

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 319 894 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.06.2003 Patentblatt 2003/25

(51) Int Cl.7: **F23J 15/00**, F23G 7/10,
F23G 5/16

(21) Anmeldenummer: **02026518.7**

(22) Anmeldetag: **27.11.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Schoppe, Fritz, Dr.-Ing.**
82057 Icking / Isartal (DE)

(74) Vertreter: **Körner, Ekkehard, Dipl.-Ing. et al**
Kroher * Strobel,
Rechts- und Patentanwälte,
Bavariaring 20
80336 München (DE)

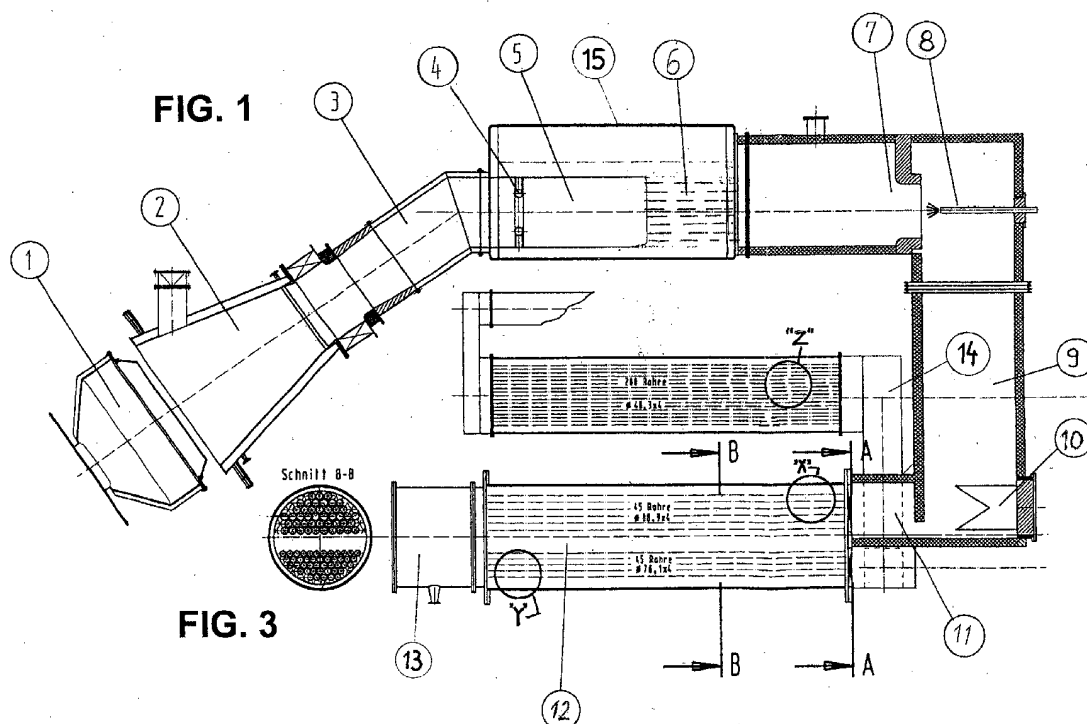
(30) Priorität: **11.12.2001 DE 10160756**

(71) Anmelder: **Schoppe, Fritz, Dr.-Ing.**
82057 Icking / Isartal (DE)

(54) **Verfahren zum Verbrennen von Abfällen und Vorrichtung zum Behandeln der Abgase einer Abfallverbrennung**

(57) Die Abgase einer Verbrennung von Abfällen, insbesondere von Holzabfällen, werden ohne Zuhilfenahme von Filtern, Gaswäschern oder Katalysatoranlagen in einen nach der 17. BImSchV vorgeschriebenen Zustand gebracht. Der Abfall wird nahezu stöchiometrisch verbrannt, die heißen Verbrennungsabgase läßt man eine vorgegebene Zeitdauer auf hoher Temperatur verweilen, bevor sie auf eine Temperatur zwischen

900°C abgekühlt werden, woraufhin ein Entstickungsmittel eingedüst wird, das man eine vorgegebene Zeitdauer einwirken läßt, bevor die Gase weiter abgekühlt werden. Bevor eine untere Grenztemperatur von 450°C erreicht wird, werden die Abgase entstaubt. Die Endbehandlung erfolgt in einem Rohrzug, der mit einer Massenstromdichte von wenigstens 3 kg/h·cm² durchströmt wird.



EP 1 319 894 A2

Beschreibung

[0001] Bei der Verbrennung von Abfällen, insbesondere von Holzabfällen, entstehen heiße Abgase, die nicht unter die Regelungen der TA Luft fallen und nach Maßgabe der 17. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (17. BImSchV) behandelt werden sollen. Diese Verordnung gibt Grenzwerte für staub- und gasförmige Emissionen an.

[0002] Bislang werden diese Grenzwerte ganz oder teilweise dadurch erreicht, daß die Abgase nach dem Austritt aus einem Abhitzeessel durch eine Zusatzeinrichtung geleitet werden, die beispielsweise ein Aktivkohlefilter, ein Gaswäscher oder eine Katalysatoranlage sein kann. Diese Zusatzeinrichtungen erfordern hohe Investitions- und Betriebskosten.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit denen bei der Verbrennung von Abfällen, insbesondere von Holzabfällen, die durch die genannten gesetzlichen Vorgaben bestimmten Grenzwerte eingehalten werden können, ohne daß Zusatzkomponenten der genannten Art, wie Aktivkohlefilter, Gaswäscher und Katalysatoranlagen, eingesetzt werden müssen.

[0004] Diese Aufgabe wird bezüglich des Verfahrens durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale, bezüglich der Vorrichtung durch die im Anspruch 9 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen davon sind Gegenstand der jeweils abhängigen Ansprüche.

[0005] Zur Lösung der gestellten Aufgabe wird die Verbrennung unter Beachtung bestimmter Parameter ausgeführt. Der erste Verfahrensschritt ist dadurch gekennzeichnet, daß der O₂-Gehalt im Abgas unter 4%, vorzugsweise zwischen 2,5% und 3% liegt. Aufgrund der stets etwas schwankenden Zusammensetzung der brennbaren Abfälle, insbesondere Holzabfälle, ergibt sich eine entsprechende Schwankungsbreite des O₂-Gehaltes im Abgas, auch bei sorgfältigster Regelung der Luftzufuhr, doch sollte der O₂-Gehalt im Abgas stets unter 4% liegen.

[0006] Vorzugsweise schon jetzt schließt sich an diese nahezu stöchiometrische Verbrennung des Brennstoffs eine wirksame Heißgasentstaubung an. Diese kann zwar auch später ausgeführt werden, sie muß jedenfalls vor Erreichen einer Abgastemperatur von ca. 500°C ausgeführt sein. Findet die Entstaubung unmittelbar nach der Verbrennung statt, sei sie hier als zweiter Verfahrensschritt bezeichnet.

[0007] Im dritten Verfahrensschritt werden die so entstandenen Heißgase der nahezu stöchiometrischen Verbrennung mit einer Temperatur, die zwischen ca. 1100°C und 1200°C liegt, in den Abhitzeessel eingeleitet, und verweilen dort bestimmungsgemäß in einem gesonderten Hochtemperatur-Verweilraum für eine vorbestimmte Zeitdauer, um dort die thermische Zersetzung der bei der Verbrennung von belasteten Abfällen entstehenden chlorierten Kohlenwasserstoffe (Dioxin, Furan usw.) zu

erreichen. Dabei muß man sich am Zersetzungszeitbedarf der zählebigsten Stoffe, die in den Abfällen enthalten sind, orientieren. Bei Holzabfällen der Belastungsgruppe 2 (gemäß der Klassifikation des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz), das ist beispielsweise Holz von Hausabbruch mit darin enthaltenen Türen, Fensterrahmen mit Blei- und Glasresten, Fußböden mit Belagresten, Möbel mit ihrem Gehalt an Holzspanplatten und PVC-Beschichtungen, wobei Spanplatten hohe N₂-Mengen als Kleber enthalten, sind die zu zersetzenden Stoffe insbesondere Tetrachlorkohlenstoff-Abkömmlinge, wie Tetrachlordibenzodioxin (TCDD). Diese treten bei der Verbrennung mit einem Anteil in der Größenordnung von ppm auf, also im Bereich von 10⁻⁶ Volumenanteilen. Die 17. BImSchV läßt diesbezüglich 0,1 ng/m³ zu, also 10⁻¹³ Volumenanteile. Daher muß im Hochtemperatur-Verweilraum eine Reduzierung dieser Anteile durch Zersetzung um den Faktor 10⁷ erreicht werden. Je nach O₂-Gehalt und der daraus folgenden Temperatur bemißt sich die Größe des Hochtemperatur-Verweilraums (Verweilzeit = Verweilraumvolumen : effektiver Volumenstrom der Heißgase).

[0008] Die Verweilzeit ist erfindungsgemäß in Abhängigkeit von der Temperatur der Heißgase durch folgende Tabelle vorgegeben:

Temperatur (°C)	Verweilzeit (s)
1000	2,00
1100	0,60
1200	0,10
1300	0,02
1400	0,01

wobei für eine Temperatur, die zwischen den angegebenen Temperaturwerten liegt, die Verweilzeit zu interpolieren ist. Die Verweilzeit beginnt in aus der Strömungslehre bekannter Weise mit erfolgter turbulenter Ausmischung der Heißgase.

[0009] Als vierter Verfahrensschritt schließt sich eine Abkühlung der zersetzten Heißgase auf eine Temperatur zwischen 900°C und 1050°C an. Bevorzugt ist eine Temperatur zwischen 900°C und 1000°C.

[0010] Durch Einspritzen geeigneter Stoffe, wie Harnstoff oder Ammoniakwasser, läßt sich im fünften Verfahrensschritt eine Verringerung des NO_x-Gehaltes von meist 500-800 mg/m³ erreichen, so daß auch bei der Verbrennung von Holzspanplatten die von der 17. BImSchV gegebene Grenze von 200 mg/m³ unterschritten wird.

[0011] Vorzugsweise werden vor der Einspritzung der genannten Stoffe die Heißgase in bekannter Weise hinsichtlich Temperatur und Geschwindigkeit vergleichmäßig, um den eingespritzten Stoff optimal auszunutzen.

[0012] Als sechster Verfahrensschritt schließt sich an die Einspritzung und die Vermischung des eingespritz-

ten Stoffe mit den Heißgasen eine zweite Verweilzeit in einem dafür erforderlichen Raum an, wobei die für die Entstickungsreaktion erforderliche Zeit von mindestens 0,5 s, bevorzugt 0,6 s zur Verfügung gestellt wird. Es ist vorteilhaft, wenn die Wände dieses Verweilraumes in wärmeisolierter Form ausgeführt sind, damit während der Verweilung der Abgase ein Absinken von deren Temperatur unter die angegebenen Grenzen verhindert wird. Nach der Entstickung haben die Heißgase noch eine Temperatur von 900°C bis 950°C.

[0013] Je nach Kesselkonstruktion, die sich beispielsweise nach der Art des erzeugenden Dampfes richtet, kann hinter dem letztgenannten Verweilraum ein Überhitzer etwa in Form eines Rohrbündels vorgesehen sein. In diesem kühlen die Heißgase auf eine Temperatur von 850°C bis 950°C ab und treten mit dieser Temperatur in den letzten Kesselzug (siebenter Verfahrensschritt) ein.

[0014] Wie schon oben angegeben, muß spätestens vor Abkühlung der Gase auf eine Temperatur von etwa 500°C das Heißgas entstaubt sein, weil Staubteilchen in einem tiefer liegenden Temperaturbereich Kondensationskerne für die Bildung sekundärer Furane und Dioxine sein können.

[0015] Es ist weiter vorteilhaft, wenn im achten Verfahrensschritt während der weiteren Abkühlung der Heißgase der Temperaturbereich von ca. 500°C bis ca. 250°C schnell durchfahren wird, weil hierdurch die Bildung sekundärer Furane und Dioxine stark eingeschränkt, wenn nicht gar verhindert wird.

[0016] Vorteilhaft werden hierfür Rauchrohrbündel verwendet, die mit Massenstromdichten der Heißgase von wenigstens 3 kg/h·cm², vorzugsweise 5-7 kg/h·cm² durchströmt werden, wobei vorstehend die Heißgasströmungsmenge in kg/h und der Strömungsquerschnitt in cm² angegeben ist.

[0017] Die 17. BImSchV verlangt Grenzwerte für den enthaltenen Staub, die nur mit Abgasfiltern, vorzugsweise Gewebefiltern, erreichbar sind. Solche Filter haben bei Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eine deutlich andere Funktion, als bei bisherigen Kesselanlagen. Die nahezu stöchiometrische Verbrennung im ersten Verfahrensschritt ist nämlich nur bei ausreichender Strahlenfreiheit der Heißgase möglich, das heißt bei turbulenter Durchmischung der Reaktionspartner. Wenn diese Durchmischung im Temperaturniveau des ersten Verfahrensschrittes, also bei Temperaturen von bis zu 1400°C oder darüber, erfolgt, werden auch Chlor und Fluor quantitativ in HCl und HF umgesetzt und können durch eine Einblasung von Ca(OH)₂ in die abgekühlten Heißgase vor dem Gewebefilter abgeschieden werden, wo das Ca(OH)₂ den wesentlichen Teil des Filterkuchens bildet. Wegen des beim erfindungsgemäßen Verfahren extrem geringen Gesamtstaubgehaltes der Abgase, die an die Gewebefilter gelangen, betragen die Abreinigungsintervalle der Gewebefilter nicht mehr 20 - 40 Minuten, wie bislang üblich, sondern 1 - 3 Tage. Das Ca(OH)₂ im Filterkuchen wird in diesen 1 - 3 Tagen

optimal ausgenutzt und muß nicht mehr, wie heute üblich, teilweise rezirkuliert werden. Hierdurch werden wiederum Anlage- und Betriebskosten eingespart, was einen weiteren Vorteil der Erfindung darstellt.

[0018] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf ein in den Zeichnungen dargestelltes Ausführungsbeispiel einer Anlage zur Verbrennung von Abfallholz näher erläutert. Es zeigt:

10 Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Abhitzekessel, der die Abgase einer Brennkegelrostfeuerung aufnimmt,

Fig. 2 einen Schnitt längs der Linie A-A von Fig. 1,

15 Fig. 3 einen Schnitt entlang der Linie B-B von Fig. 1, und

Fig. 4-6 vergrößerte axiale Teilschnittdarstellungen der Eintrittsbereiche der Rohre aus den Rohrzügen der Bereiche X, Y und Z von Fig. 1.

[0019] In Fig. 1 ist schematisch ein Brennkegel 1 gemäß DE 198 17 122 A1 als Rostfeuerungsanlage dargestellt. Diese ist dem Ausführungsbeispiel zugrunde gelegt, weil sie im Vergleich zu früheren Rost- oder Wirbelschichtfeuerungen die geringsten Luftüberschüsse und damit die höchsten Verbrennungstemperaturen erlaubt, ohne daß Schlackeprobleme auftreten.

[0020] Der Brennkegel 1 ist im vorliegenden Fall für eine Leistung von 8 MW dimensioniert. Er ist aus Roststäben aufgebaut und rotiert langsam um eine schräg stehende Achse. Das in ihm befindliche Brenngut, beispielsweise Abfallholz, wird dabei umgewälzt. Im Falle der Verfeuerung von B2-Holz werden etwa 35% der Verbrennungsluft als Unterwind zugeführt, der im Brennkegel unter den Brennstoff geblasen wird.

[0021] An die schräg nach oben weisende Mündung des Brennkegels 1 schließt sich eine konische Nachbrennkammer 2 an. In ihr werden die restlichen 65% der Verbrennungsluft als Oberwind zugeführt, in dem sie am oberen Ende kleineren Durchmessers der Nachbrennkammer 2 tangential in diese mit einer Geschwindigkeit von 70 - 80 m/s eingeblasen wird. Der Oberwind versetzt die Gase innerhalb der Nachbrennkammer in Rotation. Dadurch werden schneller Ausbrand sowie ein Anschleudern der in den Brenngasen enthaltenen Staubteilchen bewirkt. Das Anschleudern ist derart wirksam, daß das nach oben beim oberen Durchmesser der Nachbrennkammer 2 austretende Heißgas optisch klar und für den vorliegenden Fall hinreichend staubfrei ist.

[0022] An die Nachbrennkammer 2 schließt sich eine Ausmischkammer 3 an. In ihr wird die Tatsache ausgenutzt, daß aufgrund der rotierenden Gase in ihrem Zentrum ein starker Unterdruck herrscht, der eine axiale Rückströmung der Gase in der Ausmischkammer 3 und damit in ihr eine zusätzliche turbulente Durchmischung

erzeugt, die den gesamten Strömungsquerschnitt erfaßt, ausgenommen eine wandnahe Grenzschicht.

[0023] Um auch noch diese Grenzschicht beizumischen, ist in einem sich an die Ausmischkammer 3 anschließenden Hochtemperatur-Verweilraum 5 eine ringartige Einschnürung 4 ausgebildet, die den Strömungsquerschnitt der Heißgase von einem freien Durchmesser von im Beispiel 1400 mm auf einen freien Durchmesser von im Beispiel 1050 mm verringert. An dieser ringartigen Einschnürung 4 wird nämlich ein toroidaler Strömungsabriß erzeugt, der die in der Grenzschicht enthaltenen Gase wirksam den anderen Gasen beimischt.

[0024] In dem Hochtemperatur-Verweilraum 5 können die nun vollständig ausgemischten Heißgase, die eine Temperatur von bis zu 1400°C haben können, ausreichend lange verweilen, um organische Stoffe, wie Dioxine, Furane, CO usw. thermisch zu zersetzen.

[0025] An den Hochtemperatur-Verweilraum 5 schließt sich ein erster Rohrzug 6 an. Hier werden die Heißgase auf die für eine Entstickung mittels Harnstoff erforderliche Temperatur von 900°C bis 1050°C abgekühlt. Der erste Rohrzug 6 ist vorzugsweise als Rauchrohrzug mit trompetenartigen Einläufen ausgebildet, um Strömungsabrisse und Rückströmungen zu vermeiden. Hierauf wird später noch eingegangen werden. Die Länge der Rohre des ersten Rohrzuges 6 hängt von der Feuerungsleistung der aus Brennkegel 1 und Nachbrennkammer 2 bestehenden Verbrennungsanlage ab. Mit abnehmender Feuerungsleistung können diese Rohre kürzer gemacht werden. Liegt die Feuerungsleistung ausreichend niedrig oder ist der Heizwert des Brennstoffs niedrig, wie beispielsweise der von sehr feuchtem Holz, kann auf den ersten Rohrzug 6 auch vollkommen verzichtet werden. Hochtemperatur-Verweilraum 5 und erster Rohrzug 6 befinden sich in einer Kesseltrommel 15, die, wenn sie der Dampferzeugung dient, bis zu einem über Hochtemperatur-Verweilraum 5 und erstem Rohrzug 6 liegenden Niveau mit Wasser gefüllt ist, wie durch eine gestrichelte Niveaulinie angedeutet ist, für die Erzeugung von Warmwasser aber ganz mit Wasser gefüllt sein kann. Wasserzulauf- und Wasser- bzw. Dampfabzugleitungen sind aus Übersichtlichkeitsgründen nicht dargestellt.

[0026] Der erste Rohrzug 6 mündet in eine Homogenisierungskammer 7, deren Ausgang wiederum eingeschnürt ist, womit die Voraussetzung für die störungsfreie Eindüsung von Harnstoff oder Amoniakwasser zur Verringerung des NO_x-Gehaltes der Abgase zu ermöglichen. Die Zuführung dieser Zuschlagstoffe erfolgt mittels einer Düse 8.

[0027] An die Homogenisierungskammer 7 schließt sich ein zweiter Verweilraum 9 an, der für eine Verweilzeit von 0,6s ausgelegt ist. Der zweite Verweilraum 9 ist ausgemauert, um eine ausreichende Wärmeisolierung zu gewährleisten, damit während der genannten Verweilzeit der für die Entstickung notwendige Temperaturpegel nicht unterschritten wird und um zu vermeiden, daß

Harnstoff- oder Amoniakwassertropfen mit metallischen Kesselbauteilen in Berührung gelangen und deren Korrosion hervorrufen können.

[0028] Der zweite Verweilraum 9 ist stromabwärtig mit einem Überhitzer 10 verbunden, der fallweise, je nach Kesselbauart, vorhanden sein oder auch fehlen kann, beispielsweise je nachdem, ob Naßdampf oder überhitzter Dampf erzeugt werden soll. Es schließt sich dann ein Vergleichmäßigungsraum 11 an, mit dem sichergestellt wird, daß aller Heißgase, die in den nachfolgenden zweiten Rohrzug 12 eintreten, gleiche Temperatur haben.

[0029] Der Vergleichmäßigungsraum 11 hat, wie Fig. 2 als Querschnitt längs der Linie A-A von Fig. 1 zeigt, einen etwa halbkreisförmigen Querschnitt und ist mit einer wärmedämmenden Ausmauerung versehen und ist stromabwärtig mit dem schon erwähnten zweiten Rohrzug 12 verbunden. Dieser weist Rohrbündel aus Rohren unterschiedlicher Durchmesser auf, deren Einlauf, wie schon bei den Rohren des ersten Rohrzuges 6, jeweils trompetenartig gestaltet ist. Beispielsweise hat der erste Abschnitt des zweiten Rohrzuges insgesamt 45 einander parallele Rohre mit einem Innendurchmesser von im Beispiel etwa 81 mm, wobei der Einlaufdurchmesser am Beginn der trompetenartigen Erweiterung etwa 128,5 mm beträgt. Die Einzelheit im Bereich X ist in Fig. 4 dargestellt.

[0030] Der zweite Abschnitt des zweiten Rohrzuges 12 besteht im dargestellten Beispiel ebenfalls aus 45 Rohren, jedoch mit einem Innendurchmesser von etwa 68 mm, der sich von einem Eintrittsdurchmesser von etwa 108 mm ausgehend verengt. Der entsprechende Einlaufbereich dieses zweiten Abschnitts des zweiten Rohrzuges ist als Einzelheit Y in Fig. 5 dargestellt.

[0031] Die beiden vorgenannten Abschnitte des zweiten Rohrzuges sind Fig. 1 dargestellt, wobei das stromabwärtige Ende des ersten Abschnitts mit dem stomaufwärtigen Ende des zweiten Abschnitts über eine Umlenkammer 13 miteinander verbunden sind. Man erkennt aus dem in Fig. 3 dargestellten Querschnitt längs der Linie B-B von Fig. 1, daß die Vielzahl der jeweils parallel durchströmten Rohre eng nebeneinander angeordnet sind derart, daß die trompetenartig aufgeweiteten Ränder an den eintrittseitigen Rohrenden aneinander angrenzen, während zwischen den sich daran anschließenden zylindrischen Rohrabschnitten ausreichend Platz für die Umspülung der Rohre mit Kesselwasser verbleibt.

[0032] Das stromabwärtige Ende des zweiten Abschnitts des zweiten Rohrzuges ist über ein Verbindungsrohr 14 mit einem dritten Abschnitt des zweiten Rohrzuges verbunden, der aus 200 zu einander parallelen Rohren mit einem Innendurchmesser von jeweils etwa 40 mm besteht, die sich von einem Eintrittsdurchmesser von etwa 64 mm ausgehend trompetenartig verengen, wie die in Fig. 6 dargestellte Einzelheit Z zeigt. Das stromabwärtige Ende des dritten Abschnitts des zweiten Rohrzuges 12 kann mit einer üblichen Filteran-

lage (nicht dargestellt) verbunden sein.

[0033] Die trompetenartigen Rohreinläufe, die in den Detailzeichnungen der Fig. 4 - 6 gezeigt sind, sollen Strömungsabrisse vermeiden. Dieses ist wichtig, damit der kritische Temperaturbereich von den Abgasen schnell, in ca. 0,1s, durchfahren wird, um die Neubildung sekundärer Furane und Dioxine zu behindern, die langsam abläuft und daher Zeit benötigt. Würden nämlich Strömungsabrisse erzeugt, entstehen Wirbel, in denen Anteile der Abgase über eine ausreichend lange Zeit verweilen, daß solche sekundären Furane und Dioxine entstehen.

[0034] Es versteht sich, daß die hier gegebenen Maße nur beispielhaft sind, und für eine Brennerleistung von dem Beispiel 8 MW gelten. Bei anderen Brennerleistungen sind die Abmessungen entsprechend bekannter Gesetzmäßigkeiten umzurechnen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbrennen von Abfällen, insbesondere von Holzabfällen, und zum Behandeln der bei der Verbrennung entstehenden Abgase, umfassend die folgenden Schritte:

a) Nahezu stöchiometrische Verbrennung des vorgenannten Brennstoffs derart, daß der O₂-Gehalt im Abgas unter 4% liegt,

b) Entstaubung der Verbrennungsabgase vor deren Abkühlung auf 450°C,

c) Einleiten der heißen Verbrennungsabgase in einen ersten Verweilraum und Ausmischen darin, wobei die Verweilzeit der Verbrennungsabgase in Abhängigkeit von ihrer Temperatur wie folgt bestimmt wird:

Temperatur (°C)	Verweilzeit (s)
1000	2,00
1100	0,60
1200	0,10
1300	0,02
1400	0,01

mit Interpolation der Verweilzeit bei Zwischenwerten der Temperatur,

d) Abkühlen der Verbrennungsabgase auf eine Temperatur, die zwischen 900°C und 1050°C liegt,

e) Eindüsen eines Entstickungsmittels in die Verbrennungsabgase,

f) Einwirkenlassen des Entstickungsmittels auf die Verbrennungsabgase in einem zweiten Verweilraum für eine Zeitdauer von wenigstens 0,3s, und

g) Durchleiten der Verbrennungsabgase durch einen Rohrzug mit einer Massenstromdichte von wenigstens 3kg/h·cm².

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die nahezu stöchiometrische Verbrennung derart ausgeführt wird, daß der O₂-Gehalt im Abgas zwischen 2,5% und 3% liegt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verbrennungsabgase vor dem Einleiten in den ersten Verweilraum entstaubt werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Entstickungsmittel Harnstoff oder Ammoniakwasser verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verweilzeit im zweiten Verweilraum etwa 0,5s beträgt.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** man das Entstickungsmittel etwa 0,5s einwirken läßt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Massenstromdichte im zweiten Rohrzug zwischen 5 und 10kg/h·cm² beträgt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** im Anschluß an den Schritt e) den Verbrennungsgasen ein Absorbens für saure Gaskomponenten zugesetzt wird, das anschließend wieder aus dem Abgasstrom abgeschieden wird.
9. Vorrichtung zum Behandeln der Abgase einer Verbrennung von Abfall, insbesondere von Holzabfall, enthalten:
 - a) einen ersten Verweilraum (5) zur Aufnahme der heißen Verbrennungsabgase,
 - b) einen sich an den Verweilraum (5) anschließenden ersten Rohrzug (6) zum Abkühlen der Verbrennungsabgase auf eine Temperatur zwischen 900°C und 1500°C,
 - c) eine Vorrichtung (8) zum Eindüsen eines Entstickungsmittels in die Verbrennungsabgase,

se, die stromabwärts des ersten Rohrzuges (6) angeordnet ist,

d) einen zweiten Verweilraum (9), der stromabwärts der Eindüsungsvorrichtung (8) angeordnet ist, und 5

e) einen sich an den zweiten Verweilraum (9) anschließenden zweiten Rohrzug (12) zum weiteren Abkühlen der Verbrennungsabgase. 10

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rohrzüge (6, 12) als Rauchrohrbündel ausgebildet sind. 15

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rohrzüge (6, 12) trompetenartig ausgerundete Einläufe aufweisen und so bemessen sind, daß eine Massenstromdichte der Verbrennungsabgase von wenigstens 3 kg/h cm² erzielt wird. 20

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** der zweite Verweilraum (9) mit wärmedämmenden Wänden versehen ist. 25

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** der zweite Verweilraum (9) auf seiner stromabwärtigen Seite mit einem Überhitzer (10) verbunden ist. 30

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** stromaufwärts des ersten Verweilraums (5) eine kegelstumpfförmige Nachbrennkammer (2) angeordnet ist, die sich in Strömungsrichtung verengt und die am kleinsten Durchmesser eine Einrichtung zum Zuführen von Verbrennungsluft tangential in die Nachbrennkammer (2) aufweist. 35 40

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** im Strömungsweg der Verbrennungsabgase zwischen der Nachbrennkammer (2) und dem ersten Verweilraum (5) eine blendenartige Verengung (4) angeordnet ist, an der die Strömung unter Bildung eines Torus-ähnlichen Wirbels abreißt. 45

50

55

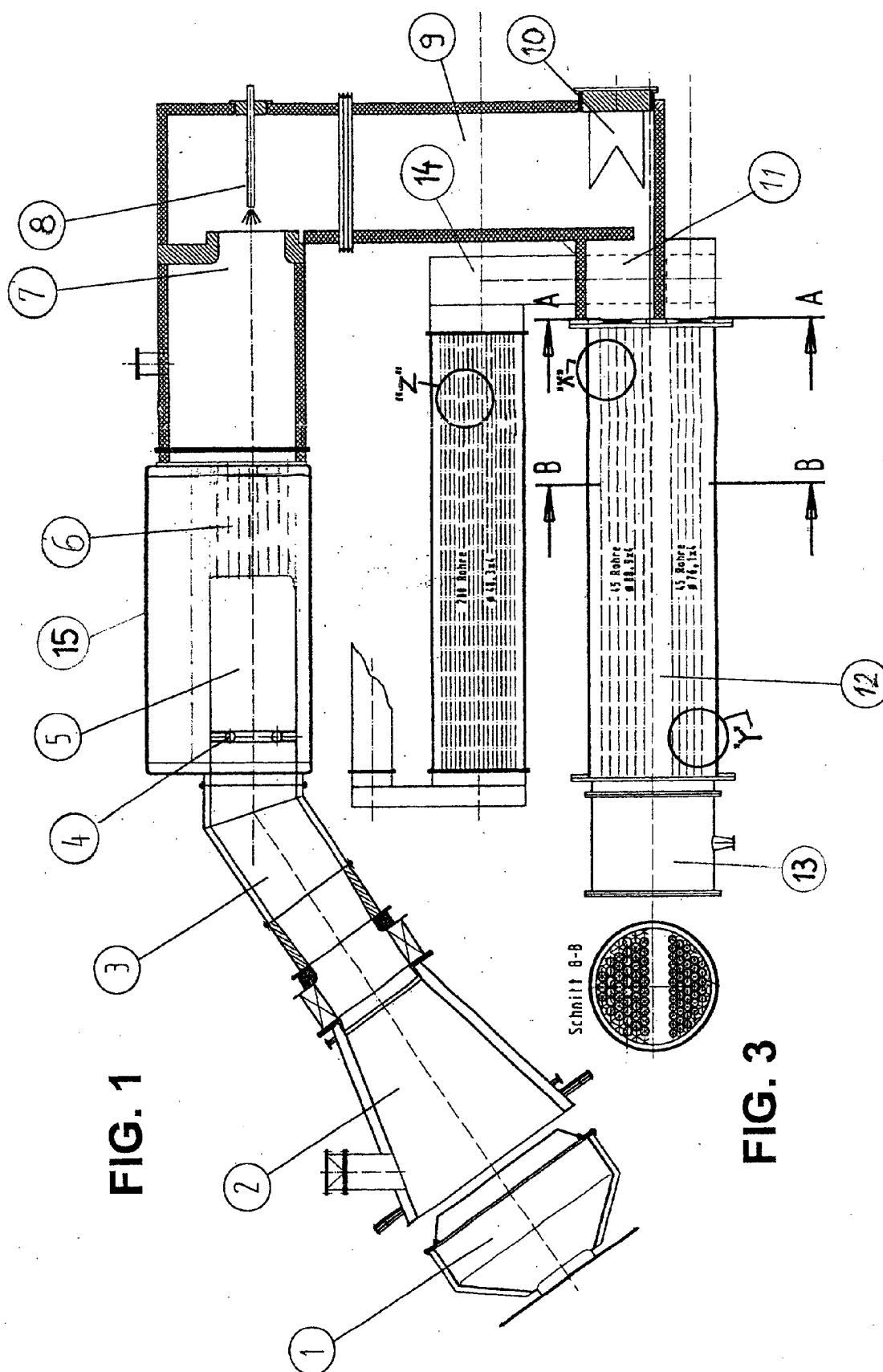


FIG. 2

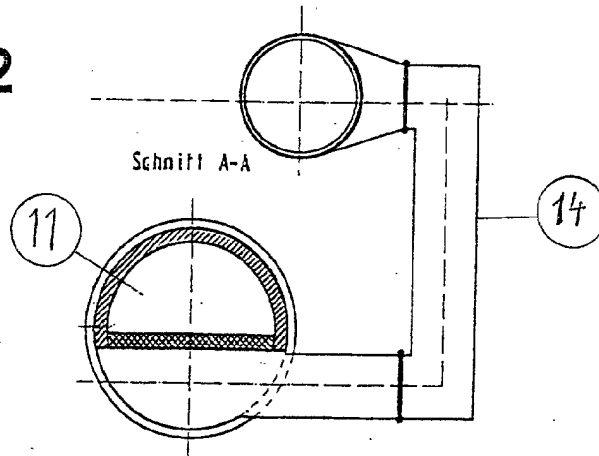


FIG. 6

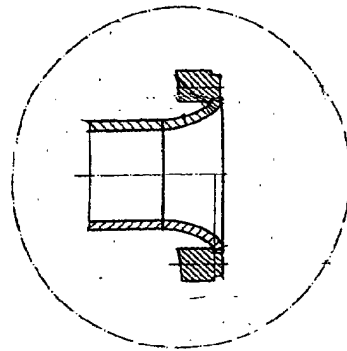


FIG. 4

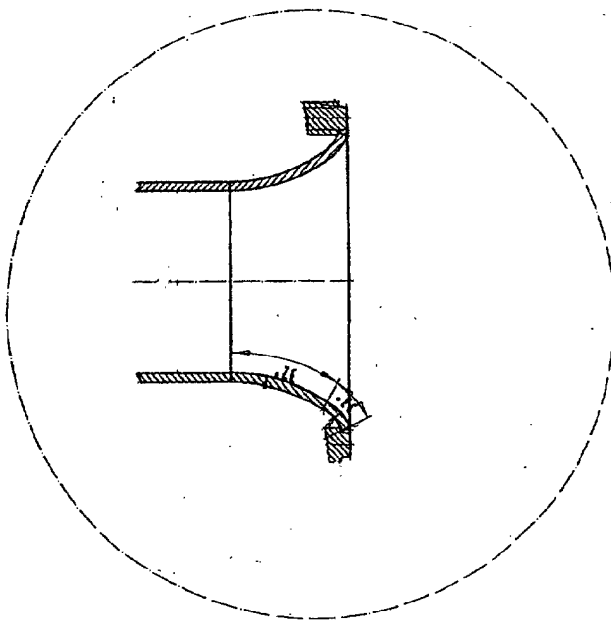


FIG. 5

