



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**21.08.2002 Patentblatt 2002/34**

(51) Int Cl.7: **F23K 5/12, F23K 5/10,  
C10L 1/32**

(21) Anmeldenummer: **02003515.0**

(22) Anmeldetag: **15.02.2002**

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

(72) Erfinder:  
• **Müller, Martin, Dr.**  
**25469 Halstenbek (DE)**  
• **Huber, Karlheinz**  
**22850 Norderstedt (DE)**

(30) Priorität: **19.02.2001 GR 2001100091**  
**19.02.2001 GR 2001100092**

(74) Vertreter: **Jaeschke, Rainer, Dipl.-Ing.**  
**Grüner Weg 77**  
**22851 Norderstedt (DE)**

(71) Anmelder: **ERC**  
**Emissions-Reduzierungs-Concepte GmbH**  
**D-22844 Norderstedt (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Reduzieren der sauren Schadstoffemissionen von Industrieanlagen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reduzieren der sauren Schadstoffemissionen, insbesondere der Schwefeltrioxidemission, von Industrieanlagen mit wenigstens einem Brenner zum Verbrennen von flüssigen fossilen Brennstoffen. Insbesondere betrifft die Er-

findung die Rauchgasneutralisation bei der Schwerölverbrennung. Gemäß der Erfindung wird vorgeschlagen, daß vor der Verbrennung eine Emulsion des Brennstoffs mit einer Lösung eines magnesiumhaltigen Wirkstoffs oder einer Magnesiumverbindung gebildet und dem Brenner zugeführt wird.

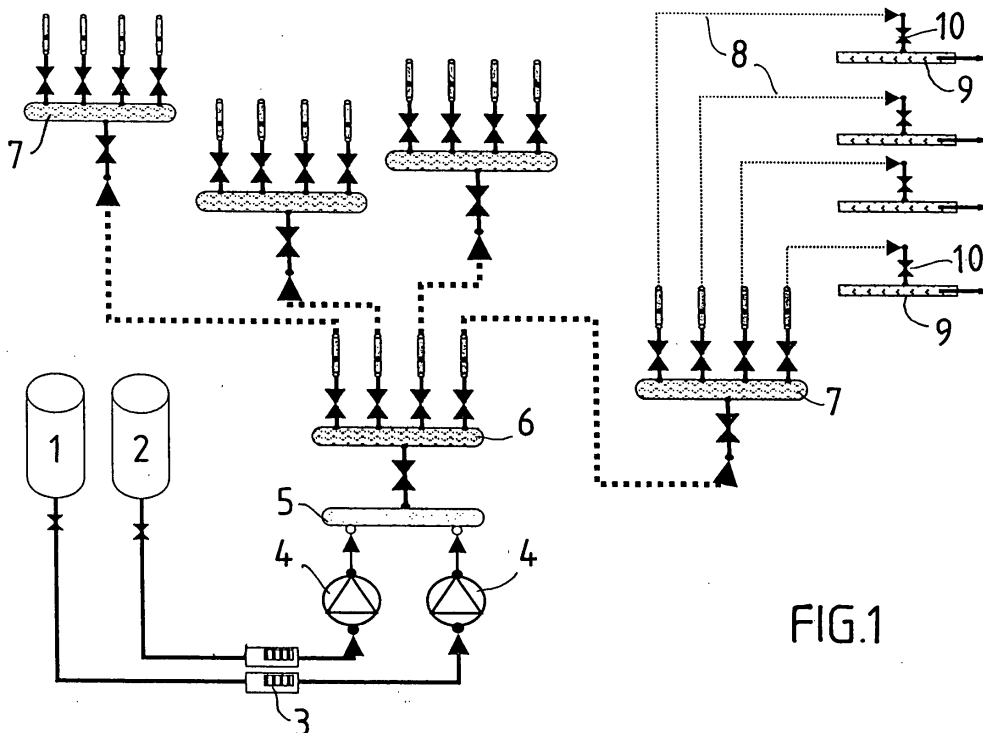


FIG.1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reduzieren der sauren Schadstoffemissionen, insbesondere der Schwefeltrioxidemission, von Industrieanlagen mit wenigstens einem Brenner zum Verbrennen von flüssigen fossilen Brennstoffen. Insbesondere betrifft die Erfindung die Rauchgasneutralisation bei der Schwerölverbrennung.

**[0002]** Die Rauchgasneutralisation bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen wird seit langem durchgeführt, um den Gehalt an  $\text{SO}_3$  im Rauchgas zu reduzieren. Eine Minimierung des  $\text{SO}_3$ -Gehalts verringert die Verschmutzungsneigung und die Korrosion im Hoch- und Tieftemperaturbereich des Kessels erheblich. Zudem werden Rußflockenemissionen vermieden, und die freibleibenden und sauberen Oberflächen des Kessels ermöglichen ein effektiveren Wärmeübergang.

**[0003]** Es ist bekannt, ein neutralisierendes Additiv in Form von Magnesiumoxidpulver dem Brennstoff zuzufügen. Dabei hängt die Reaktivität des Magnesiumoxids im wesentlichen von der Korngröße des zugeführten Pulvers ab. Der  $\text{SO}_3$ -Reduktion sind bei diesem Verfahren jedoch Grenzen gesetzt. Diese liegen bei einem Wert von etwas 30%.

**[0004]** Aus der EP 0 426 978 A1 ist es bekannt, magnesiumhaltige Wirkstoffe in Form einer mit dem flüssigen Brennstoff mischbaren Lösung diesem zuzugeben. Auch ist es bekannt, dem Brennstoff metallische Seifen zuzuführen. Durch diese Maßnahmen läßt sich die  $\text{SO}_3$ -Reduktion deutlich erhöhen und liegt bei etwa 60%.

**[0005]** Es ist weiterhin grundsätzlich bekannt, die Reduzierung der Schadstoffemission nicht nur durch Additive, die dem flüssigen Brennstoff zugegeben werden, sondern auch durch solche Additive zu bewirken, die dem Rauchgas zugeführt werden. In der bereits erwähnten EP 0 426 978 A1 wird ein Verfahren offenbart, bei welchem ein harnstoffhaltiges und ammoniakfreigebendes Reduktionsmittel den Rauchgasen zur Reduzierung des Stickoxidgehalts zugeführt wird. Aus der DE 44 17 874 C2 ist bekannt, eine wässrige Lösung einer Magnesiumverbindung gemeinsam mit einem  $\text{NO}_x$ -Reduktionsmittel in den Feuerungsraum einzudüsen. Hierdurch soll die Bildung von Ammoniumhydrogensulfaten verhindert werden.

**[0006]** Die Verwendung von öllöslichen Additiven hat zum einen den Nachteil, daß es sich hierbei zumeist um brennbare Flüssigkeiten handelt. Zum anderen besteht ein Nachteil darin, daß diese Additive teilweise giftige Substanzen darstellen. Insbesondere besteht jedoch ein Nachteil darin, daß nicht die gesamte eingebrachte magnesiumhaltige Verbindung zur Reaktion gebracht werden kann, da ein Teil des Magnesiums mit der Brennstoffasche zu Mischoxiden reagiert.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs geschilderten Art so auszubilden, daß zum einen die Handhabung der eingesetzten Additive erleichtert werden kann.

Zum anderen soll eine verbesserte Reaktion mit Blick auf die Ausnutzung des eingebrachten Wirkstoffs erreicht werden.

**[0008]** Die Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß vor der Verbrennung eine Emulsion des Brennstoffs mit einer Lösung eines magnesiumhaltigen Wirkstoffs oder einer Magnesiumverbindung gebildet und dem Brenner zugeführt wird. Diese Emulsion mit dem Brennstoff kann beispielsweise mit einer wässrigen Lösung eines wasserlöslichen magnesiumhaltigen Wirkstoffes oder einer Magnesiumverbindung gebildet werden. Durch diese Maßnahme liegt der Wirkstoff, nämlich die Magnesiumverbindung, in einer eigenen flüssigen Phase fein verteilt vor. Die Emulsion wird in der Brennstoffdüse fein zerstäubt mit der Folge, daß nahezu die gesamte eingebrachte magnesiumhaltige Verbindung zur Reaktion gebracht werden kann. Eine Reaktion mit der Brennstoffasche unterbleibt.

**[0009]** Ein weiterer Vorteil bei der Verwendung einer solchen Lösung und insbesondere einer wässrigen Lösung eines wasserlöslichen magnesiumhaltigen Wirkstoffs ist darin zu sehen, daß diese nicht brennbar sind. Es besteht daher die Möglichkeit, die Lösung, die dem Brennstoff zugeführt wird, über relativ große Strecken innerhalb der Industrieanlage zu fördern. Auch sind diese Lösungen zumeist nicht toxisch, so daß bei einem eventuell auftretenden Leck Umweltprobleme nicht zu befürchten sind.

**[0010]** Es ist zweckmäßig, wenn die Lösung dem Brennstoff mit Überdruck zugeführt wird. Dadurch wird die Bildung der Emulsion im Brennstoff unterstützt.

**[0011]** Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß diese Lösung eines magnesiumhaltigen Wirkstoffs oder einer Magnesiumverbindung den Verbrennungsgasen in Form eines Aerosols zugeführt wird. Die Lösung kann auch hier eine wässrige Lösung einer wasserlöslichen Magnesiumverbindung sein. Das Aerosol wird vorzugsweise mit Druckluft erzeugt, die der einzubringenden Lösung vor der Verdüsung zugeführt wird.

**[0012]** Auch bei einem Aerosol liegt der magnesiumhaltige Wirkstoff oder die Magnesiumverbindung in einer eigenen flüssigen Phase vor. Auch hier wird eine feine Verteilung der flüssigen Phase bewirkt, so daß nahezu die gesamte eingebrachte magnesiumhaltige Verbindung beispielsweise zu  $\text{MgSO}_4$  reagieren kann.

**[0013]** Es ist hierbei günstig, wenn das Aerosol an mehreren Stellen entlang dem Umfang des Verbrennungsrohrs, des Rauchgasrohrs oder des Kesselzuges unter Bildung eines über den Querschnitt zumindest näherungsweise vollständigen Schirms des Aerosols den Verbrennungsgasen zugeführt wird. Dies hat den Vorteil, daß der gesamte Rauchgasquerschnitt von dem Wirkstoff erreicht wird. Der Schlupf von nicht neutralisierten Rauchgasen kann somit verhindert oder zumindest deutlich verringert werden.

**[0014]** Der magnesiumhaltige Wirkstoff beziehungsweise die Magnesiumverbindung kann ein Salz einer or-

ganischen oder einer anorganischen Säure sein oder diese enthalten. Auch kann vorgesehen werden, daß der magnesiumhaltige Wirkstoff oder die Magnesiumverbindung Magnesiumnitrat oder/und Magnesiumacetat enthält.

**[0015]** Aufgrund der bevorzugten Verwendung einer wässrigen Lösung einer wasserlöslichen Magnesiumverbindung kann dieses zudosierte Additiv ohne weiteres über größere Strecken innerhalb der Industrieanlagen transportiert werden. Hier wird der Vorteil der Erfindung besonders deutlich. Es kann vorgesehen werden, daß bei Industrieanlagen, die eine Vielzahl von Brennern zum Verbrennen von flüssigen fossilen Brennstoffen aufweisen, jedem Brenner eine Dosiereinrichtung und eine Zuführeinrichtung zugeordnet ist, die in die Brennstoffleitung mündet und aus einem zentralen Vorgabebehälter den flüssigen Brennstoff diese Lösung einer Magnesiumverbindung unter Bildung einer Emulsion mit dem Brennstoff zuführt. Die Verwendung eines zentralen Vorgabebehälters hat den Vorteil, daß die Handhabung und der Gebrauch sowie das Nachfüllen der Lösung durch das Bedienungspersonal wesentlich erleichtert werden kann. Es muß lediglich darauf geachtet werden, daß der zentrale Vorgabebehälter stets ausreichend mit der betreffenden Lösung gefüllt ist.

**[0016]** Es ist zweckmäßig, wenn die Zuführeinrichtung in Strömungsrichtung des Brennstoffs hinter der Brennstoffrückführung eines jeden Brenners in die Brennstoffleitung mündet. Dies hat den Vorteil, daß eine unerwünschte Aufkonzentrierung der Lösung im Brennstoff vermieden wird.

**[0017]** Weiterhin kann vorgesehen werden, daß die Zuführeinrichtung in Strömungsrichtung des Brennstoffs kurz vor der Brennerdüse in die Brennstoffleitung mündet. Hierdurch kann vermieden werden, daß sich die in Emulsion vorliegenden flüssige Phase des Wirkstoffs wieder zu größeren flüssigen Tropfen verbindet. Grundsätzlich kann die zugegebene Lösung auch Emulgatoren enthalten. Die feine Verteilung bei der Zerstäubung der Emulsion in der Brenndüse sowie ein sauberes Flammbild bleiben somit erhalten.

**[0018]** Es ist zweckmäßig, wenn die Lösung unter Druck den einzelnen Brennern zugeführt wird, wobei die Dosiereinrichtungen jeweils ein Stellventil umfassen.

**[0019]** Auch hierdurch wird die Handhabung wesentlich erleichtert, da lediglich eine Pumpe vorhanden zu sein braucht, die den erforderlichen Zuführdruck erzeugt. Stellventile können in einfacher Weise geregelt und kontrolliert werden, so daß jedem Brenner entsprechend seinem individuellen Verbrauch die erforderliche Menge der Lösung zugeführt werden kann.

**[0020]** Die Erfindung wird im folgenden anhand der schematischen Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 das Schema einer zentralen Additivzuführung bei einer Industrieanlage mit mehreren Brennern.

Fig. 2 das Schema einer Additivzuführung bei einer Industrieanlage mit mehreren Verbrennungsrohren, in die das Additiv zugeführt wird, und

5 Fig. 3 einen Querschnitt eines Verbrennungsrohrs mit einer Vielzahl von Düsen zur Einbringung des Aerosols.

**[0021]** In Fig. 1 ist ein System zur brennstoffseitigen Zuführung eines Additivs zur Verringerung der sauren Schadstoffemission von Industrieanlagen gezeigt. Es ist ein erster Vorratsbehälter 1 mit einem Konzentrat des magnesiumhaltigen Wirkstoffs oder der Magnesiumverbindung vorhanden. Dieser magnesiumhaltige Wirkstoff kann beispielsweise eine 20 bis 60%-ige Magnesiumacetat- oder Magnesiumnitratlösung sein. Eine Verdünnung mit Wasser von 1:2 bis 1:50 und insbesondere von 1:5 bis 1:15 wird als zweckmäßig erachtet. Es ist ein zweiter Vorratsbehälter 2 vorgesehen, in dem das Trägerwasser zur Bildung einer wässrigen Lösung in der gewünschten Endkonzentration der zuzuführenden Lösung enthalten ist.

**[0022]** Grundsätzlich kann dieser zweite Vorratsbehälter 2 durch eine zentrale Wasserversorgung ersetzt werden.

**[0023]** Die gewünschte Menge des Konzentrats aus dem Vorratsbehälter 1 und die gewünschte Menge des Trägerwassers aus dem Vorratsbehälter 2 werden über Meßeinrichtungen 3 und Pumpen 4 einem Vorgabebehälter 5 zugeführt. In diesem Vorgabebehälter 5 ist demnach die Lösung in der gewünschten Konzentration vorhanden, die den Brennern zugeführt wird. Der Vorgabebehälter 5 steht in Verbindung mit einer Hauptverteilung 6, die ihrerseits mit einer Vielzahl von Unterverteilungen 7 verbunden ist. Jede Unterverteilung 7 ist mit einer oder mehreren Zuführeinrichtungen 8 verbunden, die in die Brennstoffleitung 9 eines nicht dargestellten Brenners münden. Im einzelnen ist die Anordnung so getroffen, daß die Zuführeinrichtung 8 in Strömungsrichtung des Brennstoffes vor der Brennstoffdüse und hinter der Brennstoffrückführung in die Brennstoffleitung 9 mündet. Die Zuführeinrichtung 8 umfaßt ferner ein Stellventil 10, durch das die gewünschte Menge der wässrigen Lösung dem Brennstoff unter Bildung einer Emulsion zugeführt wird.

**[0024]** Da aufgrund der Verwendung einer wässrigen Lösung eines wasserlöslichen magnesiumhaltigen Wirkstoffs oder einer wasserlöslichen Magnesiumverbindung der Transport innerhalb der Industrieanlage über längere Strecken ohne Probleme möglich ist, ist die Dosierung der jeweiligen Menge in der gewünschten Konzentration durch eine einfache Ventilsteuerung vor jedem Brenner möglich. Es ist insbesondere nicht erforderlich, für jeden Brenner eine eigene Additivzubereitungseinrichtung mit separater Pumpe und separater Dosiereinrichtung vorzusehen. Vielmehr kann die dem Brennstoff zugeführte Lösung zentral erzeugt und gemischt werden und anschließend über eine entspre-

chende Verteileinrichtung 6, 7 und einer entsprechende Zuführeinrichtungen mit Dosiereinrichtungen 8, 10 dem Brennstoff zugeführt werden. Hierdurch wird die Kontrolle des zugeführten Additivs und der Betrieb der gesamten Industrieanlage unter Einsatz eines neutralisierenden Additivs wesentlich vereinfacht.

**[0025]** In Fig. 2 ist die rauchgasseitige Additivversorgung einer Industrieanlage mit einer Vielzahl von zu versorgenden Verbrennungseinrichtungen gezeigt. Vom prinzipiellen Aufbau entspricht diese Additivzuführung der brennstoffseitigen Additivzuführung, und es sind gleiche oder gleichwirkende Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0026]** Aus dem Vorgabebehälter 5 gelangt das fertig gemischte Additiv in eine Hauptverteilung 6, die mit einer Vielzahl von Unterverteilungen 7 in Verbindung steht. Eine Unterverteilung 7 ist mit einer Vielzahl von Düsen 11 verbunden, durch welche das Additiv in die Verbrennungsgase gelangt. Die Düsen können im Verbrennungsrohr und/oder im Rauchgaskanal und/oder im Kesselzug der Verbrennungseinrichtung vorhanden sein. Es kann beispielsweise vorgesehen werden, daß jeder Unterverteilung 7 die Anzahl von Düsen 11 zugeordnet ist, die in einem Verbrennungsrohr angeordnet sind. Es ist aber auch möglich, daß eine Unterverteilung 7 Düsen in mehreren Verbrennungsrohren mit dem Additiv versorgt.

**[0027]** Das Additiv wird den Verbrennungsgasen im Verbrennungsrohr in Form eines Aerosols zugeführt. Dazu sind die Düsen 11 mit einer Druckluftzuführung 12 versehen, um das Aerosol zu erzeugen. Die Druckluft kann dem Additiv mit einem Druck von 3,0 bis 10,0 und insbesondere 5,0 bis 7,0 Bar zugeführt werden. Dadurch wird erreicht, daß das Aerosol weit in das Verbrennungsrohr hinein eingedüst werden kann.

**[0028]** In Fig. 3 ist eine mögliche Anordnung der Düsen zur Zuführung des Aerosols im Verbrennungsrohr gezeigt. Die Düsen 11 sind im wesentlichen gleichförmig entlang dem Umfang verteilt und auf die Mitte des Verbrennungsrohrs gerichtet. Grundsätzlich ist auch jede andere Ausrichtung der Düsen zweckmäßig, so lange eine im wesentlichen vollständige Abschirmung des Querschnitts mit dem Aerosol erreicht wird. Insgesamt läßt sich somit eine effektive Neutralisierung der Verbrennungsgase bewirken.

**[0029]** Die Fig. 1 zeigt die brennstoffseitige Zuführung eines Additivs. Die Fig. 2 und 3 zeigen die rauchgasseitige Zuführung eines Additivs. Beide Additive weisen den gleichen Wirkstoff, nämlich eine magnesiumhaltige Verbindung auf, die vorzugsweise als wässrige Lösung dem Brennstoff beziehungsweise den Verbrennungsgasen zugeführt wird. In Bezug auf die Brennstoffmenge kann eine Zugabe von beispielsweise 5 - 500 mg MgO auf 1 kg Brennstoff erfolgen. Die zugeführte Menge bei beiden Verfahren wird sich nach den spezifischen Eigenschaften des Brennstoffs und des Schwefeltrioxidgehalts im Abgas bemessen. Auch wird durch die Bildung einer Emulsion einerseits und eines Aerosols an-

dererseits erreicht, daß der Wirkstoff in einer eigenen flüssigen Phase vorliegt, was sich günstig auf die Reaktivität des Wirkstoffs und dessen vollständige Umsetzung auswirkt.

**[0030]** Es ist selbstverständlich auch möglich, beide Verfahren kombiniert anzuwenden. Hierzu kann beispielsweise vorgesehen werden, daß hinter der Hauptverteilung 6 eine Unterverteilung 7 zur Versorgung von Aerosol-Düsen 11 vorgesehen ist, während eine andere Unterverteilung 7 die Zuführeinrichtungen für die brennstoffseitigen Dosierungen 10 versorgt. Auch wenn die jeweiligen Zuführeinrichtungen beziehungsweise Düsen mit einem unterschiedlichen Druck arbeiten, kann dieser durch eine entsprechende Anzahl und eine entsprechende Anordnung von Drosselventilen oder aber auch durch zusätzliche Pumpen erzeugt werden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Reduzieren der sauren Schadstoffemissionen, insbesondere der Schwefeltrioxid-Emission, von Industrieanlagen mit wenigstens einem Brenner zum Verbrennen von flüssigen fossilen Brennstoffen, **dadurch gekennzeichnet, daß** vor der Verbrennung eine Emulsion des Brennstoffs mit einer Lösung eines magnesiumhaltigen Wirkstoffs oder einer Magnesiumverbindung gebildet und dem Brenner zugeführt wird.
2. Verfahren zum Reduzieren der sauren Schadstoffemissionen, insbesondere der Schwefeltrioxid-Emission, von Industrieanlagen mit wenigstens einem Brenner zum Verbrennen von flüssigen fossilen Brennstoffen, **dadurch gekennzeichnet, daß** dem Brennstoff vor der Verbrennung eine wässrige Lösung eines wasserlöslichen magnesiumhaltigen Wirkstoffs oder einer Magnesiumverbindung zugeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Lösung dem Brennstoff mit Überdruck zugeführt wird.
4. Verfahren zum Reduzieren der sauren Schadstoffemissionen, insbesondere der Schwefeltrioxid-Emission, von Industrieanlagen mit wenigstens einem Brenner zum Verbrennen von flüssigen fossilen Brennstoffen, **dadurch gekennzeichnet, daß** den Verbrennungsgasen ein Aerosol einer wässrigen Lösung einer wasserlöslichen Magnesiumverbindung zugeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Aerosol an mehreren Stellen entlang dem Umfang des Verbrennungsrohrs unter Bildung eines über den Querschnitt zumindest näherungsweise vollständigen Schirms des Aero-

sols den Verbrennungsgasen zugeführt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der magnesiumhaltige Wirkstoff beziehungsweise die Magnesiumverbindung ein Salz einer organischen oder einer anorganischen Säure ist oder diese enthält. 5
  
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** der magnesiumhaltige Wirkstoff oder die Magnesiumverbindung Magnesiumnitrat und/oder Magnesiumacetat enthält. 10
  
8. Vorrichtung zum Reduzieren der sauren Schadstoffemissionen, insbesondere der Schwefeltrioxid-Emission, von Industrieanlagen, mit einem oder einer Vielzahl von Brennern zum Verbrennen von flüssigen fossilen Brennstoffen, **dadurch gekennzeichnet, daß** wenigstens einem und vorzugsweise jedem Brenner eine Dosiereinrichtung (10) und eine Zuführeinrichtung (8) zugeordnet ist, die in die Brennstoffleitung (9) mündet und aus einem zentralen Vorgabebehälter (5) dem flüssigen Brennstoff eine Lösung einer Magnesiumverbindung unter Bildung einer Emulsion mit dem Brennstoff zuführt. 15  
20  
25
  
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zuführeinrichtung in Strömungsrichtung des Brennstoffs hinter der Brennstoffrückführung eines jeden Brenners in die Brennstoffleitung mündet. 30
  
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zuführeinrichtung in Strömungsrichtung des Brennstoffs kurz vor der Brennerdüse in die Brennstoffleitung mündet. 35
  
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Lösung unter Druck den einzelnen Brennern zugeführt wird, und daß die Dosiereinrichtungen jeweils ein Stellventil (10) umfassen. 40
  
12. Vorrichtung zum Reduzieren der sauren Schadstoffemissionen, insbesondere der Schwefeltrioxid-Emission, von Industrieanlagen, mit einem oder einer Vielzahl von Brennern zum Verbrennen von flüssigen fossilen Brennstoffen, **dadurch gekennzeichnet, daß** in wenigstens einem und vorzugsweise in jedem Verbrennungsrohr und/oder Rauchgaskanal und/oder Kesselzug wenigstens eine Düse (11) mit Druckluftzuführung (12) angeordnet ist, welche Düsen aus einem zentralen Vorgabebehälter (5) mit einer Lösung einer Magnesiumverbindung versorgt werden und diese mit der Druckluft unter Bildung eines Aerosols in die Verbrennungsgase eindüsen. 45  
50  
55

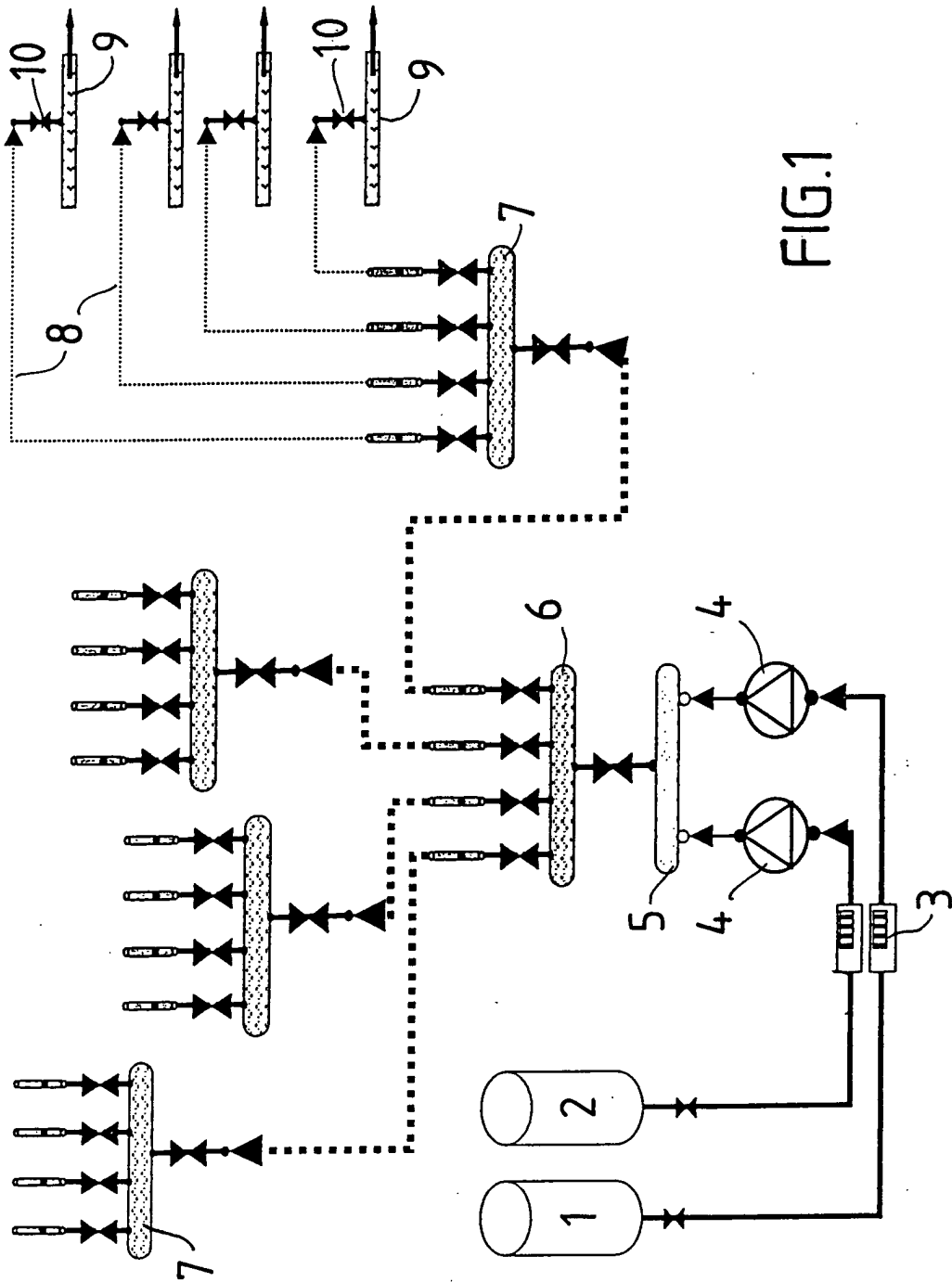


FIG.1

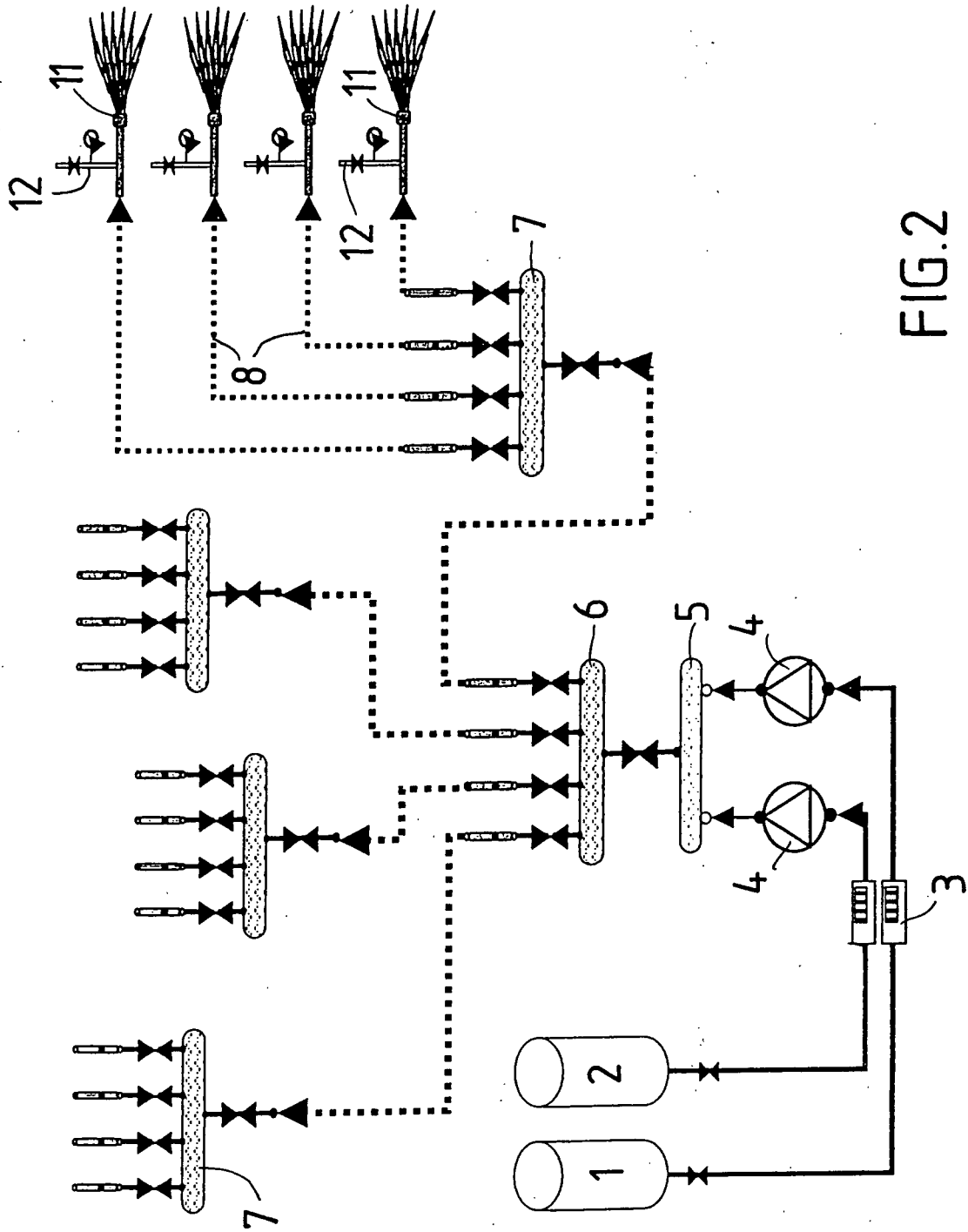


FIG.2

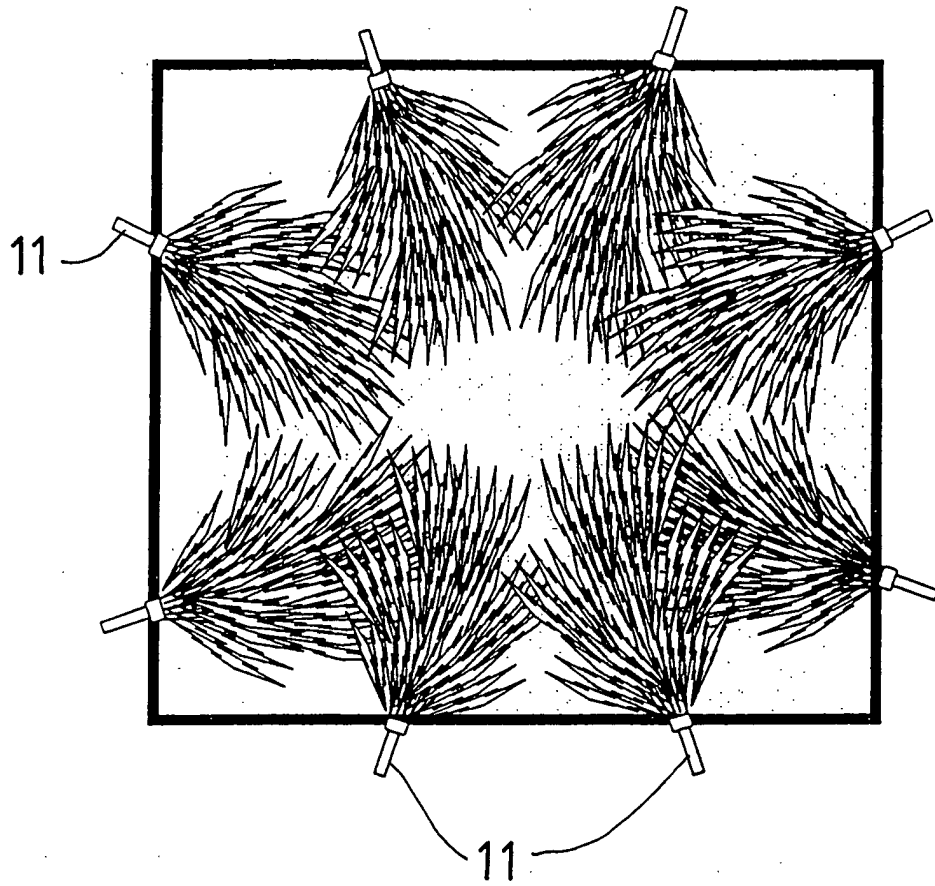


FIG.3