



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 229 712 A5

4(51) C 10 J 3/16

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	AP C 10 J / 269 988 5	(22)	28.11.84	(44)	13.11.85
(31)	8306672-0	(32)	02.12.83	(33)	SE
	8306674-6		02.12.83		
	8403194-7		14.06.84		

(71) siehe (73)
 (72) Santén, Sven; Mathisson, Göran; Hammarskog, Björn, SE
 (73) SKF Steel Engineering AB, 81300 Hofors, SE

(54) Verfahren und Einrichtung zur Reduktion von oxidischem Material bei gleichzeitiger Erzeugung eines zur Rückgewinnung von Wärmeenergie geeigneten Gases

(57) Verfahren und Vorrichtung zur Reduktion von oxidischem Material unter gleichzeitiger Erzeugung eines zur Rückgewinnung von Wärmeenergie geeigneten Gases. Ein hauptsächlich aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff bestehendes Reduktionsgas wird aus kohlenstoffhaltigem oder wasserstoffhaltigem Material in einem besonderen schachtförmigen Gasgenerator mit Hilfe von Wärmeenergie seitens wenigstens eines Plasmagenerators hergestellt. Das derart hergestellte Reduktionsgas wird, wahlweise nach Entschwefelung und nach Einstellung seiner Temperatur, in einen Reduktionsschachtofen eingeleitet, der das oxidische Material enthält. Das teilweise verbrauchte Reduktionsgas, welches aus dem Schachtofen entnommen wird, wird von Wasser und staubartigen Teilchen befreit, woraufhin ein Teilstrom des Umlaufgases zur Rückgewinnung von Wärmeenergie ausgenutzt wird und ein weiterer Teilstrom dem Prozeß erneut zugeführt wird. Fig. 1

1/2

- 1 -

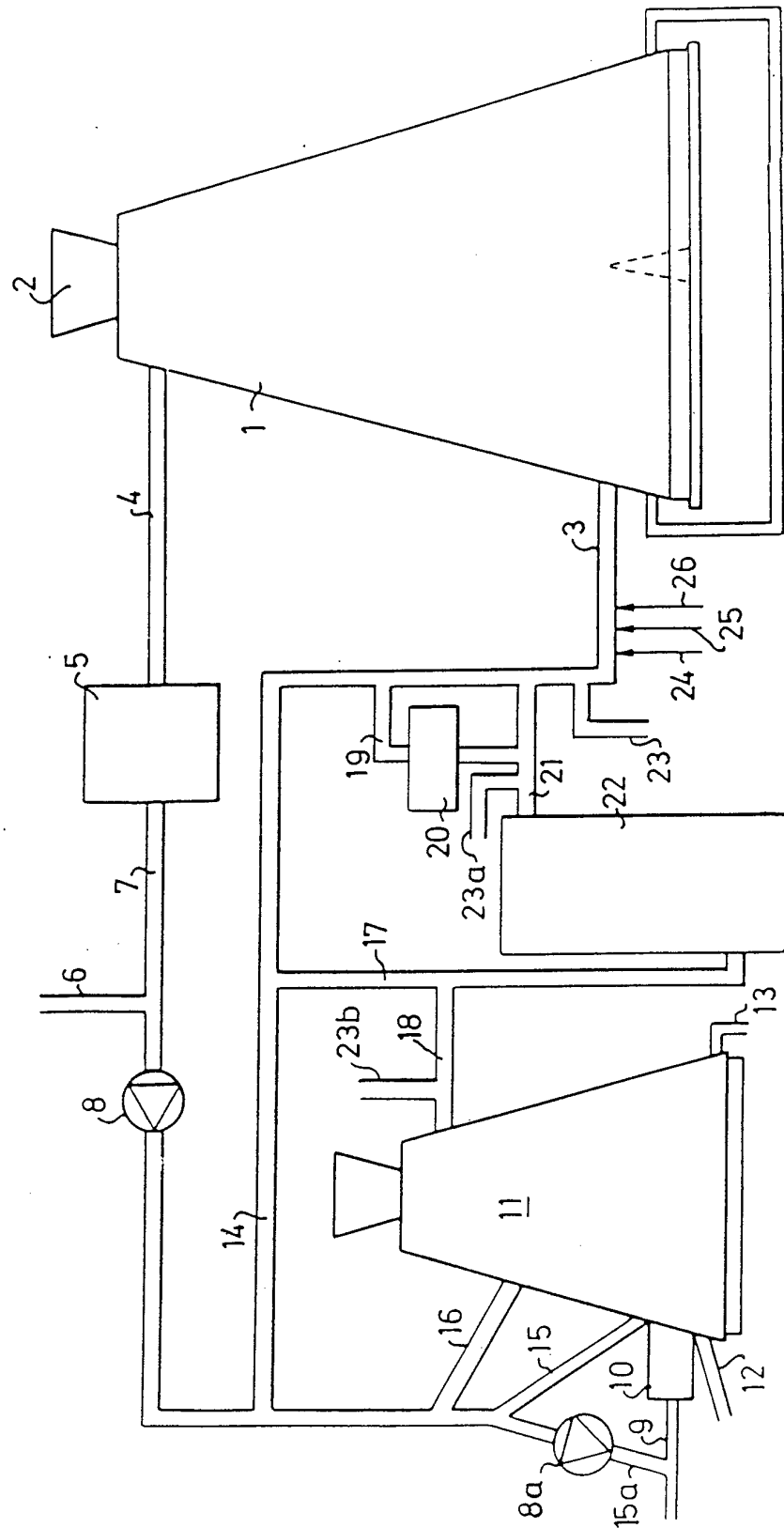


FIG.1

Erfindungsansprüche:

1. Verfahren zur Reduktion von oxidischem Material unter gleichzeitiger Erzeugung eines zur Rückgewinnung von Wärmeenergie geeigneten Gases, **gekennzeichnet dadurch**, daß
 - a) ein hauptsächlich aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff bestehendes Reduktionsgas aus einem kohlenstoffhaltigen und/oder kohlenwasserstoffhaltigen Ausgangsmaterial hergestellt wird, wobei dieses Ausgangsmaterial zusammen mit einem Oxydationsmittel und wahlweise ebenfalls einem Schlackenbildner in eine Vergasungszone oder eine Vergasungskammer (29) eingebracht wird, während gleichzeitig Wärmeenergie von wenigstens einem Plasmagenerator (10; 37) zugeführt wird;
 - b) das derart hergestellte Reduktionsgas auf eine für den nachfolgenden Reduktionsprozeß geeignete Temperatur gebracht und anschließend in einen Reduktionsschachtofen (1) eingeleitet wird, welcher das zu reduzierende oxidische Material enthält, wobei dieses Gas im Gegenstrom zu dem oxidischen Material geleitet wird;
 - c) im wesentlichen das gesamte Wasser und staubartige Teilchen aus dem Reduktionsgas entfernt werden, welches nach Reduktion des oxidischen Materials im Hinblick auf seine Reduktionsfähigkeit teilweise verbraucht ist und oxidierende Bestandteile, vorzugsweise Kohlendioxid und Wasser sowie staubartige Teilchen enthält;
 - d) zumindest ein Teilstrom des derart behandelten Umlaufgases dem System zwecks Rückgewinnung von Wärmeenergie entzogen wird und der restliche Teilstrom dem Prozeß erneut zugeführt wird.
2. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß ein Teilstrom des zur Einleitung in den Reduktionsschachtofen (1) hergestellten Reduktionsgases dem System zwecks Rückgewinnung von Wärmeenergie oder zur Verwendung als Synthesegas entzogen wird.
3. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß als Oxydationsmittel für die Gaserzeugung Sauerstoff und/oder Wasser und/oder Luft und/oder Umlaufgas verwendet wird und der Reaktionszone insgesamt oder teilweise durch den Plasmagenerator (10; 37) zugeführt wird.
4. Verfahren nach Punkt 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß das durch den Plasmagenerator (10; 37) zugeführte Oxydationsmittel vor dem Eintritt in den Plasmagenerator (10; 37) vorgewärmt wird.
5. Verfahren nach irgendeinem der Punkte 1 bis 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß das kohlenstoffhaltige und/oder kohlenwasserstoffhaltige Ausgangsmaterial zur Erzeugung des Reduktionsgases in Pulverform und/oder flüssiger Form und/oder stückiger Form verwendet wird.
6. Verfahren nach irgendeinem der Punkte 1 bis 5, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Verbrennungszone im unteren Bereich eines mit festem, kohlenstoffhaltigem Material in stückiger Form gefüllten schachtförmigen Gasgenerators (11; 31) erzeugt wird.
7. Verfahren nach Punkt 6, **gekennzeichnet dadurch**, daß als kohlenstoffhaltige Füllung des Schachtes (30) des Gasgenerators (11; 31) Koks verwendet wird.
8. Verfahren nach irgendeinem der Punkte 1 bis 7, **gekennzeichnet dadurch**, daß Wasser oder ein Teilstrom des teilweise verbrauchten Reduktionsgases in den mit Reduktionsmaterial in stückiger Form gefüllten Schacht (30) des Gasgenerators (11; 31) über und in einem geeigneten Abstand von der Verbrennungszone eingebracht wird, um die Wärme in der Schachtfüllung zur Umwandlung von H_2O in $H_2 + CO$ und des Kohlendioxids in Kohlenmonoxid auszunutzen.
9. Verfahren nach irgendeinem der Punkte 1 bis 8, **gekennzeichnet dadurch**, daß pulverförmiges kohlenstoffhaltiges Material und/oder Schlackenbildner zusammen wahlweise mit Schwefelakzeptoren in das System unmittelbar vor dem Plasmagenerator (10; 37) mit Hilfe von Wasser oder Dampf oder einem Trägergas eingeblasen wird, welches aus einem Teilstrom des teilweise verbrauchten Reduktionsgases oder aus Sauerstoff oder Luft besteht, die dem Reduktionsschachtofen (1) entzogen wurden.
10. Verfahren nach irgendeinem der Punkte 1 bis 9, **gekennzeichnet dadurch**, daß wahlweise zusätzliches Oxydationsmittel zur Erzeugung des Reduktionsgases und wahlweise ebenfalls Schlackenbildner und/oder Schwefelakzeptoren in die Reaktionszone vor dem Plasmagenerator (10; 37) eingebracht werden.
11. Verfahren nach irgendeinem der Punkte 1 bis 10, **gekennzeichnet dadurch**, daß eine Mischung aus kohlenstoffhaltigem, stückigem Material und einem geeigneten Schwefelakzeptor als Schachtfüllung über der Verbrennungszone verwendet wird.
12. Verfahren nach irgendeinem der Punkte 1 bis 11, **gekennzeichnet dadurch**, daß das erzeugte Reduktionsgas entschwefelt wird, bevor es in den Reduktionsschachtofen (1) eingeleitet wird.
13. Verfahren nach irgendeinem der Punkte 1 bis 12, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Temperatur des Reaktionsgases innerhalb eines Temperaturbereiches von 1000 bis 1500°C gehalten wird.
14. Verfahren nach irgendeinem der Punkte 1 bis 13, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Temperatur des erzeugten Reduktionsgases auf 700 bis 1000°C, vorzugsweise 825°C, gesteuert wird, bevor es in den Reduktionsschachtofen (1) eingeleitet wird.
15. Verfahren nach Punkt 13, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Temperatur des den Gasgenerator (11; 31) verlassenden heißen Reduktionsgases eventuell nach seiner Entschwefelung gesteuert wird, indem
 - a) eine derartige Menge des teilweise verbrauchten Reduktionsgases, welches dem Reduktionsschachtofen (1) entnommen wurde, beigemischt wird und/oder
 - b) das heiße Reduktionsgas abgekühlt wird und/oder
 - c) eine derartige Menge an Wasser und/oder Wasserdampf zugesetzt wird, daß die Endtemperatur des Gases zwischen 700 und 1000°C liegt.
16. Verfahren nach irgendeinem der vorhergehenden Punkte, **gekennzeichnet dadurch**, daß ein großer Teilstrom an erneut in Umlauf gebrachtem Gichtgas des Reduktionsschachtofens (1) zwecks Temperaturregulation des Reduktionsgases vor seinem Zusatz zum Reduktionsgas erwärmt wird.
17. Verfahren nach Punkt 16, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Erwärmung mittels Wärmetauschern (20) in der Gichtgas-Zuführleitung durchgeführt wird.
18. Verfahren nach irgendeinem der Punkte 1 bis 17, **gekennzeichnet dadurch**, daß der erneut in Umlauf gebrachte Teilstrom an verbrauchtem Reduktionsgas aus dem Reduktionsschachtofen (1) mittels wenigstens eines Kompressors (8) auf den für den Prozeß erforderlichen Druck gebracht wird.

19. Verfahren nach irgendeinem der Punkte 1 bis 18, **gekennzeichnet dadurch**, daß ein Kohlenstoffträger wie beispielsweise Methan, Methanol und/oder Propan zugesetzt wird, um das Aufkohlungspotential des erzeugten Reduktionsgases zu steuern und einer Methanisierung entgegenzuwirken.
20. Verfahren nach irgendeinem der Punkte 1 bis 18, **gekennzeichnet dadurch**, daß als Gegenmittel gegen Rußablagerungen H_2S zugeführt wird.
21. Verfahren nach irgendeinem der Punkte 1 bis 18, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Reduktionsgas mittels einer zweistufigen Vergasung erzeugt wird, bei welcher das Ausgangsmaterial teilweise verbrannt und zumindest teilweise in einer Vergasungskammer (29) vergast wird, woraufhin die Gasmischung in einen eine Schüttung aus kohlenstoffhaltigem, stückigem Material enthaltenden Schacht (30) des Gasgenerators (31) eingeleitet wird und daß der physikalische Wärmegehalt der Mischung aus der Vergasungskammer (29) in der Schüttung aus kohlenstoffhaltigem, stückigem Material ausgenutzt wird, um den Gehalt an Kohlendioxid und Wasser im Gas zu verringern, wobei der Gaserzeugungsprozeß derart gesteuert wird, daß das abgezogene Gas eine für einen nachfolgenden Prozeßschritt geeignete Temperatur und Zusammensetzung besitzt.
22. Einrichtung zur Reduktion von oxidischem Material bei gleichzeitiger Erzeugung eines zur Rückgewinnung von Wärmeenergie geeigneten Gases zur Durchführung des Verfahrens nach Punkt 1, **gekennzeichnet durch** einen Gasgenerator (11; 31) für Reduktionsgas mit einer Reaktionskammer (29), wenigstens einem Plasmagenerator (10; 37) mit im Boden der Reaktionskammer (29) liegender Mündung, einem an den Gasgenerator (11; 31) wahlweise über einen Schwefelfilter (22) angeschlossenen Schachtofen (1), welcher das zu reduzierende oxidische Material enthält, einen im oberen Teil dieses Schachtofens (1) angeordneten Gasauslaß (4), einen neben diesem Gasauslaß (4) angeordneten Abscheider (5) zur Abscheidung von Wasser und staubartigen Teilchen aus dem gewaschenen Gasstrom und einen nachfolgenden Gasauslaß (6) zur Abgabe von zur Rückgewinnung von Wärmeenergie geeignetem Gas sowie einer Hauptrückföhrleitung (7; 14) für wenigstens einen Teilstrom dieses Gases zum Gasgenerator (11; 31) und/oder zur Temperaturststeuerung des im Gasgenerator (11; 31) erzeugten Reduktionsgases.
23. Einrichtung nach Punkt 22, **gekennzeichnet dadurch**, daß in den Leitungen (14; 18; 21) zwischen dem Gasgenerator (11; 31) und dem Schachtofen (1) zusätzliche Gasauslässe (23; 23a; 23b) angeordnet sind.
24. Einrichtung nach Punkt 22, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Hauptrückföhrleitung (7; 14) mit wenigstens einem Kompressor (8) versehen ist.
25. Einrichtung nach irgendeinem der Punkte 22 bis 24, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Hauptrückföhrleitung (7; 14) über erste Abzweigungen (17; 18) mit dem oberen Teil des Gasgenerators (11; 31) verbunden ist.
26. Einrichtung nach irgendeinem der Punkte 22 bis 25, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Hauptrückföhrleitung (7) über eine Abzweigung (15) mit der Reaktionszone im unteren Teil des Gasgenerators (11; 31) verbunden ist.
27. Einrichtung nach irgendeinem der Punkte 22 bis 26, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Hauptrückföhrleitung (7) mit dem Einlaß des Plasmagenerators (10; 37) über eine Abzweigung (15a) verbunden ist.
28. Einrichtung nach irgendeinem der Punkte 22 bis 27, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Plasmagenerator (10; 37) an eine Zuföhr von Oxydationsmittel für den direkten Durchgang des wahlweise vorgewärmten Oxydationsmittels durch den Plasmagenerator (10; 37) in die Reaktionszone verbunden ist.
29. Einrichtung nach irgendeinem der Punkte 22 bis 28, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Gasgenerator (11; 31) einen Schlackenauslaß (13; 34) besitzt.
30. Einrichtung nach irgendeinem der Punkte 22 bis 27, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Gasgenerator (11; 31) eine Schüttung aus kohlenstoffhaltigem, stückigem Material, wahlweise mit Schwefelakzeptoren aufnimmt.
31. Einrichtung nach irgendeinem der Punkte 22 bis 30, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Gasleitung zwischen dem Gasgenerator (11; 31) und dem Schwefelfilter (22) über eine Rohrleitung (18) an einen Teilstrom (17) aus Umlaufgas angeschlossen ist.
32. Einrichtung nach irgendeinem der Punkte 22 bis 31, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Reduktionsgasleitung (21; 3) zwischen dem Schwefelabscheider (22) und dem Gaseinlaß des Reduktionsschachtofens (1) an einen temperaturregelnden Gasteilstrom (19) über eine Kühleinrichtung in Form einer Mischkammer (20) verbindbar ist.
33. Einrichtung nach Punkt 32, **gekennzeichnet dadurch**, daß zur Erwärmung des Teilstromes an erneut in Umlauf gebrachtem Gas in der Mischkammer (20) Wärmetauscher in der Gichtgasrückföhrleitung angeordnet sind.
34. Einrichtung nach irgendeinem der Punkte 22 bis 33, **gekennzeichnet dadurch**, daß in die Speiseleitung (3) eine Zuföhrleitung (24) für Wasser und/oder Wasserdampf einmündet.
35. Einrichtung nach irgendeinem der Punkte 22 bis 34, **gekennzeichnet dadurch**, daß eine Zuföhrleitung (25) für einen Kohlenstoffträger z.B. Methan, Propan und/oder Methanol in die Speiseleitung (3) einmündet.
36. Einrichtung nach irgendeinem der Punkte 22 bis 35, **gekennzeichnet dadurch**, daß eine Zuföhrleitung (26) für H_2S in die Speiseleitung (3) einmündet.
37. Einrichtung nach irgendeinem der Punkte 22 bis 36, **gekennzeichnet dadurch**, daß sie Abzapfeinrichtungen (6; 23; 23a; 23b) für Teilstrome aufweist, welche beispielsweise als Brenngas verwertbar sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reduktion von oxidischem Material unter gleichzeitiger Erzeugung eines zur Rückgewinnung von Wärmeenergie geeigneten Gases sowie eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es sind keine näheren Angaben dazu bekannt, in welcher Weise die Reduktion von oxidischem Material unter Verwendung von Reduktionsschachtföhen bisher ausgeführt wurde.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Bereitstellung eines im Hinblick auf die Prozeßtechnologie sowie im Hinblick auf die Energieausnutzung optimalen Reduktionsverfahrens, welches ein speziell leicht steuerbares Gaserzeugungssystem besitzt, durch welches gleichzeitig eine einfache und direkte Entnahme des ursprünglich zur Reduktion des oxidischen Materials verwendeten Reduktionsgases zur Erzeugung von Wärmeenergie möglich ist und das so flexibel ist, daß ein geeigneter Teilstrom des ursprünglich zur Reduktion des oxidischen Materials verwendeten Reduktionsgases erneut verwendet werden kann, um frisches Reduktionsgas zu erzeugen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Verfügung zu stellen, die eine Verfahrensführung in der gewünschten Weise ermöglicht.

Gekennzeichnet ist das erfindungsgemäße Verfahren zur Reduktion von oxidischem Material bei gleichzeitiger Erzeugung eines zur Rückgewinnung von Wärmeenergie geeigneten Gases im wesentlichen dadurch, daß

- ein hauptsächlich aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff bestehendes Reduktionsgas aus einem kohlenstoffhaltigen und/oder kohlenwasserstoffhaltigen Ausgangsmaterial hergestellt wird, wobei dieses Ausgangsmaterial zusammen mit einem Oxydationsmittel und wahlweise ebenfalls einem Schlackenbildner in eine Vergasungszone oder eine Vergasungskammer eingebracht wird, während gleichzeitig Wärmeenergie von wenigstens einem Plasmagenerator zugeführt wird;
- das derart hergestellte Reduktionsgas auf eine für den nachfolgenden Reduktionsprozeß geeignete Temperatur gebracht und anschließend in einen Reduktionsschachtofen eingeleitet wird, welcher das zu reduzierende oxidische Material enthält, wobei dieses Gas im Gegenstrom zu dem oxidischen Material geleitet wird;
- im wesentlichen das gesamte Wasser und staubartige Teilchen aus dem Reduktionsgas entfernt werden, welches nach Reduktion des oxidischen Material im Hinblick auf seine Reduktionsfähigkeit teilweise verbraucht ist und oxidisierende Bestandteile, vorzugsweise Kohlendioxid und Wasser sowie staubartige Teilchen enthält;
- zumindest ein Teilstrom des derart behandelten Umlaufgases dem System zwecks Rückgewinnung von Wärmeenergie entzogen wird und der restliche Teilstrom dem Prozeß erneut zugeführt wird.

Das verwendete Oxydationsmittel besteht zweckmäßigerweise aus Sauerstoff und/oder Wasser und/oder Luft und/oder Umlaufgas, welches dem Vergasungsprozeß insgesamt oder teilweise durch einen Plasmagenerator zugeführt wird.

Vorzugsweise wird das kohlenstoffhaltige und/oder kohlenwasserstoffhaltige Ausgangsmaterial zur Erzeugung des Reduktionsgases in Pulverform und/oder flüssiger Form und/oder stückiger Form verwendet.

Erfindungsgemäß wird die Verbrennungszone zweckmäßigerweise im unteren Bereich eines mit festem kohlenstoffhaltigem Material in stückiger Form gefüllten schachtförmigen Gasgenerators ausgebildet.

Erfindungsgemäß wird ein Teilstrom des teilweise verbrauchten Gases, welches CO_2 enthält, dem Reduktionsschachtofen entnommen und in den mit stückigem Reduktionsmaterial gefüllten Gasgenerator von oben und in einem geeigneten Abstand von der Verbrennungszone eingeleitet, um die Hitze in der Schachtfüllung auszunutzen, um H_2O in H_2 + CO und das Kohlendioxid in Kohlenmonoxid umzuwandeln. Ein Teilstrom dieses Rückstromes an verbrauchtem Reduktionsgas vom Schachtofen kann auch als Trägergas für das Einbringen eines pulverförmigen kohlenstoffhaltigen Materials und/oder Schlackenbildners zusammen wahlweise mit Schwefelakzeptoren unmittelbar vor dem Plasmagenerator verwendet werden. Ein Teilstrom dieses Rückstromes an verbrauchtem Reduktionsgas vom Schachtofen wird auch als Trägergas für die durch den Plasmagenerator zugeführte Wärmeenergie verwendet.

Zweckmäßigerweise wird das in dem Gasgenerator erzeugte Reduktionsgas von irgendwelchen Schwefelverunreinigungen befreit, indem geeignete Schwefelakzeptoren in die Schachtfüllung eingebracht werden und/oder indem das abgezogene Gas durch einen Schwefelfilter hindurchgeleitet wird. Alternativ können Schwefelakzeptoren auch in die Vergasungszone eingeblasen werden.

Gemäß einem weiteren Vorschlag der Erfindung wird die Temperatur des der Verbrennungszone des Gasgenerators entnommenen Reduktionsgases auf eine Endtemperatur zwischen 700 und 1000°C gesteuert,

- indem es mit einer derartigen Menge des teilweise verbrauchten Reduktionsgases aus dem Reduktionsschachtofen vermischt wird und/oder
- einer Kühlung unterworfen wird und/oder
- ihm eine derartige Menge an Wasser und/oder Wasserdampf zugesetzt wird, daß die gewünschte Temperatur erreicht wird.

Wenn nur eine geringe Menge dieses teilweise verbrauchten Reduktionsgases für die Temperatursteuerung verwendet wird, wird dieses teilweise verbrauchte Reduktionsgas beim Durchgang durch den unmittelbar hinter dem Gasauslaß im oberen Teil des Reduktionsschachtofens angeordneten Gaswäscher abgekühlt, so daß die gewünschte Endtemperatur der Gasmischung ohne weiteres erzielbar ist. Wenn jedoch ein großer Rückstrom mit dem frisch erzeugten Reduktionsgas vermischt wird, wird dieser Rückstrom zweckmäßigerweise vor der Vermischung mit dem Reduktionsgas beispielsweise unter Einsatz eines Plasmagenerators erwärmt.

Bevorzugt wird das Reduktionsgas mittels einer zweistufigen Vergasung erzeugt, bei welcher das Ausgangsmaterial teilweise verbrannt und zumindest teilweise in einer Vergasungskammer vergast wird, woraufhin die Gasmischung in einen Schüttung aus kohlenstoffhaltigem, stückigem Material enthaltenden Schacht eingeleitet wird und daß der physikalische Wärmegehalt der Mischung aus der Vergasungskammer in der Schüttung aus kohlenstoffhaltigem, stückigem Material ausgenutzt wird, um den Gehalt an Kohlendioxid und Wasser im Gas zu verringern, wobei der Gaserzeugungsprozeß derart gesteuert wird, daß das abgezogene Gas eine für einen nachfolgenden Prozeßschritt geeignete Temperatur und Zusammensetzung besitzt.

Eine erfindungsgemäße Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist im wesentlichen gekennzeichnet durch einen Gasgenerator für Reduktionsgas mit einer Reaktionskammer, wenigstens einem Plasmagenerator mit im Boden der Reaktionskammer liegender Mündung, einem an den Generator wahlweise über einen Schwefelfilter angeschlossenen Schachtofen, welcher das zu reduzierende oxidische Material enthält, einen im oberen Teil dieses Schachtofens angeordneten Gasauslaß, einen neben diesem Gasauslaß angeordneten Abscheider zur Abscheidung von Wasser und staubartigen Teilchen aus dem gewaschenen Gasstrom und einen nachfolgenden Gasauslaß zur Abgabe von zur Rückgewinnung von Wärmeenergie geeigneten Gas sowie einer Hauptrückführleitung für wenigstens einen Teilstrom dieses Gases zum Gasgenerator und/oder zur Temperaturregelung des im Gasgenerator erzeugten Reduktionsgases.

Erfindungsgemäß sind in den Leitungen zwischen dem Gasgenerator und dem Schachtofen zusätzliche Gasauslässe angeordnet.

Die Hauptrückführleitung ist mit wenigstens einem Kompressor versehen. Sie ist über Abzweigleitungen mit dem oberen Teil des Gasgenerators verbunden. Weiterhin ist sie über eine Abzweigleitung mit der Reaktionszone im unteren Teil des Gasgenerators verbunden und über eine weitere Abzweigleitung mit dem Einlaß des Plasmagenerators.

Der Plasmagenerator ist an eine Zufuhr von Oxydationsmittel für den direkten Durchgang des wahlweise vorgewärmten Oxydationsmittels durch den Plasmagenerator in die Reaktionszone verbunden.

Der Gasgenerator ist mit einem Schlackenauslaß versehen. Er ist dafür vorgesehen, eine Schüttung aus kohlenstoffhaltigem, stückigem Material, wahlweise mit Schwefelakzeptoren, aufzunehmen.

Die Gasleitung zwischen dem Gasgenerator und dem Schwefelfilter ist über eine Rohrleitung an einen Teilstrom aus Umlaufgas angeschlossen.

Die Reduktionsgasleitung ist zwischen dem Schwefelabscheider und dem Gaseinlaß des Reduktionsschachtofens an einen temperaturregelnden Gasteilstrom über eine Kühleinrichtung in Form einer Mischkammer verbindbar.

Zur Erwärmung des Teilstromes an erneut im Umlauf gebrachtem Gas in der Mischkammer sind Wärmeaustauscher in der Gichtgasrückführleitung angeordnet.

In die Speiseleitung zum Reduktionsschachtofen mündet eine Zufuhrleitung für Wasser und/oder Wasserdampf ein sowie eine Zufuhrleitung für einen Kohlenstoffträger, z. B. Methan, Propan und/oder Methanol und eine Zufuhrleitung für H_2S .

Die erfindungsgemäße Einrichtung besitzt Abzapfeinrichtungen für Teilstrome, welche beispielsweise als Brenngas verwendet werden können.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend an zwei Beispielen näher erläutert.

In der beiliegenden Zeichnung zeigen:

Fig. 1: eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Einrichtung mit einem einstufigen Gasgenerator;

Fig. 2: eine schematische Darstellung eines abgewandelten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Einrichtung mit einem zweistufigen Gasgenerator.

Die Einrichtung gemäß Fig. 1 besitzt einen Reduktionsschachtofen 1 zur Reduktion von oxidischem, stückigen Material. Dieser Schachtofen 1 besitzt eine Beschickungseinrichtung 2 zum Einbringen von zu reduzierendem oxidischem, stückigen Material. Am Boden des Schachtofens 1 befindet sich eine Einlaßleitung 3 für heißes Reduktionsgas, welches im wesentlichen aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff besteht, wobei dieses Gas im Gegenstrom durch den Schachtofen 1 hindurchgeleitet und anschließend durch eine obere Auslaßleitung 4 entnommen wird. Diese Auslaßleitung 4 ist mit einem Abscheider 5 für staubartige Teilchen und Wasser, einem sogenannten Gaswäscher, verbunden, von welchem das von Wasser und Staubeilchen befreite und gleichzeitig abgekühlte Gas einem Auslaß 6 zuströmt, während ein restlicher Teilstrom über eine Hauptrückleitung 7 zwecks erneuter Verwendung im Prozeß zurückgeführt wird, wie noch zu beschreiben sein wird. Das am Auslaß 6 entnommene Gas kann beispielsweise als Brenngas verwendet werden. Die Hauptrückleitung 7 enthält einen Kompressor 8.

Wenigstens ein Plasmagenerator 10 mündet in einen schachtförmigen Gasgenerator 11. Eine Lanze 12 für die Zufuhr von zur Gaserzeugung erforderlichen Material mündet ebenfalls in diesen Gasgenerator 11, während am Boden des Gasgenerators 11 ein Auslaß 13 vorgesehen ist. Von der Hauptrückleitung 7 geht eine zweite Hauptleitung 14 ab, welche hauptsächlich für die Zufuhr von Umlaufgas bestimmt ist, welches von Kohlendioxid frei ist und mit dem frisch erzeugten Reduktionsgas vermischt werden soll, um dessen Temperatur zu steuern. Über Abzweigleitungen 15a; 15 ist die Leitung 14 ferner mit dem Eingang des Plasmagenerators 10 verbindbar bzw. mit dem Innenraum seines Gehäuses vor dem Plasmagenerator 10. Zweckmäßigerweise ist in der Leitung 15a ein Kompressor 8a angeordnet.

Im Prinzip bietet diese Anordnung nachstehende Funktionsbequemlichkeiten:

Über eine erste Abzweigleitung 16 kann die Leitung 14 mit dem oberen Bereich des Gasgenerators 11 verbunden werden; die Hauptrückleitung 7 kann über zusätzliche Abzweigleitungen 15 und 15a mit der Vergasungszone im unteren Bereich des Gasgenerators 11 verbunden werden, d. h., Umlaufgas kann vor dem Plasmagenerator 10 durch die Leitung 15 und nach Verdichtung im Kompressor 8a über die Leitung 15a hinter dem Plasmagenerator 10 eingespeist werden, um diesen zu durchlaufen; über eine weitere Abzweigleitung 17 kann die Leitung 14 mit dem Gasgenerator 11 entnommenen Reduktionsgas, welches den oberen Teil des Gasgenerators 11 über eine Auslaßleitung 18 verläßt, verbunden werden, und über eine weitere Abzweigleitung 19 kann die Leitung 14 über eine Mischkammer 20 mit dem aus einem Schwefelfilter 22 über eine Leitung 21 ausströmenden Reduktionsgas verbunden werden, und schließlich kann die Leitung 14 mit der Reduktionsgasleitung 21 unmittelbar vor dem Eintritt des Reduktionsgases in den Reduktionsschachtofen 1 verbunden werden.

Auf diese Weise läßt sich der CO_2 -Gehalt im Umlaufgas einwandfrei steuern.

In der Leitung 18 ist ein Gasauslaß 23b zur Entnahme z. B. von Exportgas vorgesehen, sowie ebenfalls ein Gasauslaß 23a in der Leitung 21 und ein weiterer Gasauslaß 23 in der Zufuhrleitung 3 zum Reduktionsschachtofen 1.

Eine Speiseleitung 9 für das Oxidationsmittel, beispielsweise in Form von Sauerstoff und/oder Wasser und /oder Luft, ist direkt mit dem Plasmagenerator 10, wahlweise nach Vorwärmung, verbunden, wobei dieses Oxidationsmittel der Reaktionszone im Boden des Gasgenerators 11 zugeführt werden kann.

Die vorbeschriebene und in Fig. 1 dargestellte Einrichtung arbeitet im Prinzip folgendermaßen:

Das Reduktionsgas zur Reduktion des oxidischen Materials im Schachtofen 1, welches in denselben über die Einlaßleitung 3 eingeleitet wird, wird im Prinzip im Gasgenerator 11 erzeugt, indem ein kohlenstoffhaltiges und/oder kohlenwasserstoffhaltiges Ausgangsmaterial zusammen mit Oxidationsmittel und wahlweise mit Schlackenbildnern einer Verbrennungszone im unteren Teil des Gasgenerators 11 zugeführt wird, während gleichzeitig Wärmeenergie über wenigstens einen Plasmagenerator 10 zugeführt wird. Das auf diese Weise hergestellte Reduktionsgas wird dann im Prinzip auf eine für die nachfolgende Reduktion des oxidischen Materials im Schachtofen 1 geeignete Temperatur gebracht und in den Schachtofen 1 im Gegenstrom zu dem zu reduzierenden Material eingeblasen. Nach Reduktion des oxidischen Materials enthält das Reduktionsgas oxidierende Bestandteile wie beispielsweise Kohlendioxid und Wasser sowie staubartige Teilchen und ist daher in bezug auf seine Reduktionsfähigkeit teilweise verbraucht. Das Reduktionsgas wird durch die Gasauslaßleitung 4 von der Gicht des Reduktionsschachtofens 1 abgezogen und anschließend von Wasser und staubartigen Teilchen im Gaswäscher 5 befreit. Das auf diese Weise im Gaswäscher 5 behandelte Gas, welches gleichzeitig dabei abgekühlt wird, kann dann dem System über die Gasauslaßleitung 6 wie gewünscht entnommen werden und zur Rückgewinnung von Wärmeenergie beispielsweise in Form von Brenngas verwandt werden. Gleichzeitig kann der verbleibende Teilstrom dieses Gases dem Prozeß durch die Rückleitung 7 erneut zugeführt werden, d. h., es kann erneut zur Erzeugung von Reduktionsgas verwendet werden.

Die Gaserzeugung im schachtförmigen Gasgenerator 11 kann auf verschiedene Weise erreicht werden. Pulveriges und/oder flüssiges kohlenstoffhaltiges und/oder kohlenwasserstoffhaltiges Ausgangsmaterial kann in die Vergasungszone beispielsweise durch eine Zufuhrleitung 12 eingeblasen werden, in welchem Fall Oxydationsmittel wie beispielsweise Sauerstoff oder Wasserdampf in die Reaktionszone durch den Plasmagenerator 10 eingebracht werden kann. Umlaufgas kann der Vergasungszone vor dem Plasmabrenner 10 über die Leitung 15 zugeführt werden, oder das Gas kann durch den Plasmagenerator 10 über die Leitung 15a zugeführt werden. Das kohlenstoffhaltige und/oder kohlenwasserstoffhaltige Ausgangsmaterial kann auch in stückiger Form über die Gicht des Gasgenerators 11 zugeführt werden, so daß die Vergasungszone im unteren Teil des mit festem kohlenstoffhaltigem Material in stückiger Form gefüllten Gasgenerators 11 hergestellt wird. Zweckmäßigerweise wird als kohlenstoffhaltige Füllung des Gasgenerators 11 Koks verwendet. Außerdem kann Wasser oder ein Teil des teilweise verbrauchten Reduktionsgases, welches dem Reduktionsschachtofen 1 über die Leitung 7 und die Abzweigleitung 16 entzogen wurde, ebenfalls in den Gasgenerator 11 eingebracht werden, welcher in diesem Fall mit stückigem Reduktionsmaterial gefüllt ist. In diesem Fall wird das Gas infolgedessen über der Vergasungszone selbst und in einem geeigneten Abstand von derselben eingebracht, wodurch die Hitze der Schachtfüllung ausgenutzt wird, um H_2O in $H_2 + CO$ und Kohlendioxid in Kohlenmonoxid umzuwandeln.

Die Gaserzeugung im Gasgenerator 11 kann auch dadurch erreicht werden, daß pulveriges, kohlenstoffhaltiges Material, wahlweise mit Schwefelakzeptoren und/oder Schlackenbildnern mittels Wasser oder Wasserdampf oder einem Trägergas eingeblasen wird, welches aus teilweise verbrauchtem Reduktionsgas eines Teilstromes besteht, der dem Reduktionsschachtofen 1 entnommen wurde, oder aus Sauerstoff oder einer Mischung von Sauerstoff und Wasserdampf. Das im Gasgenerator 11 erzeugte Reduktionsgas kann entschwefelt werden, indem beispielsweise ein geeigneter Schwefelakzeptor der Schachtfüllung zugesetzt wird, oder indem Schwefelakzeptoren in die Vergasungszone eingeblasen werden, oder indem das in dem Gasgenerator 11 erzeugte Gas über die Auslaßleitung 18 einem Schwefelabscheidefilter 22 zugeleitet wird. Irgendwelche übrigbleibenden Schwefelverunreinigungen werden von dem Metalloxid absorbiert, welches im unteren Teil des Reduktionsschachtofens 1 reduziert wird.

Das Reduktionsgas wird im allgemeinen auf einem Temperaturbereich von 1000 bis 1500°C gehalten. Allerdings kann ein derart heißes Reduktionsgas nicht direkt zur Reduktion im Reduktionsschachtofen 1 verwendet werden, so daß seine Temperatur beträchtlich herabgesetzt werden muß, bevor es in den Schachtofen 1 eingeleitet wird. Dies kann im Rahmen der Erfindung auf verschiedene Weise erfolgen.

Beispielsweise kann das aus dem Gasgenerator 11 ausströmende Reduktionsgas über die Leitung 18 mit einem geeigneten Teilstrom von Umlaufgas vermischt werden. Dies geschieht über die Leitung 14, so daß die Temperatur der Gasmischung zwischen 700 und 1000°C liegt. Alternativ kann diese Vermischung mit einem Teilstrom des vom Reduktionsschachtofen 1 zurückgeführten Gases dadurch erreicht werden, daß das Reduktionsgas nach Durchlaufen des Schwefelfilters 22, d. h. auf seinem Wege von der Leitung 14 zur Leitung 3, vermischt wird. Wenn ein geringer Teilstrom an Umlaufgas aus der Leitung 14 verwendet wird, sollte dies ausreichen, um die gewünschte Abkühlung des erzeugten Reduktionsgases zu bewirken. Wenn allerdings eine überaus große Menge an Umlaufgas dem Reduktionsgas zugemischt wird, sollte ein derart starker Strom vorzugsweise auf die genaue Temperatur in der Mischkammer 20 aufgeheizt werden. Diese Aufheizung kann beispielsweise mittels eines Plasmagenerators erfolgen.

Die Temperatureinstellung kann auch dadurch erreicht werden, daß ein Teilstrom des erzeugten Gases durch Leitungen 21 und 19 durch eine als Kühler wirkende Mischkammer 20 geleitet wird.

Außerdem kann die erforderliche Temperatureinstellung auch zumindest teilweise durch die Zufuhr von Wasser und/oder Wasserdampf über eine Zufuhrleitung 24 erfolgen. Diese Maßnahme verhindert auch das Entstehen von Rußablagerungen. Um das Aufkohlungspotential des erzeugten Reduktionsgases zu steuern und um eine Methanisierung zu verhindern, können geeignete kohlenstoffhaltige Materialien wie beispielsweise Methan, Methanol und/oder Propan über die Leitung 25 zugeführt werden.

Rußablagerungen kann auch dadurch entgegengewirkt werden, daß H_2S über die Leitung 26 eingeblasen wird.

Ein wichtiges Merkmal der Erfindung besteht darin, daß der CO_2 -Gehalt in dem zur Steuerung der Temperatur des Reduktionsgases verwendeten Umlaufgas fortlaufend durch die CO_2 -Wascheinrichtung gesteuert werden kann.

Die vorbeschriebene Erzeugung von Reduktionsgas im schachtartigen Gasgenerator 11 kann auch durch eine zweistufige Vergasung durchgeführt werden, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist.

Die erfindungsgemäße Gaserzeugung bietet wichtige technische Vorteile. Die Gaserzeugung kann bei derartigen Temperaturen durchgeführt werden, daß die Asche eine leicht handhabbare Schlacke bildet, welche abgelassen wird, ohne daß

Verstopfungsprobleme im Prozeß entstehen. Der Wasserstoffgehalt im Reduktionsgas kann auf einen für den Reduktionsprozeß geeigneten Prozentsatz gesteuert werden, indem Wasser und/oder Sauerstoff in der Gaserzeugungstufe und in der Temperatursteuerstufe gesteuert eingeblasen wird. Auch im Hinblick auf den Energieverbrauch wird ein optimaler Reduktionsprozeß und ein bequem steuerbares Gaserzeugungssystem verwirklicht. Die Steuerung der Anteile von H_2O und CO_2 in der Leitung 3 kann infolgedessen in der Weise ausgeführt werden, daß die Strömung in den Leitungen 14 bis 18 und 21 und 3 bzw. auch in der Leitung 24 eingestellt wird.

Wie bereits erwähnt, kann die Entschwefelung statt durch einen besonderen Schwefelfilter auch direkt in dem Gasgenerator eingebaut werden, indem die Koksschüttung beispielsweise mit geeignetem Material versehen wird oder indem geeignetes Material in die Vergasungszone eingeblasen wird.

Die in Fig. 2 dargestellte abgewandelte Ausführung der erfindungsgemäßen Einrichtung besitzt anstelle des einstufigen Gasgenerators 11 gemäß Fig. 1 einen zweistufigen Gasgenerator 31. Die Einrichtung ist im übrigen nach den gleichen Prinzipien wie die in Fig. 1 dargestellte Einrichtung aufgebaut.

Der zweistufige Gasgenerator 31 gemäß Fig. 2 besitzt eine Vergasungskammer 29 und einen mit einer Koksschüttung gefüllten Schacht 30.

Die Vergasungskammer 29 besitzt ein wassergekühltes Außengehäuse 32 sowie eine feuerfeste Auskleidung 33 und ist vorzugsweise im wesentlichen zylindrisch ausgebildet. Vorzugsweise sind außerdem rund um den Schacht 30 mehrere Vergasungskammern angeordnet.

Der Schacht 30 besitzt einen unteren Schlackenauslaß 34 und einen oberen Gasauslaß 35. Koks in stückiger Form wird dem Schacht 30 durch eine gasdichte Zuführung 36 am Kopf zugeführt. Die Mündung der Vergasungskammer 29 befindet sich im unteren Teil des Schachtes 30, und das Gas strömt durch die Koksschüttung nach oben und durch den Gasauslaß 35 aus dem Schacht 30 heraus. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel dient der Schlackenauslaß 34 für die Vergasungskammer 29 und den Schacht 30 gemeinsam.

In Verbindung mit der Vergasungskammer 29 ist wenigstens ein Brenner vorgesehen, welcher bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel aus einem Plasmagenerator 37 besteht. Der Plasmagenerator 37 ist mit der Vergasungskammer 29 durch ein Ventil 38 verbunden. Oxydationsmittel wird in den Plasmagenerator 37 durch eine Speiseleitung 9 geleitet oder kann auch vor den Plasmagenerator 37 durch eine Speiseleitung 39 eingebracht werden. Das Oxydationsmittel kann auch aus einem Trägergas bestehen, welches durch den Plasmagenerator 37 hindurchgeleitet wird, oder aus einem Umlaufgas, welches durch die Leitung 15a zugeführt wird. Das heiße turbulente Gas, welches im Plasmagenerator 37 erzeugt wird, gelangt durch die Mündung 40 des Plasmagenerators 37 in die Vergasungskammer 29. Der kohlenstoffhaltige Brennstoff, vorzugsweise in Pulverform, wird durch eine Speiseleitung 41 in einen Ringraum 42 eingeblasen, welcher konzentrisch um die Mündung des Plasmagenerators 37 ausgebildet ist, und/oder durch eine Lanze 43, welche auch für die Zufuhr weiterer Zuschläge wie beispielsweise Schlackenbildner verwendet werden kann.

Im Schacht sind außerdem Lanzen 44 und 45 vorgesehen, durch welche wahlweise weiteres Oxydationsmittel wie beispielsweise H_2O , CO_2 zugesetzt werden kann, um die physikalische Überschußhitze im Gas auszunutzen. Dadurch lassen sich auch die Temperatur und die Zusammensetzung des Gases steuern.

Am Ausgang der Vergasungskammer 29 ist ein erster Meßfühler 46 angeordnet, während ein zweiter Meßfühler 47 im Gasauslaß 35 des Schachtes 30 sitzt. Diese Meßfühler 46; 47 dienen zur Messung der Temperatur und/oder zur Analyse des Gases. Diese beiden Meßfühler 46; 47 geben die Möglichkeit, den Prozeß durch Steuerung der zugeführten Außenenergie und/oder der zugeführten Materialströme zu steuern.

Fig. 2 zeigt nur ein Ausführungsbeispiel eines geeigneten zweistufigen Gasgenerators in einer Anlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei viele andere Lösungen ebenfalls dankbar sind. Beispielsweise können die Plasmageneratoren 10; 37 tangential um Umfang der Vergasungskammer 29 angeordnet werden, so daß in der Vergasungskammer 29 eine umlaufende Strömung erzielt wird. Außerdem kann zur Erleichterung der Schlackenabscheidung die Vergasungskammer 29 vertikal angeordnet werden, oder die Vergasungskammer 29 und der Schacht 30 können mit getrennten Schlackenauslässen versehen werden.

Bei der zweistufigen Vergasungseinrichtung gemäß Fig. 2 wird das Ausgangsmaterial teilweise verbrannt oder zumindest teilweise in der Vergasungskammer 29 vergast, und die auf diese Weise erhaltene Mischung wird in einen Schacht 30 eingebracht, welcher eine Schüttung aus kohlenstoffhaltigem Material in stückiger Form enthält. Der physikalische Wärmegehalt der Gasmischung, welche von der Vergasungskammer 29 kommt, wird dadurch in der Koksschüttung ausgenutzt, um den Gehalt an Kohlendioxid und Wasser im Gas zu reduzieren. Auf diese Weise kann der Gaserzeugungsprozeß derart gesteuert werden, daß das ausströmende Gas eine mit dem nachfolgenden Prozeßschritt ohne weiteres verträgliche Temperatur und Zusammensetzung aufweist.

Das vom Plasmagenerator 37 herkommende heiße Trägergas erhält zweckmäßigerweise eine Drehbewegung, bevor es in die Vergasungskammer 29 eingebracht wird, und der pulverige kohlenstoffhaltige Brennstoff kann konzentrisch um den heißen Gasstrom eingebracht werden, welcher in die Vergasungskammer 29 einströmt. Dadurch, daß das Material in der Vergasungskammer 29 eine Drehbewegung erhält, ergibt sich eine Schutzschicht aus Schlacke an den inneren Wandungen der Vergasungskammer 29.

Naturgemäß ist die Erfindung keineswegs auf die vorbeschriebenen Ausführungsbeispiele bestimmt, sondern kann auf mancherlei Weise abgewandelt werden. So kann beispielsweise zur Gaserzeugung durch Vorwärmung des Oxydationsmittels von außen her Wärmeenergie zugeführt werden.

