



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.11.2022 Patentblatt 2022/46

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F23C 7/00^(2006.01) F23L 9/02^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22170612.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F23C 7/004; F23L 9/02

(22) Anmeldetag: **28.04.2022**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Martin, Johannes Ulrich**
81247 München (DE)
• **Schönsteiner, Max Josef**
81249 München (DE)
• **DeYoung, Stefan**
80637 München (DE)

(30) Priorität: **12.05.2021 DE 102021002508**

(74) Vertreter: **Castell, Klaus**
Patentanwaltskanzlei
Liermann-Castell
Am Rurufer 2
52349 Düren (DE)

(71) Anmelder: **Martin GmbH für Umwelt- und Energietechnik**
80807 München (DE)

(54) **DÜSE ZUM EINBLASEN VON GAS IN EINE VERBRENNUNGSANLAGE MIT EINEM ROHR UND EINEM DRALLERZEUGER, RAUCHGASZUG MIT EINER DERARTIGEN DÜSE UND VERFAHREN ZUR VERWENDUNG EINER DERARTIGEN DÜSE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Düse zum Einblasen von Gas in eine Verbrennungsanlage mit einem Düsenrohr und einem Drallerzeuger, wobei das Düsenrohr zylindrisch ist und der Drallerzeuger an der Innenseite des

Düsenrohrs befestigt ist, einen Rauchgaszug mit einer derartigen Düse und ein Verfahren zur Verwendung einer derartigen Düse.

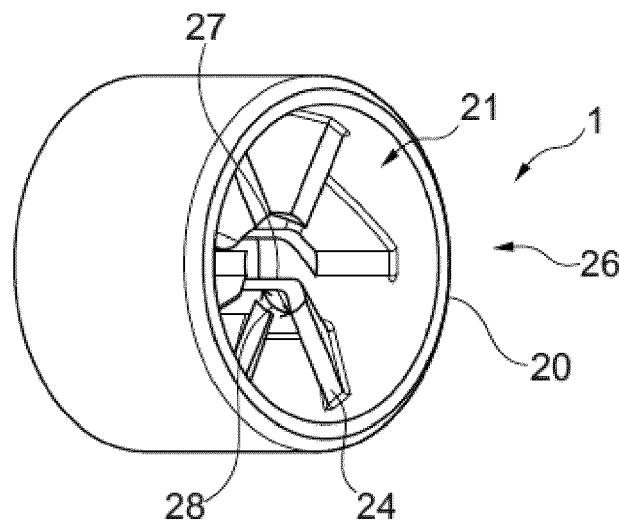


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Düse zum Einblasen von Gas in eine Verbrennungsanlage mit einem Rohr und einem Drallerzeuger, einen Rauchgaszug mit einer derartigen Düse und ein Verfahren zur Verwendung einer derartigen Düse.

[0002] Sekundärluftdüsen in Müllverbrennungsanlagen werden nach aktuellem Stand der Technik als Strahldüsen ausgeführt. Hierbei sind Druck und Düsendurchmesser die primären Auslegungsparameter. Der Druck beeinflusst primär die Eintrittsgeschwindigkeit, der Durchmesser den Volumenstrom. Der Gesamt-Volumenstrom ergibt sich aus der Düsenanzahl. Die Düsen-einsätze können als Gussbauteil gefertigt werden.

[0003] In Müllverbrennungsanlagen tritt an der Vorderwand häufig ein schlecht durchmischter Bereich mit Luftmangel auf, was zu erhöhten CO-Konzentrationen und CO-Peaks führen kann, insbesondere bei einem hohen Heizwert des Brennstoffs, wie dies beispielsweise auch bei der Verwendung von kochkalorischen Brennstoffen und Müllverbrennungsanlagen mit Rostfeuerung auftreten kann.

[0004] Die EP 0611 919 A1 beschreibt eine Düse zum Zuführen eines Verbrennungsgases, mit der ein drallbeaufschlagter Sekundärgasstrahl erzeugt wird, der einen Bereich nahe der Kesselwand intensiv vermischt und mit Sauerstoff anreichert. Die Menge des zugeführten Volumenstroms wird in der Gasdüse mit einem axial zur Düsenlängsachse verschiebbar angeordneten Regelkörper eingestellt, der den Düsenquerschnitt zumindest teilweise versperrt und mit einer aus der Düse herausführbaren Verstelleinrichtung zur geschwindigkeitsregelnden Zuführung des Sekundärgases versehen ist. Am verschiebbaren Regelkörper befinden sich Distanzelemente, die als Drallkörper in der Form von gebogenen Leitschaukeln ausgebildet sind und an der Innenwand der Düse geführt sind.

[0005] Beim Einsatz dieser Düsen kann Rauchgas zum im Düsenkonus angeordneten Regelkörper gelangen und Ablagerungen am Drallkörper können dessen Beweglichkeit beeinträchtigen.

[0006] Die US 5,727,480 beschreibt ein Düsenrohr, das konzentrisch von einem weiteren Düsenrohr umgeben ist. Eine Luftströmung im inneren Düsenrohr führt dazu, dass Gas durch den Ringspalt zwischen den konzentrischen Rohren eingezogen wird. In diesem Ringspalt sind Leitbleche vorgesehen, die durch den Ringspalt strömendes Gas vom inneren Rohr zum äußeren Rohr leiten, sodass am Düsenaustritt eine ganz spezielle Gasströmung entsteht.

[0007] Die Düse ist aufwändig in ihrem Einsatz, da zwei geregelte Gaszuführungen vorgesehen werden müssen.

[0008] Die WO 2012/096319 A1 beschreibt ebenfalls konzentrische Rohre zur gezielten Zuführung von Gas. Im inneren Rohr ist ein Drallkörper mittels eines Stabes axial zur Düsenlängsachse verschiebbar angeordnet.

[0009] Im Einsatz ist hier mit Verschmutzungen an den Rohren und insbesondere auch am Drallkörper zu rechnen, die den Gasdurchfluss behindern.

[0010] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, eine Düse für Verbrennungsanlagen so weiterzuentwickeln, dass sie im rauen Einsatz eine lange Standzeit hat und bei gleichem Volumenstrom und Druck zu einer stärkeren Strahlaufweitung führt. Außerdem wird ein Verfahren für den Einsatz derartiger Düsen vorgestellt.

[0011] Diese Aufgabe wird mit einer Düse mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, einem Rauchgaszug mit einer derartigen Düse nach Anspruch 15 und einem Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 17 gelöst.

[0012] Die entwickelten Dralldüsen führen bei gleichem Volumenstrom und Druck zu einer stärkeren Strahlaufweitung und dadurch zu einer geringeren Eindringtiefe. Dies wird durch eine Impulsaufteilung in eine axiale und eine tangentielle Komponente erreicht. Bei Strahldüsen geht der Impuls vollständig in die axiale Richtung. Durch den Einsatz von Dralldüsen als Sekundärluftdüsen insbesondere in Müllverbrennungsanlagen kann ein Luftmangel in Wandnähe, insbesondere an der Vorderwand, reduziert werden.

[0013] Der entwickelte Düsen Einsatz hat eine spezielle Eindüsungseigenschaft. Wie bei an der Decke von Wohnräumen angeordneten Luftauslässen von Lüftungsanlagen wird beim Einsatz der erfindungsgemäßen Düse in einer Verbrennungsanlage ein gleichmäßiger "Luftschleier" nahe der Kesselwand erzeugt, um das Durchbrechen von CO-Strahlen zu verhindern. Mit bekannten Düsen-einsätzen wurde bisher ein möglichst hoher Impuls des eingedüsten Mediums erzeugt, um eine möglichst hohe Durchmischung des Rauchgases bei möglichst niedrigem Einsatz von zugeführter Verbrennungsluft zu erreichen.

[0014] Auch wenn mit einer Düse zwei unterschiedliche Medien (bspw. rezirkuliertes Rauchgas und Luft) eingedüst werden, steht ein hoher Impuls zur effektiven Durchmischung des Rauchgas über möglichst den gesamten Kesselquerschnitt hinweg im Vordergrund.

[0015] Die bekannten Verfahren haben jedoch immer den Nachteil, dass bedingt durch den Abstand der einzelnen Düsen und die in der Nähe der Wand noch wenig aufgefächerten Luftstrahlen Zonen gebildet werden, die keine Durchmischung erfahren. Hier kann COhaltiges Abgas die Sekundärverbrennungsebene ungehindert passieren.

[0016] Ziel der Auslegung ist es, einen Dralleinsatz zu konstruieren, der bei möglichst starker Drallerzeugung eine ähnliche Druck-Volumenstrom-Kennlinie aufweist wie eine konventionelle Strahldüse. Dies wird durch ein über seine gesamte Länge zylindrisches Rohr erreicht. Der Einlass ist vorzugsweise nicht abgerundet. Bei einem zu hohen Druckverlust müsste man den Düsendurchmesser sehr stark vergrößern, um ausreichende Volumenströme im konventionellen Druckbereich zu erreichen. Höhere Drücke wären nur mit einem zusätzli-

chen Lüfter/Kompressor erreichbar. Auch die Bauteilkosten für den größeren Drallerzeuger wären höher. Dies soll aus Kostengründen vermieden werden.

[0017] Ein zusätzliches Ziel der Auslegung ist es, eine möglichst gleichförmige Drallströmung am Düsenauslass zu erzeugen, möglichst ohne Rückströmungen in das Düsenrohr hinein, um einen potentiellen Eintrag von Aschepartikeln und von heißen Rauchgasen zu verhindern. Dadurch sollen Verschmutzung und Korrosion des Drallerzeugers vermieden werden. Hierbei sind gerade Schaufeln verdrillten Schaufeln, und Schaufeln mit gerader Einlaufstrecke Schaufeln ohne gerader Einlaufstrecke vorzuziehen.

[0018] Viele Faktoren wirken sich unterschiedlich auf die Effektivität der Düsen aus. Ein Diffusor oder auch ein Radius am Düsenauslass reduzieren den Druckverlust, allerdings ist nur in Kombination mit einem kleinen Drallerzeuger eine anliegende Strömung zu erwarten. Zusätzlich wird die Ausbildung von Rückströmungsbereichen verstärkt, was die Gefahr der Verschmutzung und Korrosion des Düseninneren erhöht.

[0019] Ein Loch in der Mitte des Drallerzeugers reduziert die Ausbildung von Rückströmungsbereichen und reduziert auch den Druckverlust. Eine Verbindung der Schaufeln in der Mitte (z.B. als Stift oder Ring) ist eher von Nachteil, da hierdurch die Ausbildung von Rückströmungsbereichen verstärkt wird und sich auch der Druckverlust erhöht. Vorteilhaft sind dabei eine steifere Konstruktion und eine Fertigung des Drallerzeugers ohne äußeren, verbindenden Ring.

[0020] Eine gerade Einlaufstrecke der Schaufeln reduziert den Druckverlust und ist daher von Vorteil. Der Übergang zum Drall erzeugenden Teil der Schaufeln kann verschieden ausgeführt werden; z.B. als Radius oder gekrümmtes Profil. Der Drall erzeugende Teil der Schaufeln kann ebenfalls gekrümmt sein. Die Schaufeln können weiterhin auch mit zunehmender Schaufelhöhe vom Einlauf bis zum Düsenaustritt ausgeführt werden.

[0021] Der Drallerzeuger sollte etwas nach innen versetzt werden, um die Verschmutzungs- und Korrosionsgefahr zu reduzieren. Allerdings wird hierdurch auch die Drallwirkung reduziert. Falls sich im Anlagenbetrieb ein zu starker Verschleiß zeigt, kann der Drallerzeuger weiter ins Rohrinne versetzt werden, was durch einen höheren Drallwinkel ausgeglichen werden kann. Dieser führt zwar zu einem höheren Druckverlust, der jedoch durch einen größeren Düsendurchmesser oder einen Diffusor ausgeglichen werden kann.

[0022] Der Drallerzeuger kann auch in einem konisch zusammenlaufenden Teil eines konventionellen Strahldüsenesatzes eingesetzt sein. Auch eine Drallerzeugung durch tangentielle Einbringung der Luft in die Düse mit mehreren über den Umfang verteilten Eintrittskanälen ist vorteilhaft. Hierfür sind aber eine aufwendigere Konstruktion und eine komplexe Auslegung notwendig.

[0023] Herstellungstechnisch ist es vorteilhaft, wenn das Rohr in einem Außenrohr angeordnet ist. Der Dralleinsatz besteht somit aus einem Rohr, in dem der

Drallerzeuger angeordnet ist. Dieses Rohr ist in das Außenrohr eingeschweißt. Dadurch entsteht ein Düsenesatz, der in ein Düsenrohr eingesetzt werden kann. Das Rohr hat vorzugsweise eine Wanddicke von 2 bis 5 mm. Der Innendurchmesser des Rohrs beträgt vorzugsweise 40 bis 80 mm und liegt im Ausführungsbeispiel bei etwa 50 mm.

[0024] Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der Drallerzeuger Schaufelprofile hat, die zur Erzeugung des Dralls einen Winkel von 15° bis 60° und vorzugsweise von 40° bis 50° aufweisen. Ein Ausführungsbeispiel hat einen Winkel von 45°. Bei größeren Winkeln erhöht sich die Drallwirkung. Dies führt aber zu einem höheren Druckverlust und der Ausbildung von Rückströmungsbereichen.

[0025] Um die Düse zu schützen wird vorgeschlagen, dass der Abstand des Drallerzeugers vom Rohrauslass und somit vom Kesseleintritt etwa 10 bis 30 mm beträgt. Der Drallerzeuger sollte daher im Rohr um mindestens 5 mm und vorzugsweise etwa 10 mm nach innen versetzt angeordnet sein.

[0026] Der Drallerzeuger hat vorzugsweise mehr als 4 und beispielsweise 6 über den Umfang verteilte Drallschaufeln. In der Regel liegt die Anzahl der Schaufeln bei 4 bis 8 Stück.

[0027] Die Schaufeln des Drallerzeugers sollten eine durchschnittliche Dicke des Schaufelprofils zwischen 1 und 6 mm und vorzugsweise zwischen 2 und 4 aufweisen. Ihre Länge in axialer Richtung des Düsenrohrs sollte bei 20 bis 60 mm und vorzugsweise bei etwa 30 mm liegen, wovon 30 bis 70 % und vorzugsweise etwa 50 % als gerade Einlaufstrecke ausgebildet sind, um den Druckverlust zu reduzieren.

[0028] Eine Verschmutzung der Schaufeln wird reduziert, wenn der Drallerzeuger Drallschaufeln aufweist, die einen zentralen freien Durchlass bilden, dessen Durchmesser größer ist als 20 % des Innendurchmessers des Rohrs. Dabei ist es vorteilhaft, wenn sich die Schaufeln nicht berühren. In der Praxis sollte der Durchmesser des freien Lochs in der Mitte der Schaufeln bei 10 bis 30 mm, wie beispielsweise bei 16 mm liegen. Das sind dann etwa 30 % des Rohrinneinnendurchmessers.

[0029] Als zusätzliche Option wird eine variable Einstellung des Dralls vorgeschlagen. Dies kann entweder mittels eines mechanisch verstellbaren Anstellwinkels des Drallerzeugers oder mittels zweier konzentrischer Kanäle mit unterschiedlichem Drallwinkel (z.B. drallfreier Kernstrahl und verdrallter Ringspalt) erreicht werden. Die Kanäle können dabei mit einem variablen Volumenstromverhältnis durchströmt werden. So können beispielsweise zwei Sammler jeweils mit einer Druckregelung über ein Stellventil vorgesehen sein. Eine solche Ausführung ist primär für eine flexible Fahrweise von Vorteil und zum Beispiel bei Verschiebungen der Verbrennungszone durch Variation des mittleren Müllheizwertes oder bei Variation der Last sinnvoll. Auch das Einbringen und Mischen von verschiedenen Gasen (z.B. Luft mit Rezirkulations-Gas oder Luft mit Dampf) sind hiermit mög-

lich.

[0030] Eine besondere Ausführungsform sieht daher vor, dass der Drallerzeuger bewegliche Drallschaufeln aufweist.

[0031] Eine alternative Ausführungsform sieht vor, dass das Rohr mindestens einen und vorzugsweise mehrere am Umfang verteilte tangentielle Eintrittskanäle aufweist. Alternativ oder kumulativ kann die Düse auch ein Rohr mit mindestens einem und vorzugsweise mehreren am Umfang verteilten spiralförmigen Gasführungen aufweisen.

[0032] Vorteilhaft ist es, wenn die Machzahl Ma der Düse unter 0,4 liegt.

[0033] Wenn die Düse in einer Feuerung eingebaut ist, dann sollte sie in einer Wand eines Rauchgaszuges, vorzugsweise an der Vorderwand eines Rauchgaszuges, angeordnet sein. Vorteilhaft ist es, wenn zwei der Düsen nebeneinander angeordnet sind und einen gegenseitigen Drall ausüben.

[0034] Außerdem kann eine Düse zum Einblasen von Gas ohne Drall, die auch als Strahldüse bezeichnet wird, neben einer Düse zum Einblasen von Gas mit Drall, die auch als Dralldüse bezeichnet wird, angeordnet sein.

[0035] Ein Verfahren zur Verwendung einer derartigen Düse dient dem Einblasen eines Gases, wie insbesondere von Luft- oder Sauerstoff zur Sauerstoffanreicherung beispielsweise an einer Wand und insbesondere der Vorderwand einer Verbrennungsanlage wie beispielsweise einer Müllverbrennungsanlage, vorzugsweise bereits im ersten Zug. Dieses Verfahren eignet sich insbesondere bei einem hohen Heizwert (z.B. Ersatzbrennstoff) und bei einer Rostfeuerung.

[0036] Die Düsen können zur Erweiterung bestehender Verbrennungsluftsysteme im Bereich der Sekundärverbrennung eingesetzt werden. Dabei können die Dralldüsen einzelne Düsen ersetzen oder zusätzlich eingesetzt werden. Vorteilhaft ist dabei eine gegenseitige Drehrichtung benachbarter Düsen.

[0037] Bei diesem Verfahren ist es vorteilhaft, wenn der Gasvolumenstrom, der durch die Düse geleitet wird, auf 100 bis 1500 Nm^3/h pro Düse eingestellt wird. Dabei ergibt sich ein Betriebsdruck im Sammler der Düsenebene von ca. 5 bis 100 mbar und die Eintrittsgeschwindigkeit liegt bei 10 bis 100 m/s. Bei einem Ausführungsbeispiel liegt der Luftvolumenstrom bei 100 bis 500 Nm^3/h bei einem Betriebsdruck im Sammler von 10 bis 60 mbar und einer Eintrittsgeschwindigkeit von 20 bis 80 m/s.

[0038] Die Düse kann beispielsweise auch für Luft, Rezirkulationsgas, Dampf, CO_2 , O_2 und N_2 und Mischungen daraus genutzt werden. Bei der Einbringung von Rezirkulationsgas, das meist partikelbeladen ist, oder Dampf ist allerdings mit einem höheren Verschleiß durch Verschmutzung und Korrosion zu rechnen.

[0039] Derartige Düsen können als Dralleinsatz mittels 3D-Druck aus Edelstahl (z.B. 17-4PH bzw. 1.4548) gefertigt werden und alternativ auch beispielsweise mittels Feinguss oder CNC-Fräsen.

[0040] Ein Dralleinsatz ist in ein Außenrohr einschweißbar. Der Dralleinsatz ist jedoch auch als Schweißkonstruktion beispielsweise mit in ein Rohr eingeschweißten Blechen ausführbar - alternativ zu 3D-Druck, Feinguss oder CNC-Fräsen.

[0041] Eine weitere Verringerung der Verschmutzungs- und Korrosionsgefahr ist z.B. durch abgerundete Schaufeln oder durch eine mittige Nase oder Spitze möglich.

[0042] Je nach Ausführungsform kann die Dralldüse auch eine geringere Sogwirkung im Vergleich zu Strahldüsen haben, was zu einem geringeren Partikeleintrag an der entsprechenden Kesselwand führt.

[0043] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert. Es zeigt die

Figur 1 ein Rohr mit einem Drallerzeuger

Figur 2 einen Blick in einen Drallerzeuger

Figur 3 einen Dralleinsatz in einem Außenrohr, die als Düseneinsatz in einem Düsenrohr angeordnet sind,

Figur 4 eine Gasverteilung am Ausgang einer an der vorderen Kesselwand angeordneten Dralldüse,

Figur 5 eine Gasverteilung einer an derselben Stelle wie in Figur 1 angeordneten und mit gleichem Volumenstrom und Druck betriebenen herkömmlichen Strahldüse,

Figur 6 einen Rauchgaszug mit 4 Strahldüsen und links unten mit einer Strahldüse als kleine Düse

Figur 7 den in Figur 6 gezeigten Rauchgaszug mit rechts unten einer Dralldüse als kleine Düse,

Figur 8 einen Rauchgaszug mit 4 Strahldüsen und links oben mit einer Strahldüse als kleine Düse

Figur 9 den in Figur 8 gezeigten Rauchgaszug mit rechts oben einer Dralldüse als kleine Düse,

Figur 10 links ein Außenrohr einer Düse, mittig zwei Dralleinsätze mit Rohr und Drallerzeuger und rechts einen Düseneinsatz aus einem Außenrohr mit einem eingeschweißten Dralleinsatz,

Figur 11 eine Düse mit einer Drallerzeugung durch tangentielle Einbringung des Gases in einem konischen Bereich der Düse und

Figur 12 ein Rohr mit einer Drall erzeugenden Innenkontur als Düse oder Zuleitung zu einer Düse.

[0044] Die Figur 1 zeigt eine Düse 1 als Dralleinsatz 26 aus einem Rohr 20, in dem als Drallerzeuger 21 sechs Drallschaufeln 24 (nur exemplarisch beziffert) angeordnet sind. Die Drallschaufeln haben in Strömungsrichtung des Gases auf einer Länge von etwa 40 mm keine Abwinkelung und bilden somit eine gerade Einlaufstrecke 27. Danach sind sie abgewinkelt und bilden einen Drallwinkel 28 von etwa 45° zur geraden Einlaufstrecke.

[0045] In der Figur 2 ist ein Dralleinsatz aus einer anderen Perspektive gezeigt, in der der zentrale freie Durchlass 25 zu erkennen ist.

[0046] Die Figur 3 zeigt ein Düsenrohr 28, in dem als Düseneinsatz 29 ein in einem Außenrohr 23 gehaltener Dralleinsatz 26 angeordnet ist.

[0047] Die Figur 4 zeigt eine Düse 1 als Dralldüse zu Einblasen von Gas 2 in eine Verbrennungsanlage 3. Die Verbrennungsanlage ist schematisch als erster Rauchgaszug 4 dargestellt. Darunter zeigt die Figur 5 eine herkömmliche Strahldüse 5, die den gleichen Volumenstrom an Gas in den Rauchgaszug 4 fördert. Der Vergleich der Figuren zeigt deutlich, dass das eingeblasene Gas 2 in Figur 4 an der Vorderwand 6 des Rauchgaszuges 4 bleibt und nicht so weit in den Rauchgaszug 4 eindringt wie bei der Figur 5, bei der das Gas 2 viel weiter zur Mitte des Rauchgaszuges 4 gelangt und sich erst dort fächerförmig verteilt.

[0048] Den Vorteil der Dralldüse in der Praxis zeigen auch die Figuren 6 bis 9. Dort zeigen jeweils die Bezugsziffern 7 und 8 große Strahldüsen an der Rückwand 9 des Rauchgaszuges 4. An der Vorderwand 6 sind in den Figuren 6 und 7 jeweils oben große Strahldüsen 10 und darunter eine hintere große Strahldüse (nicht gezeigt) angeordnet, die Gas 2 in den Rauchgaszug 4 fördern.

[0049] Waagerecht neben den unteren verdeckten, großen Strahldüsen sind kleinere Düsen angeordnet, die bei dem in Figur 6 gezeigten Beispiel als kleine Strahldüse 11 und in Figur 7 als kleine Dralldüse 12 ausgebildet sind. Eine kleine Düse 11, 12 unterscheidet sich von einer großen Düse 8, 9, 10 dadurch, dass eine kleine Düse 11, 12 einen geringeren Volumenstrom an Gas in den Rauchgaszug 4 fördert.

[0050] Während von ganz unten durch den Rost Primärverbrennungsgas 16 zugeführt wird, entsteht in Figur 6 an der Vorderwand 6 ein Bereich 14 mit Luftmangel und im Bereich der Rückwand 9 ein Bereich 15 mit Luftüberschuss. Die Figur 7 zeigt hingegen, dass durch den Einsatz der kleinen Dralldüse 12 im Rauchgaszug 4 eine gleichmäßigte Luftverteilung und eine verbesserte Vermischung von Verbrennungsgasen und Luft entstehen.

[0051] Ähnlich ist es, wenn wie in den Figur 8 und 9 gezeigt waagerecht neben den oberen verdeckten, großen Strahldüsen 10 kleinere Düsen 13 und 14 angeordnet sind. Bei dem in Figur 8 gezeigten Beispiel sind diese

kleineren Düsen 13 und 14 als kleine Strahldüse 13 und bei dem in Figur 9 gezeigten Beispiel auf der rechten Seite als kleine Dralldüse 14 ausgebildet. Darunter sind jeweils große Strahldüsen 15 und 16 angeordnet. Auch dies führt zu dem Ergebnis, dass in Figur 8 an der Vorderwand 6 ein Bereich 14 mit Luftmangel und im Bereich der Rückwand 9 ein Bereich 15 mit Luftüberschuss entsteht. Die Figur 9 zeigt hingegen, dass durch den Einsatz der kleinen Dralldüse 14 im Rauchgaszug 4 eine gleichmäßigte Luftverteilung und eine verbesserte Vermischung von Verbrennungsgasen und Luft entstehen.

[0052] Die Figur 10 zeigt nun ein Außenrohr 23, einen Dralleinsatz 26 mit dem zylindrischen Rohr 20 und dem Drallerzeuger 21. Der Drallerzeuger 21 befindet sich innerhalb eines Rohres 20, das an der Innenseite 22 des Außenrohrs 23 angKopierteschweißt ist. Der Dralleinsatz 26 besteht aus dem Rohr 20, an dessen Innenseite als Drallerzeuger 21 Drallschaufeln 24 befestigt sind. Im Zentrum der Schaufeln ist ein zentraler freier Durchlass 25, da sich dort die Enden der Schaufeln nicht berühren.

[0053] Die in Figur 11 gezeigte Düse 30 weist ein Düsenrohr 31 mit am Umfang verteilten tangentialen Eintrittskanälen 32, 33, 34 auf. Die Eintrittskanäle sind in einem konischen Bereich 35 des Düsenrohrs 31 gleichmäßig am Umfang verteilt und erlauben es, dass dort ein Gas zusätzlich zu dem im Düsenrohr 31 geführten Gas zugeleitet wird, um in der Düse 30 einen Drall zu erzeugen. Die Eintrittskanäle 32, 33, 34 dienen somit als an der Innenseite des Düsenrohrs 31 befestigter Drallerzeuger.

[0054] Letztlich zeigt die Figur 12 ein Düsenrohr 41 mit einer am inneren Umfang angebrachten spiralförmigen Gasführung 42.

Patentansprüche

1. Düse (1) zum Einblasen von Gas (2) in eine Verbrennungsanlage (3) mit einem Rohr (20, 31, 41) und einem Drallerzeuger (21), **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (20, 31, 41) zylindrisch ist und der Drallerzeuger (21) an der Innenseite (22) des Rohrs (20, 31, 41) befestigt ist.
2. Düse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (20) in einem Außenrohr (23) angeordnet ist.
3. Düse nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (20) in das Außenrohr (23) eingeschweißt ist.
4. Düse nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (20) eine Wanddicke von 2 bis 5 mm aufweist.
5. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innendurch-

messer des Rohrs (20, 31, 41) 40 bis 80 mm und vorzugsweise etwa 50 mm beträgt.

6. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drallerzeuger (21) einen Drallwinkel von 15° bis 60° und vorzugsweise von 40° bis 50° aufweist. 5
7. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drallerzeuger (21) im Rohr (20, 31, 41) um mindestens 5 mm und vorzugsweise etwa 10 mm nach innen versetzt ist. 10
8. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drallerzeuger (21) mehr als 4 und vorzugsweise 6 über den Umfang verteilte Drallschaufeln (24) aufweist. 15
9. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drallerzeuger (21) Drallschaufeln (24) mit einer durchschnittlichen Dicke des Schaufelprofils zwischen 1 und 6 mm und vorzugsweise zwischen 2 und 4 aufweist. 20
10. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drallerzeuger (21) Drallschaufeln (24) mit einer Länge von 20 bis 60 mm aufweist, wovon 30 bis 70 % und vorzugsweise etwa 50 % als gerade Einlaufstrecke ausgebildet sind. 25 30
11. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drallerzeuger (21) Drallschaufeln (24) aufweist, die einen zentralen freien Durchlass (25) bilden, dessen Durchmesser größer ist als 20 % des freien Innendurchmessers des Rohrs (20, 31, 41). 35
12. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drallerzeuger (21) bewegliche Drallschaufeln (24) aufweist. 40
13. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (20, 31, 41) mindestens einen und vorzugsweise mehrere am Umfang verteilte tangentiale Eintrittskanäle (32, 33, 34) aufweist. 45
14. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (20, 31, 41) mindestens einen und vorzugsweise mehrere am Umfang verteilte spiralförmige Gasführungen (42) aufweist. 50
15. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Machzahl Ma der Düse unter 0,4 liegt. 55

16. Rauchgaszug mit einer Düse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie in einer Wand des Rauchgaszuges (4) angeordnet ist.

17. Rauchgaszug nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düse (1) an der Vorderwand (6) des Rauchgaszuges (4) angeordnet ist.

18. Rauchgaszug nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei der Düsen (1) nebeneinander angeordnet sind und einen gegensinnigen Drall ausüben.

19. Rauchgaszug nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Düse zum Einblasen von Gas (2) ohne Drall, die auch als Strahldüse bezeichnet wird, neben einer Düse zum Einblasen von Gas (2) mit Drall, die auch als Dralldüse bezeichnet wird, angeordnet ist.

20. Verfahren zur Verwendung einer Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Volumenstrom aus Luft und/oder Rauchgas, der durch die Düse (1) geleitet wird, bei 100 bis 1500 Nm³/h eingestellt wird.

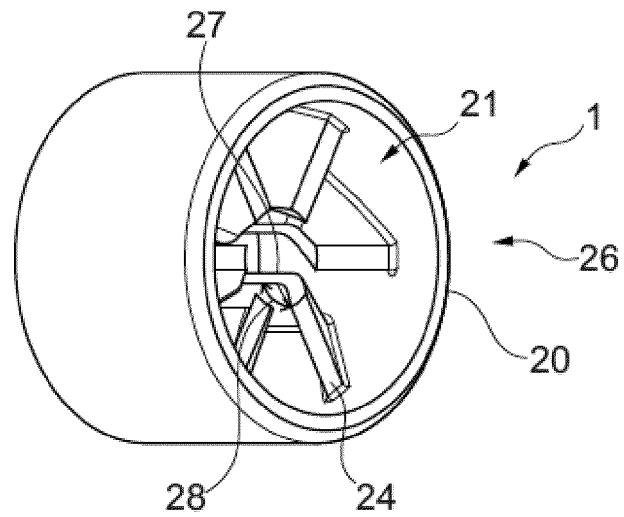


Fig. 1

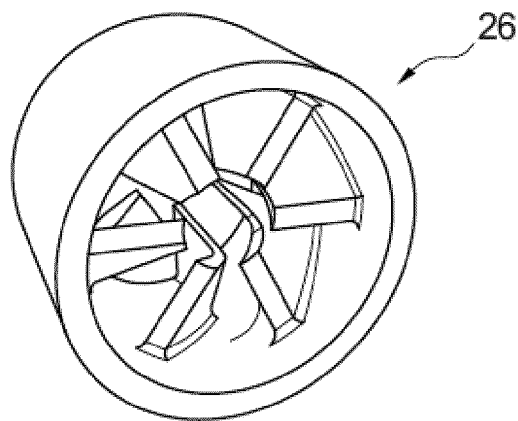


Fig. 2

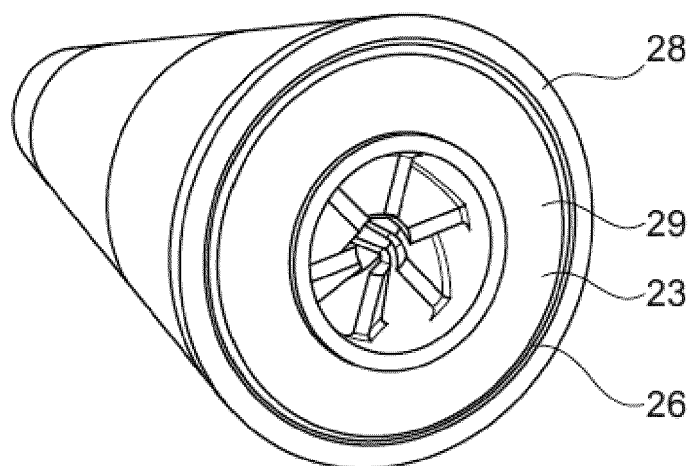


Fig. 3

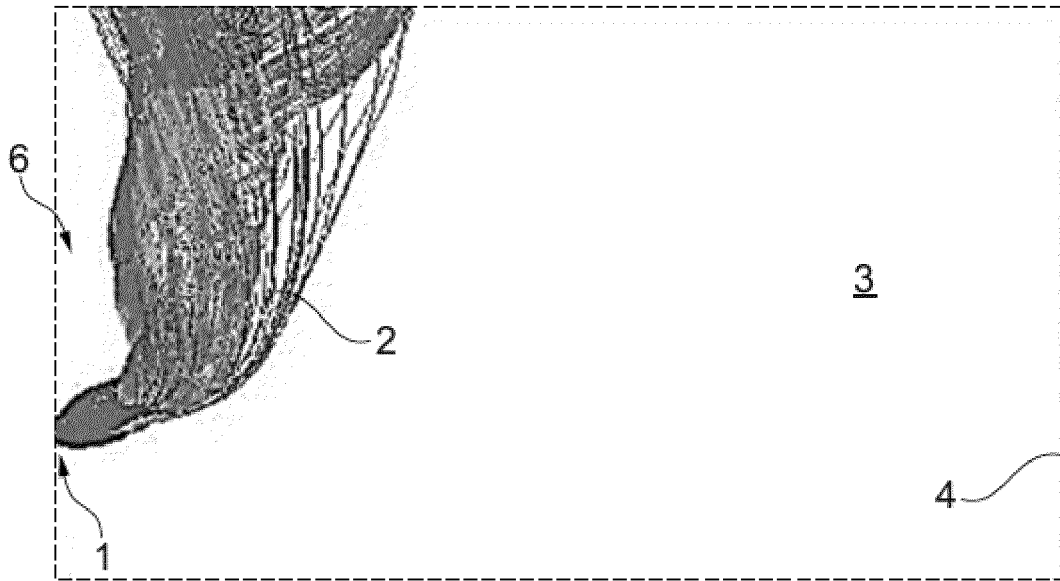


Fig. 4

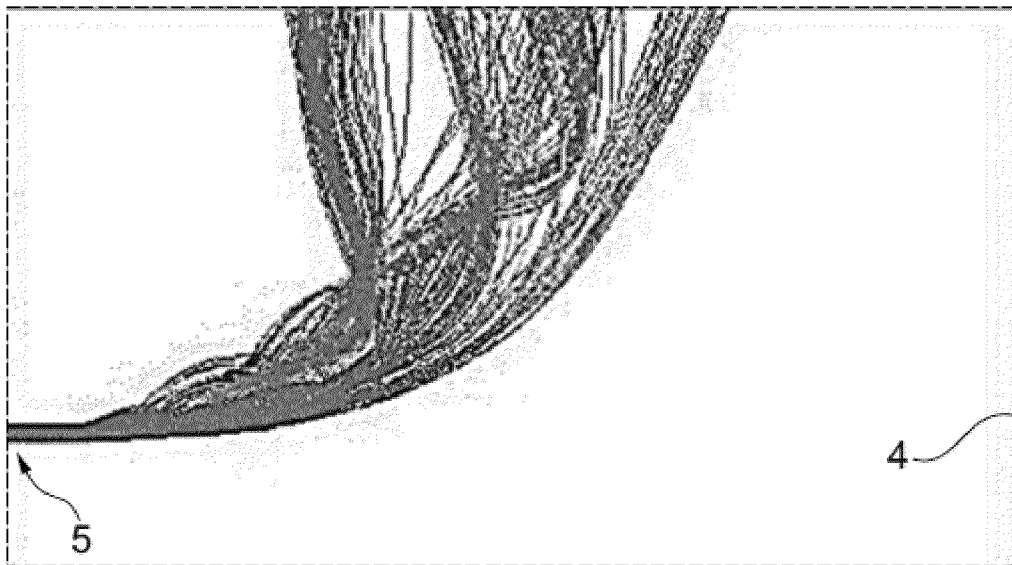


Fig. 5

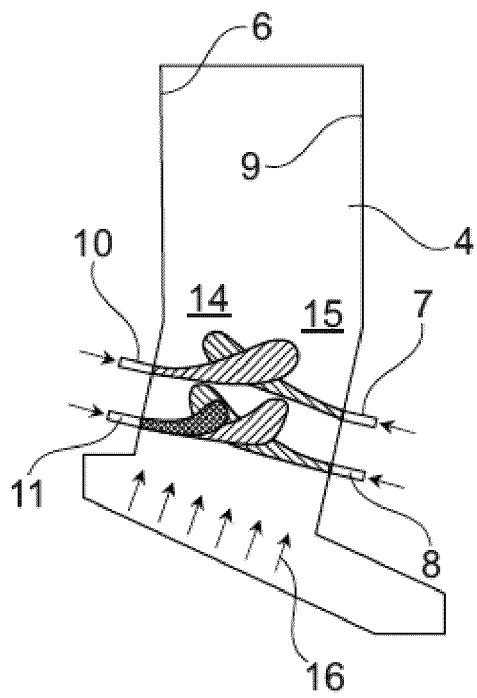


Fig. 6

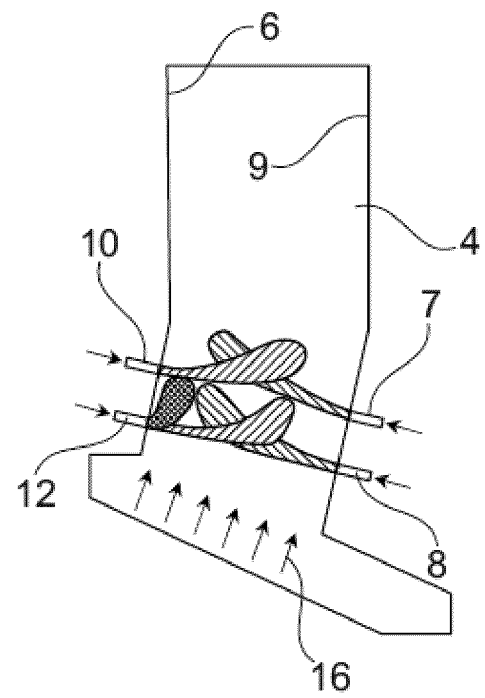


Fig. 7

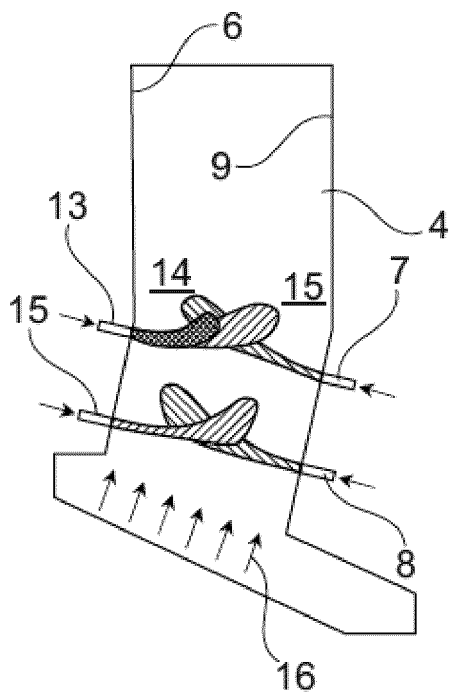


Fig. 8

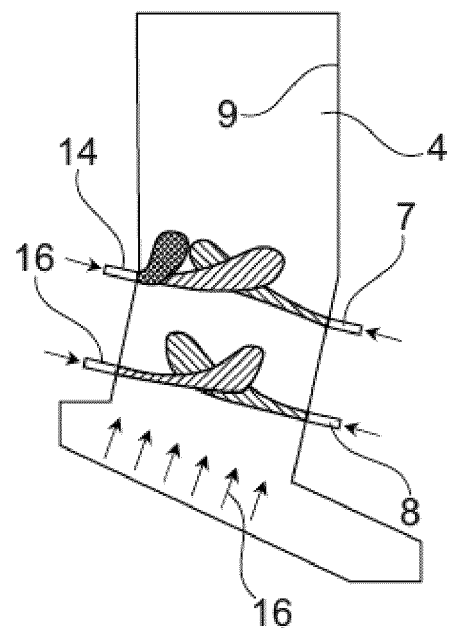


Fig. 9

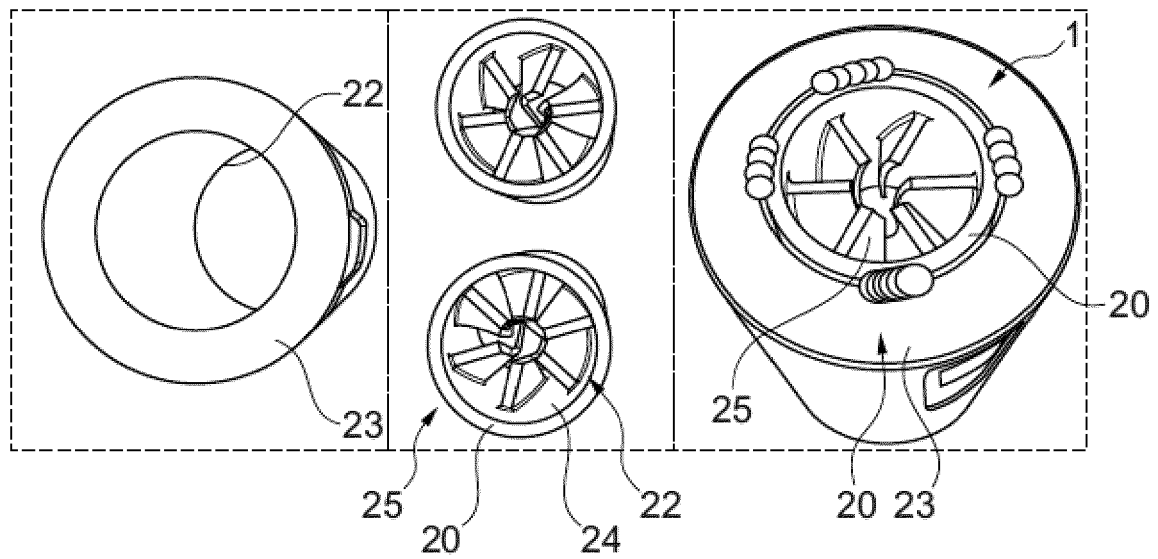


Fig. 10

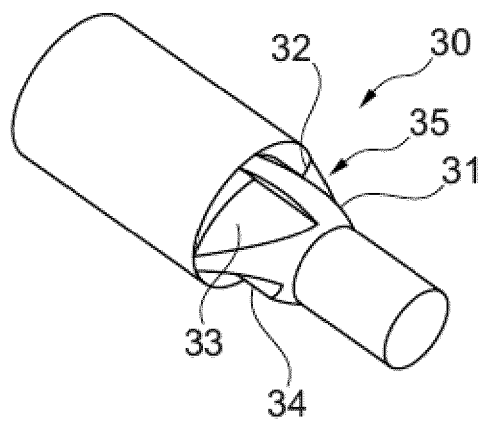


Fig. 11

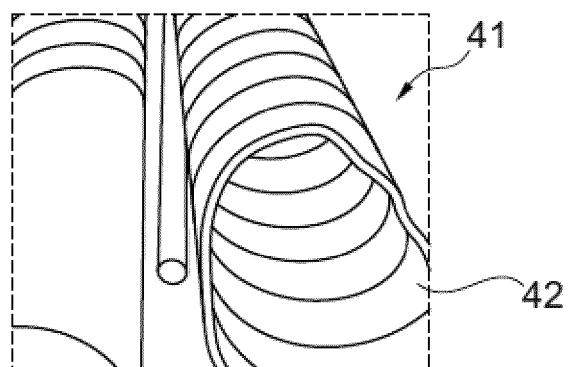


Fig. 12



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 17 0612

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	CN 110 848 693 B (UNIV XI AN JIAOTONG) 10. November 2020 (2020-11-10)	1, 2, 4, 6, 8, 11, 14	INV. F23C7/00
A	* Absatz [0036] - Absatz [0059]; Abbildungen 1-4 *	10, 13, 18, 19	F23L9/02

X	GB 2 551 166 A (DOOSAN BABCOCK LTD [GB]) 13. Dezember 2017 (2017-12-13)	1, 2, 4, 6, 7, 11, 14	
A	* Seite 10, Zeile 17 - Seite 12, Zeile 24; Abbildungen 1, 2 *	10, 13, 18, 19	

X	DE 10 2007 030269 A1 (HITACHI POWER EUROPE GMBH [DE]) 2. Januar 2009 (2009-01-02)	1, 2, 4, 7, 9, 11, 12, 15	
A	* Abbildung *	10, 13, 18, 19	

X	EP 3 739 264 A1 (DOOSAN LENTJES GMBH [DE]) 18. November 2020 (2020-11-18)	1-5, 14, 16, 17, 20	
A	* Absatz [0009] - Absatz [0033]; Abbildungen 1, 2 *	10, 13, 18, 19	

X	WO 2005/078348 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]; DE MARCOS ELENA [CH] ET AL.) 25. August 2005 (2005-08-25)	1, 4, 8, 9, 11, 14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F23C F23L
A	* Seite 6 - Seite 10; Abbildungen 1, 2, 6, 7 *	10, 13, 18, 19	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 7. Oktober 2022	Prüfer Theis, Gilbert
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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 17 0612

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

07-10-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 110848693 B	10-11-2020	KEINE	
GB 2551166 A	13-12-2017	EP 3469260 A1	17-04-2019
		GB 2551166 A	13-12-2017
		KR 20190024958 A	08-03-2019
		WO 2017212255 A1	14-12-2017
DE 102007030269 A1	02-01-2009	AT 525615 T	15-10-2011
		AU 2008202470 A1	15-01-2009
		CA 2632412 A1	28-12-2008
		CN 101334166 A	31-12-2008
		DE 102007030269 A1	02-01-2009
		EP 2009351 A2	31-12-2008
		JP 2009024991 A	05-02-2009
		PL 2009351 T3	29-02-2012
		SI 2009351 T1	31-01-2012
		US 2009000532 A1	01-01-2009
		ZA 200805541 B	30-12-2009
EP 3739264 A1	18-11-2020	CN 113692513 A	23-11-2021
		DK 3739264 T3	30-08-2021
		EP 3739264 A1	18-11-2020
		ES 2886229 T3	16-12-2021
		JP 2022532299 A	14-07-2022
		KR 20220007594 A	18-01-2022
		PL 3739264 T3	13-12-2021
		US 2022228742 A1	21-07-2022
		WO 2020229285 A1	19-11-2020
WO 2005078348 A1	25-08-2005	AT 391887 T	15-04-2008
		BR PI0507640 A	10-07-2007
		CA 2555481 A1	25-08-2005
		CN 1942710 A	04-04-2007
		EP 1714081 A1	25-10-2006
		MY 141577 A	14-05-2010
		US 2007042307 A1	22-02-2007
		WO 2005078348 A1	25-08-2005

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- EP 0611919 A1 [0004]
- US 5727480 A [0006]
- WO 2012096319 A1 [0008]