(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 750 731 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
15.10.1997 Patentblatt 1997/42

(21) Anmeldenummer: **95909576.1**

(22) Anmeldetag: **02.03.1995**

(51) Int Cl.[6]: **F23G 5/30**, F23G 5/027

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/AT95/00042

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 95/25248 (21.09.1995 Gazette 1995/40)

(54) **VERFAHREN ZUM ABBAU INSBESONDERE ZUR VOLLSTÄNDIGEN VERBRENNUNG**
DESTRUCTIVE, ESPECIALLY COMPLETE COMBUSTION, PROCESS
PROCEDE DE DESTRUCTION, EN PARTICULIER DE COMBUSTION COMPLETE

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

(30) Priorität: **17.03.1994 AT 564/94**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.01.1997 Patentblatt 1997/01

(73) Patentinhaber: **AUSTRIAN ENERGY & ENVIRONMENT SGP/WAAGNER-BIRO GmbH**
1211 Wien (AT)

(72) Erfinder:
- **GLASNER, Alfred**
  (AT)
- **KAUFMANN, Kurt**
  A-8052 Graz (AT)

(74) Vertreter: **Wallner, Gerhard, Dipl.-Ing.**
Austrian Energy & Environment
SGP/Waagner-Biro GmbH,
Siemensstrasse 89
1211 Wien (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-93/11388
DE-A- 3 726 643
DE-A- 4 026 272
US-A- 4 232 614

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 5, no. 97 (M-75) 24. Juni 1981 & JP,A,56 042 008 (TSUKISHIMA KIKAI) 20. April 1981**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 750 731 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur vollständigen Verbrennung von Kohlenstoffverbindungen, wie z. B. Kunststoffen, Kohlenwasserstoffen, unbeschichtetem oder beschichtetem Papier, Klärschlamm und mit halogenhältigem Material, wie PVC, vermischten Holzabfällen, in einer Wirbelschichtbrennkammer (1) gemäß Oberbegriff der Ansprüche 1 oder 2.

Es ist bekannt, daß Kunststoffabfälle rasch unter Rußbildung verbrennen, wobei sich eine schlackenartige schwer brennbare Schmelze ergibt, die relativ große Kohlenwasserstoffmoleküle, Ruß aber auch Dioxinbausteine durch Kondensation enthält und einen Heizwertverlust durch Unverbranntes verursacht. Es ist ferner bekannt, daß durch zu hohe Bettemperaturen der zu Fluidisierung verwendete Sand aufschmilzt und durch Korngrößenveränderung im Wirbelbett Anlaß zu Schwierigkeiten gibt. Die Bildung von Ruß und hochmolekularen Kohlenwasserstoffen führt zu erhöhten CO-Werten im Rauchgas und erhöht den organischen Kohlenstoffgehalt im Abgas der Verbrennungsanlage. Hohe Brennkammertemperaturen verbessern den Ausbrand. In einer Wirbelschicht ist jedoch die Temperatur der Brennkammer durch den Ascheerweichungspunkt begrenzt.

Aus der DE-OS 25 32 994 ist ein Verfahren zur Trocknung und gegebenenfalls Pyrolysierung von Produkten bekannt, wobei dem zu verbrennenden Material Wasser und/oder noch verwertbare Produkte durch ein Wärmebehandlungsverfahren entzogen wird. Es ist aber keine zweistufige Verbrennung geoffenbart. Die PCT 93/11388 zeigt ein ähnliches Verfahren zur Trokkung von zu verbrennenden Substanzen, wodurch im Gegensatz zu unserer Erfindung die Verbrennung intensiviert wird und damit bei organischen Stoffen die Verklumpung und die nur teilweise Verbrennung gefördert wird. Aus der DE-OS 20 38 545 ist eine Anlage zum Vernichten von Festmüll in einer Verbrennungseinrichtung unter Druck und unter Einbindung einer Gasturbine bekannt, deren Abgase zur Behandlung des zu verbrennenden Festmülls dienen, der nach seiner Verkokung und vor seiner Verbrennung noch zur Abwasserreinigung eingesetzt wird, wobei Wassergas erzeugt wird.

Die DE-A1 4026272 offenbart die gestufte Verbrennung von Abfällen durch Entgasung und Verbrennung in zwei getrennten Wirbelbetten. Die Entgasung erfolgt in Rauchgasatmosphäre durch CO_2-Umwandlung in CO, wodurch aus dem Kunststoffvergasungsprozeß nur eine geringe Wärmemenge durch chemische Abbindung abgeführt werden kann, sodaß letztendendes der Kunststoff schmilzt und verkrustet. Die entstehenden brennbaren Abgase werden in einer nachgeschalteten Brennkammer ohne Zusatzbrennstoffe bei Temperaturen über 1200°C verbrannt. In der Vergasungszone wird bei Sauerstoffmangel die Verbrennung gedrosselt, wobei bei Verbrennung von Plastikabfällen dieselben schmelzen, sodaß eine Klumpenbildung auftritt, die im Wirbelbett zu Störungen Anlaß gibt. Um diesem Nachteil zu begegnen, erfolgt bei unserer Erfindung die Wärmezufuhr nicht durch Verbrennung, sondern durch den heißen Sand aus der Verbrennung, wobei gleichzeitig durch die Vergasung in Wasserdampfatmosphäre Wassergas in einem wärmeverzehrenden Prozeß erzeugt wird, sodaß das Sandmaterial abgekühlt wird und hochenergetische (wasserstoffhältige) Abgase entstehen, deren Verbrennung in der nachgeschalteten Brennkammer die Erreichung einer höheren Temperatur ermöglicht. Es wird also bei unserer Erfindung Wärme chemisch gebunden und später in der eigentlichen Verbrennung wieder freigesetzt.

Aus der DE-A-3726643 ist die Trocknung von feuchter Braunkohle vor ihrer Verbrennung bekannt, wobei der Brüden rezirkuliert wird, also kein Umbau der Kohlenwasserstoffe stattfindet. Die JP-A-56042008 offenbart eine Verbrennung in drei Stufen, in einer unterteilten Brennkammer, wobei der zu verbrennende Brennstoff zuerst unter Luftabschluß in Anwesenheit eines heißen Wärmeträgers pyrolisiert und dann nach Überströmen eines Wehres im Wirbelbett verbrannt wird. Der Wärmeträger wird dann nach dem Ausbrand heiß in die Pyrolysekammer zurückgeführt. Die bei der Pyrolyse und Restverbrennung entstehenden brennbaren Gase werden anschließend in einem gemeinsamen Raum verbrannt.

Die Erfindung hat es sich zur Aufgabe gestellt, die angeführten Nachteile zu beheben und die hiezu benötigte Anlage zu vereinfachen, wobei die Verbrennung der Kohlenstoffverbindungen so gesteuert wird, daß die Schlackenbildung unterbleibt und der brennbare Teil vollständig in Wärme umgesetzt wird, wobei die leicht flüchtigen Substanzen zuerst in Wasserdampfatmosphäre bei Temperaturen zwischen 300°C und 850°C abgespalten werden, wodurch der Heizwert der Substanz vor der eigentlichen Verbrennung reduziert wird, sodaß die Verbrennungstemperatur mit Sicherheit unterhalb der Erweichung des Sandes verbleibt und die Fluidisierungseigenschaft des Sandes nicht durch Kornvergrößerung beeinflußt wird.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung wird in der Möglichkeit der Beseitigung von Klärschlamm gesehen, der zuerst unter Unterdruckbedingungen und Dampfbildung getrocknet und dann entgast und verbrannt wird.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 oder 2 gelöst.

Wesentliche Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen 3-10 angegeben.

Die Erfindung ist in den angeschlossenen Figuren 1 und 2 beispielsweise und schematisch dargestellt.

Fig. 1 zeigt eine Verbrennung nach dem Prinzip einer zirkulierenden Wirbelschicht. Bei einer zirkulierenden Wirbelschicht ist die Brennkammer (1) im wesentlichen von einem turbulenten Gasfeststoffgemisch gefüllt, welches in einem nachgeschalteten Zyklon (2) in eine gasförmige und eine Feststofffraktion getrennt wird. Der Feststoff wird über die Leitung (3,4) wieder in

die Brennkammer (1) eingebracht, wobei er mit Brennstoff über die Leitung (11) angereichert wird. Als Feststoff dient in den meisten Fällen Sand, der in seiner feinkörnigen Form ein Fluidisierungsmittel für den Brennstoff darstellt. Das Brennstoffsandgemisch wird in der Brennkammer (1) durch Lufteinblasung (12) fluidisiert, wobei die Verbrennung durch Zufuhr von Sekundärluft (5) und der Tertiärluft (6) zu Erreichung einer vollständigen Verbrennung gesteuert wird. Entstehende Asche wird in der Leitung (3 bzw. 4) ausgeschieden. Im Falle der Verbrennung von Kohlenstoffverbindungen, wie z. B. Kunststoffen oder auch Kohlenwasserstoffen, unbeschichtetes oder beschichtetes Papier, Klärschlämmen und auch von Holzabfällen mit oder ohne PVC-Beschichtungen, kurz Müll bezeichnet, entstehen insbesondere infolge der raschen Verbrennung der Kunststoffe örtlich hohe Temperaturen, die das Brennmaterial schmelzen und schlackenartige Rückstände bilden sowie den weiteren Abbrand der zu verbrennenden Substanzen erschweren und Klumpen bilden, die bei der Fluidisierung im Wirbelbett Schwierigkeiten bereiten und Unverbranntes einschließen. Es ist daher für den vollständigen Abbau dieser Kohlenstoffverbindungen eine Vorstufe (7) in Form einer mit Wasserdampf fluidisierten Wirbelschichtkammer vorgesehen in der die leichtflüchtigen Substanzen in Wasserdampfatmosphäre von den Kohlenstoffverbindungen abgespalten werden, wobei eine endotherme Umwandlung des Wasserdampfes in Wasserstoff und des flüchtigen Kohlenstoffes in Kohlenmonoxyd erfolgt. Durch diese Maßnahme wird der Heizwert der Kohlenstoffverbindungen reduziert, sodaß bei der eigentlichen Verbrennung in der Brennkammer (1) eine niedrigere Brennkammertemperatur erreicht wird, bei der eine Schlackenbildung nicht mehr möglich ist. Der Umsatz der Kunststoffe in Wasserdampfatmosphäre erfolgt nicht quantitativ zu CO, CO_2 und H_2. Es verbleibt ein Teil der Kohlenwasserstoffe in Form von aliphatischen C_xH_y-Verbindungen. Die Bildung von Aromaten wird unterdrückt, da sie erst bei sehr niedrigen Sauerstoffpartialdrücken gebildet werden. Bei höherer Temperatur erfolgt die Aromatenbildung bereits bei höherem Sauerstoffpartialdruck und ist daher schwieriger zu unterdrücken. Die Bildung von Ruß und Aromaten ist unerwünscht und führt zu den Prekursoren von Dioxinen. Also indirekt zur Bildung von Dioxinen.

Durch die Vorstufe (7) wird heißer als Wärmeträger dienender Sand geleitet, der durch den Schmelz und Vergasungsprozeß und die endotherme Wassergasbildung abgekühlt wird. In diesem Sinne ist die Wirbelbettverbrennung zweckmäßig als zirkulierende Wirbelschicht ausgebildet, wobei der zirkulierende Feststoff Sand und/oder Asche ist, in welchem zu spaltende Kohlenstoffverbindungen über eine Dampfzufuhr (13) eingebracht werden, wobei die Kohlenstoffverbindungen infolge der hohen Temperatur des Sandes schmelzen aber infolge von Sauerstoffmangel nicht verbrennen können und sich im Sand verteilen. Die flüchtigen gasförmigen Bestandteile reagieren mit dem Wasserdampf zur wärmeverbrauchenden Wassergasreaktion und es bildet sich Wasserstoff und Kohlenmonoxid. Wesentlich ist, daß die gasbildende Reaktion in einer stark turbulenten Zone, also in einem Wirbelbett, erfolgt, sodaß die aufgeschmolzenen zum Teil sich zersetzenden Substanzen sich gleichmäßig im Sand verteilen, und eine Tropfenbildung unterbleibt. Zweckmäßig ist die Sandmenge gewichtsmäßig mehr als 30-fach größer als jener der abzubauenden Kohlenstoffverbindungen.

Diese Brennstoff-Sandmischung wird nun unter Luftzufuhr in der eigentlichen Wirbelbettverbrennung ausgebrannt, sodaß im Zyklon (2) praktisch ausgebrannter Sand und Verbrennungsabgas getrennt wird. Dieses Abgas kann nun in einer weiteren Brennkammer (8) mit den in der Vorstufe (7) gebildeten Wassergas vermischt werden, wodurch infolge der entstehenden Verbrennung die Temperatur des Abgases noch weiter ansteigt, welches dann in den angeschlossenen Wärmetauschern (9 und 10) nutzbringend unter Bildung von Wasserdampf, insbesondere zur Gewinnung von elektrischer Energie abgekühlt werden kann.

Damit das Gas nicht unerwünschte Bestandteile wie z. B. Salzsäure oder auch Schwefelwasserstoff in die Brennkammer (8) einträgt, kann dieses in einer Trokkenabsorptionskammer (14) von den unerwünschten Gasbestandteilen gereinigt werden und das den Wärmetauscher (10) verlassende Abgas ist arm an Schadstoff. Ein Teil dieses Gases kann zur Verbesserung der Fluidisierung, bzw. Temperaturregelung des Wirbelbettes wieder in die Wirbelschicht der Brennkammer (1) eingebracht werden.

Insbesondere bei der Klärschlammverbrennung ist es sinnvoll, die Vorstufe (7) mit Unterdruck zu betreiben, wobei der benötigte Dampf durch Vakuumverdampfung in einem Entgaser (15) erzeugt wird und der Klärschlamm dadurch entwässert bzw. die vom Klärschlamm abgetrennte Flüssigkeit verdampft wird.

Wesentlich ist, daß die Verteilung, Schmelzung und Zersetzung des Brennstoffes in Wasserdampfatmosphäre erfolgt und die entstehenden gasförmigen Produkte anschließend mit Luftüberschuß verbrannt werden, wobei der Temperaturanstieg bei der Verbrennung der nun vereinfachten Kohlenwasserstoffverbindungen zu keiner erhöhten Aromatenbildung und damit auch zu keiner Dioxinbildung bzw. Bildung der Dioxinpräkursoren führt. Die CO und H_2-Bildung (Wassergasreaktion) senkt damit die Temperatur bei der Zersetzung des Brennstoffes ohne daß aromatische Verbindungen und/oder Ruß gebildet werden.

Im Rahmen der Erfindung kann, wie Fig. 2 zeigt, auch eine stationäre Wirbelschicht verwendet werden bzw. kann das erzeugte Gas auch in das Wirbelbett eingeblasen werden und so die Schaltung vereinfacht werden. Gegebenenfalls kann auch zwischen der Wirbelschicht und der Einblasung des Entgasungsgases einer der beiden Wärmetauscher (9 und 10) angeordnet werden. Die letztere Maßnahme ist besonders wirkungsvoll

wenn das Gas oberhalb der stationären Wirbelschicht eingeblasen wird.

In einer vereinfachten Ausführung wird der Brennstoff in das Wirbelbett (Plenum 20) über die Leitung (11) unter Dampfzufuhr (13) in die Brennkammer 1' eingebracht, wobei die Randzone (18) des Fließbettes in der Brennkammer 1' mit Dampf fluidisiert wird, während der Sauerstoffeintrag für die Verbrennung Über die Lufteinblasung (12) bzw. Rezirkulationsgaseinblasung erfolgt. Dadurch wird die eigentliche Verbrennung im Zentrum (19) des Fließbettes erzielt und kann einfach durch Luftzufuhr geregelt werden, während der Brennstoff durch Wärmezufuhr des absinkenden Sandes (Pfeil 17') in der Randzone (18) vergast und teilweise den fluidisierenden Wasserdampf in Wasserstoff aufspaltet, wobei der freiwerdende Sauerstoff durch den heißen Kohlenstoff unter CO-Bildung abgebunden wird. Diese gasförmigen Vergasungspunkte steigen im Wirbelbett auf (Pfeil 17) und verbrennen durch Primär- und Sekundärluftzufuhr (16) oberhalb der Brennstoffeinleitung.

Dadurch kommt es zu einer Zirkulation des Sandes (Pfeil 17 und 17') im Wirbelbett, welcher im Zentrum nach aufwärts und in der Randzone nach abwärts strömt. Somit wird der Vergasung in der Randzone (18) ständig heißer Sand zugeführt, der in dieser abgekühlt und an der Verbrennungszone im Zentrum (19) während seines Aufsteigens wieder erhitzt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur vollständigen Verbrennung von Kohlenstoffverbindungen, wie z. B. Kunststoffen, Kohlenwasserstoffen, unbeschichtetem oder beschichtetem Papier, Klärschlamm und mit halogenhältigem Material, wie PVC, vermischten Holzabfällen, in einer Wirbelschichtbrennkammer (1) in Anwesenheit von Fluidisierungsmittel in festem und gasförmigem Zustand, wie z. B. Sand und Wasserdampf, wobei die Kohlenstoffverbindungen zuerst in einer Vorstufe (7) teilweise zersetzt, sowie anschließend die noch brennbaren Reste verbrannt werden und die in der Vorstufe (7) erzeugten gasförmigen Reaktionsprodukte mit dem Abgas der Wirbelschichtbrennkammer (1) verbrannt werden, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Vermeidung der Bildung von hochmolekularen Kondensationsprodukten die Umsetzung des Kohlenstoffes in zwei Stufen erfolgt, wobei die zu verbrennenden Kohlenstoffverbindungen mit mindestens der 30fachen Gewichtsmenge an heißem Sand aus der Rezirkulation als Wärmeträger in sauerstoffarmer Atmosphäre in eine turbulente, durch Wasserdampfzufuhr (13) fluidisierte Wirbelschicht der Vorstufe (7) der Wirbelschichtbrennkammer (1) eingebracht und die Kohlenstoffverbindungen in Wasserdampfatmosphäre unter Bildung von Wassergas und leicht flüchtigen niedermolekularen Kohlenwasserstoffen gespalten werden, wobei die ablaufenden Zersetzungsreaktionen der bei der Vergasung durch Schmelzung bzw. Spaltung der Kohlenstoffverbindungen gebildeten leicht flüchtigen niedermolekularen Kohlenwasserstoffe in wasserdampfhältiger Atmosphäre bei Temperaturen über 400°C erfolgen und die gasförmigen Reaktionsprodukte, wie Wassergas und leicht flüchtige niedermolekulare Kohlenwasserstoffe, von Sand und dem restlichen festen bzw. schwer flüchtigen Anteil der Kohlenstoffverbindungen getrennt werden und daß in der Wirbelschichtbrennkammer (1) unter oxidierender Atmosphäre der restliche feste bzw. schwer flüchtige Anteil der Kohlenstoffverbindungen, wie Kohlenwasserstoffe und gebildeter Kohlenstoff, mit weiteren Brennstoffen, wie Kohle und/oder den gasförmigen Reaktionsprodukten aus der Vergasungsreaktion, im Luftüberschuß unter Erhitzung des Sandes verbrannt werden.

2. Verfahren zur vollständigen Verbrennung von Kohlenstoffverbindungen, wie z. B. Kunststoffen, Kohlenwasserstoffen, unbeschichtetem oder beschichtetem Papier, Klärschlamm und mit halogenhältigem Material, wie PVC, vermischten Holzabfällen, in einer Wirbelschichtbrennkammer (1) in Anwesenheit von Fluidisierungsmittel in festem und gasförmigem Zustand, wie z. B. Sand und Wasserdampf, wobei die Kohlenstoffverbindungen zuerst teilweise zersetzt, sowie anschließend die noch brennbaren Reste verbrannt werden und die erzeugten gasförmigen Reaktionsprodukte mit dem Abgas der Wirbelschichtbrennkammer (1) verbrannt werden, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Vermeidung der Bildung von hochmolekularen Kondensationsprodukten die Umsetzung des Kohlenstoffes in zwei Stufen erfolgt, wobei die zu verbrennenden Kohlenstoffverbindungen mit mindestens der 30fachen Gewichtsmenge an heißem Sand aus der internen Rezirkulation als Wärmeträger in sauerstoffarmer Atmosphäre in eine turbulente, durch Wasserdampfzufuhr (13) fluidisierte Randzone der Wirbelschichtbrennkammer (1) eingebracht und die Kohlenstoffverbindungen in Wasserdampfatmosphäre unter Bildung von Wassergas und leicht flüchtigen niedermolekularen Kohlenwasserstoffen gespalten werden, wobei die ablaufenden Zersetzungsreaktionen der bei der Vergasung durch Schmelzung bzw. Spaltung der Kohlenstoffverbindungen gebildeten leicht flüchtigen niedermolekularen Kohlenwasserstoffe in wasserdampfhältiger Atmosphäre bei Temperaturen über 400°C erfolgen und die gasförmigen Reaktionsprodukte, wie Wassergas und leicht flüchtige niedermolekulare Kohlenwasserstoffe, von Sand und dem restlichen festen bzw. schwer flüchtigen Anteil der Kohlenstoffverbindungen getrennt werden und daß in der zentralen Zone der Wirbelschichtbrennkammer (1) un-

ter oxidierender Atmosphäre der restliche feste bzw. schwer flüchtige Anteil der Kohlenstoffverbindungen, wie Kohlenwasserstoffe und gebildeter Kohlenstoff, mit weiteren Brennstoffen, wie Kohle und/oder den gasförmigen Reaktionsprodukten aus der Vergasungsreaktion, im Luftüberschuß unter Erhitzung des Sandes verbrannt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgasung bei sinkender Sandtemperatur geführt wird und die leicht flüchtigen Bestandteile in der Wasserdampfatmosphäre unter Energieverbrauch vorzugsweise zu Wasserstoff und Kohlenmonoxyd reagieren und die zurückgebliebenen im Sand fein verteilten noch brennbaren Feststoffe zusammen mit dem Sand in der nachgeschalteten Wirbelschichtbrennkammer (1) unter Sauerstoffzufuhr (Lufteinblasung 5, 6, 12) verbrannt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Vorstufe (7) zusätzlich zur Dampfzufuhr (13) auch geregelt Sauerstoff, insbesondere in Form von Luft oder Rezirkulationsgas, zugeführt wird, sodaß die Temperatur des austretenden, teilweise ausgegasten Substanzen-Sandgemisches nur geringförmig absinkend unterhalb der Temperatur des eintretenden heißen Sandes, insbesondere zwischen 450°C und 700°C gehalten wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Wasser, Wasserdampf und Luft oder Sauerstoff zur Temperaturregelung in die Vorstufe (7) eingebracht wird und daß der Druck während der Vergasung in der Vorstufe (7) auf unter 1 bar absolut gehalten wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die bei der Vergasung erzeugten gasförmigen Reaktionsprodukte nach dem Verlassen der Vorstufe (7) einer Gasreinigung (14) zugeführt wird, in welcher gebildete Salzsäure und andere Halogenverbindungen, sowie gegebenenfalls auch Schwefelwasserstoff entfernt werden (Fig. 1).

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Verteilung der in der Vorstufe (7) gebildeten gasförmigen Reaktionsprodukte in der Wirbelschichtbrennkammer (1) über Injektoren erfolgt, die als Treibmedium Rezirkulationsgas mit höherem Druck oder Wasserdampf verwenden und vorzugsweise der erforderliche Wasserdampf für die Vorstufe aus Abkühlung heißer Abwässer durch Erzeugung von Unterdruck in einem Vakuumentgaser mit Dampfstrahlapparaten gewonnen wird.

8. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vergasung und Verbrennung in einem Wirbelbett (20) durchgeführt wird, wobei der Brennstoff (11) und Dampf (13) mit niedrigem Druck, vorzugsweise Unterdruck vorgemischt wird und dann in einen Injektor durch Wasserdampf mit höherem Druck in die Randzonen (18) der Wirbelschicht (20) eingeblasen, mit heißem Sand durchmischt und in sauerstoffarmer Atmosphäre verflüchtigt wird, daß die gasförmigen Reaktionsprodukte nach oben aus der Vergasungszone abgeführt werden und mit Rezirkulationsgas und/oder Primärluft örtlich oberhalb der Vergasungszone verbrannt werden und daß die schwerflüchtigen Brennstoffanteile und festen Rückstände mit dem Sand in eine nachgeschaltete Verbrennungszone (19) seitlich oder unterhalb der Entgasungszone geführt werden und nachfolgend mit Luft (12) und/oder Rezirkulationsgas verbrannt werden (Fig. 2).

9. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zu verbrennenden Substanzen mit mehr als 600°C heißem aus der Wirbelschicht der Brennkammer abgezogenen Sand in einer Randzone (18) mit Wasserdampf gemischt und zumindest teilweise vergast werden, wobei der heiße Sand, welcher als Wärmeträger in die Randzone (18) eingebracht wird, die für die Wasserstoffbildung notwendige Energie liefert (Fig. 2).

10. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die aus der Randzone (8) ausgetragenen Feststoffe durch Sauerstoffzufuhr (12) auf über 600°C erwärmt und danach wieder in eine wasserdampfhältige Atmosphäre zur weiteren Entgasung durch Abspaltung gebracht werden (Fig. 2).

Claims

1. Process for complete combustion of carbon composites, for example plastic materials, hydrocarbons, uncoated or coated paper, sewage sludge and mixed wood wastes with halogen containing material, such as PVC, in a fluidised bed combustion chamber (1) in the presence of fluidising material in a solid a gaseous form, for example sand and water vapour, and the carbon composites are initially partially decomposed in a pre-stage (7), whereafter still combustible remainders are combusted and gaseous reaction products produced in the prestage (7) are combusted with the waste gas of the fluidised bed combustion chamber (1), **characterised in that,** for the purpose of preventing a formation of high molecular condensation products, the conversion of carbon is carried out in two stages, and carbon composites to be combusted are entered with at least 30 times the weight volume of hot sand from the recirculation as a heat carrier in low oxygen atmosphere into a turbulent fluidised bed,

which is fluidised by delivery of water vapour (13), of the pre-stage (7) of the fluidised bed combustion chamber (1), and the carbon composites are split in a water vapour atmosphere whilst forming water gas and light volatile low molecular hydrocarbons, and discharging decomposing reactions of light volatile low molecular hydrocarbons, which formed during gasification by melting or splitting the hydrocarbon composites, in a water vapour containing atmosphere at temperatures above 400°C, and gaseous reaction products, such as water gas and light volatile low molecular hydrocarbons, are separated from sand and remaining solid and low volatile portions of the carbon composites, and in the fluidised bed combustion chamber (1) the remaining solid or low volatile portion of the carbon composites, such as hydrocarbons and produced carbon, are combusted with further combustible materials, such as coal and/or gaseous reaction products from gasification reaction, with a surplus of air whilst heating the sand.

2. Process for complete combustion of carbon composites, for example plastic materials, hydrocarbons, uncoated or coated paper, sewage sludge and wood wastes mixed with halogen containing material, such as PVC, in a fluidised bed combustion chamber (1) in the presence of fluidising means in a solid and gaseous state, for example sand and water vapour, and the carbon composites are initially partially decomposed, and still combustible remainders are subsequently combusted, and produced gaseous reaction products are combusted with the waste gas of the fluidised bed combustion chamber (1), **characterised in that,** for the purpose of preventing a formation of high molecular condensation products, the conversion of carbon is carried out in two stages, and carbon composites to be combusted are entered with at least 30 times the weight volume of hot sand from the internal recirculation as a heat carrier in low oxygen atmosphere into a turbulent edge zone of the fluidised bed combustion chamber (1), which is fluidised by delivery of water vapour (13), and the carbon composites are split in a water vapour atmosphere whilst forming water gas and light volatile low molecular hydrocarbons, and discharging decomposing reactions of light volatile low molecular hydrocarbons, which formed during gasification by melting or splitting the hydrocarbon composites, takes place in a water vapour containing atmosphere at temperatures above 400°C, and gaseous reaction products, such as water gas and light volatile low molecular hydrocarbons, are separated from sand and remaining solid and low volatile portions of carbon composites, and in the central zone of the fluidised bed combustion chamber (1) the remaining solid or low volatile portion of the carbon composites, such as hydrocarbons and developed carbon, are combusted in an oxidising atmosphere with other combustible materials, such as coal and/or gaseous reaction products from gasification reaction, with a surplus of air whilst heating the sand.

3. Process according to Claim 1, **characterised in that** degasification is performed with a drop in sand temperature, and light volatile components react in the water vapour atmosphere whilst using up energy preferably to hydrogen and carbonmonoxide, and remaining still combustible solids finely distributed in the sand are combusted together with the sand in a downstream fluidised bed combustion chamber (1) with oxygen delivery (air blown in 5, 6, 12).

4. Process according to Claim 1, **characterised in that** in the pre-stage (7) a controlled supply of oxygen, in particular in the form of air or recirculation gas, is delivered in addition to the delivery of steam (13), so that the temperature of exiting, partially degassed substance/sand mixture is maintained whilst dropping only insignificantly below the temperature of entering hot sand, in particular between 450°C and 700°C.

5. Process according to Claim 1, **characterised in that** water, water vapour and air or oxygen are fed into the pre-stage (7) for the purpose of temperature regulation, and during gasification in the pre-stage (7), the pressure is maintained at below 1 Bar absolute.

6. Process according to Claim 1, **characterised in that** gaseous reaction products produced during gasification are, after having left the pre-stage (7), delivered to a gas purification (14) where formed hydrochloric acid and other halogen composites, and if appropriate hydrogen sulfide, are removed (Fig. 1).

7. Process according to Claim 6, **characterised in that** the distribution of gaseous reaction products formed in the pre-stage (7) in the fluidised bed combustion chamber (1) is carried out via injectors which use recirculation gas with higher pressure or water vapour as propellant medium, or preferably the required water vapour for the pre-stage is obtained from cooled down hot waste water by generating a negative pressure in a vacuum degasifier with vapour jet apparatuses.

8. Process according to Claim 2, **characterised in that** gasification and combustion are carried out in a fluidised bed (20), and the fuel (11) and the vapour (13) are premixed under low pressure, preferably negative pressure, and then blown into an injector

by water vapour at higher pressure into the edge zones (18) of the fluidised bed (20), mixed with hot sand and evaporated in a low oxygen atmosphere, and the gaseous reaction products are discharged upwards out of the gasification zone and combusted with recirculation gas and/or primary air locally above the gasification zone, and the low volatile fuel portions and solid residues are ducted with the sand into a downstream combustion zone (19) at the side or below the degasification zone and thereafter combusted with air (12) and/or recirculation gas (Fig. 2).

9. Process according to Claim 2, **characterised in that** substances to be combusted are mixed with sand of more than 600°C, which is extracted from the fluidised bed of the combustion chamber, in an edge zone (18) with water vapour and at least partially gasified, and the hot sand which is entered into the edge zone (18) as a heat carrier delivers energy required for producing hydrogen (Fig. 2).

10. Process according to Claim 2, **characterised in that** solids discharged from the edge zone (8) are heated by way of supplying oxygen (12) to above 600°C and thereafter returned into a water vapour containing atmosphere for further degasification by way of separation (Fig. 2).

Revendications

1. Procédé pour la combustion complète de composés carbonés tels que par exemple des matières synthétiques, des hydrocarbures, du papier non couché ou couché, des boues de curage et des déchets de bois mélangés avec des matières halogénées telles que le PVC, dans une chambre de combustion (1) à lit fluidisé en présence d'un agent de fluidisation à l'état solide et gazeux, tel que par exemple du sable et de la vapeur d'eau, dans lequel les composés carbonés sont d'abord soumis à une décomposition partielle dans une étape préalable (7), ensuite on brûle les résidus encore combustibles et on brûle les produits réactionnels gazeux qui se sont formés dans l'étape préalable (7) avec les gaz d'échappement de la chambre de combustion (1) à lit fluidisé, caractérisé en ce que, pour éviter la formation de produits de condensation à poids moléculaire élevé, on procède à la transformation du carbone en deux étapes, dans lesquelles on introduit les composés carbonés devant être soumis à une combustion, avec au moins une quantité pondérale 30 fois supérieure de sable chaud provenant de la remise en circulation, à titre d'élément caloporteur, dans une atmosphère pauvre en oxygène, dans un lit turbulent de l'étape préalable (7) de la chambre de combustion (1) en lit fluidisé soumis à une fluidisation par apport de vapeur d'eau (13) et on sépare les composés carbonés dans une atmosphère de vapeur d'eau avec formation de gaz à l'eau, ainsi que les hydrocarbures aisément volatils à bas poids moléculaire, dans lesquelles les réactions de décomposition concernant les hydrocarbures à bas poids moléculaire aisément volatils qui se sont formés lors de la gazéification par mise en fusion, respectivement par scission des composés carbonés, se déroulent dans une atmosphère contenant de la vapeur d'eau à des températures supérieures à 400°C, et les produits réactionnels gazeux tels que le gaz à l'eau et les hydrocarbures à bas poids moléculaire aisément volatils sont séparés du sable et de la fraction résiduelle solide, respectivement faiblement volatile des composés carbonés, et en ce que, dans la chambre de combustion (1) en lit fluidisé, sous une atmosphère oxydante, on brûle la fraction résiduelle solide, respectivement faiblement volatile des composés carbonés tels que les hydrocarbures et le carbone qui s'est formé, avec d'autres combustibles tels que du charbon et/ou les produits réactionnels gazeux provenant de la réaction de gazéification, dans un excès d'air, en chauffant le sable.

2. Procédé pour la combustion complète de composés carbonés tels que par exemple des matières synthétiques, des hydrocarbures, du papier non couché ou couché, des boues de curage et des déchets de bois mélangés avec des matières halogénées telles que le PVC, dans une chambre de combustion (1) à lit fluidisé en présence d'un agent de fluidisation à l'état solide et gazeux, tel que par exemple du sable et de la vapeur d'eau, dans lequel les composés carbonés sont d'abord soumis à une décomposition partielle dans une étape préalable (7), ensuite on brûle les résidus encore combustibles et on brûle les produits réactionnels gazeux qui se sont formés dans l'étape préalable (7) avec les gaz d'échappement de la chambre de combustion (1) à lit fluidisé, caractérisé en ce que, pour éviter la formation de produits de condensation à poids moléculaire élevé, on procède à la transformation du carbone en deux étapes, dans lesquelles on introduit les composés carbonés devant être soumis à une combustion, avec au moins une quantité pondérale 30 fois supérieure de sable chaud provenant de la remise en circulation interne, à titre d'élément caloporteur, dans une atmosphère pauvre en oxygène, dans une zone marginale turbulente de la chambre de combustion (1) en lit fluidisé, soumise à une fluidisation par apport de vapeur d'eau (13) et on sépare les hydrocarbures aisément volatils à bas poids moléculaire, dans lesquelles les réactions de décomposition concernant les hydrocarbures à bas poids moléculaire aisément volatils qui se sont formés lors de la gazéification par mise en fu-

sion, respectivement par scission des composés carbonés, se déroulent dans une atmosphère contenant de la vapeur d'eau à des températures supérieures à 400°C, et les produits réactionnels gazeux tels que le gaz à l'eau et les hydrocarbures à bas poids moléculaire aisément volatils sont séparés du sable et de la fraction résiduelle solide, respectivement faiblement volatile des composés carbonés, et en ce que, dans la zone centrale de la chambre de combustion (1) en lit fluidisé, sous une atmosphère oxydante, on brûle la fraction résiduelle solide, respectivement faiblement volatile des composés carbonés tels que les hydrocarbures et le carbone qui s'est formé, avec d'autres combustibles tels que du charbon et/ou les produits réactionnels gazeux provenant de la réaction de gazéification, dans un excès d'air, en chauffant le sable.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on règle la dégazéification en abaissant la température du sable et on fait réagir les constituants aisément volatils dans l'atmosphère de vapeur d'eau en consommant de l'énergie, de préférence en hydrogène et en monoxyde de carbone, et on brûle les substances solides encore combustibles, finement divisées, subsistant dans le sable conjointement avec le sable dans la chambre de combustion (1) en lit fluidisé montée à la suite avec apport d'oxygène (insufflation d'air 5, 6, 12).

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, dans l'étape préalable (7), on alimente, en plus de l'apport de vapeur (13), également une quantité d'oxygène réglée, en particulier sous forme d'air ou de gaz de remise en circulation, si bien que la température du mélange substances-sable qui s'évacue, ayant subi une dégazéification partielle, est maintenue, seulement en l'abaissant légèrement, en dessous de la température du sable chaud que l'on introduit, en particulier entre 450°C et 700°C.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on introduit de l'eau, de la vapeur d'eau et de l'air ou de l'oxygène pour le réglage de la température dans l'étape préalable (7) et en ce qu'on maintient la pression au cours de la dégazéification dans l'étape antérieure (7) à une valeur de pression absolue inférieure à 1 bar.

6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on achemine les produits réactionnels gazeux obtenus lors de la gazéification après leur évacuation de l'étape antérieure (7) à une purification du gaz (14), dans laquelle on élimine l'acide chlorhydrique qui s'est formé, ainsi que d'autres composés halogénés, de même que, le cas échéant, également l'acide sulfhydrique (figure 1).

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que la dispersion des produits réactionnels gazeux obtenus au cours de l'étape antérieure (7) dans la chambre de combustion (1) en lit fluidisé a lieu via des injecteurs qui utilisent, à titre de milieu de propulsion, du gaz de recirculation sous pression élevée ou encore de la vapeur d'eau, et de préférence, on récupère la vapeur d'eau requise pour l'étape antérieure à partir du refroidissement des eaux usées chaudes en générant un vide dans un dégazéificateur sous vide à l'aide d'appareils à jets de vapeur.

8. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'on effectue la gazéification et la combustion dans un lit fluidisé (20), en mélangeant au préalable le combustible (11) et la vapeur (13) sous une pression inférieure, de préférence sous vide, puis on insuffle le prémélange via un injecteur à l'aide de vapeur d'eau sous pression élevée dans les zones marginales (18) du lit fluidisé (20), on le mélange intimement avec du sable chaud et on le volatilise dans une atmosphère pauvre en oxygène, en ce qu'on évacue les produits réactionnels gazeux vers le haut hors de la zone de gazéification et on les brûle avec du gaz de recirculation et/ou de l'air primaire in situ au-dessus de la zone de gazéification et en ce qu'on guide les fractions de combustibles faiblement volatiles et les résidus solides avec le sable dans une zone de combustion (19) montée à la suite, à côté ou en dessous de la zone de dégazéification, et on les soumet à une combustion ultérieure avec de l'air (12) et/ou avec du gaz de recirculation (figure 2).

9. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'on mélange avec de la vapeur d'eau les substances qui doivent être soumises à une combustion avec du sable dont la température est supérieure à 600°C, prélevée du lit fluidisé de la chambre de combustion, dans une zone marginale (18), et on gazéifie le mélange au moins partiellement, le gaz chaud qui est introduit à titre de caloporteur dans la zone marginale (18) fournissant l'énergie requise pour l'hydrogénation (figure 2).

10. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que les substances solides évacuées de la zone marginale (8) sont réchauffées à une température supérieure à 600°C par apport d'oxygène (12) et sont ensuite ramenées dans une atmosphère contenant de la vapeur d'eau pour être soumises à une dégazéification ultérieure par scission (figure 2).

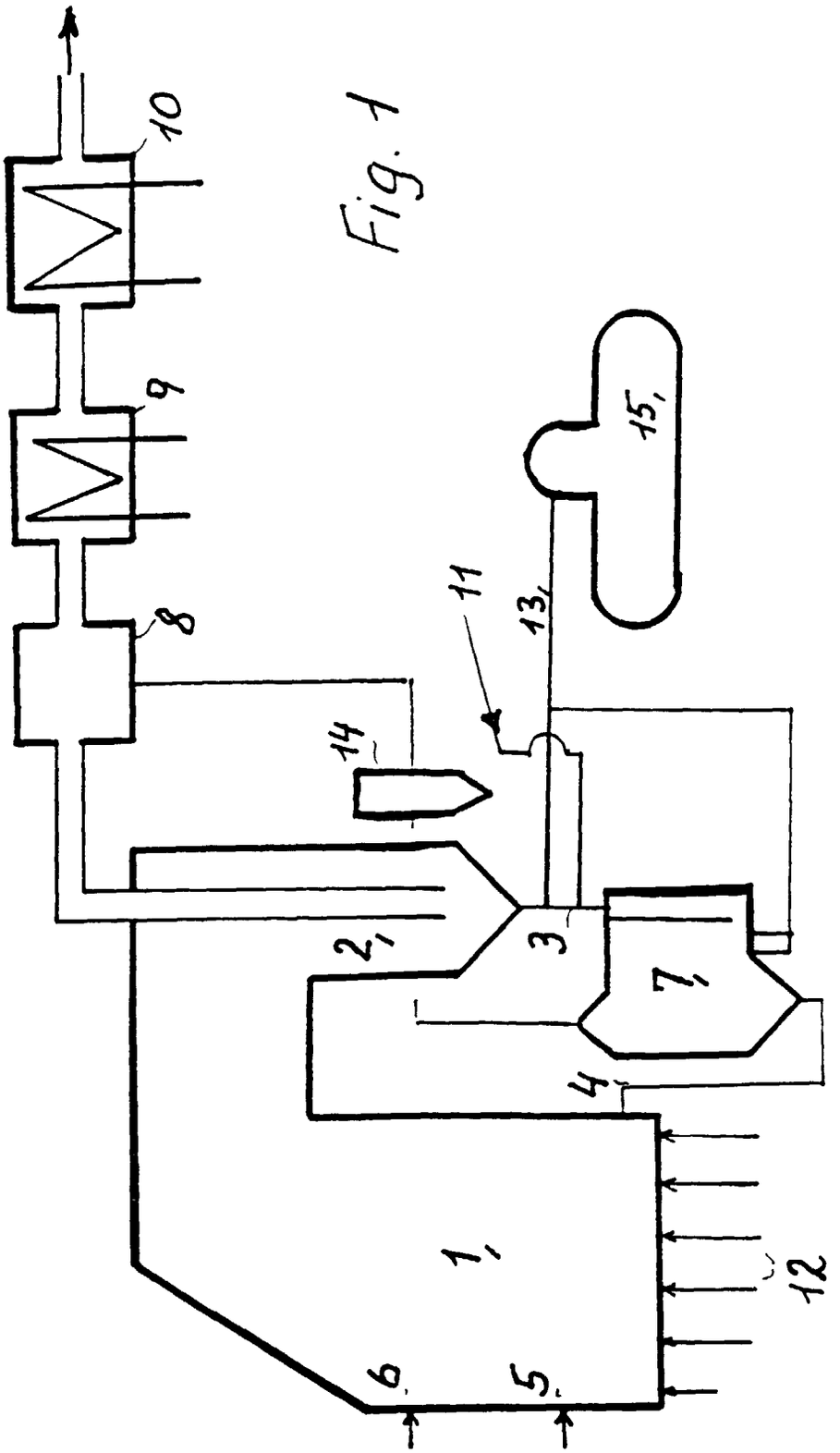


Fig. 1

Fig.2

