

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder Stahlvorprodukten aus feinteilchenförmigem eisenhaltigem Material, insbesondere reduziertem Eisenschwamm, in einer Einschmelzvergasungszone eines Einschmelzvergaser, in dem unter Zuführung von kohlenstoffhaltigem Material und sauerstoffhaltigem Gas bei gleichzeitiger Bildung eines Reduktionsgases in einem aus festen Kohlenstoffträgern gebildeten Bett das eisenhaltige Material bei Durchtritt durch das Bett eingeschmolzen wird, gegebenenfalls nach vorheriger Fertigreduktion, sowie eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens.

Aus der EP- 0 010 627 B1 ist ein Verfahren zur Herstellung von flüssigem Roheisen oder Stahlvorprodukten aus teilchenförmigem, eisenhaltigem Material, insbesondere vorreduziertem Eisenschwamm, sowie zur Erzeugung von Reduktionsgas in einem Einschmelzvergaser bekannt, bei dem durch Zugabe von Kohle und durch Einblasen von sauerstoffhaltigem Gas ein Wirbelbett aus Kokspartikeln gebildet wird. Das sauerstoffhaltige Gas bzw. reiner Sauerstoff wird hierbei im unteren Bereich des Einschmelzvergaser eingeblasen. Das teilchenförmige eisenhaltige Material, insbesondere vorreduzierter Eisenschwamm, und die stückige Kohle werden durch Chargieröffnungen in der Haube des Einschmelzvergaser von oben zugeführt, die fallenden Teilchen werden im Wirbelbett abgebremst und die eisenhaltigen Teilchen werden während des Durchfallens durch das Koksfließbett reduziert und geschmolzen. Das aufgeschmolzene, von Schlacke bedeckte Metall sammelt sich am Boden des Einschmelzvergaser. Metall und Schlacke werden durch getrennte Abstichöffnungen abgezogen.

Ein Verfahren dieser Art ist jedoch für die Verarbeitung von feinteiligem Eisenschwamm und feinteilchenförmiger Kohle nicht geeignet, da feinteilige Feststoffteilchen infolge der starken Gasströmung im Einschmelzvergaser sofort aus diesem ausgetragen werden würden. Das Austragen wird noch durch die Temperatur im oberen Bereich des Einschmelzvergaser begünstigt, da diese zu nieder ist, um ein Einschmelzen des Eisenschwammes am Ort der Einbringung sicherzustellen.

Aus der US- 5,082,251 A ist es bekannt, eisenhaltiges Feinerz im Wirbelschichtverfahren mit Hilfe eines aus Erdgas erzeugten Reduktionsgases direkt zu reduzieren. Hierbei wird das eisenreiche Feinerz in einem System von in Serie angeordneten Wirbelschichtreaktoren mit Hilfe von Reduktionsgas unter erhöhtem Druck reduziert. Das so erzeugte Eisenschwammpulver wird anschließend einer Heiß- oder Kaltbrikettierung unterworfen. Für eine Weiterverarbeitung des Eisenschwammpulvers sind eigene Einschmelzanlagen vorzusehen. Eine Verarbeitung von feinteilchenförmiger Kohle ist hierbei nicht möglich.

Aus der EP- 0111 176 B1 ist es bekannt, Eisenschwammartikel und flüssiges Roheisen aus stückigem Eisenerz herzustellen, wobei das Eisenerz in einem Direktreduktions-Aggregat direktreduziert wird und aus dem Direktreduktion- Aggregat ausgetragene Eisenschwammartikel in eine Grob- und Feinkornfraktion getrennt werden. Die Feinkornfraktion wird einem Einschmelzvergaser zugeführt, in dem aus eingebrachter Kohle und zugeführtem sauerstoffhaltigem Gas die zum Schmelzen des Eisenschwammes erforderliche Wärme sowie das dem Direktreduktions-Aggregat zugeführte Reduktionsgas erzeugt werden. Hierbei ist zwar der Einsatz von Kohle möglich, jedoch nur in stückiger Form; feinteilchenförmige Kohle würde mit dem Reduktionsgas aus dem Einschmelzvergaser ausgetragen werden.

Bei einem Verfahren gemäß der EP- 0 576 414 A1 werden stückige eisenerzhaltige Einsatzstoffe in einem Reduktionsschachtofen direkt reduziert, u.zw. mittels des in der Einschmelzvergasungszone gebildeten Reduktionsgases. Der so erhaltene Eisenschwamm wird dann der Einschmelzvergasungszone zugeführt. Um bei diesem bekannten Verfahren zusätzlich Feinerz und/oder Erzstaub, wie in einem Hüttenwerk anfallenden oxidischen Eisenfeinstaub, verwerten zu können, wird das Feinerz und/oder der Erzstaub mit Koksstaub einem in die Einschmelzvergasungszone arbeitenden Staubbrenner zugeführt und in einer unterstöchiometrischen Verbrennungsreaktion umgesetzt. Ein solches Verfahren erlaubt eine effiziente Aufarbeitung von in einem Hüttenwerk anfallendem Feinerz und/oder Erzstaub, u.zw. bis zu einer Größenordnung von 20 bis 30 % des Gesamterzeinsatzes, und so ein kombiniertes Verarbeiten von Stückerz und Feinerz und auch das Verarbeiten von Koksstaub. Der Einsatz von Kohlestaub wäre jedoch problematisch, da es durch das heiße reduzierte Erz zur Entgasung und Teerbildung und damit zu Anpackungen im Förderrohr kommen würde.

Die Erfindung bezweckt die Vermeidung dieser Nachteile und Schwierigkeiten und stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art sowie eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, bei welchen ein Verarbeiten von feinteilchenförmiger Kohle und feinteilchenförmigem eisenhaltigem Material möglich ist. Hierbei soll einerseits ein Austragen der

zugeführten Feinteilchen durch das im Einschmelzvergaser erzeugte Reduktionsgas zuverlässig vermieden werden und andererseits ein gegebenenfalls erforderliches Fertigreduzieren des eisenhaltigen Materials gesichert sein. Die Erfindung stellt sich insbesondere die Aufgabe, ein Verfahren zu schaffen, mit dem unter Einsatz von feinteilchenförmiger Kohle ein zu 100 % aus feinteilchenförmigem eisenhaltigem Material bestehender Einsatz zu Roheisen und/oder Stahlvormaterial unter Verwendung eines Einschmelzvergasers verarbeitet werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Verfahren der eingangs beschriebenen Art dadurch gelöst, daß im Nahbereich der Reduktionsgas-Ableitung des Einschmelzvergasers eine Zuführung für feinteilchenförmige Kohle, wie Kohlestaub und/oder andere kohlenstoffhaltige Materialien mit Flüchtiganteil, und eine ein sauerstoffhaltiges Gas zuführende Leitung einmünden, die feinteilchenförmige Kohle und/oder andere kohlenstoffhaltige Materialien mit Flüchtiganteil bei Einleitung in den Einschmelzvergaser zu feinteilchenförmigem Koks umgesetzt wird, der feinteilchenförmige Koks gemeinsam mit dem aus dem Einschmelzvergaser abgeleiteten Reduktionsgas ausgetragen wird und in einer Abscheideeinrichtung abgeschieden wird. Erfindungsgemäß wird in einfacher Weise die feinteilchenförmige Kohle in Koks unter Ausnützung des durch die starke Reduktionsgasströmung bewirkten Austragseffektes umgewandelt. Dieser feinteilige Koks ist für die weitere Verwendung wesentlich leichter handhabbar, da eine Entgasung und Teerbildung nicht mehr zu befürchten ist. Als andere kohlenstoffhaltige Materialien mit Flüchtiganteil kommen z.B. Kunststoffsshreder oder feinteiliger Petrolkoks in Frage.

Vorzugsweise wird der feinteilchenförmige Koks gemeinsam mit dem gegebenenfalls mittels des Reduktionsgases vorgewärmten und/oder reduzierten feinteilchenförmigen eisenhaltigen Material dem Einschmelzvergaser zugeführt, wobei gemäß einer bevorzugten Ausführungsform in einer oberhalb des Bettes gebildeten Beruhigungszone eine Hochtemperatur- Brenn- und/oder Vergasungszone durch Verbrennung und/oder Vergasung des dem Einschmelzvergaser zugeführten feinteilchenförmigen Kokses unter direkter Sauerstoffzufuhr gebildet wird, in die das feinteilchenförmige eisenhaltige Material direkt eingeleitet wird, wobei durch die bei der Umsetzung des feinteilchenförmigen Kokses freiwerdende Wärme zumindest ein Oberflächen-Anschmelzen des eisenhaltigen Materials und ein Agglomerieren desselben durchgeführt wird.

Die so gebildeten Agglomerate weisen wegen ihrer höheren Masse eine höhere Sinkgeschwindigkeit auf. Hierdurch und durch ihren besseren Formfaktor, d.h. günstigeren C_W -Wert infolge weitgehender Kugelbildung, wird ein Austrag des eisenhaltigen Materials durch das aus dem Einschmelzvergaser abgeleitete Reduktionsgas verhindert.

Aus der EP- 0217 331 A2 ist es bekannt, Feinerz in einem Wirbelschichtverfahren direkt vorzureduzieren und das vorreduzierte Feinerz in einen Einschmelzvergaser zu leiten und mittels eines Plasmabrenners unter Zuführung kohlenstoffhaltigen Reduktionsmittels fertig zu reduzieren und aufzuschmelzen. In dem Einschmelzvergaser bildet sich ein Fließbett und darüber ein Wirbelbett aus Koks. Das vorreduzierte Feinerz bzw. das Eisenschwampfpulver wird einem im unteren Abschnitt des Einschmelzvergasers vorgesehenen Plasmabrenner zugeführt. Nachteilig ist hierbei, daß durch die Zuführung des vorreduzierten Feinerzes unmittelbar im unteren Einschmelzbereich, d.h. im Bereich der Schmelzensammlung, ein Fertigreduzieren nicht mehr sichergestellt ist und auf keinen Fall die für eine Weiterverarbeitung des Roheisens nötige chemische Zusammensetzung erreicht werden kann. Zudem ist die Einbringung großer Mengen vorreduzierten Feinerzes wegen des im unteren Bereich des Einschmelzvergasers sich aus Kohle bildenden Fließbettes bzw. Festbettes nicht möglich, da eine ausreichende Abfuhr der Schmelzprodukte aus der Hochtemperaturzone des Plasmabrenners nicht möglich ist. Das Einbringen größerer Mengen vorreduzierten Feinerzes würde sofort zu einem thermischen und mechanischen Versagen des Plasmabrenners führen.

Zur Erzielung einer möglichst gleichmäßigen und vollständigen Mischung und Aufarbeitung der zugeführten Feststoffe wird erfindungsgemäß vorteilhaft die Hochtemperatur- Brenn- und/oder Vergasungszone zentral und am oberen Ende des Einschmelzvergasers gebildet und erfolgt die Zufuhr der Materialien nach unten gerichtet, wobei zweckmäßig das Agglomerieren unter Verwirbeln des eisenhaltigen Materials in der Hochtemperatur- Brenn- und/oder Vergasungszone beschleunigt und intensiviert wird sowie weiters vorteilhaft die Zufuhr des Sauerstoffes in die Hochtemperatur- Brenn- und/oder Vergasungszone ebenfalls unter Verwirbelung erfolgt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante wird das eisenhaltige Material vermischt mit dem feinteilchenförmigen Koks in die Hochtemperatur- Brenn- und/oder Vergasungszone eingeleitet.

Zusätzlich ist es von Vorteil, wenn die Eintrittsgeschwindigkeit des eisenhaltigen Materials in die Hochtemperatur- Brenn- und/oder Vergasungszone mittels eines Treibgases, wie Stickstoff oder prozeßeigenes Gas, erhöht wird.

5 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird in der Einschmelzvergasungszone gebildetes Reduktionsgas einer Vorwärmzone und/oder einer Direktreduktionszone zur Vorbehandlung des eisenhaltigen Materials zugeführt, wobei das vorgewärmte und/oder reduzierte eisenhaltige Material im heißen Zustand der Hochtemperatur- Brenn- und/oder Vergasungszone zugeführt wird. Vorteilhaft kann hierbei der Vorwärm- bzw. Direktreduktionszone zusätzlich feinteilchenförmiger Koks zugeführt werden.

10 Zur Bildung des aus festen Kohlenstoffträgern gebildeten Bettes wird vorteilhaft in die Einschmelzvergasungszone zusätzlich stückige Kohle eingebracht.

Eine bevorzugte Variante ist dadurch gekennzeichnet, daß in der Vorwärm- und/oder Direktreduktionszone eine Trennung des eisenhaltigen Materials in eine Feinkornfraktion und eine Grobkornfraktion, letztere vorzugsweise mit Teilchen zwischen 0,5 und 8 mm, durchgeführt wird und nur die Feinkornfraktion der Hochtemperatur- Brenn- und/oder Vergasungszone und die Grobkornfraktion direkt in den Einschmelzvergaser, vorzugsweise dessen Beruhigungszone, eingebracht werden. Die gröberen Anteile des reduzierten Eisenerzes können allein durch Schwerkraft chargiert werden, sie würden bei Zugabe in die Hochtemperatur- Brenn- und/oder Vergasungszone lediglich Wärme verbrauchen. Diese Wärme steht somit den Feinteilchen zur Agglomeration zur Verfügung. Der zur Bildung der Hochtemperatur- Brenn- und/oder Vergasungszone dienende Brenner kann somit effektiver wirken und gegebenenfalls, ohne die Agglomeration zu beeinträchtigen, kleiner dimensioniert werden.

Eine weitere bevorzugte Variante ist dadurch gekennzeichnet, daß das Reduktionsgas der Vorwärmzone und/oder Direktreduktionszone ungereinigt zugeführt wird. Hierdurch kann 25 kohlenstoffhaltiger Staub aus dem Einschmelzvergaser in der Vorwärm- und/oder Direktreduktionszone abgeschieden werden.

Eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens mit einem Einschmelzvergaser mit Zu- und Ableitungen für die Zugabe von kohlenstoffhaltigem Material, eisenhaltigem Material, für den Abzug des erzeugten Reduktionsgases und für die Zuführung von sauerstoffhaltigem Gas, sowie 30 weiters mit einem Schlacken- und Eisenschmelzenabstich, wobei ein unterer Abschnitt des Einschmelzvergasers zum Auffangen des geschmolzenen Roheisens bzw. Stahlvormaterials und der flüssigen Schlacke, ein darüber liegender mittlerer Abschnitt zur Aufnahme eines Bettes aus festen Kohlenstoffträgern und anschließend ein oberer Abschnitt als Beruhigungsraum vorgesehen sind, ist dadurch gekennzeichnet, daß der Einschmelzvergaser im Nahbereich der Öffnung der Reduktionsgas-Ableitung einen Brenner zur Zufuhr von feinteilchenförmiger Kohle aufweist, und 35 daß in der Reduktionsgas-Ableitung ein Abscheider zur Abscheidung von mit dem Reduktionsgas ausgetragenen feinteilchenförmigem Koks vorgesehen ist, wobei zweckmäßig von dem Abscheider eine Rückföhrleitung für feinteilchenförmigen Koks in den Einschmelzvergaser mündet.

Vorzugsweise sind am oberen Ende des Beruhigungsraumes ein ein sauerstoffhaltiges Gas und feinteilchenförmiges eisenhaltiges Material zuföhrnder Brenner und eine Zuföhrreinrichtung zur Zuföhr des feinteilchenförmigen Koks vorgesehen.

Bevorzugt ist ein einziger zentral, d.h. an der vertikalen Längsmittelachse des Einschmelzvergasers angeordneter Brenner vorgesehen, dessen Brennermund gegen die Oberfläche des Bettes gerichtet ist.

45 Zweckmäßig erfolgt die Zuföhr des feinteilchenförmigen Koks ebenfalls über den Brenner, wobei dieser vorteilhaft als Sauerstoff-Kohlenstoff-Brenner ausgebildet ist.

Zur Erzielung einer guten Durchmischung der dem Brenner zugeführten Feststoffe untereinander sowie mit dem zugeführten sauerstoffhaltigen Gas ist vorteilhaft der Brenner mit einer Verwirbelungseinrichtung für die über den Brenner zugeführten Feststoffe sowie weiters 50 zweckmäßig mit einer Verwirbelungseinrichtung für das über den Brenner zugeführte sauerstoffhaltige Gas versehen.

Eine einfache Brennerausföhrung ergibt sich, wenn in den Brenner eine Mischgut-Leitung zur Zuföhrung des feinteilchenförmigen eisenhaltigen Materials und des feinteilchenförmigen Koks mündet.

55 Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform mündet eine Reduktionsgas-Ableitung, vom Beruhigungsraum des Einschmelzvergasers ausgehend, in eine Einrichtung zum Vorwärmen und/oder Direktreduzieren des feinteilchenförmigen eisenhaltigen Materials.

Vorzugsweise weist die Einrichtung zum Vorwärmen und/oder Direktreduzieren eine Fraktioniereinrichtung zur Trennung des eisenhaltigen Materials in eine Grob- und eine Feinkornfraktion auf und ist die Feinkornfraktion über eine Leitung zum Brenner geführt, wogegen die Grobkornfraktion über eine Leitung zum Einschmelzvergaser direkt zugeführt wird.

5 Zweckmäßig mündet die Reduktionsgasableitung in die Einrichtung zum Vorwärmen und/oder Direktreduzieren direkt, d.h. ohne Zwischenschaltung eines Staubabscheiders.

Die Erfindung betrifft weiters die Verwendung von nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Roheisen- oder Stahlvorprodukten zur Erzeugung eines handelsfähigen Produkts, wie Walzgut.

10 Die Erfindung ist nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, wobei die Figur in schematischer Darstellung eine Anlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens veranschaulicht.

Mit 1 ist ein Einschmelzvergaser bezeichnet, in dem aus Kohle und sauerstoffhaltigem Gas ein CO- und H₂-haltiges Reduktionsgas erzeugt wird. Dieses Reduktionsgas wird über eine
15 Reduktionsgas-Ableitung 2, die in einen Gasreinigungs-Zyklon 3 mündet, aus dem Einschmelzvergaser 1 abgeleitet und vom Zyklon 3 einem Reaktor 4 zum Vorwärmen und/oder Reduzieren von feinteiligem eisenhaltigem Material 5, wie z.B. eisenhaltigen Stäuben, insbesondere Erzstäuben, Eisenschwammstäuben etc., zugeführt. Ein Teil des über die Reduktionsgas-Ableitung 2 abgeleiteten Reduktionsgases wird mittels einer Rücklaufleitung 6 über
20 einen Wäscher 7 und einen Kompressor 8 wiederum in die Reduktionsgas-Ableitung 2 rezirkuliert, um das Reduktionsgas auf die für den Einsatz im Reaktor 4 erforderliche Temperatur zu kühlen.

Der Reaktor 4 ist vorteilhaft als Schachtofen ausgebildet. Anstelle des Schachtofens könnte auch ein Drehrohrföfen oder ein Drehherd vorgesehen sein. Weiters könnten anstelle des einzigen Reaktors 4 mehrere in Serie hintereinander geschaltete Wirbelschichtreaktoren vorgesehen sein,
25 wobei das Feinerz von Wirbelschichtreaktor zu Wirbelschichtreaktor über Förderleitungen geleitet wird, u.zw. ähnlich, wie in der US- 5,082,251 A beschrieben.

Die im Zyklon 3 abgeschiedenen Feinteilchen, die im wesentlichen - wie später noch erläutert wird - von Koksteilchen bzw. Koksstaub gebildet sind, werden über Sammelbehälter 9 mittels einer Rückführleitung 9' einem am oberen Ende, d.h. dem Kopf 10 bzw. der Haube, des
30 Einschmelzvergasers 1 zentral angeordneten Brenner 11 zugeführt, mittels dem das über die Leitung 12 aus dem Reaktor 4 zugeführte feinteilchenförmige eisenhaltige Material 5 in den Einschmelzvergaser 1 eingebracht wird. Vor Einleitung in den Einschmelzvergaser 1 wird der Koksstaub mit dem feinteilchenförmigen eisenhaltigen Material 5 gemischt und über eine Mischguteleitung 13 dem Brenner 11 zugeführt, wobei zur Erhöhung der Eintrittsgeschwindigkeit der
35 dem Brenner 11 zugeführten Feststoffe in die Mischguteleitung 13 eine Treibgasleitung 14 über einen Injektor 15 einmündet. Als Treibgas wird beispielsweise Stickstoff eingesetzt. In den Brenner 11 mündet weiters eine ein sauerstoffhaltiges Gas zuführende Leitung 16.

Der Brennermund 11' kann beispielsweise, wie in der EP- 0 481 955 A2 beschrieben, ausgestaltet sein, wobei die Mischguteleitung 13 in ein zentrales Innenrohr des Brenners 11
40 mündet, das von einem das sauerstoffhaltige Gas zuführenden Ringspalt umgeben ist. Prinzipiell könnte der Koks auch über eigene Lanzen zum Brennermund 11' gefördert werden. Vorteilhaft wird mit Hilfe des Brenners 11 durch eine Verdralleinrichtung (z.B. schraubenlinienförmig gestaltete Austrittskanäle) der dem Brenner 11 zugeführte Feststoff beim Austritt aus dem Brenner 11 verdrallt. Zusätzlich kann noch eine Verdrallung des über einen Ringraum zugeführten
45 Sauerstoffstrahles stattfinden, wodurch eine besonders gute Mischung erzielt wird.

Der mit dem Reduktionsgas aus dem Einschmelzvergaser 1 ausgetragene feinteilchenförmige Koks bzw. Koksstaub wird wie folgt gebildet:

Im Nahbereich der Öffnung 17 bzw. von mehreren Öffnungen 17 der Reduktionsgas-Ableitung 2 des Einschmelzvergasers 1 mündet ein Brenner 18 zur Zufuhr von feinteilchenförmiger Kohle 19
50 und/oder anderen kohlenstoffhaltigen Materialien mit Flüchtigenanteil. In Frage kommen z.B. Kunststoffsshreder oder feinteiliger Petrolkoks. Diese werden mittels eines Treibgases, wie Stickstoff, das über einen Injektor 20 zugeleitet wird, dem Brenner 18 zugeführt. In den Brenner 18 mündet weiters eine ein sauerstoffhaltiges Gas zuführende Leitung 21.

Es kommt zu einer Umsetzung - einer Teilverbrennung - der zugeführten Feinkohle 19 zu
55 feinteilchenförmigem Koks bzw. Koksstaub 19', der durch die Anordnung des Brenners 18 im Nahbereich der Öffnung 17 der Reduktionsgas-Ableitung 2 nahezu vollständig mit dem Reduktionsgas ausgetragen und in dem Zyklon 3 abgeschieden wird.

Der Einschmelzvergaser 1 weist an seinem oberen Ende K) eine Zuführung 22 für stückige Kohlenstoffträger, wie Kohle, sowie weiter unten angeordnete Zuführungen 23 für sauerstoffhaltige Gase sowie gegebenenfalls Zuführungen für bei Raumtemperatur flüssige oder gasförmige Kohlenstoffträger, wie Kohlenwasserstoffe, sowie für gebrannte Zuschläge auf.

In dem Einschmelzvergaser 1 sammelt sich in einem unteren Abschnitt I schmelzflüssiges Roheisen 24 bzw. schmelzflüssiges Stahlvormaterial und schmelzflüssige Schlacke 25, die über einen Abstich 26 abgestochen werden.

In einem über dem unteren Abschnitt I angeordneten Abschnitt II des Einschmelzvergasers I kommt es zur Ausbildung eines Festbettes und/oder eines Fließbettes 27 aus den eingesetzten festen Kohlenstoffträgern. In diesen Abschnitt II münden die Zuführungen 23 für sauerstoffhaltige Gase. Ein oberhalb des mittleren Abschnittes II vorgesehener oberer Abschnitt III fungiert als Beruhigungsraum für das sich im Einschmelzvergaser I bildende Reduktionsgas sowie für mit dem Gasstrom mitgerissene Feststoffteilchen. In diesen oberen Abschnitt III befindet sich die Öffnung 17 der Reduktionsgas- Ableitung 2 und mündet der die feinteilchenförmige Kohle 19 zuführende Brenner 18.

Am Brennermund 11' des Brenners 11 bildet sich eine Hochtemperatur- Brenn- und/oder Vergasungszone 28, in der die Feinteilchen des eisenhaltigen Materials 5 unter Tröpfchenbildung aufgeschmolzen oder zumindest oberflächlich angeschmolzen werden, wodurch es zu Agglomerationen der eisenhaltigen Feinteilchen kommt. Hierdurch wird wirkungsvoll verhindert, daß das feinteilchenförmige eisenhaltige Material 5 mit dem aus dem Einschmelzvergaser 1 abgeleiteten Reduktionsgas ausgetragen wird.

Die sich bildenden Tröpfchenagglomerate weisen einen größeren hydraulischen Durchmesser und/oder eine höhere Dichte und damit eine höhere Sinkgeschwindigkeit als die Feinteilchen auf. Diese Sinkgeschwindigkeit wird zudem wegen des besseren Formfaktors, d.h. C_W - Wertes der sich bildenden Tröpfchenagglomerate, weiter verbessert.

Die Anordnung des Brenners 11 in einem zentrischen Bereich am Kopf 10 des Einschmelzvergasers 1 ermöglicht eine gleichmäßige Mischung der zugeführten Feststoffteilchen und damit eine vollständige Agglomeration. Eine gleichmäßige Einbindung der Eisenträger in das aus festen Kohlenstoffträgern im Einschmelzvergaser gebildete Fest- bzw. Fließbett 27 ist die Folge. Hierdurch gelingt es, den Schmelzreduktionsprozess mit 100 % Feinerz zu verwirklichen und ein Austragen der Eisenträger im festen Zustand aus dem Einschmelzvergaser 1 zu vermeiden.

Die Korngröße der für das erfindungsgemäße Verfahren zum Einsatz gelangenden feinteilchenförmigen Kohle liegt vorzugsweise in einem Bereich von 1 bis 0 cm und die des feinteilchenförmigen eisenhaltigen Materials im Bereich von 8 bis 0 cm.

Die dargestellte Staubrückführung über den Zyklon 3 könnte deutlich reduziert und gegebenenfalls auch entfallen, da ein dem Reaktor 4 über die strichliert dargestellte Leitung 7 (die Leitung 2 zwischen dem Zyklon 3 und dem Reaktor 4 kann dann entfallen) zugeführter Staub mit den vorgewärmten bzw. gegebenenfalls vorreduzierten Feststoffen aus dem Reaktor 4 wiederum ausgetragen und dem Brenner 11 zugeführt wird und in der Hochtemperaturzone 28 thermisch genutzt werden kann. In diesem Fall kann also auf den Zyklon 3 verzichtet werden bzw. dieser nur für die rezirkulierte Reduktionsgasmenge ausgelegt sein.

Vorzugsweise könnte der Reaktor 4 mit einer Fraktioniereinrichtung ausgestattet sein, wobei die grobkörnige Fraktion (Teilchen zwischen 0,5 und 8 mm) dem Einschmelzvergaser 1 direkt, z.B. mittels Schwerkraftchargierung über die Leitung 12', und die Feinteilchen der Hochtemperatur-Brenn- und/oder Vergasungszone 28 über die Leitung 12 zugeführt werden. Hierdurch ergibt sich eine Entlastung des Brenners 11, so daß dessen Wärme ausschließlich für Feinstteilchen, die zur Vermeidung eines Austragens unbedingt agglomeriert werden müssen, zur Verfügung steht. Die Korngröße der Teilchen der Grobkornfraktion sollte so groß sein, daß die Sinkgeschwindigkeit dieser Teilchen etwas höher ist als die Leerrohrgeschwindigkeit in der Zone III des Einschmelzvergasers 1. Hierdurch wird ein Austragen dieser Teilchen verhindert.

Beispiel:

Für die Erzeugung von 40 t Roheisen/h mit einer Anlage gemäß Zeichnung werden 1.020 kg Kohle/t RE (Roheisen), davon 340 kg Feinkohle/t RE 19 und der Rest als stückige Kohle (bei 22), sowie 1.460 kg feinteilchenförmiges eisenhaltiges Material 5/t RE eingesetzt

• Kohle:

Chemische Analyse der Kohle (Feinkohle 19 und stückige Kohle, Gewichtsanteile, trockene Basis)

	C	77,2 %
	H	4,6 %
	N	1,8 %
	O	6,8 %
5	S	0,5 %
	Asche	9,0 %
	C-fix	63,0 %
	Korngrößenverteilung der Feinkohle 19	
	- 500 µm	100%
10	- 250 µm	85 %
	- 100 µm	51%
	- 63 µm	66 %
	- 25 µm	21 %
	• feinteilchenförmiges eisenhaltiges Material:	
15	Chemische Analyse (Gewichtsanteile):	
	Fe _{ges}	66,3 %
	Fe _o	0,4 %
	Fe ₂ O ₃	94,5 %
	Glühverluste	1,0 %
20	Feuchte	1,0 %
	Korngrößenverteilung	
	- 4000 µm	100 %
	- 1000 µm	97 %
	- 500 µm	89 %
25	- 250 µm	66 %
	- 125 µm	25 %
	• Zuschläge:	
	Chemische Analyse (Gewichtsanteile):	
30	CaO	34,2 %
	MgO	9,9 %
	SiO ₂	14,1 %
	Al ₂ O ₃	0,3 %
	Fe ₂ O ₃	1,1 %
	MnO	0,5 %
35	Glühverluste	39,1 %
	Es werden über die als Blasformen ausgebildeten Zuführungen 23 321 Nm ³ O ₂ /t RE zum Vergasen der Kohle ins Bett 27 eingebracht, der Verbrauch des Brenners 11 beträgt 255 Nm ³ O ₂ /t RE und des Brenners 18 75 Nm ³ O ₂ /t RE.	
	• Roheisen 24:	
40	Chemische Analyse (Gewichtsanteile):	
	C	4,3 %
	Si	0,4 %
	Mn	0,09 %
	P	0,1 %
45	S	0,05 %
	Fe	95,0 %
	• Exportgas:	
	Menge:	1.720Nm ³ /t RE
	Analyse (Volumenanteile):	
50	CO	38,7 %
	CO ₂	37,2 %
	H ₂	16,4 %
	H ₂ O	2 %
	N ₂ + Ar	4,6 %
55	CH ₄	1,1 %
	Heizwert:	7.060 kJ/Nm ₃

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung von flüssigem Roheisen (24) oder Stahl Vorprodukten aus feinteilchenförmigem eisenhaltigem Material (5), insbesondere reduziertem Eisenschwamm, in einer Einschmelzvergasungszone eines Einschmelzvergaser (1), in dem unter Zuführung von kohlenstoffhaltigem Material (19, 19') und sauerstoffhaltigem Gas bei gleichzeitiger Bildung eines Reduktionsgases in einem aus festen Kohlenstoffträgern gebildeten Bett (27) das eisenhaltige Material (5) bei Durchtritt durch das Bett (27) eingeschmolzen wird, gegebenenfalls nach vorheriger Fertigreduktion, dadurch gekennzeichnet, daß im Nahbereich der Reduktionsgas-Ableitung (2, 17) des Einschmelzvergaser (1) eine Zuführung (18) für feinteilchenförmige Kohle (19), wie Kohlestaub und/oder andere kohlenstoffhaltige Materialien mit Flüchtigenanteil, und eine ein sauerstoffhaltiges Gas zuführende Leitung (21) einmünden, die feinteilchenförmige Kohle (19) und/oder andere kohlenstoffhaltige Materialien mit Flüchtigenanteil bei Einleitung in den Einschmelzvergaser (1) zu feinteilchenförmigem Koks (19') umgesetzt wird, der feinteilchenförmige Koks (19') gemeinsam mit dem aus dem Einschmelzvergaser (1) abgeleiteten Reduktionsgas ausgetragen wird und abgeschieden wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der feinteilchenförmige Koks (19') gemeinsam mit dem gegebenenfalls mittels des Reduktionsgases vorgewärmten und/oder reduzierten feinteilchenförmigen eisenhaltigen Material (5) dem Einschmelzvergaser (1) zugeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß in einer oberhalb des Bettes (27) gebildeten Beruhigungszone (III) eine Hochtemperatur- Brenn- und/oder Vergasungszone (28) durch Verbrennung und/oder Vergasung des dem Einschmelzvergaser (1) zugeführten feinteilchenförmigen Kokes (19') unter direkter Sauerstoffzufuhr gebildet wird, in die das feinteilchenförmige eisenhaltige Material (5) direkt eingeleitet wird, wobei durch die bei der Umsetzung des feinteilchenförmigen Kokes (19') freiwerdende Wärme zumindest ein Oberflächen- Anschmelzen des eisenhaltigen Materials (5) und ein Agglomerieren desselben durchgeführt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochtemperatur- Brenn- und/oder Vergasungszone (28) zentral und am oberen Ende (10) des Einschmelzvergaser (1) gebildet wird und die Zufuhr der Materialien nach unten gerichtet erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Agglomerieren unter Verwirbeln des eisenhaltigen Materials (5) in der Hochtemperatur- Brenn- und/oder Vergasungszone (28) beschleunigt und intensiviert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zufuhr des Sauerstoffes in die Hochtemperatur- Brenn- und/oder Vergasungszone (28) ebenfalls unter Verwirbelung erfolgt.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das eisenhaltige Material (5) mit dem feinteilchenförmigen Koks (19') vermischt in die Hochtemperatur- Brenn- und/oder Vergasungszone (28) eingeleitet wird.
8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Eintrittsgeschwindigkeit des eisenhaltigen Materials (5) und des feinteilchenförmigen Kokes (19') in die Hochtemperatur- Brenn- und/oder Vergasungszone (28) mittels eines Treibgases, wie Stickstoff oder prozeßeigenes Gas, erhöht wird.
9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß in der Einschmelzvergasungszone gebildetes Reduktionsgas einer Vorwärmzone und/oder einer Direktreduktionszone zur Vorbehandlung des eisenhaltigen Materials (5) zugeführt wird, wobei das vorgewärmte und/oder vorreduzierte eisenhaltige Material im heißen Zustand der Hochtemperatur- Brenn- und/oder Vergasungszone zugeführt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorwärm- bzw. Direktreduktionszone zusätzlich feinteilchenförmiger Koks zugeführt wird.

11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich stückige Kohle in die Einschmelzvergasungszone eingebracht wird.
12. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß in der Vorwärm- und/oder Direktreduktionszone eine Trennung des eisenhaltigen Materials in eine Feinkornfraktion und eine Grobkornfraktion, letztere vorzugsweise mit Teilchen zwischen 0,5 und 8 mm, durchgeführt wird und nur die Feinkornfraktion der Hochtemperatur- Brenn- und/oder Vergasungszone (28) und die Grobkornfraktion direkt in den Einschmelzvergaser, vorzugsweise dessen Beruhigungszone (III), eingebracht werden.
13. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Reduktionsgas der Vorwärmzone und/oder Direktreduktionszone ungereinigt zugeführt wird.
14. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, mit einem Einschmelzvergaser (1) mit Zu- und Ableitungen (2, 13, 18, 23) für die Zugabe von kohlenstoffhaltigem Material (19, 19'), eisenhaltigem Material (5), für den Abzug des erzeugten Reduktionsgases und für die Zuführung von sauerstoffhaltigem Gas, sowie weiters mit einem Schlacken- und Eisenschmelzenabstich (26), wobei ein unterer Abschnitt (I) des Einschmelzvergasers (1) zum Auffangen des geschmolzenen Roheisens (24) bzw. Stahl vormaterials und der flüssigen Schlacke (25), ein darüber liegender mittlerer Abschnitt (II) zur Aufnahme eines Bettes (27) aus festen Kohlenstoffträgern und anschließend ein oberer Abschnitt (III) als Beruhigungsraum vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Einschmelzvergaser (1) im Nahbereich der Öffnung (17) der Reduktionsgas-Ableitung (2) einen Brenner (18) zur Zufuhr von feinteilchenförmiger Kohle (19) und/oder anderen kohlenstoffhaltigen Materialien mit Flüchtiganteil aufweist, und daß in der Reduktionsgas- Ableitung (2) ein Abscheider (3,4) zur Abscheidung von mit dem Reduktionsgas ausgetragenen feinteilchenförmigem Koks (19') vorgesehen ist.
15. Anlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß von dem Abscheider (3) eine Rückführleitung für feinteilchenförmigen Koks (19') in den Einschmelzvergaser (1) mündet.
16. Anlage nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß am oberen Ende des Beruhigungsraumes (III) mindestens ein sauerstoffhaltiges Gas und feinteilchenförmiges eisenhaltiges Material (5) zuführender Brenner (11) und eine Zuführeinrichtung zur Zufuhr des feinteilchenförmigen Kokes (19') vorgesehen sind.
17. Anlage nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß ein einziger zentral, d.h. an der vertikalen Längsmittelachse des Einschmelzvergasers (1) angeordneter Brenner (11) vorgesehen ist, dessen Brennermund (11') gegen die Oberfläche des Bettes (27) gerichtet ist.
18. Anlage nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Brenner (11) als Sauerstoff- Kohlenstoff- Brenner, d.h. auch zur Zufuhr des feinteilchenförmigen Kokes (19') dienend, ausgebildet ist.
19. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Brenner (11) mit einer Verwirbelungseinrichtung für die über den Brenner (11) zugeführten Feststoffe (5, 19') versehen ist.
20. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Brenner (11) mit einer Verwirbelungseinrichtung für das über den Brenner (11) zugeführte sauerstoffhaltige Gas versehen ist.
21. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß in den Brenner eine Mischgut-Leitung (13) zur Zuführung des feinteilchenförmigen eisenhaltigen Materials (5) und des feinteilchenförmigen Kokes (19') mündet.
22. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß eine Reduktionsgas-Ableitung (2), vom Beruhigungsraum (III) des Einschmelzvergasers (1) ausgehend, in eine Einrichtung (4) zum Vorwärmen und/oder Direktreduzieren des feinteilchenförmigen eisenhaltigen Materials (5) mündet.
23. Anlage nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (4) zum Vorwärmen und/oder Direktreduzieren eine Fraktioniereinrichtung zur Trennung des eisenhaltigen Materials in eine Grob- und eine Feinkornfraktion aufweist und die

Feinkornfraktion über eine Leitung (12) zum Brenner (14) geführt ist, wogegen die Grobkornfraktion über eine Leitung (12') zum Einschmelzvergaser (1) direkt zugeführt wird.

24. Anlage nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Reduktionsgasableitung (2) in die Einrichtung (4) zum Vorwärmen und/oder Direktreduzieren direkt, d.h. ohne Zwischenschaltung eines Staubabscheiders (3), mündet.
25. Verwendung von Roheisen- oder Stahlvorprodukten, hergestellt nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, zur Erzeugung eines handelsfähigen Produkts, wie Walzgut.

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen

