

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges  
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
25. Juni 2015 (25.06.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2015/090278 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
F23C 99/00 (2006.01) F23C 15/00 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2014/100447
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
15. Dezember 2014 (15.12.2014)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2013 114 296.6  
18. Dezember 2013 (18.12.2013) DE
- (71) Anmelder: **KARLSRUHER INSTITUT FÜR  
TECHNOLOGIE** [DE/DE]; Kaiserstr. 12, 76131  
Karlsruhe (DE).
- (72) Erfinder: **SEUFERT, Tobias**; Steinsfeldle 5, 75031  
Eppingen (DE). **REIS, Helmut**; Krautenaustrasse 8, 76344  
Eggenstein-Leopoldshafen (DE). **SCHERRMANN,  
Alexander**; Querfurter Weg 10, 76344 Eggenstein-  
Leopoldshafen (DE). **GEHRMANN, Hans-Joachim**;  
Liverdunplatz 5, 76356 Weingarten (DE). **SEIFERT,  
Helmut**; Wolfsgrubenweg 3, 76069 Ludwigshafen (DE).
- (74) Anwalt: **EGE & LEE PATENTANWÄLTE**;  
Panoramastraße 27, 77815 Bühl (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,  
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,  
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,  
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,  
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,  
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,  
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,  
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,  
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,  
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,  
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,  
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PULSATION BURNER FOR THE COMBUSTION OF SOLID FUELS, AND METHOD FOR THE OPERATION THEREOF

(54) Bezeichnung : PULSATIONSBRENNER ZUR VERBRENNUNG FESTER BRENNSTOFFE UND VERFAHREN ZU DESSEN BETRIEB

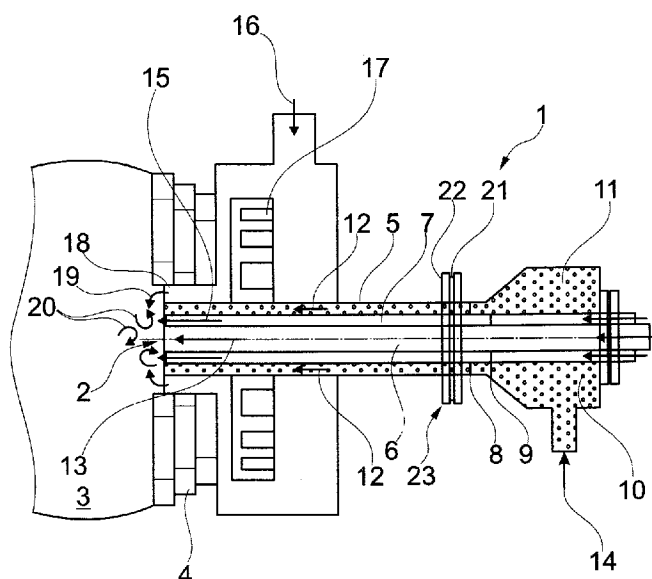


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a solids burner (1) for a combustion chamber (3) for the combustion of pulverised solid fuels (11), and to a method for the operation thereof, having a primary air feed device and a fuel feed device for producing an air/fuel mixture composed of primary air (11) and fuel (10), and having at least one lance (5) which transports the air/fuel mixture to a mouth opening (2). To enable the solids burner (1) to be operated with low nitrogen oxide emissions, there is provided upstream of the mouth opening (2) a control device (23) which adjusts a content of fuel (10) contained in the air/fuel mixture in pulsating fashion over time.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Feststoffbrenner (1) für einen Brennraum (3) zur Verbrennung von pulverisierten, festen Brennstoffen (10) und ein Verfahren zu dessen Betrieb mit einer Primärluftzufuhreinrichtung und einer Brennstoffzufuhreinrichtung zur Herstellung eines Luft/Brennstoffgemisches aus Primärluft (11) und Brennstoff (10) sowie zumindest einer das Luft/Brennstoffgemisch an eine Mündungsöffnung (2) transportierenden Lanze (5). Um den Feststoffbrenner (1) mit geringen Stickoxidemissionen betreiben zu können, ist vor der Mündungsöffnung (2) eine in dem Luft/Brennstoffgemisch enthaltenen Gehalt an

Brennstoff (10) über die Zeit pulsierend einstellende Steuereinrichtung (23) vorgesehen.

WO 2015/090278 A1



**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

### **Pulsationsbrenner zur Verbrennung fester Brennstoffe und Verfahren zu dessen Betrieb**

Die Erfindung betrifft einen Feststoffbrenner für einen Brennraum zur Verbrennung von pulverisierten, festen Brennstoffen und ein Verfahren zu dessen Betrieb mit einer Primärluftzufuhreinrichtung und einer Brennstoffzufuhreinrichtung zur Herstellung eines Luft/Brennstoffgemisches aus Primärluft und Brennstoff sowie zumindest einer das Luft/Brennstoffgemisch an eine Mündungsöffnung transportierenden Lanze.

Aus der EP 005 438 A1 ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Zündung und Aufrechterhaltung eines Verbrennungsvorgangs von pulverisierter, in einem Trägergasstrom einer Brennzone zugeführter Kohle bekannt. Es wird zur Verbesserung der Zündung und Erhaltung der Verbrennung vorgeschlagen, eine in einem vorgegebenen Bereich variierende Mischung aus Sauerstoff und Kohle in eine Brennzone zuzuführen. Eine umweltrelevante Erzeugung der Mischung ist nicht offenbart.

Aus der österreichischen Patentschrift Nr. 243167 ist eine Vorrichtung zum Steuern der Zufuhr von Brennstoff und Verbrennungsluft bei Brenneranlagen zur Erzielung einer pulsierenden Verbrennung bekannt.

Aus der französischen Patentschrift Nr. 795 933 ist eine in einem Luftstrom mit pulverisierter Kohle angeordnete Mischvorrichtung bekannt, bei der zwei frei gegeneinander drehende Propeller zur verbesserten Homogenisierung des Luft-/Kohlegemischs eingesetzt werden.

Aus der EP 1 312 859 A1 ist ein Feststoffbrenner bekannt, bei dem ein fester, pulverisierter Brennstoff wie Braunkohle und Primärluft vermischt werden und in einer Lanze einem Brennraum zugeführt und dort verbrannt werden. Zur Beschleunigung der Verbrennung wird zusätzlich Luft über eine zusätzliche Zufuhr in die Lanze eingebracht. Beispielsweise bedingt durch alternative Energiequellen werden derartige Feststoffbrenner bezüglich ihrer zu erbringenden Leistung variabel betrieben, das heißt teilweise unter Teillastbedingungen betrieben. Hierbei wird bevorzugt die Brennstoffzufuhr gedrosselt, so dass teilweise unvollständige Verbrennungsvorgänge mit instabilen Zündungsvorgängen auftreten. Hieraus resultieren hohe Schadstoffbelastungen, insbesondere hohe Anteile von Stickoxiden (NO<sub>x</sub>).

Aufgabe der Erfindung ist die Weiterbildung eines Feststoffbrenners mit insbesondere in einem Teillastbereich verringerten Emissionswerten. Desweiteren ist Aufgabe der Erfindung,

- 2 -

ein Verfahren für einen Betrieb eines Feststoffbrenners vorzuschlagen, welches den Ausstoß geringerer Schadstoffemissionen ermöglicht.

Die Aufgabe wird durch den Gegenstand des Anspruchs 1 gelöst. Die von diesem abhängigen Ansprüche geben vorteilhafte Ausführungsformen des Gegenstands des Anspruchs 1 wieder. Desweiteren wird die Aufgabe durch die Merkmale des Verfahrens des Anspruchs 12 gelöst. Der von dem Anspruch 13 abhängige Anspruch gibt eine vorteilhafte Ausführungsform des Verfahrens des Anspruchs 13 wieder.

Der vorgeschlagene Feststoffbrenner wird bevorzugt in Kraftwerken zur Stromerzeugung über Dampfturbinen, beispielsweise in Verbindung mit Kraft/Wärmekopplungen eingesetzt. Mittels des vorgeschlagenen Feststoffbrenners und des vorgeschlagenen Verfahrens zu dessen Betrieb kann dessen Betrieb mit geringerer Schadstoffentwicklung insbesondere mit geringeren NO<sub>x</sub>-Konzentrationen insbesondere im Teillastbetrieb und damit gemittelt beziehungsweise integriert über den gesamten Betrieb betrieben werden. Beispielsweise können zur Erreichung und Einhaltung von teilweise gesetzlich vorgegebenen Grenzwerten notwendige Mittel, beispielsweise SCR-Katalysatoren zur Entstickung und dergleichen eingespart beziehungsweise in verringertem Maße eingesetzt werden, so dass eine kostensparende Betriebsweise des Feststoffbrenners vorgesehen werden kann. Der Feststoffbrenner eignet sich hierbei bevorzugt in Kraftwerksprozessen mit einer Zufuhr des Brennstoffs mittels einer Lanze an einer Mündungsöffnung in den Brennraum. Hierbei treten im Gegensatz zu Rostfeuerungen durch niedrige Luftüberschüsse im Brennraum mit Luftzahlen von beispielsweise 1,4 und Temperaturen von 1200 °C und mehr hohe NO<sub>x</sub>-Konzentrationen auf, die mittels des vorgeschlagenen Feststoffbrenners in diesen Umgebungen besonders wirksam reduziert werden.

Im Einzelnen lösen der vorgeschlagene Feststoffbrenner und das vorgeschlagene Verfahren zu dessen Betrieb für Kraftwerke mit Mündungsöffnungsbrennern folgende Teilaufgaben: Zum einen kann ein niedriges CO-Emissionsniveau bei variabler Last erzielt werden. Gleichzeitig, das heißt alternativ oder zusätzlich, können NO<sub>x</sub>-Emissionen bei unterschiedlichen Lastfällen durch Pulsationsbetrieb auf niedrige NO<sub>x</sub>-Konzentrationen, beispielsweise unter ein Viertel der NO<sub>x</sub>-Konzentration eines nicht pulsierend betriebenen Feststoffbrenners unter ansonsten gleichen Bedingungen reduziert werden. Die Wärmeübertragung auf den Kessel bei variabler Last kann dabei durch eine Erhöhung der Verbrennungsintensität verbessert werden.

Hierbei kann während des pulsierenden Betriebs eine besonders gute Flammenstabilität erzielt werden, wenn als Feststoffbrenner ein Drallbrenner eingesetzt wird, dessen Flammenführung durch eine Zirkularströmung der Brennstoff- und Primärluftzufuhr, beispielsweise

mittels einer um die Mündungsöffnung angeordneten, zirkular zugeführten Sekundärluftzufuhr, stabilisiert wird.

Als besonders vorteilhaft hat sich gezeigt, wenn eine Frequenz einer Pulsation wie Pulsationsfrequenz des Feststoffbrenners zwischen 0,5 Hz und 1 Hz vorgesehen wird. In diesem Bereich tritt ein Minimum der NO<sub>x</sub>-Emissionen bei nahezu konstanten, auf einem niedrigen Niveau entstehenden CO- Konzentrationen auf. Die Pulsationsfrequenz ist unter Anderem abhängig von der Partikelgröße und deren Partikelverteilung der Brennstoffe und deren Beladung, so dass eine entsprechende Anpassung der Pulsationsfrequenz an diese Änderungen und entsprechend geänderte Pulsationsfrequenzen über den genannten Frequenzbereich hinaus von dem erfinderischen Gedanken umfasst sind.

Neben der Reduktion von Last und Emissionen kann bei dem vorgeschlagenen Feststoffbrenner die Verbrennungsintensität und das Flammenvolumen erhöht werden, was eine erhebliche Verbesserung der Wärmeübertragungsbedingungen bedeutet. Dies kann insbesondere bei Teillast einen Vorteil in großen Brennräumen darstellen.

Durch den pulsierenden Betrieb des vorgeschlagenen Feststoffbrenners kann eine verzögerte Mischung von Oxidationsmittel in Form der zugeführten Primärluft und gegebenenfalls zugeführten Sekundärluft und dem Brennstoff entstehen. Dies kann zu einer Ausdehnung des Flammenkörpers führen und über die Schichtdicke der Flamme die Wärmeabgabe verbessern. Dies ist insbesondere bei Teillast in Kraftwerksprozessen ein wesentlicher Vorteil. Die Bildung von NO<sub>x</sub> wird dabei vermindert, die Verbrennungsintensität und Verbrennungseffizienz gesteigert.

Im Einzelnen enthält der für einen Brennraum zur Verbrennung von pulverisierten, festen Brennstoffen vorgeschlagene Festbrenner eine Primärluftzufuhreinrichtung, beispielsweise ein volumengeregeltes Gebläse, einen Saugzugventilator oder dergleichen. Zur Einbringung von festem, pulverisiertem Brennstoff in die in der Primärluftzufuhreinrichtung geführten Primärluft ist eine Brennstoffzufuhreinrichtung, beispielsweise eine das Volumen und/oder das Gewicht des Brennstoffs überwachenden Dosiereinrichtung wie Zufuhrklappen, Dosierschächten, Förderschnecken und/oder dergleichen vorgesehen. Die Brennstoffe können aus Braunkohle, Steinkohle, organischem Material, deren Mischungen und dergleichen gebildet sein. Eine Steuereinheit dient der Einstellung eines Gehalts an Brennstoff in der Primärluft, also einer Einstellung einer Mischung von Brennstoff und Luft, beispielsweise einer vorgegebenen Menge an Brennstoff bezogen auf eine Volumeneinheit der Primärluft mittels einer Dosiereinrichtung des Brennstoffs und/oder der Primärluft. Über zumindest eine Lanze, beispielsweise ein Dosier- oder Zufuhrrohr, einen Zufuhrkanal oder dergleichen des Feststoffbrenners wird das Luft/Brennstoffgemisch an eine Mündungsöffnung transportiert. Die Mün-

- 4 -

dungsöffnung mündet in einem kugelförmigen, zylinderförmigen oder in Freiform ausgebildeten Brennraum mit einer Zündeinrichtung des Luft-/Brennstoffgemisches, so dass nach Zündung eine ausgehend von der Mündungsöffnung sich in den Brennraum erstreckende Flamme ausgebildet wird, die einen den Brennraum umgebenden oder angeschlossenen Kessel wie Dampfkessel erwärmt. Die bei der Verbrennung entstehenden Emissionen werden über eine Abgasöffnung, beispielsweise einen Kamin, Schornstein oder dergleichen emittiert. Hierbei kann eine Abgasreinigungsvorrichtung vorgeschaltet sein. Durch die Verminderung der entstehenden Emissionen kann eine derartige, gegebenenfalls vorhandene Abgasreinigungsvorrichtung effizienter betrieben werden.

Zur Verminderung der Emissionen wie Schadstoffbelastungen, insbesondere NO-Emissionen und CO-Emissionen ist zumindest in einem Teillastbereich des Feststoffbrenners in einem Strom des Luft/Brennstoffgemischs stromaufwärts vor der Mündungsöffnung eine Steuereinrichtung vorgesehen, die einen in dem Luft/Brennstoffgemisch enthaltenen Gehalt an Brennstoff über die Zeit pulsierend einstellt. Dies bedeutet, dass über die Zeit zyklisch variierend der Gehalt an Brennstoff in dem Luft/Brennstoffgemisch veränderbar vorgegeben wird.

In einer vorteilhaften Ausführungsform ist eine Steuereinrichtung vorgesehen, welche einen im Luft/Brennstoffgemisch konstant herangeführten Gehalt pulsierend an- und abreichert. Eine derartige Steuereinrichtung kann beispielsweise aus einer an der Lanze vor der Mündungsöffnung vorgesehenen, pulsierend Brennstoff aus dem Luft/Brennstoffgemisch aufnehmenden und abgebenden Stauscheibe gebildet sein. Es hat sich beispielsweise als vorteilhaft erwiesen, die Strömung an einer derartigen Stauscheibe so einzustellen, dass sich aufgrund von Verwirbelungen an der Stauscheibe an weniger angeströmten Bereichen Brennstoff ablagert und aufgrund der sich abhängig vom abgelagerten Brennstoff ändernden Strömungsgeometrie sich der abgelagerte Brennstoff wieder löst. Es hat sich dabei überraschend herausgestellt, dass eine im Wesentlichen plane Ausbildung der Stauscheibe diese Steuereinrichtung ausbilden kann. Um beispielsweise eine Justierung der Stauscheibe vornehmen zu können, kann diese gegenüber der Lanze, in dem das Luft/Brennstoffgemisch geführt wird, verlagerbar, beispielsweise radial verlagerbar angeordnet sein. Auf diese Weise kann der Querschnitt der Lanze beispielsweise von außen mechanisch verstellbar ausgebildet sein. Die Stauscheibe kann automatisiert betätigt sein, beispielsweise radial beziehungsweise exzentrisch zu einem Querschnitt der Lanze in einem gegenüber der Lanze fest angeordneten Rahmen verlagert werden. In besonders ausgebildeten Ausführungsformen kann die Stauscheibe zur Erzielung des pulsierenden Effekts

- 5 -

automatisiert in einer vorgesehenen beziehungsweise von einer elektronischen Steuerung vorgebbaren Frequenz, beispielsweise zwischen 0,5 Hz und 1 Hz gesteuert werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausbildung einer den Gehalt an Brennstoff in der Primärluft an- und abreichernden Steuereinrichtung kann vorgesehen sein, die Dosiermengen des Brennstoffs pulsierend zu betreiben, indem die Steuereinrichtung an der Brennstoffzufuhreinrichtung die Brennstoffzufuhr in die Primärluft pulsierend einstellt. Hierzu können entsprechende Dosiereinrichtungen vorgesehen sein, die im vorgeschlagenen Pulsationsfrequenzbereich zu- und abnehmende Mengen an Brennstoffen zur Ausbildung pulsierender Gehalte des Brennstoffs in den Primärluftstrom dosieren. Hierzu hat sich beispielsweise eine Steuereinrichtung aus einer pulsierend mit Brennstoff beschickten seelenlosen Schnecke ausgestatteten Brennstoffzufuhreinrichtung als vorteilhaft erwiesen. Hierbei werden beispielsweise jeweils zwischen zwei Schneckenwindungen unterschiedliche Mengen an Brennstoff dosiert und die Schnecke bei konstanter Drehbewegung verdreht, so dass an einem Mündungsschacht der Schnecke zeitlich abhängige Mengen an Brennstoff in den Primärluftstrom eingebracht werden. Alternativ kann eine Weite wie axialer Abstand von Windungen der Schnecke so bemessen sein, dass zwischen einer von einer Windung transportierten Brennstoffdosis zu der von der nächsten Windung transportierten Brennstoffdosis ein Abstand eingestellt ist, so dass die einzelnen Brennstoffdosen zeitlich nacheinander in der Pulsationsfrequenz in den Primärluftstrom eingebracht werden. Alternativ kann die Schnecke gleichmäßig befüllt und deren Drehbewegung zeitlich variiert gesteuert werden. Auf diese Weise wird ein zeitlich zyklisch variierender Gehalt an Brennstoff im Primärluftstrom erzielt.

Alternativ oder zusätzlich zu einer pulsierenden An- und Abreicherung der Gehalte an Brennstoff kann eine Steuereinrichtung vorgesehen sein, welche an der Primärluftzufuhreinrichtung die Primärluftzufuhr pulsierend einstellt. Hierbei kann eine Dosiermenge des Brennstoffs konstant gehalten werden oder zusätzlich zur Verstärkung des pulsierenden Effekts ebenfalls in derselben Phase pulsierend vorgenommen werden. In diesem Sinne ist eine entsprechende Steuereinrichtung für eine pulsierende Mengendosierung des Brennstoffs in den Primärluftstrom und eine Steuereinrichtung zur pulsierenden Steuerung des Primärluftstroms vorgesehen. Die Steuereinrichtung kann zum pulsierenden Betrieb der Primärluft beispielsweise entsprechende Zufuhrgebläse, Primärluftquerschnitte, Luftklappen, Ventile oder dergleichen pulsierend steuern.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann coaxial zu der zumindest einen Lanze mit einer Primärluftzufuhr eine weitere Lanze zur Zufuhr von Brennstoff in einem Luftstrom, einem Trägergas oder dergleichen mit einem gegenüber dem Primärluftstrom gleichen, einem höheren oder verminderten Gasstrom vorgesehen sein, wobei in zumindest einer der

Lanzen ein pulsierend betriebener Gasstrom in die Mündungsöffnung eingetragen und zumindest mittels einer Lanze der Brennstoff über die Mündungsöffnung in den Brennraum eingetragen wird.

Desweiteren können Anordnungen von bevorzugt koaxial zueinander angeordneten Lanzen vorgesehen sein, wobei zumindest ein in einer Lanze eingetragener Brennstoff Kohle ist und bei verschiedenen Brennstoffen ein Brennstoff organischer Feststoff, beispielsweise fest oder verfestigte und pulverisierte Biomasse ist. Staubförmige Kohlen weisen dabei vorteilhafterweise Partikelgrößenverteilungen  $d_{p50}$  von 50  $\mu\text{m}$  bis 110  $\mu\text{m}$  auf. Alternative, beispielsweise der Kohle beigemischte oder zusätzliche, beispielsweise mittels einer separaten Lanze zugeführte Brennstoffe können beispielsweise bis zu 20 % der Feuerungswärmeleistung mitverbrannt werden und einen  $d_{p50}$  von 1 mm bis 4 mm aufweisen. Bei mehreren über separate Lanzen zugeführten Brennstoffen kann die Brennstoffzufuhr der Kohle und/oder des alternativen Brennstoffs pulsierend vorgesehen sein.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, eine Frequenz eines pulsierenden Gehalts an Brennstoff größer gleich 0,5 Hz und kleiner gleich 1 Hz einzustellen. In dem vorgeschlagenen Verfahren wird der vorgeschlagene Feststoffbrenner pulsierend betrieben, indem fester, pulverisierter Brennstoff pulsierend mit einer Frequenz zwischen 0,5 Hz und 1 Hz in den Brennraum dosiert wird. Das Verfahren kann in einem Vollastbetrieb zur Verbesserung des Schadstoffausstoßes, insbesondere Stickoxiden, einen pulsierenden Betrieb des Feststoffbrenners vorsehen. Das Verfahren wird in bevorzugter Weise jedoch ausschließlich während eines Teillastbetriebes pulsierend durchgeführt, so dass der Feststoffbrenner bevorzugt ausschließlich in einem Teillastbereich pulsierend betrieben wird.

Die Erfindung wird anhand des in den Figuren 1 bis 6 dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dabei zeigen:

- Figur 1 eine schematische Seitenansicht eines Feststoffbrenners,
- Figur 2 eine schematische Darstellung einer Brennstoffzufuhreinrichtung,
- Figur 3 ein Diagramm einer Schadstoffentwicklung abhängig von einer Pulsationsfrequenz eines Feststoffbrenners,
- Figur 4a ein Reduzierstück der das Luft/Brennstoffgemisch führenden Lanze in Ansicht,
- Figur 4b das Reduzierstück der Figur 4a entlang der Schnittlinie A-A mit angebrachter Steuereinrichtung,
- Figur 4c das Reduzierstück der Figuren 4a, 4b in 3D-Ansicht,
- Figur 5 die Steuereinrichtung der Figuren 1 und 4b in Ansicht mit aus dem Quer-



- 7 -

schnitt der Lanze ausgefahrener Streuscheibe in schematischer Darstellung und

Figur 6 die Steuereinrichtung der Figur 5 in Ansicht mit in den Querschnitt der Lanze eingefahrener Streuscheibe in schematischer Darstellung.

Die Figur 1 zeigt in schematischer Seitenansicht den an der Mündungsöffnung 2 des nur teilweise dargestellten Brennraums 3 mit der Ausmauerung 4 angeordneten Feststoffbrenner 1. Der Feststoffbrenner 1 weist drei koaxial umeinander angeordnete, mittels der Abstandshalter 8, 9 aufeinander abgestützte Lanzen 5, 6, 7 auf, mittels derer Gasströme und Brennstoff durch die Mündungsöffnung 2 in den Brennraum 3 eingebracht und nach Zündung mittels einer nicht dargestellten Zündeinrichtung, beispielsweise eines kontinuierlichen Brennbetrieb absichernden Zündbrenners, verbrannt werden. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel erfolgt die Primärluftzufuhr mit der Primärluft 11 und dem darin fluidisierten festen Brennstoff 10, dargestellt durch den Pfeil 14, beispielsweise aus einem Steigrohr 26, (Figur 2) mittels der radial äußeren Lanze 5, symbolisiert durch die Pfeile 12, so dass eine Einbringung des Brennstoffs 10 an der Mündungsöffnung 2 in Form eines Ringspalts erfolgt. In der zentralen Lanze 5 kann zusätzlich zu dem in der Primärluft 11 enthaltenen Brennstoff 10 ein weiterer in einem Gasstrom wie Luftstrom fluidisierter fester Brennstoff beispielsweise pulverisierte Biomasse oder dergleichen in den Brennraum 3, symbolisiert durch den Pfeil 13 eingebracht werden. In der radial zwischen den Lanzen 5, 6 liegenden Lanze 7 kann Gas für eine Stützflamme in den Brennraum 3 über einen weiteren Ringspalt, symbolisiert durch die Pfeile 15 eingebracht werden.

Der Feststoffbrenner 1 ist als Drallbrenner ausgebildet. Hierzu wird radial außerhalb der Lanzen 5, 6, 7 um diese die Sekundärluftzufuhr in Richtung des Pfeils 16 zugeführt, wobei der Drallerzeuger 17, beispielsweise ein Lüfterrad oder dergleichen an dem Ringspalt 18 einen Luftdrall in Richtung der Pfeile 19 erzeugt, so dass die Gas- und Brennstoffströme der Lanzen 5, 6, 7 an der Mündungsöffnung 2 tangential symbolisiert durch die Pfeile 20 vermischt in den Brennraum 3 eingebracht werden.

Insbesondere in einem Teillastbereich des Feststoffbrenners 1 erfolgt die Zufuhr von Brennstoff 10 pulsierend, bevorzugt in einer Pulsationsfrequenz zwischen 0,5 Hz und 1 Hz. Hierzu ist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel vor der Mündungsöffnung 2 in der Lanze 5 die Stauscheibe 21 in den Flansch 22 eingebracht. Bei vorgegebenem Primärluftstrom reichert sich zyklisch an der Stauscheibe 21 Brennstoff 10 an und wird nach einer erfolgten Anreicherung wieder abgelöst, so dass eine Beschickung des Brennraums 3 mit sich zyklisch in der vorgeschlagenen Pulsationsfrequenz ändernden Gehalten an Brennstoff 10 erfolgt. Ge-

- 8 -

mäß einem weiteren Denkansatz wird eine pulsierende Einstellung der Gehalte an Brennstoff mittels eines an der Stauscheibe 21 eingestellten dynamischen Strömungsverhaltens des Brennstoff/Luftgemisches erzeugt. Die Pulsationsfrequenz ist abhängig von einer Partikelgrößenverteilung und einer Beladung des Primärluftstroms, also einem mittleren Gehalt an Brennstoff 10 in der Primärluft 11, der in bevorzugter Weise unterhalb eines typischen Gehalts an Brennstoff 10 bei Volllast liegt. Als vorteilhaft haben sich bei der Verwendung von Kohle als Brennstoff 10 beispielsweise Partikelgrößenverteilungen  $d_{50}$  zwischen 50 Mikrometer und 110 Mikrometer als vorteilhaft erwiesen. In diesem Sinn bildet die Stauscheibe 21 die Steuereinrichtung 23 zur Herstellung eines pulsierenden Gehalts an Brennstoff in der Primärluft 11.

Die Figur 2 zeigt eine gegenüber der Steuereinrichtung 23 geänderte Steuereinrichtung 23a zum pulsierenden Betrieb eines beispielsweise dem Feststoffbrenner 1 der Figur 1 ähnlichen Feststoffbrenners ohne Stauscheibe. Die Steuereinrichtung 23a ist durch die Dosiereinrichtung 24 gebildet, die zeitlich variierende Brennstoffmengen wie Brennstoffdosen 25 des Brennstoffs 10 in das zum Feststoffbrenner führende Steigrohr 26, in dem die Primärluft 11 geführt wird, einbringt. Hierzu ist die Dosiereinrichtung 24 als seelenlose Schnecke 27 ausgebildet, die mit einer vorgegebenen Drehgeschwindigkeit um die Drehachse d verdreht wird. Der Abstand a zwischen den Windungen 28 der Schnecke 27 ist dabei so bemessen, dass bei einer kontinuierlichen Befüllung der Schnecke 27 zwischen den von einer Windung 28 mitgenommenen Brennstoffdosen 25 und den in Transportrichtung davorliegenden Windungen 28 der Abstand b eingestellt wird, wodurch eine zeitlich variierende Zugabe von Brennstoffdosen 25 in das Steigrohr 26 erfolgt. Die Drehzahl der Schnecke 27 kann dabei an eine gewünschte Beladung der Primärluft 11 mit Brennstoff 10 angepasst werden, um eine gewünschte Frequenz wie Pulsationsfrequenz des Gehalts an Brennstoff 10 bevorzugt im Bereich von 0,5 Hz bis 1 Hz zu erzielen. Wird der Feststoffbrenner im Volllastbetrieb betrieben, sind die Abstände b aufgrund der erhöhten Brennstoffdosen 25 zwischen zwei Windungen ebenfalls mit Brennstoff 10 befüllt, so dass eine kontinuierliche Beschickung des Steigrohrs 26 mit Brennstoff 10 erfolgt. Die Figur 3 zeigt das beispielsweise mittels eines der Figur 1 entsprechenden Feststoffbrenners 1 gemessene Diagramm 30 mit den Gehalten c [NO<sub>x</sub>] an Stickoxiden und c [CO] an Kohlenstoffmonoxid des Abgases abhängig von der Frequenz F [Hz] wie Pulsationsfrequenz zwischen 0 und 1,2 Hz eines variierten Gehalts an festem, pulverisiertem Brennstoff 10 (Figuren 1 und 2). Die breiten Balken 31 – 35 geben dabei die Gehalte an Stickoxid und die schmalen Balken 36 – 40 die Gehalte an Kohlenstoffmonoxid an. Die Gehalte an Kohlenstoffmonoxid liegen weitgehend unabhängig von der Frequenz F auf einem niedrigen Niveau von beispielsweise zwischen 3 und 4 mg/Nm<sup>3</sup> bezogen auf 5 Volumenprozent trockenen Sauerstoffs, so dass kein negativer Einfluss vom pulsierenden

Betrieb des Feststoffbrenners 1 auf die in ausreichender Weise niedrigen Gehalte des Kohlenstoffmonoxids ausgeht. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel fallen die Stickoxidgehalte im Bereich der Frequenzen  $F=0$  am Balken 31, also bei nicht pulsierend betriebem Feststoffbrenner 1, und einer Frequenz  $F = 1,2$  Hz am Balken 35 auf ein Minimum – hier bei der Frequenz  $F=0,8$  signifikant von einem Betrieb bei nichtpulsierend betriebem Feststoffbrenner 1 von beispielsweise über  $500 \text{ mg/Nm}^3$  bezogen auf 5 Volumenprozent trockenen Sauerstoffs an Stickoxiden (Balken 31) auf teilweise auf unter 20 Prozent dieses Gehalts auf beispielsweise  $120 \text{ mg/Nm}^3$  bezogen auf 5 Volumenprozent trockenen Sauerstoffs an Stickoxiden (Balken 33). Dem Diagramm 30 liegen die Messungen an dem Brennraum 3 der Figur 1 mit dem Feststoffbrenner 1 zugrunde. In anderen Brennumgebungen können geänderte Messwerte auftreten und andere Frequenzen für einen minimalen Gehalt an Stickoxiden vorteilhaft sein.

Die Figuren 4a bis 4c zeigen in der Zusammenschau das Reduzierstück 41 der Lanze 5 der Figur 1 in Ansicht gegen die Strömungsrichtung des Luft/Brennstoffgemisches (Figur 4a), einen Längsschnitt entlang der Strömungsrichtung entlang der Schnittlinie A-A mit angeordneter Steuereinrichtung 23 (Figur 4b) und in 3D-Ansicht (Figur 4c). Das Reduzierstück 41 weist zwei Rohrabschnitte 42, 43 mit unterschiedlichen Durchmessern  $D1$ ,  $D2$ , beispielsweise zirka 150 mm und 70 mm auf. An dem größeren Durchmesser  $D1$  ist die Öffnung 44 beispielsweise mit einem Durchmesser  $D3$  von zirka 40 mm bis 45 mm zur Aufnahme des Steigrohrs zur Einführung des Luft/Brennstoffgemisches in die Lanze 5 und anschließend in den Brennraum 3 eingebracht. Der Abstand  $A1$  des Mittelpunkts der Öffnung 44 zum Ende des Rohrabschnitts 42 beträgt zirka 65 mm. Die Längen  $L1$ ,  $L2$  der Rohrabschnitte 42, 43 betragen ca. 115 mm und 50 mm. Die Länge  $L3$  des Mittelabschnitts 45 zwischen den beiden Rohrabschnitten 42, 43 beträgt zirka 140 mm. Die Radien  $R1$ ,  $R2$  an den Übergängen zwischen den Rohrabschnitten 42, 43 und dem Mittelabschnitt 45 betragen 80 mm und 90 mm. Der Öffnungswinkel  $\alpha$  des Mittelabschnitts 45 beträgt  $30^\circ$ . Zwischen den beiden Radien  $R1$ ,  $R2$  ist ein kegelstumpfförmiger Bereich 46 mit einer Länge  $L4$  von zirka 33 mm vorgesehen. Endseitig ist an dem Rohrabschnitt 42 zur Strömungsachse ds konzentrisch die Öffnung 47 vorgesehen, durch die die Lanzen 6, 7 (Figur 1) geführt sind. Die Lanzen 6, 7 begrenzen an dem endseitigen Flansch 48 des Rohrabschnitts 43 einen hier nur angedeuteten Ringspalt 49, durch den das Luft/Brennstoffgemisch an die Mündungsöffnung 2 (Figur 1) geführt wird. Durch die Art und Ausbildung des Reduzierstücks 41 erfolgt die Leitung des Luft/Brennstoffgemisches an die Mündungsöffnung 2 mit Drall und kann durch die Steuereinrichtung 23 pulsierend erfolgen, indem an dieser Brennstoff zeitlich variierend abgeschieden und wieder mitgenommen wird. Es versteht sich, dass die

Ausbildung des Reduzierstücks 41 gegenüber dem dargestellten Ausführungsbeispiel auch andere Maße aufweisen kann.

Die Steuereinrichtung 23 besteht in dem gezeigten Ausführungsbeispiel aus der Streuscheibe 21 mit der zentralen Öffnung 51, die zwischen den Flanschen 22 radial verlagerbar gegenüber der Strömungsachse ds geführt ist. Zur Einstellung der exzentrischen Verlagerung der Streuscheibe 21 gegenüber dem Ringspalt 49 ist hier beispielsweise die Stellschraube 50 vorgesehen. In dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel verschließt die Streuscheibe 21 den oberen Teil des Ringspalts 49, während der untere Teil des Ringspalts 49 geöffnet bleibt. Durch den Drall stellt sich ein pulsierendes Gleichgewicht zwischen Ablagerung und Entfernung an der in den Ringspalt 49 einragenden Fläche F1 der Streuscheibe 21 ein. Die Fläche F1 kann beispielsweise zur Einstellung des Gleichgewichtes, zur Einstellung der Pulsationsfrequenz und dergleichen durch exzentrische Verlagerung der Streuscheibe 21 eingestellt werden.

Die Figuren 5 und 6 zeigen eine Ansicht der Steuereinrichtung 23 der Figuren 1 und 4b bei nicht in den Ringspalt 49 eingreifender Streuscheibe 21 (Figur 5) und bei eingestellter Fläche F1 in dem Ringspalt 49 (Figur 6). Die Streuscheibe 21 ist in den Flanschen 22, beispielsweise einem Rahmen aus Metall oder dergleichen radial verlagerbar geführt. Die freie Öffnung 51 entspricht im Wesentlichen dem Außendurchmesser des Ringspalts 49, der radial innen von dem nur schematisch dargestellten Außendurchmesser der Lanze 7 begrenzt wird. Die radial innerhalb der Lanze 7 dargestellte Lanze 6 entsprechend Figur 1 ist nicht dargestellt. In der Figur 5 ist die Streublende 21 zurückgezogen, so dass der gesamte Ringspalt 49 frei ist. Eine derartige Einstellung kann beispielsweise im Volllastbetrieb des Feststoffbrenners 1 (Figur 1) eingestellt werden. Zumindest im Teillastbetrieb ist die Streublende 21 entsprechend Figur 6 exzentrisch in den Ringspalt 49 verlagert, so dass eine pulsierende Zufuhr des Brennstoffs an die Mündungsöffnung 2 (Figur 1) eintritt. Die Verlagerung der Streuscheibe 21 kann mittels der Schraube 50 der Figur 4b manuell oder hierzu abweichend mittels eines Stellantriebs automatisiert erfolgen. Beispielsweise kann die Fläche F1 abhängig von dem Strom des Luft/Brennstoffgemischs, von der Partikelgröße des Brennstoffs, von dessen Gehalt im Strom, von dem Gehalt des Abgases an NOx und/oder CO, von dem Lastbetrieb und/oder dergleichen durch einen derartigen Stellantrieb eingestellt werden.

Bezugszeichenliste

1	Feststoffbrenner
2	Mündungsöffnung
3	Brennraum
4	Ausmauerung
5	Lanze
6	Lanze
7	Lanze
8	Abstandshalter
9	Abstandshalter
10	Brennstoff
11	Primärluft
12	Pfeil
13	Pfeil
14	Pfeil
15	Pfeil
16	Pfeil
17	Drallerzeuger
18	Ringspalt
19	Pfeil
20	Pfeil
21	Stauscheibe
22	Flansch
23	Steuereinrichtung
23a	Steuereinrichtung
24	Dosiereinrichtung
25	Brennstoffdosis
26	Steigrohr
27	Schnecke
28	Windung
30	Diagramm
31	Balken
32	Balken
33	Balken
34	Balken

35	Balken
36	Balken
37	Balken
38	Balken
39	Balken
40	Balken
41	Reduzierstück
42	Rohrabschnitt
43	Rohrabschnitt
44	Öffnung
45	Mittelabschnitt
46	Bereich
47	Öffnung
48	Flansch
49	Ringspalt
50	Stellschraube
51	Öffnung
A-A	Schnittlinie
A1	Abstand
a	Abstand
b	Abstand
D1	Durchmesser
D2	Durchmesser
D3	Durchmesser
d	Drehachse
ds	Strömungsachse
F	Frequenz
F1	Fläche
L1	Länge
L2	Länge
L3	Länge
L4	Länge
R1	Radius
R2	Radius
$\alpha$	Öffnungswinkel

**Patentansprüche**

1. Feststoffbrenner (1) für einen Brennraum (3) mit einer Abgasöffnung zur Verbrennung von pulverisierten, festen Brennstoffen (10) mit einer Primärluftzufuhreinrichtung und einer Brennstoffzufuhreinrichtung zur Herstellung eines Luft/Brennstoffgemisches aus Primärluft (11) und Brennstoff (10) sowie zumindest einer einem Strom des Luft/Brennstoffgemischs an eine Mündungsöffnung (2) transportierenden Lanze (5), dadurch gekennzeichnet, dass stromaufwärts vor der Mündungsöffnung (2) eine Steuerungseinrichtung (23) vorgesehen ist, welche mittels eines über die Zeit pulsierenden Betriebs des in dem Luft/Brennstoffgemisch enthaltenen Gehalts an Brennstoff (10) NO<sub>x</sub>-Emissionen an der Abgasöffnung vermindert.
2. Feststoffbrenner (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (23, 23a) einen im Luft/Brennstoffgemisch konstant herangeführten Gehalt an Brennstoff (10) pulsierend an- und abreichert.
3. Feststoffbrenner nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung an der Primärluftzufuhreinrichtung die Primärluftzufuhr pulsierend einstellt.
4. Feststoffbrenner (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (23a) an der Brennstoffzufuhreinrichtung die Brennstoffzufuhr in die Primärluft pulsierend einstellt.
5. Feststoffbrenner (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Frequenz (F) einer pulsierenden Einstellung des Gehalts an Brennstoff (10) größer gleich 0,5 Hz und kleiner gleich 1 Hz beträgt.
6. Feststoffbrenner (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (23) aus einer an der Lanze (5) vorgesehenen, pulsierend Brennstoff (10) aus dem Luft/Brennstoffgemisch aufnehmenden und abgebenden Stauscheibe (21) gebildet ist.
7. Feststoffbrenner (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass mittels einer gegenüber der Lanze (5) verlagerbaren Stauscheibe (21) ein Querschnitt der Lanze (5) einstellbar ausgebildet ist.
8. Feststoffbrenner (1) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Stauscheibe (21) in einem Rahmen radial verlagerbar gegenüber der Lanze (5) aufgenommen ist.
9. Feststoffbrenner (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzeugung eines Dralls stromaufwärts vor der Steuereinrichtung ein Reduzierstück

(41) mit einem Rohrabschnitt (42) großen Durchmessers (D1) und einem Rohrabschnitt (43) kleineren Durchmessers (D2) und einem zwischen diesen einen Durchmesserunterschied ausgleichenden Mittelabschnitt (45) vorgesehen ist, wobei an dem Rohrabschnitt (42) mit großem Durchmesser (D1) eine Öffnung (44) zur Zufuhr des Luft/Brennstoffgemisches vorgesehen ist.

10. Feststoffbrenner (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (23a) aus der mit einer pulsierend mit Brennstoff (10) beschickten seelenlosen Schnecke (27) ausgestatteten Brennstoffzufuhreinrichtung gebildet ist.
11. Feststoffbrenner (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass koaxial zu der zumindest einen Lanze (5) zumindest eine weitere Lanze (6, 7) zur Zufuhr eines Gasstroms vorgesehen ist und zumindest eine der Lanzen (5) pulsierend Brennstoff (10) in die Mündungsöffnung (2) einbringt.
12. Feststoffbrenner (1) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Brennstoff (10) Kohle ist und bei verschiedenen Brennstoffen ein Brennstoff organischer Feststoff ist.
13. Verfahren zum Betrieb eines Feststoffbrenners (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei dem Brennstoff (10) pulsierend mit einer Frequenz zwischen 0,5 Hz und 1 Hz in den Brennraum (3) dosiert wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Feststoffbrenner (1) ausschließlich während eines Teillastbetriebes pulsierend betrieben wird.



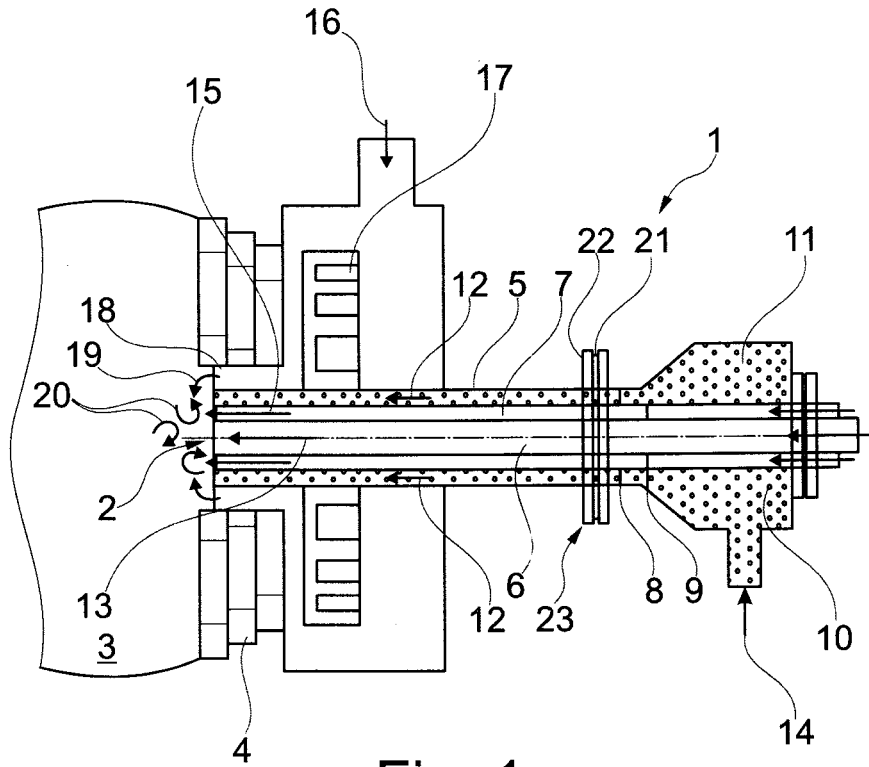


Fig. 1

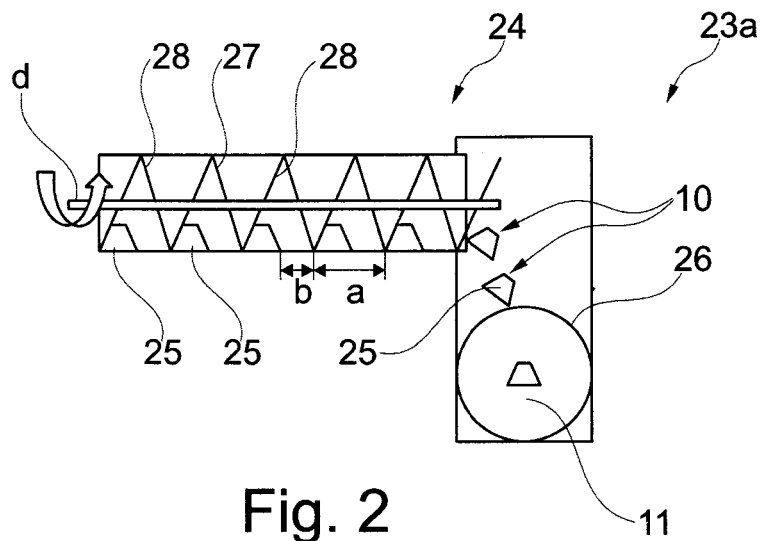


Fig. 2

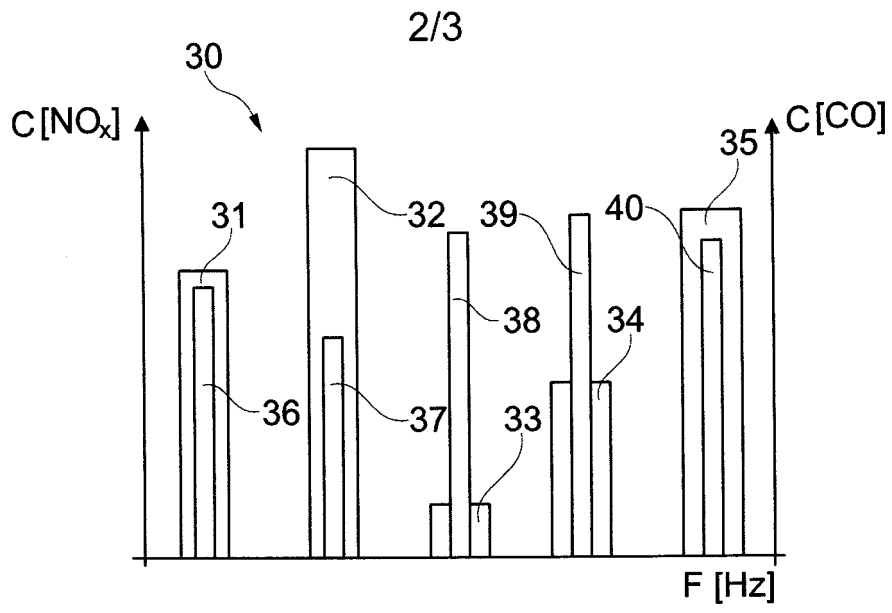


Fig. 3

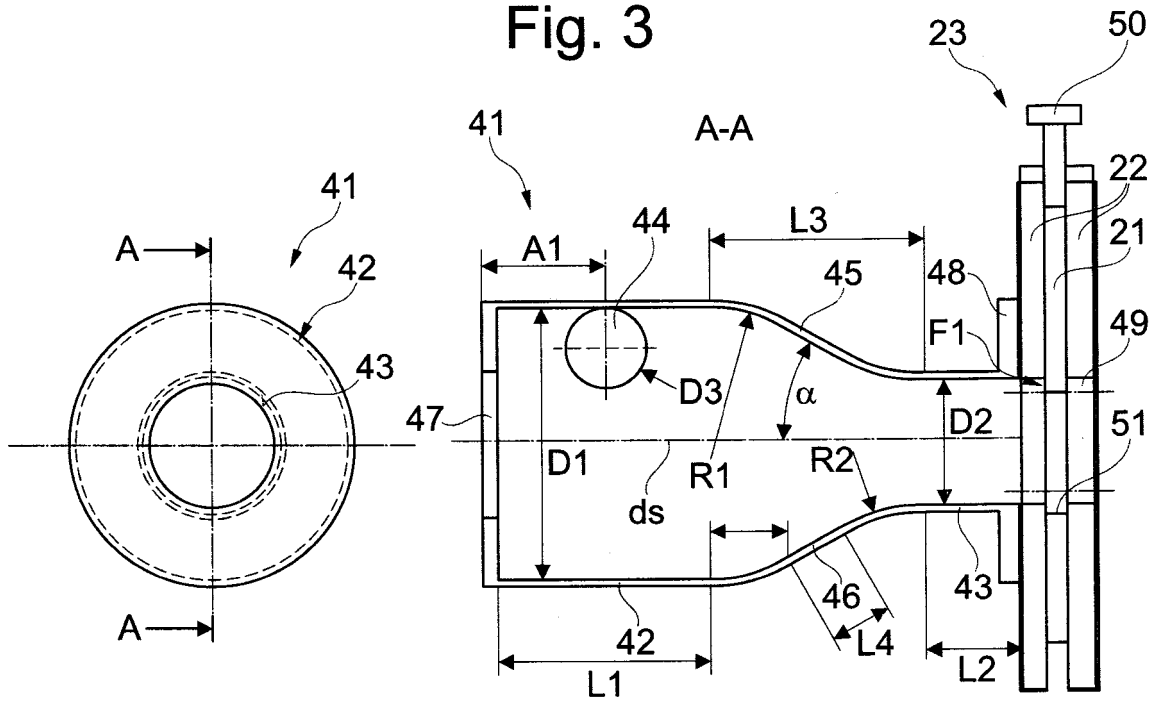


Fig. 4a

Fig. 4b

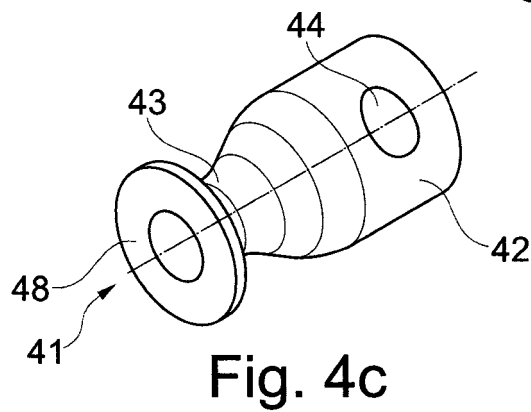


Fig. 4c

3/3

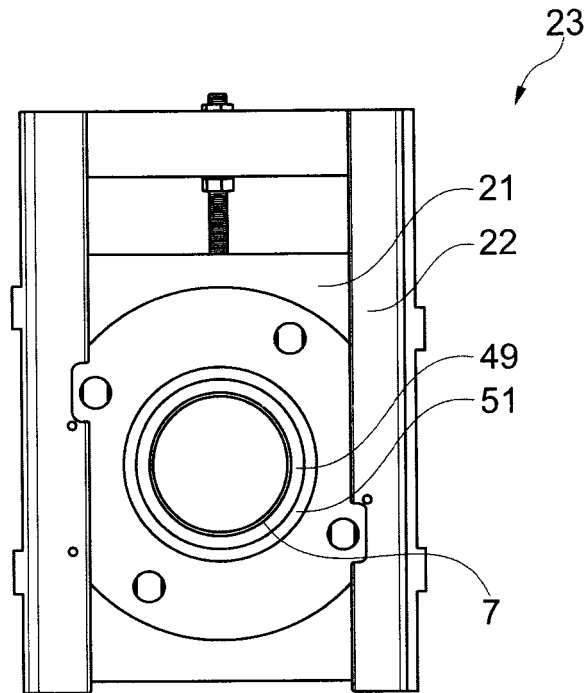


Fig. 5

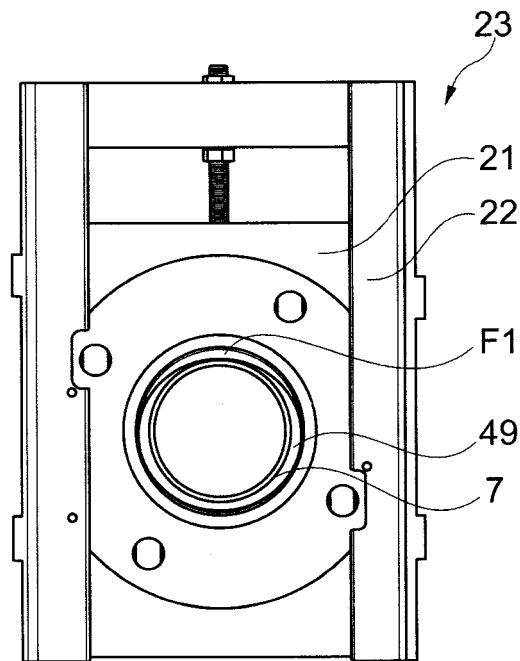


Fig. 6

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/DE2014/100447

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. F23C99/00 F23C15/00  
 ADD.  
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**  
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 F23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
 EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 741 265 A2 (FOSTER WHEELER ENERGY CORP [US]) 6 November 1996 (1996-11-06) page 3, lines 43-53; figures 1-6 page 2, lines 6,7 -----	1-4
X	US 4 846 665 A (ABBASI HAMID A [US]) 11 July 1989 (1989-07-11) figure 1 column 3, lines 32-40 column 4, lines 10-16 -----	1-4
X	EP 0 005 438 A1 (LUMMUS TECH FRANCE [FR]) 28 November 1979 (1979-11-28) cited in the application figure 1 page 5, line 34 - page 6, line 17 ----- -/--	1-4

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search  8 April 2015	Date of mailing of the international search report  21/04/2015
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Christen, Jérôme
--	--

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/DE2014/100447

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2 945 459 A (WOLFGANG JUNKERMANN) 19 July 1960 (1960-07-19) figure 1	1-4, 10-12
X	----- GB 1 515 094 A (MONIER CONCRETE IND) 21 June 1978 (1978-06-21) page 2, lines 39-44; figures 1-4 -----	1-4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/DE2014/100447
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 0741265	A2	06-11-1996	CA 2172342 A1	05-11-1996
			CN 1145466 A	19-03-1997
			DE 69614913 D1	11-10-2001
			DE 69614913 T2	17-01-2002
			EP 0741265 A2	06-11-1996
			ES 2160209 T3	01-11-2001
			JP 2732246 B2	25-03-1998
			JP H08303719 A	22-11-1996
			US 5582515 A	10-12-1996
			-----	
US 4846665	A	11-07-1989	NONE	
-----				
EP 0005438	A1	28-11-1979	AU 521349 B2	25-03-1982
			AU 4706579 A	22-11-1979
			CA 1097984 A1	24-03-1981
			DE 2962373 D1	06-05-1982
			EP 0005438 A1	28-11-1979
			IN 151718 A1	16-07-1983
			JP S54150729 A	27-11-1979
			US 4221174 A	09-09-1980
			ZA 7902335 A	28-05-1980
			-----	
US 2945459	A	19-07-1960	NONE	
-----				
GB 1515094	A	21-06-1978	BE 846328 A1	17-01-1977
			CA 1047324 A1	30-01-1979
			DE 2641923 A1	31-03-1977
			FR 2394756 A1	12-01-1979
			GB 1515094 A	21-06-1978
			IN 145812 A1	30-12-1978
			IT 1070592 B	29-03-1985
			JP S5245737 A	11-04-1977
			MY 8000226 A	31-12-1980
			NL 7610233 A	21-03-1977
			NO 762917 A	18-03-1977
			NZ 181848 A	16-03-1979
			SE 7609386 A	18-03-1977
			ZA 7605161 A	31-08-1977
			-----	

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F23C99/00 F23C15/00

ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F23C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 741 265 A2 (FOSTER WHEELER ENERGY CORP [US]) 6. November 1996 (1996-11-06) Seite 3, Zeilen 43-53; Abbildungen 1-6 Seite 2, Zeilen 6,7 -----	1-4
X	US 4 846 665 A (ABBASI HAMID A [US]) 11. Juli 1989 (1989-07-11) Abbildung 1 Spalte 3, Zeilen 32-40 Spalte 4, Zeilen 10-16 -----	1-4
X	EP 0 005 438 A1 (LUMMUS TECH FRANCE [FR]) 28. November 1979 (1979-11-28) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 1 Seite 5, Zeile 34 - Seite 6, Zeile 17 ----- -/--	1-4



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. April 2015

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

21/04/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Christen, Jérôme

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2 945 459 A (WOLFGANG JUNKERMANN) 19. Juli 1960 (1960-07-19) Abbildung 1	1-4, 10-12
X	----- GB 1 515 094 A (MONIER CONCRETE IND) 21. Juni 1978 (1978-06-21) Seite 2, Zeilen 39-44; Abbildungen 1-4 -----	1-4



**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2014/100447

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0741265	A2	06-11-1996	CA 2172342 A1 05-11-1996
			CN 1145466 A 19-03-1997
			DE 69614913 D1 11-10-2001
			DE 69614913 T2 17-01-2002
			EP 0741265 A2 06-11-1996
			ES 2160209 T3 01-11-2001
			JP 2732246 B2 25-03-1998
			JP H08303719 A 22-11-1996
			US 5582515 A 10-12-1996
-----			
US 4846665	A	11-07-1989	KEINE
-----			
EP 0005438	A1	28-11-1979	AU 521349 B2 25-03-1982
			AU 4706579 A 22-11-1979
			CA 1097984 A1 24-03-1981
			DE 2962373 D1 06-05-1982
			EP 0005438 A1 28-11-1979
			IN 151718 A1 16-07-1983
			JP S54150729 A 27-11-1979
			US 4221174 A 09-09-1980
			ZA 7902335 A 28-05-1980
-----			
US 2945459	A	19-07-1960	KEINE
-----			
GB 1515094	A	21-06-1978	BE 846328 A1 17-01-1977
			CA 1047324 A1 30-01-1979
			DE 2641923 A1 31-03-1977
			FR 2394756 A1 12-01-1979
			GB 1515094 A 21-06-1978
			IN 145812 A1 30-12-1978
			IT 1070592 B 29-03-1985
			JP S5245737 A 11-04-1977
			MY 8000226 A 31-12-1980
			NL 7610233 A 21-03-1977
			NO 762917 A 18-03-1977
			NZ 181848 A 16-03-1979
			SE 7609386 A 18-03-1977
			ZA 7605161 A 31-08-1977
-----			