessen Festbett-Reduktionszone 2, werden von oben über eine Zuleitung 3 stückige eisenoxidhaltige Einsatzstoffe 4, wie Erz, gegebenenfalls zusammen mit ungebrannten Zuschlägen 5, chargiert. Der Schachtofen 1 steht mit einem Einschmelzvergaser 6 in Verbindung, in dem aus Kohlenstoffträgern und sauerstoffhaltigem Gas ein Reduktionsgas erzeugt wird, welches über eine Zuleitung 7 dem Schachtofen 1 zugeführt wird und diesen im Gegenstrom zu den Einsatzstoffen 4 durchströmt. In der Zuleitung 7 ist eine Gasreinigungs- und Gaskühlungseinrichtung 8, die als Wäscher ausgebildet ist, vorgesehen, durch die zumindest ein Teilstrom des Reduktionsgases zwecks Temperatureinstellung hindurchgeleitet wird.

35 Der Einschmelzvergaser 6 weist eine Zuleitung 9 für feste, stückige Kohlenstoffträger 10 und Zuleitungen 11 für sauerstoffhaltige Gase auf. Im Einschmelzvergaser 6 sammelt sich unterhalb der Einschmelzvergasungszone 12 schmelzflüssiges Roheisen 13 und schmelzflüssige Schlacke 14, die über je einen eigenen Abstich 15, 16 getrennt abgestochen werden.

40 Die im Schachtofen 1 in der Reduktionszone 2 zu Eisenschwamm teil- und/oder fertigreduzierten stückigen Einsatzstoffe werden dem Einschmelzvergaser 6 über eine oder mehrere Förderleitungen 17 zugeführt, beispielsweise mittels Austragsschnecken. An den oberen Teil des Schachtofens 1 schließt eine Ableitung 18 für das in der Reduktionszone 2 entstehende Topgas an. Dieses Topgas wird zwecks Befreiung von Staub und Wasserdampf einer Gasreinigungseinrichtung 19, die ebenfalls als Wäscher ausgebildet ist, zugeleitet.

45 Die im Wäscher 19 anfallenden Schlämme werden gemeinsam mit den Schlämmen, die im Wäscher 8 beim Waschen des dem Schachtofen 1 zugeleiteten Reduktionsgases anfallen, einem Eindicker 20 zugeleitet. Vom Eindicker 20 werden die eingedickten Schlämme über eine Förderleitung 21 einer Schlammtrocknungseinrichtung 22, z.B. einer Dekanterzentrifuge, zugeführt.

50 Die entwässerten Schlämme werden mit trockenen oxidischen Stäuben 23, wie Erzabrieb und Gießhafenstäuben, und Kohlestaub 24 vermischt. Dieses Gemisch aus Schlämmen und Stäuben wird anschließend einer Misch- und Granuliereinrichtung 25a, 25b zugeführt, in der zur weiteren Herabsetzung der Restfeuchte den entwässerten Schlämmen gebrannter Kalk 26 zugefügt wird. In der Misch- und Granuliereinrichtung 25a, 25b erfolgt eine Granulierung des Gemisches aus Schlämmen, Stäuben 23, 24 und gebranntem Kalk 26 zu einem Granulat zweistufig. Beim zweistufigen kontinuierlichen Granulationsverfahren erfolgen die Verfahrensschritte Mischen und Granulation in voneinander getrennten Reaktoren, welche unterschiedliche Größen haben, mit separaten Antrieben ausgerüstet sind und auf die Aufgaben Mischen einseitig und Granulieren andererseits abgestimmte Misch- und Granulierwerkzeuge aufweisen.

55 Das Granulat wird über eine Förderleitung 27 einer Trocknungseinrichtung 28 zugeführt und anschließend über die Zuleitung 3 für die stückigen eisenoxidhaltigen Einsatzstoffe 4 und die Zuschlüsse 5 in den

Schachtofen 1 eingebracht. Die Trocknung der Granulate erfolgt vorzugsweise kontinuierlich in einem dritten Aggregat nach der Granulation. Dieses Aggregat kann mit einem beheizbaren Doppelmantel ausgeführt sein.

- Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens (die in der Zeichnung mit strichierten Linien veranschaulicht ist) wird das im Wäscher 19 gereinigte Topgas einer CO<sub>2</sub>-Eliminierung, beispielsweise in einem CO<sub>2</sub>-Wäscher 29 oder einem Reformer, unterworfen und steht sodann als Reduktionsgas einem weiteren Reduktionsreaktor 30 zur Aufnahme von Metallerz - beim dargestellten Ausführungsbeispiel zur Aufnahme von Eisenerz oder Pellets 31 - zur Verfügung. Gegebenenfalls wird vor Einleitung dieses Reduktionsgases in den weiteren Reduktionsreaktor dieses einer Aufheizung unterzogen, was im Ausführungsbeispiel jedoch nicht näher dargestellt ist.

Der weitere Reduktionsreaktor 30 ist ebenfalls als Schachtofen ausgebildet und arbeitet wie der erste Schachtofen 1 im Gegenstromprinzip. In diesem zweiten Schachtofen 30 wird Eisenerz in Stück- und/oder Pelletform ebenfalls in einer Festbett-Reduktionszone 32 zu Eisenschwamm direktreduziert. Die Erzzuleitung ist mit 33 und die Eisenschwamm-Austragsvorrichtung mit 34 bezeichnet.

- Das aus dem zweiten Reduktionsreaktor 30 über die Leitung 35 abgezogene Exportgas wird ebenfalls einer Reinigung und Kühlung in einem Exportgaswäscher 36 unterzogen, um es von Staubpartikeln zu säubern und den Wasserdampfgehalt zu erniedrigen, worauf es einer weiteren Verwendung zugeführt werden kann.

- Die im Exportgaswäscher 36 anfallenden Schlämme werden in einem Eindicker 37 eingedickt und über eine Leitung 38 der Förderleitung 21 zugeführt.

- Auf diese Weise gelingt es, sämtliche Schlämme, die beim Waschen sowohl des Topgases aus der Reduktionszone 2 als auch des Reduktionsgases aus der Einschmelzvergasungszone 12 und gegebenenfalls des Exportgases aus der weiteren Reduktionszone 32 anfallen, nutzbringend in der Weise zu verwerten, daß die aus den Schlämmen gebildeten Agglomerate der Reduktionszone 2 zugeführt werden und den in der Reduktionszone 2 ablaufenden Prozeß vorteilhaft beeinflussen. Durch den in den Agglomerationen stets vorhandenen Kohlenstoff wird nämlich in der Reduktionszone 2 der Ablauf der wärmeverbrauchenden Boudouard-Reaktion, C + CO<sub>2</sub> → 2 CO, gefördert, wodurch es gelingt, die Temperatur in der Reduktionszone 2 gezielt zu begrenzen und ein Zusammenbacken der Reduktionsprodukte zu verhindern.

- Die Erfindung beschränkt sich nicht auf das in der Zeichnung dargestellte Ausführungsbeispiel, sondern umfaßt auch weitere Ausführungsformen. Beispielsweise können die in den Wäschern 8, 19 und 36 abgeschiedenen Schlämme jeweils getrennt über separate Förderleitungen der Reduktionszone 2 zugeführt werden, und zwar gegebenenfalls nach Entwässern in separaten Schlammentwässerungseinrichtungen bzw. nach Agglomeration in separaten Agglomerationseinrichtungen. Auf diese Weise können die in ihrer chemischen Zusammensetzung gegebenenfalls unterschiedlichen Schlämme vor dem Einbringen in die Reduktionszone 2 gezielt behandelt werden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von flüssigem Roheisen (13) oder flüssigen Stahlvorprodukten aus von Eisenerz (4), vorzugsweise in Stück- und/oder Pelletform, und gegebenenfalls Zuschlägen (5) gebildeten Einsatzstoffen, wobei die Einsatzstoffe in einer Reduktionszone (2) zu Eisenschwamm direkt reduziert werden, der Eisenschwamm in eine Einschmelzvergasungszone (12) chargiert und dort unter Zufuhr von Kohlenstoffträgern (10) und sauerstoffhaltigem Gas erschmolzen wird, wobei ein CO- und H<sub>2</sub>-hältiges Reduktionsgas erzeugt, aus der Einschmelzvergasungszone (12) abgezogen und in die Reduktionszone (2) eingeleitet, dort umgesetzt und als Topgas abgezogen wird, und wobei das Topgas einer Wäsche unterzogen wird und die dabei abgeschiedenen Schlämme zumindest teilweise agglomeriert werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß das so gebildete Agglomerat in die Reduktionszone (2), vorzugsweise ausschließlich in die Reduktionszone (2), rezirkuliert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest eine Teilmenge des aus der Einschmelzvergasungszone (12) austretenden Reduktionsgases gewaschen wird, die dabei anfallenden Schlämme zumindest teilweise agglomeriert werden und das so gebildete Agglomerat in die Reduktionszone (2) rezirkuliert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beim Waschen des Reduktionsgases aus der Einschmelzvergasungszone (2) anfallenden, zu agglomerierenden Schlämme gemeinsam mit den beim Waschen des Topgases aus der Reduktionszone (2) anfallenden, zu agglomerierenden Schlämmen weiterbehandelt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das gereinigte Topgas aus der Reduktionszone (2) nach dem Waschen einer CO<sub>2</sub>-Eliminierung unterzogen wird und als zumindest weitgehend CO<sub>2</sub>-freies Reduktionsgas mindestens einer weiteren Reduktionszone (32) zur Direktreduktion von Metallerz, insbesondere von Eisenerz oder Pellets (31), zugeführt wird, nach Umsetzung mit dem Metallerz in der weiteren Reduktionszone (32) als Exportgas abgezogen und in einem Wäscher (36) gereinigt wird und daß die beim Waschen des Exportgases aus der weiteren Reduktionszone (32) anfallenden Schlämme zumindest teilweise agglomeriert werden und das so gebildete Agglomerat in die erste Reduktionszone (2) rezirkuliert wird.
- 10 5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beim Waschen des Exportgases aus der weiteren Reduktionszone (32) anfallenden, zu agglomerierenden Schlämme gemeinsam mit den beim Waschen des Topgases aus der ersten Reduktionszone (2) anfallenden und/oder gemeinsam mit den beim Waschen des Reduktionsgases aus der Einschmelzvergasungszone (12) anfallenden, zu agglomerierenden Schlämmen weiterbehandelt werden.
- 15 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zu agglomerierenden Schlämme zunächst auf einen Restfeuchtegehalt entwässert werden.
- 20 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß den zu agglomerierenden Schlämmen oxidische Stäube (23), gegebenenfalls Kohlestaub (24) und Branntkalk (26) zugesetzt werden.
- 25 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zu agglomerierenden Schlämme in einem zweistufigen kontinuierlichen Verfahren mit oxidischen Stäuben (23), gegebenenfalls Kohlestaub (24) und Branntkalk (26) gemischt und anschließend granuliert werden.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß oxidische Stäube aus der Gießhallenentstaubung eines Hüttenwerkes eingesetzt werden.
- 30 10. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß oxidische Stäube aus einer Anlage zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 bzw. aus der Entstaubungsanlage eines Elektroofens eines der Einschmelzvergasungszone (12) und/oder der weiteren Reduktionszone (32) nachgeschalteten Stahlwerks, eingesetzt werden.
- 35 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Agglomerate bzw. Granulate vor dem Rezirkulieren in die Reduktionszone (2) getrocknet werden.
12. Anlage zur Herstellung von flüssigem Roheisen (13) oder flüssigen Stahlvorprodukten aus von Eisenerz (4), vorzugsweise in Stück- und/oder Pelletform, und gegebenenfalls Zuschlägen (5) gebildeten Einsatzstoffen, mit einem Reduktionsreaktor (1) für Eisenerz, einem Einschmelzvergaser (6), einer den Einschmelzvergaser (6) mit dem Reduktionsreaktor (1) verbindenden Zuleitung (7) für ein im Einschmelzvergaser (6) gebildetes Reduktionsgas, einer den Reduktionsreaktor (1) mit dem Einschmelzvergaser (6) verbindenden Förderleitung (17) für das im Reduktionsreaktor (1) gebildete Reduktionsprodukt, mit einer vom Reduktionsreaktor (1) ausgehenden, mit einem Wäscher (19) versehenen Topgas-Ableitung (18), mit in den Einschmelzvergaser (6) mündenden Zuleitungen (9,11) für Kohlenstoffträger (10) und sauerstoffhältige Gase und einem am Einschmelzvergaser (6) vorgesehenen Abstich (15,16) für Roheisen (13) und Schlacke (14) und mit einer aus dem Wäscher (19) zu einer Einrichtung (25a, 25b) zum Agglomerieren von zumindest einem Teil der im Wäscher (19) anfallenden Schlämme führenden Schlamableitung (21), **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einrichtung (25a, 25b) zum Agglomerieren der Schlämme leistungsmäßig mit dem Reduktionsreaktor (1) verbunden ist.
- 50 13. Anlage nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der in den Reduktionsreaktor (1) mündenden Reduktionsgas-Zuleitung (7) ein zweiter Wäscher (8) für zumindest eine Teilmenge des Reduktionsgases vorgesehen ist, von dem eine Schlamableitung zu einer Einrichtung zum Agglomerieren (25a, 25b) von zumindest einem Teil der im zweiten Wäscher (8) anfallenden Schlämme führt, welche Einrichtung (25a, 25b) leistungsmäßig mit dem Reduktionsreaktor (1) verbunden ist.

14. Anlage nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die dem zweiten Wäscher (8) zugeordnete Schlammableitung leistungsmäßig mit der dem ersten Wäscher (19) zugeordneten Schlammableitung (21) verbunden ist.
- 5    15. Anlage nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens ein weiterer Reduktionsreaktor (30) zur Aufnahme von Metallerz, insbesondere von weiterem Eisenerz oder Pellets (31), mit einer Reduktionsgas-Zuleitung, mit einer mit einem dritten Wäscher (36) versehenen Exportgas-Ableitung (35) und mit einer Austragsvorrichtung (34) für das in diesem Reduktionsreaktor (30) gebildete Reduktionsprodukt vorgesehen ist, wobei die Topgas-Ableitung (18) des ersten Reduktionsreaktors in eine CO<sub>2</sub>-Eliminierungsanlage (29) mündet, von der die Reduktionsgas-Zuleitung des weiteren Reduktionsreaktors (30) ausgeht und in den weiteren Reduktionsreaktor (30) mündet und wobei eine Schlammableitung (38) aus dem dritten Wäscher (36) zu einer Einrichtung (25a, 25b) zum Agglomerieren von zumindest einem Teil der im dritten Wäscher (36) anfallenden Schlämme führt, welche Einrichtung (25a, 25b) leistungsmäßig mit dem ersten Reduktionsreaktor (1) verbunden ist.
- 10    16. Anlage nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß die dem dritten Wäscher (36) zugeordnete Schlammableitung (38) leistungsmäßig mit der dem ersten und/oder zweiten Wäscher (19, 8) zugeordneten Schlammableitung (21) verbunden ist.
- 20    17. Anlage nach einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß die dem ersten, zweiten und/oder dritten Wäscher zugeordnete(n) Schlammableitung(en) (21, 38) vor der (den) Einrichtung(en) (25a, 25b) zum Agglomerieren der Schlämme zu (einer) Schlammentwässerungseinrichtung(en) (22) führt (führen).
- 25    18. Anlage nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schlammentwässerungseinrichtung(en) (22) als Dekanterzentrifuge(n) ausgebildet ist (sind).
- 30    19. Anlage nach einem der Ansprüche 12 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einrichtung(en) (25a, 25b) zum Agglomerieren der Schlämme als zweistufige Misch- und Granuliereinrichtung(en) ausgebildet ist (sind).
- 35    20. Anlage nach einem der Ansprüche 12 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einrichtung(en) (25a, 25b) zum Agglomerieren der Schlämme über (eine) Trocknungseinrichtung(en) (28) mit dem ersten Reduktionsreaktor (1) leistungsmäßig verbunden ist (sind).

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen

40

45

50

55

