

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 745 807 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
14.07.1999 Patentblatt 1999/28

(51) Int Cl.6: **F23J 15/00, F22B 37/00**

(21) Anmeldenummer: **95810358.2**

(22) Anmeldetag: **31.05.1995**

(54) **Dampferzeuger**

Steam boiler

Chaudière à vapeur

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL PT SE

(72) Erfinder: **Ziegler, Georg**
CH-8404 Winterthur (CH)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.12.1996 Patentblatt 1996/49

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 4 218 016 DE-C- 3 344 712
GB-A- 2 012 927 US-A- 4 160 009

(73) Patentinhaber: **ASEA BROWN BOVERI AG**
5400 Baden (CH)

EP 0 745 807 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Gebiet

5 **[0001]** Die Erfindung betrifft einen Dampferzeuger mit einem dem Feuerraum nachgeschalteten Strahlungsteil und einem sich daran anschliessenden konvektiven Teil, letzterer im wesentlichen bestehend aus rauchgasseitig hintereinandergeschalteten Berührungswärmetauscher, Überhitzer und Economizer, welcher zur direkten selektiven katalytischen Reduktion (SCR-Verfahren) von Stickoxiden (NOx) im Abgas von Kehrrichtverbrennungsanlagen (KVA) eingesetzt wird, wobei der NOx-Katalysator direkt mit den heissen Rauchgasen beschickt wird, also in der Schaltung vor dem Wäscher angeordnet ist.

Stand der Technik

15 **[0002]** Die NOx-Emissionen aus thermischen Abfallverbrennungsanlagen dürfen gesetzlich vorgegebene Werte nicht überschreiten. Zur Minderung der NOx-Emissionen, die im allgemeinen zwischen 300 und 450 mg/m³ liegen, werden bekanntermassen feuerungstechnische Primärmassnahmen und/oder effektiver wirkende abgasseitige Sekundärmassnahmen eingesetzt, wobei als Sekundärmassnahmen das SNCR-Verfahren (selective non-catalytic reduction) und das SCR-Verfahren (selective catalytic reduction) zur Verfügung stehen.

20 **[0003]** Beim SNCR-Verfahren erfolgt die NOx-Reduktion thermisch, indem das Reduktionsmittel (Ammoniak bzw. Harnstoff) in einem Temperaturbereich von etwa 900 bis 1100°C in den Feuerungsoder Kesselteil eingedüst wird.

[0004] Beim SCR-Verfahren werden dagegen bei wesentlich niedrigeren Temperaturen die Stickoxide unter Zugabe von Ammoniakwasser an einem Katalysator zu Stickstoff und Wasserdampf umgesetzt. Nach dem derzeitigen Stand der Technik ist es nur mit einem katalytischen Verfahren möglich, die NOx-Emissionen auf Werte < 100 mg/m³ zu senken.

25 **[0005]** Für die Schaltung der Katalysatorstufe bestehen nach dem bekannten Stand der Technik verschiedene Möglichkeiten. So werden z.B. Kessel für Kehrrichtverbrennungsanlagen mit NOx-Katalysatoren ausgerüstet, die üblicherweise nach dem Wäscher eingesetzt werden. Dies hat zwar einerseits den Vorteil, dass die Gefahr einer Katalysatorvergiftung oder Blockierung durch Staub und Schwefeldioxid reduziert ist, andererseits aber den Nachteil, dass die Rauchgase vor Eintritt in den Katalysator wieder aufgeheizt werden müssen.

30 **[0006]** Deshalb ist bei neueren Schaltungen der NOx-Katalysator vor dem Wäscher vorgesehen. Er wird dann direkt mit den heissen Rauchgasen beschickt, so dass die Wiedererwärmung des Abgases nach der Wäsche entfällt. Bei vorheriger Entstaubung ("direkt-low dust"-Schaltung) auf Reststaubgehalte unter 10 mg/Nm³ erreichen die Katalysatoren ähnliche Standzeiten wie in den Schaltungen nach der Abgaswäsche. Der Elektro-Filter (E-Filter) zur Entstaubung kann aber auch nach dem NOx-Katalysator angeordnet sein ("direkt-high dust"-Schaltung).

35 **[0007]** Für ein optimales Arbeiten des Katalysators und eine möglichst lange Lebensdauer ist es notwendig, die Gastemperatur vor dem NOx-Katalysator möglichst konstant auf einem vorgegebenen Wert, beispielsweise 350°C, zu halten. Die optimale Betriebstemperatur des Katalysators liegt bei 320 bis 350°C (K.J. Thomé-Kozmiensky: Thermische Abfallbehandlung. EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH, 2.Auflage, 1994, S. 555-557). Diese Bandbreite kann in Abhängigkeit vom eingesetzten Katalysator noch grösser sein, z.B. ist ein bei einer Betriebstemperatur von 280°C arbeitender Katalysator in einer Kehrrichtverbrennungsanlage bekannt.

40 **[0008]** Ohne Regelungsvorrichtung ist aber eine annähernd konstante Gastemperatur bei den verschiedenen Betriebszuständen nicht möglich (s. U. Leibacher und R. Walder: "NOx-Elimination nach dem SCR-Verfahren in Rohgasschaltung bei der Kehrrichtverbrennung", MÜLL und ABFALL 1995 (9), S. 619-625). So hat beispielsweise die Gastemperatur in einem konventionellen KVA-Kessel bei zwei unterschiedlichen Betriebsfällen folgende Werte:

45

| Betriebsfall | Gastemperatur in °C nach | | |
|---------------------|--------------------------|------------|------------|
| | Überhitzer | Verdampfer | Economizer |
| Vollast verschmutzt | 461 | 343 | 237 |
| Teillast sauber | 370 | 290 | 190 |

50

55 **[0009]** Es ergeben sich also beträchtliche Unterschiede in der Höhe der Rauchgastemperatur (hier ca. 50°C nach dem Economizer), was sich bei einer direkten Beschickung des NOx-Katalysators mit den heissen Rauchgasen ungünstig auswirkt.

[0010] Weiterhin sind aus dem Stand der Technik Regelungsvorrichtungen bekannt, mit denen eine annähernd gleichbleibende Gastemperatur erreicht werden kann. In DE 42 18 016 A1 wird beispielsweise ein mehrteiliger Eco-

nomizer beschrieben, dessen Heizflächen in Reihe geschaltet sind, und der Absperrorgane aufweist, welche wasserseitig am Eintritt der einzelnen abschaltbaren Heizflächen angeordnet sind. Die Heizflächen werden nacheinander vom Wasser durchströmt. Mit dieser Vorrichtung ist es möglich, die Absenkung der Rauchgastemperatur am Austritt des Dampferzeugers unter einen Minimalwert sicher zu vermeiden. Nachteilig bei dieser Vorrichtung ist, dass die

5 Wärmetauscherflächen von Wasser mit tiefer Temperatur durchströmt werden. Somit ist die Rauchgastemperatur in der Regelheizfläche zwingend kleiner als die Verdampfungstemperatur des Wassers, eine Verdampfung des Wassers ist nicht möglich (Wasserschläge).

[0011] Bei dem in DE 33 44 712 C1 offenbarten Dampferzeuger, bei dem ein Dreiwegeventil in der zu einem Eintrittssammler des Speisewasservorwärmers führenden Speisewasserleitung angeordnet ist, wird die Temperatur der Rauchgase vor deren Eintritt in den Katalysator auf einen schmalen Temperaturbereich begrenzt. Der Regelwärmetauscher ist bei dieser Lösung immer mit Wasser durchströmt und produziert heisses Wasser, Wasser/Dampf-Gemisch oder Überhitzerdampf.

[0012] Aus US 4 160 009 ist schliesslich ein Dampferzeuger bekannt, bei welchem zwischen zwei Economizern ein Katalysator angeordnet ist. Diese Economizers besitzen jeweils konstante, nicht veränderbare Heizflächen. Zur Regelung der Rauchgastemperatur vor dem NOx-Katalysator wird ein Gasbypass benutzt, der relativ aufwendig ist.

Darstellung der Erfindung

[0013] Die Erfindung versucht, all diese Nachteile zu vermeiden. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, einen Dampferzeuger zu entwickeln, der für SCR-Verfahrensschaltungen, bei denen der NOx-Katalysator vor dem Wäscher direkt mit den heissen Rauchgasen beschickt wird, einsetzbar ist, wobei mit relativ wenig Aufwand die Gastemperatur vor dem Katalysator auf einem annähernd konstanten, vorgegebenen Wert gehalten werden kann.

[0014] Erfindungsgemäss wird dies bei einem Dampferzeuger gemäss Oberbegriff des Patentanspruches 1 dadurch erreicht, dass der in Strömungsrichtung des Gases vor dem Katalysator angeordnete Economizer in mindestens zwei

25 Sektionen unterteilt ist, welche einerseits rauchgasseitig nacheinander und andererseits vom aufzuheizenden Arbeitsmittel parallel durchströmt sind, wobei mindestens eine Sektion über eine Leitung ständig mit der Trommel in Verbindung steht und die andere(n) Sektion(en) über absperrbare Leitungen wahlweise vom Wasserkreislauf abschliessbar sind.

[0015] Erfindungsgemäss wird dies bei einem Verfahren zum Betrieb des Dampferzeugers dadurch erreicht, dass die Temperatur der Rauchgase unmittelbar vor ihrem Eintritt in den NOx-Katalysator gemessen wird und eine von der Höhe dieser Temperatur abhängige Anzahl der absperrbaren Leitungen (11b) vom Wasserkreislauf abgeschlossen wird. Dadurch werden eine bzw. mehrere Sektionen des Economizers vor dem Katalysator vom Wasserkreislauf abgeschlossen und ein Teil der Heizfläche wird inaktiv.

[0016] Die Vorteile der Erfindung sind unter anderem darin zu sehen, dass die Regelung der Gastemperatur vor dem NOx-Katalysator relativ einfach zu handhaben ist und durch die Gewährleistung einer annähernd konstanten Beaufschlagungstemperatur der NOx-Katalysator optimal arbeitet und eine lange Lebensdauer aufweist. Die Erfindung kann sowohl bei "direkt-low dust"- als auch "direkt-high dust"-Schaltungen angewendet werden, d.h. der E-Filter kann entweder vor oder nach dem Economizer angeordnet sein.

[0017] Es ist besonders zweckmässig, wenn der Economizer vor dem Katalysator so gross ausgelegt ist, dass im Betriebsfall "Volllast verschmutzt" die Eintrittstemperatur des Rauchgases in den Katalysator kleiner/gleich der Betriebstemperatur des Katalysators ist.

[0018] Ferner ist es vorteilhaft, wenn die im Kessel dem Economizer vor dem Katalysator vorgelagerten Bauteile, wie Überhitzer, Schutzbündel, Leerzüge, so ausgelegt sind, dass im Betriebsfall "Teillast sauber" die Eintrittstemperatur des Rauchgases in den Economizer vor dem Katalysator grösser/gleich der Betriebstemperatur des Katalysators ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0019] In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand eines Kessels für eine Kehrrichtverbrennungsanlage dargestellt.

[0020] Es zeigen:

Fig. 1 drei Schaltungsschemata von Kehrrichtverbrennungsanlagen mit SCR-Verfahren nach dem Stand der Technik

55 I: konventionell
II: direkt-low dust
III: direkt-high dust;

- Fig. 2 das erfindungsgemässe Schaltungsschema einer Kehrrichtverbrennungsanlage mit SCR-Verfahren (direkt-high dust);
- Fig. 3 eine detailliertere Darstellung eines Teils von Fig. 2 im Bereich des Kessels, des NOx-Katalysators und des Economizers;
- 5 Fig. 4 eine schematische Darstellung der Erfindung im Bereich des Kessels, des E-Filters, des NOx-Katalysators und des Economizers (direkt-low dust-SCR-Verfahren).

[0021] Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Nicht dargestellt sind von der Anlage beispielsweise die Beschickung des Kessels, die Feuerungsanlage und die Nasswäschanlage. Die Strömungsrichtung der Arbeitsmittel ist mit Pfeilen bezeichnet.

Weg zur Ausführung der Erfindung

[0022] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der Figuren 1 bis 4 näher erläutert.

15 [0023] Zum besseren Verständnis der Erfindung sind zunächst in Fig. 1 drei aus dem Stand der Technik bekannte SCR-Schaltungen mit dem nach den einzelnen Behandlungsschritten jeweils erreichbaren Temperaturniveau des Gases dargestellt. Teil I zeigt eine Schaltung, in der die Apparate Kessel 1/Economizer 2, E-Filter 3, Wäscher 4, NOx-Katalysator 5 und Abkühler 6 in der Reihenfolge ihrer Durchströmung angeordnet sind, wobei wegen der geringen Temperatur des Rauchgases nach dem Wäscher 4 (z.B. 70°C) das Gas vor Eintritt in den NOx-Katalysator 5 nochmals aufgeheizt werden muss (z.B. auf 350°C). Diese Aufheizung entfällt bei der in Teil II dargestellten "low dust"-Schaltung, bei der die Aggregate in der Reihenfolge Kessel 1, Elektro-Filter 3, NOx-Katalysator 5, Economizer 2 und Wäscher 4 angeordnet sind, ebenso wie bei der in Teil III gezeigten "high dust"-Schaltung mit einer Anordnung in der Reihenfolge Kessel 1, NOx-Katalysator 5, Economizer 2, E-Filter 3 und Wäscher 4.

20 [0024] Da in den beiden zuletzt genannten Fällen für unterschiedliche Betriebszustände keine konstante Gastemperatur vor dem NOx-Katalysator 5 gewährleistet werden kann, wird die erfindungsgemässe Lösung, von der eine Ausführungsvariante in Fig. 2 und 3 dargestellt ist, angewendet. Grundlage ist, dass der Dampferzeuger 1 einen zweiseitigen Economizer 2 aufweist. Dieser besteht aus einem Teil 2a, welcher gasseitig vor dem NOx-Katalysator 5 angeordnet ist und einem Teil 2b, welcher nach dem NOx-Katalysator 5 angeordnet ist. Gemäss Schaltungsanordnung nach Fig. 2 sind danach in der Reihenfolge der Durchströmung der Gase ein Filter 3 und anschliessend ein Wäscher 4 angeordnet. Die Temperatur vor dem NOx-Katalysator ist für verschiedene Betriebszustände annähernd konstant (im gezeigten Ausführungsbeispiel 350°C), sie kann um +/-10°C differieren.

25 [0025] Fig. 3 zeigt eine detailliertere schematische Darstellung des erfindungsgemässen Dampferzeugers, wie er in der high dust-Schaltung nach Fig. 2 eingesetzt wird. Oberhalb eines Feuerraumes 7 sind zwei vertikale Leerzüge 8 angeordnet, die den Strahlungsteil des Dampferzeugers bilden. Im sich daran anschliessenden horizontalen Teil des Dampferzeugers sind in der Reihenfolge ihrer Durchströmung ein Überhitzer 9 und ein in zwei Hauptteile 2a und 2b unterteilter Economizer 2 angeordnet, wobei zwischen den beiden Teilen 2a, 2b der NOx-Katalysator 5, der für die selektive katalytische Reduktion der Stickoxide benötigt wird, untergebracht ist.

30 [0026] Der Economizer vor dem NOx-Katalysator 2a ist in mehrere getrennte Sektionen 10 (hier 4 Sektionen) unterteilt, die gasseitig nacheinander durchströmt werden, während sie vom Arbeitsmittel, d.h. wassermässig parallel von unten nach oben durchströmt werden. Diese parallelen Verbindungsleitungen 11 münden schliesslich in eine Leitung 12, die mit der Trommel 13 in Verbindung steht. Mit einer Ausnahme ist in allen parallel geschalteten Leitungen 11 ein Absperrorgan 14, beispielsweise ein Ventil, nach den einzelnen Sektionen 10 des Economizers vor dem NOx-Katalysator 2a angeordnet, so dass diese Sektionen wahlweise vom Wasserkreislauf abgeschlossen werden können, während eine Sektion 10 des Economizers vor dem Katalysator in jedem Falle, d.h. auch beim Absperrern aller anderen Sektionen 10, mit der Trommel 13 verbunden ist.

35 [0027] Der Economizer vor dem Katalysator 2a ist so ausgelegt, dass Teilverdampfung auftreten kann. Er ist so gross ausgelegt, dass im Betriebsfall "Vollast verschmutzt" die Eintrittstemperatur des Rauchgases 19 in den Katalysator 5 kleiner/gleich der Betriebstemperatur des Katalysators 5 ist.

40 [0028] Die im Dampferzeuger 1 dem Economizer vor dem Katalysator 2a vorgelagerten Bauteile, wie Überhitzer 9, Berührungswärmeerzeuger 18 ("Schutzbündel", die zuerst vom Rauchgas 19 beaufschlagt werden), Leerzüge 8, sind so ausgelegt, dass im Betriebsfall "Teillast sauber" die Eintrittstemperatur des Rauchgases 19 in den Economizer vor dem Katalysator grösser/gleich der Betriebstemperatur des Katalysators ist.

45 [0029] Nach der in Gasströmungsrichtung letzten Sektion 10 ist ein Temperaturmessorgan 15 angeordnet. Der sich gasseitig nach dem Katalysator 5 befindende zweite Teil des Economizers 2b ist im wesentlichen in Gegenstromschaltung realisiert. Eine Pumpe 16 pumpt über die Leitung 17 Wasser in den Teil 2b des Economizers, der nach dem NOx-Katalysator 5 angeordnet ist. Das Wasser kühlt die entstickten Rauchgase 19 die aus dem Katalysator 5 austreten weiter ab, bevor diese im hier nicht dargestellten Filter 3 entstaubt und dem Wäscher 4 zugeführt werden. Das Wasser wird dann am Katalysator 5 vorbei parallel in die Sektionen 10 geleitet, die von unten nach oben durchströmt werden,

wobei ein weiterer Wärmeaustausch mit hier noch heisserem Rauchgas 19 stattfindet. Um eine annähernd konstante Eintrittstemperatur der Rauchgase 19 in den NOx-Katalysator zu gewährleisten, wird mittels des Temperaturmessorgans 15 die Rauchgastemperatur gemessen. In Abhängigkeit von der Höhe dieser Temperatur kann die Rauchgastemperatur beeinflusst werden, indem durch Schliessen oder Öffnen der jeweiligen Absperrorgane 14 einzelne Sektionen 10 des Economizers vor dem Katalysator 2a vom Wasserkreislauf abgeschlossen bzw. wieder angeschlossen werden. Dies bewirkt eine Veränderung der aktiven Heizfläche. Das SCR-Verfahren selbst läuft dann nach dem bekannten Stand der Technik ab.

[0030] Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf das eben beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Sie kann beispielsweise auch in einem Dampferzeuger mit einem vertikalen konvektiven Zug realisiert werden.

[0031] In Fig. 4 ist schematisch ein erfindungsgemässer Dampferzeuger für das SCR-low dust-Verfahren dargestellt. Im Unterschied zu Fig. 3 ist hier zwischen dem Economizer vor dem Katalysator 2a und dem NOx-Katalysator 5 ein E-Filter 3 angeordnet. Ausserdem zeigt dieses Ausführungsbeispiel, dass der Economizer nach dem Katalysator 2b auch mit senkrechtem Gasfluss ausgeführt sein kann. In einer weiteren nicht dargestellten Variante ist der Economizer nach dem Katalysator 2b auch in einer grösseren räumlichen Entfernung vom NOx-Katalysator angeordnet.

Bezugszeichenliste

[0032]

| | | |
|----|-----|--|
| 20 | 1 | Kessel |
| | 2 | Economizer |
| | 2a | Teil des Economizers vor dem NOx-Katalysator |
| | 2b | Teil des Economizers nach dem NOx-Katalysator |
| | 3 | E-Filter |
| 25 | 4 | Wäscher |
| | 5 | NOx-Katalysator |
| | 6 | Abkühler |
| | 7 | Feuerraum |
| | 8 | Leerzug |
| 30 | 9 | Überhitzer |
| | 10 | Sektionen von Pos. 2a |
| | 10a | nicht vom Wasserkreislauf abschliessbare Sektion |
| | 10b | vom Wasserkreislauf abschliessbare Sektion |
| | 11 | parallele Verbindungsleitungen |
| 35 | 11a | Verbindungsleitung ohne Absperrorgan |
| | 11b | Verbindungsleitung mit Absperrorgan |
| | 12 | Leitung |
| | 13 | Trommel |
| | 14 | Absperrorgan |
| 40 | 15 | Temperaturmessorgan |
| | 16 | Pumpe |
| | 17 | Leitung |
| | 18 | Berührungswärmeerzeuger |
| 45 | 19 | Rauchgas |

Patentansprüche

1. Dampferzeuger (1) mit einem dem Feuerraum (7) nachgeschalteten Strahlungsteil und einem sich daran anschliessenden konvektiven Teil, letzterer im wesentlichen bestehend aus rauchgasseitig hintereinandergeschalteten Berührungswärmetauscher (18), Überhitzer (9) und Economizer (2), wobei der Dampferzeuger (1) in einer Schaltung für die direkte selektive katalytische Reduktion (SCR-Verfahren) der Stickoxide im Rauchgas (19) eingesetzt wird, wobei der Economizer (2) zweiteilig ausgeführt ist und zwischen den beiden Teilen (2a, 2b) ein NOx-Katalysator (5) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der in Strömungsrichtung des Rauchgases (19) vor dem Katalysator (5) angeordnete Economizer (2a) in mindestens zwei Sektionen (10a, 10b) unterteilt ist, welche einerseits rauchgasseitig nacheinander und andererseits vom aufzuheizenden Arbeitsmittel parallel durchströmt sind, wobei mindestens eine Sektion (10a) über eine Leitung (11a, 12) ständig mit der Trommel (13) in Verbindung steht und die andere(n) Sektion(en) (10b) über absperrbare Leitungen (11b) wahlweise vom Wasserkreislauf abschliessbar

sind.

2. Dampferzeuger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in den Leitungen (11b), welche von den Sektionen (10b) des Economizers vor dem Katalysator (2a), die vom Wasserkreislauf abschliessbar sind, in die Leitung (12) zur Trommel führen, jeweils ein Absperrorgan (14) angeordnet ist.
3. Dampferzeuger nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Economizer vor dem Katalysator (2b) so gross ausgelegt ist, dass im Betriebsfall "Vollast verschmutzt" die Eintrittstemperatur des Rauchgases (19) in den Katalysator (5) kleiner/gleich der Betriebstemperatur des Katalysators (5) ist.
4. Dampferzeuger nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die im Dampferzeuger (1) dem Economizer vor dem Katalysator (2a) vorgelagerten Bauteile, wie Überhitzer (9), Berührungswärmeerzeuger (18), Leerzüge (8), so ausgelegt sind, dass im Betriebsfall "Teillast sauber" die Eintrittstemperatur des Rauchgases (19) in den Economizer vor dem Katalysator (2a) grösser/gleich der Betriebstemperatur des Katalysators (5) ist.
5. Dampferzeuger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Economizer vor dem Katalysator (2a) und dem NOx-Katalysator (5) ein E-Filter (3) angeordnet ist.
6. Dampferzeuger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Economizer nach dem Katalysator (2b) im wesentlichen in Gegenstromschaltung durchströmt ist.
7. Dampferzeuger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Economizer nach dem Katalysator (2b) vertikal vom Rauchgas (19) durchströmt ist.
8. Dampferzeuger nach Anspruch 1, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Economizer nach dem NOx-Katalysator (2b) räumlich entfernt vom NOx-Katalysator (5) angeordnet ist.
9. Verfahren zum Betrieb eines Dampferzeugers nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur der Rauchgase (19) unmittelbar vor ihrem Eintritt in den NOx-Katalysator (5) gemessen wird und eine von der Höhe dieser Temperatur abhängige Anzahl der absperrbaren Leitungen (11b) vom Wasserkreislauf abgeschlossen wird.

Claims

1. Steam generator (1) having, downstream of the firebox (7), a radiant part and, subsequent thereto, a convective part, the latter essentially comprising, connected in series on the flue-gas side, contact heat exchanger (18), superheater (9) and economizer (2), the steam generator (1) being used in a circuit for the direct selective catalytic reduction (SCR process) of the nitrogen oxides in the flue gas (19), the economizer (2) consisting of two parts and an NOx catalyst (5) being arranged between the two parts (2a, 2b), characterized in that the economizer (2a) arranged upstream of the catalyst (5) in the direction of flow of the flue gas (19) is subdivided into at least two sections (10a, 10b), through which, on the one hand, the flow passes in series on the flue-gas side and, on the other hand, the working medium to be heated flows in parallel, at least one section (10a) always being connected via a line (11a, 12) to the drum (13) and the other section(s) (10b) being able to be shut off as desired from the water circulation via lines (11b) which can be shut off.
2. Steam generator according to Claim 1, characterized in that a shut-off element (14) is arranged in each of the lines (11b) which lead from the sections (10b) of the pre-catalyst economizer (2a), which can be shut off from the water circulation, into the line (12) to the drum.
3. Steam generator according to claim 1 or 2, characterized in that the pre-catalyst economizer (2b [sic]) is designed to be of a size such that, in the operating case "full load, dirty", the entry temperature of the flue gas (19) into the catalyst (5) is less than or equal to the operating temperature of the catalyst (5).
4. Steam generator according to claim 1 or 2, characterized in that the components, such as superheater (9), contact heat generator (18), outlet flues (8), in the steam generator (1) which are upstream of the pre-catalyst economizer (2a) are designed so that in the operating case "partial load, clean", the entry temperature of the flue gas (19) into the pre-catalyst economizer (2a) is greater than or equal to the operating temperature of the catalyst (5).

EP 0 745 807 B1

5. Steam generator according to Claim 1, characterized in that an electrostatic precipitator (3) is arranged between the pre-catalyst economizer (2a) and the NOx catalyst (5).
- 5 6. Steam generator according to Claim 1, characterized in that the flow passes through the post-catalyst economizer (2b) essentially in a countercurrent circuit.
7. Steam generator according to Claim 1, characterized in that the flue gas (19) flows vertically through the post-catalyst economizer (2b).
- 10 8. Steam generator according to Claim 1, 6 or 7, characterized in that the post-NOx-catalyst economizer (2b) is arranged spatially separated from the NOx catalyst (5).
- 15 9. Process for operating a steam generator according to one of Claims 1 to 8, characterized in that the temperature of the flue gases (19) is measured immediately before their entry into the NOx catalyst (5) and a number, which is dependent on this temperature, of the lines (11b) which can be shut off are shut off from the water circulation.

Revendications

- 20 1. Générateur de vapeur (1) avec une partie à rayonnement installée après le foyer (7) et une partie à convection se raccordant à celle-ci, cette dernière se composant essentiellement, en un montage séquentiel du côté des gaz brûlés, d'un échangeur de chaleur par contact (18), d'un surchauffeur (9) et d'un économiseur (2), le générateur de vapeur (1) étant utilisé dans un montage pour la réduction catalytique sélective directe (procédé SCR) des oxydes d'azote dans des gaz brûlés (19), dans lequel l'économiseur (2) est réalisé en deux parties et un catalyseur de NOx (5) est disposé entre les deux parties (2a, 2b), caractérisé en ce que l'économiseur (2a), disposé avant le catalyseur (5) dans la direction d'écoulement des gaz brûlés (19), est subdivisé en au moins deux sections (10a, 10b), qui sont parcourues d'une part l'une après l'autre du côté des gaz brûlés et d'autre part en parallèle par le fluide de travail à chauffer, au moins une section (10a) étant en permanence en communication avec le tambour (13) par une conduite (11a, 12) et l'autre (les autres) section(s) (10b) pouvant être isolée(s) du circuit d'eau au choix par des conduites obturables (11b).
- 25 2. Générateur de vapeur suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'un organe d'arrêt (14) est respectivement disposé dans les conduites (11b), qui mènent des sections (10b) de l'économiseur avant le catalyseur (2a), qui peuvent être isolées du circuit d'eau, dans la conduite (12) menant au tambour (13).
- 30 3. Générateur de vapeur suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'économiseur avant le catalyseur (2b) présente une taille telle que, dans le cas de fonctionnement "pleine charge, encrassé", la température d'entrée des gaz brûlés (19) dans le catalyseur (5) est inférieure/égale à la température de fonctionnement du catalyseur (5).
- 35 4. Générateur de vapeur suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les composants disposés dans le générateur de vapeur (1) avant l'économiseur avant le catalyseur (2a), tels que le surchauffeur (9), le générateur de chaleur par contact (18), les carneaux vides (8), sont conçus d'une façon telle que, dans le cas de fonctionnement "charge partielle, propre", la température d'entrée des gaz brûlés (19) dans l'économiseur avant le catalyseur (2a) soit supérieure/égale à la température de fonctionnement du catalyseur (5).
- 40 5. Générateur de vapeur suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'un E-filtre (3) est disposé entre l'économiseur avant le catalyseur (2a) et le catalyseur de NOx (5).
- 45 6. Générateur de vapeur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'économiseur après le catalyseur (2b) est parcouru essentiellement en montage à contre-courant.
- 50 7. Générateur de vapeur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'économiseur après le catalyseur (2b) est parcouru verticalement par les gaz brûlés (19).
- 55 8. Générateur de vapeur suivant la revendication 1, 6 ou 7, caractérisé en ce que l'économiseur après le catalyseur de NOx (2b) est disposé spatialement à distance du catalyseur de NOx (5).
9. Procédé pour la conduite d'un générateur de vapeur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé

EP 0 745 807 B1

en ce que la température des gaz brûlés (19) est mesurée immédiatement avant leur entrée dans le catalyseur de NOx (5) et en ce qu'en fonction du niveau de cette température, un certain nombre des conduites obturables (11b) sont isolées du circuit d'eau.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

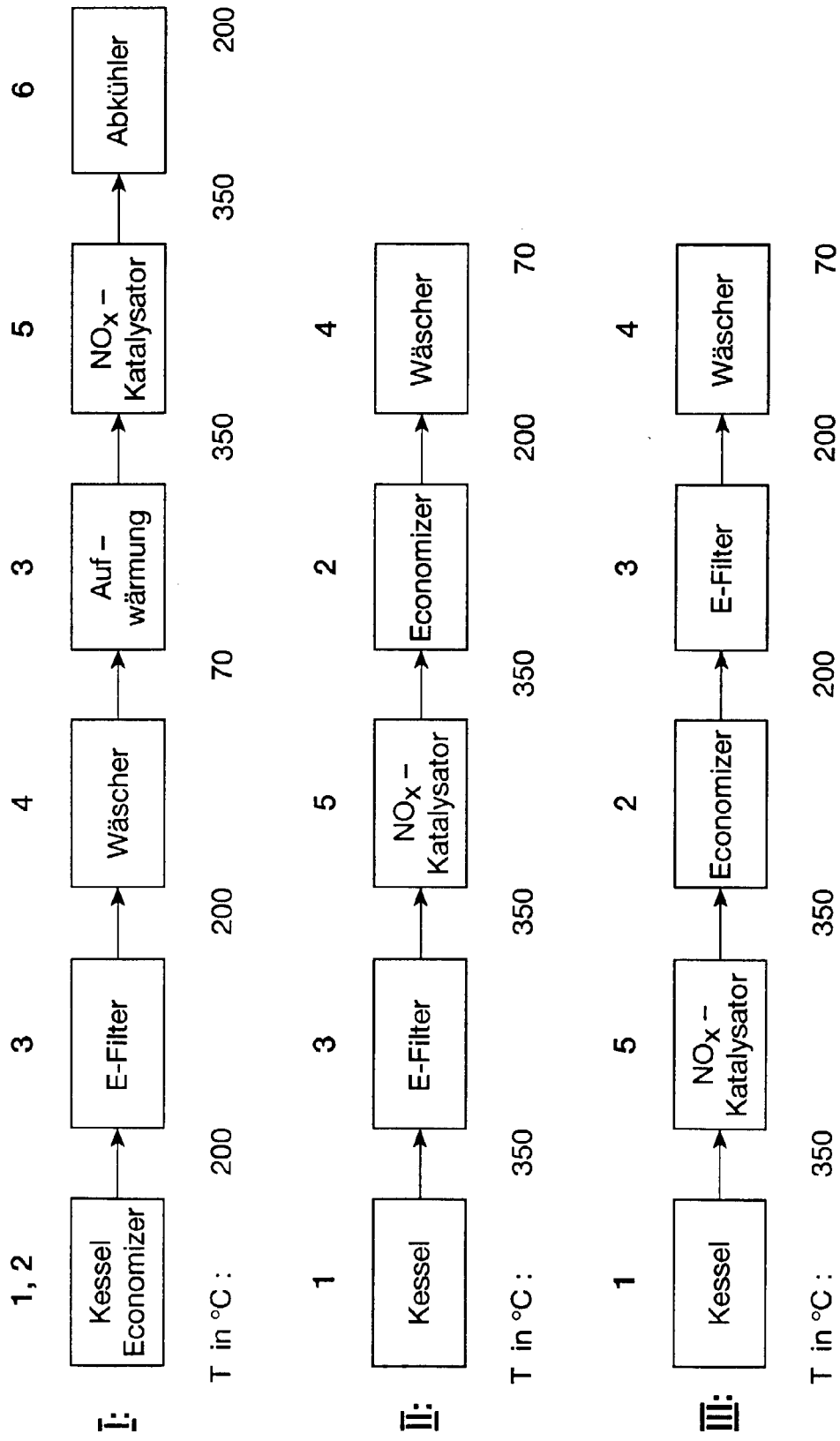


FIG. 1 Stand der Technik

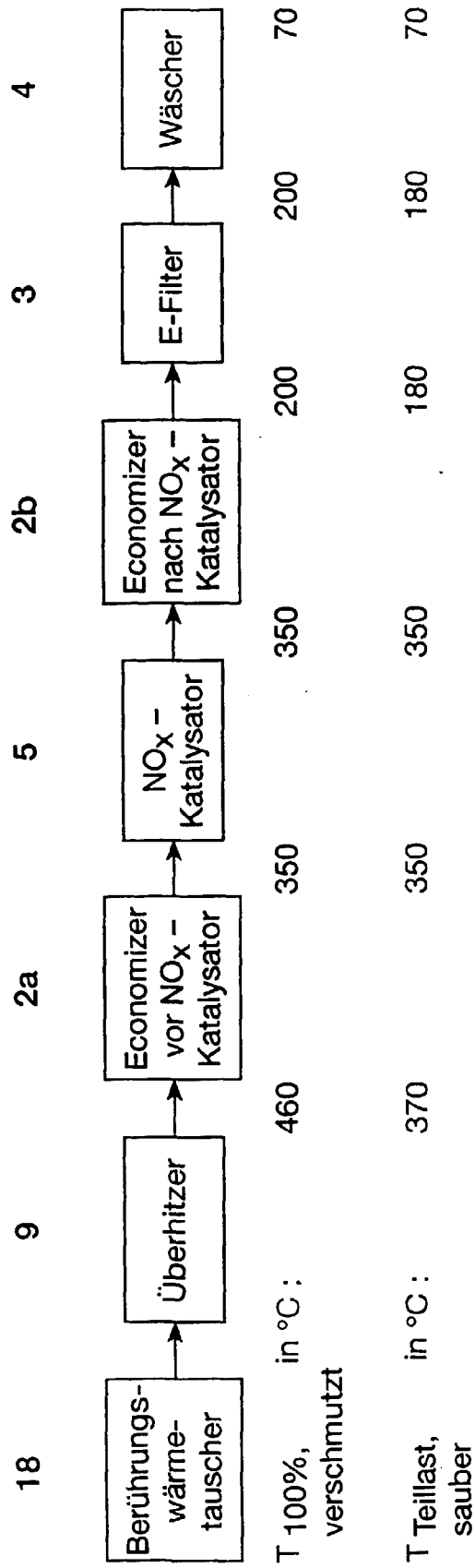


FIG. 2

FIG. 3

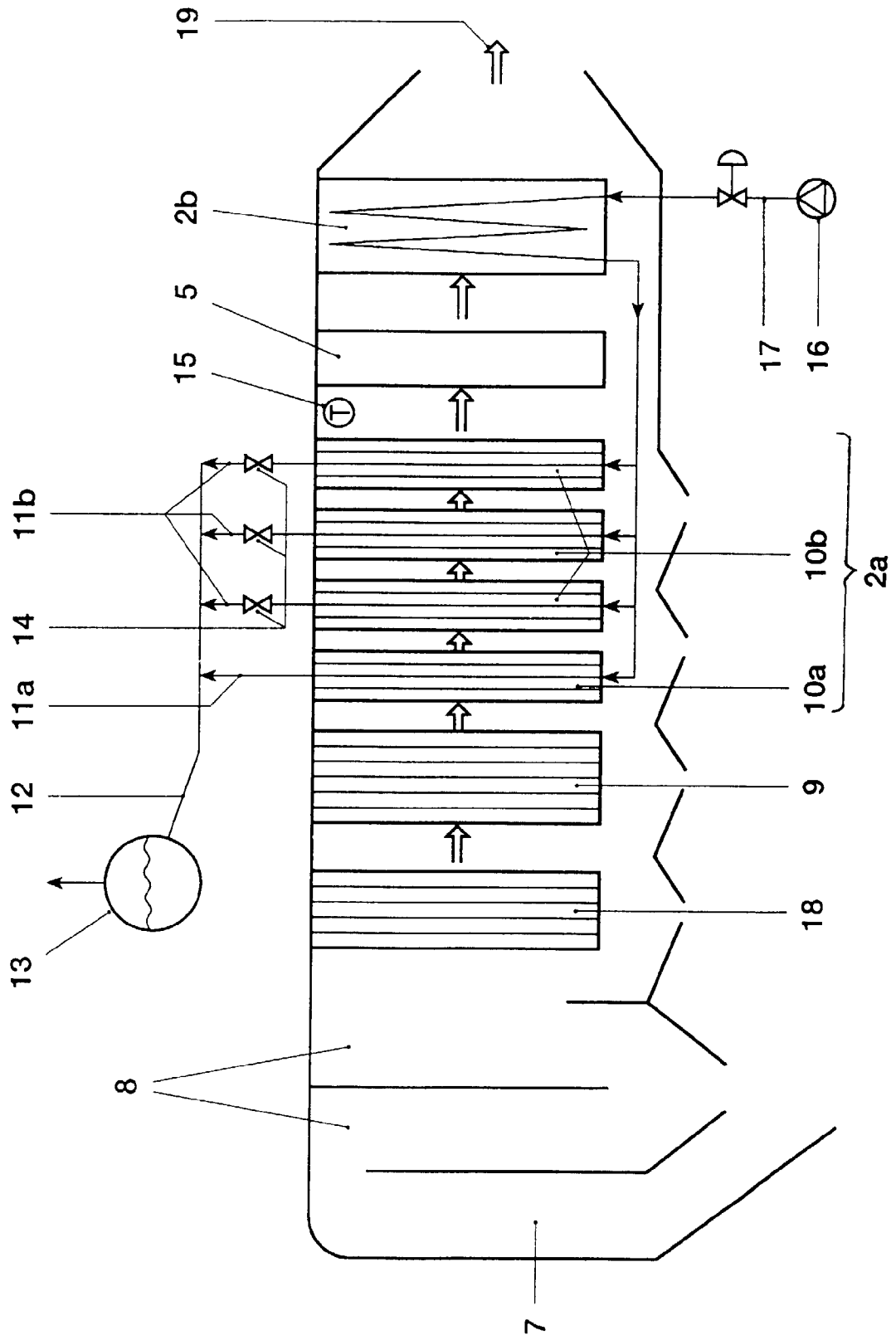


FIG. 4

