



CH 683 123 A5



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 683 123 A5

⑤① Int. Cl.⁵: F 23 D 11/24

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑫① Gesuchsnummer: 3711/90

⑦③ Inhaber:
ASEA Brown Boveri AG, Baden

⑫② Anmeldungsdatum: 23.11.1990

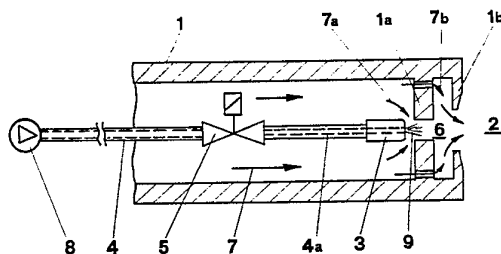
⑫④ Patent erteilt: 14.01.1994

⑫⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 14.01.1994

⑦② Erfinder:
Knöpfel, Peter, Besenbüren
Pelet, Claude, Windisch
Peter, Hans, Urdorf

⑤④ **Zerstäubungsvorrichtung.**

⑤⑦ Bei einer Zerstäubungsvorrichtung eines flüssigen Brennstoffes in einer Feuerungsanlage, welche im wesentlichen aus einer Brennstoffdüse (3), einer der Brennstoffdüse (3) angeschlossenen Brennstoffleitung (4), einer im Bereich der Brennstoffdüse (3) platzierten Blendenkonfiguration (1a, 1b) besteht, trägt die Brennstoffleitung (4) stromauf der Brennstoffdüse (3) ein Ventil (5). Der Abstand zwischen Ventil (5) und Brennstoffdüse (3) ist zu minimieren, daselbst gilt auch für den brennstoffführenden Durchmesser (4a) entlang dieser Strecke. Der minimierte Durchmesser (4a) weist eine grösstmögliche Oberflächenspannung auf, welche verhindert, dass bei Stillstand der Anlage Brennstoff aus der Leitung auströpfen kann. Die minimierte Länge der freien Brennstoffsäule zwischen Brennstoffdüse (3) und Ventil (5) sorgt dafür, dass wegen der kalorischen Belastung, die auf der Brennstoffleitung wirkt, durch Ausdehnung eine minimierte Brennstoffmenge entweichen kann.



CH 683 123 A5

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Zerstäubungsvorrichtung gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1. Sie betrifft auch ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Vorrichtung.

Stand der Technik

Nach Abstellen jeder mit einem flüssigen Brennstoff betriebenen Feuerungsanlage verbleibt in der Brennstoffleitung zwischen Ventil und Zerstäuber eine Brennstoffsäule, beispielsweise eine Ölsäule, die sich bei liegender oder hängender Leitung und zu grossem Durchmesser der Leitung durch die einwirkende Gravitation «verselbständigen» kann. Ebenso kann sich der Brennstoff während der Betriebspause durch Wärme-Einwirkung aus der heissen Umgebung oder durch sonstige Einflüsse ausdehnen. Diese Labilität der Brennstoffsäule, die um so grösser ausfällt, je grösser der Leitungsquerschnitt ist, führt dazu, dass der flüssige Brennstoff aus der Brennstoffdüse tropft. Je nach Länge und Dicke der brennstoffführenden Leitung und Zeitdauer der Betriebspause kann sich durch die beschriebene Gravitation bzw. Expansion der Brennstoffsäule eine ansehnliche Menge an Flüssigbrennstoff ansammeln, teilweise verdampfen und über die natürliche Konvektion in die Umgebung gelangen. Bei einem Wiederstart der Feuerungsanlage verbrennt der so ausgetretene Brennstoff nicht vollständig. Dies führt unweigerlich dazu, dass sich die Verbrennung während der Startphase bezüglich UHC- und anderer Schadstoff-Emissionen als äusserst unkontrollierbar verhält, wobei es erfahrungsgemäss relativ lange dauert, bis sich ein dergestalt instabiles System stabilisiert hat.

Darstellung der Erfindung

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Zerstäubungsvorrichtung der eingangs genannten Art ein Nachtropfen eines flüssigen Brennstoffes aus einer Brennstoffdüse gegen Null streben zu lassen, gleichzeitig bei jedem Wiederstart der Anlage verzögerungsfrei Brennstoff in genügender Menge zur Verfügung zu haben.

Der wesentliche Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass nach einem Abstellen der Anlage eine dem Volumen nach minimierte durch Kapillarkräfte gehaltene Brennstoffsäule vorliegt, die über einen beliebig langen Betriebsunterbruch stabil bleibt, d.h., zu keinem Nachtropfen mit entleerender Wirkung für die Brennstoffsäule neigt. Diese Ausgangslage gewährleistet, dass bei jedem Wiederstart der Anlage verzögerungsfrei jene erste notwendige Menge Brennstoff zur Verfügung steht. Eine zeitliche Diskrepanz zwischen Bereitstellung des Verbrennungsluftstromes und Beimischung eines flüssigen Brennstoffes in der Vormischstrecke oder in der Flammenzone liegt hier nicht vor, weshalb mit

keinerlei Startverzögerung zu rechnen ist, was sich wiederum auf die Güte der Flamme niederschlägt, was wiederum ein Positivum gegen die Schadstoff-Emissionen ist. Dies alles wird erreicht, indem eine erste Vorkehrung dahin zielt, ein Magnetventil in Abströmungsrichtung der Brennstoffleitung möglichst nahe der Brennstoffdüse zu platzieren. Eine zweite Vorkehrung zielt dahin, die Brennstoffsäule zwischen Magnetventil und Brennstoff-Düsenaustritt gegen äussere Einflüsse und gegen eine innere Dynamik des flüssigen Brennstoffes selbst abzuschotten, ohne dabei irgendwelche Zündungsbehinderungen bei einem Wiederstart einzuhandeln. Die Stabilisierung der Brennstoffsäule geht von der Überlegung aus, dass bei genügend kleinen Rohrdurchmessern die Trennfront zwischen Luft und flüssigem Brennstoff, beispielsweise Öl, durch die Oberflächenspannung bzw. Kapillarkräfte stabilisiert wird. In einem solchen Fall kann sich kein Wandfilm bilden. Das Kriterium für die Wirksamkeit der Oberflächenspannung wird anhand der sogenannten Eötvös-Zahl errechnet. Die errechnete Zahl entspricht dem maximal zulässigen Kapillardurchmesser, in welchem die Brennstoffsäule durch die dort vorherrschende Oberflächenspannung stabilisiert wird.

Vorteilhafte und zweckmässige Weiterbildungen der erfindungsgemässen Aufgabenlösung sind in den weiteren Ansprüchen gekennzeichnet.

Im folgenden wird anhand der Zeichnung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt und näher erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind fortgelassen. Die Strömungsrichtung der Medien ist mit Pfeilen angegebenen.

Die einzige Figur zeigt ein Zerstäubungssystem mit einer Brennstoffdüse und mit einer Blendenkonfiguration.

Wege zur Ausführung der Erfindung und gewerbliche Verwertbarkeit

Die Figur zeigt ein Zerstäubungssystem 1 mit einer Brennstoffdüse 3, bei welcher es sich sowohl um eine Simplex- als auch um eine Rücklaufdüse handeln kann. Die Brennstoffdüse 3 ist in Abströmungsrichtung von einer ersten Blende 1a und einer zweiten Blende 1b ergänzt ist. Die Zerstäubung eines flüssigen Brennstoffes 9, vorzugsweise Öl, gemäss vorliegender Konfiguration, erfolgt dabei in zwei Stufen: Erstens durch Druckzerstäubung, zweitens durch eine luftunterstützte Zerstäubung und eine Umlenkung des Sprühkegels. Dessen ungeachtet ist es ohne weiteres möglich, auf eine Blende, entweder auf die erste 1a oder auf die zweite 1b, zu verzichten, oder überhaupt ohne Blenden zu fahren. Dies hängt im wesentlichen davon ab, wie die betrieblichen Verhältnisse der ganzen Blendenkonfiguration 1a, 1b gelagert sind, wo der Einsatz einer solchen Zerstäubung bezüglich Art des Brennraumes, d.h., ob es sich um eine atmosphärische Brennkammer, oder um eine Gleichdruck- resp. Hochdruck-Brennkammer einer Gasturbine, oder um eine Brennkammer mit isocorer Verbrennung handelt, vorgesehen ist. Danebst spielt selbstver-

ständig auch die Struktur und die Verbrennungsart (Diffusions-, Vormischverbrennung etc.) des jeweiligen Brenners, in welchen ebendiese Blendenkonfiguration 1a, 1b integriert sein kann, eine Rolle. Die in der Figur ersichtliche für Öl ausgelegte Brennstoffdüse 3 wirkt stromauf der beiden Blenden 1a, 1b, wobei es sich hier um eine Brennstoffdüse 3 handelt, welche mit Brennstoff-Drücken ab 3,5 bar arbeitet, demnach es sich um eine Zerstäubungsdüse handelt. Dies ist nicht notwendigerweise die einzige mögliche Konstellation der beiden Blenden 1a, 1b gegenüber der Brennstoffdüse 3, sondern die letztgenannte kann ohne weiteres auf gleicher Höhe mit der ersten 1a oder mit der zweiten Blende 1b liegen. Dies hängt im wesentlichen damit zusammen, wie die Zuführung von Verbrennungsluft 7 konzipiert ist. Es sind daher auch Konfigurationen möglich, wo die Brennstoffdüse 3 stromab der letzten Blende wirkt. Was die Verbrennungsluft 7 anbelangt, kann diese aus reiner Frischluft bestehen; sie kann aber auch aus einem Gemisch von Frischluft und rückgeführtem Abgas bestehen, wobei darin ohne weiteres Anteile aus einem gasförmigen Brennstoff zugemischt werden können. Diese Verbrennungsluft 7 wird für die Beimischung zum Brennstoff 9 aus der Brennstoffdüse 3 in zwei Teilströme aufgeteilt. Ein erster Teilstrom 7a erfasst den Brennstoff 9 im Bereich der Brennstoffdüse 3, ein zweiter Teilstrom 7b durchströmt in geeigneter Weise die erste Blende 1a und wird in eine stromab der Brennstoffdüse 3 vorhandene Vormischstrecke 6 zugeleitet, wo die endgültige Gemischbildung stattfindet. Die Verbrennungsluft 7 kann ohne weiteres vom einem Gebläse einer atmosphärischen Feuerungsanlage für Heizkessel stammen, dessen Druck in der Regel zwischen ca. 10 und 100 mbar beträgt. Somit ist zugleich gesagt worden, dass die hier gezeigte Brennstoffdüse 3 auf Druckzerstäubung arbeitet und vorzüglich in Anlagen eingesetzt wird, wo ein Flüssigbrennstoff 9 zum Einsatz kommt. Dies ist aber keine unabdingbare Vorgabe, denn eine solche Düse 3 samt Blendenkonfiguration 1a, 1b kann auch Bestandteil eines mit flüssigem und/oder gasförmigem Brennstoff betriebenen Brenners einer Gasturbogruppe sein. Das hier gezeigte Zerstäubungssystem 1 kann des weiteren als Brennstofflanze eingesetzt werden, beispielsweise in einem Brenner, wie er in EP-A1 0 312 809 beschrieben ist. Diese hier angezogene Europäische Patentanmeldung bildet sonach, soweit Erweiterungen des hiesigen Erfindungsgegenstandes in Betracht gezogen werden, integrierenden Bestandteil vorliegender Patentanmeldung. Zur Klarstellung, inwieweit eine solche Integrierung reicht, sei gesagt, dass die in Fig. 1 von EP-A1 0 312 809 gezeigte Düse mit Pos. 3 durch das hier gezeigte und beschriebene Zerstäubungssystem 1 zu ersetzen wäre. Die Brennstoffdüse 3 ist durch eine Brennstoffleitung 4 mit einer Pumpe 8 verbunden, wobei diese Pumpe 8 vorzugsweise ausserhalb des Brennersystems platziert wird. Zwischen Pumpe 8 und Brennstoffdüse 3 weist die Brennstoffleitung 4 ein Magnetventil 5 auf, dessen Abstand zur Brennstoffdüse 3 einen minimierten Betrag aufweist. Die Fixierung dieses Abstandes ist betragsmässig ein

Optimum zwischen einer möglichst kurzen ruhenden Brennstoffsäule, die nach jedem Abstellen des Brenners stehen bleibt, und jener minimalen Brennstoffmenge, die zwischen zwei Starts durch thermische Ausdehnung austreten darf, damit keine unzulässigen UHC-Emissionen entstehen können. Die Stabilisierung der ruhenden Brennstoffsäule zwischen Magnetventil 5 und Brennstoffdüse 3 wird erreicht, indem der brennstoffführende Durchmesser 4a so gewählt wird, dass die Trennfront zwischen Luft und flüssigem Brennstoff durch Oberflächenspannung bzw. Kapillarkräfte gehalten wird. Das Kriterium für die Wirksamkeit der Oberflächenspannung zur Trennung von Luft- und Flüssigbrennstoffsäulen wird anhand der nach Eötvös benannten Kennzahl wie folgt errechnet:

$$E_o = \frac{\rho \cdot L \cdot g \cdot D^2}{\sigma}$$

wobei σ die Oberflächenspannung bezeichnet (σ beträgt im vorliegenden Fall $\approx 0,028 \text{ kg/s}^2$). Setzt man den angegebenen Wert für $\sigma = 0,028 \text{ kg/s}^2$, für $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, für $\rho_{\text{öl}} = 820 \text{ kg/m}^3$ in diese Bedingung ein, so lässt sich der für einen Brennstoff kritische Durchmesser 4a berechnen. E_o beträgt für Öl 3,4.

Die errechnete Zahl entspricht somit dem maximal zulässigen Kapillardurchmesser 4a, in welchem eine dort ruhende Brennstoffsäule durch die vorherrschenden Oberflächenspannung stabil bleibt. Die Eötvös-Zahl beträgt für Öl 3,4.

Strömungstechnisch ist zu den Blendenkonfigurationen 1a, 1b anzumerken, dass die herangeführte Verbrennungsluft 7, obwohl sie bei atmosphärischen Feuerungsanlagen nur einen kleinen Druck aufweist, den Flüssigbrennstoff-Sprühkegel 9 aus der Brennstoffdüse 3 komprimiert. Dies geschieht bereits mit einem vorherrschenden Druck ab 10 mbar. Diese Verbrennungsluftströmung trifft dabei auf den Sprühkegel radial und/oder quasi-radial bis axial auf, und sie zwingt dessen Brennstoff durch eine in der Blende 1a mittig platzierte Öffnung abzuströmen. Entlang dieser Öffnung, die Bestandteil der Vormischstrecke 6 ist, entsteht bereits ein sehr gutes homogenes Brennstoff/Verbrennungsluft-Gemisch. Diese Öffnung schafft darüber hinaus eine Verringerung des Sprühwinkels, der weitaus kleiner als der ursprüngliche aus der Brennstoffdüse 3 ausfällt. Die Zerstäubung des Brennstoffes 9 entlang dieser Öffnung bleibt auch unabhängig gegenüber der bereitgestellten Zerstäubungsgüte im Bereich des zugeführten Teilverbrennungsluftstromes 7a. Der Querschnitt der Öffnung ist so ausgelegt, dass ca. 50% der gesamten Verbrennungsluft 7 dort durchströmen können. Der restliche Verbrennungsluftanteil 7b strömt radial und/oder quasi-radial bis axial nach der ersten Blende 1a in die Vormischstrecke 6 ein. Bei einer solchen Konfiguration muss sichergestellt werden, dass die Durchgänge durch die erste Blende 1a eine entsprechende Schluckfähigkeit aufweisen müssen. Dieser Verbrennungsluftstrom 7b modelliert die schlussendlich gewünschte

Sprühwinkelgrösse des Gemisches in den Brennraum 2 oder in eine anschliessende Vormischzone oder Brennerkammer, wie dies der Fall ist, beim Einsatz dieses Zerstäubungssystems 1 in eine nachgeschaltete Brennerkammer. Noch vorhandene Tropfen des flüssigen Brennstoffes werden durch diesen weiteren Verbrennungsluftstrom 7b vollständig zerstäubt. Aus diesen letzten Ausführungen betreffend die Zerstäubungsgüte geht leicht hervor, wie eminent wichtig die engumgrenzte quantitative Bereitstellung des Brennstoffes über alle Betriebsstufen ist. Die heiklen Betriebsstufen sind sicher das Abstellen und Wiederanfahren der Anlage. Ist einmal das Magnetventil 5 auf «zu» gefahren, so ist es wichtig, dass die Brennstoffsäule zwischen Magnetventil 5 und Brennstoffdüse 3 mengenmässig konserviert bleibt. Ein Abtröpfen des Brennstoffes aus der Brennstoffdüse 3 hätte eine doppelte negative Wirkung: einerseits stünde dann unmittelbar beim Wiederanfahren keine genügende mischungsfähige Brennstoffmenge zur Verfügung, andererseits bildete die durch Abtröpfen aus der Brennstoffdüse 3 ausgeflossene und demnach fehlende Brennstoffmenge Ursache für einen schlechten Start und eine demzufolge schlechte Verbrennung, was ein Anstieg der Schadstoffemissionen zur Folge hätte, abgesehen davon, dass ein solch instabiles System schwer und zeitlich nicht sofort aufgefangen werden könnte. Die Platzierung des Magnetventils 5 in einer unmittelbaren Nähe der Brennstoffdüse 3 und demzufolge nahe der Flammenzone bringt bezüglich kalorischer Belastung keine Nachteile mit sich, denn das Magnetventil 5 wird hier durch die herangeführte Verbrennungsluft 7 fortlaufend in angemessener Weise gekühlt. Nun ist es so, dass auf die Brennstoffsäule zwischen Brennstoffdüse 3 und Magnetventil 5 während des Stillstandes der Anlage eine kalorische Belastung einwirkt, welche grösser als die Oberflächenspannung im Kapillardurchmesser werden kann. Durch die Überwindung der Oberflächenspannung durch kalorisch bedingte Ausdehnung des flüssigen Brennstoffes kommt es unweigerlich zu einem Austropfen aus der Brennstoffdüse 3. Diese austretende Brennstoffmenge muss dabei minimiert werden, sollen während des Startvorganges die UHC-Emissionen, über eine Messzeit von 10 sec., nicht über 30 ppm anschwellen. Nachdem der Durchmesser der Brennstoffsäule zwischen Magnetventil 5 und Brennstoffdüse 3 und die thermische Belastung der Brennstoffleitung bekannt sind, wird deren Länge soweit minimiert, dass die nicht zu verhindernde austretende Brennstoffmenge so klein bleibt, dass die zugrundegelegten UHC-Emissionswerte einzuhalten sind. Selbstverständlich wird bei dieser Längenfestlegung angestrebt, ein Optimum zwischen möglichst viel zur Verfügung stehendem Brennstoff für die Startphase und einer möglichst kleinen Tropfmenge zu erreichen.

Patentansprüche

1. Zerstäubungsvorrichtung eines flüssigen Brennstoffes in einer Feuerungsanlage, im wesentlichen bestehend aus einer Brennstoffdüse (3), einer der Brennstoffdüse (3) angeschlossenen Brennstoff-

leitung (4), einer im Bereich der Brennstoffdüse (3) platzierten Blendenkonfiguration (1a, 1b), dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffleitung (4) stromauf der Brennstoffdüse (3) ein Ventil (5) trägt, dass die Brennstoffleitung (4) zwischen Magnetventil (5) und Brennstoffdüse (3) einen minimierten brennstoffführenden Durchmesser (4a) aufweist, der nach folgender Formel ermittelbar ist:

$$D_i = \sqrt{\frac{E_o \cdot \delta}{\rho_H \cdot g}}$$

wobei ρ fl. das spezifische Gewicht des flüssigen Brennstoffes, g die Gravitationskonstante, δ die Oberflächenspannung und E_o die Eötvös-Zahl bedeuten.

2. Zerstäubungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Blendenkonfiguration aus einer Blende (1a) besteht.

3. Zerstäubungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Blendenkonfiguration aus zwei hintereinander geschalteten Blenden (1a, 1b) besteht.

4. Zerstäubungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffdüse (3) in Strömungsrichtung gegenüber der Blendenkonfiguration (1a, 1b) vorgeschaltet, sich auf gleicher Höhe befindet oder nachgeschaltet ist.

5. Verfahren zum Betrieb einer Zerstäubungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffdüse (3) mit einer Verbrennungsluft (7, 7a, 7b) betrieben wird, welche aus Frischluft, oder aus einem Gemisch aus Frischluft und rezirkuliertem Abgas, oder aus einem Gemisch aus Frischluft und/oder rezirkuliertem Abgas und/oder einem Anteil eines Brennstoffes besteht.

6. Zerstäubungsvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass sie so ausgebildet ist, dass die Verbrennungsluft (7, 7a, 7b) radial oder quasiradial bis achsial auf den Brennstoff (9) auftritt.

7. Zerstäubungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil (5) ein Magnetventil ist.

8. Verfahren zum Betrieb einer Zerstäubungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand zwischen Brennstoffdüse (3) und Magnetventil (5) dergestalt minimiert wird, dass die austretende Brennstoffmenge aus der Brennstoffleitung (4a) während eines Stillstandes der Anlage infolge dort vorherrschender kalorischer Belastung bei einem Wiederstart derselben eine UHC-Emission unterhalb 30 ppm, ermittelt über eine Messzeit von 10 sec., indiziert.

