

(19)

REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(11) Nummer: AT 406 057 B

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 946/98  
(22) Anmeldestag: 3. 6.1998  
(42) Beginn der Patentdauer: 15. 6.1999  
(45) Ausgabetag: 25. 2.2000

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: C22B 1/16  
F27B 21/00

(30) Priorität:

(73) Patentinhaber:  
VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU  
GMBH  
A-4020 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(56) Entgegenhaltungen:

(72) Erfinder:  
PAMMER OSKAR ING.  
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).  
STIASNY HANS DIPL.ING.  
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR DISKONTINUIERLICHEN THERMISCHEN BEHANDLUNG VON METALLOXIDHALTIGEN AGGLOMERATEN

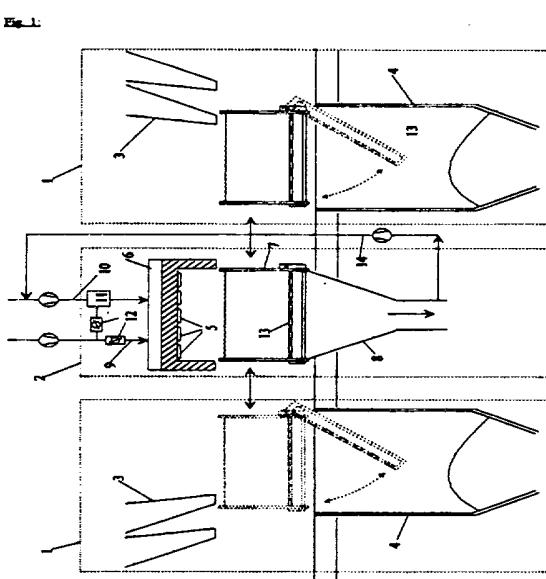
AT 406 057 B

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur diskontinuierlichen thermischen Behandlung von metalloxidhaltigen Agglomeraten, insbesondere von eisenoxidhaltigen Agglomeraten, wobei die Agglomerate auf einen Rost aufgegeben werden und dort eine Schüttung bilden, in einem Brennvorgang die oberste Schicht der Schüttung durch Hindurchleiten heißer Verbrennungsgase mit einer dafür ausreichenden Temperatur getrocknet, aufgeheizt und gebrannt oder gesintert wird, wobei a) in einem Transferschritt der Wärmeinhalt der gebrannten oder gesinterten Schicht der Schüttung durch Hindurchleiten von unbrennbaren Gasen auf die darunterliegende Schicht der Schüttung übertragen wird,

b) daß in einem dem Transferschritt nachfolgenden Verbrennungsschritt ein brennbares Gasgemisch durch die Schüttung hindurchgeleitet wird, das sich am Übergang von gebrannter oder gesinteter zu nicht gebrannter oder nicht gesinteter Schicht selbst entzündet, und

c) daß die Verfahrensschritte a) und b) solange wiederholt werden, bis die gesamte Schüttung gebrannt oder gesintert ist. Die Erfindung betrifft weiters Vorrichtungen zur Durchführung des Verfahrens.

Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens können Agglomerate auf besonders energiesparende Weise gebrannt oder gesintert werden.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur diskontinuierlichen thermischen Behandlung von metalloxidhaltigen Agglomeraten, insbesondere von eisenoxidhaltigen Agglomeraten, wobei die Agglomerate auf einen Rost aufgegeben werden und dort eine Schüttung bilden, in einem Brennvorgang die oberste Schicht der Schüttung durch Hindurchleiten heißer Verbrennungsgase mit einer dafür ausreichenden Temperatur getrocknet, aufgeheizt und gebrannt oder gesintert wird. Die Erfindung betrifft weiters Vorrichtungen zur Durchführung des Verfahrens.

Unter "diskontinuierlicher thermischer Behandlung" ist ein sogenannter "Batch"-Betrieb zu verstehen, es wird also immer ein Ansatz Agglomerate nach dem anderen den im folgenden beschriebenen Verfahrensschritten unterworfen.

Aus dem Stand der Technik ist eine Vielzahl von Verfahren zur thermischen Behandlung von Agglomeraten bekannt, welche insbesondere Pelletbrenn- und Sintermaschinen betreffen, also bei der Erzeugung von Sinter oder beim Hartbrennen von Erzpellets zur Anwendung gelangen.

Das Hartbrennen von Erzpellets erfolgt heute meist auf Wanderrosten mit Gashauben, die als Pelletbrennmaschinen bezeichnet werden. Weitere technisch angewandte Verfahren betreffen Schachtöfen, Wanderrost-Drehrohröfen und, in kleinerem Maßstab, Pfannenöfen, die Herstellung von Sinter erfolgt zumeist ebenfalls auf Wanderrostanlagen, ein geringer Anteil auch in Pfannenöfen. Bei den genannten Verfahren arbeiten in Bezug auf den Agglomerateinsatz lediglich Pfannenöfen diskontinuierlich.

Im Gegensatz zum Sintern, bei dem die Erzteilchen oberflächlich erweichen oder schmelzen und aneinanderkleben, verfestigen sich die Pellets beim Brennen durch Kristallisationsvorgänge und Strukturveränderungen im Inneren. Sobald bestimmte Temperaturen erreicht sind, beginnen die kleinen Erzkörnchen zu wachsen und sich über Kristallbrücken zu größeren Körnern zusammenzufügen (Sammelkristallisation). Bei gegebener Zusammensetzung sind also beim Sintern grundsätzlich höhere Temperaturen erforderlich als beim Pelletbrennen.

Es sind auch Mischformen des Pelletbrennens und Sinterns bekannt, wobei die Einsatzstoffe zuerst - wie bei Pelletierverfahren - zu Pellets einheitlicher Größe geformt werden und wobei eventuell erforderlicher fester Brennstoff nachträglich mit den hergestellten Pellets vermischt oder auf diese aufgebracht wird. Anschließend erfolgt eine thermische Behandlung auf einer Sintermaschine.

Neben einem möglichst geringen Brennstoffverbrauch wird von Pelletbrennmaschinen auch stets eine möglichst große Anlagenproduktivität gefordert.

Beim oxidierenden Hartbrennen liegt der Eisenanteil in den fertigen Pellets als Hämatit in der höchsten Oxidationsstufe ( $Fe^{3+}$  als  $Fe_2O_3$ ) vor. Beim Hartbrennen von magnetitische Eisenoxide enthaltenden Grünpellets ist die aufzubringende Wärmemenge geringer als bei hämatitischen Oxide enthaltenden Pellets, da die Oxidation von  $Fe_3O_4$  zu  $Fe_2O_3$  exotherm verläuft. Infolgedessen hängt die spezifische Durchsatzleistung einer Pelletbrennmaschine in starkem Maße von der Größe des Magnetitgehaltes der zu verarbeitenden Grünpellets ab und steigt mit zunehmendem Magnetitgehalt.

Es ist bekannt, die Durchsatzleistung bei der Verarbeitung von Hämatiten zu steigern, indem in die Erzmischung bei der Herstellung von Grünpellets festes kohlenstoffhaltiges Material in Form von Koks, Anthrazit oder niedrigflüchtiger Kohle eingemischt wird. Der erforderliche  $C_{fix}$ -Gehalt (Gehalt an nichtflüchtigem Kohlenstoff) in der Erzmischung hängt dabei sowohl vom Magnetitanteil, als auch vom Anteil wärmeverbrauchender Zuschlagstoffe, wie beispielsweise basischer Karbonate, ab und liegt bei Verarbeitung von reinem Hämatit bei ca. 1,3 %. Bei einem Anteil von magnetitischen Erzen in der Mischung kann der einzumischende  $C_{fix}$ -Anteil entsprechend geringer sein.

Bei  $C_{fix}$ -Gehalten über 1,3 % nimmt die Druckfestigkeit der gebrannten Pellets stark ab und bei noch höheren  $C_{fix}$ -Gehalten fällt auch die spezifische Durchsatzleistung einer Pelletbrennmaschine aufgrund des niedrigeren Eisengehaltes wieder ab. Ein Einbinden von kohlenstoffhaltigem Material in ausschließlich Magnetit enthaltende Pellets führt auf jeden Fall zu einer starken Erniedrigung der Festigkeit der Pellets.

Aus der DE OS 34 18 468 A1 ist es bekannt, den  $C_{fix}$ -Gehalt von hämatitisches Erz enthaltenden Pellets auf 1,7 bis 2,0 % zu steigern, bei gleichzeitiger Verringerung des Unterdrucks, mit dem die heißen Gase in der Brennzone des Wanderrostes durch das Pelletbett geleitet werden, von bis dahin üblichen 30 bis 40 mbar auf 5 bis 20 mbar. Damit ist eine Erhöhung der Durchsatzleistung der Pelletbrennmaschine verbunden.

Dieses Verfahren hat aber den Nachteil, daß für eine ausreichende Pelletqualität in erhöhtem Maße Bindemittel und Zuschlagstoffe zugesetzt werden müssen. Auch ist die Erhöhung der Durchsatzleistung der Pelletbrennmaschine eher auf die größere Menge dieser Stoffe zurückzuführen.

5 Die EP 0 030 396 A1 offenbart ein Verfahren zum Hartbrennen von Pellets, bei dem mindestens 10 % des von außen dem Prozeß zugeführten Brennstoffs in Form von festem Brennstoff auf die Oberfläche des Pelletbettes aufgegeben wird. Für das Aufbringen dieses festen Brennstoffs sind zusätzliche Vorrichtungen erforderlich, die den festen Brennstoff auf das Pelletbett verteilen. Dieses Verfahren ist daher vom Gesichtspunkt der Investitionskosten her als 10 nachteilig zu beurteilen.

Darüber hinaus besteht durch das Verbrennen der Brennstoffteilchen auch die Gefahr lokal auftretender Temperaturspitzen, wodurch die Randzonen der Pellets erweichen und teilweise schmelzen, was in der Folge zur Ausbildung gleichsam gesinterter Agglomerate führt und jedenfalls unerwünscht ist.

15 Es ist auch eine Reihe von Verfahren bekannt (DE PS 1 433 339, US PS 3,620,519), bei denen die gesamte für das Brennen notwendige Wärmemenge durch Verbrennungsabgase zugeführt wird.

20 Bei der Deckung des gesamten Wärmebedarfs mittels Brennern besteht die Gefahr, daß örtliche Übertemperaturen auftreten, wodurch die Brennstofftasche und/oder der in den Prozeßgasen enthaltene Staub verschlacken, Ablagerungen im Bereich der Brennereinrichtungen bilden, die durch Flammenableitung und Infiltration das feuerfeste Material zerstören könnten. Dadurch kann auch die thermische Behandlung nachteilig beeinflußt werden oder die 25 Anlagenproduktivität verringert bzw. muß die Produktion für eine Reparatur eingestellt werden.

Allen bekannten Verfahren ist gemeinsam, daß das Erhitzen der Pelletschüttung solange 30 erfolgt, bis auch die im untersten Bereich der Schüttung liegenden Pellets für die erforderliche Zeit der Brenntemperatur ausgesetzt sind.

Dies hat den Nachteil, daß die im obersten Bereich der Schüttung liegenden Pellets, obwohl sie schon fertig gebrannt sind, nur deswegen immer noch aufgeheizt werden, weil die im unteren Bereich der Schüttung liegenden Pellets noch nicht, bzw. noch nicht lange genug auf 35 Brenntemperatur gebracht wurden. Dieser Umstand führt zwangsläufig zu einem höheren Energieverbrauch und zu einer Limitierung der Anlagenproduktivität.

Zur Herstellung von Sinter wird die Sinterrohnmischung, ein gegebenenfalls granuliertes Gemisch aus zu sinterndem Erz, festem Brennstoff und Rückgut, auf einen Förderkettenrost einer Sintermaschine aufgegeben. Das Gemisch wird mittels einer Zündhaube gezündet, deren 40 Brenner Verbrennungsgase entwickeln, deren Temperatur den zum Entzünden des festen Brennstoffs notwendigen Wert erreicht. Nach dem Zünden des Gemisches wird Luft, üblicherweise kalte Luft, von oben nach unten durch das Gemisch gesaugt und dadurch das Gemisch, bzw. der feste Brennstoff des Gemisches am Brennen gehalten, bis die Verbrennungsfront den Kettenrost erreicht.

Nach dem Sintern wird der Sinter noch entweder in einer unmittelbar anschließenden Kühlzone oder in einer separat angeordneten Kühlvorrichtung gekühlt.

Die Herstellung von Sinter in Pfannenöfen erfolgt nach den gleichen Verfahrensschritten wie bei Wanderrostanlagen, allerdings ist die Verfahrensweise bei Pfannenöfen diskontinuierlich, d.h. die Sinterrohnmischung wird in einzelne Rostwagen, die sog. "Sinterpfannen", aufgegeben, das Gemisch mit einer Zündhaube gezündet, anschließend wird Luft durch das Gemisch gesaugt und schließlich wird der fertige Sinterkuchen durch Kippen der Sinterpfanne abgeworfen. Erst danach wird ein weiterer Ansatz Sinterrohnmischung in die Sinterpfanne aufgegeben.

Bei der Herstellung von Sinter ist es bekannt, einen Teil des festen Brennstoffs durch in Gasform zugeführte Wärmemengen zu ersetzen, wobei diese Wärmemengen mittels Verbrennungsabgasen zugeführt werden, die einer nach der Zündhaube angeordneten Haube entnommen werden. Der Sauerstoffgehalt der Verbrennungsabgase muß allerdings ausreichend groß sein, um eine Verbrennung des festen Brennstoffes des Gemisches zu gewährleisten.

Trotz optimal gewählter Werte der Temperatur und des Sauerstoffgehaltes der Verbrennungsabgase kann die Wärmezufuhr mittels heißer Verbrennungsabgase bei gleichzeitiger Verwendung von festem Brennstoff ohne eine wesentliche Verschlechterung der Wärmebilanz der Sinterung 10 % der gesamten Wärmezufuhr nicht überschreiten.

Die Verwendung von festem Brennstoff hat den Nachteil einer vom Optimum entfernten Reduzierbarkeit des produzierten Sinters, weil durch die Verbrennung des Brennstoffs der Sinter teilweise auf eine Temperatur erhitzt wird, die wesentlich höher liegt, als der Schmelzpunkt des Erzes, was zu einer Verschlechterung der Porosität des Gemisches führt.

5 Darüber hinaus ist mit der Verwendung von Kohle als festem Brennstoff ein hoher Ausstoß von gasförmigen Schadstoffen wie  $\text{SO}_2$  und  $\text{NO}_x$  verbunden, die einerseits Korrosionsprobleme mit sich bringen und eine aufwendige und kostenintensive Gasreinigung erforderlich machen.

10 Die DE OS 34 02 837 A1 offenbart ein Verfahren zum Sintern von Erz, welches auf die Verwendung fester Brennstoffe ganz oder mindestens teilweise verzichtet. Im Falle des nur teilweisen Verzichts weist das Verfahren die oben erwähnten Nachteile bei Kohleverwendung (Verschlechterung der Porosität, Abgasproblematik) auf. Bei ausschließlicher Wärmezufuhr durch heiße Verbrennungsabgase müssen wiederum alle Schichten der Schüttung erhitzt werden, bis auch die unterste Schicht für die erforderliche Zeit der notwendigen Temperatur ausgesetzt war. Eine Verringerung der Energieausnutzung und der Anlagenproduktivität ist die Folge.

15 Die Aufgabe der gegenständlichen Erfindung ist es, ein Verfahren zur diskontinuierlichen thermischen Behandlung von metalloxidhaltigen Agglomeraten, insbesondere von eisenoxidhaltigen Agglomeraten, zu schaffen, wobei die Agglomerate auf einen Rost aufgegeben werden und dort eine Schüttung bilden, und in einem Brennvorgang die oberste Schicht der Schüttung durch Hindurchleiten heißer Verbrennungsgase mit einer dafür ausreichenden 20 Temperatur getrocknet, aufgeheizt und gebrannt oder gesintert wird. Das erfindungsgemäße Verfahren soll sich gleichermaßen zum Brennen von erzhaltigen Pellets, als auch zum Sintern von Erzen eignen. Die Nachteile beider, im Stand der Technik bisher getrennten Verfahren sollen vermieden werden.

25 Insbesondere soll die Verwendung fester Brennstoffe vermieden werden, woraus eine geringere Umweltbelastung durch  $\text{NO}_x$  und  $\text{SO}_2$ , bzw. eine wesentlich einfacher durchzuführende Abgasreinigung resultiert. Das erfindungsgemäße Verfahren soll bei einem gegenüber dem Stand der Technik verringerten Energieverbrauch gleichzeitig eine höhere Anlagenproduktivität aufweisen. Weiters soll gegenüber bekannten Verfahren, bei denen die Energiezufuhr mittels 30 heißer Verbrennungsabgase erfolgt, die Haltbarkeit der Anlage durch eine verringerte thermische Belastung des Rostes erhöht werden. Darüber hinaus soll das erfindungsgemäße Verfahren sowohl hinsichtlich der Investitionskosten, als auch hinsichtlich der laufenden Betriebskosten in einfacher und kostensparender Weise durchzuführen sein.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß

- 35 a) in einem Transferschritt der Wärmeinhalt der gebrannten oder gesinterten Schicht der Schüttung durch Hindurchleiten von unbrennbaren Gasen auf die darunterliegende Schicht der Schüttung übertragen wird,
- b) daß in einem dem Transferschritt nachfolgenden Verbrennungsschritt ein brennbares Gasgemisch durch die Schüttung hindurchgeleitet wird, das sich am Übergang von gebrannter oder gesinterter zu nicht gebrannter oder nicht gesinterter Schicht selbst 40 entzündet, und
- c) daß die Verfahrensschritte a) und b) solange wiederholt werden, bis die gesamte Schüttung gebrannt oder gesintert ist.

45 Die Agglomerate werden wie bei herkömmlichen Sinter- oder Pelletierverfahren hergestellt. Auf die Zugabe von festen Brennstoffen kann allerdings weitgehend verzichtet werden. Allenfalls bei der Herstellung von Grünpellets aus rein hämatitischen Eisenoxiden kann den Pellets ein  $\text{C}_{\text{fix}}$ -Anteil bis etwa 1,3 % beigemischt werden.

50 Die Agglomerate werden auf einen Rost aufgebracht, wobei jedoch die Höhe der Schüttung größer sein kann als bei herkömmlichen Anlagen. Die unterste Schicht der Schüttung besteht dabei üblicherweise aus fertig gebrannten oder gesinterten Agglomeraten, welche vor den zu brennenden oder zu sinternden Agglomeraten aufgegeben werden und dient als Schutz vor Überhitzung des Rostes. Die Stärke dieser Schicht beträgt üblicherweise bis etwa 10 cm.

55 Im ersten Prozeßschritt werden heiße Verbrennungsgase durch die Schüttung hindurchgeleitet. Dabei wird die oberste Schicht der Schüttung getrocknet und aufgeheizt und, abhängig von der Temperatur der Verbrennungsgase, gebrannt oder gesintert. Die Verbrennungsgase werden nach unten abgeleitet und trocknen und erwärmen dabei die unter der obersten Schicht liegenden Agglomerate.

Nachdem die oberste Schicht gebrannt oder gesintert ist, wird der Schüttung in einem Transferschritt ein unbrennbares Gas, bevorzugterweise Luft oder Abgas oder ein Abgas-Luft-Gemisch angeboten, welches von oben nach unten durch die Schüttung geleitet wird. Dadurch wird die in der bereits gebrannten oder gesinterten Schicht enthaltene Wärme in die darunterliegende, ungebrannte oder nicht gesinterte Agglomerate enthaltende Schicht, transferiert.

Abgas im oben angeführten Sinn stellen dabei sowohl Verbrennungsabgase dar, die beispielsweise beim erfindungsgemäßen Verfahren während des Brennvorgangs oder während des Verbrennungsschrittes anfallen, es können aber auch Rauchgase aus jeder beliebigen anderen Quelle - gegebenenfalls mit Luft vermischt - erfindungsgemäß als unbrennbares Gas verwendet werden.

Das unbrennbares Gas wird nun solange durch die Schüttung hindurchgeleitet, bis das Temperaturmaximum innerhalb der Schüttung im Bereich des Überganges von gebrannter oder gesinteter zu nicht gebrannter oder nicht gesinterter Schicht liegt. Die Temperatur in diesem Bereich muß jedenfalls noch ausreichen, um dort ein im nächsten Prozeßschritt durchgeleitetes brennbares Gasgemisch zur Selbstentzündung zu bringen.

Es kann in jedem Fall leicht empirisch ermittelt werden, wie lange bzw. wieviel unbrennbares Gas durch die Schüttung zu leiten ist, um die oben beschriebene Temperaturverteilung zu erreichen.

Wenn die oben beschriebene Temperaturverteilung in der Schüttung erreicht ist, wird der Schüttung im nächsten Prozeßschritt in Verbrennungsschritt ein brennbares Gasgemisch angeboten, welches ebenfalls durch die Schüttung geleitet wird. Dieses brennbares Gasgemisch entzündet sich am Übergang von gebrannter oder gesinterter Schicht zur noch nicht gebrannten oder nicht gesinterten Schicht aufgrund der dort herrschenden Temperaturen. Als brennbare Gaskomponente kann das brennbares Gasgemisch Methan ( $\text{CH}_4$ ) und/oder Kohlenmonoxid ( $\text{CO}$ ) und/oder Wasserstoff ( $\text{H}_2$ ), gegebenenfalls auch Anteile höherer Kohlenwasserstoffe als Methan, beispielsweise Ethan, Propan, Ethylen oder Acetylen, enthalten. Das erfindungsgemäße Verfahren ist allerdings nicht auf die Verwendung der oben angeführten brennbaren Gase beschränkt, sondern es können jegliche brennbaren Substanzen, die unter den Verfahrensbedingungen in gasförmigem Zustand vorliegen, verwendet werden.

Bezüglich der Herkunft der brennbaren Gaskomponenten kann Gas verschiedenster Quellen verwendet werden. Insbesondere sind zu nennen: Erdgas (hauptsächlich  $\text{CH}_4$ ), Gichtgas (ca. 28-33 %  $\text{CO}$ , 6-12 %  $\text{CO}_2$ , 2-4 %  $\text{H}_2$ , Rest  $\text{N}_2$ ), Kokereigas (ca. 61 %  $\text{H}_2$ , 26 %  $\text{CH}_4$ , 5 %  $\text{CO}$ , 2 %  $\text{CO}_2$ , 2 %  $\text{N}_2$ , 3 % höhere Kohlenwasserstoffe), Generatorgas (ca. 29 %  $\text{CO}$ , 55 %  $\text{N}_2$ , 11 %  $\text{H}_2$ , 6 %  $\text{CO}_2$ ), Synthesegas (hauptsächlich  $\text{CO}$  und  $\text{H}_2$ ), sowie verschiedene andere Reduktionsgase, die beispielsweise in Gasreformern, oder in Einschmelzvergasern beim Erschmelzen von flüssigem Roheisen aus Eisenschwamm durch Vergasen von Kohle mit Sauerstoff gewonnen werden, oder als Koverterabgase oder nach der Direktreduktion von Metalloxiden als teilweise abreagiertes Reduktionsgas anfallen. Ein solches, beispielsweise nach dem COREX-Prozeß anfallendes, teilweise abreagiertes Reduktionsgas hat etwa folgende Zusammensetzung: ca. 45 %  $\text{CO}$ , 32 %  $\text{CO}_2$ , 16 %  $\text{H}_2$ , 2 %  $\text{CH}_4$ , 3 %  $\text{N}_2$ .

Als die Verbrennung fordernde Komponente enthält das brennbares Gasgemisch ein sauerstoffhaltiges Gas, also beispielsweise Luft oder technischen Sauerstoff, wie er aus einer Luftzerlegungsanlage erhalten wird, oder ein Gemisch aus Luft und Sauerstoff.

Gase, die durch die Schüttung geleitet werden, also brennbares Gasgemisch oder unbrennbares Gas, können entweder von oben durch die Schüttung gedrückt oder von unten durch die Schüttung gesaugt werden.

Vorteilhafterweise wird das brennbares Gasgemisch mit einer Geschwindigkeit durch die Schüttung geleitet, welche gleich groß oder größer ist wie/als die Flammengeschwindigkeit des verwendeten brennbaren Gasgemisches. Dadurch kann ein Zurückschlagen der Flammenfront in die bereits gebrannte oder gesinterte Schicht verhindert werden. Ansonsten würde die bereits gebrannte oder gesinterte Schicht durch das darin verbrennende Gasgemisch wieder erhitzt werden und die Energieausnutzung des Verfahrens absinken. Unter Flammengeschwindigkeit ist dabei die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Flammenfront eines brennenden Gasgemisches bei gegebenem Druck, gegebener Temperatur und gegebener Zusammensetzung zu verstehen.

Vorteilhafterweise werden sowohl das Verhältnis von brennbarem Gas zu Luft und/oder

Sauerstoff, als auch der Unter- bzw Überdruck und damit die Geschwindigkeit, mit der das brennbare Gasgemisch durch die Schüttung geleitet wird, geregelt. Dadurch kann auf einfache Weise die Brennfrontbreite und damit sowohl die Dicke der vom verbrennenden Gasgemisch thermisch behandelten Schicht der Schüttung, als auch über die Verbrennungstemperatur die Art der thermischen Behandlung eingestellt werden.

Wenn auch die zweite Schicht der Schüttung durch das verbrennende Gasgemisch soweit erhitzt ist, daß die Agglomerate der Schüttung gebrannt oder zusammengesintert sind, wird in einem Transferschritt wieder unbrennbares Gas durch die Schüttung geleitet, so daß nun die soeben gebrannte oder gesinterte Schicht wieder abgekühlt wird und die darunterliegende Schicht auf Zündtemperatur für das dann wieder nachfolgende brennbare Gasgemisch erhitzt wird.

Die Prozeßschritte Wärmetransfer und Verbrennung werden solange abwechselnd wiederholt, bis die Brennfront den zwischen der Schüttung und dem Rost liegenden Rostbelag erreicht hat und somit die gesamte Schüttung gebrannt oder gesintert ist.

Als Rostbelag dient eine vergleichsweise dünne Schicht, beispielsweise 10 cm, gebrannter oder gesinterter Agglomerate. Dieser Rostbelag hat die Funktion, den Rost vor Überhitzung zu schützen.

Nach einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird, wenn nun auch die unterste Schicht der Schüttung gebrannt oder gesintert ist, in einem letzten Verfahrensschritt in einem Kühlenschritt ein Kühlgas, vorzugsweise Luft, Abgas oder ein Abgas-Luft-Gemisch durch die Schüttung hindurchgeleitet und dadurch die als letzte gebrannte oder gesinterte Schicht gekühlt. Alle darüberliegenden Schichten sind bereits in vorhergehenden Verfahrensschritten gekühlt worden.

Mit der gegenständlichen Erfindung ist es unter Anwendung ein- und desselben Verfahrens erstmals möglich, auf einer gegebenen Anlage, je nach Wahl der Einsatzstoffe, sowohl Pellets zu brennen, als auch Sinter herzustellen. Auch Mischformen, wie Pelletsinter, bei dem die Einsatzstoffe zuerst pelletiert und dann gesintert werden, sind mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auf besonders vorteilhafte Weise herstellbar. Darüber hinaus weist das erfindungsgemäße Verfahren sowohl gegenüber herkömmlichen diskontinuierlichen Verfahren, und zwar sowohl Pelletbrenn- als auch Sinterverfahren, entscheidende Vorteile auf.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird nicht mehr die gesamte Schüttung erhitzt, sondern nur mehr die aktuell gerade zu brennende bzw. zu sinternende Schicht. Dies hat gegenüber bekannten diskontinuierlichen Pelletbrennverfahren bereits beträchtliche Energieeinsparungen zur Folge. Es kann aber auch die Gesamthöhe der Schüttung von etwa höchstens 30 cm auf bis zu 80 cm (jeweils ohne Rostbelag) gesteigert werden, da die Dicke der unnötigerweise erhitzten Schüttung keinen limitierenden Faktor mehr darstellt. Die Produktivität des Verfahrens gegenüber herkömmlichen ist dadurch wesentlich erhöht.

Gegenüber bekannten diskontinuierlichen Sinterverfahren hat das erfindungsgemäße Verfahren neben den bereits angeführten Vorteilen der Energieersparnis und der Produktivitätserhöhung (hier bis zu 50 cm Schüttungshöhe gegenüber früher höchstens 30 cm) auch den Vorteil, daß auf feste Brennstoffe weitgehend verzichtet werden kann. Die beim Verbrennen fester Brennstoffe wie Koks, Anthrazit oder Graphit entstehenden schädlichen Gase, insbesondere NO<sub>x</sub> und SO<sub>2</sub> sind wesentlich reduziert. Auch der Ausstoß an unverbrannten Bestandteilen (CO, Kohlenwasserstoffe) ist stark verringert.

Letztlich wird auch weniger des Treibhausgases CO<sub>2</sub> produziert, weil insgesamt weniger Energie aufgewendet werden muß.

Gegenstand der Erfindung sind auch Vorrichtungen zur diskontinuierlichen thermischen Behandlung von metalloxidhaltigen Agglomeraten, insbesondere von eisenoxidhaltigen Agglomeraten.

Eine erste Ausgestaltungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung enthält zumindest einen horizontal zwischen zumindest zwei Positionen verfahrbaren Rostwagen, in den Agglomerate aufgegeben werden, wobei die erste Position von einer Brennstation gebildet wird, welche zumindest eine, gegebenenfalls mit Brennern betreibbare, über der Höhe eines Rostwagens angeordnete Gashaube mit Zuleitungen für brennbares Gas und sauerstoffhaltiges Gas zu der Gashaube und einen unter der Gashaube angeordneten Windkasten - zur Aufnahme und zum Absaugen von Abgas - enthält, und wobei die zweite Position von einer Be- und Entladestation

gebildet wird, welche eine über der Höhe eines Rostwagens angeordnete Chargiervorrichtung, mittels welcher Agglomerate in einen Rostwagen aufgegeben werden, und einen unter der Chargiervorrichtung angeordneten Produktbunker zur Aufnahme der thermisch behandelten Agglomerate enthält und ist dadurch gekennzeichnet, daß eine Gasmischvorrichtung - zum Mischen von brennbarem Gas und sauerstoffhaltigem Gas zu einem brennbaren Gasgemisch - vorgesehen ist, wobei das brennbare Gasgemisch aus der Gasmischvorrichtung der Gashaube zuführbar ist.

Eine zweite Ausgestaltungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung enthält zumindest eine horizontal zwischen zumindest zwei Positionen verfahrbare Brennstation zum thermischen Behandeln von Agglomeraten und zumindest eine horizontal zwischen zumindest zwei Positionen verfahrbare Beladestation zum Beladen von Agglomeraten und zumindest eine Entladestation zum Entladen von Agglomeraten, wobei zumindest eine der Positionen von einer unverfahrbaren Rostpfanne gebildet wird, in welche die Agglomerate aufgegeben werden, und wobei eine Brennstation zumindest eine, gegebenenfalls mit Brennern betreibbare, über der Höhe einer Rostpfanne angeordnete Gashaube mit Zuleitungen für brennbares Gas und sauerstoffhaltiges Gas zu der Gashaube und einen unter der Gashaube angeordneten Windkasten - zur Aufnahme und zum Absaugen von Abgas - enthält, und wobei eine Beladestation eine über der Höhe einer Rostpfanne angeordnete Chargiervorrichtung, mittels welcher Agglomerate in die Rostpfanne aufgegeben werden, und wobei eine Entladestation einen Produktbunker zur Aufnahme der thermisch behandelten Agglomerate enthält, wobei eine Rostpfanne in den Produktbunker entladbar ist, und ist ebenfalls dadurch gekennzeichnet, daß eine Gasmischvorrichtung - zum Mischen von brennbarem Gas und sauerstoffhaltigem Gas zu einem brennbaren Gasgemisch - vorgesehen ist, wobei das brennbare Gasgemisch aus der Gasmischvorrichtung der Gashaube zuführbar ist.

Gattungsgemäß betreffen die erfindungsgemäßen Vorrichtungen also Sinterpfannenanlagen, bei welchen in an sich bekannter Weise entweder die hier als Rostwagen bzw. Rostpfannen bezeichnete Sinterpfanne(n) zwischen den örtlich fixierten Positionen Brennstation und Be- und Entladestation verfahrbar sind (Rostwagen), oder bei welchen die Sinterpfanne(n) stationär angeordnet sind (Rostpfannen) und von verfahrbarer Beladestation und Brennstation bedient werden.

Die erfindungsgemäß vorgeschlagenen Vorrichtungen ermöglichen es erstmals, auf einer gattungsgemäßen Sinterpfannenanlage sowohl Sinter herzustellen, als auch Pellets zu brennen.

Gemäß eines vorteilhaften Merkmals sind bei der ersten Ausgestaltungsform zumindest zwei horizontal verfahrbare Rostwagen, sowie zumindest drei Positionen, zwischen welchen die Rostwagen verfahrbar angeordnet sind, vorgesehen, wobei zumindest eine Position von einer Brennstation gebildet wird und wobei zumindest zwei weitere Positionen von Be- und Entladestationen gebildet werden.

Während einer der Rostwagen in einer Be- und Entladestation von einer Chargiervorrichtung mit Agglomeraten beladen wird, ist ein zweiter Rostwagen in die Brennstation geführt wo die im Rostwagen enthaltenen Agglomerate gebrannt oder gesintert werden. Danach wird der zweite Rostwagen zu einer zweiten Be- und Entladestation verfahren, wo die Agglomerate zunächst in einen Produktbunker entladen werden und danach der Rostwagen von einer Chargiervorrichtung mit einem neuen Ansatz Agglomerate beladen wird. Der erste Rostwagen befindet sich währenddessen in der Brennstation.

Nach einem vorteilhaften Merkmal der zweiten Ausgestaltungsform sind zumindest drei Positionen vorgesehen, zwischen welchen zumindest jeweils eine Brennstation und eine Beladestation verfahrbar angeordnet sind, wobei zumindest zwei Positionen, vorzugsweise jede Position, von je einer unverfahrbaren Rostpfanne gebildet wird.

Nach der zweiten Ausgestaltungsform nehmen die Rostpfannen also im wesentlichen unveränderliche Positionen ein. Die Rostpfannen werden nacheinander von einer Beladestation mit Agglomeraten beschickt. Ebenfalls nacheinander werden die Rostpfannen von der Brennstation bedient und die in den Rostpfannen jeweils enthaltenen Agglomerate gebrannt oder gesintert.

Nach einem weiteren vorteilhaften Merkmal der erfindungsgemäßen Vorrichtungen enthält eine Brennstation zwei Gashauben, wobei eine erste, mit Brennern betriebene Zündhaube mit Zuleitungen für Brennstoff und sauerstoffhaltiges Gas und eine zweite Gashaube mit Zuleitungen für brennbares Gas und sauerstoffhaltiges Gas, sowie mit einer Gasmischvorrichtung zum

Mischen des brennbaren und des sauerstoffhältigen Gases zu einem brennbaren Gasgemisch vorgesehen sind und wobei das brennbare Gasgemisch der zweiten Gashaube zuführbar ist.

Die erste Gashaube erfüllt die Funktion einer herkömmlichen Zündhaube, mit der hier allerdings nur die oberste Schicht der Schüttung durch Hindurchleiten heißer Verbrennungsabgase getrocknet, aufgeheizt und gebrannt oder gesintert wird. Anschließend wird die zweite Gashaube über den Rostwagen verfahren, bzw. der Rostwagen unter die zweite Gashaube, mittels welcher die weiteren Verfahrensschritte an der Schüttung vorgenommen werden.

Bevorzugterweise ist die Gasmischvorrichtung als statischer Mischer ausgeführt. Ein solcher statischer Mischer weist keine beweglichen Teile auf und gewährleistet mit seiner großen inneren Oberfläche eine sichere homogene Durchmischung der jeweiligen Gase.

Nach einem Merkmal der erfindungsgemäßen Vorrichtungen sind eine Anzahl von Rostwagen zum Entladen kippbar ausgeführt. Nach beendeter thermischer Behandlung kann der Sinterkuchen bzw. die gebrannten Pellets auf einfache Weise in eine Entladestation entladen werden.

Nach einem gegebenenfalls zu obigem alternativen Merkmal sind eine Anzahl von Rostwagen mit einem - zum Entladen - nach unten wegklappbaren Rost ausgeführt. Solchermaßen ausgeführte Rostwagen bieten sich insbesondere dann an, wenn diese verfahrbar sind, also beispielsweise über einen oben offenen Produktbunker verfahren werden und dort durch Wegklappen des Rostes auf einfache Weise entladen werden können.

Gemäß einem weiteren vorteilhaften Merkmal der erfindungsgemäßen Vorrichtungen ist das einem Windkasten entnommene Abgas zumindest teilweise einer Gashaube rückführbar.

Insbesondere die während eines Brennvorganges oder während eines Verbrennungsschrittes in einer Brennstation dem Windkasten entnommen Verbrennungsabgase können in besonders vorteilhafter Weise einer weiteren Brennstation als unbrennbares Gas zur Durchführung eines Transferschrittes zugeführt werden.

Weiters ist auch das während eines Transferschrittes in einer Brennstation dem Windkasten entnommene unbrennbares Gas zumindest teilweise derselben Brennstation rückführbar, wodurch das unbrennbares Gas zumindest teilweise im Kreislauf geführt wird und daher dessen Wärmeinhalt besonders effizient ausgenutzt wird.

Im folgenden wird die erste Ausgestaltungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung anhand der in Fig. 1 dargestellten Zeichnung näher erläutert.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung sind nebeneinander zwei Be- und Entladestationen 1, sowie dazwischen eine Brennstation 2 angeordnet.

Eine Be- und Entladestation 1 wird jeweils von einer Chargievorrichtung 3 und einem Produktbunker 4 gebildet, die Brennstation 2 weist eine mit Brennern 5 ausgestattete Gashaube 6, sowie darunter einen von der Gashaube 6 etwa um die Höhe eines Rostwagens 7 beabstandeten Windkasten 8 auf.

Zwei Rostwagen 7 sind jeweils zwischen Be- und Entladestation 1 und Brennstation 2 verfahrbar angeordnet.

Über Zuleitungen 9,10 sind der Gashaube 6 brennbares Gas und sauerstoffhältiges Gas zuführbar. Weiters ist eine Gasmischvorrichtung 11 vorgesehen, welche von der Zuleitung 9 für brennbares Gas, bzw. einer davon abzweigenden Leitung, sowie von der Zuleitung 10 für sauerstoffhältiges Gas versorgt wird. Die Gasmischvorrichtung 11 ist vorzugsweise als statischer Mischer ausgeführt.

Das aus der Gasmischvorrichtung 11 resultierende Gasgemisch ist ebenfalls der Gashaube 6 zuführbar, wobei die Zuleitungen 9,10 mittels der Regeleinrichtungen 12, beispielsweise verstellbarer Klappen, so geschaltet werden können, daß brennbares und sauerstoffhältiges Gas entweder getrennt der Gashaube 6 zugeführt werden, oder zuerst in der Gasmischvorrichtung 11 gemischt werden.

Die Rostwagen 7 weisen einen nach unten wegklappbaren Rost 13 auf, der zum Entladen der gebrannten oder gesinterten Agglomerate über einem Produktbunker 4 nach unten weggeklappt wird.

Aus einem Windkasten 8 ist über eine Abgasleitung 14 Abgas entnehmbar, welches der

Zuleitung 10 für sauerstoffhältiges Gas zugeführt wird. Vorteilhafterweise wird diese Abgasrückführung nur während eines Transferschrittes angewandt.

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel, sondern umfaßt auch alle dem Fachmann bekannten Mittel, die zur Ausführung der Erfindung herangezogen werden können.

#### Patentansprüche:

1. Verfahren zur diskontinuierlichen thermischen Behandlung von metalloxidhaltigen Agglomeraten, insbesondere von eisenoxidhaltigen Agglomeraten, wobei die Agglomerate auf einen Rost aufgegeben werden und dort eine Schüttung bilden, in einem Brennvorgang die oberste Schicht der Schüttung durch Hindurchleiten heißer Verbrennungsgase mit einer dafür ausreichenden Temperatur getrocknet, aufgeheizt und gebrannt oder gesintert wird, dadurch gekennzeichnet, daß
  - a) in einem Transferschritt der Wärmeinhalt der gebrannten oder gesinterten Schicht der Schüttung durch Hindurchleiten von unbrennbaren Gasen auf die darunterliegende Schicht der Schüttung übertragen wird,
  - b) daß in einem dem Transferschritt nachfolgenden Verbrennungsschritt ein brennbares Gasgemisch durch die Schüttung hindurchgeleitet wird, das sich am Übergang von gebrannter oder gesinterter zu nicht gebrannter oder nicht gesinterter Schicht selbst entzündet, und
  - c) daß die Verfahrensschritte a) und b) solange wiederholt werden, bis die gesamte Schüttung gebrannt oder gesintert ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das brennbares Gasgemisch für die bei seiner Verbrennung zu erreichenden Temperaturen in ausreichender Menge brennbares Gas, insbesondere  $C_nH_{2n+2}$  und/oder CO und/oder  $H_2$ , und ein sauerstoffhältiges Gas, insbesondere Luft und/oder technischen Sauerstoff, enthält.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das brennbares Gas Erdgas und/oder Gichtgas und/oder Kokereigas und/oder Generatorgas und/oder Synthesegas und/oder Reduktionsgase enthält.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis von brennbarem Gas zu sauerstoffhaltigem Gas des brennbaren Gasgemisches geregelt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Geschwindigkeit, mit der unbrennbares Gas während eines Transferschrittes durch die Schüttung hindurchgeleitet wird, und die Geschwindigkeit, mit der brennbares Gasgemisch während eines Verbrennungsschrittes durch die Schüttung hindurchgeleitet wird, geregelt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Geschwindigkeit, mit der das brennbares Gasgemisch durch die Schüttung hindurchgeleitet wird, gleich groß oder größer ist als die Flammengeschwindigkeit des brennbaren Gasgemisches.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das unbrennbares Gas, welches während eines Transferschrittes durch die Schüttung hindurchgeleitet wird, von zumindest teilweise rückgeführtem Abgas eines Verbrennungsprozesses und/oder Luft gebildet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das in einem Transferschritt durch die Schüttung hindurchgeleitete unbrennbares Gas zumindest teilweise im Kreislauf geführt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß in einem an den letzten Verbrennungsschritt anschließenden Kühl schritt ein Kühlgas, vorzugsweise Luft, durch die Schüttung hindurchgeleitet wird.

10. Vorrichtung zur diskontinuierlichen thermischen Behandlung von metalloxidhaltigen Agglomeraten, insbesondere von eisenoxidhaltigen Agglomeraten, mit zumindest einem horizontal zwischen zumindest zwei Positionen verfahrbaren Rostwagen (7), in den Agglomerate aufgegeben werden, wobei die erste Position von einer Brennstation(2) gebildet wird, welche zumindest eine, gegebenenfalls mit Brennern (5) betreibbare, über der Höhe eines Rostwagens (7) angeordnete Gashaube (6) mit Zuleitungen (9,10) für brennbares Gas und sauerstoffhältiges Gas zu der Gashaube (6) und einen unter der Gashaube (6) angeordneten Windkasten (8) - zur Aufnahme und zum Absaugen von Abgas - enthält, und wobei die zweite Position von einer Be- und Entladestation (1) gebildet wird, welche eine über der Höhe eines Rostwagens (7) angeordnete Chargievorrichtung (3), mittels welcher Agglomerate in einen Rostwagen (7) aufgegeben werden, und einen unter der Chargievorrichtung (3) angeordneten Produktbunker (4) zur Aufnahme der thermisch behandelten Agglomerate enthält, dadurch gekennzeichnet, daß eine Gasmischvorrichtung (11) - zum Mischen von brennbarem Gas und sauerstoffhältigem Gas zu einem brennaren Gasgemisch - vorgesehen ist, wobei das brennbare Gasgemisch aus der Gasmischvorrichtung (11) der Gashaube (6) zuführbar ist und wobei alternativ dazu ein unbrennbares Gas der Gashaube (6) zuführbar ist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest zwei horizontal verfahrbare Rostwagen (7), sowie zumindest drei Positionen, zwischen welchen die Rostwagen (7) verfahrbar angeordnet sind, vorgesehen sind, wobei zumindest eine Position von einer Brennstation (2) gebildet wird und wobei zumindest zwei weitere Positionen von Be- und Entladestationen (1) gebildet werden.
20. Vorrichtung zur diskontinuierlichen thermischen Behandlung von metalloxidhaltigen Agglomeraten, insbesondere von eisenoxidhaltigen Agglomeraten, mit zumindest einer horizontal zwischen zumindest zwei Positionen verfahrbaren Brennstation (2) zum thermischen Behandeln von Agglomeraten und zumindest einer horizontal zwischen zumindest zwei Positionen verfahrbaren Beladenstation zum Beladen von Agglomeraten und zumindest einer Entladestation zum Entladen von Agglomeraten, wobei zumindest eine der Positionen von einer unverfahrbaren Rostpfanne gebildet wird, in welche die Agglomerate aufgegeben werden, und wobei eine Brennstation (2) zumindest eine, gegebenenfalls mit Brennern (5) betreibbare, über der Höhe einer Rostpfanne angeordnete Gashaube (6) mit Zuleitungen (9,10) für brennbares Gas und sauerstoffhältiges Gas zu der Gashaube(6) und einen unter der Gashaube (6) angeordneten Windkasten (8) - zur Aufnahme und zum Absaugen von Abgas - enthält, und wobei eine Beladestation eine über der Höhe einer Rostpfanne angeordnete Chargievorrichtung (3), mittels welcher Agglomerate in die Rostpfanne aufgegeben werden, und eine Entladestation einen Produktbunker zur Aufnahme der thermisch behandelten Agglomerate enthält, wobei eine Rostpfanne in den Produktbunker entladbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß eine Gasmischvorrichtung (11) - zum Mischen von brennbarem Gas und sauerstoffhältigem Gas zu einem brennaren Gasgemisch - vorgesehen ist, wobei das brennbare Gasgemisch aus der Gasmischvorrichtung (11) der Gashaube (5) zuführbar ist und wobei alternativ dazu ein unbrennbares Gas der Gashaube (6) zuführbar ist.
25. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest drei Positionen vorgesehen sind, zwischen welchen zumindest jeweils eine Brennstation (2) und eine Beladestation verfahrbar angeordnet sind, wobei zumindest zwei Positionen von unverfahrbaren Rostpfannen gebildet werden.
30. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß jede Position von einer unverfahrbaren Rostpfanne gebildet wird.
35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß eine Brennstation (2) zwei Gashauben (6) enthält, wobei eine erste, mit Brennern (5) betreibbare Zündhaube mit Zuleitungen (9,10) für Brennstoff und sauerstoffhältiges Gas und eine zweite Gashaube (6) mit Zuleitungen (9,10) für brennbares Gas und sauerstoffhältiges Gas, sowie mit einer Gasmischvorrichtung (11) zum Mischen des brennabaren und des sauerstoffhältigen Gases zu einem brennaren Gasgemisch vorgesehen sind und wobei das brennbare Gasgemisch der zweiten Gashaube (6)

zuführbar ist und wobei alternativ dazu ein unbrennbares Gas der zweiten Gashaube (6) zuführbar ist

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Gasmischvorrichtung (11) als statischer Mischer ausgeführt ist.
- 5 17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß eine Anzahl von Rostwagen (7) bzw. Rostpfannen zum Entladen kippbar ausgeführt sind.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß eine Anzahl von Rostwagen (7) bzw. Rostpfannen mit einem - zum Entladen - nach unten wegklappbaren Rost (13) ausgeführt ist.
- 10 19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß das einem Windkasten (8) entnommene Abgas zumindest teilweise einer Gashaube (6) rückführbar ist.

15

**Hiezu 1 Blatt Zeichnungen**

20

25

30

35

40

45

Fig. 1:

