



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 643 816 B2**

(12)

## NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Entscheidung über den  
Einspruch:  
**29.10.2003 Patentblatt 2003/44**

(51) Int Cl.7: **F22D 1/12**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE93/00340**

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:  
**16.10.1996 Patentblatt 1996/42**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 93/024790 (09.12.1993 Gazette 1993/29)**

(21) Anmeldenummer: **93907804.4**

(22) Anmeldetag: **19.04.1993**

### (54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR EINSTELLUNG DER RAUCHGASTEMPERATUR AM AUSSTRITT EINES DAMPFERZEUGERS

PROCESS AND DEVICE FOR REGULATING THE FLUE GAS TEMPERATURE AT THE OUTLET  
OF A STEAM GENERATOR

PROCEDE ET DISPOSITIF VISANT A REGULER LA TEMPERATURE DES GAZ BRULES A LA  
SORTIE D'UN GENERATEUR DE VAPEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE ES FR IT LI NL**

• **ENGELHARDT, Reiner**  
**D-8521 Effeltrich (DE)**

(30) Priorität: **01.06.1992 DE 4218016**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 281 151 DE-A- 3 616 095**  
**DE-C- 3 344 712**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**22.03.1995 Patentblatt 1995/12**

#### Bemerkungen:

Die Akte enthält technische Angaben, die nach dem  
Eingang der Anmeldung eingereicht wurden und die  
nicht in dieser Patentschrift enthalten sind.

(73) Patentinhaber: **SIEMENS**  
**AKTIENGESELLSCHAFT**  
**80333 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **LÖSEL, Georg**  
**D-8525 Uttenreuth (DE)**

**EP 0 643 816 B2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Einstellung der Rauchgastemperatur am Austritt eines in einer Schmel-Brenn-Anlage eingesetzten Dampferzeugers, der eine zur Wärmeübertragung zwischen dem Rauchgas und dem Speisewasser nutzbare Heizfläche aufweist, und dem rauchgasseitig eine Reinigungsanlage nachgeschaltet ist.

**[0002]** In einem derartigen Dampferzeuger wird durch indirekten Wärmetausch zwischen heißem Rauchgas und Speisewasser, das in einem wasser-Dampf-Kreislauf geführt wird, Dampf z.B. für eine Dampfturbine erzeugt. Das Rauchgas wird durch Verbrennung eines fossilen Brennstoffs in einer Brennkammer der Schmel-Brenn-Anlage (EP-PS 0 340 537) erzeugt. Das Speisewasser strömt innerhalb des Dampferzeugers entlang einer üblicherweise in Form von Rohren oder Rohrbündeln ausgebildeten Heizfläche und nimmt dabei Wärme vom Rauchgas auf. Das abgekühlte Rauchgas wird bei Austritt aus dem Dampferzeuger zunächst gereinigt und anschließend über einen Kamin an die Umgebung abgegeben.

**[0003]** Bei einer nassen Rauchgasreinigung wird die mit den Reaktionsprodukten versetzte Waschflüssigkeit mittels des den Dampferzeuger verlassenden Rauchgases verdampft, wobei die getrockneten Reaktionsprodukte abgeschieden werden. Um störende Ablagerungen in der Reinigungsanlage zu vermeiden, darf die Rauchgastemperatur am Eintritt in die Reinigungsanlage einen vorgegebenen Wert nicht unterschreiten. Dabei stehen zwei Tatsachen bezüglich der Rauchgastemperatur am Austritt des Dampferzeugers konträr gegenüber: während der Wirkungsgrad des Dampferzeugers mit Abnahme der Rauchgastemperatur zunimmt, erhöht sich gleichzeitig die Gefahr einer Betriebsstörung der Reinigungsanlage. Deshalb wird üblicherweise die Rauchgastemperatur am Austritt des Dampferzeugers bei Vollastbetrieb möglichst niedrig über der minimal zulässigen Rauchgastemperatur für die Reinigungsanlage gehalten. Bei Teillastbetrieb sinkt allerdings die Rauchgastemperatur ab, so daß ohne spezielle Maßnahmen die Gefahr einer Betriebsstörung in der Reinigungsanlage besteht. Es ist daher erforderlich, insbesondere bei Teillastbetrieb, die Rauchgastemperatur am Austritt des Dampferzeugers einzustellen oder zu regeln.

**[0004]** Dazu wird bei einem bekannten Verfahren der Brennstoff mit erhöhtem Luftüberschuß verbrannt, so daß die Wärmeübertragung in den Konvektionszug des Dampferzeugers verlagert wird und die Rauchgastemperatur am Austritt des Dampferzeugers steigt. Nachteilig ist dabei der Verlust an nutzbarer Wärme aufgrund des erhöhten Volumenstroms des Rauchgases.

**[0005]** Bei einem anderen Verfahren wird ein Teil des heißen Rauchgases unter Umgehung der Heizfläche am Austritt des Dampferzeugers dem abgekühlten Rauchgas zugemischt, so daß eine vorgegebene

Rauchgastemperatur eingehalten werden kann. Nachteilig ist dabei die Bereitstellung eines voluminösen Rauchgas-Bypasses. Außerdem ist eine Temperaturregelung aufgrund von bei der Mischung sich bildenden Strähnen äußerst schwierig.

**[0006]** Bei einem häufig angewendeten Verfahren wird, insbesondere bei Teillastbetrieb, das Speisewasser vor Eintritt in den Dampferzeuger durch indirekten Wärmetausch mit Dampf, der dem Wasser-Dampf-Kreislauf der Dampfturbine entnommen ist, vorgewärmt. Dies führt allerdings dazu, daß der Gesamtwirkungsgrad nur begrenzt ist.

**[0007]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein besonders einfaches Verfahren zur Einstellung der Rauchgastemperatur anzugeben. Insbesondere soll sich das Verfahren eignen zur Regelung, bei der eine Absenkung der Rauchgastemperatur am Austritt des Dampferzeugers, der gleichzeitig Eintritt einer Reinigungsanlage ist, unter einen Minimalwert sicher vermeiden ist. Weiter soll eine möglichst einfache Vorrichtung angegeben werden, mit der ein hoher Gesamtwirkungsgrad erreichbar ist.

**[0008]** Bezüglich des Verfahrens wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die zur Wärmeübertragung jeweils wirksam genutzte Heizfläche in Abhängigkeit von der Rauchgastemperatur verändert wird, wobei bei einer Abweichung der Rauchgastemperatur von einem oberhalb der minimal zulässigen Rauchgastemperatur für die Rauchgasreinigung liegenden Sollwert in Strömungsrichtung des Speisewassers hintereinander angeordnete Abschnitte der Heizfläche zueinander abgeschaltet werden.

**[0009]** Dabei wird zweckmäßigerweise bei Absinken der Rauchgastemperatur, insbesondere bei Teillastbetrieb, bei in Gegenrichtung zur Rauchgasströmung strömendem Speisewasser zunächst der dem Austritt des Dampferzeugers nächstliegende Abschnitt der Heizfläche abgeschaltet. Mit zunehmender Absenkung der Rauchgastemperatur werden in Gegenrichtung zur Strömungsrichtung des Rauchgases weitere Abschnitte nacheinander abgeschaltet. Diese können bei wieder ansteigender Rauchgastemperatur in umgekehrter Reihenfolge nacheinander zugeschaltet werden.

**[0010]** Bezüglich der Vorrichtung wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die vom strömenden Speisewasser genutzte Heizfläche in Abhängigkeit von der Rauchgastemperatur steuerbar ist, wobei die Heizfläche eine Anzahl von einzeln zu- oder abschaltbaren Abschnitten umfaßt, die in Strömungsrichtung des Rauchgases hintereinander angeordnet und vom Speisewasser in Gegenrichtung nacheinander durchströmbar sind.

**[0011]** Dabei kann jeder Abschnitt eingangsseitig mit einem Stellglied verbunden sein. Außerdem kann jeder Abschnitt zweckmäßigerweise am Eintritt einen Eintrittssammler zum Sammeln von Speisewasser aufweisen.

**[0012]** Die Vorrichtung umfaßt vorteilhafterweise ei-

nen ausgangsseitig mit mindestens einem Stellglied verbundenen Regler, dessen Eingangsgröße der Ist-Wert der Rauchgastemperatur ist.

**[0013]** Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand einer Zeichnung näher erläutert; darin zeigen:

Figur 1 schematisch einen Dampferzeuger mit vorgeschalteter Brennkammer und nachgeschalteter Reinigungsanlage und

Figur 2 einen Ausschnitt II aus Figur 1 in größerem Maßstab mit einzeln zu- oder abschaltbaren Abschnitten einer Heizfläche.

**[0014]** Einander entsprechende Teile sind in beiden Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0015]** Der in Figur 1 dargestellte Dampferzeuger 1 ist z. B. Teil einer nicht näher gezeigten Schmelz-Brennanlage. Er umfaßt eine Brennkammer 2, der über einen Rauchgaszug 3 ein Abhitze-kessel 4 nachgeschaltet ist. Innerhalb des Abhitze-kessels 4 sind Heizflächen 5 in Form von Rohren oder Rohrbündeln, z.B. hängend, angeordnet.

**[0016]** Der Dampferzeuger 1 ist ausgangsseitig über eine Rauchgasleitung 6 an eine Reinigungsanlage 7 angeschlossen. Die Reinigungsanlage 7 umfaßt einen Sprühtrockner B, dem ein Abscheider 9, z.B. ein ElektroFilter, und ein Naßreiniger 10 nachgeschaltet sind. Der Naßreiniger 10 ist über eine Leitung 11 mit dem Sprühtrockner 8 verbunden. Die Rauchgasleitung 6 mündet hinter der Reinigungsanlage 7 in einen Kamin 12.

**[0017]** Am Austritt des Dampferzeugers 1 ist ein Temperatursensor 13 vorgesehen, der mit einem Regler 14 verbunden ist. Der Regler 14 ist ausgangsseitig mit einer Anzahl von als Ganzes mit 15 bezeichneten Stellgliedern in Form von Ventilen 15a, 15b, 15c (Figur 2) verbunden. Wie später näher erläutert, wird mittels der Stellglieder 15 die Verteilung des über eine Leitung 30 in den Dampferzeuger 1 eintretenden Speisewassers S auf eine Economizer-Heizfläche, die zur Vorwärmung des Speisewassers S dient, beeinflußt.

**[0018]** Beim Betrieb des Dampferzeugers 1 wird in der Brennkammer 2 erzeugtes Rauchgas R entlang der dargestellten Pfeile durch den Dampferzeuger 1 geführt. Dabei wird Wärme von dem heißen Rauchgas R über die Heizflächen 5 auf das in einem nicht näher dargestellten Wasser-Dampf-Kreislauf einer Dampfturbine strömende Speisewasser S übertragen. Das den Dampferzeuger 1 verlassende abgekühlte Rauchgas R wird in der Reinigungsanlage 7 gereinigt. Die Rauchgastemperatur  $T_i$  am Austritt des Dampferzeugers 1 beträgt bei Vollastbetrieb noch etwa 220° C.

**[0019]** Die Reinigung erfolgt innerhalb des Naßreinigers 10 mittels einer Waschflüssigkeit, die alkalische Bestandteile, z.B. Natriumhydroxid, enthält. Die alkalischen Bestandteile bilden mit in dem Rauchgas R enthaltenen sauren, z.B. chlorhaltigen Stoffen als Reakti-

onsprodukte im wesentlichen Salze. Die Waschflüssigkeit wird zusammen mit den Reaktionsprodukten über die Leitung 11 dem Sprühtrockner 8 zugeführt. Dort wird die Waschflüssigkeit durch Kontakt mit dem Rauchgas R verdampft. Die gleichzeitig mit der Verdampfung getrockneten Reaktionsprodukte, d.h. im wesentlichen die Salze, werden in dem Filter 9 abgeschieden. Das Rauchgas R wird in der Reinigungsanlage 7 auf eine Temperatur von etwa 70° C abgekühlt.

**[0020]** Wie Figur 2 zeigt, ist jede zur Vorwärmung des Speisewassers S dienende Economizer-Heizfläche 5 in eine Anzahl von hintereinander liegenden Abschnitten, vorzugsweise in drei Abschnitte 20 bis 22, unterteilt. Jeder der Abschnitte 20, 21 und 22 ist sowohl eingangsseitig als auch ausgangsseitig mit einem Sammler 23, 24, 25 bzw. 26 verbunden. Außerdem ist jeder der Abschnitte 20 bis 22 über die Eintrittssammler 23, 24, 25 mit einem der Ventile 15a, 15b bzw. 15c verbunden. Die Ventile 15a, 15b, 15c sind an eine gemeinsame Speisewasserleitung 30 angeschlossen. Der Sammler 26 ist über eine Leitung 31 in nicht näher dargestellter Art und Weise mit den weiteren Heizflächen 5 des Dampferzeugers 1 verbunden.

**[0021]** Das Speisewasser S wird im Gegenstrom zur Strömungsrichtung des Rauchgases R durch mäanderrförmig angeordnete Rohrbündel 35 geführt, deren Wände die Heizfläche 5 bilden. Dabei wird das Rauchgas R abgekühlt, wobei zunächst das Ventil 15a geöffnet ist und die Ventile 15b und 15c geschlossen sind. Bei Absinken der Rauchgastemperatur  $T_i$  am Austritt des Dampferzeugers 1 wird die zur Wärmeübertragung wirksam genutzte Heizfläche 5 verringert. Dazu wird zunächst das Ventil 15b geöffnet und das Ventil 15a geschlossen. Sinkt die Rauchgastemperatur  $T_i$  weiter ab, z.B. wenn bei Teillastbetrieb die Rauchgastemperatur  $T_i$  den für eine störungsfreie Rauchgasreinigung gerade noch zulässigen Wert erreicht hat, so wird das Ventil 15c geöffnet und auch das Ventil 15b geschlossen. Die Abschnitte 20 und 21 der Heizfläche 5 sind dann abgeschaltet und somit vom Wasser-Dampf-Kreislauf getrennt. In den jeweils nicht durchströmten Rohren 35 der Abschnitte 20 und 21 bleibt das Speisewasser S stehen. Da bei den herrschenden Druckverhältnissen die Siedetemperatur des Wassers stets höher ist als die Rauchgastemperatur in diesem Bereich des Abhitze-kessels 4, können die jeweils nicht durchströmten Abschnitte 20, 21 der Heizfläche 5 nicht ausdampfen.

**[0022]** Steigt die Rauchgastemperatur  $T_i$  am Austritt des Dampferzeugers 1 wieder an, z.B. bei erneutem Vollastbetrieb, so wird die zur Wärmeübertragung wirksam genutzte Heizfläche 5 zunehmend vergrößert. Dazu werden die Abschnitte 20 und 21 der Heizfläche 5 in Abhängigkeit von der Rauchgastemperatur  $T_i$  am Austritt des Dampferzeugers 1 durch entsprechende Umschaltung der Ventile 15a, 15b, 15c in umgekehrter Reihenfolge nacheinander in den Wasser-Dampf-Kreislauf wieder eingeschaltet. Die Regelung erfolgt über den

Regler 14, der entsprechende Steuersignale an die Ventile 15a, 15b, 15c abgibt. Die Steuersignale sind von einem Vergleichswert abgeleitet, der aus einer Abweichung der gemessenen Rauchgastemperatur  $T_i$  (Ist-Wert) von einem Soll-Wert  $T_s$  gebildet wird.

**[0023]** Bei einem üblicherweise eingesetzten Dampferzeuger 1 sind bereits sogenannte Entlüftungssammler vorhanden, die bei einer Nachrüstung in einfacher Weise zu Eintrittssammlern 23 bis 25 umgebildet werden können. Die Vorrichtung zur Temperaturregelung umfaßt demnach auf der Speisewasserseite nur kurze Verbindungsleitungen zwischen der Speisewasserleitung 30 und mindestens zwei oder mehreren Ventilen 15a, 15b, 15c.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Rauchgastemperatur am Austritt eines Dampferzeugers mit einer zur Wärmeübertragung zwischen dem Rauchgas (R) und dem Speisewasser (S) nutzbaren Heizfläche (5), wobei das abgekühlte Rauchgas (R) bei Austritt aus dem Dampferzeuger gereinigt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zur Wärmeübertragung jeweils wirksam genutzte Heizfläche (5) in Abhängigkeit von der Rauchgastemperatur ( $T_i$ ) verändert wird, wobei bei einer Abweichung der Rauchgastemperatur ( $T_i$ ) von einem oberhalb der minimal zulässigen Rauchgastemperatur für die Rauchgasreinigung liegenden Sollwert ( $T_s$ ) in Strömungsrichtung des Speisewassers (S) hintereinander angeordnete Abschnitte (20, 21, 22) der Heizfläche (5) zu- oder abgeschaltet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei Absinken der Rauchgastemperatur ( $T_i$ ) bei in Gegenrichtung zur Rauchgasströmung strömendem Speisewasser (S) zunächst der dem Austritt des Dampferzeugers (1) nächstliegende Abschnitt (20) der Heizfläche (5) abgeschaltet wird.
3. Vorrichtung zur Einstellung der Rauchgastemperatur ( $T_i$ ) am Austritt eines Dampferzeugers (1), dem rauchgasseitig eine Rauchgasreinigungsanlage (7) nachgeschaltet ist, wobei der Dampferzeuger (1) eine zur Wärmeübertragung zwischen dem Rauchgas (R) und dem Speisewasser (S) nutzbare Heizfläche (5) aufweist, wobei die Heizfläche (5) in eine Anzahl von Abschnitten (20, 21, 22) unterteilt ist, von denen jeder Abschnitt (20, 21, 22) einzeln zu- oder abschaltbar ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Messung der Rauchgastemperatur ( $T_i$ ) am Austritt des Dampferzeugers (1) ein Temperatursensor (13) vorgesehen ist, und daß ein Regler (14) vorgesehen ist, so daß die vom strömenden Speisewasser (S) genutzte

Heizfläche (5) in Abhängigkeit von der Rauchgastemperatur ( $T_i$ ) steuerbar ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Abschnitte (20, 21, 22) in Strömungsrichtung des Rauchgases (R) hintereinander angeordnet und vom Speisewasser (S) in Gegenrichtung nacheinander durchströmbar sind, wobei jeder Abschnitt (20, 21, 22) eingangsseitig mit einem Stellglied (15a, 15b, 15c) verbunden ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** jeder Abschnitt (20, 21, 22) am Eintritt einen Eintrittssammler (23, 24 bzw. 25) zum Sammeln von Speisewasser (S) aufweist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **gekennzeichnet durch** einen ausgangsseitig mit mindestens einem Stellglied (15) verbundenen Regler (14), dessen Eingangsgröße der Ist-Wert der Rauchgastemperatur ( $T_i$ ) ist.

### Claims

1. Method for controlling the flue gas temperature at the outlet of a steam generator having a heating surface (5) which can be used for heat transfer between the flue gas (R) and the supply water (S), wherein the cooled flue gas (R) is cleaned upon emerging from the steam generator, **characterised in that** the heating surface (5), which is used effectively in each case for the heat transfer, is altered as a function of the flue gas temperature ( $T_i$ ), wherein in the event of the flue gas temperature ( $T_i$ ) deviating from a desired value ( $T_s$ ) above the minimum acceptable flue gas temperature for the cleaning of the flue gas, sections (20, 21, 22) of the heating surface (5), which sections are arranged one after the other in the flow direction of the supply water (S), are switched on or off.
2. Method according to claim 1, **characterised in that** in the event of the flue gas temperature ( $T_i$ ) falling when supply water (S) is flowing in the opposite direction to the flow of flue gas, the section (20) of the heating surface (5) that is nearest to the outlet of the steam generator (1) is switched off first of all.
3. Device for adjusting the flue gas temperature ( $T_i$ ) at the outlet of a steam generator (1), subsequently connected to the flue-gas side of which is a flue gas cleaning unit (7), with the steam generator (1) having a heating surface (5) which can be used for heat transfer between the flue gas (R) and the supply water (S), with the heating surface (5) being divided

into a number of sections (20, 21, 22), each of which sections (20, 21, 22) can be switched on or off individually, **characterised in that** a temperature sensor (13) is provided to measure the flue gas temperature ( $T_i$ ) at the outlet of the steam generator (1), and **in that** a controller (14) is provided so that the heating surface (5)-, which is used by the flowing supply water (S), can be controlled as a function of the flue gas temperature ( $T_i$ ).

4. Device according to claim 3, **characterised in that** the sections (20, 21, 22) are arranged one after the other in the flow direction of the flue gas (R), and the supply water (S) can flow through said sections one after the other in the opposite direction, with each section (20, 21, 22) being connected on the input side to a final control element (15a, 15b, 15c).

5. Device according to claim 4, **characterised in that** at the inlet each section (20, 21, 22) has an inlet collector (23, 24 and 25 respectively) for collecting supply water (S).

6. Device according to claim 4 or 5, **characterised by** a controller (14), which is connected on the output side to at least one final control element (15) and the input quantity of which is the actual value of the flue gas temperature ( $T_i$ ).

## Revendications

1. Procédé destiné à la régulation de la température des gaz de fumée à la sortie d'un générateur de vapeur, qui comporte une surface de chauffe (5) pouvant être utilisée pour le transfert thermique entre les gaz de fumée (R) et l'eau d'alimentation (S), les gaz de fumée (R) refroidis étant épurés à la sortie du générateur de vapeur,

**caractérisé par le fait que** la surface de chauffe (5) utilisée activement pour le transfert thermique est modifiée en fonction de la température ( $T_i$ ) des gaz de fumée, des sections (20, 21, 22) de la surface de chauffe (5), disposées les unes derrière les autres dans le sens de la circulation de l'eau d'alimentation (S), étant à cet effet mises dans le circuit ou hors circuit si la température ( $T_i$ ) des gaz de fumée s'écarte d'une valeur de consigne ( $T_s$ ) qui est supérieure à la température minimale des gaz de fumée admissible pour l'épuration des gaz de fumée.

2. Procédé selon la revendication 1,

**caractérisé par le fait que**, lors d'un abaissement de la température ( $T_i$ ) des gaz de fumée, la section (20) de la surface de chauffe (5) la plus proche de la sortie du générateur de vapeur (1), dans le sens de la circulation de l'eau d'alimentation (S)

opposé au sens de circulation des gaz de fumée, est mise hors circuit en premier.

3. Dispositif destiné à la régulation de la température ( $T_i$ ) des gaz de fumée à la sortie d'un générateur de vapeur (1), en aval duquel est disposée du côté des gaz de fumée une installation d'épuration (7) des gaz de fumée, le générateur de vapeur (1) comportant une surface de chauffe (5) pouvant être utilisée pour le transfert thermique entre les gaz de fumée (R) et l'eau d'alimentation (S), la surface de chauffe (5) étant subdivisée en un nombre de sections (20, 21, 22), chaque section (20, 21, 22) pouvant être individuellement mise dans le circuit ou hors circuit, **caractérisé par le fait que** pour la mesure de la température ( $T_i$ ) des gaz de fumée, il est prévu un capteur de température (13) à la sortie du générateur de vapeur (1) et **par le fait qu'il** est prévu un régulateur (14) de sorte que la surface de chauffe (S) utilisée par l'eau d'alimentation (S) en circulation peut être réglée en fonction de la température ( $T_i$ ) des gaz de fumée.

4. Dispositif selon la revendication 3,

**caractérisé par le fait que** les sections (20, 21, 22) sont disposées les unes derrière les autres dans le sens de la circulation des gaz de fumée (R) et de l'eau d'alimentation (S) peut y passer successivement dans le sens opposé, chaque section (20, 21, 22) étant reliée du côté de l'entrée à un élément de régulation (15a, 15b, 15c).

5. Dispositif selon la revendication 4,

**caractérisé par le fait que** chaque section (20, 21, 22) comporte un collecteur d'entrée (23, 24 ou 25) destiné à la collecte d'eau d'alimentation (S).

6. Dispositif selon la revendication 4 ou 5,

**caractérisé par un régulateur** (14) qui, du côté de la sortie, est relié au moins à l'un des éléments de régulation (15), et dont la grandeur d'entrée est la valeur effective de la température ( $T_i$ ) des gaz de fumée.

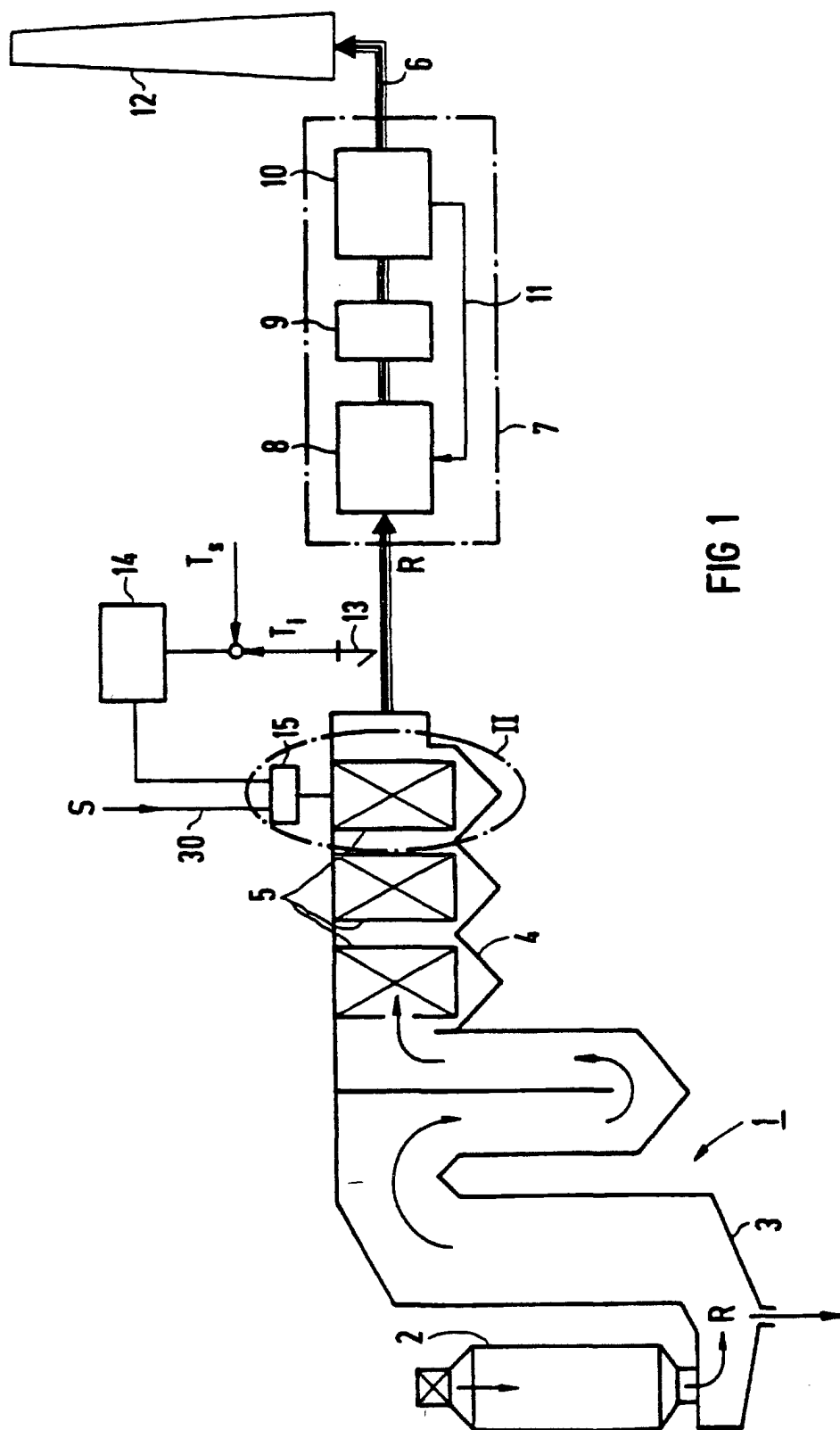


FIG 1

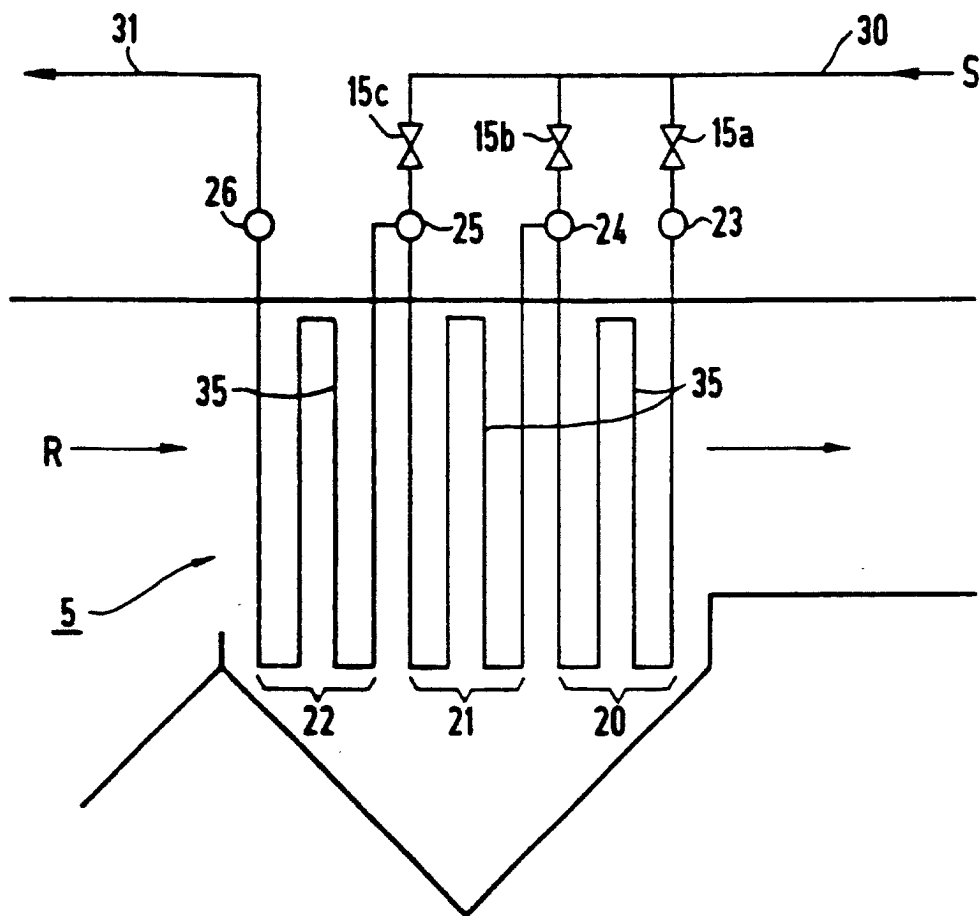


FIG 2