

(19)



(11)

EP 2 492 335 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
26.09.2018 Patentblatt 2018/39

(51) Int Cl.:
C10L 1/32 ^(2006.01) **B01F 3/12** ^(2006.01)
B01F 5/06 ^(2006.01) **C10L 9/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12155176.6**

(22) Anmeldetag: **13.02.2012**

**(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM HOMOGENISIEREN EINER MISCHUNG VON
FESTBRENNSTOFF IN EINER FLÜSSIGKEIT**

METHOD AND DEVICE FOR HOMOGENISING A MIXTURE OF SOLID FUEL IN A LIQUID

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF D'HOMOGÉNÉISATION D'UN MÉLANGE DE CARBURANT SOLIDE
DANS UN LIQUIDE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **25.02.2011 DE 102011012504**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.08.2012 Patentblatt 2012/35

(73) Patentinhaber: **RWE Power AG
45128 Essen (DE)**

(72) Erfinder: **ACKERMANN, Ralf
56332 Alken (DE)**

(74) Vertreter: **KNH Patentanwälte Neumann Heine
Taruttis PartG mbB
Postfach 10 33 63
40024 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**WO-A1-01/80985 DE-A1- 2 933 760
DE-A1- 10 310 442 US-A- 4 950 307
US-A1- 2008 202 601 US-A1- 2010 202 960**

EP 2 492 335 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Homogenisieren einer Mischung von Festbrennstoff in einer Flüssigkeit. Besonders bevorzugt findet das Verfahren Anwendung bei der Homogenisierung und Dispergierung von Kohlenpartikeln in Kohlenwasserstoffen wie beispielsweise einem leichten Heizöl.

[0002] Flüssige Kohlenwasserstoffe wie beispielsweise leichtes Heizöl werden vielfältig in Verbrennungsprozessen eingesetzt. Beispielsweise wird leichtes Heizöl oftmals in Wohnhäusern zur Beheizung und zur Wärmebereitstellung in Industrie und Gewerbe eingesetzt. Auch im Kraftwerksbereich wird leichtes Heizöl als Zünd- oder Stützbrennstoff eingesetzt. Es besteht das Bedürfnis einer Änderung der Brennstoffe, insbesondere auch im Hinblick auf Kostengesichtspunkte. Beispielsweise könnte Kohle, insbesondere Braunkohle, mit Heizöl gemischt als Brennstoff zur Wärmebereitstellung in Industrie und Gewerbe eingesetzt werden. Jedoch ist es in diesem Zusammen erforderlich, eine Entmischung von Festbrennstoff und Heizöl zu verhindern. Eine solche könnte zu Beschädigungen der Feueranlagen führen oder die Verbrennung erst gar nicht ermöglichen.

[0003] Aus der DE 10 2007 034 253 A1 ist ein Verfahren bekannt, bei welchem ein kohlenstoffhaltiger Feststoff in einer Flüssigkeit dispergiert wird, indem diese einem Ultraschallfeld ausgesetzt wird. Ob dieses Verfahren großtechnisch eingesetzt werden kann, ist fraglich. Der notwendige Energieaufwand ist bei diesem Verfahren erheblich. Weiterhin ist aus WO 01/80985 A ein Verfahren zum Homogenisieren und Dispergieren von Bohrflüssigkeiten bekannt. Aus der US 2008/0202601 A1 ist Verfahren zum Hochdruckhomogenisieren eines Feststoffs in einer Flüssigkeit bekannt. Aus der DE 103 10 442 A1 ist eine Vorrichtung zur molekularen Integration und Desintegration mittels Gravitation bekannt. Aus der US 2010/202960 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von superfeinen Titandioxidpartikeln bekannt.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile zumindest teilweise zu überwinden und insbesondere ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit dem eine Mischung eines Festbrennstoffs in einer Flüssigkeit erzeugt werden kann, die eine hohe Homogenität in Bezug auf die Verteilung der Feststoffpartikel in der Flüssigkeit und in Bezug auf die Korngrößenverteilung des Festbrennstoffs erreicht und mit denen es möglich ist, eine nicht entmischende Mischung von Festbrennstoff in Flüssigkeiten zu erzeugen.

[0005] Diese Aufgaben werden gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche. Die jeweiligen abhängigen Ansprüche sind auf vorteilhafte Weiterbildungen gerichtet.

[0006] Die in den Patentansprüchen einzeln aufgeführten Merkmale sind in beliebiger, technologisch sinn-

voller Weise miteinander kombinierbar und können durch erläuternde Sachverhalte aus der Beschreibung ergänzt werden, wobei weitere Ausführungsvarianten der Erfindung aufgezeigt werden.

5 **[0007]** Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Homogenisieren einer Mischung von Festbrennstoff in einer gemäß Anspruch 3.

[0008] Die Eingangsmischung umfasst Festbrennstoffpartikel, die in einer Flüssigkeit dispergiert sind. 10 Durch das erfindungsgemäße Verfahren ist es möglich, diese Brennstoffpartikel fein zu dispergieren, wobei der mittlere Teilchendurchmesser signifikant verringert und die Verteilung der Festbrennstoffpartikel in der Flüssigkeit vergleichmäßig wird. Bevorzugt ist hierbei eine Verfahrensführung, bei der in Verfahrensschritt 1.c der Druck der Mischung um einen Faktor von bis zu 200, besonders bevorzugt von bis zu 400 und insbesondere sogar von bis zu 500 verringert wird. Dies bedeutet, dass der Quotient des Drucks der Eingangsmischung vor der Querschnittsverengung zum Druck der Ausgangsmischung stromabwärts der Querschnittsverengung im Bereich von 150 und 500 liegt. Bevorzugt ist eine Verfahrensführung mit einem Druck von 2000 bar absolut stromaufwärts der Querschnittsverengung und von 5 bis 25 10 bar absolut stromabwärts der Querschnittsverengung. Bevorzugt ist die Querschnittsverengung so gestaltet, dass die Strömungsgeschwindigkeit im Spalt bei mehr als 100 m/s [Meter pro Sekunde] liegt.

[0009] Durch die schlagartige Entspannung beschleunigt die Mischung beim Durchtreten durch die Querschnittsverengung, es kommt zu Stößen der Festbrennstoffpartikel aneinander und an den Wänden bzw. Begrenzungen im Förderbereich. Durch diese werden die Festbrennstoffpartikel zerkleinert. Unter dem Begriff Querschnittsverengung wird verstanden, dass die Mischung vor Eintritt in die Querschnittsverengung einen durchströmbaren Querschnitt durchströmen kann, der größer ist als der durchströmbare Querschnitt in der Querschnittsverengung. Insbesondere wird unter der Querschnittsverengung ein Spalt verstanden, durch den die Mischung strömen muss. Bevorzugt ist eine Ausgestaltung, bei der sich die Querschnittsverengung einen Spalt einer Spalthöhe von weniger als 1 mm [Millimeter], bevorzugt von weniger als 0,5 mm, insbesondere von 45 weniger als 0,2 mm aufweist. Bevorzugt ist eine Verfahrensführung, bei der der frei durchströmbare Querschnitt stromaufwärts der Querschnittsverengung, die Größe der Querschnittsverengung, also der frei durchströmbare Querschnitt der Querschnittsverengung und der frei durchströmbare Querschnitt stromabwärts der Querschnittsverengung so gewählt werden, dass ein Druckabfall von etwa 200 bis 400 bar absolut stromaufwärts der Querschnittsverengung auf 1 bis 6 bar absolut stromabwärts der Querschnittsverengung erfolgt. Bevorzugt ist die Querschnittsverengung so gestaltet, dass der Strom der Mischung beim oder nach Durchtreten der Querschnittsverengung gegen mindestens eine Prallfläche gelenkt wird.

[0010] Bevorzugt sind die Strömungswege der Mischung so gestaltet, dass die Mischung nach Durchströmen der Querschnittsverengung auf ein Parallelement trifft, welches weiter zur Verringerung der Partikeldurchmesser führt. Gleichzeitig sorgt die bei Durchtreten durch die Querschnittsverengung entstehende turbulente Strömung zu einem Aufbrechen gegebenenfalls vorliegender laminarer oder pseudo-laminarer Strömungsprofile, es kommt zu einer Durchmischung der Mischung, wodurch eine Vergleichmäßigung der Partikelverteilung in der Flüssigkeit und eine Vergleichmäßigung der Partikelgrößenverteilung erreicht wird.

[0011] Unter einem Festbrennstoff wird insbesondere ein kohlenstoffhaltiger Festbrennstoff verstanden. Bevorzugt handelt es sich bei dem Festbrennstoff um Kohle wie Braunkohle, Steinkohle oder Holzkohle, insbesondere um Braunkohle, bevorzugt in der Form von Braunkohlenstaub oder Braunkohlenkoks. Weitere mögliche Festbrennstoffe sind Bitumen, Asphalt, Teer, Torf, Xylit und Braunkohlenkoks.

[0012] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst die Flüssigkeit mindestens einen der folgenden Stoffe:

- a. mindestens einen Kohlenwasserstoff;
- b. ein Lösungsmittel, welches mit Wasser ein azeotropes Gemisch bildet; und
- c. Wasser.

[0013] Unter einem Kohlenwasserstoff werden Verbindungen verstanden, die Kohlenstoff und Wasserstoff umfassen, die insbesondere aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen. Vorteilhaft einsetzbar ist das erfindungsgemäße Verfahren bei einer Flüssigkeit umfassend mehrere Kohlenwasserstoffe unterschiedlicher Kettenlängen. Solche Flüssigkeiten treten regelmäßig bei bestimmten Destillationsstufen in der Erdölraffination auf. Besonders vorteilhaft hat sich das erfindungsgemäße Verfahren zum Homogenisieren von Festbrennstoff wie insbesondere Braunkohle in so genanntem leichten Heizöl erwiesen. Bevorzugt handelt es sich dabei um leichtes Heizöl nach der Deutschen Industrienorm DIN 51603. Dieses kann neben Kohlenwasserstoffen auch ein oder mehrere Additive umfassen.

[0014] Ein Lösungsmittel, welches mit Wasser ein azeotropes Gemisch bildet, stellt beispielsweise Toluol dar. Unter einem azeotropen Gemisch wird ein Gemisch verstanden, welches nicht durch gewöhnliche Destillation getrennt werden kann. Lösungsmittel, welche mit Wasser ein azeotropisches Gemisch bilden, können zur Entwässerung von Kohle eingesetzt werden, da mit diesen in der Kohle gebundenes Wasser herausgelöst werden kann. Dies ist gleichermaßen mit anderen Festbrennstoffen möglich. Ein Beispiel für ein solches Lösungsmittel ist Toluol.

[0015] Weiterhin ist es möglich, dass die Flüssigkeit auch Wasser enthält, bevorzugt Wasser ist. Durch die Homogenisierung von Festbrennstoffpartikeln, insbe-

sondere von Kohlepartikeln in Wasser, können in vorteilhafter Weise Fremdbestandteile aus der Kohle herausgelöst werden, welche im weiteren Verfahren schädlich für Folgeprodukte sind. So können zum Beispiel Alkalimetalle wie Natrium, die in Wasser löslich sind, aus den Festbrennstoffpartikeln herausgelöst werden. Da das erfindungsgemäße Verfahren eine Vergrößerung der gesamten Oberfläche der Festbrennstoffpartikel durch die Verringerung des Durchmessers und eine gleichmäßigere Verteilung der Festbrennstoffpartikel im Wasser bewirkt, verbessert sich die Menge an herausgelösten Fremdbestandteilen erheblich. Somit kann das erfindungsgemäße Verfahren als Vorstufe für ein Demineralisationsverfahren benutzt werden, wie es beispielsweise in der DE 10 2004 038 235 A1 beschrieben wird.

[0016] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens weist die Eingangsmischung eine Eingangskorngrößenverteilung und die Ausgangsmischung eine Ausgangskorngrößenverteilung auf, die sich in mindestens einem der folgenden Faktoren unterscheiden:

- a. dem Erwartungswert der Korngrößenverteilung;
- b. der Lage des Maximalwerts der Korngrößenverteilung; und
- c. der Breite bei halber Höhe der Korngrößenverteilung.

[0017] Unter der Korngrößenverteilung wird die Wahrscheinlichkeitsverteilung verstanden, die die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer bestimmten Korngröße angibt. Unter dem Erwartungswert wird der Wert der Korngröße verstanden, der sich in der Regel bei oftmaligen Stichproben ergibt. Unter der Lage des Maximalwerts der Korngrößenverteilung wird jene Korngröße verstanden, für deren Auftreten die höchste Wahrscheinlichkeit vorliegt. Unter der Breite bei halber Korngrößenverteilung wird die Breite der Korngrößenverteilung bei der Hälfte des Maximalwerts der Korngrößenverteilung verstanden.

[0018] Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren kann insbesondere der Druckunterschied über die Querschnittsverengung, also die Differenz des Drucks stromaufwärts und stromabwärts der Querschnittsverengung so eingestellt werden, dass der Erwartungswert und/oder die Lage des Maximalwerts der Korngrößenverteilung sich hin zu kleineren Korngrößen verschieben, also die Eingangsmischung einen Erwartungswert und/oder eine Lage des Maximalwerts der Korngrößenverteilung aufweist, der kleiner ist als der entsprechende Wert der Ausgangskorngrößenverteilung. Zudem wird der Unterschied des Drucks im Vergleich zu einer Position stromaufwärts der Querschnittsverengung zu einer Position stromabwärts der Querschnittsverengung und/oder die Größe der Querschnittsverengung so eingestellt, dass die Breite bei halber Höhe der Korngrößenverteilung sinkt. Bevorzugt ist hierbei eine Verfahrensführung, bei der der Quotient der Breite bei halber Höhe der Eingangs-

korngrößenverteilung zur Breite bei halber Höhe der Ausgangskorngrößenverteilung im Bereich von 20 bis 100 liegt, bevorzugt beträgt dieser Quotient mindestens 10.

[0019] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ändert sich in Schritt 1.c die Strömungsrichtung der Mischung mindestens einmal um mindestens 30°.

[0020] Es hat sich gezeigt, dass es vorteilhaft ist, den Strömungsweg, den die Mischung beim erfindungsgemäßen Verfahren zurücklegt, so zu gestalten, dass mindestens eine signifikante Umlenkung der Strömungsrichtung erfolgt, bevorzugt sogar zwei und mehr Änderungen der Strömungsrichtung. Besonders bevorzugt sind dabei Änderungen der Strömungsrichtung etwa im rechten Winkel oder mehr. Durch die entsprechenden Kollisionen bei der Umlenkung kommt es zu einer weiteren Reduktion der Teilchengröße der Festbrennstoffpartikel und zur Bildung von turbulenten Strömungen, die eine weitere Vermischung der Mischung begünstigen.

[0021] Weiterhin bedingen scharfe Richtungsänderungen der Strömung ein Aufbrechen eventueller laminarer oder quasi-laminarer Strömungen oder Randströmungen. Hierdurch wird eine weitere Homogenisierung der Verteilung der Partikel in der Flüssigkeit erreicht, da turbulente Strömungen erzeugt werden, die zu einer Durchmischung der Flüssigkeit führen.

[0022] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens ist mindestens einer der folgenden Parameter einstellbar:

- a. die Größe der mindestens einen Querschnittsverengung; und
- b. der Druck der Eingangsmischung, der in Schritt 1.b erreicht wird.

[0023] Alternativ oder zusätzlich ist auch die Druckerhöhung bzw. das Maß der Druckerhöhung bei der Förderung in Schritt 1.b einstellbar, beispielsweise durch entsprechende Wahl und Ansteuerung der Fördermittel. Durch die Einstellung der Größe der Querschnittsverengung und/oder des Druckaufbaus vor Durchströmen der Querschnittsverengung kann in vorteilhafter Weise die Korngrößenverteilung der Ausgangskorngrößenverteilung der Ausgangsmischung eingestellt werden. Das heißt, durch Einstellung der Größe der Querschnittsverengung und/oder des Drucks kann die mittlere Korngröße und/oder die Breite der Korngrößenverteilung der Ausgangsmischung variabel eingestellt werden. Weiterhin kann so eine einer Vorgabe entsprechende Verteilung der Festbrennstoffpartikel in der Flüssigkeit erreicht werden. Es ist also hierüber auch die Homogenität der Verteilung der Partikel in der Flüssigkeit einstellbar.

[0024] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens ist die Querschnittsverengung durch mindestens ein Sitzventil gebildet.

[0025] Der Einsatz eines Sitzventils erlaubt, durch Einstellung der Spaltgröße der Ventilöffnung, also des Spalts zwischen Ventilkörper und Ventilsitz, eine Varia-

tion der Größe der Querschnittsverengung. Dies kann durch entsprechende Maßnahmen wie beispielsweise eine Änderung der Vorspannung einer Feder, mit der der Ventilkörper gegen den Ventilsitz gepresst wird oder unter Variation eines Hinterdrucks, mit dem der Ventilkörper gegen den Ventilsitz gepresst wird, erreicht werden. Durch Änderung dieser Parameter kann so die Größe der Querschnittsverengung auf vorgebbare Werte eingestellt werden.

[0026] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt der Feststoffanteil der Eingangsmischung bei 50 Gew.-% und mehr.

[0027] Insbesondere handelt es sich bei dem Festbrennstoff um Kohle wie Braunkohle oder Steinkohle und besonders bevorzugt um Braunkohle. Die Anmelderin hat festgestellt, dass trotz der abrasiven Eigenschaften der Kohle und der relativen Härte der Festbrennstoffpartikel mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine gute Verringerung der Korngröße und eine gute Homogenisierung erreicht wurden. Bevorzugt liegt der Feststoffanteil der Eingangsmischung und damit auch der Ausgangsmischung im Bereich von 50 Gewichts-% bis 80 Gewichts-%, besonders bevorzugt im Bereich 50 Gew.-% bis 70 Gew.-%.

[0028] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Eingangsmischung vor oder während Schritt 1.a. vorge-mischt.

[0029] Dies kann insbesondere durch einen statischen Mischer oder einen Mischer mit Rührwerk erfolgen. Durch eine Vormischung kann erreicht werden, dass die Homogenisierung der Ausgangsmischung weiter verbessert wird, da es sich gezeigt hat, dass die Mischeffizienz ebenso wie die Effizienz des Verkleinerungsprozesses der Festbrennstoffpartikel in der Flüssigkeit höher ist, wenn die Eingangsmischung vorgemischt wird. Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung zum Homogenisieren einer Mischung von Festbrennstoff in einer Flüssigkeit vorgeschlagen, gemäß Anspruch 1.

[0030] Unter dem Fördermittel wird erfindungsgemäß eine Kolbenpumpe ausgebildet in einem Gehäuse der Vorrichtung verstanden. Der Einsatz einer Kolbenpumpe hat im Vergleich zu anderen Pumpen den Vorteil, dass die Fördermenge der Pumpe vom Druck unabhängig ist. Durch Einsatz entsprechender Kolbenpumpen können Drücke von bis zu 2.000 bar vor der Querschnittsverengung erreicht werden. Vorteilhaft sind Fördermittel, bei denen der Druck vor der Querschnittsverengung auf 500 bar und mehr, bevorzugt auf 1000 bar und mehr und besonders bevorzugt auf 1500 bar und mehr erhöht werden kann.

[0031] Das erfindungsgemäße Verfahren läuft mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ab.

[0032] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Größe der Querschnittsverengung durch ein Ventil, insbesondere ein

Sitzventil, einstellbar.

[0033] Durch ein Ventil und insbesondere ein Sitzventil ist es möglich, die Größe der Querschnittsverengung leicht einstellbar zu machen und in gewissen Bereichen variierbar zu halten. Insbesondere hat sich ein Sitzventil als bevorzugt geeignet herausgestellt, da dort die Querschnittsverengung durch den Spalt, welcher sich bei geöffnetem Ventil zwischen Ventilsitz und Ventilkörper ergibt, gegeben ist, der somit durch Änderung der Vorspannung oder zur Öffnung des Sitzventils notwendigen Kraft eingestellt werden kann.

[0034] Die im Rahmen des Dokuments für das erfindungsgemäße Verfahren offenbarten Details und Vorteile lassen sich auf die erfindungsgemäße Vorrichtung übertragen und anwenden und umgekehrt. Im Folgenden soll die Erfindung anhand der beigefügten Figuren näher erläutert werden, ohne dass sie auf die dort gezeigten Details und Ausführungsbeispiele beschränkt wäre. Es zeigen schematisch:

Fig. 1: ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung im Schnitt;

Fig. 2: ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung mit Zusatzaggregaten;

Fig. 3: einen Teil einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Illustration des Verfahrensprinzips; und

Fig. 4 eine erläuternde Ansicht der Korngrößenverteilung der Eingangs- und der Ausgangsmischung.

[0035] Fig. 1 zeigt schematisch ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung 1 zum Homogenisieren von Festbrennstoff in einer Flüssigkeit. Die Vorrichtung 1 umfasst ein Fördermittel 2, im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Kolbenpumpe mit einem Kolben 3. Der Kolben 3 ist in eine erste Bewegungsrichtung 4 in einem Führungskanal 5 linear beweglich. Durch die Bewegung des Kolbens 3 wird in einer Förderkammer 6 je nach Bewegungsrichtung 4 ein Über- oder Unterdruck erzeugt. Dadurch kann eine Eingangsmischung durch einen Eingang 7 in die Förderkammer 6 gefördert werden. Der Eingang 7 kann durch ein Ventil 8 reversibel verschlossen werden. Aus der Förderkammer 6 kann die Mischung durch einen Förderkammerausgang 9 gefördert werden. Auch der Förderkammerausgang 9 kann durch ein entsprechendes Ventil 10 reversibel verschlossen werden. Somit kann durch eine entsprechende Bewegung des Kolbens 3 in der ersten Bewegungsrichtung 4 und eine entsprechende Ansteuerung der Ventile 8, 10 die Eingangsmischung vom Eingang 7 zum Förderkammerausgang 9 gefördert werden und dabei unter Druck gesetzt werden.

[0036] Die entsprechenden Stoffströme sind durch Pfeile 11 gekennzeichnet. Nach Passieren des Förderkammerausgangs 9 strömt die Eingangsmischung auf

eine Querschnittsverengung 12 zu. Diese Querschnittsverengung 12 wird durch ein Sitzventil 13 gebildet, welches einen Ventilkörper 14 und einen Ventilsitz 15 umfasst. In diesem Ausführungsbeispiel stellt also die Querschnittsverengung 12 einen Ringspalt dar, dessen Spalthöhe bevorzugt kleiner als 1 mm [Millimeter], besonders bevorzugt bei weniger als 0,5 mm, insbesondere bei weniger als 0,2 mm liegt. Im Betrieb liegt die Querschnittsverengung 12 als ringförmiger Spalt zwischen Ventilkörper 14 und Ventilsitz 15 vor. Stromabwärts der Querschnittsverengung 12 verbreitert sich der durchströmbare Querschnitt für den Stoffstrom 11 erneut, es kommt beim Durchströmen der Querschnittsverengung 12 zu einer Beschleunigung des Stoffstroms 11 und zu einer anschließenden Verlangsamung. Beim Durchströmen der Querschnittsverengung 12 folgt der Stoffstrom 11 dem Strömungspfad 16. Dieser weist jeweils zwei Änderungen der Strömungsrichtung auf. Beim Durchströmen des Strömungspfades 16 wird der Stoffstrom 11 gegen Prallflächen 17 gedrückt, die auch als Umlenkmittel 38 wirken. Diese sind zum einen aus der der Strömung entgegen gewandten Seite des Ventilkörpers 14 und zum anderen durch die neben dem Ventilsitz 15 liegenden Bereiche des Ventilaußenkörpers 18 gebildet. Nach Durchströmen des Strömungspfades 16 wird der Stoffstrom 11 als Ausgangsmischung aus dem Ausgang 19 gefördert. Die Umlenkmittel 38 bewirken also eine zweimalige Umlenkung der Strömung um jeweils 90°.

[0037] Fig. 2 zeigt schematisch die Vorrichtung 1 zum Homogenisieren einer Mischung von Festbrennstoff in einer Flüssigkeit in einem größeren Zusammenhang. Stromaufwärts der Vorrichtung 1 ist eine Vorförderpumpe 20 und ein Vormischer 21 ausgebildet. In dem Vormischer 21 erfolgt eine Vormischung von Festbrennstoff, beispielsweise von Braunkohlenstaub, mit der Flüssigkeit, beispielsweise leichtem Heizöl. Als Vormischer 21 kann ein statischer Mischer oder auch ein Zahnkranzdispertor oder ein Mischbehälter mit Rührwerk eingesetzt werden. Die Vorförderpumpe 20 fördert das Vorgemisch als Eingangsgemisch vom Vormischer 21 zur erfindungsgemäßen Vorrichtung 1. Als Vorförderpumpe 20 kann beispielsweise eine Zahnradschlepppumpe ausgebildet sein.

[0038] Fig. 3 zeigt schematisch einen Ausschnitt einer Vorrichtung 1, an dem das Funktionsprinzip und die Verfahrensführung gemäß der vorliegenden Erfindung näher erläutert werden soll. Eine Mischung 22 aus Festbrennstoffpartikeln 25 in einer Flüssigkeit 24 wird aus der Förderkammer 6 durch den Förderkammerausgang 9 in Richtung der Querschnittsverengung 12 gefördert. Beim Durchströmen der Querschnittsverengung 12 stoßen die Festbrennstoffpartikel 23 an die Prallflächen 17 und werden dort sowie bei Stößen untereinander zerkleinert. Die Querschnittsverengung 12 ist durch den Spalt zwischen einem Ventilsitz 15 und einem Ventilkörper 14 eines Sitzventils 13 gegeben. Durch Einstellung des Ventildrucks oder der Ventilkraft 25, mit welcher der Ventilkörper 14 in Richtung des Ventilsitzes 15 gedrückt wird, lässt sich

im Zusammenspiel mit dem Förderdruck 26 die Größe der Querschnittsverengung 12 einstellen. Nach Durchströmen der Querschnittsverengung 12 weist die Mischung 22 einen Ausströmdruck 27 auf, mit dem die Mischung 22 durch den Ausgang 19 strömt. Wie schematisch gezeigt wird, weisen die Festbrennstoffpartikel 23 nach Durchströmen der Querschnittsverengung 12 einen kleineren Durchmesser auf.

[0039] Fig. 4 zeigt schematisch die Korngrößenverteilung der Mischung. Vor Durchtreten durch die Querschnittsverengung 12 liegt die Eingangskorngrößenverteilung 28 vor. Nach Durchströmen der Querschnittsverengung 12 liegt die Ausgangskorngrößenverteilung 29 vor. Gezeigt wird jeweils die Wahrscheinlichkeit P des Auftretens einer Korngröße d, beide jeweils angegeben in relativen Einheiten. Die Eingangskorngrößenverteilung 28 weist einen Maximalwert auf, der bei einer Lage 31 vorliegt. Die Ausgangskorngrößenverteilung weist einen Maximalwert 32 bei einer Lage 33 auf. Die Lage 31 des Maximalwerts 30 der Eingangskorngrößenverteilung 28 unterscheidet sich von der Lage 33 des Maximalwerts 32 der Eingangskorngrößenverteilung 28. Die Lage 33 ist zu kleineren Korngrößen hin verschoben im Vergleich zur Lage 31.

[0040] Die Eingangskorngrößenverteilung 28 weist eine volle Breite bei halber Höhe 34 (full with half maximum) auf. Diese wird bestimmt, indem man einen waagerechten Schnitt durch die Eingangskorngrößenverteilung 28 bei der Hälfte des Maximalwerts 30 bildet und die Breite dieses Schnitts betrachtet. Analog kann eine volle Breite bei halber Höhe 35 der Ausgangskorngrößenverteilung 29 gebildet werden. Die volle Breite bei halber Höhe 34 der Eingangskorngrößenverteilung 28 ist deutlich größer als die volle Breite bei halber Höhe 35 der Ausgangskorngrößenverteilung 29. Das erfindungsgemäße Verfahren führt also zu kleineren Korngrößen der Festbrennstoffpartikel 23 und zu einer schmaleren Ausgangskorngrößenverteilung 29. Gleichzeitig werden durch die Bildung turbulenter Strömungen beim Durchströmen durch die Querschnittsverengung 12 die Teilchen gleichmäßiger verteilt. Auch der Erwartungswert 36 der Eingangskorngrößenverteilung 28 liegt an einem anderen Punkt als der Erwartungswert 37 der Ausgangskorngrößenverteilung 29.

[0041] Aufgrund der lokal im Festbrennstoffpartikel vorliegenden Unterschiede der Eigenschaften und des Verhaltens der einzelnen Stoffe der Festbrennstoffpartikel 23 kann durch eine entsprechende Einstellung von Förderdruck 26, Ventilkraft 25 und Größe der Querschnittsverengung 12 erreicht werden, dass nur die festen Kohlenstoffanteile dispergieren, während die Aschebildner nicht dispergiert werden, um diese in einem nachgeschalteten Separationsschritt abtrennen zu können, beispielsweise mit einer Mehrphasendekanter. Bevorzugt wird eine Verfahrensführung gewählt, bei der die entstehende Ausgangsmischung langzeitstabil ist, das heißt sich nicht entmischt. Hierzu werden bevorzugt Flüssigkeiten 24 gewählt, die die gleiche Dichte wie die Fest-

brennstoffpartikel 23 aufweisen, wobei auch der Einsatz von Additiven zur Veränderung der Dichte der Flüssigkeit 24 möglich und erfindungsgemäß ist. Bevorzugt wird ein solches Additiv gewählt, dass sich die Dichte der Flüssigkeit 24 möglichst der Dichte der Festbrennstoffpartikel 23 angleicht.

[0042] Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 erlauben in vorteilhafter Weise die Bildung einer homogen durchmischten Ausgangsmischung von Festbrennstoffpartikeln 23 in einer Flüssigkeit 24. Diese kann so gestaltet werden, dass im Wesentlichen kein Dichteunterschied zwischen den Festbrennstoffpartikeln 23 und der Flüssigkeit 24 vorliegt, insbesondere auch durch Zugabe von Additiven zu der Flüssigkeit 24. So kann eine nicht entmischende Dispersion von Festbrennstoffpartikeln 23 in Flüssigkeit 24 erzeugt werden, die beispielsweise als Brennstoff bedenkenlos eingesetzt werden kann, ohne dass die Feuerstätten im Vergleich zur Verbrennung der reinen Flüssigkeit 24 erheblich anders ausgestaltet sein müssen.

Bezugszeichenliste

[0043]

- | | |
|----|---|
| 1 | Vorrichtung zum Homogenisieren einer Mischung von Festbrennstoff in einer Flüssigkeit |
| 2 | Fördermittel |
| 3 | Kolben |
| 4 | erste Bewegungsrichtung |
| 5 | Führungskanal |
| 6 | Förderkammer |
| 7 | Eingang |
| 8 | Ventil |
| 9 | Förderkammerausgang |
| 10 | Ventil |
| 11 | Stoffstrom |
| 12 | Querschnittsverengung |
| 13 | Sitzventil |
| 14 | Ventilkörper |
| 15 | Ventilsitz |
| 16 | Strömungspfad |
| 17 | Prallfläche |
| 18 | Ventilaußenkörper |
| 19 | Ausgang |
| 20 | Vorförderpumpe |
| 21 | Vormischer |
| 22 | Mischung |
| 23 | Festbrennstoffpartikel |
| 24 | Flüssigkeit |
| 25 | Ventilkraft |
| 26 | Förderdruck |
| 27 | Ausströmdruck |
| 28 | Eingangskorngrößenverteilung |
| 29 | Ausgangskorngrößenverteilung |
| 30 | Maximalwert |
| 31 | Lage |
| 32 | Maximalwert |

- 33 Lage
- 34 volle Breite bei halber Höhe
- 35 volle Breite bei halber Höhe
- 36 Erwartungswert
- 37 Erwartungswert
- 38 Umlenkmittel

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Homogenisierung einer Mischung von Festbrennstoff in einer Flüssigkeit, umfassend:

- a. mindestens ein Fördermittel (2) zum Fördern und Erhöhen des Drucks einer Eingangsmischung aus Festbrennstoff (23) in einer Flüssigkeit (24) hin zu mindestens einer Querschnittsverengung (12), wobei das Fördermittel (2) als Kolbenpumpe in einem Gehäuse der Vorrichtung (1) ausgebildet ist; und
- b. Umlenkmittel (38) zum mindestens einmaligen Umlenken der Mischung beim Durchtreten durch die mindestens eine Querschnittsverengung unter Bildung einer Ausgangsmischung.

2. Vorrichtung nach Anspruch 91, bei der die Größe der Querschnittsverengung (12) durch ein Ventil, insbesondere ein Sitzventil (13) einstellbar ist.

3. Verfahren zum Homogenisieren einer Mischung (22) von Festbrennstoff (23) in einer Flüssigkeit (24) mit einer Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die folgenden Schritte:

- a. Förderung einer Eingangsmischung umfassend Festbrennstoff (23) in einer Flüssigkeit (24) in Richtung mindestens einer Querschnittsverengung (12);
- b. Erhöhung des Drucks der Eingangsmischung bei Förderung der Eingangsmischung in Richtung der mindestens einen Querschnittsverengung (12); und
- c. Entspannung der Eingangsmischung beim Durchtreten durch die mindestens eine Querschnittsverengung (12) unter Bildung einer Ausgangsmischung.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die Flüssigkeit (24) mindestens einen der folgenden Stoffe umfasst:

- a. mindestens einen Kohlenwasserstoff;
- b. ein Lösungsmittel, welches mit Wasser ein azeotropes Gemisch bildet; und
- c. Wasser.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 4, bei

dem die Eingangsmischung eine Eingangskorngrößenverteilung (28) und die Ausgangsmischung eine Ausgangskorngrößenverteilung (29) aufweist. die sich in mindestens einem der folgenden Faktoren unterscheiden:

- a. dem Erwartungswert (36. 37) der Korngrößenverteilung;
- b. der Lage (31, 33) des Maximalwertes (30. 32) der Korngrößenverteilung; und
- c. der Breite bei halber Höhe (34, 35) der Korngrößenverteilung.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, bei dem sich in Schritt 3a die Strömungsrichtung der Mischung mindestens einmal um mindestens 30° ändert.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6. bei dem mindestens einer der folgenden Parameter einstellbar ist:

- a. die Größe der mindestens einen Querschnittsverengung (12); und
- b. der Druck der Eingangsmischung, der in Schritt 3b erreicht wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die Querschnittsverengung (12) durch mindestens ein Sitzventil (13) gebildet ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, bei dem der Feststoffanteil der Eingangsmischung bei 50 Gewichts-% und mehr liegt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9, bei dem die Eingangsmischung vor oder während Schritt 3a vorgemischt wird.

Claims

1. A device (1) for homogenizing a mixture of solid fuel in a liquid, comprising:

- a. at least one conveying means (2) for conveying and increasing the pressure of a feed mixture of solid fuel (23) in a liquid (24) towards at least one cross-sectional reduction (12), wherein the conveying means (2) is designed as a piston pump in a housing of the device (1); and
- b. deflecting means (38) for the at least one-time deflection of the mixture when passing through the at least one cross-sectional reduction, accompanied by the formation of an output mixture.

2. The device according to claim 1, in which the size of

the cross-sectional reduction (12) can be set by a valve, in particular a poppet valve (13).

3. A method for homogenizing a mixture (22) of solid fuel (23) in a liquid (24) with a device according to one of the preceding claims, **characterized by** the following steps:

- a. conveying a feed mixture comprising solid fuel (23) in a liquid (24) in the direction of at least one cross-sectional reduction (12);
- b. increasing the pressure of the feed mixture when conveying the feed mixture in the direction of the at least one cross-sectional reduction (12); and
- c. expanding the feed mixture when passing through the at least one cross-sectional reduction (12), accompanied by the formation of an output mixture.

4. The method according to claim 3, in which the liquid (24) comprises at least one of the following substances:

- a. at least one hydrocarbon;
- b. a solvent which forms an azeotropic mixture with water; and
- c. water.

5. The method according to one of claims 3 to 4, in which the feed mixture has an input particle-size distribution (28) and the output mixture has an output particle-size distribution (29) which differ in at least one of the following factors:

- a. the expected value (36, 37) of the particle-size distribution;
- b. the position (31, 33) of the maximum value (30, 32) of the particle-size distribution; and
- c. the width at half the height (34, 35) of the particle-size distribution.

6. The method according to one of claims 3 to 5, in which in step 3a the flow direction of the mixture changes, at least once, by at least 30°.

7. The method according to one of claims 3 to 6, in which at least one of the following parameters can be set:

- a. the size of the at least one cross-sectional reduction (12); and
- b. the pressure of the feed mixture which is achieved in step 3b.

8. The method according to claim 7, in which the cross-sectional reduction (12) is formed by at least one poppet valve (13).

9. The method according to one of claims 3 to 8, in which the solids content of the feed mixture is 50 wt.-% and more.

10. The method according to one of claims 3 to 9, in which the feed mixture is premixed before or during step 3a.

10 Revendications

1. Dispositif (1) d'homogénéisation d'un mélange de carburant solide dans un liquide, comprenant :

- a. au moins un moyen de transport (2) pour transporter un mélange entrant de carburant solide (23) dans un liquide (24) jusqu'à au moins un rétrécissement de section transversale (12) et augmenter la pression dudit mélange, le moyen de transport (2) étant conçu comme une pompe à piston dans un boîtier du dispositif (1) ; et
- b. un moyen de déviation (38) pour dévier au moins une fois le mélange lors du passage par l'au moins un rétrécissement de section transversale en formant un mélange sortant.

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel la dimension du rétrécissement de section transversale (12) peut être réglée par une soupape, en particulier une soupape à siège (13).

3. Procédé d'homogénéisation d'un mélange (22) de carburant solide (23) dans un liquide (24) comprenant un dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par** les étapes suivantes :

- a. transport d'un mélange entrant comprenant un carburant solide (23) dans un liquide (24) en direction d'au moins un rétrécissement de section transversale (12) ;
- b. augmentation de la pression du mélange entrant lors du transport de ce dernier en direction de l'au moins un rétrécissement de section transversale (12) ; et
- c. détente du mélange lors du passage par l'au moins un rétrécissement de section transversale (12) en formant un mélange sortant.

4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel le liquide (24) comprend au moins l'une des substances suivantes :

- a. au moins un hydrocarbure ;
- b. un solvant qui forme un mélange azéotrope avec l'eau ; et
- c. de l'eau.

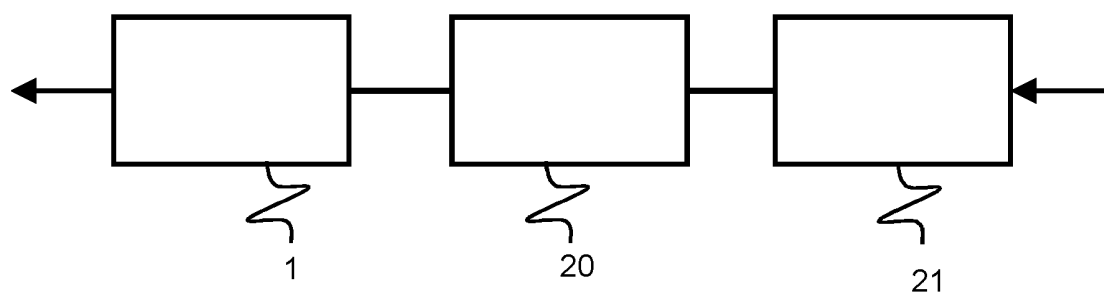
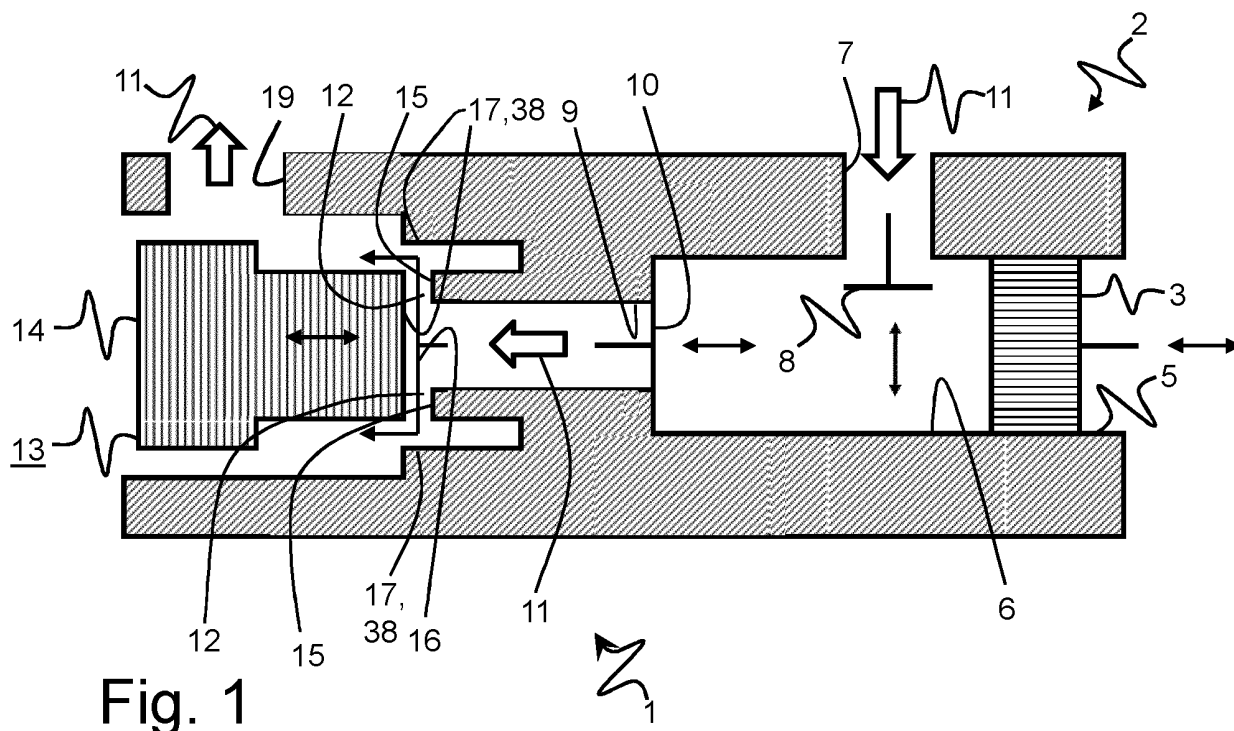
5. Procédé selon l'une des revendications 3 et 4, dans lequel le mélange entrant présente une distribution granulométrique à l'entrée (28), et le mélange sortant une distribution granulométrique à la sortie (29), qui se différencient par au moins l'un des facteurs suivants : 5
- a. la valeur attendue (36, 37) de la distribution granulométrique ;
 - b. la position (31, 33) de la valeur maximale (30, 32) de la distribution granulométrique ; et 10
 - c. la largeur à mi-hauteur (34, 35) de la distribution granulométrique.
6. Procédé selon l'une des revendications 3 à 5, dans lequel la direction d'écoulement du mélange change au moins une fois d'au moins 30° à l'étape 3a. 15
7. Procédé selon l'une des revendications 3 à 6, dans lequel au moins un des paramètres suivants est réglable : 20
- a. la dimension de l'au moins un rétrécissement de section transversale (12) ;
 - b. la pression du mélange entrant obtenue à l'étape 3b. 25
8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel le rétrécissement de section transversale (12) est formé par au moins une soupape à siège (13). 30
9. Procédé selon l'une des revendications 3 à 8, dans lequel la fraction solide du mélange entrant représente 50 % ou plus en poids. 35
10. Procédé selon l'une des revendications 3 à 9, dans lequel le mélange entrant est prémélangé avant ou pendant l'étape 3a. 40

40

45

50

55



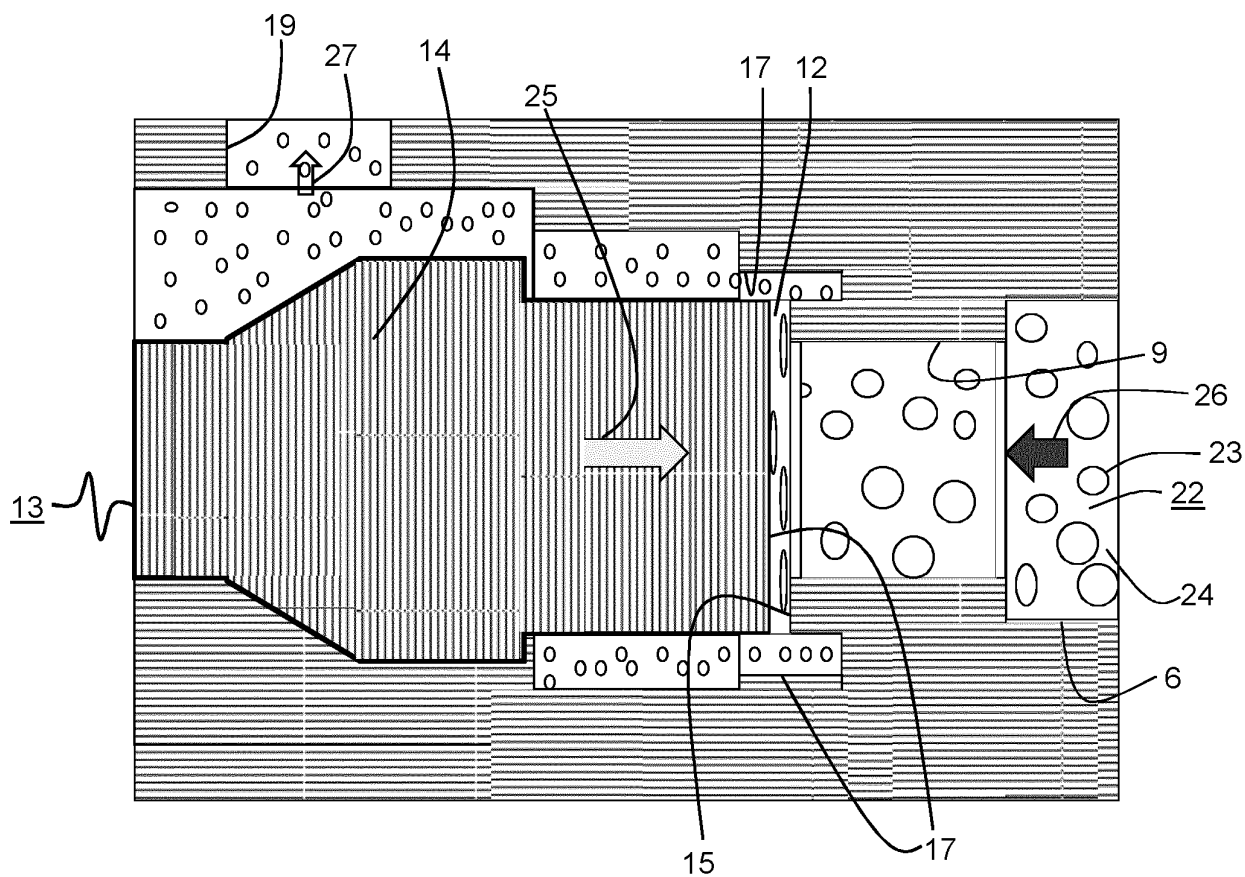


Fig. 3

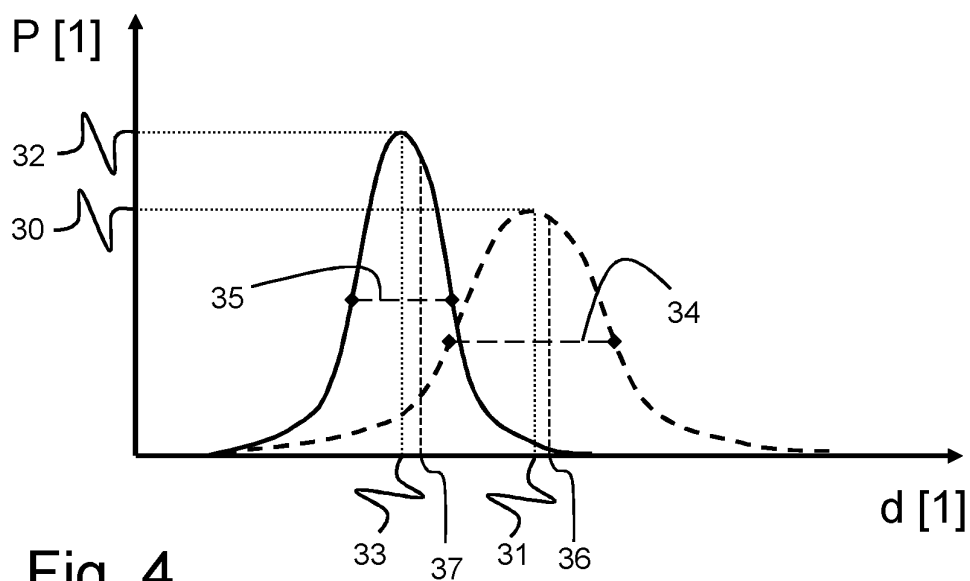


Fig. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102007034253 A1 [0003]
- WO 0180985 A [0003]
- US 20080202601 A1 [0003]
- DE 10310442 A1 [0003]
- US 2010202960 A1 [0003]
- DE 102004038235 A1 [0015]