



LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

gereinigt. Dabei werden die Abgase in einen ersten Reaktor eingeführt und vom ersten Reaktor in einen nachgeschalteten zweiten Reaktor geleitet. Frisches Sorptionsmittel wird erst zum zweiten Reaktor zugeführt und vom zweiten Reaktor mindestens teilweise in den ersten Reaktor geleitet. Erfindungsgemäss ist der erste Reaktor ein Wirbelschichtreaktor (2), in dem das Sorptionsmittel in Form einer zirkulierenden Wirbelschicht vorliegt, und der zweite Reaktor ein Flugstromreaktor (6).

Verfahren zur Reinigung von Abgasen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur
Reinigung von Abgasen gemäss Anspruch 1, eine
Abgasreinigungsanlage gemäss Anspruch 8, sowie die
5 Verwendung dieser Abgasreinigungsanlage gemäss Anspruch
11.

Abgase, die beispielweise bei der Müllverbrennung
entstehen, werden in der Regel gereinigt, indem darin
enthaltene Schadstoffe wie HCl, HF, SO₂, Stickoxide und
10 Dioxin sowie Stäube in einer Abgasreinigungsanlage
abgeschieden werden.

Ein mögliches Verfahren zur Abscheidung von Schadstoffen
aus den Abgasen stellt die trockene oder quasitrockene
Sorptions der Schadstoffe mittels eines Sorptionsmittels
15 dar. Ein solches Verfahren ist in DE-A-32 35 559
beschrieben. Die Abgaswäsche, wie sie beispielsweise in
Thomé-Kozmiensky, Karl J.: *Thermische Abfallbehandlung*,
EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik, Berlin 1994
(Seiten 486 - 489) beschrieben ist, stellt ein Alternativ-
20 Verfahren zur Behandlung von Abgasen dar.

Bei der trockenen oder quasitrockenen Sorption wird in der
Regel ein Sorptionsmittel in einen Wirbelschichtreaktor
eingebracht, wo es in einer zirkulierenden Wirbelschicht
mit dem Abgas in Kontakt gebracht wird. Dabei sorbieren
25 die Schadstoffe am Sorptionsmittel. Dem
Wirbelschichtreaktor ist üblicherweise ein
Feststoffabscheider nachgeschaltet. In diesem werden im
Abgas mitgeführte Feststoffe und somit auch mit Schadstoff
beladenes Sorptionsmittel abgeschieden. Die abgeschiedenen

- 2 -

Feststoffe werden entweder ausgetragen oder zum Wirbelschichtreaktor zurückgeführt. Ein entsprechendes Verfahren ist in EP-B-1 537 905 beschrieben.

Weitere Verfahren werden etwa in den folgenden Dokumenten
5 des Standes der Technik beschrieben.

FR-A-2 722 113 offenbart ein Verfahren zur Behandlung von Abgasen einer Müllverbrennung mit zwei in Serie angeordneten Betriebsstufen, wobei jede einen Reaktor und einen Staubextraktor aufweist, und wobei frisches Reagens
10 in wenigstens einer Stufe eingeführt wird.

DE-A-1444974 offenbart ein Verfahren zur Entschwefelung von Industriegasen unter Verwendung einer in einem Absorptionsgefäss angeordneten heissen Wirbelschicht, die aus Oxid besteht, welches kontinuierlich zwischen dem
15 Absorptionsgefäss und einem Gefäss zum Regenerieren des Oxids umläuft.

EP-A-0 550 905 offenbart ein Verfahren zur Reduktion von N₂O-Emissionen in bei der Verbrennung von Stickstoffhaltigen Brennstoffen in einem Fließbett-
20 Verbrennungsreaktor freiwerdenden Abgasen.

US-B-5,885,539 offenbart ein Verfahren zur Abtrennung von fluorhaltigen Substanzen aus einem gasförmigen Medium in einem trockenen Adsorptionsverfahren. Das Verfahren umfasst den Schritt, dass das Gas in einem trockenen
25 Adsorptionsverfahren mit sich im Gegenstrom befindendem, partikelförmigem Aluminiumoxid behandelt wird.

EP-A-0694328 beschreibt ein Verfahren zur Abtrennung von HF, HCl, SO₂, polyhalogenierten Kohlenwasserstoffen, Hg, Quecksilberverbindungen und Staub aus einem Abgas, wobei

das Verfahren die Schritte umfasst, dass das verunreinigte Abgas in einem Reaktor mit einem Absorptionsmittel in Kontakt gebracht wird, die Gas-Feststoff-Suspension anschliessend in einen Vorabscheider geführt wird, in dem
5 die Abscheidung des grössten Teils der Feststoffe erfolgt, und die vorgereinigte Gas-Feststoff-Suspension danach in einen Endabscheider geführt wird, in den die gesamte Menge des Absorptionsmittels eingebracht und die suspendierten Feststoffe abgetrennt werden.

10 Die gängigen Verfahren zur Reinigung von Abgasen mittels trockener oder quasitrockener Sorptionsverfahren arbeiten für relativ geringe und konstant anfallende Schadstofffrachten recht zuverlässig. Allerdings zeigen
15 Betriebserfahrungen, dass diese Verfahren bei schwankenden und hohen Schadstofffrachten schnell an ihre Grenzen stossen. Dies äussert sich in einem unverhältnismässig hohen Verbrauch an Sorptionsmittel beim Versuch, die geforderten Sollwerte an Schadstoffen einzuhalten, die im gereinigten Abgas maximal vorhanden sein dürfen. Unter den
20 genannten Bedingungen erfordert insbesondere die Einhaltung von Sollwerten für HCl im Reingas $< 10 \text{ mg/m}^3$ übermässig viel Sorptionsmittel.

Im Übrigen sind die gängigen Verfahren oft relativ aufwendig und benötigen verhältnismässig viel Platz. Dies
25 trifft etwa für die oben erwähnten Verfahren gemäss FR-A-2722113 und EP-A-0694328 zu.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein einfaches Verfahren zur Reinigung von Abgasen zur Verfügung zu stellen, welches bei einem moderaten
30 Sorptionsmittelverbrauch einen hohen, konstanten

Abscheidegrad für Schadstoffe im Abgas ermöglicht und relativ wenig Platz benötigt.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Reinigung von Abgasen mittels eines trockenen oder quasitrockenen Sorptionsverfahrens gemäss Anspruch 1, durch eine
5 Abgasreinigungsanlage gemäss Anspruch 8, sowie durch die Verwendung einer erfindungsgemässen Abgasreinigungsanlage gemäss Anspruch 11. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen definiert.

10 Das Verfahren der vorliegenden Erfindung umfasst sowohl trockene („dry sorption“) als auch quasitrockene Sorptionsverfahren („semi-dry sorption“).

Beim erfindungsgemässen Verfahren werden die Abgase in einen ersten Reaktor eingeführt und von da in einen
15 nachgeschalteten zweiten Reaktor geleitet. In den beiden Reaktoren werden die Abgase mittels eines trockenen oder quasitrockenen Sorptionsverfahrens gereinigt. Frisches Sorptionsmittel wird erst im zweiten Reaktor zugeführt und vom zweiten Reaktor mindestens teilweise in den ersten
20 Reaktor geleitet.

Nach dieser zweistufigen Reinigung werden die Abgase vorzugsweise in einen nachgeschalteten Feststoffabscheider geleitet, wo, insbesondere durch einen Gewebefilter, die
im Gasstrom noch vorhandenen Feststoffe abgeschieden
25 werden. Das gereinigte Gas kann abgeführt werden. Im Feststoffabscheider abgeschiedenes Sorptionsmittel kann in den ersten Reaktor geleitet oder aus dem System entfernt werden.

Durch den erfindungsgemässen Einsatz von zwei
30 aufeinanderfolgenden Reaktoren wird die Abscheidung von

Schadstoffen am Sorptionsmittel verbessert. Insbesondere führt der zweite Reaktor zu einer besseren Schadstoffsorption nach dem (ersten) Reaktor, da das Gas-Feststoff-Gemisch besser durchmischt wird, als wenn es, wie bisher üblich, direkt zu einem Feststoffabscheider geleitet wird.

Beim erfindungsgemässen Verfahren wird das frische Sorptionsmittel erst im zweiten Reaktor zugeführt. Das frische Sorptionsmittel wird so zur weiteren Reinigung des Abgasstroms, der bereits im ersten Reaktor gereinigt wurde, eingesetzt. Der Abgasstrom im zweiten Reaktor weist nur noch eine relativ geringe Schadstoffkonzentration auf (Messungen zufolge sind etwa 98% der durch Sorptionsverfahren abscheidbaren Schadstoffe beim Austritt aus dem Wirbelschichtreaktor abgeschieden), was üblicherweise die Geschwindigkeit der Sorption verringert. Dies trifft insbesondere zu, wenn das Sorptionsmittel nicht frisch ist und sich auf den Partikeln bereits eine Schicht von Reaktionsprodukten, die bei der Sorption von Schadstoffen entstehen, gebildet hat. Man nimmt an, dass durch diese Schicht verhindert wird, dass die Partikel weitere Schadstoffe binden. Durch den Einsatz von frischem Sorptionsmittel im zweiten Reaktor wird die Sorption beschleunigt und die Schadstoffentfernung verbessert. Im Vergleich zu den gängigen Verfahren kann die gleiche Reinigungsleistung schneller und mit einer geringeren Menge an Sorptionsmittel erreicht werden, da das frische Sorptionsmittel reaktiver ist als bereits verbrauchtes.

Erfindungsgemäss wird das Sorptionsmittel aus dem zweiten Reaktor mindestens teilweise in den ersten Reaktor geleitet. Dadurch kann seine Sorptionskapazität optimal genutzt werden: Beim Einsatz im zweiten Reaktor nimmt das

- 6 -

Sorptionsmittel aufgrund des niedrigen Schadstoffgehalts der Abgase in diesem Bereich in der Regel nur relativ geringe Mengen an Schadstoffen auf. Seine Sorptionskapazität wird also im zweiten Reaktor nicht
5 vollständig ausgeschöpft. Durch den zumindest teilweisen Einsatz des Sorptionsmittels aus dem zweiten Reaktor im ersten Reaktor kann die Gesamtmenge an benötigtem Sorptionsmittel gesenkt werden. Aufgrund der relativ hohen Schadstoffkonzentration der Abgase im ersten Reaktor kann
10 zudem die Kapazität des Sorptionsmittels besser ausgenutzt werden.

Das erfindungsgemässe Verfahren kann insbesondere zur Reinigung von Abgasen aus einer Müllverbrennungsanlage eingesetzt werden.

15 Erfindungsgemäss wird als erster Reaktor ein Wirbelschichtreaktor eingesetzt, in dem das Sorptionsmittel in Form einer zirkulierenden Wirbelschicht (auch als „zirkulierendes Wirbelbett“ bezeichnet) vorliegt. Diese kommt dadurch zustande, dass die im Abgas
20 enthaltenen Feststoffpartikel einschliesslich des zugeführten Sorptionsmittels durch die aufwärtsgerichtete Strömung des Abgases in einen Schwebezustand versetzt werden. Durch chemische Reaktion mit dem Sorptionsmittel in der zirkulierenden Wirbelschicht werden die im Abgas
25 enthaltenen Schadstoffe auf den Sorptionsmittel-Partikeln abgeschieden. Die erfindungsgemässe zirkulierende Wirbelschicht unterscheidet sich grundlegend von einer stationären Wirbelschicht.

Erfindungsgemäss wird als zweiter Reaktor ein
30 Flugstromreaktor, vorzugsweise ein Fallrohrreaktor eingesetzt. Ein Beispiel für einen Fallrohrreaktor ist

beschrieben in Zenkklusen, Fabian: *Bildung homogener Gas-Feststoff-Suspensionen für Fallrohr-Reaktoren bei hohen Geschwindigkeiten*, Dissertation ETH Nr. 12810 (Seiten 9 und 11-15). Die Geometrie von Fallrohrreaktoren kann so
5 gewählt werden, dass die Dispersion des zirkulierten Sorptionsmittels optimal ausgestaltet werden kann. Durch den Einsatz von frischem Sorptionsmittel und seiner guten Dispersion im Flugstromreaktor wird die Schadstoffsorption im erfindungsgemässen Verfahren optimiert.

10 Vorzugsweise wird im Wirbelschichtreaktor nur Sorptionsmittel, das bereits im Flugstromreaktor eingesetzt wurde, verwendet. Alternativ wäre es auch denkbar, dass nur teilweise Sorptionsmittel aus dem Flugstromreaktor verwendet wird und im
15 Wirbelschichtreaktor zusätzlich frisches Sorptionsmittel zugeführt wird. Verbrauchtes Sorptionsmittel aus dem Wirbelschichtreaktor kann mit dem Abgasstrom in den Flugstromreaktor geführt oder aus dem System entfernt werden, beispielsweise über eine Schleuse.

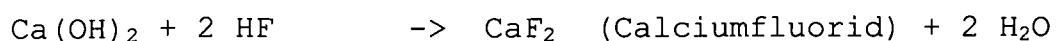
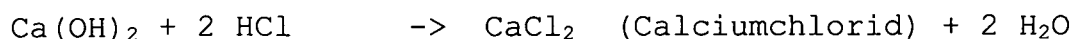
20 In einer bevorzugten Ausführungsform wird in den Wirbelschichtreaktor Wasser eingedüst. Durch das Eindüsen von Wasser kann die Abgastemperatur im Reaktor geregelt werden. Zum Beispiel kann die Temperatur im Reaktor konstant auf einem bestimmten Wert gehalten werden. Je
25 nach verwendetem Sorptionsmittel und je nach Schadstoffzusammensetzung kann die Temperatur derart variiert werden, dass die Sorption optimal ist. Vorzugsweise wird die Temperatur im Wirbelschichtreaktor bei einem Wert von ca. 140-150 °C gehalten. Ausserdem
30 führt das Eindüsen von Wasser auch zu einem positiven Effekt bezüglich Schadstoffsorption: Durch die Benetzung

des Sorptionsmittels wird seine Sorptionskapazität verbessert.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird das frische Sorptionsmittel über eine Venturidüse in den
5 Flugstromreaktor eingeführt. Der Einsatz einer Venturidüse erlaubt eine optimale Durchmischung von Abgasen und Sorptionsmittel. Durch die dadurch erreichte Verbesserung der Dispersion wird eine verbesserte Sorption der in den Abgasen enthaltenen Schadstoffe erreicht.

10 Vorzugsweise wird für das Verfahren der vorliegenden Erfindung ein Sorptionsmittel auf Calcium-, Natrium-, mineralischer und/oder Kohlenstoffbasis verwendet. Kalkhydrat ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), zum Beispiel, weist in der Regel einen Reinheitsgrad von mindestens 92% und eine
15 spezifische Oberfläche von mindestens $15 \text{ m}^2/\text{g}$ auf. Allerdings ist eine Vielzahl weiterer Sorptionsmittel wie Natriumbicarbonat (NaHCO_3), Spongiacal® (Rheinkalk) oder Sorbalit® (Märker Umwelttechnik GmbH) denkbar. Erfindungsgemäss kann ein einzelnes Sorptionsmittel oder
20 eine Mischung verschiedener Sorptionsmittel verwendet werden.

Wird Kalkhydrat als Sorptionsmittel verwendet, reagieren die Schadstoffe SO_2 , HCl und HF gemäss den folgenden Reaktionsgleichungen zu den entsprechenden Salzen:



Die Temperatur für die Schadstoffabscheidung liegt dabei bevorzugt bei ca. $140\text{-}150 \text{ }^\circ\text{C}$.

In der Regel liegt in der zirkulierenden Wirbelschicht zudem Aktivkohle (Herdfenkoks) vor, an dem zusätzlich Schadstoffe adsorbiert und aus dem Abgas abgeschieden werden.

- 5 Ein Verfahren zur Regelung der zuzuführenden Menge des Sorptionsmittels wird beispielsweise in EP 07 004 300.5 beschrieben: Der Massenstrom des frischen zugeführten Sorptionsmittels wird in Abhängigkeit der Konzentration
10 entweder des frischen Sorptionsmittels oder eines sorbierten Schadstoffs oder von beiden im rezirkulierten Feststoff geregelt. Hierbei wird die Restsorptionskapazität des rezirkulierten Feststoffs berücksichtigt und der Verbrauch an Sorptionsmittel kann minimal gehalten werden. Die Offenbarung der EP
15 07 004 300.5 wird hiermit durch Verweis eingeschlossen.

Gemäss EP 07 004 300.5 wird die Konzentration entweder des frischen Sorptionsmittels oder eines sorbierten Schadstoffs oder von beiden im rezirkulierten Feststoff im wesentlichen kontinuierliche bestimmt, so dass möglichst
20 rasch auf Systemänderungen reagiert werden kann. In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Bestimmung mittels eines Fourier-Transform-Nahinfrarot-Spektrometers (FT-NIR-Spektrometer). Dieses erlaubt eine kontinuierliche quantitative Analyse des rezirkulierten Feststoffes.
25 Mittels einer in der Abgasreinigungsanlage angeordneten Sonde kann die Analyse *in situ* durchgeführt werden. Alternativ zur Analyse *in situ* kann die Bestimmung anhand einer mittels eines kleinen Zyklons aus der Zirkulation entnommenen Feststoffprobe durchgeführt werden. Dabei
30 erfolgt die Bestimmung chargenweise. Erfolgt die Probeentnahme in kurzen Zeitabschnitten, kann mit dieser

- 10 -

Ausführungsform eine quasi-kontinuierliche Bestimmung durchgeführt werden.

Zudem kann in einem weiteren Regelkreis der Druckverlust über das Wirbelbett im Reaktor überwacht und der in den
5 Wirbelschichtreaktor rezirkulierte Massenstrom an Sorptionsmittel kontinuierlich gesteuert werden, um ein konstantes Inventar an Bettmaterial im Wirbelschichtreaktor aufrechtzuerhalten.

Nebst dem beschriebenen Verfahren betrifft die vorliegende
10 Erfindung auch eine Abgasreinigungsanlage zur Durchführung dieses Verfahrens gemäss Anspruch 8. Die erfindungsgemässe Abgasreinigungsanlage weist einen Wirbelschichtreaktor und einen nachgeschalteten Flugstromreaktor auf, wobei der Wirbelschichtreaktor eine Zuleitung für die Abgase
15 aufweist und der Flugstromreaktor eine Zuleitung für frisches Sorptionsmittel, und vom Flugstromreaktor ein Kanal zur Leitung des Sorptionsmittels in den Wirbelschichtreaktor führt.

Im Wirbelschichtreaktor werden die im Abgas enthaltenen
20 Schadstoffe durch chemische Reaktion mit dem Sorptionsmittel auf den Sorptionsmittel-Partikeln abgeschieden.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist der Wirbelschichtreaktor der erfindungsgemässen
25 Abgasreinigungsanlage eine Vorrichtung zum Eindüsen von Wasser auf. Dadurch kann die Temperatur im Wirbelschichtreaktor geregelt und die Schadstoffsorption verbessert werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist der
30 Flugstromreaktor der erfindungsgemässen

- 11 -

Abgasreinigungsanlage ein Fallrohrreaktor. Der Fallrohr- oder Flugstromreaktor führt zu einer optimalen Durchmischung von Abgasen und Sorptionsmittel und verbessert dadurch die Sorption von Restschadstoffen aus den Abgasen.

Vorzugsweise wird das frische Sorptionsmittel über eine Venturidüse zugeführt, um eine optimale Durchmischung von Sorptionsmittel und Abgasen zu erreichen. Vorzugsweise wird ein Sorptionsmittel auf Calcium-, Natrium-, mineralischer und/oder Kohlenstoffbasis eingesetzt, zum Beispiel Kalkhydrat, Natriumbicarbonat oder eine Mischung davon. Alternativ sind aber auch andere Sorptionsmittel oder Mischungen von mehreren Sorptionsmitteln denkbar, die beispielsweise Spongiacal® oder Sorbalit® beinhalten.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird bei der erfindungsgemässen Abgasreinigungsanlage der Massenstrom des frischen zugeführten Sorptionsmittels in Abhängigkeit der Konzentration entweder des frischen Sorptionsmittels oder eines sorbierten Schadstoffs oder von beiden im rezirkulierten Feststoff geregelt. In der Regel weist die Abgasreinigungsanlage dazu eine Analysevorrichtung, insbesondere ein FT-NIR-Spektrometer, auf. Weiter kann die Abgasreinigungsanlage der vorliegenden Erfindung einen Zyklon zur Entnahme von Proben des rezirkulierten Feststoffes aufweisen, wobei die Analysevorrichtung vorzugsweise mit dem Zyklon verbunden ist.

Im Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung auch die Verwendung einer erfindungsgemässen Abgasreinigungsanlage zur Reinigung von Abgasen aus einer Müllverbrennungsanlage. Abgase, die bei der Müllverbrennung entstehen, enthalten in der Regel

verschiedene Schadstoffe wie HCl, HF, SO₂, Stickoxide oder Dioxin, sowie Stube. Durch den Einsatz einer erfindungsgemässen Abgasreinigungsanlage können HCl, HF, SO₂ und/oder Dioxin mit den oben beschriebenen Vorteilen
5 abgeschieden werden.

Die vorliegende Erfindung wird anhand der Figur 1 weiter erläutert, die rein schematisch eine erfindungsgemässe Abgasreinigungsanlage zeigt.

Die Abgasreinigungsanlage 1 umfasst einen ersten Reaktor
10 in Form eines Wirbelschichtreaktors 2, einen zweiten Reaktor in Form eines Fallrohrreaktors 6, sowie einen Feststoffabscheider 13 in Form eines Gewebefilters. Der Wirbelschichtreaktor 2 weist im wesentlichen die Form eines Hohlzylinders auf, der sich nach unten kegelförmig
15 verjüngt. Am unteren Ende des verjüngten Bereichs 17 weist der Wirbelschichtreaktor 2 eine Zuleitung 15 auf, über die zu reinigende Abgase in den Wirbelschichtreaktor 2 eingeführt werden. Das sich im Wirbelschichtreaktor 2 befindende Sorptionsmittel wird von den in den
20 Wirbelschichtreaktor 2 einströmenden Abgasen mitgenommen und bildet eine zirkulierende Wirbelschicht (nicht gezeigt). In den verjüngten Bereich 17 des Wirbelschichtreaktors 2 mündet ein Kanal 3 ein. Ausserdem weist der Wirbelschichtreaktor 2 in seinem unteren,
25 verjüngten Bereich 17 eine Wasserdüse 4 auf, über die in den Wirbelschichtreaktor 2 Wasser eingedüst werden kann. Durch das Eindüsen von Wasser kann die Temperatur im Wirbelschichtreaktor 2 geregelt und die Schadstoffsorption verbessert werden.

30 Das obere Ende des Wirbelschichtreaktors 2 ist durch einen Verbindungskanal 5 mit einem trichterförmigen

- 13 -

Eintrittsbereich 7 des Flugstromreaktors 6 verbunden. Durch diesen Verbindungskanal 5 werden die Abgase aus dem Wirbelschichtreaktor 2 in den Flugstromreaktor 6 eingeführt. Dabei gelangt verbrauchtes Sorptionsmittel aus dem Wirbelschichtreaktor 2 in den Flugstromreaktor 6.

Der Flugstromreaktor 6 umfasst einen unterhalb des Eintrittsbereichs 7 gelegenen Sorptionsbereich 18, der im wesentlichen die Form eines Hohlzylinders hat, der nach oben, zum Eintrittsbereich 7 hin, und nach unten kegelförmig verjüngt ist. Der Flugstromreaktor 6 weist am oberen Ende des Eintrittsbereichs 7 eine Zuleitung 16 für frisches Sorptionsmittel in Form einer Venturidüse auf. Im Eintrittsbereich 7 des Flugstromreaktors 6 werden Abgase und Sorptionsmittel durchmischt.

Vom Sorptionsbereich 18 des Flugstromreaktors 6 führt ein nach unten geneigter Kanal 8 weg. Durch diesen Kanal 8 werden die gereinigten Abgase vom zweiten Reaktor zum Feststoffabscheider 13 geleitet. Im Feststoffabscheider 13, der mehrere Einzelfilter umfasst, werden im Abgas enthaltene Feststoffe abgetrennt. Oberhalb des Feststoffabscheiders 13 weist die Abgasreinigungsanlage 1 einen Auslass 14 auf, durch den die gereinigten Abgase aus der Abgasreinigungsanlage 1 entfernt werden.

Der Sorptionsbereich 18 des Flugstromreaktors 6 weist an seinem unteren Ende einen Auslass 10 auf, der mit dem Kanal 3 zur Leitung des Sorptionsmittels in Form einer Feststoffrinne verbunden ist. Die Feststoffrinne verläuft in Richtung zum Wirbelschichtreaktor 2 schräg nach unten. Ein Teil des Sorptionsmittels aus dem Flugstromreaktor 6 gelangt durch den Auslass 10 aus dem Flugstromreaktor 6 in

- 14 -

die Feststoffrinne und wird über diese aufgrund der Gravitation zumindest teilweise in den Wirbelschichtreaktor 2 geleitet. Ein weiterer Teil des Sorptionsmittels gelangt zusammen mit den gereinigten
5 Abgasen durch den Kanal 8 in den Feststoffabscheider 13 und wird in einem schräg nach unten verlaufenden Filterbunker 9 gesammelt. Der Filterbunker 9 ist in seinem unteren Bereich ebenfalls mit der Feststoffrinne 3 verbunden.

10 Im Bereich des Filterbunkers 9 weist der Kanal 3 einen Auslass 12 mit einer Zellenradschleuse auf, über den überschüssiges und verbrauchtes Sorptionsmittel zusammen mit den übrigen abgeschiedenen Feststoffen aus der Abgasreinigungsanlage 1 entfernt werden kann. Ausserdem
15 weist der Kanal 3 im Bereich zwischen dem Flugstromreaktor 6 und dem Wirbelschichtreaktor 2 eine Dosierwalze 11 auf, durch die sich die Menge an Sorptionsmittel, das aus dem Kanal 3 in den Wirbelschichtreaktor 2 geleitet wird, regeln lässt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reinigung von Abgasen mittels eines trockenen oder quasitrockenen Sorptionsverfahrens, in dem die Abgase in einen ersten Reaktor eingeführt und vom ersten Reaktor in einen nachgeschalteten zweiten Reaktor geleitet werden und frisches Sorptionsmittel erst zum zweiten Reaktor zugeführt und vom zweiten Reaktor mindestens teilweise in den ersten Reaktor geleitet wird, wobei der erste Reaktor ein Wirbelschichtreaktor (2) ist, in dem das Sorptionsmittel in Form einer zirkulierenden Wirbelschicht vorliegt, und der zweite Reaktor ein Flugstromreaktor (6) ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in den Wirbelschichtreaktor (2) Wasser eingedüst wird.
3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Flugstromreaktor (6) ein Fallrohrreaktor ist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgase mindestens teilweise vom Flugstromreaktor (6) zu einem Feststoffabscheider (13) geleitet werden.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das frische Sorptionsmittel über eine Venturidüse zugeführt wird.

- 16 -

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sorptionsmittel auf Calcium-, Natrium-, mineralischer und/oder Kohlenstoffbasis eingesetzt wird.
- 5 7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Massenstrom des frischen zugeführten Sorptionsmittels in Abhängigkeit der Konzentration entweder des frischen Sorptionsmittels oder eines sorbierten
10 Schadstoffs oder von beiden im rezirkulierten Feststoff geregelt wird.
8. Abgasreinigungsanlage zur Reinigung von Abgasen mittels eines trockenen oder quasitrockenen Sorptionsverfahrens, dadurch gekennzeichnet, dass
15 die Abgasreinigungsanlage (1) einen Wirbelschichtreaktor (2) und einen nachgeschalteten Flugstromreaktor (6) aufweist, wobei der Wirbelschichtreaktor (2) eine Zuleitung
20 (15) für die Abgase aufweist und der Flugstromreaktor (6) eine Zuleitung (16) für frisches Sorptionsmittel, und vom Flugstromreaktor (6) ein Kanal (3) zur Leitung des Sorptionsmittels in den Wirbelschichtreaktor (2) führt.
9. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 8, dadurch
25 gekennzeichnet, dass der Flugstromreaktor (6) ein Fallrohrreaktor ist.
10. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 8 oder 9, gekennzeichnet durch einen dem Flugstromreaktor (6) nachgeschalteten Feststoffabscheider (13).

11. Verwendung einer Abgasreinigungsanlage nach einem der Ansprüche 8 bis 10 zur Reinigung von Abgasen aus einer Müllverbrennungsanlage.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2009/000072

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B01D53/10 B01D53/12 B01J8/26 F23J15/00 B01D53/83

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01D B01J F23J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 722 113 A (CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES DE [FR] CONST IND DE LA MEDITERRANEE [FR]) 12 January 1996 (1996-01-12) abstract; claims 1-4; figure; example -----	1-11
X	DE 14 44 974 A1 (UNITED STEEL COMANIES LTD) 30 January 1969 (1969-01-30) page 4, line 17 - page 5; figure 2 page 6, line 35 - page 7, line 8 -----	1-11
A	EP 0 550 905 A (AHLSTROEM OY [FI]) 14 July 1993 (1993-07-14) column 8, lines 16-18,43-51; figure 1 column 9, lines 37-40,48-52 -----	1,2,6-9
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 April 2009

Date of mailing of the international search report

08/05/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Focante, Francesca

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/000072

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 694 328 A (METALLGESELLSCHAFT AG [DE]) 31 January 1996 (1996-01-31) column 4, lines 54-57; figure column 6, line 32 - column 7, line 16 -----	1-11
A	US 5 885 539 A (BJARNOE ODD E [NO] ET AL) 23 March 1999 (1999-03-23) column 5, line 9 - column 6, line 14; figure 1 -----	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2009/000072

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2722113	A	12-01-1996	NONE	
<hr/>				
DE 1444974	A1	30-01-1969	AU 234047 A	
			AU 235959 A	
			BE 575040 A	
			CA 599620 A	07-06-1960
			CA 599621 A	07-06-1960
			DE 1281399 B	24-10-1968
			FR 1222802 A	13-06-1960
			GB 902138 A	25-07-1962
			GB 902140 A	25-07-1962
			IT 602573 A	
			LU 36790 A	
			NL 235377 A	
			NL 235378 A	
<hr/>				
EP 0550905	A	14-07-1993	AT 137420 T	15-05-1996
			CA 2086575 A1	04-07-1993
			DE 69210381 D1	05-06-1996
			DE 69210381 T2	26-09-1996
			JP 2104079 C	06-11-1996
			JP 6009975 A	18-01-1994
			JP 8001284 B	10-01-1996
			US 5378443 A	03-01-1995
			US 5344629 A	06-09-1994
<hr/>				
EP 0694328	A	31-01-1996	CN 1117890 A	06-03-1996
			DE 4415719 A1	09-11-1995
			JP 7299328 A	14-11-1995
<hr/>				
US 5885539	A	23-03-1999	AR 000261 A1	18-06-1997
			AU 687277 B2	19-02-1998
			AU 3997495 A	17-06-1996
			BR 9510702 A	07-11-2000
			BR 9703383 A	25-08-1998
			CN 1166791 A	03-12-1997
			DE 69520593 D1	10-05-2001
			DE 69520593 T2	31-10-2001
			EP 0793527 A1	10-09-1997
			ES 2157349 T3	16-08-2001
			IS 4471 A	23-04-1997
			JP 10509215 T	08-09-1998
			JP 3859706 B2	20-12-2006
			NO 972347 A	22-05-1997
			NZ 296233 A	28-10-1998
			RO 115602 B1	28-04-2000
			RU 2153923 C2	10-08-2000
			SE 503678 C2	29-07-1996
			SE 9404061 A	24-05-1996
			WO 9615846 A1	30-05-1996
			SI 9520117 A	31-08-1997
			SK 63297 A3	08-10-1997
			TJ 338 B	01-07-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2009/000072

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B01D53/10 B01D53/12 B01J8/26 F23J15/00 B01D53/83		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B01D B01J F23J		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	FR 2 722 113 A (CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES DE [FR] CONST IND DE LA MEDITERRANEE [FR]) 12. Januar 1996 (1996-01-12) Zusammenfassung; Ansprüche 1-4; Abbildung; Beispiel	1-11
X	DE 14 44 974 A1 (UNITED STEEL COMANIES LTD) 30. Januar 1969 (1969-01-30) Seite 4, Zeile 17 - Seite 5; Abbildung 2 Seite 6, Zeile 35 - Seite 7, Zeile 8	1-11
A	EP 0 550 905 A (AHLSTROEM OY [FI]) 14. Juli 1993 (1993-07-14) Spalte 8, Zeilen 16-18,43-51; Abbildung 1 Spalte 9, Zeilen 37-40,48-52	1,2,6-9
	----- -/-- -----	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 23. April 2009		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 08/05/2009
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Focante, Francesca

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2009/000072

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 694 328 A (METALLGESELLSCHAFT AG [DE]) 31. Januar 1996 (1996-01-31) Spalte 4, Zeilen 54-57; Abbildung Spalte 6, Zeile 32 - Spalte 7, Zeile 16 -----	1-11
A	US 5 885 539 A (BJARNOE ODD E [NO] ET AL) 23. März 1999 (1999-03-23) Spalte 5, Zeile 9 - Spalte 6, Zeile 14; Abbildung 1 -----	1-8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/000072

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2722113	A	12-01-1996	KEINE	
DE 1444974	A1	30-01-1969	AU 234047 A	
			AU 235959 A	
			BE 575040 A	
			CA 599620 A	07-06-1960
			CA 599621 A	07-06-1960
			DE 1281399 B	24-10-1968
			FR 1222802 A	13-06-1960
			GB 902138 A	25-07-1962
			GB 902140 A	25-07-1962
			IT 602573 A	
			LU 36790 A	
			NL 235377 A	
			NL 235378 A	
EP 0550905	A	14-07-1993	AT 137420 T	15-05-1996
			CA 2086575 A1	04-07-1993
			DE 69210381 D1	05-06-1996
			DE 69210381 T2	26-09-1996
			JP 2104079 C	06-11-1996
			JP 6009975 A	18-01-1994
			JP 8001284 B	10-01-1996
			US 5378443 A	03-01-1995
			US 5344629 A	06-09-1994
EP 0694328	A	31-01-1996	CN 1117890 A	06-03-1996
			DE 4415719 A1	09-11-1995
			JP 7299328 A	14-11-1995
US 5885539	A	23-03-1999	AR 000261 A1	18-06-1997
			AU 687277 B2	19-02-1998
			AU 3997495 A	17-06-1996
			BR 9510702 A	07-11-2000
			BR 9703383 A	25-08-1998
			CN 1166791 A	03-12-1997
			DE 69520593 D1	10-05-2001
			DE 69520593 T2	31-10-2001
			EP 0793527 A1	10-09-1997
			ES 2157349 T3	16-08-2001
			IS 4471 A	23-04-1997
			JP 10509215 T	08-09-1998
			JP 3859706 B2	20-12-2006
			NO 972347 A	22-05-1997
			NZ 296233 A	28-10-1998
			RO 115602 B1	28-04-2000
			RU 2153923 C2	10-08-2000
			SE 503678 C2	29-07-1996
			SE 9404061 A	24-05-1996
			WO 9615846 A1	30-05-1996
			SI 9520117 A	31-08-1997
			SK 63297 A3	08-10-1997
			TJ 338 B	01-07-2002