

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
31. Oktober 2019 (31.10.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/206931 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B01D 53/86 (2006.01) B01D 53/90 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/060418

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. April 2019 (24.04.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
18169157.7 25. April 2018 (25.04.2018) EP

(71) Anmelder: MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS EUROPE GMBH [DE/DE]; Schifferstraße 80, 47059 Duisburg (DE).

(72) Erfinder: KERSKEN, Ulrich; Körperstraße 38, 46149 Oberhausen (DE). HASLACH, Hubert; Bösinghovener Straße 130, 40668 Meerbusch (DE). PAPENHEIM, Georg; Am Mühlenberg 39, 47647 Kerken (DE). VOLLMER, Bernd; Am Badezentrum 7, 47800 Krefeld (DE). WENDE, Michael; Hans-Vilz-Weg 60, 40489 Düsseldorf (DE).

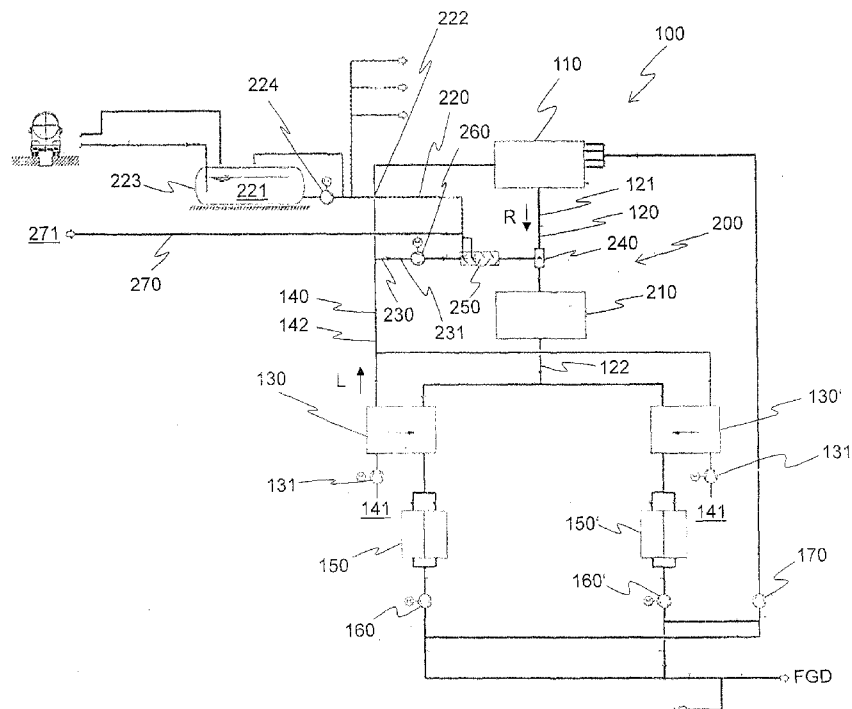
(74) Anwalt: VIERING, JENTSCHURA & PARTNER MBB; Kennedydamm 55/Roßstr., 40476 Düsseldorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,

(54) Title: FLUE GAS DENITRIFICATION METHOD AND FLUE GAS DENITRIFICATION SYSTEM SUITABLE FOR CARRYING OUT THE METHOD, FOR INTEGRATION INTO A POWER PLANT THAT PRODUCES FLUE GAS

(54) Bezeichnung: RAUCHGASENTSTICKUNGSVERFAHREN UND ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS GEEIGNETE RAUCHGASENTSTICKUNGSANLAGE ZUR INTEGRATION IN EIN RAUCHGAS ERZEUGENDES KRAFTWERK

Figur



(57) Abstract: The invention relates to a flue gas denitrification method in which a raw flue gas mass flow (121) of a boiler or steam generator (11) of a power plant (100), which boiler or steam generator is fired with carbon-containing fuel, which raw flue gas mass flow flows in a flue gas channel (120), is denitrified on the flue gas outlet side of the boiler or steam generator (110) in a flue gas denitrification reactor (210), more particularly a selective catalytic flue gas denitrification reactor, wherein reductant (221), more particularly reductant (221) comprising ammonia or urea, is introduced and/or injected, on the flue gas outlet side of the boiler or steam generator (110)

NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

and upstream of the flue gas denitrification reactor (210) in the flue gas flow direction (R), into the raw flue gas mass flow (121) flowing in the flue gas channel (120) by means of a reductant feed (240). The invention aims to provide a solution that allows flue gas and reductant to be well mixed in a way that conserves operating means, more particularly without additional consumption of operating means and without additional system components. This is achieved in that the reductant (221) is introduced and/or injected as a constituent of a preheated combustion-air partial flow (231) into the raw flue gas mass flow (121) flowing in the flue gas channel (120), the combustion-air partial flow (231) being branched off from one or more air-preheating units (130, 130'), which are arranged in a combustion air channel (140) supplying combustion air (141) to the boiler or steam generator (110), or being branched off downstream of said one or more air-preheating units (130, 130') in the air flow direction (L) from a preheated combustion air flow (142).

(57) Zusammenfassung: Bei einem Rauchgasentstickungsverfahren, bei welchem ein in einem Rauchgaskanal (120) strömender Rohgas-Rauchgasmassenstrom (121) eines mit einem kohlenstoffhaltigen Brennstoff befeuerten Kessels oder Dampferzeugers (110) eines Kraftwerks (100) rauchgasausgangsseitig des Kessels oder Dampferzeugers (110) in einem, insbesondere selektiv katalytisch arbeitenden, Rauchgasentstickungsreaktor (210) entstickt wird, wobei rauchgasausgangsseitig des Kessels oder Dampferzeugers (110) und in Rauchgasströmungsrichtung (R) stromaufwärts des Rauchgasentstickungsreaktors (210) mittels einer Reduktionsmittel-Einspeisung (240) Reduktionsmittel (221), insbesondere ein Ammoniak oder Harnstoff aufweisendes Reduktionsmittel (221), in den in dem Rauchgaskanal (120) strömenden Rohgas-Rauchgasmassenstrom (121) eingeleitet und/oder eingedüst wird, soll eine Lösung geschaffen werden, die es ermöglicht, eine gute Vermischung von Rauchgas und Reduktionsmittel betriebsmittelschonend, insbesondere ohne zusätzlichen Betriebsmittelverbrauch und ohne zusätzliche Anlagenkomponenten, zu realisieren. Dies wird dadurch erreicht, dass das Reduktionsmittel (221) als Bestandteil eines vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstroms (231) in den in dem Rauchgaskanal (120) strömenden Rohgas-Rauchgasmassenstrom (121) eingeleitet und/oder eingedüst wird, wobei der Verbrennungsluft-Teilstrom (231) aus einer oder mehreren Luftvorwärmeinheiten (130, 130'), die in einem dem Kessel oder Dampferzeuger (110) Verbrennungsluft (141) zuführenden Verbrennungsluftkanal (140) angeordnet sind, oder in Luftströmungsrichtung (L) stromabwärts dieser einen oder mehreren Luftvorwärmeinheiten (130, 130') aus einem vorgewärmten Verbrennungsluftstrom (142) abgezweigt wird.

Rauchgasentstickungsverfahren und zur Durchführung des Verfahrens geeignete
Rauchgasentstickungsanlage zur Integration in ein Rauchgas erzeugendes
Kraftwerk

- 5 Die Erfindung richtet sich auf ein Rauchgasentstickungsverfahren, bei welchem
ein in einem Rauchgaskanal strömender Rohgas-Rauchgasmassenstrom eines
mit einem kohlenstoffhaltigen Brennstoff befeuerten Kessels oder Dampferzeugers
eines Kraftwerks rauchgasausgangsseitig des Kessels oder Dampferzeugers in
einem, insbesondere selektiv katalytisch arbeitenden,
10 Rauchgasentstickungsreaktor entstickt wird, wobei rauchgasausgangsseitig des
Kessels oder Dampferzeugers und in Rauchgasströmungsrichtung stromaufwärts
des Rauchgasentstickungsreaktors mittels einer Reduktionsmittel-Einspeisung
Reduktionsmittel, insbesondere ein Ammoniak oder Harnstoff aufweisendes
Reduktionsmittel, in den in dem Rauchgaskanal strömenden Rohgas-
15 Rauchgasmassenstrom eingeleitet und/oder eingedüst wird.

- Weiterhin richtet sich die Erfindung auf eine Rauchgasentstickungsanlage, die, zur
Durchführung des voranstehenden Verfahrens geeignet ist und in ein Rauchgas
erzeugendes Kraftwerk integriert ist, umfassend einen, insbesondere selektiv
20 katalytisch arbeitenden Rauchgasentstickungsreaktor, der
rauchgasausgangsseitig zu einem mit einem kohlenstoffhaltigen Brennstoff
befeuerbaren oder befeuerten Kessel oder Dampferzeuger des Kraftwerks
angeordnet ist, eine zur Zuführung eines Reduktionsmittels, insbesondere eines
Ammoniak oder Harnstoff enthaltenden Reduktionsmittels, vorgesehene
25 Reduktionsmittelleitung und eine, in Rauchgasströmungsrichtung stromaufwärts
des Rauchgasentstickungsreaktors angeordnete Reduktionsmittel-Einspeisung zur
Einleitung und/oder Eindüsung des Reduktionsmittels in einen zur fluidleitenden
Verbindung zwischen dem Kessel oder Dampferzeuger und dem
Rauchgasentstickungsreaktor ausgebildeten Rauchgaskanal.

30

Insbesondere an fossilen Verbrennungsanlagen, wozu beispielsweise auch mit
staubförmigem, kohlenstoffhaltigem, insbesondere fossilem, Brennstoff befeuerte
Kessel oder Dampferzeuger von Kraftwerken gehören, entsteht ein Abgas, das
staubhaltig ist, Kohlendioxid (CO₂), Schwermetalle wie Quecksilber, aber auch die

unter der Bezeichnung Stickoxide (NO_x) zusammengefassten Gase Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO_2) enthält.

5 Gerade im Rahmen von Umweltschutzmaßnahmen bestehen seit längerer Zeit Bestrebungen, die Emission von im Abgas enthaltenen Schadstoffen und damit die diesbezüglichen Emissionsschadstoffwerte weiter zu reduzieren.

10 Im Rahmen dieser Bestrebungen stellen die einzuhaltenden und weiter zu reduzierenden NO_x -Werte eine zu beachtende Komponente dar. Neben den primären Maßnahmen zur Reduzierung der NO_x -Emissionen im Feuerraum des Kessels oder Dampferzeugers, die bereits die Entstehung von NO_x möglichst verhindern sollen, werden als sekundäre Maßnahmen vielfach katalytisch entstickende Rauchgasentstickungsanlagen mit Rauchgasentstickungsreaktoren eingesetzt, die nach dem sogenannten SCR (Selective Catalytic Reduction)
15 Verfahren arbeiten. Bei dem SCR-Verfahren wird ein Reduktionsmittel, insbesondere ein Ammoniak (NH_3) oder Harnstoff ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) enthaltendes Reduktionsmittel, wie Ammoniakwasser (NH_4OH) oder eine wässrige Harnstofflösung in einen die Abgase enthaltenden Rauchgasstrom, welcher aus dem Kessel oder dem Dampferzeuger austritt, eingedüst und an Katalysatoren
20 chemisch in Stickstoff (N_2) und Wasser (H_2O) umgesetzt.

Zumeist werden derartige, katalytisch arbeitende Rauchgasentstickungsreaktoren umfassende, Rauchgasentstickungsanlagen rauchgasausgangsseitig dem Kessel oder Dampferzeuger unmittelbar nachgeschaltet, da das dort austretende
25 Rauchgas eine für die Durchführung der selektiven katalytischen Reduktion vorteilhaft hohe Temperatur aufweist. Die Eindüsung des Reduktionsmittels erfolgt zweckmäßigerweise bevor das Rauchgas den Rauchgasentstickungsreaktor durchläuft.

30 Zur Eindüsung des Reduktionsmittels sind aus dem Stand der Technik prinzipiell zwei Verfahrensvarianten bekannt. Eine erste Variante besteht darin, das Reduktionsmittel in flüssigem Aggregatzustand in den Rauchgaskanal einzudüsen. Beim Verlassen des Kessels oder Dampferzeugers beträgt die Rauchgastemperatur ca. $300\text{ }^\circ\text{C}$ – $400\text{ }^\circ\text{C}$, sodass das flüssig eingedüste

Reduktionsmittel durch die im Rauchgasstrom enthaltene Wärmeenergie verdampft wird. Um eine rasche Verdampfung und eine gleichmäßige Vermischung des eingedüsten Reduktionsmittel-Sprays mit den im Rauchgasstrom enthaltenen Abgasen zu erhalten, ist eine möglichst geringe
5 Tröpfchengröße vorteilhaft. Zusätzlich können Verwirbelungsmittel, insbesondere Mischer, zur gleichmäßigeren Verteilung eingesetzt werden. Eine homogenere Vermischung lässt sich mittels einer zweiten Variante erzielen, bei welcher das Reduktionsmittel in einer externen bzw. einer vorgeschalteten Verdampfungseinheit zunächst verdampft und verdünnt sowie anschließend
10 dampf- und/oder gasförmig in den Rauchgaskanal eingedüst wird. Nachteilig an dieser Verfahrensvariante ist, dass zur externen Verdampfung des Reduktionsmittels zusätzliche Betriebsmittel wie beispielsweise Hilfsdampf oder elektrische Energie benötigt werden. Auch der aus dem Kessel oder Dampferzeuger austretende Rauchgasstrom kann zur externen
15 Reduktionsmittelverdampfung genutzt werden. In diesem Fall sind jedoch zusätzliche Anlagenkomponenten, wie Wärmetauscher, zwingend vorzusehen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Lösung zu schaffen, die es ermöglicht, eine gute Vermischung von Rauchgas und Reduktionsmittel
20 betriebsmittelschonend, insbesondere ohne zusätzlichen Betriebsmittelverbrauch und ohne zusätzliche Anlagenkomponenten, zu realisieren.

Hierbei soll zudem eine Erhitzung und/oder Verdampfung des Reduktionsmittels und/oder eines dieses aufnehmenden und dann mit sich führenden
25 Trägermediums realisierbar sein.

Bei einem Verfahren der eingangs näher bezeichneten Art wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Reduktionsmittel als Bestandteil eines vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstroms in den in dem Rauchgaskanal
30 strömenden Rohgas-Rauchgasmassenstrom eingeleitet und/oder eingedüst wird, wobei der Verbrennungsluft-Teilstrom aus einer oder mehreren Luftvorwärmeinheiten, die in einem dem Kessel oder Dampferzeuger Verbrennungsluft zuführenden Verbrennungsluftkanal angeordnet sind, oder in

Luftströmungsrichtung stromabwärts dieser Luftvorwärmeinheit aus einem vorgewärmten Verbrennungsluftstrom abgezweigt wird.

5 Ebenso wird die vorstehende Aufgabe bei einer Rauchgasentstickungsanlage der vorstehend näher bezeichneten Art dadurch gelöst, dass zwischen der Reduktionsmittel-Einspeisung und einer oder mehreren in einem zur Zuführung von Verbrennungsluft zu dem Kessel oder Dampferzeuger ausgebildeten Verbrennungsluftkanal angeordneten Luftvorwärmeinheiten oder zwischen der Reduktionsmittel-Einspeisung und dem Verbrennungsluftkanal, in
10 Luftströmungsrichtung stromabwärts dieser einen oder mehreren Luftvorwärmeinheiten, eine fluidleitende Verbrennungsluft-Teilstromleitung ausgebildet ist, die zur Zuführung des Reduktionsmittels als Bestandteil eines vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstroms mit der Reduktionsmittelleitung in fluidleitender Verbindung steht.

15

Vorteilhafte Ausgestaltungen und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

Erfindungsgemäß ist somit vorgesehen, die im Kraftwerksprozess ohnehin zur
20 Verfügung stehende, vorgewärmte Verbrennungsluft, insbesondere die in dieser enthaltene Wärmeenergie und/oder kinetische Energie, zur Einleitung und/oder Eindüsung des für die Entstickung benötigten Reduktionsmittels zu nutzen, um auf zusätzliche Betriebsmittel wie Hilfsdampf und/oder elektrische Energie und/oder zusätzliche Anlagenkomponenten, wie Wärmetauscher zu verzichten.

25

In Verbrennungskraftanlagen, insbesondere mit fossilem, kohlenstoffhaltigem Brennstoff befeuerten Dampfkraftwerken, werden große Mengen an vorgewärmter Verbrennungsluft benötigt. Die für die Verbrennung notwendige Verbrennungsluft wird hierzu in einfacher Weise aus der Umgebung, vorzugsweise aus dem
30 Kesselraum selbst, entnommen und mittels einer oder mehrerer Luftvorwärmeinheiten, auch als Luftvorwärmer (LuVo) bezeichnet, auf eine für die Verbrennung zweckmäßige Betriebstemperatur erhitzt. Die vorgewärmte Verbrennungsluft tritt am jeweiligen Luftvorwärmeraustritt typischerweise mit Temperaturen zwischen 250°C – 350°C aus und wird über einen

Verbrennungsluftkanal dem Kessel zugeführt. Von dieser auf 250°C – 350°C vorgewärmten Verbrennungsluft lässt sich nun ein geringer Volumenanteil in Form eines Verbrennungsluft-Teilstroms ohne feststellbare Prozessnachteile oder in den Kraftwerksbetrieb eingreifende Auswirkungen abzweigen. Als zweckmäßig und vorteilhaft hat sich hierfür als geringer Volumenanteil insbesondere ein Volumenanteil in der Größenordnung von höchstens 4 Vol.-%, vorzugsweise von höchstens 2 Vol.-%, herausgestellt. Hierzu kann der mittels der oder den Luftvorwärmeinheit(en) vorgewärmte Verbrennungsluft-Teilstrom entweder direkt aus der Luftvorwärmeinheit oder in Luftströmungsrichtung weiter stromabwärts der Luftvorwärmeinheit aus dem Verbrennungsluftkanal, in welchem die Luftvorwärmeinheit angeordnet ist, abgezweigt werden. Diesem Verbrennungsluft-Teilstrom lässt sich dann das Reduktionsmittel zuführen, sodass der Verbrennungsluft-Teilstrom als Trägermedium anschließend gemeinsam mit dem Reduktionsmittel, als dessen Bestandteil, in den in dem Rauchgaskanal strömenden Rohgas-Rauchgasmassenstrom eingeleitet und/oder eingedüst werden kann bzw. auch eingeleitet und/oder eingedüst wird.

Zur Abzweigung bzw. Entnahme des Verbrennungsluft-Teilstroms ist erfindungsgemäß eine Verbrennungsluft-Teilstromleitung vorgesehen, welche eine fluidleitende Verbindung zwischen der Luftvorwärmeinheit und dem Rauchgaskanal oder zwischen dem Verbrennungsluftkanal, in Luftströmungsrichtung stromabwärts der Luftvorwärmeinheit, und dem Rauchgaskanal ausbildet. Während des Betriebs des Kraftwerks, insbesondere eines mit fossilem, kohlenstoffhaltigem Brennstoff befeuerten Dampfkraftwerks, liegt im Rauchgaskanal typischerweise ein geringerer Druck als im Verbrennungsluftkanal und der darin angeordneten Luftvorwärmeinheit vor. Im Rahmen der Erfindung lässt sich dieser, während des Kraftwerksbetriebs ohnehin bestehende, Druckunterschied zur Erzeugung einer in Richtung des Rauchgaskanals gerichteten Strömung nutzen, indem eine fluidleitende Verbindung, eine Verbrennungsluft-Teilstromleitung, zwischen den Bereichen unterschiedlichen Drucks, geschaffen wird bzw. ausgebildet ist. Um das Reduktionsmittel mittels des folglich in Richtung des Rauchgaskanals strömenden Verbrennungsluft-Teilstroms zu fördern und als dessen Bestandteil in den Rauchgaskanal einzuleiten und/oder einzudüsen, ist eine fluidleitende Verbindung

auch zwischen der Verbrennungsluft-Teilstromleitung und einer in einen Reduktionsmittelvorrat oder ein Reduktionsmittel-Reservoir, insbesondere einen Reduktionsmitteltank, mündenden Reduktionsmittelleitung ausgebildet.

- 5 Das erfindungsgemäße Verfahren ist für alle Kraftwerke mit insbesondere fossilen Verbrennungsanlagen, wozu auch mit staubförmigem, kohlenstoffhaltigem Brennstoff befeuerte Dampferzeuger zählen, geeignet. Hierzu lässt sich eine erfindungsgemäße Rauchgasentstickungsanlage in ein bereits vorhandenes Kraftwerk integrieren, bzw. wird das Kraftwerk mit der erfindungsgemäßen
- 10 Rauchgasentstickungsanlage nachgerüstet. Auch Kraftwerke mit einer bereits vorhandenen, aus dem Stand der Technik bekannten, Rauchgasentstickungsanlage können durch geeignete Umbaumaßnahmen mit der erfindungsgemäßen Rauchgasentstickungsanlage nachgerüstet und dem erfindungsgemäßen Rauchgasentstickungsverfahren betrieben werden.
- 15 Selbstverständlich lässt sich bei einem Neubau eines Kraftwerks eine erfindungsgemäße Rauchgasentstickungsanlage bereits während der Bauphase baulich integrieren und das fertig gestellte Kraftwerk mit dem erfindungsgemäßen Rauchgasentstickungsverfahren betreiben.
- 20 Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist weiterhin vorgesehen, dass mittels des vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstroms das dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom zuzuführende Reduktionsmittel oder ein dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom zuzuführender Reduktionsmittelmassenstrom an Reduktionsmittel verdampft und/oder verdünnt wird.
- 25 In Weiterbildung dieser Ausgestaltung kann es zweckmäßig sein, wenn das Reduktionsmittel oder der das Reduktionsmittel enthaltende Reduktionsmittelmassenstrom in den vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstrom eingeleitet und/oder eingedüst wird, wobei eine in dem vorgewärmten
- 30 Verbrennungsluft-Teilstrom enthaltene Wärmeenergie direkt und unmittelbar an das Reduktionsmittel oder an den Reduktionsmittelmassenstrom des Reduktionsmittels übertragen wird und/oder das Reduktionsmittel oder der Reduktionsmittelmassenstrom verdünnt wird.

Hierbei ist es ebenfalls vorteilhaft, wenn das Reduktionsmittel oder der Reduktionsmittelmassenstrom des Reduktionsmittels vor der Einleitung und/oder Eindüsung in den Rohgas-Rauchgasmassenstrom mittels des vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstroms ganz oder teilweise verdampft und anschließend gas- und/oder dampfförmig über die Reduktionsmittel-Einspeisung in den in dem Rauchgaskanal strömenden Rohgas-Rauchgasmassenstrom eingeleitet und/oder eingedüst wird.

Durch die Einleitung und/oder Eindüsung des bereits verdampften Reduktionsmittels lässt sich eine besonders gute Vermischung mit dem im Rauchgaskanal strömenden Rohgas-Rauchgasmassenstrom erzielen. Indem die im Verbrennungsluft-Teilstrom enthaltene Wärmeenergie zur Verdampfung des Reduktionsmittels genutzt wird, kann auf andernfalls notwendige, zusätzliche Betriebsmittel wie Hilfsdampf oder elektrische Energie und/oder auf zusätzliche Anlagenbestandteile, wie beispielsweise einen Wärmetauscher zur Übertragung von im Rauchgas enthaltener Wärmeenergie verzichtet werden. Zur Verdampfung des Reduktionsmittels, insbesondere eines Ammoniak oder Harnstoff enthaltenden Reduktionsmittels, wie beispielsweise Ammoniakwasser oder eine wässrige Harnstofflösung, genügt eine Temperatur von etwa 120°C des Verbrennungsluft-Teilstroms. Indem die Übertragung der Wärmeenergie direkt und unmittelbar, d.h. ohne bauliche Trennung, zwischen dem Verbrennungsluft-Teilstrom und dem Reduktionsmittelmassenstrom des Reduktionsmittels stattfindet, ist diese besonders effektiv. Gleichzeitig kann eine Verdünnung des Reduktionsmittelmassenstroms durch den Verbrennungsluft-Teilstrom realisiert werden.

Nach einer vorteilhaften Verfahrensausgestaltung wird das dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom zuzuführende Reduktionsmittel oder der dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom zuzuführende Reduktionsmittelmassenstrom des Reduktionsmittels einer in Verbrennungsluft-Teilstrom-Strömungsrichtung stromaufwärts der Reduktionsmittel-Einspeisung angeordneten Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit zugeführt und in diese eingespritzt und/oder innerhalb dieser zerstäubt.

Hierbei ist außerdem vorteilhaft, dass auch der vorgewärmte Verbrennungsluft-Teilstrom in die Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit eingeleitet und/oder eingedüst wird und durch Inkontaktbringen mit dem der Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit zugeführten Reduktionsmittelmassenstrom das darin
5 enthaltene Reduktionsmittel zerstäubt und/oder verdampft und/oder der Reduktionsmittelmassenstrom verdünnt wird.

Für eine rasche und vollständige Verdampfung ist es vorteilhaft, das flüssig in die Verdampfung- und/oder Zerstäubungseinheit eingeleitete Reduktionsmittel vor der
10 Verdampfung zu zerstäuben und/oder ein Reduktionsmittel-Spray zu erzeugen. Dies kann beispielsweise durch eine Druckzerstäubung, indem der Reduktionsmittelmassenstrom unter Druck in die Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit eingedüst wird, oder durch eine Fremdmedienzerstäubung, bei welcher das Reduktionsmittel mittels des, insbesondere unter Druck,
15 eingedüsten in Verbrennungsluft-Teilstroms eingedüst wird, realisiert sein.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird ein zwischen dem den Rohgas-Rauchgasmassenstrom führenden Rauchgaskanal und dem dem Kessel oder Dampferzeuger Verbrennungsluft zuführenden Verbrennungsluftkanal oder
20 der einen oder den mehreren in dem Verbrennungsluftkanal angeordneten Luftvorwärmeinheiten bestehender Druckunterschied mittels einer den vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstrom fördernden Fördereinrichtung, insbesondere mittels eines Gebläses, örtlich erhöht und/oder ein bei der Einleitung und/oder Eindüsung des Verbrennungsluft-Teilstroms in die Verdampfungs-
25 und/oder Zerstäubungseinheit auftretender Druckverlust und/oder Druckabfall ausgeglichen wird.

In zahlreichen Anwendungsfällen ist der grundsätzlich zwischen dem den Rohgas-Rauchgasmassenstrom führenden Rauchgaskanal und dem dem Kessel oder
30 Dampferzeuger Verbrennungsluft zuführenden Verbrennungsluftkanal oder der in dem Verbrennungsluftkanal angeordneten mindestens einen Luftvorwärmeinheit bestehende Druckunterschied zur Erzeugung einer in Richtung des Rauchgaskanal gerichteten Strömung innerhalb der Verbrennungsluft-Teilstromleitung zur Förderung des in den Verbrennungsluft-Teilstrom

eingeleiteten und/oder eingedüsten Reduktionsmittels und/oder zur Einleitung und/oder Eindüsung des Verbrennungsluft-Teilstroms in die Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit ausreichend. Um den bereits bestehenden Druckunterschied, insbesondere für eine Fremdmediumzerstäubung des Reduktionsmittels, örtlich zu erhöhen, kann eine Fördereinrichtung, insbesondere 5 ein Gebläse, in der Verbrennungsluft-Teilstromleitung angeordnet sein. Vorzugsweise ist die Fördereinrichtung, insbesondere das Gebläse, in Verbrennungsluft-Teilstrom-Strömungsrichtung stromaufwärts der Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit angeordnet, sodass der Druck in Verbrennungsluft- 10 Teilstrom-Strömungsrichtung stromabwärts der Fördereinrichtung bzw. stromaufwärts der Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit örtlich lokal erhöht wird.

In vorteilhafter Ausgestaltung des Rauchgasentstickungsverfahrens ist zudem 15 vorgesehen, dass ein aus dem Rauchgasentstickungsreaktor austretender, entstickter Reingas-Rauchgasmassenstrom der einen oder den mehreren in Rauchgasströmungsrichtung stromabwärts des Rauchgasentstickungsreaktors angeordneten Luftvorwärmeinheiten zugeführt und dessen Wärmeenergiegehalt zumindest teilweise zum Vorwärmen der dem Kessel oder Dampferzeuger des 20 Kraftwerks zugeführten Verbrennungsluft und/oder zum Vorwärmen des zur Verdampfung und/oder zur Verdünnung des Reduktionsmittels oder des Reduktionsmittelmassenstroms verwendeten Verbrennungsluft-Teilstroms an diese und/oder an diesen übertragen wird.

25 Gemäß weiterer zweckmäßiger Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass ein Volumenanteil des zur Verdampfung und/oder zur Verdünnung des dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom zuzuführenden Reduktionsmittelmassenstroms verwendeten Verbrennungsluft-Teilstroms in Bezug auf den Gesamtvolumenstrom der dem Kessel oder Dampferzeuger zuzuführenden Verbrennungsluft geregelt 30 und/oder eingestellt wird.

Weiterhin ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass der Volumenanteil des zur Verdampfung und/oder zur Verdünnung des dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom zuzuführenden Reduktionsmittelmassenstroms des Reduktionsmittels

verwendeten Verbrennungsluft-Teilstroms in Bezug auf den Gesamtvolumenstrom der dem Kessel oder Dampferzeuger zuzuführenden Verbrennungsluft, insbesondere während eines Volllastbetriebs des Kraftwerks auf einen konstanten Wert eingestellt wird

5

In Weiterbildung sieht die Erfindung außerdem vor, dass der Volumenanteil des zur Verdampfung und/oder zur Verdünnung des dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom zuzuführenden Reduktionsmittelmassenstroms des Reduktionsmittels verwendeten Verbrennungsluft-Teilstroms in Bezug auf den Gesamtvolumenstrom der dem Kessel oder Dampferzeuger zuzuführenden Verbrennungsluft, insbesondere während eines Teillastbetriebs und/oder verschiedener Betriebsphasen des Kraftwerks, in Abhängigkeit des jeweils zur Entstickung des Rohgas-Rauchgasmassenstroms benötigten Reduktionsmittelmassenstroms geregelt und/oder eingestellt wird.

15

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist es zweckmäßig, dass ein Volumenanteil des Verbrennungsluft-Teilstroms in Bezug auf den Gesamtvolumenstrom der dem Kessel oder Dampferzeuger zuzuführenden Verbrennungsluft gering ist, insbesondere höchstens 4 Vol.-%, vorzugsweise höchstens 2 Vol.-%, des Gesamtvolumenstroms der Verbrennungsluft beträgt.

20

Je nach Lastbereich, in welchem das Kraftwerk, insbesondere ein mit fossilem, kohlenstoffhaltigem Brennstoff befeuertes Dampfkraftwerk, gefahren wird, sind unterschiedliche Konzentrationen an Stickoxiden im Rohgas-Rauchgasmassenstrom enthalten, an welche die Menge bzw. der Massenstrom an zugeführtem Reduktionsmittel, d.h. der Reduktionsmittelmassenstrom, vorteilhafterweise anzupassen ist. Zur Verdampfung eines höheren Reduktionsmittelmassenstroms wird dann auch ein höherer Eintrag an Wärmeenergie benötigt. Ebenso ist zur Verdünnung eines höheren Reduktionsmittelmassenstroms eine größere Menge an Verbrennungsluft erforderlich. Aus diesem Grund hat es sich als zweckmäßig herausgestellt, sowohl den Eintrag der zur Verdampfung des aktuell zugeführten und an die Stickoxidkonzentration angepassten Reduktionsmittelmassenstroms benötigten Wärmeenergie, als auch die zur Verdünnung des Reduktionsmittelmassenstroms

25

30

benötigte Verbrennungsluftmenge über den Volumenanteil des vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstroms am Gesamtvolumen der Verbrennungsluft zu regeln und/oder einzustellen. Ein höherer Volumenanteil hat sowohl einen höheren Eintrag an Wärmeenergie als auch eine höhere Verdünnungsrate zur Folge.

5 Indem also die Anpassung des Volumenanteils sowohl zur Regelung und/oder Einstellung der zur Verdampfung benötigten Wärmeenergie wie auch der zur Verdünnung erforderlichen Verbrennungsluftmenge genutzt wird, kann diese insgesamt vereinfacht werden. Insbesondere kann auf zusätzliche Komponenten wie Heizmittel verzichtet werden. Auch eine etwaige Zuleitung von kalter Frischluft

10 ist rein optional und nicht zwingend zur Temperatureinstellung des vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstroms erforderlich.

Für eine Betriebsphase, insbesondere während eines Volllastbetriebs des Kraftwerks, lässt sich daher der Volumenanteil des vorgewärmten

15 Verbrennungsluft-Teilstroms, welcher aus dem vorgewärmten Verbrennungsluftstrom abgezweigt wird auf einen konkreten Wert einstellen. Auch im Volllastbetrieb, bei welchem die höchste Menge an Stickoxiden entsteht und somit der höchste Reduktionsmittelmassenstrom benötigt wird, ist ein nur geringer Volumenanteil, insbesondere in einem Bereich zwischen 0,5 – 4 Vol.-%, vorzugsweise 0,75 - 2 Vol.-% und besonders bevorzugt nur etwa 1 Vol.-%, in

20 Bezug auf den Gesamtvolumenstrom der dem Kessel oder Dampferzeuger zuzuführenden Verbrennungsluft völlig ausreichend, um das dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom zuzuführende Reduktionsmittel zu verdampfen und/oder zu verdünnen. Um Prozessnachteile oder in den Kraftwerksbetrieb eingreifende

25 Auswirkungen zu vermeiden hat sich eine Obergrenze für den aus dem Gesamtvolumenstrom der Verbrennungsluft abgezweigten bzw. entnommenen Volumenanteil des Verbrennungsluft-Teilstroms in einem Bereich zwischen 0,75 - 2 Vol.-%, besonders bevorzugt 1 Vol.-%, als zweckmäßig erwiesen. Die Untergrenze der abgezweigten bzw. entnommenen Verbrennungsluft hängt von

30 dem zu erwartenden Stickstoffgehalt des Rauchgases ab und kann sich daher insbesondere in einem Bereich zwischen etwa 0,5 – 4 Vol.-%, ggf. auch 0,1 – 2 Vol.-%, vorzugsweise um 1 Vol.-%, bewegen. Ebenfalls denkbar ist eine Regelung bzw. Nachregelung des Volumenanteils des abgezweigten Verbrennungsluft-

Teilstroms permanent online, während des Kraftwerkbetriebs zur Anpassung an den aktuell benötigten Reduktionsmittelmassenstrom.

5 Zusätzlich zu dem vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstrom kann in einer vorteilhaften Ausführung des Verfahrens eine Verdünnungs- und/oder Trägerluft zur Verdünnung und/oder Förderung des Reduktionsmittelmassenstroms in diesen eingeleitet und/oder eingedüst werden.

10 Die Rauchgasentstickungsanlage zeichnet sich für die Durchführung eines besonders vorteilhaften Verfahrens in Weiterbildung auch dadurch aus, dass sie eine mit der Reduktionsmittelleitung und der Verbrennungsluft-Teilstromleitung in fluidleitender Verbindung stehende Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit aufweist, in welcher das dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom zuzuführende Reduktionsmittel oder der dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom zuzuführende
15 Reduktionsmittelmassenstrom des Reduktionsmittels mittels des vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstroms verdampfbar und/oder verdünnbar ist.

Hierbei ist es zudem von Vorteil, dass das Reduktionsmittel oder der das Reduktionsmittel enthaltende Reduktionsmittelmassenstrom mittels der
20 Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit in den vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstrom einleitbar und/oder eindüsbar ist, wobei eine in dem vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstrom enthaltene Wärmeenergie direkt und unmittelbar an das Reduktionsmittel oder an den Reduktionsmittelmassenstrom des Reduktionsmittels übertragbar und/oder der Reduktionsmittelmassenstrom
25 verdünnbar ist.

Vorteilhaft ist ebenfalls eine Ausführungsform der Rauchgasentstickungsanlage, bei welcher die zur Führung des Verbrennungsluft-Teilstroms vorgesehene Verbrennungsluft-Teilstromleitung und die zur Zuführung des Reduktionsmittels
30 vorgesehene Reduktionsmittelleitung in die Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit münden und derart ausgestaltet sind, dass der dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom zuzuführende Reduktionsmittelmassenstrom des Reduktionsmittels in die Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit eingespritzt und/oder innerhalb dieser zerstäubt wird und/oder das in dem

Reduktionsmittelmassenstrom enthaltene Reduktionsmittel durch Inkontaktbringen mit dem der Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit zugeführten Verbrennungsluft-Teilstrom innerhalb dieser Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit zerstäubt und/oder verdampft und/oder der

5 Reduktionsmittelmassenstrom verdünnt wird.

Nach einer zweckmäßigen Ausführungsform zeichnet sich die Rauchgasentstickungsanlage außerdem dadurch aus, dass die Verbrennungsluft-Teilstromleitung eine Fördereinrichtung, insbesondere ein Gebläse, zur Förderung

10 des Verbrennungsluft-Teilstroms aufweist, die derart ausgebildet ist, dass ein zwischen der Reduktionsmittel-Einspeisung und der einen oder der mehreren in dem zur Zuführung von Verbrennungsluft zu dem Kessel oder Dampferzeuger ausgebildeten Verbrennungsluftkanal angeordneten Luftvorwärmeinheiten oder ein in Luftströmungsrichtung stromabwärts dieser einen oder mehreren

15 Luftvorwärmeinheiten zwischen der Reduktionsmittel-Einspeisung und dem Verbrennungsluftkanal vorliegender Druckunterschied örtlich erhöht und/oder ein bei der Einleitung und/oder Eindüsung des Verbrennungsluft-Teilstroms in die Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit auftretender Druckverlust und/oder Druckabfall ausgeglichen wird.

20 Eine vorteilhafte Weiterbildung der Rauchgasentstickungsanlage sieht vor, dass in der Verbrennungsluft-Teilstromleitung eine Regelungsvorrichtung, insbesondere eine Regelklappe und/oder ein Stellventil, angeordnet ist, mittels welcher der zur Verdampfung und/oder zur Verdünnung des dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom zuzuführenden Reduktionsmittelmassenstroms des Reduktionsmittels vom

25 Gesamtvolumenstrom der dem Kessel oder Dampferzeuger zuzuführenden Verbrennungsluft abzuzweigende Volumen- oder Volumenstrom- oder Massenstromanteil des Verbrennungsluft-Teilstroms regelbar und/oder einstellbar ist.

30 Schließlich zeichnet sich eine Ausgestaltung der Rauchgasentstickungsanlage dadurch aus, dass der oder die Luftvorwärmeinheiten als, insbesondere im Gegenstromprinzip arbeitende, regenerative Wärmeübertrager ausgebildet sind und der Rauchgaskanal eine fluidleitende Verbindung zwischen dem

Rauchgasentstickungsreaktor und der einen oder den mehreren Luftvorwärmeinheiten ausbildet, sodass ein Wärmeenergiegehalt eines aus dem Rauchgasentstickungsreaktor austretenden, entstickten Reingas-Rauchgasmassenstroms zumindest teilweise zum Vorwärmen der dem Kessel und/oder Dampferzeuger des Kraftwerks zuzuführenden Verbrennungsluft an diese und/oder zum Vorwärmen des zur Verdampfung und/oder zur Verdünnung des Reduktionsmittelmassenstroms an Reduktionsmittel dem Reduktionsmittelmassenstrom zuzuführenden Verbrennungsluft-Teilstroms an diesen übertragbar ist. Insbesondere eignen sich sogenannte Rotationswärmeübertrager als Luftvorwärmeinheiten.

Die Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnung beispielhaft näher erläutert. Diese zeigt in einer einzigen

Figur eine beispielhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Rauchgasentstickungsanlage in schematischer Darstellung.

Die einzige Figur zeigt in schematischer Übersichtsdarstellung eine beispielhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Rauchgasentstickungsanlage 200, die in den Rauchgasstrang eines Kraftwerks 100, insbesondere eines fossil, mit einem kohlenstoffhaltigen Brennstoff, befeuerten Dampfkraftwerks, integriert ist. Bei der Verbrennung des, insbesondere fossilen, kohlenstoffhaltigen Brennstoffs im Kessel oder Dampferzeuger 110 entstehen Abgase, welche als Rauchgas über einen Rauchgaskanal 120 rauchgasausgangsseitig des Kessels oder Dampferzeugers 110 in einem in dem Rauchgaskanal 120 strömenden Rohgas-Rauchgasmassenstrom 121 abgeführt werden. In Rauchgasströmungsrichtung R aufeinanderfolgend sind im Rauchgaskanal 120 eine Rauchgasentstickungsanlage 200, zwei parallele Luftvorwärmeinheiten 130, 130' und zwei parallele Feststoffabscheider 150, 150', insbesondere elektrostatische Abscheider, angeordnet. Die Luftvorwärmeinheiten 130, 130', und die Feststoffabscheider 150, 150' sind jeweils paarweise, in Bezug auf die Durchströmung mit einem Reingas-Rauchgasstrom 122 zueinander parallel angeordnet, wobei sich der Rauchgaskanal 120 hierzu in zwei ebenfalls parallel verlaufende Rauchgaskanalabschnitte mit jeweils zugeordnetem, den

Feststoffabscheidern 150, 150' nachgeschaltetem Gebläse 160, 160' aufteilt. Diese, im Ausführungsbeispiel dargestellte, Parallelschaltung ist rein optional und beispielhaft. Im Rahmen der Erfindung sind andere, aus dem Stand der Technik bekannte, Schaltungen mit einer oder mehr als zwei Luftvorwärmeinheiten 130, 130' und einem oder mehr als zwei Feststoffabscheidern 150, 150' in paralleler oder aufeinanderfolgender Anordnung denkbar. Nach Durchlaufen der Feststoffabscheider 150, 150' wird ein Teil des Rauchgases mittels des Rezykulationsgebläses 170 zu dem Kessel oder Dampferzeuger 110 rückgeführt. Bevor der übrige Rauchgasanteil in die Atmosphäre entlassen wird, wird dieser weiteren Reinigungsschritten, insbesondere eine Rauchgasentschwefelung (FGD) unterzogen.

Die Luftvorwärmeinheiten 130, 130' sind insbesondere als regenerative Wärmeübertrager, vorzugsweise als rotierende Wärmeübertrager, sogenannte Luftvorwärmer, ausgebildet und übertragen im Gegenstromprinzip im Rauchgas enthaltene Wärmeenergie an eine dem Kessel oder Dampferzeuger 110 zuzuführende Verbrennungsluft 141. Die Verbrennungsluft 141 wird über die jeweiligen Gebläse 131, 131' aus der Umgebung, vorzugsweise aus dem Kesselraum selbst, angesaugt und mittels der Luftvorwärmeinheiten 130, 130' vorgewärmt bzw. erhitzt. Ein derart erhitzter bzw. vorgewärmter Verbrennungsluftstrom 142 wird in einem Verbrennungsluftkanal 140 entlang einer Luftströmungsrichtung L dem Kessel oder Dampferzeuger 110 zur Verbrennung des insbesondere fossilen, kohlenstoffhaltigen Brennstoffs zugeführt.

Die integrierte oder integral ausgebildete Rauchgasentstickungsanlage 200 umfasst einen zur Entstickung des Rauchgases, d.h. zur Entfernung von Stickoxiden aus dem Rauchgas, ausgebildeten Rauchgasentstickungsreaktor 210. Der Rauchgasentstickungsreaktor 210 ist in Rauchgasströmungsrichtung R nach, d. h. stromabwärts des Kessels oder Dampferzeugers 110 und vor, d. h. stromaufwärts der Luftvorwärmeinheiten 130, 130' angeordnet und umfasst eine oder mehrere Katalysatorlagen zur selektiven katalytischen Reduktion (SCR) der im Rauchgas enthaltenen Stickoxide. Das zur katalytischen Reduktion notwendige Reduktionsmittel 221, insbesondere ein Harnstoff oder Ammoniak enthaltendes oder aus diesem bestehendes Reduktionsmittel, wird mittels einer, in

Rauchgasströmungsrichtung R vor, d. h. stromaufwärts des Rauchgasentstickungsreaktors 210, und nach, d. h. stromabwärts des Kessels oder Dampferzeugers 110, angeordneten Reduktionsmitteleinspeisung 240, vorzugsweise vollständig, dampf- und/oder gasförmig in den in dem
5 Rauchgaskanal 120 strömenden, Stickoxide enthaltenden, Rohgas-Rauchgasmassenstrom 121 eingeleitet und/oder eingedüst. Aufgrund des, vorzugsweise vollständigen, gasförmigen Aggregatzustandes des Reduktionsmittels 221 lässt sich eine gute Vermischung mit bzw. eine gute Verteilung innerhalb des Rohgas-Rauchgasmassenstroms 121 erzielen, wodurch
10 wiederum eine effektivere Entfernung der Stickoxide aus dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom 121 an der einen oder den mehreren Katalysatorlagen des Rauchgasentstickungsreaktors 210 ermöglicht wird. Nach der Entstickung verlässt das Rauchgas den Rauchgasentstickungsreaktor 210 als Reingas-Rauchgasmassenstrom 122. Dieser wird den im Verbrennungsluftkanal 140
15 angeordneten Luftvorwärmern 130, 130' zur Übertragung der darin enthaltenen Wärmeenergie an die zur Zuführung zu dem Kessel oder Dampferzeuger 110 vorgesehen Verbrennungsluft 141 zugeführt.

Das Reduktionsmittel 221 wird als Bestandteil eines vorgewärmten
20 Verbrennungsluft-Teilstroms 231, welcher insbesondere aus dem in dem Verbrennungsluftkanal 140 strömenden, mittels der Luftvorwärmeinheiten 130, 130' vorgewärmten Verbrennungsluftstrom 142 abgezweigt wird. Hierzu stellt eine Verbrennungsluft-Teilstromleitung 230 eine fluidleitende Verbindung zwischen dem Verbrennungsluftkanal 140 und dem den Rohgas-Rauchgasstrom 121
25 führenden Rauchgaskanal 120 sowie der zur Einleitung und/oder Eindüsung des Reduktionsmittels 221 vorgesehenen Reduktionsmittel-Einspeisung 240 her. Die Verbrennungsluft-Teilstromleitung 230 zweigt lediglich einen geringen Volumenanteil des aus dem in dem Verbrennungsluftkanal 140 strömenden, vorgewärmten Verbrennungsluftstroms 142 ab. Bei einem geringen Volumenanteil
30 handelt es sich insbesondere um einen im einstelligen Bereich liegenden Vol-%-Anteil, vorzugsweise um etwa 1 Vol-% des Gesamtvolumens der dem Kessel oder dem Dampferzeuger 110 zuzuführender Verbrennungsluft 141. Das Reduktionsmittel 221 wird aus einem Reduktionsmittel-Reservoir 223, insbesondere aus einem Tank, entnommen und mittels einer

Reduktionsmittelpumpe 224 als Reduktionsmittelmassenstrom 222 über eine Reduktionsmittelleitung 220 in eine Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit 250 eingeleitet und/oder eingedüst. Die Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit 250 ist in der Verbrennungsluft-Teilstromleitung 230 angeordnet, sodass der in der Verbrennungsluft-Teilstromleitung 230 strömende Verbrennungsluft-Teilstrom 231 ebenfalls in die Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit 250 einleitbar und/oder eindüsbar ist. Die Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit 250 ist zur Verdampfung des Reduktionsmittels 221 vorgesehen. Hierzu wird der das Reduktionsmittel 221 enthaltende Reduktionsmittelmassenstrom 222 zerstäubt, bspw. mittels Druckzerstäubung und/oder Fremdmediumzerstäubung, und durch die im Verbrennungsluft-Teilstrom 231 enthaltene Wärmeenergie, welche innerhalb der Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit 250 direkt und unmittelbar an das Reduktionsmittel 221 übertragbar ist bzw. übertragen wird, vorzugsweise vollständig, verdampft. Gleichzeitig wird der Reduktionsmittelmassenstrom 222 mit dem zugeführten Verbrennungsluft-Teilstrom 231 verdünnt. Das Reduktionsmittel 221 wird nach dessen, vorzugsweise vollständiger, Verdampfung als Bestandteil des Verbrennungsluft-Teilstroms 231 mittels der Verbrennungsluft-Teilstromleitung 230 der Reduktionsmittel-Einspeisung 240 zugeführt und in den Rohgas-Rauchgasmassenstrom 121 eingeleitet und/oder eingedüst.

Insbesondere, um den Verbrennungsluft-Teilstrom zur Fremdmediumzerstäubung, zusätzlich oder optional zu einer Druckzerstäubung, des Reduktionsmittels 221 innerhalb der Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit 250 zu nutzen, ist eine Fördereinrichtung 260, insbesondere ein Gebläse, in der Verbrennungsluft-Teilstromleitung 230 in Verbrennungsluft-Teilstrom-Strömungsrichtung vor, d. h. stromaufwärts der Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit 250 angeordnet. Hierdurch lässt sich der Druck innerhalb der Verbrennungsluft-Teilstromleitung 230 örtlich lokal, in Verbrennungsluft-Teilstrom-Strömungsrichtung stromabwärts der Fördereinrichtung 260 und stromaufwärts der Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit 250, erhöhen, wodurch der Verbrennungsluft-Teilstrom 231 mit höherem Druck bzw. höherer Geschwindigkeit in die Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit 250 einleitbar und/oder eindüsbar ist und ein Druckverlust und/oder Druckabfall ausgleichbar ist. Über eine Verdünnungs- und/oder

Trägerluftleitung 270 kann optional zusätzliche Verdünnungs- und/oder Trägerluft 271 zur Förderung und/oder Verdünnung des in der Reduktionsmittelleitung 220 strömenden Reduktionsmittelmassenstroms 222 des Reduktionsmittels 221 in die Reduktionsmittelleitung 220 eingeleitet werden.

5

Die in der Figur dargestellte beispielhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Rauchgasentstickungsanlage 200 kann zur Nachrüstung von Rauchgas erzeugende Kraftwerken 100, insbesondere fossil befeuerten Dampfkraftwerken, in diese integriert werden, um das erfindungsgemäße Rauchgasentstickungsverfahren durchzuführen. Mittels dieses Verfahrens lässt sich, durch Nutzung des ohnehin zur Verfügung stehenden vorgewärmten Verbrennungsluftstroms 142, der Verbrauch an Betriebsmitteln reduzieren, insbesondere sind zusätzliche Betriebsmittel wie Hilfsdampf oder elektrische Energie oder zusätzliche Anlagenkomponenten, wie Wärmeübertrager, nicht länger zur Verdampfung des Reduktionsmittels 221 notwendig.

10

15

Bezugszeichenliste:

	100	Kraftwerk
	110	Kessel oder Dampferzeuger
5	120	Rauchgaskanal
	121	Rohgas-Rauchgasmassenstrom
	122	Reingas-Rauchgasmassenstrom
	130, 130'	Luftvorwärmeinheit
	131, 131'	Gebläse
10	140	Verbrennungsluftkanal
	141	Verbrennungsluft
	142	Verbrennungsluftstrom
	150, 150'	Feststoffabscheider
	160, 160'	Gebläse
15	170	Rezirkulationsgebläse
	200	Rauchgasentstickungsanlage
	210	Rauchgasentstickungsreaktor
	220	Reduktionsmittelleitung
	221	Reduktionsmittel
20	222	Reduktionsmittelmassenstrom
	223	Reduktionsmittel-Reservoir
	224	Reduktionsmittelpumpe
	230	Verbrennungsluft-Teilstromleitung
	231	Verbrennungsluft-Teilstrom
25	240	Reduktionsmittel-Einspeisung
	250	Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit
	260	Fördereinrichtung
	270	Verdünnungs- und/oder Trägerluftleitung
	271	Verdünnungs- und/oder Trägerluft
30	L	Luftströmungsrichtung
	R	Rauchgasströmungsrichtung

Patentansprüche

1. Rauchgasentstickungsverfahren, bei welchem ein in einem Rauchgaskanal
5 (120) strömender Rohgas-Rauchgasmassenstrom (121) eines mit einem kohlenstoffhaltigen Brennstoff befeuerten Kessels oder Dampferzeugers (110) eines Kraftwerks (100) rauchgasausgangsseitig des Kessels oder Dampferzeugers (110) in einem, insbesondere selektiv katalytisch arbeitenden, Rauchgasentstickungsreaktor (210) entstickt wird, wobei
10 rauchgasausgangsseitig des Kessels oder Dampferzeugers (110) und in Rauchgasströmungsrichtung (R) stromaufwärts des Rauchgasentstickungsreaktors (210) mittels einer Reduktionsmittel-Einspeisung (240) Reduktionsmittel (221), insbesondere ein Ammoniak oder Harnstoff aufweisendes Reduktionsmittel (221), in den in dem
15 Rauchgaskanal (120) strömenden Rohgas-Rauchgasmassenstrom (121) eingeleitet und/oder eingedüst wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Reduktionsmittel (221) als Bestandteil eines vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstroms (231) in den in dem Rauchgaskanal (120)
20 strömenden Rohgas-Rauchgasmassenstrom (121) eingeleitet und/oder eingedüst wird, wobei der Verbrennungsluft-Teilstrom (231) aus einer oder mehreren Luftvorwärmeinheiten (130, 130'), die in einem dem Kessel oder Dampferzeuger (110) Verbrennungsluft (141) zuführenden Verbrennungsluftkanal (140) angeordnet sind, oder in
25 Luftströmungsrichtung (L) stromabwärts dieser einen oder mehreren Luftvorwärmeinheiten (130, 130') aus einem vorgewärmten Verbrennungsluftstrom (142) abgezweigt wird.
2. Rauchgasentstickungsverfahren nach Anspruch 1, dadurch
30 gekennzeichnet, dass mittels des vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstroms (231) das dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom (121) zuzuführende Reduktionsmittel (221) oder ein dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom (121) zuzuführender Reduktionsmittelmassenstrom (222) an Reduktionsmittel (221) verdampft und/oder verdünnt wird.

3. Rauchgasentstickungsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Reduktionsmittel (221) oder der das Reduktionsmittel (221) enthaltende Reduktionsmittelmassenstrom (222) in den vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstrom (231) eingeleitet und/oder eingedüst wird, wobei eine in dem vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstrom (231) enthaltene Wärmeenergie direkt und unmittelbar an das Reduktionsmittel (221) oder an den Reduktionsmittelmassenstrom (222) des Reduktionsmittels (221) übertragen wird und/oder das Reduktionsmittel (221) oder der Reduktionsmittelmassenstrom (222) verdünnt wird.
4. Rauchgasentstickungsverfahren, nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Reduktionsmittel (221) oder der Reduktionsmittelmassenstrom (222) des Reduktionsmittels (221) vor der Einleitung und/oder Eindüsung in den Rohgas-Rauchgasmassenstrom (121) mittels des vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstroms (231) ganz oder teilweise verdampft und anschließend gas- und/oder dampfförmig über die Reduktionsmittel-Einspeisung (240) in den in dem Rauchgaskanal (120) strömenden Rohgas-Rauchgasmassenstrom (121) eingeleitet und/oder eingedüst wird.
5. Rauchgasentstickungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom (121) zuzuführende Reduktionsmittel (221) oder der dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom (121) zuzuführende Reduktionsmittelmassenstrom (222) des Reduktionsmittels (221) einer in Verbrennungsluft-Teilstrom-Strömungsrichtung stromaufwärts der Reduktionsmittel-Einspeisung (240) angeordneten Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit (250) zugeführt und in diese eingespritzt und/oder innerhalb dieser zerstäubt wird.
6. Rauchgasentstickungsverfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der vorgewärmte Verbrennungsluft-Teilstrom (231) in die Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit (250) eingeleitet

und/oder eingedüst wird und durch Inkontaktbringen mit dem der Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit (250) zugeführten Reduktionsmittelmassenstrom (222) das darin enthaltene Reduktionsmittel (221) zerstäubt und/oder verdampft und/oder der Reduktionsmittelmassenstrom (222) verdünnt wird.

7. Rauchgasentstickungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein zwischen dem den Rohgas-Rauchgasmassenstrom (121) führenden Rauchgaskanal (120) und dem dem Kessel oder Dampferzeuger (110) Verbrennungsluft zuführenden Verbrennungsluftkanal (140) oder der einen oder den mehreren in dem Verbrennungsluftkanal (140) angeordneten Luftvorwärmeinheiten (130, 130') bestehender Druckunterschied mittels einer den vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstrom (231) fördernden Fördereinrichtung (260), insbesondere mittels eines Gebläses, örtlich erhöht und/oder ein bei der Einleitung und/oder Eindüsung des Verbrennungsluft-Teilstroms (231) in die Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit (250) auftretender Druckverlust und/oder Druckabfall ausgeglichen wird.

8. Rauchgasentstickungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein aus dem Rauchgasentstickungsreaktor (210) austretender, entstickter Reingas-Rauchgasmassenstrom (122) der einen oder den mehreren in Rauchgasströmungsrichtung (R) stromabwärts des Rauchgasentstickungsreaktors (210) angeordneten Luftvorwärmeinheiten (130, 130') zugeführt und dessen Wärmeenergiegehalt zumindest teilweise zum Vorwärmen der dem Kessel oder Dampferzeuger (110) des Kraftwerks (100) zugeführten Verbrennungsluft (141) und/oder zum Vorwärmen des zur Verdampfung und/oder zur Verdünnung des Reduktionsmittels (221) oder des Reduktionsmittelmassenstroms (222) verwendeten Verbrennungsluft-Teilstroms (231) an diese und/oder an diesen übertragen wird.

9. Rauchgasentstickungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Volumenanteil des zur Verdampfung und/oder zur Verdünnung des dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom (121) zuzuführenden Reduktionsmittelmassenstroms (222) des Reduktionsmittels (221) verwendeten Verbrennungsluft-Teilstroms (231) in Bezug auf den Gesamtvolumenstrom der dem Kessel oder Dampferzeuger (110) zuzuführenden Verbrennungsluft (141) geregelt und/oder eingestellt wird.
10. Rauchgasentstickungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Volumenanteil des Verbrennungsluft-Teilstroms (231) in Bezug auf den Gesamtvolumenstrom der dem Kessel oder Dampferzeuger (110) zuzuführenden Verbrennungsluft (141) gering ist, insbesondere höchstens 4 Vol.-%, vorzugsweise höchstens 2 Vol.-%, des Gesamtvolumenstroms der Verbrennungsluft (141) beträgt.
11. Rauchgasentstickungsverfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Volumenanteil des zur Verdampfung und/oder zur Verdünnung des dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom (121) zuzuführenden Reduktionsmittelmassenstroms (222) des Reduktionsmittels (221) verwendeten Verbrennungsluft-Teilstroms (231) in Bezug auf den Gesamtvolumenstrom der dem Kessel oder Dampferzeuger (110) zuzuführenden Verbrennungsluft (141), insbesondere während eines Volllastbetriebs des Kraftwerks, auf einen konstanten Wert eingestellt wird.
12. Rauchgasentstickungsverfahren nach einem der Ansprüche 9 - 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Volumenanteil des zur Verdampfung und/oder zur Verdünnung des dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom (121) zuzuführenden Reduktionsmittelmassenstroms (222) des Reduktionsmittels (221) verwendeten Verbrennungsluft-Teilstroms (231) in Bezug auf den Gesamtvolumenstrom der dem Kessel oder Dampferzeuger (110) zuzuführenden Verbrennungsluft (141), insbesondere während eines Teillastbetriebs und/oder verschiedener Betriebsphasen des Kraftwerks

(100), in Abhängigkeit des jeweils zur Entstickung des Rohgas-Rauchgasmassenstroms (121) benötigten Reduktionsmittelmassenstroms (222) geregelt und/oder eingestellt wird.

- 5 13. Rauchgasentstickungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zu dem vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstrom (231) Verdünnungs- und/oder Trägerluft (271) zur Verdünnung und/oder Förderung des Reduktionsmittelmassenstroms (222) des Reduktionsmittels in diesen
10 eingeleitet und/oder eingedüst wird.
14. Rauchgasentstickungsanlage (200), die, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 - 13, in ein Rauchgas erzeugendes Kraftwerk (100) integriert ist, umfassend einen, insbesondere
15 selektiv katalytisch arbeitenden Rauchgasentstickungsreaktor (210), der rauchgasausgangsseitig zu einem mit einem kohlenstoffhaltigen Brennstoff befeuerbaren oder befeuerten Kessel oder Dampferzeuger (110) des Kraftwerks (100) angeordnet ist, eine zur Zuführung eines Reduktionsmittels (221), insbesondere eines Ammoniak oder Harnstoff
20 enthaltenden Reduktionsmittels (221), vorgesehene Reduktionsmittelleitung (220) und eine, in Rauchgasströmungsrichtung (R) stromaufwärts des Rauchgasentstickungsreaktors (210) angeordnete Reduktionsmittel-Einspeisung (240) zur Einleitung und/oder Eindüsung des Reduktionsmittels (221) in einen zur fluidleitenden Verbindung zwischen
25 dem Kessel oder Dampferzeuger (110) und dem Rauchgasentstickungsreaktor (210) ausgebildeten Rauchgaskanal (120), dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen der Reduktionsmittel-Einspeisung (240) und einer oder mehreren in einem zur Zuführung von Verbrennungsluft (141) zu dem
30 Kessel oder Dampferzeuger (110) ausgebildeten Verbrennungsluftkanal (140) angeordneten Luftvorwärmeinheiten (130, 130') oder zwischen der Reduktionsmittel-Einspeisung (240) und dem Verbrennungsluftkanal (140), in Luftströmungsrichtung (L) stromabwärts dieser einen oder mehreren Luftvorwärmeinheiten (130, 130'), eine fluidleitende Verbrennungsluft-

Teilstromleitung (230) ausgebildet ist, die zur Zuführung des Reduktionsmittels (221) als Bestandteil eines vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstroms (231) mit der Reduktionsmittelleitung (220) in fluidleitender Verbindung steht.

5

15. Rauchgasentstickungsanlage (200) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine mit der Reduktionsmittelleitung (220) und der Verbrennungsluft-Teilstromleitung (230) in fluidleitender Verbindung stehende Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit (250) aufweist, in
10 welcher das dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom (121) zuzuführende Reduktionsmittel (221) oder der dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom (121) zuzuführende Reduktionsmittelmassenstrom (222) des Reduktionsmittels (221) mittels des vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstroms (231) verdampfbar und/oder verdünnbar ist.

15

16. Rauchgasentstickungsanlage (200) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Reduktionsmittel (221) oder der das Reduktionsmittel (221) enthaltende Reduktionsmittelmassenstrom (222) mittels der Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit (250) in den vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstrom (231) einleitbar und/oder
20 eindüsenbar ist, wobei eine in dem vorgewärmten Verbrennungsluft-Teilstrom (231) enthaltene Wärmeenergie direkt und unmittelbar an das Reduktionsmittel (221) oder den Reduktionsmittelmassenstrom (222) des Reduktionsmittels (221) übertragbar und/oder der
25 Reduktionsmittelmassenstrom (222) verdünnbar ist.

25

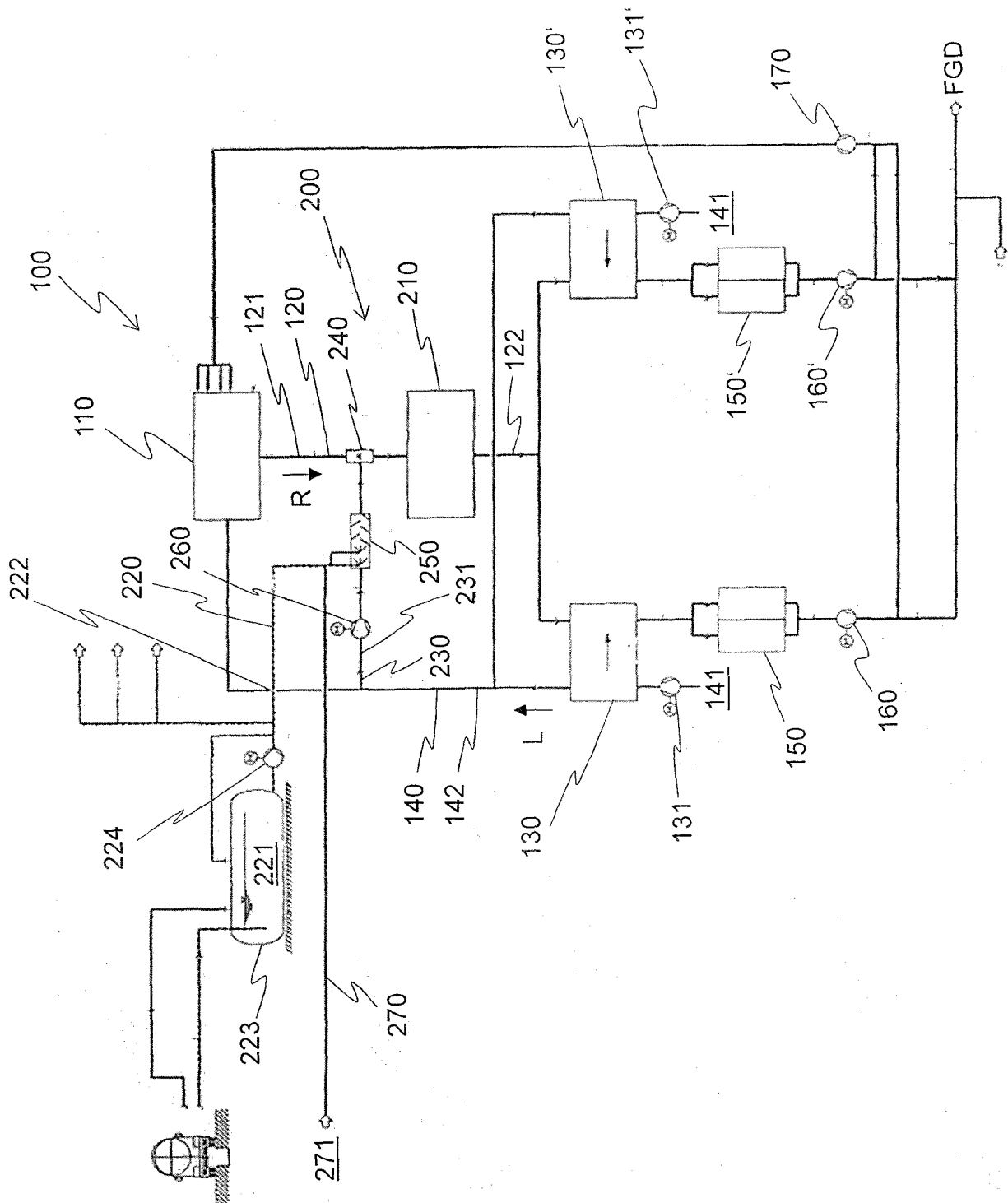
17. Rauchgasentstickungsanlage (200) nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Führung des Verbrennungsluft-Teilstroms (231) vorgesehene Verbrennungsluft-Teilstromleitung (230) und die zur
30 Zuführung des Reduktionsmittelmassenstroms (222) des Reduktionsmittels (221) vorgesehene Reduktionsmittelleitung (220) in die Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit (250) münden und derart ausgestaltet sind, dass der dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom (121) zuzuführende Reduktionsmittelmassenstrom (222) des Reduktionsmittels (221) in die

30

- 5 Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit (250) eingespritzt und/oder innerhalb dieser zerstäubt wird und/oder das in dem Reduktionsmittelmassenstrom (222) enthaltene Reduktionsmittel (221) durch Inkontaktbringen mit dem der Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit (250) zugeführten Verbrennungsluft-Teilstrom (231) innerhalb der Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit (250) zerstäubt und/oder verdampft und/oder der Reduktionsmittelmassenstrom (222) verdünnt wird.
- 10 18. Rauchgasentstickungsanlage (200) nach einem der Ansprüche 14 – 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbrennungsluft-Teilstromleitung (230) eine Fördereinrichtung (260), insbesondere ein Gebläse, zur Förderung des Verbrennungsluft-Teilstroms (231) aufweist, die derart ausgebildet ist, dass ein zwischen der Reduktionsmittel-Einspeisung (240) und der einen oder
- 15 den mehreren in dem zur Zuführung von Verbrennungsluft (141) zu dem Kessel oder Dampferzeuger (110) ausgebildeten Verbrennungsluftkanal (140) angeordneten Luftvorwärmeinheiten (130, 130') oder ein in Luftströmungsrichtung (L) stromabwärts dieser einen oder mehreren Luftvorwärmeinheiten (130, 130') zwischen der Reduktionsmittel-
- 20 Einspeisung (240) und dem Verbrennungsluftkanal (140)vorliegender Druckunterschied örtlich erhöht und/oder ein bei der Einleitung und/oder Eindüsung des Verbrennungsluft-Teilstroms (231) in die Verdampfungs- und/oder Zerstäubungseinheit auftretender Druckverlust und/oder Druckabfall ausgeglichen wird.
- 25 19. Rauchgasentstickungsanlage (200) nach einem der Ansprüche 14 – 18, dadurch gekennzeichnet, dass in der Verbrennungsluft-Teilstromleitung (231) eine Regelungsvorrichtung, insbesondere eine Regelklappe und/oder ein Stellventil, angeordnet ist, mittels welcher der zur Verdampfung und/oder zur Verdünnung des dem Rohgas-Rauchgasmassenstrom (121) zuzuführenden Reduktionsmittelmassenstroms (222) des Reduktionsmittels (221) vom Gesamtvolumenstrom der dem Kessel oder Dampferzeuger (110) zuzuführenden Verbrennungsluft (141) abzuzweigende Volumen-
- 30

oder Volumenstrom- oder Massenstromanteil des Verbrennungsluft-Teilstroms (231) regelbar und/oder einstellbar ist.

20. Rauchgasentstickungsanlage nach einem der Ansprüche 14 – 19, dadurch gekennzeichnet, dass der oder die Luftvorwärmeinheiten (130, 130') als, insbesondere im Gegenstromprinzip arbeitende, regenerative Wärmeübertrager ausgebildet sind und der Rauchgaskanal (120) eine fluidleitende Verbindung zwischen dem Rauchgasentstickungsreaktor (210) und der einen oder den mehreren Luftvorwärmeinheiten (130, 130') ausbildet, sodass ein Wärmeenergiegehalt eines aus dem Rauchgasentstickungsreaktor (210) austretenden, entstickten Reingas-Rauchgasmassenstroms (122) zumindest teilweise zum Vorwärmen der dem Kessel und/oder Dampferzeuger (110) des Kraftwerks (100) zuzuführenden Verbrennungsluft (141) an diese und/oder zum Vorwärmen des zur Verdampfung und/oder zur Verdünnung des Reduktionsmittelmassenstroms (222) an Reduktionsmittel (221) dem Reduktionsmittelmassenstrom (222) zuzuführenden Verbrennungsluft-Teilstroms (231) an diesen übertragbar ist.



Figur

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/060418

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B01D 53/86**(2006.01)i; **B01D 53/90**(2006.01)i

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; 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 practicable, 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.
X	FR 2924623 A1 (AIR LIQUIDE [FR]) 12 June 2009 (2009-06-12) page 1, lines 5-9; figures 1,3,4 page 5, line 25 - page 6, line 10 page 7, lines 15-26 page 11, lines 6-32 page 16, line 24 - page 18, line 28	1-20
X	CN 202538621 U (HUNAN ENPRO ENVIRONMENTAL PROT TECHNOLOGY CO LTD) 21 November 2012 (2012-11-21) the whole document	1-20
A	US 2006234173 A1 (SMITH JOHN W [US]) 19 October 2006 (2006-10-19) paragraphs [0001], [0007], [0009], [0013] - [0022]; figure 1	1-20
A	CN 203043817 U (FU NINGFANG) 10 July 2013 (2013-07-10) the whole document	1-20
A	US 8145044 B1 (WIRT JEFFREY PHILIP [US] ET AL) 27 March 2012 (2012-03-27) column 2, line 44 - column 6, line 7; figures 1-4	1-20

☒ 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 application or patent 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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 May 2019

Date of mailing of the international search report

03 June 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Howe, Patrick

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/060418

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2008175774 A1 (MORRISON DONALD KEITH [US] ET AL) 24 July 2008 (2008-07-24) paragraphs [0018] - [0024]; figures 1,2	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/060418

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
FR	2924623	A1	12 June 2009	CN	101888895	A	17 November 2010
				EA	201070678	A1	29 October 2010
				EP	2219763	A2	25 August 2010
				FR	2924623	A1	12 June 2009
				US	2011005438	A1	13 January 2011
				WO	2009080937	A2	02 July 2009
				ZA	201003632	B	23 February 2011
CN	202538621	U	21 November 2012	NONE			
US	2006234173	A1	19 October 2006	CA	2543028	A1	13 October 2006
				CN	1879947	A	20 December 2006
				US	2006234173	A1	19 October 2006
CN	203043817	U	10 July 2013	NONE			
US	8145044	B1	27 March 2012	NONE			
US	2008175774	A1	24 July 2008	AU	2008200024	A1	07 August 2008
				CA	2617747	A1	24 July 2008
				DE	102008004008	A1	31 July 2008
				GB	2446045	A	30 July 2008
				US	2008175774	A1	24 July 2008

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B01D53/86 B01D53/90
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B01D 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.
X	FR 2 924 623 A1 (AIR LIQUIDE [FR]) 12. Juni 2009 (2009-06-12) Seite 1, Zeilen 5-9; Abbildungen 1,3,4 Seite 5, Zeile 25 - Seite 6, Zeile 10 Seite 7, Zeilen 15-26 Seite 11, Zeilen 6-32 Seite 16, Zeile 24 - Seite 18, Zeile 28 -----	1-20
X	CN 202 538 621 U (HUNAN ENPRO ENVIRONMENTAL PROT TECHNOLOGY CO LTD) 21. November 2012 (2012-11-21) das ganze Dokument -----	1-20
A	US 2006/234173 A1 (SMITH JOHN W [US]) 19. Oktober 2006 (2006-10-19) Absätze [0001], [0007], [0009], [0013] - [0022]; Abbildung 1 ----- -/-	1-20



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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

24. Mai 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/06/2019

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

Howe, Patrick

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	CN 203 043 817 U (FU NINGFANG) 10. Juli 2013 (2013-07-10) das ganze Dokument -----	1-20
A	US 8 145 044 B1 (WIRT JEFFREY PHILIP [US] ET AL) 27. März 2012 (2012-03-27) Spalte 2, Zeile 44 - Spalte 6, Zeile 7; Abbildungen 1-4 -----	1-20
A	US 2008/175774 A1 (MORRISON DONALD KEITH [US] ET AL) 24. Juli 2008 (2008-07-24) Absätze [0018] - [0024]; Abbildungen 1,2 -----	1-20

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/060418

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2924623	A1	12-06-2009	CN 101888895 A 17-11-2010
		EA 201070678 A1 29-10-2010	
		EP 2219763 A2 25-08-2010	
		FR 2924623 A1 12-06-2009	
		US 2011005438 A1 13-01-2011	
		WO 2009080937 A2 02-07-2009	
		ZA 201003632 B 23-02-2011	

CN 202538621	U	21-11-2012	KEINE

US 2006234173	A1	19-10-2006	CA 2543028 A1 13-10-2006
		CN 1879947 A 20-12-2006	
		US 2006234173 A1 19-10-2006	

CN 203043817	U	10-07-2013	KEINE

US 8145044	B1	27-03-2012	KEINE

US 2008175774	A1	24-07-2008	AU 2008200024 A1 07-08-2008
		CA 2617747 A1 24-07-2008	
		DE 102008004008 A1 31-07-2008	
		GB 2446045 A 30-07-2008	
		US 2008175774 A1 24-07-2008	
