

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 304 526 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

23.04.2003 Patentblatt 2003/17(51) Int Cl.7: **F23G 7/06**(21) Anmeldenummer: **02021986.1**(22) Anmeldetag: **30.09.2002**

(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:

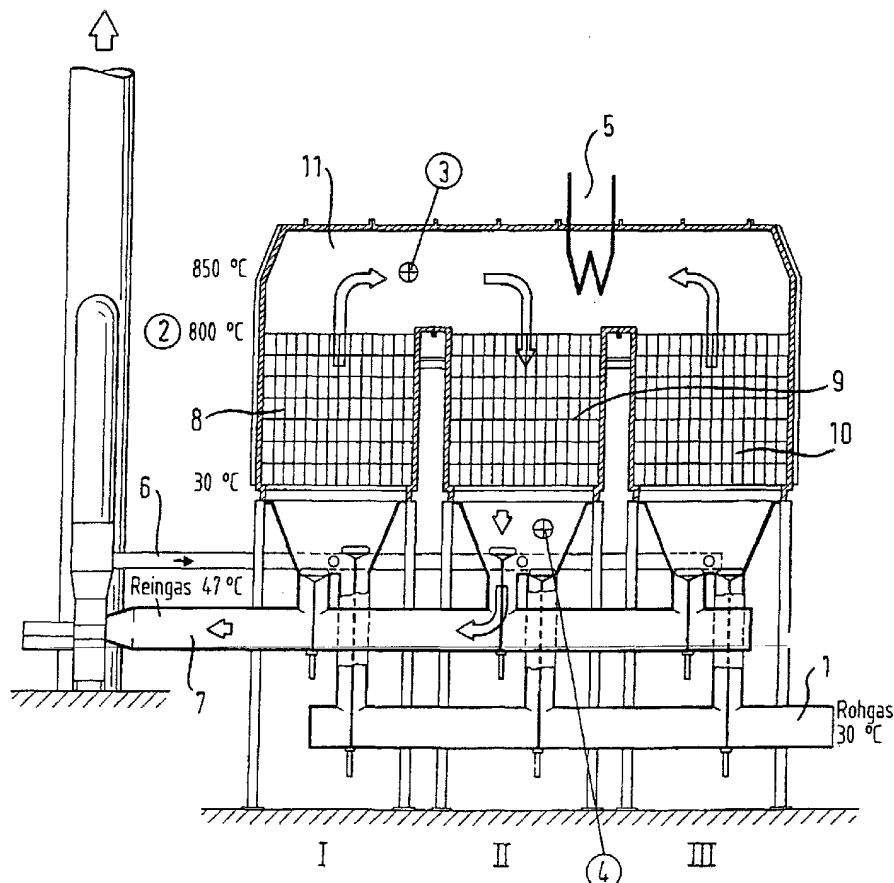
AL LT LV MK RO SI(30) Priorität: **09.10.2001 DE 10149807**(71) Anmelder: **HERHOF UMWELTECHNIK GMBH
D-35606 Solms (DE)**

(72) Erfinder:

• **Wengenroth, Kurt, Dr.
35403 Marburg (DE)**• **Wolfrum, Ralph
95448 Bayreuth (DE)**(74) Vertreter: **Zinnecker, Armin, Dipl.-Ing. et al
Lorenz-Seidler-Gossel,
Widenmayerstrasse 23
80538 München (DE)****(54) Verfahren und Vorrichtung zum Reinigen von Abgasen**

(57) Ein Verfahren dient zum Reinigen von Abgasen, die heizwerthaltige Substanzen, insbesondere Schadstoffpartikel und/oder Geruchspartikel, enthalten, bei dem die heizwerthaltigen Substanzen verbrannt

werden. Um dieses Verfahren zu verbessern wird dem Abgas Wärmeenergie auf einem hohen Temperaturniveau zugeführt. Die überschüssige Wärmeenergie wird aus dem Abgas abgeführt.

**EP 1 304 526 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reinigen von Abgasen, die heizwerthaltige Substanzen, insbesondere Schadstoffpartikel und/oder Geruchspartikel, enthalten, und eine Vorrichtung zur Durchführung eines derartigen Verfahrens.

[0002] Rekuperativ wirkende und regenerativ wirkende Abluftreinigungsverfahren sind bereits bekannt. Dabei steht im allgemeinen die Vernichtung der in der Abluft enthaltenen Schadstoffpartikel und/oder Geruchspartikel im Vordergrund. Bei den vorbekannten Verfahren muß der zur Verbrennung anstehende Luftstrom unabhängig von der Konzentration der Schadstoffpartikel auf deren Verbrennungstemperatur erhitzt werden. Um dabei ein Höchstmaß an der zur Abluftreinigung erforderlichen Wärmeenergie zurückzugewinnen und zwecks Energieeinsparung in den Abluftreinigungsprozeß zurückzuführen, werden bei vorbekannten Verfahren als Wärmetauscher wirkende Rekuperatoren, bei denen der Wärmeübergang über eine Trennwand stattfindet, und Regeneratoren, bei denen ein direkter Wärmeübergang stattfindet, verwendet. Die zu reinigenden Abluftströme wurden durch Wärmezufuhr bisher nur soweit erhitzt, daß die Schadstoffe sicher vernichtet werden konnten. Eine Energiezufuhr darüber hinaus war nicht erwünscht und wurde nicht durchgeführt.

[0003] Ein Verfahren der eingangs angegebenen Art ist aus der DE 199 43 157 A1, auf die Bezug genommen wird, bekannt. Bei diesem Verfahren werden die in der Luft enthaltenen heizwerthaltigen Substanzen, insbesondere Schadstoffe, aufkonzentriert und anschließend verbrannt. Das Verfahren ist insbesondere geeignet, die Abluft aus biologischen Prozessen, beispielsweise Kompostierung, durch thermische Nachbehandlung zu reinigen. Insbesondere geht es um die Reinigung von Abgasen, die bei der biologischen Behandlung bzw. Kompostierung von Abfällen entstehen. Bei einem bevorzugten Verfahren zur biologischen Behandlung bzw. Kompostierung von Abfällen oder sonstigen Stoffen oder Stoffgemischen, die organische Bestandteile enthalten, insbesondere von Siedlungsabfällen, werden die Abfälle in einem vorzugsweise geschlossenen Behälter durchströmt. Die Abfälle können auf einen in dem Behälter vorhandenen Lochboden aufgelegt werden. Die Zuluft wird in einem Bereich unterhalb des Lochbodens eingebracht. Sie durchströmt das von den Abfällen gebildete Haufwerk von unten nach oben und wird dann als Abluft abgezogen. Vorzugsweise wird ein Umluftbetrieb durchgeführt, bei dem die Abluft ganz oder teilweise den Abfällen wieder zugeführt wird. Dabei werden die heizwerthaltigen, brennbaren Substanzen, die von der Luft während der Durchführung des Verfahrens zur biologischen Behandlung bzw. des Kompostierverfahrens aufgenommen worden sind, aufkonzentriert. Dies erfolgt dadurch, daß die Abfälle von der Luft mehrmals durchströmt werden, also durch den Umluftbetrieb, bei dem die Abluft ganz oder teilweise den Abfällen erneut

zugeführt wird, so daß sie die Abfälle mehrmals durchströmt. Dadurch werden brennbare, heizwerthaltige Substanzen, insbesondere Schadstoffe, wie beispielsweise Kohlenwasserstoffverbindungen und Mikroorganismen sowie Stoffwechselprodukte, Stripprodukte und Staub, ferner Dämpfe und Gase angereichert und aufkonzentriert. Diese heizwerthaltigen Substanzen werden mit der auszuschleusenden Abluft einer Brennkammer zugeführt, in der sie verbrannt werden.

[0004] Aus der DE 199 28 214 C2 ist ein Verfahren zur thermischen Reinigung eines mittels einer Rohgaszufuhr gelieferten Rohgases in einem regenerativen Prozeß bekannt, bei der das Rohgas durch eine zuvor mittels Reingas aufgeheizte erste Wärmespeicherkammer in eine Verbrennungskammer durchgeleitet wird. Das durch Verbrennung in der Verbrennungskammer aus dem Rohgas gebildete Reingas wird durch eine aufzuheizende zweite Wärmespeicherkammer in eine Reingasabfuhr abgeleitet. Die genannten Gasströmungen werden während eines Kammerregenerations-Betriebszustandes umgeschaltet.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs angegebenen Art zu verbessern und eine verbesserte Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens der eingangs angegebenen Art vorzuschlagen.

[0006] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Es handelt sich um ein Verfahren zum Reinigen von Abgasen, die heizwerthaltige Substanzen enthalten, beim dem die heizwerthaltigen Substanzen verbrannt werden, bei dem dem Abgas Wärmeenergie auf einem hohen Temperaturniveau zugeführt wird und bei dem Wärmeenergie aus dem Abgas abgeführt wird. Erfindungsgemäß wird die überschüssige Wärmeenergie aus dem Abgas abgeführt. Die überschüssige Wärmeenergie kann aus dem Abgas ausgeschleust werden. Vorteilhaft ist es, wenn die abgeführte bzw. ausgeschleuste Energie genutzt wird. Die abgeführte bzw. ausgeschleuste Energie kann insbesondere umgewandelt werden, insbesondere in elektrische Energie oder anderweitig nutzbare Energie umgewandelt werden.

[0007] Bei dem Verfahren nach der DE 199 43 157 A1 ist es möglich, einen weiteren Brennstoff in die Luft einzubringen, was insbesondere dann vorteilhaft oder erforderlich sein kann, wenn die Konzentration der heizwerthaltigen Substanzen nicht oder noch nicht ausreicht, um eine günstige Verbrennung oder überhaupt eine Verbrennung durchzuführen. Zusätzlich zu den in der Umluft aufkonzentrierten heizwerthaltigen Substanzen bzw. Luftschadstoffen kann vor der Brennkammer, in der die heizwerthaltigen Substanzen verbrannt werden, ein weiterer Brennstoff in den Abluftstrom eingebracht werden. Dies geschieht allerdings nicht auf einem hohen Temperaturniveau, da der Brennstoff nach dem vorbekannten Verfahren vor der Brennkammer zugeführt wird. Ferner wird der Brennstoff bei dem vorbekannten Verfahren nur zu dem Zweck zugeführt, die zur Verbrennung der Schadstoffe erforderliche Temperatur

zu erreichen.

[0008] Gemäß der Erfindung wird den zu reinigenden Abgasen bzw. der zu reinigenden Abluft mehr Wärmeenergie zugeführt als zur Vernichtung der heizwerthaltigen Substanzen, insbesondere Schadstoffe und/oder Geruchspartikel, erforderlich ist. Dieser Energieüberschuß kann nach der Abgasreinigung bzw. Abluftreinigung wieder aus dem Abgas bzw. der Abluft abgeführt bzw. ausgeschleust bzw. ausgekoppelt werden. Er kann genutzt werden, insbesondere in eine andere Energieform umgeformt werden, insbesondere in eine nutzbare Energieform, insbesondere in elektrische Energie. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren können die zur Abgasaufheizung bzw. Abluftaufheizung verwendete Wärmemenge sowie die zur Verbrennung der heizwerthaltigen Substanzen, insbesondere Schadstoffe und/oder Geruchsstoffe, erforderlichen und verwendeten Temperaturen erheblich über den zur Schadstoffvernichtung bzw. Geruchsstoffvernichtung erforderlichen Grenzwerten liegen. Hierdurch wird eine sicherere bzw. vollständigere Vernichtung der mit den Abgasen bzw. der Abluft transportierten heizwerthaltigen Substanzen, insbesondere Schadstoffe und/oder Geruchsstoffe, erreicht. Ferner wird dadurch die Grundlage für eine Energieabführung bzw. Energieausschleusung bzw. Energieauskopplung geschaffen. Die dadurch entstehende überschüssige Energie wird vorzugsweise zur Gewinnung elektrischer Energie oder anderweitig nutzbarer Energie genutzt.

[0009] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0010] Die Wärmeenergie kann durch Verbrennung eines Brennstoffs zugeführt werden. Als Energieträger kann also ein Brennstoff verwendet werden. Es können feste, flüssige oder gasförmige Brennstoffe genutzt werden, vorzugsweise derart, daß deren Verbrennungstemperaturen über den Verbrennungstemperaturen der heizwerthaltigen Substanzen bzw. Schadstoffe bzw. Geruchsstoffe liegen.

[0011] Vorteilhaft ist es, wenn der Brennstoff ein regenerativer Brennstoff ist. Vorzugsweise wird ein aus nachwachsenden Energieträgern bestehender oder gewonnener Brennstoff verwendet.

[0012] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung ist dadurch gekennzeichnet, daß der Brennstoff aus Abfall, der organische Bestandteile enthält, hergestellt ist. Dabei wird der Abfall vorzugsweise unter Zwangsbelüftung kompostiert und anschließend getrocknet. Die Zwangsbelüftung erfolgt vorzugsweise in einem geschlossenen Behälter. Vorteilhaft ist es, wenn die Zwangsbelüftung ganz oder teilweise in einem Umluftbetrieb durchgeführt wird. Dabei wird die Abluft den Abfällen ganz oder teilweise erneut zugeführt, so daß sie die Abfälle mehrmals durchströmt, wodurch brennbare, heizwerthaltige Substanzen, insbesondere Schadstoffe und/oder Geruchsstoffe, aufkonzentriert werden. Die in der Abluft mitgeführten heizwerthaltigen Substanzen, insbesondere Schadstoffe und/oder Geruchsstoffe, werden angerei-

chert, indem sie durch Kreislaufführung der Abluft aufkonzentriert werden. Unter einer Kompostierung ist eine biologische Behandlung zu verstehen. Erforderlichenfalls kann zusätzlich auch eine mechanische Behandlung durchgeführt werden, beispielsweise eine Zerkleinerung der Abfälle vor, während und/oder nach der biologischen Behandlung bzw. Kompostierung.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere, wenn der Abfall in einem geschlossenen Behälter unter Zwangsbelüftung kompostiert wird. Bei dem Abfall handelt es sich vorzugsweise um Hausmüll oder hausmüllähnliche Abfälle, die organische Bestandteile enthalten. Der Abfall wird kompostiert, also biologisch behandelt. Zusätzlich kann eine mechanische Behandlung stattfinden, beispielsweise eine Zerkleinerung, die vor und/oder während und/oder nach der Kompostierung bzw. biologischen Behandlung durchgeführt werden kann. Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann Abluft gereinigt werden, die bei der biologischen Behandlung bzw. Kompostierung von Hausmüll oder hausmüllähnlichen Abfällen nach folgendem Verfahren entsteht: Der Hausmüll bzw. die hausmüllähnlichen Abfälle werden erforderlichenfalls zunächst vorbehandelt, insbesondere zerkleinert. Anschließend werden sie in einem oder mehreren geschlossenen Behältern unter Zwangsbelüftung kompostiert, wobei die organischen Bestandteile abgebaut werden. Nach einer bestimmten Zeit von beispielsweise sieben Tagen - nach dieser Zeit sind die biologisch leichter zersetzbaren Bestandteile typischerweise ganz oder zu einem wesentlichen Bestandteil abgebaut - wird die Kompostierung durch Trocknung zum Stillstand gebracht. Das Material wird auf eine Restfeuchte von höchstens 15 % getrocknet. Es kann dann erforderlichenfalls noch nachbehandelt werden. Ein derartiges Material wird unter dem Namen Trockenstabilat® in Verkehr gebracht.

[0014] Die bei der Herstellung von Trockenstabilat® entstehende Abluft wird vorzugsweise nach dem erfindungsgemäßen Verfahren gereinigt. Dabei kann als Brennstoff vorzugsweise Trockenstabilat verwendet werden.

[0015] Vorteilhaft ist es, wenn die Abgase vor der Verbrennung durch einen Wärmetauscher aufgeheizt werden. Die Abgase können nach der Verbrennung einen Wärmetauscher aufheizen. Die Wärmetauscher sind vorzugsweise katalytisch wirkende Wärmetauscher. Insbesondere handelt es sich um katalytisch wirkende Katalysatorpakete. Vorzugsweise werden die Abgase vor der Verbrennung durch den Wärmetauscher auf Verbrennungstemperatur aufgeheizt.

[0016] Vorteilhaft ist es, wenn der Wärmetauscher zeitweise die Abgase aufheizt und zeitweise von den Abgasen aufgeheizt wird. Es wird also ein zeitlich wechselnder Betrieb durchgeführt. Nach einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung wird der Wärmetauscher zeitweise gespült, vorzugsweise mit Spülluft. Vorteilhaft ist es, wenn mehrere Wärmetauscher wechselweise die Abgase aufheizen und von den Abgasen aufgeheizt

werden. Es findet also ein zeitlich wechselnder Betrieb statt, bei dem mehrere, mindestens zwei, Wärmetauscher wechselweise die Abgase aufheizen und von den Abgasen aufgeheizt werden.

[0017] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung ist dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Wärmetauscher wechselweise die Abgase aufheizen, von den Abgasen aufgeheizt werden und gespült werden. Vorzugsweise werden drei Wärmetauscher hierfür verwendet. Es findet ein zeitlich wechselnder Betrieb statt, während dem jeder Wärmetauscher zeitlich wechselnd die Abgase aufheizt, von den Abgasen aufgeheizt wird und gespült wird.

[0018] Die Steuerung der Wärmetauscher erfolgt vorzugsweise in Abhängigkeit der Temperaturen, beispielsweise der Temperaturen der Abgase und/oder der Verbrennungsgase, und/oder in Abhängigkeit der in der abströmenden Luft gemessenen Stoffkonzentrationen, insbesondere der gemessenen Schadstoffwerte.

[0019] Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zum Reinigen von Abgasen, die heizwerthaltige Substanzen, insbesondere Schadstoffpartikel und/oder Geruchspartikel, enthalten, wobei die Vorrichtung insbesondere zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dient. In der Vorrichtung ist ein Behälter vorhanden, der mehrere, vorzugsweise drei, Kammern umfaßt, zu denen jeweils eine aufsteuerbare und verschließbare Abgasleitung und eine aufsteuerbare und verschließbare Reingasleitung führt. Die Abgasleitungen können von einer Abgas-Sammelleitung abzweigen. Die Reingasleitungen können in eine Reingas-Sammelleitung münden. Der Behälter weist ferner eine Einrichtung zum Auskoppeln der überschüssigen Wärmeenergie auf.

[0020] Vorzugsweise ist eine gemeinsame Brennkammer vorhanden. Bei der gemeinsamen Brennkammer kann es sich um eine Brennkammer für alle Kammern handeln oder um eine Brennkammer für Gruppen von Kammern. Die gemeinsame Brennkammer schließt sich vorzugsweise an die oberen Endbereiche der Kammern an.

[0021] In den Kammern ist vorzugsweise ein Wärmetauscher vorhanden. Dabei handelt es sich vorzugsweise um einen katalytisch wirkenden Wärmetauscher bzw. um ein Katalysatorpaket.

[0022] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachstehend anhand der beigefügten Zeichnung im einzelnen erläutert. In der Zeichnung zeigt die

einzigste Figur eine Vorrichtung zum Reinigen von Abgasen in einer schematischen Ansicht.

[0023] Die Vorrichtung umfaßt eine erste Kammer 8, eine zweite Kammer 9 und eine dritte Kammer 10, in denen sich jeweils ein katalytisch wirkender Wärmetauscher, nämlich ein Katalysatorpaket, befindet. Die Vorrichtung ist auf diese Weise in drei Segmente I, II und III unterteilt.

[0024] Oberhalb der Kammern 8, 9, 10 befindet sich eine gemeinsame Brennkammer 11. Die Brennkammer 11 überdeckt den Bereich der Kammern 8, 9, 10. Die Kammern 8, 9, 10 münden mit ihren oberen offenen Enden in die gemeinsame Brennkammer 11.

[0025] Die zu reinigenden Abgase werden der Vorrichtung durch eine Abgas-Sammelleitung 1 zugeführt. Das Abgas stammt aus der Herstellung von Trockenstabilat®. Das Abgas kann der Vorrichtung als Rohgas mit einer Temperatur von beispielsweise 30° C zugeführt werden. Von der Abgas-Sammelleitung 1 zweigt in jedem Segment I, II, III eine Abgasleitung ab, die durch jeweils ein Ventil gesondert aufsteuerbar ist. Das Ventil befindet sich im unteren Bereich der jeweiligen Kammer 8, 9, 10.

[0026] Von diesen unteren Bereichen der Kammern 8, 9, 10 zweigt ferner jeweils eine Reingasleitung ab, die durch jeweils ein weiteres Ventil gesondert aufsteuerbar ist. Die Reingasleitungen münden in eine Reingas-Sammelleitung 7, aus der das Reingas mit einer Temperatur von beispielsweise 47°C abgeführt wird.

[0027] Ferner ist eine Spülluft-Sammelleitung 6 vorhanden, von der eine jeweils gesondert aufsteuerbare und verschließbare Spülluftleitung in den unteren Bereich jeder Kammer 8, 9, 10 führt.

[0028] Im Betrieb wird die Abluft aus der Herstellung von Trockenstabilat® durch die Abgas-Sammelleitung in das System eingeleitet. Die Segmente I, II, III befinden sich abwechselnd in einem Betriebszustand, in dem die Abgase durch den Wärmetauscher aufgeheizt werden, in dem die Abgase den Wärmetauscher aufheizen und in dem der Wärmetauscher gespült wird. In der Darstellung der einzigen Figur werden die Abgase durch den Wärmetauscher in der Kammer 8 des Segments I aufgeheizt. Dementsprechend ist das Ventil in der Abgasleitung zur Kammer 8 geöffnet und ist das Ventil in der Reingasleitung von der Kammer 8 geschlossen. In der Kammer 9 des zweiten Segments II heizen die Abgase den Wärmetauscher in dieser Kammer 9 auf. Dementsprechend ist das Ventil der Abgasleitung zur Kammer 9 geschlossen und ist das Ventil der Reingasleitung aus der Kammer 9 geöffnet. Der Wärmetauscher in der Kammer 10 des Segments III wird mit Spülluft gespült. Dementsprechend sind die Ventile von der Abgasleitung in die Kammer 10 und in die Reingasleitung von der Kammer 10 geschlossen. Die Spülluftleitung in die Kammer 10 ist geöffnet.

[0029] In Abhängigkeit von den Temperaturen und/oder von den in der abströmenden Reingluft gemessenen Schadstoffwerten wechseln die Kammern 8, 9, 10 der Segmente I, II, III ihren Betrieb.

[0030] Die durch die Abgas-Sammelleitung 1 in die Vorrichtung eingeleitete Abluft wird durch das aufgeheizte Katalysatorpaket in der Kammer 8 auf die Verbrennungstemperatur der Schadstoffe aufgeheizt, indem dieses Katalysatorpaket Wärme an die Abluft abgibt. Auf der Höhe 2 der Kammer 8, also am oberen Ende der Kammer 8, an dem die Kammern 8, 9, 10 in die

gemeinsame Brennkammer 11 münden, kann die mit 30° C in die Kammern eingeleitete Abluft eine Temperatur von 800° C erreicht haben.

[0031] Danach wird der Abluft auf hohem Temperaturniveau Wärmeenergie zugeführt. Dies geschieht in der gemeinsamen Brennkammer 11, beispielsweise an der mit 3 bezeichneten Stelle. Die zugeführte Wärmeenergie stammt vorzugsweise aus einer regenerativen Energiequelle. Insbesondere wird diese Wärmeenergie durch die Verbrennung eines regenerativen Brennstoffs erzeugt. Vorzugsweise wird Trockenstabilat® verbrannt. Hierdurch wird dem Abgas Wärmeenergie auf einem hohen Temperaturniveau zugeführt. Der Brennstoff, insbesondere Trockenstabilat, kann außerhalb der Brennkammer 11 verbrannt werden, und die dadurch erzeugte Energie kann der Brennkammer zugeführt werden. Es ist allerdings auch möglich, den Brennstoff, insbesondere Trockenstabilat, in die Brennkammer 11 einzubringen und dort zu verbrennen. Auch andere Arten der Zuführung von Energie zu der Brennkammer 11, mit oder ohne Verwendung eines Brennstoffs, sind möglich.

[0032] Die überschüssige Wärmeenergie, also derjenige Teil der Wärmeenergie, der zur Schadstoffvernichtung bzw. Geruchsstoffvernichtung nicht benötigt wird, wird auf hohem Temperaturniveau ausgekoppelt und in elektrische Energie umgewandelt. Dies kann durch eine direkte Umformung 5 geschehen. Dabei wird die Energie aus der Brennkammer 11 abgeführt. Dies kann durch einen Wärmetauscher erfolgen. Stattdessen oder zusätzlich ist es möglich, die überschüssige Wärmeenergie durch indirekte Umformung in elektrische Energie umzuwandeln. In diesem Fall wird die überschüssige Wärmeenergie an der Stelle 4, also im unteren Bereich der Kammer 9, ausgekoppelt. Die Auskoppelung erfolgt also an einer Stelle, an der die Luft das Katalysatorpaket der Kammer 9 bereits durchströmt hat und eine geringere Temperatur aufweist.

[0033] Die Luft verläßt die Brennkammer 11 durch das obere offene Ende der Kammer 9 des Segments II. Sie durchströmt die Kammer 9 des Segments II von oben nach unten und gibt dabei Energie an das in der Kammer 9 befindliche Katalysatorpaket ab. Das Verfahren wird vorzugsweise derart geführt, daß die Luft so viel Energie an das Katalysatorpaket in der Kammer 9 abgibt, wie erforderlich ist, um die Schadstoffe bzw. Geruchsstoffe sicher zu vernichten, wenn im Segment II die Abgase vor der Verbrennung durch den dort befindlichen Wärmetauscher aufgeheizt werden, wenn also im Segment II derjenige Teil des Betriebes durchgeführt wird, der in der Schemazeichnung im Segment I durchgeführt wird.

[0034] Dementsprechend verläßt die gereinigte Abluft das System über das Katalysatorpaket im Segment II, wobei sie ihre Wärme auf dieses Katalysatorpaket im Segment II überträgt. Sie gelangt von dort über das geöffnete Ventil in die Reingasleitung und weiter in die Reingas-Sammelleitung 7, von wo sie abgeführt wird.

[0035] Bei der Abluftreinigung werden die Katalysa-

torpakete der Segmente I, II und III wechselweise beaufschlagt. Um den Schlupf ungereinigter Abluft zu vermeiden, wird vor erneuter Beaufschlagung des kalten, neu zu beaufschlagenden Katalysatorpaketes dieses mit Spülluft gespült. In der Schemazeichnung geschieht dies im Segment III. Hierbei werden die angereicherten unverbrannten Rückstände vom Katalysator abgelöst und mit der Spülluft dem aufgeheizten Katalysatorpaket zugeführt (in der Schemazeichnung dem Katalysatorpaket im Segment II), wobei sie zerstört werden. Dies geschieht, bevor der Abluftstrom vollständig auf das Katalysatorpaket im Segment III umgeschaltet wird.

[0036] Die gereinigte Abluft verläßt das System durch die Reingas-Sammelleitung 7. Sie hat ihre Wärmeenergie nahezu vollständig auf ein Katalysatorpaket übertragen (in der Schemazeichnung auf das Katalysatorpaket im Segment II).

[0037] Durch die Temperaturdifferenz, die in der gemeinsamen Brennkammer 11 erzeugt wird, besteht erstmals die Möglichkeit, eine mit einer Abluftreinigung gekoppelte externe Energieerzeugung aus nachwachsenden Energieträgern durchzuführen, und zwar auf einem höheren oder wesentlich höheren Temperaturniveau als bisher. Nach Erreichen des zur Schadstoffzerstörung erwünschten bzw. erforderlichen Temperaturniveaus wird das über der Verbrennungstemperatur der Schadstoffe liegende Energiepotential zur Energieauskopplung und Nutzung, insbesondere Stromerzeugung, eingesetzt. Zur Umwandlung der auskoppelbaren Energie werden vorzugsweise Gasturbinen, Heißgasturbinen, Dampferzeuger, Heißluftmotoren, Expansionsmaschinen oder Wärmekraftmaschinen mit entsprechenden Stromerzeugungsaggregaten benutzt.

[0038] Da die Wärmetauscher in den Kammern 8, 9, 10 als Katalysatoren wirken, können die Energieumformer für die auszukoppelnde Energie mit einer Heißgasqualität betrieben werden, die bisher nicht erreicht worden ist, und zwar auch dann nicht, wenn Trockensorption, Naßwäsche oder Filter angewendet worden sind.

[0039] Durch die Erfindung wird ein Verfahren zur thermisch regenerativen Abgasreinigung mit Zufuhr von Hochtemperaturwärme und externer Nutzung der überschüssigen Energie geschaffen, wobei die Hochtemperaturwärme vorzugsweise aus regenerativen Brennstoffen gewonnen wird. Durch die Erfindung wird es ermöglicht, ein Verfahren zur katalytischen, regenerativen und/oder rekuperativen Abgasreinigung durchzuführen. Dem Abgas kann mehr Wärmeenergie zugeführt werden, und dies kann auf einem höheren Temperaturniveau geschehen, als zur Schadstoffzerstörung erforderlich ist. Die überschüssige Wärmeenergie kann aus dem System ausgeschleust und zur Nutzung umgeformt werden. Die gereinigten Verbrennungsgase können einer Heißgasturbine oder Expansionsmaschine zugeführt werden. Die Gasströme können so geführt werden, daß die gereinigten Abgase sowohl aus der Abluftreinigung als auch aus der Schadstoffverbrennung und Energieerzeugung mit Umgebungstemperatur in

die Atmosphäre austreten. Das Verfahren kann derart geführt werden, daß verschiedene Kammern eines Behälters mit katalytisch wirkenden Wärmetauschern gefüllt werden, wobei diese Kammern mit unterschiedlich zu steuernden Gaszuführungsleitungen versehen sein können. Die Kammern können eine Heißgasentnahmeverrichtung aufweisen. Das Heißgas kann den Kammern beispielsweise an den Stellen entnommen werden, die der mit 4 bezeichneten Stelle im unteren Bereich der Kammer 9 des Segments II entsprechen. An dieser Stelle hat das Gas den katalytisch wirkenden Wärmetauscher in der Kammer 9 durchlaufen und diesen Wärmetauscher aufgeheizt. In dem oberen gemeinsamen Raum 11 der Vorrichtung, also in der Brennkammer, kann eine Energieeinspeisevorrichtung für regenerative Energieträger vorhanden sein.

[0040] In der Vorrichtung, die in der Zeichnung dargestellt ist, kann eine wirkungsvolle Begrenzung von C_{gesamt} -Konzentrationen mittels thermisch-regenerativer Abluftbehandlung erfolgen. Dabei werden wie bei der Nachverbrennung die Kohlenwasserstoffe in einer Brennkammer 11 zu Kohlendioxid und Wasserdampf oxidiert. Zur Reduzierung der Betriebskosten erfolgt eine maximale Wärmerückgewinnung mittels Keramik-Wärmetauschern, die in den Kammern 8, 9, 10 untergebracht sind. Im heißen Zustand gibt die erste Kammer 8 des Segments I ihre gespeicherte Wärmeenergie zur Aufheizung der Prozeßluft ab, während nach erfolgtem Abschluß der Oxidation in der Brennkammer 11 die zweite Kammer 9 des Segments II durch die heiße Abluft erneut aufgeheizt wird. Durch zyklisches Umschalten der Strömungsrichtung wird der Dauerbetrieb sichergestellt.

[0041] Durch die Vorrichtung können die Vorgaben der 29. BImSchV eingehalten werden. Die Abwärme wird über spezielle Wärmetauscher mit katalytischen Eigenschaften bis zu 98 % zurückgewonnen. Emissionsrelevante Umschaltpeaks werden durch Verwendung von drei Kammern 8, 9, 10 vermieden. Das Ergebnis ist ein kontinuierlich niedriges Reingassignal in der Reingas-Sammelleitung 7. Reinluftgehalte von 5 mg $C_{\text{gesamt}}/\text{m}^3$ Abluft lassen sich sicher einhalten. Auch während Wartungsarbeiten kann die volle Funktion der Abluftreinigung gewährleistet werden, so daß eine 100 %-ige Verfügbarkeit erreicht werden kann. Die Brennkammer 11 ist nach den Vorgaben der 30. BImSchV (Deutsche Bundesemissionsschutzverordnung) gestaltet, also mit Verweilzeiten von zwei Sekunden bei Temperaturen von 850° C und mit einem Temperaturquench, der eine Abkühldauer von < 1 Sekunde sicherstellt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Reinigen von Abgasen, die heizwerthaltige Substanzen, insbesondere Schadstoffpartikel und/oder Geruchspartikel, enthalten, bei

dem die heizwerthaltigen Substanzen verbrannt werden, bei dem Wärmeenergie auf einem hohen Temperaturniveau zugeführt wird und bei dem Wärmeenergie aus dem Abgas abgeführt wird,

dadurch gekennzeichnet,

daß die überschüssige Wärmeenergie aus dem Abgas abgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die abgeführte Energie umgewandelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wärmeenergie durch Verbrennung eines Brennstoffs zugeführt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Brennstoff ein regenerativer Brennstoff ist.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Brennstoff aus Abfall, der organische Bestandteile enthält, hergestellt ist, wobei der Abfall vorzugsweise unter Zwangsbelüftung in einem vorzugsweise geschlossenen Behälter kompostiert und anschließend getrocknet worden ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Abgase vor der Verbrennung durch einen Wärmetauscher aufgeheizt werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Abgase nach der Verbrennung einen Wärmetauscher aufheizen.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Wärmetauscher zeitweise die Abgase aufheizt und zeitweise von den Abgasen aufgeheizt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Wärmetauscher zeitweise gespült wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** mehrere, vorzugsweise 3, Wärmetauscher wechselweise die Abgase aufheizen, von den Abgasen aufgeheizt werden und gespült werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuerung der Wärmetauscher in Abhängigkeit der Temperaturen und/oder der in der abströmenden Luft gemessenen Schadstoffwerte erfolgt.

12. Vorrichtung zum Reinigen von Abgasen, die heizwerthaltige Substanzen, insbesondere Schadstoffpartikel und/oder Geruchspartikel, enthalten, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, mit einem Behälter, der mehrere, vorzugsweise 3, Kammern (8, 9, 10) umfaßt, zu denen jeweils eine aufsteuerbare und verschließbare Abgasleitung und eine aufsteuerbare und verschließbare Reingasleitung führt, und der eine Einrichtung (4, 5) zum Auskoppeln der überschüssigen Wärmeenergie aufweist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **gekennzeichnet durch** eine gemeinsame Brennkammer (11).
14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** in den Kammern (8, 9, 10) ein Wärmetauscher vorhanden ist, vorzugsweise ein katalytisch wirkender Wärmetauscher.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

