

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 077 077 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.02.2001 Patentblatt 2001/08

(51) Int Cl. 7: B01D 53/56, F23G 5/14

(21) Anmeldenummer: 00810565.2

(22) Anmeldetag: 28.06.2000

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

(30) Priorität: 12.08.1999 DE 19938269

(71) Anmelder: ABB (Schweiz) AG
5401 Baden (CH)

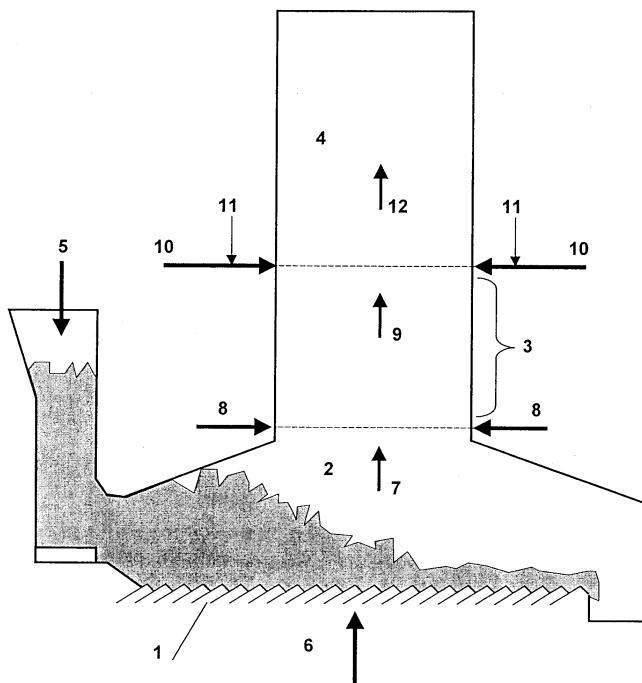
(72) Erfinder:
• Rüegg, Hans
5610 Wohlen (CH)
• Stoffel, Beat
8126 Zumikon (CH)

(74) Vertreter: ABB Patent Attorneys
c/o ABB Business Services Ltd. (SLE-I)
Haselstrasse 16/699
5401 Baden (CH)

(54) Verfahren zur thermischen Behandlung von Feststoffen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur thermischen Behandlung von Feststoffen (5), insbesondere Abfall, bei welchem die Feststoffe (5) in einer ersten Stufe mittels Zufuhr von Primärluft (6) verbrannt und die Rauchgase (7) der ersten Stufe anschliessend in einer zweiten Stufe, der Nachverbrennungsstufe (4), mit Sekundärluft (10) vermischt und unter vollständigem Ausbrand verbrannt werden, und zur Entstickung der Rauchgase das SNCR-Verfahren, bei dem ein Reduktionsmittel (11) in die Rauchgase eingedüst wird, ver-

wendet wird. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass die aus der ersten Stufe austretenden Rauchgase (7) zunächst in einer zweiten Stufe mit einem gasförmigen sauerstofffreien oder sauerstoffarmen Mischungsmedium (8) vermischt werden und dieses Gemisch (9) in einer Beharrungszone (3) mindestens 0.3 s lang verweilt und anschliessend zwecks vollständigem Ausbrand in einer dritten Stufe mit der Sekundärluft (10) vermischt wird, wobei der Sekundärluft (10) vorgängig das Reduktionsmittel (11) zugegeben wird.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur thermischen Behandlung von Feststoffen, insbesondere Abfall, bei welchem die Feststoffe in einer ersten Stufe verbrannt und die Rauchgase der ersten Stufe anschliessend in einer Nachbrennkammer mit Sekundärluft vermischt und unter vollständigem Ausbrand verbrannt werden, und zur Entstickung der Rauchgase das SNCR-Verfahren (Selective Noncatalytic Reduction) verwendet wird, bei dem ein Reduktionsmittel in das Rauchgas eingedüst wird, um im Rauchgas enthaltenes Stickstoffoxid zu reduzieren.

Stand der Technik

[0002] Es ist bekannter Stand der Technik, stückige Feststoffe, wie z. B. Abfall, in einer Brennkammer, in der Primärluft zugegeben wird, und einer nachgeschalteten Nachbrennkammer, in der Sekundärluft zugegeben wird, zu verbrennen. Üblicherweise wird der Feststoff dabei auf einem Verbrennungsrost umgesetzt. Die Primärluft wird unter dem Rost zugeführt und strömt durch Öffnungen im Rostbelag in das darüberliegende Feststoffbett.

[0003] Die bei der Verbrennung im und über dem Bett entstehenden Rauchgase weisen örtlich und zeitlich eine stark schwankende Zusammensetzung und Temperatur auf. Die Rauchgase werden daher mit Sekundärluft bzw. einem Gemisch aus Sekundärluft und rezirkuliertem Rauchgas vermischt. Durch den zugeführten Sauerstoff wird der Ausbrand der Gase gewährleistet und die austretenden Gase werden abgekühlt.

[0004] Zur Entstickung der Rauchgase werden heutzutage zwei verschiedene Verfahren eingesetzt. Dies sind die katalytische Entstickung (SCR - Selective Catalytic Reduction) und die nichtkatalytische Entstickung (SNCR - Selective Noncatalytic Reduction). Beide Verfahren arbeiten mit Ammoniak bzw. ammoniakhaltiger wässriger Lösung oder wässrigen Harnstofflösungen als Reduktionsmittel und reduzieren die Stickstoffoxide im Rauchgas zu N_2 und H_2O (K. J. Thomé-Kozmiensky: Thermische Abfallbehandlung. EF Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH, 2. Auflage, 1994, S. 552-555).

[0005] Beim SNCR-Verfahren wird das Reduktionsmittel in den Feuerraum der Verbrennungsanlage geleitet. Dort reagiert es mit den vorgängig gebildeten Stickoxiden zu Stickstoff und Wasserdampf. Diese Reaktion läuft im Temperaturbereich von 700 bis 1100 °C ab, beim Einsatz von Ammoniak als Reduktionsmittel bevorzugt zwischen 850 und 1000 °C, wobei bei 920 °C ein Optimum liegt. Beim Einsatz von Harnstoff als Reduktionsmittel ist der Temperaturbereich um ungefähr 50 °C zu höheren Temperaturen verschoben. Die Verteilung des Reduktionsmittels in den Feuerraum ge-

schieht üblicherweise mittels Zweistoffdüsen, die auf der Aussenseite des Feuerraumes angebracht sind und als Zerstäubungsmedium entweder Pressluft oder Wasserdampf einsetzen. Die Kosten für den Einsatz dieser beiden Zerstäubungsmedien sind nachteilig hoch, da wegen der grossen Abmessungen des Reaktionsraumes relativ grosse Mengen davon benötigt werden. Aus Kostengründen hat man daher auch Rauchgas als Zerstäubungs- und Transportmedium für die als Reduktionsmittel eingesetzten Chemikalien verwendet (WO 90/05000). Aus US 5,240,689 ist ein zweistufiges Entstickungsverfahren bekannt, bei welchem ebenfalls rezirkuliertes Rauchgas als Trägergas für die einzudüsenden Chemikalien verwendet wird. Zur Temperaturregelung des Rauchgases wird Wasser eingedüst bzw. die Chemikalienmenge variiert.

[0006] Ein weiteres Problem beim Einsatz des SNCR-Verfahrens in Müllverbrennungsanlagen besteht darin, dass beim Verbrennen von Müll die Stickoxide zum überwiegenden Teil aus dem Brennstoffstickstoff entstehen und dass wegen der Inhomogenität des Mülls die Entstehung örtlich äusserst ungleichmässig und auch zeitlich sehr stark schwankend erfolgt. Dies führt dazu, dass die NOx-Konzentrationen im Rauchgas ebenfalls sehr stark örtlich und zeitlich schwanken.

[0007] Um bei diesen Bedingungen noch eine genügend gute Reduktionswirkung zu erreichen, ist es notwendig, dass das Reduktionsmittel in grossem Überschuss zugegeben wird. Dies führt unweigerlich zu einem grossen Ammoniak-Schlupf im Rauchgas, der zur Vermeidung von Ammoniakemissionen in der nachgeschalteten Rauchgasreinigung wieder aufwendig abgeschieden werden muss.

[0008] Schliesslich treten infolge der Müllinhomogenität und Änderungen der thermischen Leistung (z. B. Teillastfahrweise) zusätzlich grosse Temperatur- und Leistungsschwankungen im Bereich der Nachbrennkammer und der Eindüsestellen für das Reduktionsmittel auf. Diese führen dazu, dass sich das für die Reaktion optimale Temperaturfenster ständig verschiebt und die Temperatur an der Eindüse somit nicht konstant bleibt. Um den örtlichen Schwankungen des optimalen Temperaturfeldes folgen zu können, wird daher das Reduktionsmittel auf mehreren Ebenen in den Feuerraum eingedüst. Diese Ebenen werden der jeweiligen Temperatur entsprechend zu- oder abgeschaltet. Der Nachteil dieser Lösung besteht darin, dass einerseits zusätzliche Öffnungen an den Seitenwänden installiert werden müssen und andererseits der verfahrenstechnische und Regelungstechnische Aufwand beträchtlich ist.

Darstellung der Erfindung

[0009] Die Erfindung versucht, alle diese Nachteile zu vermeiden. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Entstickung der Rauchgase von Verbrennungsanlagen nach dem SNCR-Verfahren, bei dem ein Reduktionsmittel mittels eines Fördermediums über eine

Eindüsestelle in das Rauchgas eingedüst wird, anzugeben, welches kostengünstig ist und mit welchem ohne grossen verfahrenstechnischen und apparativen Aufwand ein geringerer Ammoniak-Schlupf und gleichzeitige niedrigere NOx-Reingaskonzentrationen ermöglicht werden.

[0010] Erfindungsgemäss wird dies bei einem Verfahren gemäss Oberbegriff des Patentanspruches 1 dadurch erreicht, dass die aus der ersten Stufe austretenden Rauchgase zunächst in einer zweiten Stufe mit einem gasförmigen sauerstofffreien oder sauerstoffarmen Mischungsmedium, vorzugsweise rezirkuliertem Rauchgas oder Wasserdampf, vermischt werden, dieses Gemisch in einer Beharrungszone mindestens 0,3 s lang verweilt und anschliessend zwecks vollständigem Ausbrand in einer dritten Stufe mit der Sekundärluft vermischt wird, wobei der Sekundärluft vorgängig das Reduktionsmittel zugegeben wird.

[0011] Die Vorteile der Erfindung bestehen darin, dass das Verfahren einerseits sehr kostengünstig ist, da kein zusätzliches Transport- und Eindüseungsmedium für das Reduktionsmittel benötigt wird und rezirkuliertes Rauchgas nahezu kostenfrei auch in grossen Mengen eingesetzt werden kann. Das Reduktionsmittel wird mit einem grossen Volumenstrom an Sekundärluft vermischt, wobei durch die grössere Gasmenge die Einmischung verbessert wird. Diese verbesserte Vermischung führt zu einem deutlich kleineren Ammoniak-Schlupf. Auf diese Weise sind niedrige NOx-Reingaskonzentrationen bei gleichzeitig niedrigem Ammoniak-Schlupf möglich. Durch die gestufte Mischungsmedium-Verbrennungsluftzufuhr in die Nachbrennkammer findet ein Teil der Nachverbrennung schon in der ersten Mischstufe, und zwar bei der Eindüse des Mischungsmediums (rezirkuliertes Rauchgas, überhitzter Wasserdampf) statt, wodurch sich in der zweiten Mischstufe, der Sekundärlufteindüse, keine oder bedeutend weniger Flammen mit Temperaturspitzen ausbilden. Dadurch wird das dort zugeführte Reduktionsmittel vorteilhaft auch nur zu einem kleinem Teil verbrannt und der Überschuss an Reduktionsmittel kann bei gleichem NOx-Reduktionsgrad verringert werden.

[0012] Es ist zweckmässig, wenn die Temperatur der Rauchgase nach der Zugabe des gasförmigen Mischungsmediums oder nach der Zugabe der Sekundärluft in Abhängigkeit von der zugegebenen Menge des gasförmigen Mischungsmediums oder der Sekundärluft auf einen bestimmten Sollwert geregelt wird. Dies ist eine einfache und kostengünstig zu realisierende Methode. Durch diese Regelung ist es möglich, die Temperatur der Rauchgase an der Stelle der Sekundärlufteindüse im für die Entstickungsreaktion optimalen Temperaturbereich konstant zu halten. Daher ist es nicht mehr notwendig, mittels mehrerer Eindüseebenen dem Reaktionsfenster nachzufahren. Es kann vorteilhaft auf ein Umschalten der einzelnen Ebenen zur Reduktionsmitteleindüse verzichtet werden.

[0013] Schliesslich ist es vorteilhaft, wenn die Menge

des zugeführten Reduktionsmittels in Abhängigkeit von der Rauchgastemperatur nach der Zugabe des gasförmigen Mischungsmediums oder nach der Zugabe der Sekundärluft auf einen bestimmten Sollwert geregelt

5 wird, weil der Anteil an verbranntem Reduktionsmittel und der Ammoniak-Schlupf von der Reaktionstemperatur abhängig sind.

[0014] Zudem ist es vorteilhaft, die zugeführte Reduktionsmittelmenge in Abhängigkeit von der thermischen 10 Ofenleistung, der NOx-Konzentration am Ofenende und der Ammoniak-Konzentration am Ofenende zu regeln, weil bei höherer Leistung auch die benötigte Reduktionsmittelmenge steigt.

15 Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0015] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Müllverbrennungsanlage dargestellt. Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Nicht dargestellt sind beispielsweise der Kessel mit Trichtern zum Staubaustrag und der Wäscher, in welchem die Rauchgasentschwefelung stattfindet. Die Strömungsrichtung der Medien ist mit Pfeilen bezeichnet.

25 Weg zur Ausführung der Erfindung

[0016] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der Figur näher erläutert.

[0017] Die einzige Figur zeigt schematisch einen Teil einer Müllverbrennungsanlage, in der eine nichtkatalytische Entstickung der Verbrennungsgase stattfindet. Die Anlage besteht aus einem Verbrennungsrost 1 (erste Verbrennungsstufe), über dem sich ein Feuerraum 2 mit einer sich daran anschliessenden erfindungsgemässen Beharrungszone 3 (zweite Stufe der Verbrennung) erstreckt, an die sich eine Nachverbrennungszone 4 (dritte Stufe der Verbrennung) anschliesst, in welcher der vollständige Ausbrand der Rauchgase erfolgt.

[0018] Die zu verbrennenden Feststoffe 5, im vorliegenden Ausführungsbeispiel Müll, werden auf den Verbrennungsrost 1 aufgegeben und unter Zufuhr von Primärluft 6 verbrannt. Die Menge an Primärluft 6 kann dabei so gewählt, dass die Luft unter- oder überstöchiometrisch ist, d.h. dass die Verbrennung unter Sauerstoffmangel oder -überschuss erfolgt. Dabei entstehen Rauchgase 7, welche in die Nachbrennkammer 4 strömen. Dort werden sie mit einem sauerstofffreien bzw.

50 sauerstoffarmen gasförmigen Mischungsmedium 8 vermischt. Das Mischungsmedium 8 ist ein Gasgemisch mit gegenüber der Luft verringelter Sauerstoffkonzentration, bevorzugt rezirkuliertes Rauchgas. In einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung kann auch überhitzter Wasserdampf verwendet werden. Das Gemisch 9 aus Rauchgasen 7 der ersten Verbrennungsstufe und gasförmigem Mischungsmedium 8 durchläuft nun die Beharrungszone 3, wobei die mittlere Verweilzeit in der Beharrungszone 3 mindestens 0,3 s beträgt.

Danach wird in die Nachbrennkammer 4 Sekundärluft 10, welcher vorher ein Reduktionsmittel 11, z. B. Ammoniak, zugemischt wurde, eingedüst. Die Zugabe dieses Gemisches bewirkt einerseits eine weitere Vermischung und Homogenisierung der aus der Brennzone austretenden Gase und andererseits die Gewährleistung des vollständigen Ausbrandes dieser Gase. Zusätzlich wird eine Abkühlung der Gase bewirkt, sowie durch Reaktion des Reduktionsmittels 11 mit den NOx-Bestandteilen der Abgase wird das im Rauchgas enthaltene Stickstoffoxid reduziert.

[0019] Für die Zufuhr des Reduktionsmittels 11 gibt es mehrere Möglichkeiten. Wie in der Figur dargestellt, ist es möglich, das Reduktionsmittel 11 dem Sekundärluftstrom 10 vor der Aufteilung auf die einzelnen Düsenpositionen zuzugeben. Eine andere Möglichkeit ist die Zumischung des Reduktionsmittels 11 zum Sekundärluftstrom 10 nach der Aufteilung auf die einzelnen Eindüsungspositionen. Selbstverständlich ist es auch möglich, das Reduktionsmittel 11 direkt bei der Eindüsung in die Nachbrennkammer dem Sekundärluftstrom 10 zuzugeben.

[0020] Weiterhin sind verschiedene Ausführungsvarianten bezüglich des Reduktionsmittels 11 realisierbar. So kann beispielsweise das Reduktionsmittel 11 in gasförmiger Form, z. B. als gasförmiger Ammoniak, der Sekundärluft 10 zugemischt werden oder es liegt in flüssiger Form, z. B. als wässrige Harnstoff- oder Ammoniakklösung, vor und wird mit einer Düse im Sekundärluftstrom 10 verdüst. Schliesslich kann das Reduktionsmittel 11 auch in fester Form, beispielsweise als Harnstoffpulver, vorliegen und in feiner Partikelform der Sekundärluft 10 zudosiert werden.

[0021] Bei dem erfundungsgemässen Verfahren kann die Temperatur der Rauchgase 9 nach der Zugabe des gasförmigen Mischungsmediums 8 in Abhängigkeit von der zugegebenen Menge des gasförmigen Mischungsmediums 8 auf einen bestimmten Sollwert geregelt werden.

[0022] Ebenso ist es möglich, die Temperatur der Rauchgase 12 nach der Zugabe der Sekundärluft 10 (und des Reduktionsmittels 11) in Abhängigkeit von der zugegebenen Menge des gasförmigen Mischungsmediums 8 oder der Sekundärluft 10 auf einen bestimmten Sollwert zu regeln.

[0023] Da die Temperatur an der Reduktionsmittel-Eindüsungsstelle auf diese Weise nahezu konstant gehalten werden kann, ist es vorteilhaft nicht mehr notwendig, auf verschiedene Ebenen der Reduktionsmitteleindüsung umzuschalten, d.h. gegenüber dem bekannten Stand der Technik hat sich das Verfahren zur thermischen Behandlung von Feststoffen vereinfacht.

[0024] Ein weiterer Vorteil ist, dass die relative geringe Menge an Reduktionsmittel 11 mit einem grossen Volumenstrom von Sekundärluft 10 vermischt wird und so die Einmischung dieser grösseren Gasmenge in das Rauchgas verbessert wird.

[0025] Versuche mit Eindüsung des Reduktionsmit-

tels über die Sekundärluft, wobei aber keine gestufte Verbrennungsluftzufuhr in die Nachbrennkammer stattfand, führten nur bei tiefen Temperaturen an der Eindüsstell zum Erfolg. Wurden diese Versuche jedoch bei

5 5 gesetzlich vorgegebenen Bedingungen (Mindestverweilzeit des Rauchgases nach der letzten Verbrennungsluftzuführung von 2 Sekunden bei Temperaturen > 850 °C) durchgeführt, so kam es durch die von der Sekundärluft erzeugten Flammen zu Temperaturspitzen und zum Verbrennen hoher Anteile des Reduktionsmittels, was sogar zu einer unerwünschten Erhöhung der NOx-Werte im Rauchgas führte.

[0026] Erst bei gestufter Mischungsmedium-Verbrennungsluftzufuhr findet der grösste Teil der Nachverbrennung schon in der ersten Mischstufe, der Eindüsung des Mischmediums statt, wodurch in der zweiten Mischstufe, der Sekundärlufteindüsung, sich keine oder nur bedeutend weniger Flammen mit Temperaturspitzen ausbilden. Das führt dazu, dass das Reduktionsmittel auch 10 15 zu einem viel kleineren Teil verbrannt wird.

[0027] Für die Regelung der Menge des zugeführten Reduktionsmittels 11 bestehen eine Reihe von gut zu realisierenden Möglichkeiten, z. B.

- 25 - Regelung in Abhängigkeit von der Stickoxid-Konzentration im Rauchgas nach Verlassen der Nachverbrennungsstufe,
 - Regelung in Abhängigkeit von der Ammoniakkonzentration im Rauchgas nach Verlassen der Nachverbrennungsstufe,
 30 - Regelung in Abhängigkeit von der Rauchgastemperatur nach der Zugabe des gasförmigen Mischungsmediums,
 - Regelung in Abhängigkeit von der Rauchgastemperatur nach der Zugabe der Sekundärluft,
 35 - Regelung in Abhängigkeit von der Menge des zugegebenen gasförmigen Mischungsmediums,
 - Regelung in Abhängigkeit von der thermischen Ofenleistung.

40 **[0028]** Durchgeführte Versuche an einer Müllverbrennungsanlage haben gezeigt, dass mit der vorliegenden Erfindung NOx-Werte von < 80 mg/Nm³ (bezogen auf 11 % O₂ trocken) bei einem NH₃- Schlupf von < 5 mg/Nm³ erreicht werden können.

[0029] Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Die Verbrennung der Feststoffe 5 kann z. B. anstelle auf einem Verbrennungsrost 1 auch in einer Wirbelschicht 45 50 durchgeführt werden.

Bezugszeichenliste

[0030]

- 55 1 Verbrennungsrost
 2 Feuerraum
 3 Beharrungszone

- 4 Nachbrennkammer
 5 Feststoffe
 6 Primärluft
 7 Rauchgase
 8 Gasförmiges Mischungsmedium
 9 Gemisch aus Pos. 7 und Pos. 8 (Rauchgase nach Zugabe des gasförmigen Mischungsmediums)
 10 Sekundärluft
 11 Reduktionsmittel
 12 Gemisch aus Pos. 9, Pos. 10 und Pos. 11 (Rauchgase nach Sekundärluftzugabe)

Patentansprüche

1. Verfahren zur thermischen Behandlung von Feststoffen (5), insbesondere Abfall, bei welchem die Feststoffe (5) in einer ersten Stufe mittels Zufuhr von Primärluft (6) verbrannt und die Rauchgase (7) der ersten Stufe anschliessend in einer Nachverbrennungsstufe (4) mit Sekundärluft (10) vermischt und unter vollständigem Ausbrand verbrannt werden, und zur Entstickung der Rauchgase (7) das SNCR-Verfahren, bei dem ein Reduktionsmittel (11) in die Rauchgase (7) eingedüst wird, verwendet wird, dadurch gekennzeichnet, dass die aus der ersten Stufe austretenden Rauchgase (7) zunächst in einer zweiten Stufe mit einem gasförmigen sauerstofffreien oder sauerstoffarmen Mischungsmedium (8) vermischt werden und dieses Gemisch (9) in einer Beharrungszone (3) mindestens 0.3 s lang verweilt und anschliessend zwecks vollständigem Ausbrand in einer dritten Stufe mit der Sekundärluft (10) vermischt wird, wobei der Sekundärluft (10) vorgängig das Reduktionsmittel (11) zugegeben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine unterstöchiometrische Menge an Primärluft (6) der ersten Stufe zugegeben wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als gasförmiges Mischungsmedium (8) rezykliertes Rauchgas eingesetzt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als gasförmiges Mischungsmedium (8) Wasserdampf eingesetzt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur der Rauchgase (9) nach der Zugabe des gasförmigen Mischungsmediums (8) in Abhängigkeit von der zugegebenen Menge des gasförmigen Mischungsmediums (8) auf einen bestimmten Sollwert geregelt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, da-

5 durch gekennzeichnet, dass die Temperatur der Rauchgase (12) nach der Zugabe der Sekundärluft (10) in Abhängigkeit von der zugegebenen Menge des gasförmigen Mischungsmediums (8) oder von der zugegebenen Menge an Sekundärluft (10) auf einen bestimmten Sollwert geregelt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Menge des zugeführten Reduktionsmittels (11) in Abhängigkeit von der Stickoxid-Konzentration im Rauchgas (12) oder von der Ammoniak-Konzentration im Rauchgas (12) nach Verlassen der Nachverbrennungsstufe (4) geregelt wird.

- 15 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Menge des zugeführten Reduktionsmittels (11) in Abhängigkeit von der Rauchgastemperatur nach der Zugabe des gasförmigen Mischungsmediums (8) geregelt wird.

- 20 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Menge des zugeführten Reduktionsmittels (11) in Abhängigkeit von der Rauchgastemperatur nach der Zugabe der Sekundärluft (10) geregelt wird.

- 25 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Menge des zugeführten Reduktionsmittels (11) in Abhängigkeit von der Menge des zugegebenen gasförmigen Mischungsmediums (8) geregelt wird.

- 30 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Menge des zugeführten Reduktionsmittels (11) in Abhängigkeit von der Ofenleistung geregelt wird.

40

45

50

55

