



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 486 802 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **91117114.8**

51 Int. Cl.⁵: **F23D 11/24**

22 Anmeldetag: **08.10.91**

30 Priorität: **23.11.90 CH 3711/90**

71 Anmelder: **ASEA BROWN BOVERI AG**
Haselstrasse
CH-5401 Baden(CH)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.05.92 Patentblatt 92/22

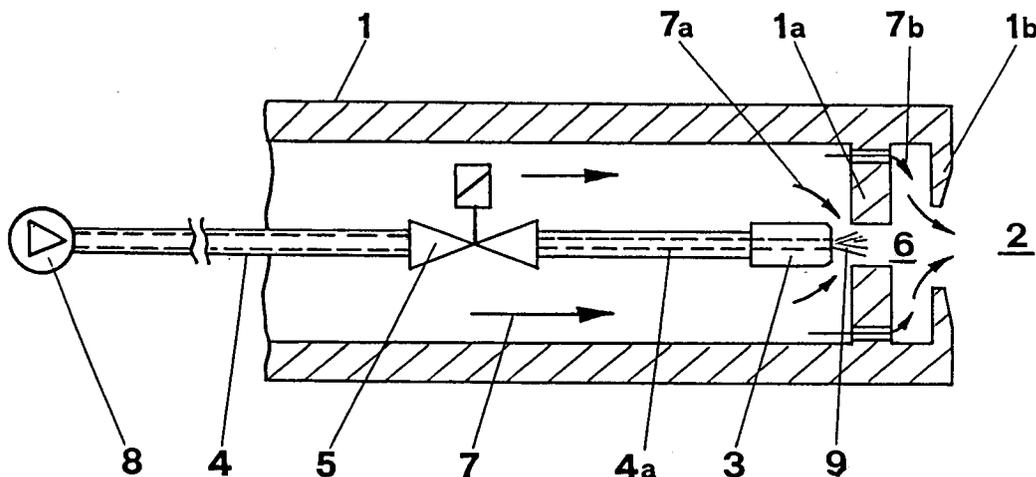
72 Erfinder: **Knöpfel, Hans Peter**
Im Nessel
CH-5627 Besenbüren(CH)
Erfinder: **Pelet, Claude**
Ankerstrasse 1
CH-5200 Windisch(CH)
Erfinder: **Peter, Hans**
In der Weid 14
CH-8902 Urdorf(CH)

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI

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) plazierten 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 Durch-

messer (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.



EP 0 486 802 A1

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft ein 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 Oelsäule, 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 einem 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 Wie-

derstart 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 Ueberlegung aus, dass bei genügend kleinen Rohrdurchmessern die Trennfront zwischen Luft und flüssigem Brennstoff, beispielsweise Oel, 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 angegeben.

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 Oel, gemäss vorliegender Konfiguration, erfolgt dabei in zwei Stufen: Erstens durch Druckzerstäubung, zweitens durch eine luftunterstützte Zerstäu-

bung und eine Umlenkung des Sprühkegels. Des-
 sen 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 bezüg-
 lich 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 isoco-
 rer Verbrennung handelt, vorgesehen ist. Danebst
 spielt selbstverständlich auch die Struktur und die
 Verbrennungsart (Diffusions-, Vormischverbren-
 nung, etc.) des jeweiligen Brenners, in welchen
 ebendiese Blendenkonfiguration 1a, 1b integriert
 sein kann, eine Rolle. Die in der Figur ersichtliche
 für Oel 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 Blen-
 de 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 Verbrennungs-
 luft 7 wird für die Beimischung zum Brennstoff 9
 aus der Brennstoffdüse 3 in zwei Teilströme aufge-
 teilt. 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 statt-
 findet. Die Verbrennungsluft 7 kann ohne weiteres
 vom einem Gebläse einer atmosphärischen Feuer-
 ungsanlage 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 Druckzerstäu-
 bung 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 Blendenkonfigura-
 tion 1a, 1b kann auch Bestandteil eines mit flüssi-
 gem und/oder gasförmigem Brennstoff betriebenen

Brenners einer Gasturbogruppe sein. Das hier ge-
 zeigte Zerstäubungssystem 1 kann des weiteren
 als Brennstoffanlage eingesetzt werden, beispiele-
 wise in einem Brenner, wie er in EP-A1-0 312 809
 beschrieben ist. Diese hier angezogene Europäi-
 sche Patentanmeldung bildet sonach, soweit Erwei-
 terungen des hiesigen Erfindungsgegenstandes in
 Betracht gezogen werden, integrierenden Bestand-
 teil vorliegender Patentanmeldung. Zur Klarstel-
 lung, inwieweit eine solche Integrierung reicht, sei
 gesagt, dass die in Fig. 1 von EP-A1-0 312 809
 gezeigte Düse mit Fos. 3 durch das hier gezeigte
 und beschriebene Zerstäubungssystem 1 zu erset-
 zen wäre. Die Brennstoffdüse 3 ist durch eine
 Brennstoffleitung 4 mit einer Pumpe 9 verbunden,
 wobei diese Pumpe 8 vorzugsweise ausserhalb des
 Brennersystems plaziert wird. Zwischen Pumpe 8
 und Brennstoffdüse 3 weist die Brennstoffleitung 4
 ein Magnetventil 5 auf, dessen Abstand zur Brenn-
 stoffdüse 3 einen minimierten Betrag aufweist. Die
 Fixierung dieses Abstandes ist betragsmässig ein
 Optimum zwischen einer möglichst kurzen ruhen-
 den Brennstoffsäule, die nach jedem Abstellen des
 Brenners stehen bleibt, und jener minimalen Brenn-
 stoffmenge, die zwischen zwei Starts durch thermi-
 sche Ausdehnung austreten darf, damit keine unzu-
 lässigen UHC-Emissionen entstehen können. Die
 Stabilisierung der ruhenden Brennstoffsäule zwi-
 schen Magnetventil 5 und Brennstoffdüse 3 wird
 erreicht, indem der brennstoffführende Durchmes-
 ser 4a so gewählt wird, dass die Trennfront zwi-
 schen Luft und flüssigem Brennstoff durch Oberflä-
 chenspannung bzw. Kapillarkräfte gehalten wird.
 Das Kriterium für die Wirksamkeit der Oberflächen-
 spannung zur Trennung von Luft- und Flüssig-
 brennstoffsäulen wird anhand der nach Eötvös be-
 nannten Kennzahl wie folgt errechnet:

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

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 $\rho_{\text{oel}} = 820 \text{ kg/m}^3$ in diese
 Bedingung ein, so lässt sich der für einen Brenn-
 stoff kritische Durchmesser 4a berechnen. Eo be-
 trägt für Oel 3.4.

Die errechnete Zahl entspricht somit dem ma-
 ximal zulässigen Kapillardurchmesser 4a, in wel-
 chem eine dort ruhende Brennstoffsäule durch die
 vorherrschenden Oberflächenspannung stabil
 bleibt. Die Eötvös-Zahl beträgt für Oel 3,4. Strö-
 mungstechnisch ist zu den Blendenkonfiguration
 1a, 1b anzumerken, dass die herangeführte Ver-
 brennungsluft 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 Oeffnung abzufließen. Entlang dieser Oeffnung, die Bestandteil der Vormischstrecke 6 ist, entsteht bereits ein sehr gutes homogenes Brennstoff/Verbrennungsluft-Gemisch. Diese Oeffnung 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 Oeffnung bleibt auch unabhängig gegenüber der bereitgestellten Zerstäubungsgüte im Bereich des zugeführten Teilverbrennungsluftstromes 7a. Der Querschnitt der Oeffnung 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 nachgeschalteten 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 calorischer 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 calorische Belastung einwirkt, welche grösser als die Oberflächenspannung im Kapillardurchmesser werden kann. Durch die Ueberwindung der Oberflächenspannung durch calorisch 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 Langenfestlegung 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 Brennstoffleitung (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:

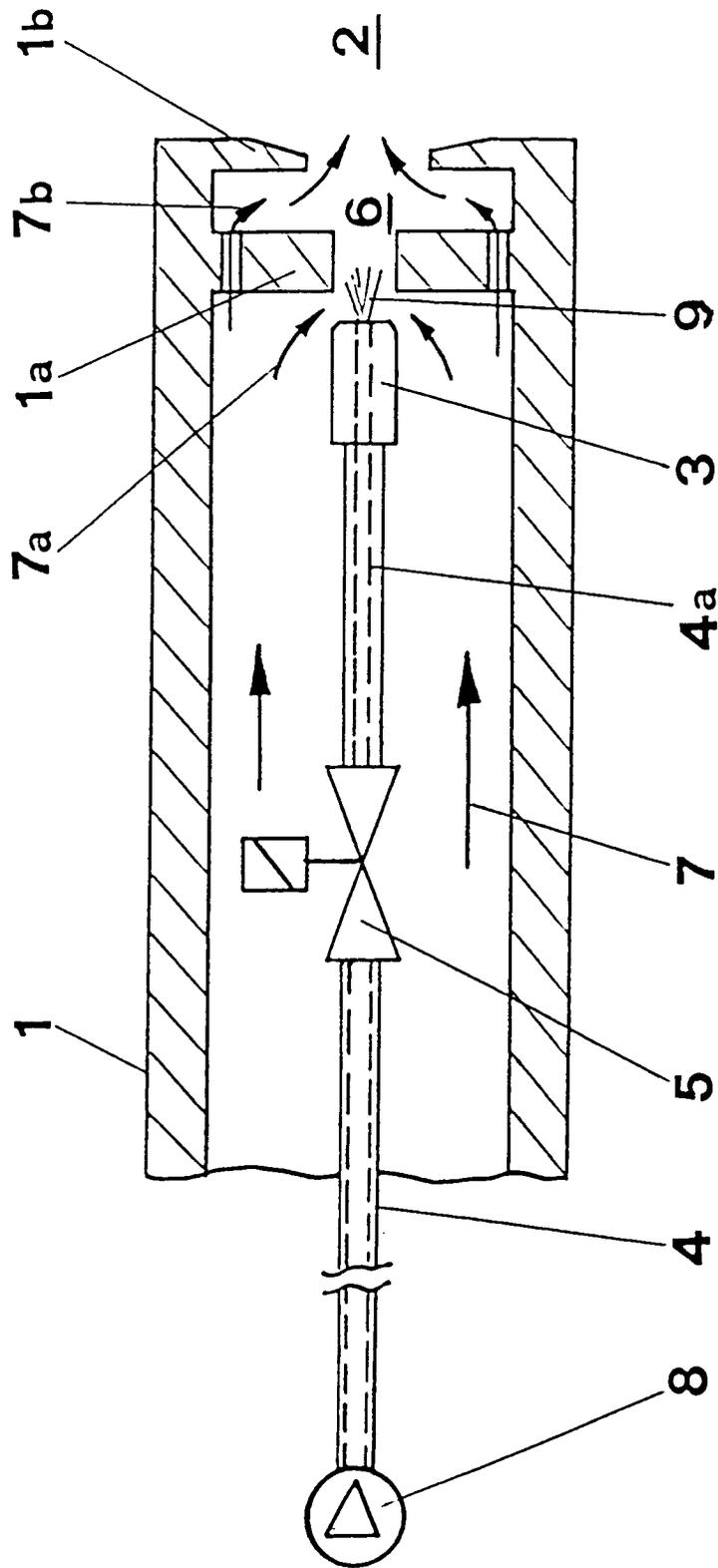
$$D_i = \sqrt{\frac{E_o \cdot \sigma}{\rho_{fl} \cdot g}}$$

wobei ρ_{fl} fl. das spezifische Gewicht des flüssigen Brennstoffes, g die Gravitationskonstante, σ 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. 5
4. Zerstäubungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffdüse (3) in Strömungsrichtung gegenüber der Blendenkonfiguration (1a, 1b) vorgeschaltet, sich auf gleicher oder nachgeschaltet ist. 10
5. Zerstäubungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffdüse (3) mit einer Verbrennungsluft (7, 7a, 7b)-betreibbar ist, 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. 15
20
6. Zerstäubungsvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbrennungsluft (7, 7a, 7b) radial oder quasiradial bis axial auf den Brennstoff (9) auftritt. 25
7. Zerstäubungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil (5) ein Magnetventil ist. 30
8. Verfahren zum Betrieb eines 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. 35
40
45

50

55





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 11 7114

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	AT-B-271 693 (JOANNES S.P.A.) 10. Juni 1969 * das ganze Dokument *	1, 2, 4-8	F23D11/24
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F23D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 25 FEBRUAR 1992	Prüfer LEITNER J.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 (01.82) (P0400)