

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1381/93

(51) Int.Cl.⁶ : **B01D 53/60**
B01D 53/86, //(B01D 161/00, 177:00)

(22) Anmeldetag: 13. 7.1993

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 8.1995

(45) Ausgabetag: 25. 3.1996

(56) Entgegenhaltungen:

DE 3533199A DE 3412870A

(73) Patentinhaber:

INTEGRAL UMWELT- UND ANLAGENTECHNIK GESELLSCHAFT
M.B.H.
A-1040 WIEN (AT).

(72) Erfinder:

ASPALTER ANSGAR
WIEN (AT).
BLUDIN RICHARD ING.
PFAFFSTÄTTEN, NIEDERÖSTERREICH (AT).
LECHNER CHRISTIAN DIPL.ING.
LAFNITZ, STEIERMARK (AT).
RABITSCH HERMANN DIPL.ING. DR.
WIEN (AT).
WENZL HELMUT ING.
WIEN (AT).

(54) VERFAHREN ZUR ABTRENnung VON SCHWEFELTRIOXID UND STICKOXIDEN AUS RAUCHGASEN

(57) Verfahren zur Beseitigung von Schwefeltrioxid und Stickoxiden aus Rauchgasen, deren Wärmeenergie in mindestens einem Wärmetauscher genutzt wird, unter Zusatz von Ammoniak oder von mindestens einer unter den Systembedingungen Ammoniak bildenden Verbindung, wobei die Stickoxide katalytisch reduziert werden und eine Staubabscheidung erfolgt. Dabei wird die zur Abscheidung von Schwefeltrioxid und zur Erzielung der gewünschten Reduktionsrate der Stickoxide stöchiometrisch erforderliche Gesamtmenge an Ammoniak oder an einer Ammoniak bildenden Verbindung vor mindestens einem der Katalysatoranlage vorgelagerten Wärmetauscher und insgesamt vor der Katalysatoranlage zugeführt, wodurch das SO₃ mit Ammoniak zu festem Ammonsulfat umgesetzt und im Staubabscheider aus den Rauchgasen abgeschieden wird.

AT 400 816 B

Die gegenständliche Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beseitigung von Schwefeltrioxid und Stickoxiden aus Rauchgasen, deren Wärmeenergie in mindestens einem Wärmetauscher genutzt wird, unter Zusatz von Ammoniak oder von mindestens einer unter den Systembedingungen Ammoniak bildenden Verbindung, wobei die Stickoxide katalytisch reduziert werden und eine Staubabscheidung erfolgt.

5 Rauchgase, die aus der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen stammen, enthalten u.a. Schwefeloxide (SO_2 und SO_3) und Stickoxide (NO_x), deren weitestgehende Abtrennung und Unschädlichmachung aus den verschiedensten Gründen erforderlich ist. Das erfindungsgemäße Verfahren betrifft die Abtrennung von SO_3 und NO_x . Die Aufarbeitung bzw. Abtrennung von Schwefeldioxid erfolgt in einem nachfolgenden Verfahren.

10 Das SO_3 kondensiert unterhalb bestimmter Temperaturen mit dem im Rauchgas enthaltenen Wasserdampf zu Schwefelsäure und verursacht in den nachgeschalteten Anlageteilen Korrosionen. Somit ist bei Anwesenheit von SO_3 der effektiven Nutzung der Wärmeenergie deshalb eine Grenze gesetzt, da die Betriebstemperatur über dem Taupunkt der Schwefelsäure liegen muß. Da dieses Problem insbesondere im Teil- und Niedriglastbereich von Dampferzeugern besteht, ist der nutzbare Lastbereich sehr eingeschränkt.

15 Es besteht daher die Tendenz, derartige Anlagen bei relativ hohen Temperaturen zu betreiben, was jedoch kostenaufwendig ist und eine unzureichende Energienutzung bedingt.

Zur Rauchgasentstickung, insbesondere bei Kohle- und Ölkraftwerken, aber auch zur Reinigung der Rauchgase in anderen Industriezweigen, werden Verfahren angewendet, bei welchen die Stickoxide katalytisch zu unschädlichen Reaktionsprodukten (N_2 und H_2O) umgesetzt werden. Das derzeit am häufigsten verwendete Verfahren ist das Selective Catalytic Reduction-(SCR)-Verfahren. Dabei wird Ammoniak oder mindestens eine unter den Systembedingungen Ammoniak bildende Verbindung vor einer den Katalysator enthaltenden Reaktionskammer in den Rauchgaskanal eingebracht. In der Katalysatorkammer werden die Stickoxide zu Stickstoff und Wasser umgesetzt, wobei eine Verringerung der Stickoxidkonzentration von über 90 % erzielt werden kann. Als Verbindungen, welche unter den Systembedingungen Ammoniak bilden, dienen beispielsweise Salmiak (NH_4OH) oder Harnstoff.

20

25

Es ist üblich, diese Katalysatoren bei relativ hohen Temperaturen von mindestens etwa 300°C zu betreiben, da sich dort sonst als Umsetzungsprodukt aus Schwefeltrioxid und Ammoniak Ammoniumhydrogensulfat (NH_4HSO_4) bildet. Ammoniumhydrogensulfat stellt eine klebrige Verbindung dar, welche bei niedrigeren Temperaturen zu Verkrustungen am Katalysator und infolgedessen zu Betriebsstörungen führt. Somit bestimmt die Konzentration des SO_3 im Rauchgas die niedrigste Betriebstemperatur der SCR-Anlage.

30

Bei manchen Verfahren dieser Art wird das Rauchgas vor Eintritt in die Katalysatoranlage einer Wäsche unterzogen, um aus diesem die Schwefeloxide zu entfernen. Diese Entschwefelungsverfahren wirken jedoch nicht vollständig. Die hohe Katalysatortemperatur muß daher trotzdem eingehalten werden und die abgekühlten, wasserdampfgesättigten Rauchgase müssen unter hohem Primärenergiebedarf wieder aufgewärmt werden.

35

Bei den üblichen hohen Katalysatortemperaturen besteht jedoch die Gefahr, daß im Rauchgas enthaltenes SO_2 im Bereich des Katalysators zu SO_3 oxidiert wird. Dieses zusätzliche SO_3 bedingt jedoch wiederum die vorstehend dargelegten Probleme im Katalysatorbereich.

40 Aus der DE-OS 35 33 199 ist es bekannt, Abgase von Feuerungsanlagen in Nachschaltung zur Entschwefelung zu reinigen. Dabei werden in den entschwefelten Abgasen die Stickoxide unter Zusatz reduzierend wirkender Substanzen katalytisch bei erhöhter Temperatur reduziert. Weiters wird die Wärme der reduzierten Abgase an die noch zu reduzierenden Abgase abgegeben. Bei diesem Verfahren ist jedoch eine Aufheizung der entschwefelten Abgase erforderlich.

45 Wie dies vorstehend dargelegt wurde, wirken derartige bekannte Entschwefelungsverfahren nicht vollständig, weswegen zur Vermeidung der Ammoniumhydrogensulfatbildung hohe Katalysatortemperaturen eingehalten werden müssen, wodurch eine Verteuerung der Verfahren verursacht wird.

Aus der DE-OS 34 12 870 ist weiters ein Verfahren bekannt, bei welchem die Rauchgase zuerst abgekühlt und vorgereinigt, weiters einer SO_2 -Wäsche unterzogen und anschließend der bekannten reduktiv-katalytischen Behandlung zur Entfernung der Stickoxide zugeführt werden. Dabei muß wieder eine Aufheizung der gewaschenen Rauchgase erfolgen, wobei die Wärme der aus dem Katalysator abziehenden gereinigten Gase ausgenützt wird. Demgegenüber liegt der gegenständlichen Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Katalysatortemperatur wesentlich niedriger als bei den bekannten Verfahren zu halten, wodurch keine nochmalige, kostenaufwendige Aufheizung der Abgase erforderlich ist.

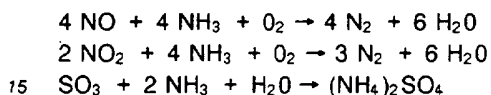
50

55 Der gegenständlichen Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs angegebenen Art zu schaffen, welches mit beliebigen Brennstoffen einen einfachen Betrieb der Anlage über den gesamten Lastbereich des Kessels sowie einen problemlosen und störungsfreien Betrieb im Luftvorwärmer bzw. im Abhitzeteil des Kessels und in den nachgeschalteten Anlageteilen, insbesondere im Katalysatorteil,

ermöglicht. Somit soll bei besserer Energienutzung eine den modernen Anforderungen der Rauchgasreinigung entsprechende Verfahrensführung ermöglicht werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die zur Abscheidung von Schwefeltrioxid und zur Erzielung der gewünschten Reduktionsrate der Stickoxide stöchiometrisch erforderliche Gesamtmenge an Ammoniak oder an einer Ammoniak bildenden Verbindung vor mindestens einem der Katalysatoranlage vorgelagerten Wärmetauscher und insgesamt vor der Katalysatoranlage zugeführt wird, wodurch das SO₃ mit Ammoniak zu festem Ammonsulfat umgesetzt und im Staubabscheider aus den Rauchgasen abgeschieden wird.

Als Gesamtmenge Ammoniak bzw. der mindestens einen unter den Systembedingungen Ammoniak bildenden Verbindung ist jene Menge definiert, die mindestens der stöchiometrisch für die Summe der Reaktionen



gemäß dem vorgegebenen Abscheidungs- bzw. Reduktionsgrad erforderlichen Menge entspricht.

Dabei kann zumindest ein Teil des Ammoniaks oder der mindestens einen unter den Systembedingungen Ammoniak bildenden Verbindung vor einem Fernwärmetauscher, vor einem Luftvorwärmer, vor oder zwischen Economizer-Paketen, zwischen oder vor Verdampfer-Paketen bzw. zwischen oder vor Überhitzer-Paketen zugesetzt werden. Es ist auch eine Kombination dieser unterschiedlichen Arten der Ammoniakzufuhr möglich.

Eine weitere Art dieser Zuführung besteht darin, den Ammoniak bzw. die mindestens eine Ammoniak bildende Verbindung zumindest teilweise direkt in den Feuerraum einzubringen. Dabei kann in apparativ einfacher und wenig aufwendiger Weise ein Teil des Ammoniaks oder der Ammoniak bildenden Verbindung dem Sekundärluftkanal zugesetzt werden. Weiters kann ein Teil der für die Stickoxidreduktion erforderlichen Menge des Ammoniaks bzw. der mindestens einen unter den Systembedingungen Ammoniak bildenden Verbindung unmittelbar vor der Katalysatoranlage zugesetzt werden. Zudem kann die Staubabscheidung zwischen der SO₃-Umsetzung und der katalytischen NO_x-Reduktion vorgenommen werden.

Durch die möglichst frühe Ammoniakzufuhr in den heißen Bereich haben erstens die Stickoxide bereits vor ihrem Eintritt in den Katalysatorraum die Möglichkeit zur Reaktion mit Ammoniak, wodurch die verwendete Katalysatormenge herabgesetzt werden kann. Zweitens bildet sich durch Reaktion des Schwefeltrioxids mit dem Ammoniak bei gleichzeitiger Abkühlung an den Wärmetauscherflächen Ammonsulfat (- (NH₄)₂SO₄), welches aus dem dampfförmigen Zustand in praktisch umgekehrter Sublimation direkt in den festen, staubförmigen Zustand übergeht. Die Temperaturen, bei welchen diese Bildung von staubförmigem Ammonsulfat stattfindet, liegen vorzugsweise bei 100 °C bis 400 °C, insbesondere bei 150 °C bis 300 °C und besonders bevorzugt bei 160 °C bis 220 °C. Die katalytische NO_x-Reduktion wird vorzugsweise in einem Temperaturbereich von 150 °C bis 300 °C, insbesondere in einem Temperaturbereich von 160 °C bis 220 °C, durchgeführt. Weiters kann die Zufuhr der Gesamtmenge an Ammoniak oder der mindestens einen unter den Systembedingungen Ammoniak bildenden Verbindung in Abhängigkeit von der Konzentration der restlichen Stickoxide im Rauchgas oder des Ammoniaks im Rauchgas nach dem Durchgang desselben durch den Katalysator geregelt werden.

Nach der Umsetzung des SO₃ mit Ammoniak kann noch eine Restmenge an Ammoniak bzw. Ammoniak bildender Verbindung unmittelbar vor der Katalysatoranlage in das System eingeführt werden.

Wenn Ammoniak bzw. Ammoniak bildende Verbindungen in den Feuerraum direkt zugeführt werden, muß die Verbrennung eines Teiles des eingesetzten Ammoniaks in Kauf genommen werden, wobei jedoch die eingesparte Katalysatormenge diesen Nachteil mindestens zum Teil wieder wettmacht.

Bevorzugt wird weiters der Ammonsulfat-Staub vor Eintritt der Rauchgase in die Katalysatoranlage in einem Entstaubungsfilter abgetrennt. Da der Katalysator bei dieser Verfahrensführung jedoch bei wesentlich tieferen Temperaturen als bisher, nämlich bevorzugt bei 150 °C bis 300 °C, insbesondere bei 160 °C bis 220 °C, betrieben werden kann, stört hier das staubförmige Ammonsulfat nicht, wenn es in den Katalysator gelangen sollte.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird eine deutlich bessere Nutzung der Wärmeenergie der Rauchgase erzielt bzw. wird der Wirkungsgrad des Verfahrens gesteigert. Es steht der gesamte Lastbereich des Kessels zur Verfügung, da auch im Teillastbereich keine Beeinträchtigungen durch Korrosionen oder Bildung von klebrigem Ammoniumhydrogensulfat erfolgen. Wenn zumindest ein Teil der Gesamtmenge an Ammoniak bzw. von Ammoniak bildenden Verbindungen zwischen oder vor den Economizer-Paketen zugeführt wird, wird die Korrosionsgefahr für die nachgeschalteten Wärmetauscher-Pakete, die wegen der

niedrigeren Temperaturen am meisten gefährdet sind, d.h. für den Luftvorwärmer oder einen Fernwärmetauscher, gänzlich vermieden. Durch die tiefere Katalysatortemperatur besteht keine Gefahr der unerwünschten Oxidation des im Rauchgas enthaltenen SO_2 und SO_3 . Schließlich wird als besonderer Vorteil zusätzlich zu den vorstehend genannten Verbesserungen noch eine quantitative Regelung des Verfahrens ermöglicht.

5 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die für die Reaktion mit der gesamten Stickoxid- und Schwefeltrioxid-Fracht notwendige Menge von Ammoniak oder der mindestens einen Ammoniak bildenden Verbindung in Abhängigkeit von der Konzentration der restlichen Stickoxide im Rauchgas nach dem Durchgang desselben durch den Katalysator geregelt. Da bei dem
10 vorliegenden Verfahren das SO_3 bereits vor Eintritt der Rauchgase in Form von festem Ammonsulfat aus denselben ausgeschieden wurde, liefert die Messung der Restkonzentrationen für NO_x in den aus dem Katalysator austretenden Rauchgasen eine Basis für die Regelung der NH_3 -Zugabe. Es wird dadurch gleichzeitig für die Abscheidung von SO_3 und NO_x gesorgt. Diese Verfahrensführung ist besonders wertvoll, da bislang eine kontinuierliche Messung von SO_3 und somit eine Überwachung und Regelung bei einer
15 Schwefeltrioxidabscheidung durch Einführung von Ammoniak oder Ammoniak bildenden Verbindungen nicht möglich war.

In ähnlicher Weise kann die Steuerung der NH_3 -Zufuhr auch auf der Basis der NH_3 -Messung der aus der Katalysatoranlage austretenden Rauchgase, gegebenenfalls in Kombination mit der NO_x -Messung, erfolgen.

20 Die Ermittlung der Stickoxidkonzentration im Reingas kann kontinuierlich erfolgen, sodaß eine kontinuierliche Überwachung und damit auch eine kontinuierliche Regelung der Ammoniakeinbringung in einfacher Weise möglich ist. Auch die Betriebssicherheit wird dadurch wesentlich erhöht.

Die gegenständliche Erfindung betrifft weiters eine Anlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, mit mindestens einem Feuerraum, mindestens einem Wärmetauscher zur Nutzung der Wärmeenergie der Rauchgase, mindestens einer Katalysatoranlage zur Entstickung, mindestens einer Entstaubungsanlage, einer Zuleitung für Verbrennungsluft und Zufuhreinrichtungen für Ammoniak bzw. für mindestens eine unter den Systembedingungen Ammoniak bildende Verbindung. Dabei münden erfindungsgemäß die Zufuhreinrichtungen für Ammoniak bzw. für die Ammoniak bildende Verbindung in den Feuerraum und bzw. oder vor mindestens einem der Katalysatoranlage vorgeschalteten Wärmetauscher und gegebenenfalls unmittelbar vor der Katalysatoranlage in den Rauchgaskanal.

30 Entsprechend der Verfahrensführung kann die Zufuhreinrichtung für Ammoniak bzw. eine Ammoniak bildende Verbindung vor einem Fernwärmetauscher, vor einem Luftvorwärmer, zwischen oder vor Economizer-Paketen, zwischen oder vor Verdampfer-Paketen bzw. zwischen oder vor Überhitzer-Paketen in den Rauchgaskanal münden. Die Zufuhreinrichtung für einen Teil des Ammoniaks bzw. der Ammoniak bildenden Verbindung können auch unmittelbar vor der Katalysatoranlage vorgesehen sein. Gemäß weiteren Ausführungsvarianten mündet eine Zuleitung direkt in den Feuerraum oder in die zum Feuerraum führende Sekundärluftleitung. Eine Entstaubungsvorrichtung ist vorzugsweise unmittelbar vor der Katalysatoranlage angeordnet. Sie kann jedoch auch später angeordnet sein.

Das erfindungsgemäße Verfahren und eine zu dessen Durchführung dienende Anlage sind nachstehend
40 anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Die Anlage weist einen Feuerraum 1 auf, in dem beliebige schwefelhaltige Brennstoffe, wie Kohle, Schweröl, Sonderbrennstoffe od.dgl., verbrannt werden. Der Brennstoff wird über eine Leitung 10 zugeführt. Die Verbrennungsluft gelangt über eine Leitung 11 zum Brenner, über eine Leitung 11a wird Sekundärluft eingeleitet.

45 Über eine Leitung 20 wird Ammoniak bzw. werden eine oder mehrere Verbindungen, die unter den Systembedingungen Ammoniak bilden, dem System zugeführt. Eine Leitung 22 führt zur Sekundärluftleitung 11a. Durch eine Leitung 21 kann die Zufuhr direkt in den Feuerraum 1 erfolgen.

Aus dem Feuerraum 1 wird das Rauchgas über einen Kanal 12 geführt, in dem zumindest ein Wärmetauscher vorgesehen ist. In der dargestellten Variante sind als Wärmetauscher ein Überhitzer 2, ein Verdampfer 3, zwei Economizer 4a, 4b, ein Luftvorwärmer 5 sowie ein Fernwärmetauscher 6 vorgesehen. Im Luftvorwärmer 5 wird die durch die Leitung 11 zugeführte Verbrennungsluft vorgewärmt.

Zur Einbringung des Ammoniaks bzw. der mindestens einen Ammoniak bildenden Verbindung vor dem Überhitzer 2 dient eine Leitung 23, vor dem Verdampfer 3 dient eine Leitung 24, vor bzw. zwischen den Economizern 4a, 4b dienen Leitungen 25a, 25b, vor dem Luftvorwärmer 5 dient eine Leitung 26 und vor dem Fernwärmetauscher 6 dient eine Leitung 27. Ein Teil des Ammoniaks bzw. der Ammoniak bildenden
55 Verbindung kann über Leitungen 28 bzw. 28a unmittelbar vor der Katalysatoranlage eingeführt werden.

Es sei nochmals erwähnt, daß diese Leitungen einzeln oder in Kombinationen verwendet werden können, sofern die Gesamtmenge des Ammoniaks bzw. der mindestens einen Ammoniak bildenden

Verbindung vor der Katalysatoranlage in das System eingebracht wird.

Erfindungsgemäß gelingt eine Verdichtung des Ammonsulfats durch Abkühlung an den Wärmetauscherflächen unter Bildung eines staubförmigen Produktes, das im Vergleich zum Ammoniumhydrogensulfat wesentlich leichter zu handhaben und aus dem System zu entfernen ist.

5 Die Rauchgasleitung 12 führt nach den Wärmetauschern direkt oder gegebenenfalls über eine Entstaubungsanlage 7 in die SCR-Anlage 8 bzw. 8a, in welcher die katalytische NO_x-Umsetzung erfolgt. Die SCR-Anlage 8a ist strichliert dargestellt, um die genannte wahlweise Anordnung zu zeigen. In einer weiteren Leitung 13 strömt das gereinigte Gas ab. Aus dieser Leitung 13 wird kontinuierlich ein Teil des Gases als Meßstrom an die Meßgeräte Q NO_x und/oder Q NH₃ abgegeben. Diese liefern über die Steuereinrichtung
10 ein Signal für die Mengenregelung des Ammoniaks bzw. der mindestens einen Ammoniak bildenden Verbindung (FIC).

Die Anzahl und die Anordnung der Wärmetauscher im Rauchgaskanal oder der nachgeschalteten Anlagenteile können unterschiedlich gewählt werden. Zur Einbringung von Ammoniak bzw. der mindestens einen Ammoniak bildenden Verbindung können Kombinationen der angegebenen Zuleitungen gewählt
15 werden. Wesentlich ist, daß die Gesamtmenge des Ammoniaks bzw. der mindestens einen Ammoniak bildenden Verbindung vor der Katalysatoranlage zugeführt wird.

Patentansprüche

- 20 1. Verfahren zur Beseitigung von Schwefeltrioxid und Stickoxiden aus Rauchgasen, deren Wärmeenergie in mindestens einem Wärmetauscher genutzt wird, unter Zusatz von Ammoniak oder von mindestens einer unter den Systembedingungen Ammoniak bildenden Verbindung, wobei die Stickoxide katalytisch reduziert werden und eine Staubabscheidung erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zur Abscheidung von Schwefeltrioxid und zur Erzielung der gewünschten Reduktionsrate der Stickoxide stöchiometrisch erforderliche Gesamtmenge an Ammoniak oder an einer Ammoniak bildenden Verbindung vor
25 mindestens einem der Katalysatoranlage vorgelagerten Wärmetauscher und insgesamt vor der Katalysatoranlage zugeführt wird, wodurch das SO₃ mit Ammoniak zu festem Ammonsulfat umgesetzt und im Staubabscheider aus den Rauchgasen abgeschieden wird.
- 30 2. Verfahren nach Patentanspruch 1; **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest ein Teil des Ammoniaks oder der mindestens einen unter den Systembedingungen Ammoniak bildenden Verbindung vor einem Fernwärmetauscher zugesetzt wird.
- 35 3. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest ein Teil des Ammoniaks oder der mindestens einen unter den Systembedingungen Ammoniak bildenden Verbindung vor einem Luftvorwärmer zugesetzt wird.
- 40 4. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest ein Teil des Ammoniaks oder der mindestens einen unter den Systembedingungen Ammoniak bildenden Verbindung zwischen oder vor Economizer-Paketen zugesetzt wird.
- 45 5. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest ein Teil des Ammoniaks oder der mindestens einen unter den Systembedingungen Ammoniak bildenden Verbindung zwischen oder vor Verdampfer-Paketen zugesetzt wird.
- 50 6. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest ein Teil des Ammoniaks oder der mindestens einen unter den Systembedingungen Ammoniak bildenden Verbindung zwischen oder vor Überhitzer-Paketen zugesetzt wird.
- 55 7. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest ein Teil des Ammoniaks oder der mindestens einen unter den Systembedingungen Ammoniak bildenden Verbindung direkt in den Feuerraum eingebracht wird.
8. Verfahren nach Patentanspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest ein Teil des Ammoniaks oder der mindestens einen unter den Systembedingungen Ammoniak bildenden Verbindung der Sekundärluft zugesetzt wird.

9. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Teil der für die Stickoxidreduktion erforderlichen Menge des Ammoniaks bzw. der mindestens einen unter den Systembedingungen Ammoniak bildenden Verbindung unmittelbar vor der Katalysatoranlage zugesetzt wird.
- 5 10. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Staubabscheidung zwischen der SO₃-Umsetzung und der katalytischen NO_x-Reduktion vorgenommen wird.
11. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Umsetzung des Ammoniaks mit dem SO₃ in einem Temperaturbereich von 100 °C bis 400 °C, vorzugsweise in
10 einem Temperaturbereich von 150 °C bis 300 °C, insbesondere in einem Temperaturbereich von 160 °C bis 220 °C, durchgeführt wird.
12. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die katalytische NO_x-Reduktion in einem Temperaturbereich von 150 °C bis 300 °C, insbesondere in einem Temperaturbereich von 160 °C bis 220 °C, durchgeführt wird.
15
13. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zufuhr der Gesamtmenge an Ammoniak oder der mindestens einen unter den Systembedingungen Ammoniak bildenden Verbindung in Abhängigkeit von der Konzentration der restlichen Stickoxide im Rauchgas nach dem Durchgang desselben durch den Katalysator geregelt wird.
20
14. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zufuhr der Gesamtmenge an Ammoniak oder der mindestens einen unter den Systembedingungen Ammoniak bildenden Verbindung in Abhängigkeit von der Konzentration des Ammoniaks im Rauchgas nach dem Durchgang desselben durch den Katalysator geregelt wird.
25
15. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zufuhrmenge an Ammoniak oder der mindestens einen unter den Systembedingungen Ammoniak bildenden Verbindung auf der Basis der Messungen der Konzentration des NO_x und des NH₃ im Rauchgas nach dem Durchgang desselben durch den Katalysator geregelt wird.
30
16. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach Patentanspruch 1, mit mindestens einem Feuerraum, mindestens einem Wärmetauscher zur Nutzung der Wärmeenergie der Rauchgase, mindestens einer Katalysatoranlage zur Entstickung, mindestens einer Entstaubungsanlage, einer Zuleitung für Verbrennungsluft und Zufuhreinrichtungen für Ammoniak bzw. für mindestens eine unter den Systembedingungen Ammoniak bildende Verbindung, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zufuhreinrichtungen (21, 22, 23, 24, 25a, 25b, 26, 27, 28, 28a) für Ammoniak bzw. für die Ammoniak bildende Verbindung in den Feuerraum (1) und bzw. oder vor mindestens einem der Katalysatoranlage (8, 8a) vorgeschalteten Wärmetauscher (2, 3, 4a, 4b, 5, 6) und gegebenenfalls unmittelbar vor der Katalysatoranlage (8, 8a) in den Rauchgaskanal (12) münden.
35
40
17. Anlage nach Patentanspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zufuhreinrichtung (27) für Ammoniak bzw. für die mindestens eine unter den Systembedingungen Ammoniak bildende Verbindung vor einem Fernwärmetauscher (6) in den Rauchgaskanal (12) mündet.
45
18. Anlage nach einem der Patentansprüche 16 und 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zufuhreinrichtung (26) für Ammoniak bzw. für die mindestens eine unter den Systembedingungen Ammoniak bildende Verbindung vor einem Luftvorwärmer (5) in den Rauchgaskanal (12) mündet.
- 50 19. Anlage nach einem der Patentansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß Zufuhreinrichtungen (25a, 25b) für Ammoniak bzw. für die mindestens eine unter den Systembedingungen Ammoniak bildende Verbindung zwischen oder vor Economizer-Paketen (4a, 4b) in den Rauchgaskanal (12) münden.
- 55 20. Anlage nach einem der Patentansprüche 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zufuhreinrichtung (24) für Ammoniak bzw. für die mindestens eine unter den Systembedingungen Ammoniak bildende Verbindung zwischen oder vor Verdampfer-Paketen (3) in den Rauchgaskanal (12) mündet.

AT 400 816 B

21. Anlage nach einem der Patentansprüche 16 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zufuhreinrichtung (23) für Ammoniak bzw. für die mindestens eine unter den Systembedingungen Ammoniak bildende Verbindung zwischen oder vor Überhitzer-Paketen (2) in den Rauchgaskanal (12) mündet.
- 5 22. Anlage nach einem der Patentansprüche 16 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zufuhreinrichtung (22) für Ammoniak bzw. für die mindestens eine unter den Systembedingungen Ammoniak bildende Verbindung in die Zuleitung (11a) der Sekundärluft mündet.
- 10 23. Anlage nach einem der Patentansprüche 16 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen dem letztangeordneten Wärmetauscher (5 bzw. 6) und der Katalysatoranlage (8) ein Entstaubungsfilter (7) angeordnet ist.
- 15 24. Anlage nach einem der Patentansprüche 16 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Bereich der Ausgangsseite der Katalysatoranlage (8, 8a) eine Meßeinrichtung für restliches NO_x angeordnet ist, welche mit der Steuerung der Zufuhreinrichtung von Ammoniak bzw. der mindestens einen unter den Systembedingungen Ammoniak bildenden Verbindung gekoppelt ist.
- 20 25. Anlage nach einem der Patentansprüche 16 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Bereich der Ausgangsseite der Katalysatoranlage (8, 8a) eine Meßeinrichtung für restliches NH₃ angeordnet ist, welche mit der Steuerung der Zufuhreinrichtung von Ammoniak bzw. der mindestens einen unter den Systembedingungen Ammoniak bildenden Verbindung gekoppelt ist.

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

