

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 194 252
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 86890048.1

(51) Int. Cl.⁴: C10J 3/08 , C10J 3/16 ,
C10J 3/20

(22) Anmeldetag: 06.03.86

(30) Priorität: 08.03.85 AT 695/85

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.09.86 Patentblatt 86/37

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(71) Anmelder: VOEST-ALPINE Aktiengesellschaft
Muldenstrasse 5
A-4020 Linz(AT)

(72) Erfinder: Freimann, Paul, Dipl.-Ing.
Bendikstrasse 3
A-4300 St. Valentin(AT)
Erfinder: Staudinger, Gernot, o.Prof. Dipl.-Ing. Dr.
Messendorfberg 99
A-8042 Graz(AT)

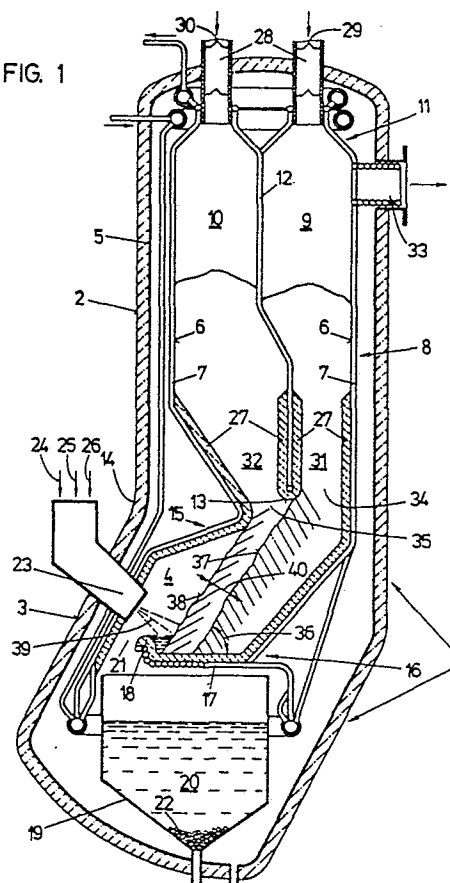
(74) Vertreter: Wolfram, Gustav, Dipl.-Ing.
Schwindgasse 7 P.O. Box 205
A-1041 Wien(AT)

(54) Vorrichtung zur Vergasung von Brennstoffen.

(57) Bei einer Vorrichtung zur Vergasung von Brennstoffen mit Sauerstoff oder sauerstoffhaltigen Gasen und Wasserstoff ist ein schachtförmiger Behälter (8) zur Aufnahme eines festen Chargiergutes (31) vorgesehen, der an seinem oberen Ende eine Gasabzugsleitung (33) aufweist und an seinem unteren Ende über einen Durchtritt (34) mit einer Primärgaskammer (4) in Verbindung steht. In der Primärgaskammer ist ein Brenner (23) vorgesehen, der Zuführungen (24, 25, 26) für sauerstoff oder sauerstoffhaltige Gase sowie für Brennstoffe aufweist. Unterhalb der Primärgaskammer ist eine Wanne (19) und zwischen der Wanne (19) und dem Behälter (8) ein Stützboden (17) zur Ausbildung eines Schüttgutbettes des festen Chargiergutes vorgesehen.

Um auch minderwertige Brennstoffe zu einem hochwertigen Produktgas vergasen zu können, weist die Primärgaskammer (4) eine Chargieröffnung (35) für ein zu vergasendes Chargiergut (32) auf, wobei der Stützboden (17) brennerseitig so weit verlängert ist, daß sich ein dem Brenner (23) mit einer freien Schüttungsfläche (38) zugewandtes zweites Schüttgutbett des zu vergasenden Chargiergutes (32) ausbildet.

FIG. 1



Vorrichtung zur Vergasung von Brennstoffen

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Vergasung von Brennstoffen mit Sauerstoff oder sauerstoffhaltigen Gasen und Wasserdampf mit einem schachtförmigen Behälter zur Aufnahme eines festen Chargiergutes, einer Gasabzugsleitung am oberen Ende des Behälters und einer mit dem schachtförmigen Behälter an dessen unterem Ende über einen Durchtritt in Verbindung stehenden Primärgaskammer, in der ein Brenner vorgesehen ist, der Zuführungen für Sauerstoff oder sauerstoffhaltige Gase sowie für Brennstoffe und gegebenenfalls Wasserdampf aufweist, mit einer Wanne zur Aufnahme von Schlacke und mit einem zwischen der Wanne und dem schachtförmigen Behälter vorgesehenen, in die Primärgaskammer hineinragenden Stützboden zur Ausbildung eines mit einer Schüttungsfläche dem Brenner zugewandten Schüttgutbettes des festen Chargiergutes.

Eine Vorrichtung dieser Art ist aus der DE-A -2 920 922 bekannt. Mit dieser Vorrichtung ist es möglich, Brennstoffe, die freien Kohlenstoff enthalten, wie Anthrazit, bituminöse Kohlen, Braunkohle, Briketts etc., als Chargiergut einzusetzen und zu vergasen, wobei die Brennstoffe in der Primärgaskammer eine freie Oberfläche aufweisen, der in einem Schlackenbad fußt, bilden.

Bei der Vergasung von minderwertigen Brennstoffen kann es zu unerwünschten Emissionen, die im abgezogenen Produktgas enthalten sind, kommen. So ist es beispielsweise nachteilig, wenn hochflüchtige Steinkohle mit hohem Teergehalt vergast wird, da deren Teer im Produktgas enthalten ist. Bei Vergasung von nasser Braunkohle enthält das Produktgas eine große Menge an Wasserdampf.

Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, eine Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art derart weiterzubilden, daß nicht nur die Vergasung von hochwertigem Brennstoff, beispielsweise Koks, sondern auch von minderwertigem Brennstoff, beispielsweise nasser Braunkohle oder Steinkohle mit hohem Teergehalt, Altreifen etc., möglich ist, wobei jedoch das Produktgas frei von störenden, insbesondere den Heizwert vermindern und die weitere Verwendung einschränkenden sowie die Umwelt belastenden Verunreinigungen ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Primärgaskammer neben dem Durchtritt eine Chargieröffnung für ein von oben einzubringendes zu vergasendes Chargiergut aufweist, wobei der Stützboden brennerseitig so weit verlängert ist, daß sich ein vor der ersten Schüttungsfläche liegendes, dem Brenner mit einer freien zweiten Schüttungsfläche zugewandtes zweites Schüttgutbett des zu vergasenden Chargiergutes ausbildet.

Das weitere zu vergasende Chargiergut, welches die direkt dem Brennstrahl des Brenners ausgesetzte freie Schüttungsfläche bildet, wird infolge Durchströmung des von ihm gebildeten Schüttgutbettes vom Primärgas vergast, wobei sich ein Rohgas bildet, welches gezwungen wird, das mit der ersten Schüttungsfläche hinter dem zu vergasenden Chargiergut liegende feste Chargiergut zu durchströmen, wobei es gefiltert wird. Eventuell in dem von der Primärvergaskammer kommenden Gas unmittelbar nach dessen Entstehung enthaltener Teer wird noch in der heißen Zone des schachtförmigen Behälters gebräckt, wodurch ein teerfreies Produktgas aus dem Behälter abgezogen werden kann.

Eine kompakte und wärmetechnisch günstige Bauweise zulassende Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß der schachtförmige Behälter durch eine von oben in den Behälter ragende Trennwand in zwei in Rich-

tung zum Brenner hintereinanderliegende Abteilungen geteilt ist, wobei die dem Brenner abgewendete Abteilung die Gasabzugsleitung aufweist und zur Aufnahme des ersten Schüttgutbettes, insbesondere eines Koksbettes, bestimmt ist und die brennerseitige Abteilung zur Aufnahme des zweiten Schüttgutbettes des zu vergasenden Chargiergutes, insbesondere eines Altstoffes oder Abfallbrennstoffes, bestimmt ist, und wobei der Schüttkegel des zweiten Schüttgutbettes von der unteren Kante der Trennwand ausgeht.

Vorteilhaft mündet in die brennerseitige Wand des Behälters eine Zuleitung für das zu vergasende Chargiergut, die wandseitig durch eine segmentförmige Gleitfläche begrenzt ist, wobei eine Trennwand zur Bildung zweier Abteilungen des Behälters von der brennerseitigen Wand ausgeht und sich schräg, vorzugsweise unter einem Neigungswinkel zwischen 30 und 45°, nach unten erstreckt.

Zweckmäßig ist die Trennwand mit einer Innenkühlung versehen und zumindest im unteren Teil mit einem feuerfesten Material ausgekleidet.

Ein brennstoffsparendes Verfahren zum Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß beim Brenner ein stöchiometrisches Verhältnis von C zu O im Bereich von 1,0 bis 2,0 eingestellt wird, wobei die Feuerraumtemperatur im Bereich von 1500 bis 1800°C liegt.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand zweier Ausführungsformen und eines Anwendungsbeispiels näher beschrieben, wobei die Fig. 1 und 2 jeweils eine Ausführungsform im Vertikalschnitt durch einen Schachtvergaser darstellen.

Der Schachtvergaser 1 weist einen vertikalen oberen, vorzugsweise einen Kreisquerschnitt aufweisenden Abschnitt 2 und einen seitlich abgewinkelten unteren Abschnitt 3, der die Primärgaskammer 4 bildet, auf. Da der Schachtvergaser 1 drucklos oder unter Druck einsetzbar ist, ist sein Außenmantel 5 dementsprechend, also als Druckbehälter oder als gewöhnlicher gasdichter Behälter ausgebildet.

Innerhalb des Außenmantels 5 ist ein gekühlte Wände 6 aufweisender, insbesondere aus kühlmitteldurchflossenen Rohren 7 zusammengesetzte Wände 6 aufweisender und als Korb ausgebildeter Behälter 8 vorgesehen. Der innerhalb des vertikalen Abschnittes 2 des Schachtvergasers 1 befindliche Teil des Korbes 8 weist zur Bildung zweier Abteilungen 9, 10 eine sich vom oberen Ende 11 des Korbes 8 nach unten zu erstreckende gekühlte Trennwand 12 auf, deren untere freie Kante 13 etwa in der Höhe des Anschlusses 14 des abgewinkelten unteren Abschnittes 3 des Schachtvergasers an dessen vertikalem Teil 2 liegt. In dieser Höhe weist der Korb weiters einen nach innen ragenden Vorsprung 15 auf, welcher die obere Begrenzung der darunterliegenden Primärgaskammer 4 bildet.

Das untere Ende 16 des Korbes 8 wird von einem etwa horizontal gerichteten Stützboden 17, der ebenfalls eine Innenkühlung aufweist und dessen freies, in die Primärgaskammer ragendes Ende als Schlackenüberlaufwehr 18 ausgebildet ist, gebildet. Unterhalb des Stützbodens 17 ist eine Wanne 19 vorgesehen, die mit Kühlmittel 20 zur Granulierung der über das Überlaufwehr übertretenden und durch eine Durchtrittsöffnung 21 aus der Primärgaskammer 4 austretenden Schlacke 22 gefüllt ist.

Oberhalb des Schlackenüberlaufwehrs 18 mündet in die Primärgaskammer 4 ein Brenner 23, in den Zuführungen 24, 25, 26 für Brennstoffe, Sauerstoff (oder Luft) und gegebenenfalls Wasserdampf münden.

Der Korb 8 ist bis in die Höhe des ersten Drittels seines vertikalen Teiles innenseitig -seine Trennwand 12 beidseitig -mit feuerfestem Material 27 beschichtet. Die beiden Abteilungen 9, 10 des Korbes 8 weisen an ihrem oberen Ende jeweils mittels einer Schleuse 28 verschließbare Zufuhröffnungen 29, 30 für das zu chargierende Gut 31, 32 auf. Die vom Brenner 23 entfernter liegende Abteilung 9 ist nahe beim oberen Ende 11 mit einer Gasabzugsleitung 33 für das entstehende Produktgas versehen und mündet in die Primärgaskammer 4 mittels eines Durchtrittes 34. Die näher zum Brenner 23 liegende Abteilung 10 mündet in die Primärgaskammer 4 mit einer dem Durchtritt 34 benachbarten Chargieröffnung 35.

Die Funktion der Vorrichtung ist folgende:

Zunächst wird in die vom Brenner 23 entfernter liegende Abteilung 9 Chargiergut 31, insbesondere Koks, eingefüllt, wodurch sich entsprechend dem Schüttwinkel 36 des Kokes ein Schüttgutbett mit einer dem Brenner 23 zugewandten ersten Schüttungsfläche 37 bildet. Diese Schüttungsfläche 37 geht von der unteren Kante 13 der Trennwand 12 aus.

Anschließend wird zu vergasendes Chargiergut 32 in die näher zum Brenner 23 liegende Abteilung 10 des Korbes 8 eingebracht, welches Chargiergut 32 ein weiteres Schüttgutbett bildet, welches das erste Schüttgutbett überdeckt und eine dem Brenner zugewandte freie Schüttungsfläche 38 aufweist, gegen die der Brennerstrahl 39 gerichtet ist.

Das in die näher zum Brenner 23 liegende Abteilung 10 eingeführte zu vergasende Chargiergut 32 kann von minderer Qualität sein, beispielsweise Braunkohle, hochflüchtige Steinkohle oder Altreifen. Dieses Chargiergut wird nach Zünden des Brenners 23 vergast, wobei der im Chargiergut enthaltene Wasserdampf an den Vergasungsreaktionen teilnimmt und höhere Kohlenwasserstoffe aus der Pyrolyse gecrückt werden und das entstehende Rohgas infolge der Anordnung der Gasabzugsleitung 33 in der vom Brenner entfernter liegenden Abteilung 9 gezwungen wird, durch das dahinterliegende Schüttgutbett aus beispielsweise Koks 31 hindurchzutreten. Beim Durchtritt durch den Koks wird das Rohgas gefiltert, so daß das die Abteilung 9 verlassende Rohgas eine große Reinheit aufweist; es ist vor allem frei von höheren Kohlenwasserstoffen.

Von der Dicke 40 des Schüttgutbettes des zu vergasenden Chargiergutes 32 und von der Einstellung der Primärvergasung hängt es ab, ob das hinter dem zweiten Schüttgutbett liegende Chargiergut, z.B. der Koks, ebenfalls vergast oder lediglich bzw. in erster Linie als Filter für das hindurchtretende Rohgas dient. Die Einstellung der Primärvergasung erfolgt entweder über das Verhältnis Sauerstoff-zu Kohlenstoffträger im Brenner, oder über die Gesamtmenge an Primärvergasungssubstanzen, oder -falls statt Luft reiner Sauerstoff über den Brenner eingeführt wird - über das Verhältnis Sauerstoff zu Wasserdampf. Je nach Lage der unteren Kante 13 der Trennwand 12 wird die Dicke 40 des zweiten Schüttgutbettes des zu vergasenden Chargiergutes 32 und damit eine Vergasung des dahinterliegenden Chargiergutes 31 beeinflusst.

Gemäß der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform mündet in den vertikalen Teil 2 des Schachtvergasers 1 eine Zuleitung 41 für das zu vergasende Chargiergut 32, welches aus einem an diese Zuleitung 41 angeschlossenen Behälter 42 mittels einer Fördereinrichtung, wie einer Förderschnecke 43 zur Ausbildung eines Schüttgutbettes in die Primärgaskammer 4 einfließt. Gemäß der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform ist zur Ausbildung der beiden Schüttgutbetten die Trennwand 12' ausgehend von der brennerseitigen Wand 44 des Korbes 8 schräg nach unten, vorzugsweise in einem Winkel von 30 bis 45° zur Primärgaskammer 4 hin gerichtet.

Das zu vergasende Chargiergut 32 gleitet durch die Zuleitung 41 über eine Gleitfläche 45, die gekühlt und mit einer feuerfesten Auskleidung versehen ist, bis zur in die Primärgaskammer 4 mündenden Chargieröffnung.

Nachfolgend ist anhand eines Beispiels die Vergasung von minderwertigem Brennstoff erläutert:

Dem Brenner 23 wird als Brennstoff Altöl sowie ein pastöser Rückstand aus einer Papierfabrik (u.zw. ein Hydrolyse-Rückstand aus einer enzymatischen Hydrolyse) und Luft unter einem Druck von 4 bar zugeführt und verbrannt. In Tabelle I ist die Analyse des Altöls, in Tabelle II die Analyse des pastösen Rückstandes angegeben.

45

Tabelle I
Analyse des Altöls

C	H	O	N	S
86,10 Gew.%	12,00 Gew.%	0,16 Gew.%	0,24 Gew.%	1,50 Gew.%

Tabelle II
Analyse des pastösen Rückstandes

C	H	O	N	S
43,3 Gew.%	6,1 Gew.%	50,6 Gew.%	---	---

Dem Brenner 23 kann in pastöser Form auch Klärschlamm, Papiermaché oder auch staubförmiges Brennmaterial zugeführt werden.

Je Stunde wurde Altöl in einer Menge von 3800 kg, pastöser Rückstand in einer Menge von 1258 kg und auf 500°C vorgewärmte Luft im Ausmaß von 32.000 Nm³ zugeführt.

Das durch Verbrennung im Brenner entstehende Primärgas fiel in einer Menge von 38.181 Nm³/h (feucht) mit einer Temperatur von 1510°C an. Bei Kontakt mit dem zu vergasenden Chargiergut 32 im zweiten Schüttgutbett reagiert das Primärgas mit dem zu vergasenden Chargiergut 32, das aus Altreifen (Analyse Tabelle III) und Deinkingschlamm -einem Rückstand aus Altpapieraufbereitung mit Druckerschwärze und Füllstoffen -(chemische Analyse Tabelle IV) besteht, zu Rohgas.

10

Tabelle III
Analyse Altreifen

Wasser:	0,10 %	C	87,77 Gew. %
Asche:	23,50 %	H	9,33 Gew. %
Flüssige Bestand-		O	0,55 Gew. %
teile:	51,28 %	N	0,38 Gew. %
C fix:	25,12 %	S	1,97 Gew. %

Tabelle IV
Analyse Deinkingschlamm

Wasser:	50,00 %	C	53,95 Gew. %
Asche:	27,48 %	H	7,55 Gew. %
Flüssige Bestand-		O	38,08 Gew. %
teile:	21,09 %	N	--
C fix:	1,43 %	S	0,42 Gew. %

Altreifen wurden in einer Menge von 1300 kg/h und Deinkingschlamm in einer Menge von 2560 kg/h eingesetzt. Das Rohgas wies etwa beim Eintritt in das zweite Schüttgutbett 864°C auf. Das Rohgas durchströmte anschließend das Schüttgutbett aus Koks und wurde als fertiges Produktgas in einer Menge von 46.924 Nm³/h abgezogen. Seine Analyse ist in Tabelle V wiedergegeben.

45

50

55

60

65

Tabelle V
Analyse des Produktgases

CO ₂	5,96 %
H ₂ O	6,67 %
H ₂	16,16 %
CO	17,32 %
N ₂	53,90 %
CH ₄	0,03 %
COS	0,01 %
H ₂ S	0,15 %

20

Der thermische Wirkungsgrad bei dem Prozeß, der definiert ist als Verhältnis Produktgasmenge mal Produktgasheizwert vermehrt um die fühlbare Wärme des Produktgases zur Summe der Menge der Einsatzstoffe mal deren jeweiligem Heizwert, betrug 91 %. Der Vergasungswirkungsgrad, der definiert ist als Verhältnis Produktgasmenge mal Produktgasheizwert zur Summe der Menge der Einsatzstoffe mal deren jeweiligem Heizwert, betrug 73 %.

25

Der Heizwert des Produktgases betrug 949 kcal/Nm³. Im Schlackenbehälter 19 fiel glasig erstarrte granuliert

30

Schlacke in einer Menge von 1408 kg/h an. Gemäß einem weiteren Beispiel wurde die Vorrichtung mit einem Druck von 4 bar betrieben. Dem Brenner wurde Altöl in einer Menge von 1800 kg/h und vorzugsweise auf eine Temperatur zwischen 100 und 500°C vorgewärmte

35

40

45

50

55

60

65

5

Luft in einer Menge von 27906 Nm³/h zugeführt. Als zu vergasendes Chargiergut wurde sogenannter BRAM - (Brennstoff aus Müll) in einer Menge von 13147 kg/h eingesetzt. Der Verbrauch an Koks als Chargierstoff betrug 399 kg/h. Das entstehende Rohgas fiel in einer Menge von 45500 Nm³/h an.

Der Betrieb des Brenners erfolgte mit einem Verhältnis von C zu O = Lambda in der Größenordnung von 1,5, wobei die Temperatur in der Primärgaskammer 1656°C und die Temperatur des Rohgases 849°C betrug. In den nachstehenden Tabellen VI bis IX sind die Analysenwerte für das Altöl, den BRAM, das Produktgas und den Koks wiedergegeben.

Tabelle VI
Analyse des Altöls

H ₂ O	5,00 Gew. %	O	0,15 Gew. %
Asche	0,50 Gew. %	N	0,23 Gew. %
C	82,08 Gew. %	S	0,61 Gew. %
H	11,43 Gew. %		

Tabelle VII
Analyse für BRAM

H ₂ O	30,00 Gew. %	O	17,65 Gew. %
Asche	16,09 Gew. %	N	0,61 Gew. %
C	30,78 Gew. %	S	0,50 Gew. %
H	4,37 Gew. %		

Tabelle VIII
Analyse des Produktgases

CO	13,70	H ₂ O	12,52
CO ₂	8,89	N ₂ +Ar	48,62
CH ₄	1,41	H ₂ S	0,11
H ₂	14,74	COS	0,01

Tabelle IX
Analyse für Koks

H ₂ O	6,60 Gew. %	O	0,16 Gew. %
Asche	8,50 Gew. %	N	0,91 Gew. %
C	82,79 Gew. %	S	0,76 Gew. %
H	0,28 Gew. %		

Ansprüche

1. Vorrichtung zur Vergasung von Brennstoffen mit Sauerstoff oder sauerstoffhaltigen Gasen und Wasserdampf, mit einem schachtförmigen Behälter (8) zur Aufnahme eines festen Chargiergutes (31), einer Gasabzugsleitung (33) am oberen Ende des Behälters (8) und einer mit dem -

- 60 schachtförmigen Behälter (8) an dessen unterem Ende über einen Durchtritt (34) in Verbindung stehenden Primärgaskammer (4), in der ein Brenner (23) vorgesehen ist, der Zuführungen (24, 25, 26) für Sauerstoff oder sauerstoffhaltige Gase sowie für Brennstoffe und gegebenenfalls Wasserdampf aufweist, mit einer Wanne (19) zur Aufnahme von Schlacke (22) und mit einem zwischen der Wanne - (19) und dem schachtförmigen Behälter (8) vorgesehenen, in die Primärgaskammer (4) hineinragenden Stützboden -
- 65

(17) zur Ausbildung eines mit einer Schüttungsfläche (37) dem Brenner (23) zugewandten Schüttgutbettes des festen Chargiergutes (31), dadurch gekennzeichnet, daß die Primärgaskammer (4) neben dem Durchtritt (34) eine Chargieröffnung (35) für ein von oben einzubringendes zu vergasendes Chargiergut (32) aufweist, wobei der Stützboden (17) brennerseitig so weit verlängert ist, daß sich ein vor der ersten Schüttungsfläche (37) liegendes, dem Brenner (23) mit einer freien zweiten Schüttungsfläche (38) zugewandtes zweites Schüttgutbett des zu vergasenden Chargiergutes (32) ausbildet.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der schachtförmige Behälter (8) durch eine von oben in den Behälter (8) ragende Trennwand (12) in zwei in Richtung zum Brenner (23) hintereinanderliegende Abteilungen (9, 10) geteilt ist, wobei die dem Brenner (23) abgewendete Abteilung (9) die Gasabzugsleitung (33) aufweist und zur Aufnahme des ersten Schüttgutbettes, insbesondere eines Koksбетtes, bestimmt ist und die brennerseitige Abteilung (10) zur Aufnahme des zweiten Schüttgutbettes des zu vergasenden Chargiergutes (32), insbesondere eines Altstoffes oder Abfallbrennstoffes, bestimmt ist, und wobei der Schüttkegel des zweiten Schüttgutbettes von der unteren Kante (13) der Trennwand (12) ausgeht (Fig. 1).

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in die brennerseitige Wand (44) des Behälters (8) eine Zuleitung (41) für das zu vergasende Chargiergut (32) mündet, die wandseitig durch eine segmentförmige Gleitfläche (45) begrenzt ist, wobei eine Trennwand (12') zur Bildung zweier Abteilungen (9, 10) des Behälters (8) von der brennerseitigen Wand (44) ausgeht und sich schräg, vorzugsweise unter einem Neigungswinkel zwischen 30 und 45°, nach unten erstreckt (Fig. 2).

4. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennwand (12, 12') mit einer Innenkühlung versehen und zumindest im unteren Teil mit einem feuerfesten Material (27) ausgekleidet ist.

5. Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß beim Brenner ein stöchiometrisches Verhältnis von C zu O im Bereich von 1,0 bis 2,0 eingestellt wird, wobei die Feuerraumtemperatur im Bereich von 1500 bis 1800°C liegt.

FIG. 1

