



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11) EP 2 166 204 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
24.03.2010 Patentblatt 2010/12

(51) Int Cl.:
F01N 3/025 (2006.01) F01N 9/00 (2006.01)
F01N 3/30 (2006.01) F01N 3/38 (2006.01)
F23N 1/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 09012030.4

(22) Anmeldetag: 22.09.2009

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(30) Priorität: 23.09.2008 DE 102008048529

(71) Anmelder:
• Friedrich Boysen GmbH & Co. KG
72213 Altensteig (DE)
• Beru Aktiengesellschaft
71636 Ludwigsburg (DE)

(72) Erfinder:
• Winter, Hayri
75387 Neubulach (DE)
• Muschik, Christian
72202 Nagold (DE)
• Brichzin, Volker, Dr.
71634 Ludwigsburg (DE)
• Eller, Martin
71642 Ludwigsburg (DE)

(74) Vertreter: Manitz, Finsterwald & Partner GbR
Postfach 31 02 20
80102 München (DE)

(54) Flammlükerze

(57) Die Erfindung betrifft eine Flammlükerze (10) mit einer Brennkammer (16), die eine Austrittsöffnung (20) für die Flamme aufweist, einer insbesondere absperrbaren Kraftstoffzufuhr (28) zum Bereitstellen eines Kraftstoffstroms an die Brennkammer (16), einer Luftzufuhr (30) zum Bereitstellen eines Luftstroms an die Brennkammer (16) und einer Zündvorrichtung (32), insbesondere einem elektrisch betriebenen Heizelement, welche in der Brennkammer (16) angeordnet ist oder sich in die Brennkammer (16) erstreckt und welche dazu ausgebildet ist, das aus dem bereitgestellten Kraftstoffstrom und dem bereitgestellten Luftstrom entstehende Luft/Kraftstoff-Gemisch zu zünden. Die Luftzufuhr (30) ist in der Menge steuerbar ausgebildet, um die Flammlükerze (10) wahlweise als Brenner oder als Kraftstoffsekdäreinspritzvorrichtung zu betreiben. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Regenerationsvorrichtung für einen Partikelfilter (40) eines Abgassystems, ein Abgas- system für einen Verbrennungsmotor sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Regenerationsvorrichtung.

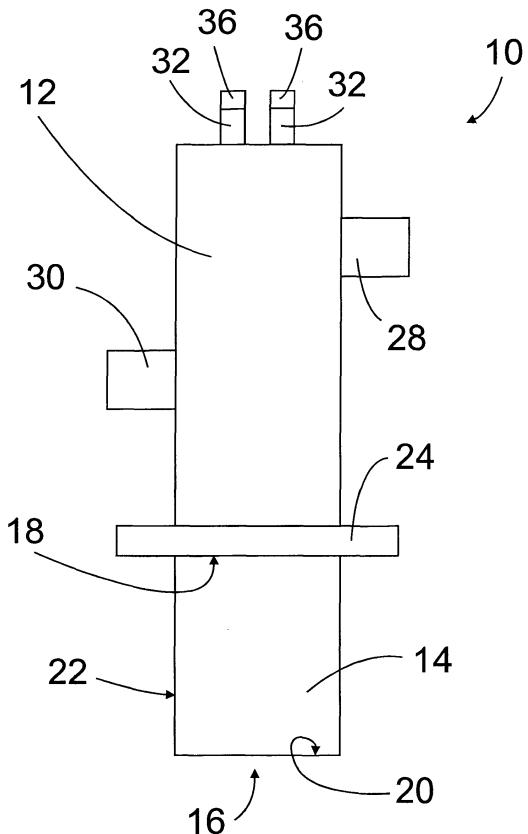


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Flammglühkerze mit einer Brennkammer, die eine Austrittsöffnung für die Flamme aufweist, einer insbesondere absperrbaren Kraftstoffzufuhr zum Bereitstellen eines Kraftstoffstroms an die Brennkammer, einer Luftzufuhr zum Bereitstellen eines Luftstroms an die Brennkammer und einer Zündvorrichtung, insbesondere einem elektrisch betriebenen Heizelement, welche in der Brennkammer angeordnet ist oder sich in die Brennkammer erstreckt und welche dazu ausgebildet ist, das aus dem bereitgestellten Kraftstoffstrom und dem bereitgestellten Luftstrom entstehende Luft/Kraftstoff-Gemisch zu zünden.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner eine Regenerationsvorrichtung für einen Partikelfilter eines Abgassystems, ein Abgassystem für einen Verbrennungsmotor sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Regenerationsvorrichtung.

[0003] Bekannte Flammglühkerzen werden als Kaltstarthilfe für Dieselmotoren eingesetzt, wobei die Luft im Ansaugtrakt des Motors durch die austretende Flamme angewärmt wird.

[0004] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen zusätzlichen Einsatzbereich für Flammglühkerzen zu erschließen.

[0005] Diese Aufgabe wird durch eine Flammglühkerze mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0006] Erfindungsgemäß ist die Luftzufuhr der Flammglühkerze in der Menge steuerbar ausgebildet. Insbesondere kann die Luftzufuhr in der Menge verringierbar und/oder absperrbar ausgebildet sein. Wenn die Luftzufuhr ausreichend verringert ist, um die Bildung eines durch die Zündvorrichtung zündbaren Luft/Kraftstoff-Gemischs zu verhindern, unterbleibt der Austritt einer Flamme aus der Brennkammer. Stattdessen tritt ein dosierbarer Kraftstoffstrom aus der Brennkammer aus, der für entsprechende Zwecke eingesetzt werden kann. Wenn die Luftzufuhr jedoch ausreichend freigegeben wird, dass in der Brennkammer ein zündfähiges Luft/Kraftstoff-Gemisch entsteht, kann dieses durch die Zündvorrichtung entflammt werden. Die entsprechende Flamme tritt aus der Austrittsöffnung aus und kann in üblicher Weise verwendet werden. Eine erfindungsgemäß Flammglühkerze kann somit wahlweise als Kraftstoffeinspritzvorrichtung oder als Brenner betrieben werden.

[0007] Eine derartige Flammglühkerze kann insbesondere zur effizienten Regeneration eines Partikelfilters in einem Abgassystem eines Verbrennungsmotors verwendet werden.

[0008] Verbrennungsmotoren stoßen einen Abgasstrom in die Atmosphäre aus, der verschiedene Arten von Schadstoffen enthält. Zur Verringerung des Schadstoffausstoßes sind diverse Vorrichtungen zur Abgasnachbehandlung entwickelt worden. Beispielsweise werden Katalysatoren zum Umwandeln von schädlichen gasförmigen Stoffen in harmlose Komponenten sowie

Partikelfilter zum Auffangen unerwünschter Feststoffpartikel eingesetzt. Der Abgasstrang eines Dieselmotors kann zum Beispiel mit einem Dieseloxydationskatalysator und einem stromabwärts davon angeordneten Partikelfilter versehen sein. Rußpartikel, die sich in dem Abgasstrom befinden, werden von dem Partikelfilter aufgefangen und in diesem eingelagert. Ab einer bestimmten Menge muss der angesammelte Ruß aus dem Partikelfilter entfernt werden, damit der Abgasausstoß nicht unzulässig stark behindert wird. Dieser Vorgang wird Regeneration genannt. Ein gängiges Verfahren zur Regeneration eines Partikelfilters besteht darin, den Partikelfilter auf eine bestimmte Temperatur zu erwärmen, um so den eingelagerten Ruß zu verbrennen. Dies kann im

Prinzip durch eine beliebige Heizvorrichtung erfolgen. Allerdings muss eine derartige Heizvorrichtung eine relativ hohe Leistung aufweisen, um den Partikelfilter auf die Zündtemperatur des Rußes aufzuheizen, was einen erhöhten Bedarf an Energie und Einbauraum zur Folge hat.

[0009] Es sind daher andere Verfahren entwickelt worden, die auf dem Prinzip der Kraftstoffsekundäreindüsung (HC-dosing) beruhen. Dabei macht man sich die Erkenntnis zunutze, dass Kraftstoff, insbesondere in Form von unverbrannten Kohlenwasserstoffen, eine Reaktion im Katalysator herbeiführen und diesen dadurch erwärmen kann. Ab einer bestimmten Temperatur, die allgemein als Light-Off-Temperatur bezeichnet wird, erfolgt eine exotherme Reaktion des Kraftstoffs, das heißt die Reaktion läuft nach dem Zünden unter fortgesetzter

Wärmefreisetzung selbständig weiter. Durch die exotherme Reaktion kann sich der Katalysator ausreichend erwärmen, um den stromabwärts angeordneten Partikelfilter auf die notwendige Temperatur zum Abbrennen des eingelagerten Rußes aufzuheizen. In diesem Fall ist keine separate Heizvorrichtung erforderlich. Das Eindüsen von Kraftstoff in den Abgasstrom erfolgt üblicherweise mit einer Einspritzvorrichtung, die in unmittelbarer Nähe des Katalysators angeordnet ist. Alternativ kann das Eindüsen des Kraftstoffs in den Abgasstrom auch innermotorisch erfolgen, beispielsweise durch eine Nacheinspritzung von Kraftstoff in den Brennraum.

[0010] Allerdings erfolgt bei Katalysatortemperaturen unterhalb der Light-Off-Temperatur keine exotherme Reaktion, weshalb eine Partikelfilterregeneration durch

Kraftstoffeindüsung nur bei bestimmten Betriebszuständen des Verbrennungsmotors möglich ist. Überdies besteht das Problem eines erhöhten Kraftstoffverbrauchs.

[0011] Mit Hilfe einer als Brenner betriebenen Flammglühkerze, die in der Nähe des Katalysators angeordnet ist, kann der Katalysator jederzeit auf die Light-Off-Temperatur aufgeheizt werden. Wenn die Temperatur des Katalysators über der Light-Off-Temperatur liegt, kann die Flammglühkerze als Vorrichtung zur Kraftstoffsekundäreindüsung verwendet werden. Auf diese Weise kann mit einer erfindungsgemäßen Flammglühkerze eine Regeneration eines Partikelfilters unabhängig von der Katalysatortemperatur, also unabhängig vom Betriebszustand des Verbrennungsmotors, durchgeführt werden.

[0012] Die Mittel zum Absperren der Luftzufuhr können an der Flammglühkerze selbst oder an einer der Flammglühkerze vorgesetzten Komponente vorgesehen sein. Insbesondere kann ein ansteuerbares Magnetventil an einer Luftzufuhrleitung oder an einer von der Flammglühkerze entfernt befindlichen Luftquelle angeordnet sein.

[0013] Vorzugsweise ist zum Bereitstellen des Luftstroms ein Anschlussstutzen vorgesehen, an welchem eine insbesondere mit einer Druckluftquelle in Verbindung stehende Luftleitung anschließbar ist. Der Anschlussstutzen kann in ähnlicher Weise gestaltet sein wie der bei herkömmlichen Flammglühkerzen vorgesehene Anschlussstutzen für die Kraftstoffzufuhr. Die Flammglühkerze kann auf diese Weise in unterschiedlichen Umgebungen unter Verwendung von verschiedenen Arten von Druckluftbehältern, Kompressoren oder dergleichen eingesetzt werden, wobei lediglich eine Luftleitung mit einem zum Anschlussstutzen passenden freien Ende zur Verfügung gestellt werden muss. Die Luftleitung kann an den Anschlussstutzen angeklemmt, angeschraubt oder auf andere Weise an ihm befestigt werden.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist die Brennkammer einen luftdicht abgeschlossenen Umfangsabschnitt, eine einzelne stirnseitige Eintrittsöffnung und eine einzelne entgegengesetzt zur Eintrittsöffnung liegende Austrittsöffnung auf. Die Brennkammer definiert somit einen Luftabschlussbereich, wobei bei abgesperrter Luftzufuhr ein Zutritt von Umgebungsluft in die Brennkammer verhindert wird. Erst nach einem Austritt aus der Brennkammer kann sich der Kraftstoffstrom mit Luft vermischen. Da außerhalb der Brennkammer jedoch die Zündvorrichtung nicht wirksam ist, kommt es in diesem Fall nicht zu einer Entflammung.

[0015] Vorzugsweise ist die Brennkammer zumindest teilweise durch ein zylindrisches Hülsenelement mit einer luftundurchlässigen Mantelfläche gebildet. Einfach herzustellende Hülsenelemente werden auch bei herkömmlichen Flammglühkerzen als Brennkammerumfassung verwendet. Allerdings sind bei bekannten Flammglühkerzen Löcher in der Mantelfläche der zylindrischen Hülsenelemente vorgesehen, um einen Lufteintritt in die Brennkammer zu ermöglichen. Durch Weglassen der Löcher in dem Hülsenelement kann somit ohne zusätzliche Maßnahmen der gewünschte Luftabschlussraum geschaffen werden, welcher einen fortgesetzten Betrieb der Flammglühkerze als Eindüsingvorrichtung ermöglicht.

[0016] Die Flammglühkerze ist zweckmäßigerweise zum Anbringen in einem Abgaskanal eines Verbrennungsmotors, insbesondere eines Dieselmotors, ausgebildet, um in der gewünschten Weise zum Regenerieren eines Partikelfilters in dem Abgaskanal verwendet zu werden.

[0017] Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, die Regeneration von Partikelfiltern in Abgasanlagen effizienter zu gestalten.

[0018] Diese Aufgabe wird durch eine Regenerationsvorrichtung für einen Partikelfilter eines Abgassystems gelöst, das einen Abgaskanal zum Abführen eines heißen Abgasstroms von einem Verbrennungsmotor, insbesondere einem Dieselmotor, und einen Katalysator, insbesondere einen Oxidationskatalysator, umfasst, der stromaufwärts des Partikelfilters in den Abgaskanal integriert ist, wobei die Regenerationsvorrichtung einen Brenner umfasst, der in der Lage ist, den Katalysator auf eine Reaktionstemperatur, bei welcher eine exotherme Reaktion des Kraftstoffs erfolgt, aufzuheizen, wobei als Brenner eine erfindungsgemäße Flammglühkerze vorgesehen ist und die Regenerationsvorrichtung wenigstens eine Steuereinrichtung umfasst, die dazu ausgebildet ist, die Luftzufuhr der Flammglühkerze in Abhängigkeit von einem Betriebszustand des Abgassystems und/oder des Verbrennungsmotors zu steuern. Die Steuereinrichtung kann somit dafür sorgen, dass bei einer vorzunehmenden Partikelfilterregeneration je nach Erfordernis die Flammglühkerze entweder als Brenner oder als Einspritzvorrichtung betrieben wird.

[0019] Vorzugsweise ist die Steuereinrichtung dazu ausgebildet, die Luftzufuhr freizugeben, wenn die Temperatur des Katalysators unter der Reaktionstemperatur liegt und eine Regeneration des Partikelfilters durchgeführt werden soll. Wenn also beispielsweise die Beladung des Partikelfilters mit eingelagerten Rußpartikeln ein Ausmaß erreicht hat, das eine Regeneration erfordert, aber andererseits die Temperatur des Katalysators zu gering für eine exotherme Reaktion ist, da beispielsweise der Verbrennungsmotor eben erst gestartet wurde, kann die Steuereinrichtung die Flammglühkerze durch Freigeben der Luftzufuhr als Brenner betreiben und somit für eine effiziente und schnelle Erwärmung des Katalysators auf die für eine Kraftstoffsekundäreindüsung notwendige Temperatur sorgen.

[0020] Die Steuereinrichtung ist bevorzugt dazu ausgebildet, die Luftzufuhr zu verringern oder abzusperren, wenn die Temperatur des Katalysators über der Reaktionstemperatur liegt und eine Regeneration des Partikelfilters durchgeführt werden soll. Die Flammglühkerze wird in diesem Fall also als Einspritzvorrichtung zum Bereitstellen eines Kraftstoffsekundärstroms betrieben. Auf diese Weise wird ein überflüssiger Brennbetrieb vermieden und die Regeneration des Partikelfilters kann auf effektive Weise über die Kraftstoffsekundäreindüsung erfolgen, wann immer es möglich ist.

[0021] Wenn die Temperatur des Katalysators über die Reaktionstemperatur angestiegen ist, kann die Steuereinrichtung die Luftzufuhr wieder verringern oder absperren. Es wird also unmittelbar auf das effizientere Heizprinzip umgeschaltet, sobald der Katalysator die erforderliche Temperatur erreicht hat.

[0022] Die auf eine effiziente Regeneration von Partikelfiltern in Abgasanlagen gerichtete Aufgabe wird ferner durch ein Abgassystem für einen Verbrennungsmotor gelöst, das eine erfindungsgemäße Regenerationsvorrichtung umfasst.

[0023] Weiterhin wird diese Aufgabe durch ein Verfahren zum Betreiben einer erfindungsgemäßen Regenerationsvorrichtung gelöst. Das Verfahren umfasst die Schritte, dass ein Betriebszustand des Abgassystems und/oder des Verbrennungsmotors ermittelt wird und in Abhängigkeit von dem ermittelten Betriebszustand im Falle einer Regeneration des Partikelfilters ein zündfähiges Luft/Kraftstoff-Gemisch bereitgestellt wird oder ein Bereitstellen eines zündfähigen Luft/Kraftstoff-Gemischs unterbunden wird.

[0024] Je nach aktuellem Motorbetriebspunkt kann somit das effektivste Regenerationsprinzip ausgewählt werden.

[0025] Vorzugsweise wird ein Bereitstellen eines zündfähigen Luft/Kraftstoff-Gemischs unterbunden, indem die Luftzufuhr der Flammglühkerze verringert oder abgesperrt wird. Wenn die Luftzufuhr soweit gedrosselt wird, dass sich in der Brennkammer kein zündfähiges Gemisch bilden kann, tritt statt einer Flamme ein dosierbarer Kraftstoffstrom aus der Austrittsöffnung der Brennkammer aus. Die Zündvorrichtung der Flammglühkerze kann dann bei verringrigerter oder abgesperrter Luftzufuhr weiterbetrieben werden, um beispielsweise eine Verdampfung des Kraftstoffstroms in der Brennkammer herbeizuführen oder zu begünstigen, wodurch die Effektivität der Sekundäreinspritzung gesteigert wird. In ähnlicher Weise kann eine geringe Menge an Luftzufuhr, welche zur Bildung eines durch die Zündvorrichtung zündbaren Luft/Kraftstoff-Gemischs nicht ausreicht, vorgenommen werden, um die Eigenschaften des aus der Brennkammer austretenden Kraftstoffstroms gezielt zu beeinflussen, insbesondere um Sauerstoff für die nachfolgende Verbrennung von Ruß im Partikelfilter zur Verfügung zu stellen.

[0026] Zum Ermitteln des Betriebszustands des Abgassystems kann insbesondere eine Temperatur des Katalysators ermittelt werden. Alternativ könnte auch ein Betriebsparameter des Verbrennungsmotors ermittelt werden, beispielsweise die Kühlmitteltemperatur, die Drehzahl oder die Betriebszeit.

[0027] Vorzugsweise wird ein zündfähiges Luft/Kraftstoff-Gemisch bereitgestellt, wenn die Temperatur des Katalysators unter der Reaktionstemperatur liegt und eine Regeneration des Partikelfilters durchgeführt werden soll.

[0028] Die Flammglühkerze wird dann als Brenner betrieben und sorgt für eine direkte Erwärmung des Katalysators.

[0029] Hingegen wird bevorzugt ein Bereitstellen eines zündfähigen Luft/Kraftstoff-Gemischs unterbunden, wenn die Temperatur des Katalysators über der Reaktionstemperatur liegt und eine Reaktion durchgeführt werden soll. Die Flammglühkerze wird somit als Vorrichtung zur Kraftstoffsekundäreinspritzung eingesetzt und ein unnötiger, energieaufwändiger Brennbetrieb wird vermieden.

[0030] Die Erfindung wird im Folgenden beispielhaft unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Flammglühkerze.

5 Fig. 2 zeigt schematisch einen Teil eines Abgassystems, das einen Partikelfilter und einen Oxidationskatalysator sowie eine erfindungsgemäße Flammglühkerze umfasst.

[0031] Die in Fig. 1 dargestellte Flammglühkerze 10 umfasst einen im Wesentlichen zylindrischen Grundkörper 12, an dessen einer Stirnseite ein zylindrisches Hülsenelement 14 aus hitzebeständigem Material angeordnet ist. Das Hülsenelement 14 definiert eine Brennkammer 16, die eine zum Grundkörper 12 weisende Eintrittsöffnung 18, eine vom Grundkörper 12 weg weisende Austrittsöffnung 20 und eine Mantelfläche 22 aufweist.

[0032] Ein lediglich schematisch dargestellter Befestigungsflansch 24 ist am Grundkörper 12 vorgesehen, der dazu dient, die Flammglühkerze 10 derart an einem Abgaskanal 26 (Fig. 2) eines Verbrennungsmotors (nicht dargestellt) anzubringen, dass das Hülsenelement 14 in den Abgaskanal 26 hineinragt. Ein erster Anschlussstutzen 28 zum Bereitstellen eines Kraftstoffstroms und ein zweiter Anschlussstutzen 30 zum Bereitstellen eines Luftstroms sind jeweils an dem Grundkörper 12 befestigt oder an diesen angeformt. Sie münden jeweils in eine Aufbereitungskammer (nicht dargestellt) in dem Grundkörper 12, welche dazu dient, aus dem bereitgestellten Kraftstoffstrom und dem bereitgestellten Luftstrom ein zündfähiges Luft/Kraftstoff-Gemisch zu erzeugen. Erforderlichenfalls können auch zusätzliche Dosiervorrichtungen zum Dosieren des Kraftstoffstroms und des Luftstroms in den Anschlussstutzen 28, 30 oder in der Aufbereitungskammer vorgesehen sein. Auf die genaue

35 Ausgestaltung der Luft/Kraftstoff-Aufbereitungskammer und der Dosiervorrichtungen kommt es nicht an. Wesentlich ist lediglich, dass bei einer Kraftstoffzufuhr an den ersten Anschlussstutzen 28 und einer Luftzufuhr an den zweiten Anschlussstutzen 30 ein zündfähiges Luft/Kraftstoffgemisch an die Brennkammer 16 abgegeben wird.

40 Zwei parallel angeordnete Heizstäbe 32 sind in dem Grundkörper 12 angeordnet und weisen jeweils eine sich in die Brennkammer 16 erstreckende Glühspitze (nicht dargestellt) und einen entgegengesetzt dazu angeordneten, aus dem Grundkörper 12 herausgeführten Verbindungsabschnitt 36 auf. Mittels der Verbindungsabschnitte 36 sind die Heizstäbe 32 mit einer ansteuerbaren elektrischen Energiequelle verbindbar. Die Anzahl und die Leistungsfähigkeit der Heizstäbe 32 sind so ausgelegt, dass bei ihrer Aktivierung der in die Brennkammer 16 eintretende Strom des Luft/Kraftstoff-Gemischs geziündet wird und demgemäß eine Flamme aus der Austrittsöffnung 20 der Brennkammer 16 austritt.

[0033] Wie in Fig. 1 zu erkennen ist, sind in der Mantelfläche 22 des Hülsenelements 14 keinerlei Löcher oder Durchführungen vorgesehen, wie dies bei herkömmlichen Flammglühkerzen der Fall ist. Überdies ist die Luftzufuhr 30 in der Menge steuerbar ausgebildet,

das heißt sie kann soweit gedrosselt oder heruntergeregt werden, dass die Entstehung eines zündfähigen Luft/Kraftstoff-Gemischs verhindert wird. Bei abgesperrter Luftzufuhr 30 und bereitgestellter Kraftstoffzufuhr 28 tritt ein Kraftstoffstrom in die Brennkammer 16 ein, wobei der in axialer Richtung strömende Kraftstoff einerseits und die luftundurchlässige Mantelfläche 22 des Hülsenelements 14 andererseits jeglichen Lufteintritt von außen in die Brennkammer 16 verhindern. Somit tritt bei abgesperrter Luftzufuhr 30 keine Flamme, sondern ein dosierter Kraftstoffstrom aus der Austrittsöffnung 20 der Brennkammer 16 aus.

[0034] Durch die in Fig. 1 gezeigte Flammglühkerze 10 kann auf vorteilhafte Weise eine Regenerationsvorrichtung für einen Abgaskanal 26 realisiert werden, wie nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 2 näher erläutert wird.

[0035] Der in Fig. 2 dargestellte Abgaskanal 26 empfängt an einem stromaufwärts gelegenen Ende 27 den heißen Abgasstrom von einem Verbrennungsmotor und leitet diesen bis zu einem Auspuffendrohr (nicht dargestellt) weiter, durch das die Abgase in die Atmosphäre abgelassen werden. Vor dem Entweichen in die Atmosphäre tritt der Abgasstrom, durch einen Pfeil dargestellt, zur Schadstoffbegrenzung durch einen Katalysator 38 und einen Partikelfilter 40 hindurch. Bei dem Katalysator 38 kann es sich um einen herkömmlichen Oxidationskatalysator, wie beispielsweise einen Dieseloxidationskatalysator, handeln. Bei dem Partikelfilter 40 handelt es sich um einen Rußpartikelfilter, welcher in dem Abgasstrom enthaltene Rußpartikel aus dem Abgasstrom herausfiltert und in seinem Inneren speichert. Stromaufwärts des Katalysators 38 ist eine Regenerationsvorrichtung für den Partikelfilter 40 in Form einer Flammglühkerze 10 angeordnet.

[0036] Die Flammglühkerze 10 ist über ihren ersten Anschlussstutzen 28 mit einer Kraftstoffleitung 44 und über ihren zweiten Anschlussstutzen 30 mit einer Luftleitung 46 verbunden. Die Heizstäbe 32 der Flammglühkerze 10 sind an eine elektrische Energiequelle 48, beispielsweise eine Batterie, angeschlossen. Die Kraftstoffleitung 44 steht mit einer lediglich schematisch dargestellten Kraftstoffquelle 50 in Verbindung und die Luftleitung 46 steht mit einer ebenfalls lediglich schematisch dargestellten Druckluftquelle 52 in Verbindung. In der Kraftstoffleitung 44 ist ein erstes Magnetventil 54 angeordnet und in der Luftleitung 46 ist ein zweites Magnetventil 56 angeordnet. In der Verbindungsleitung zwischen der elektrischen Energiequelle 48 und der Flammglühkerze 10 ist ein ansteuerbarer elektrischer Schalter 51 angeordnet.

[0037] Die Flammglühkerze 10 kann drei verschiedene Betriebszustände einnehmen. Gemäß einem ersten Betriebszustand ist sowohl die Kraftstoffzufuhr als auch die Luftzufuhr abgesperrt und die Heizstäbe 32 werden nicht betrieben. Die Flammglühkerze 10 ist somit insgesamt außer Betrieb. Gemäß einem zweiten Betriebszustand ist die Kraftstoffzufuhr freigegeben, die Luftzufuhr

ist abgesperrt und die Heizstäbe 32 werden betrieben. Die Flammglühkerze 10 wird somit als Sekundäreindüsungsvorrichtung betrieben. Gemäß einem dritten Betriebszustand ist sowohl die Luftzufuhr als auch die Kraftstoffzufuhr freigegeben und die Heizstäbe 32 werden betrieben. Die Flammglühkerze 10 wird in diesem Fall als Brenner betrieben.

[0038] Die Steuerung der einzelnen Betriebszustände der Flammglühkerze 10 erfolgt mittels einer Steuereinrichtung 60, die über elektrische Steuerleitungen mit dem ersten Magnetventil 54, dem zweiten Magnetventil 56 und dem elektrischen Schalter 51 verbunden ist. Bei der dargestellten Ausführungsform ist die Steuereinrichtung 60 als eigenständiges Steuergerät ausgebildet, das von der Flammglühkerze 10 entfernt angeordnet ist und über elektrische Leitungen mit den jeweiligen Komponenten verbunden ist. Alternativ kann die Steuereinrichtung 60 auch in ein Steuergerät des Verbrennungsmotors integriert sein.

[0039] Die Steuereinrichtung 60 empfängt verschiedene Eingabesignale und steuert darauf beruhend den Betrieb der Flammglühkerze 10. Insbesondere empfängt die Steuereinrichtung 60 ein Katalysatortemperatursignal 62 und ein Partikelfilterbeladungssignal 64. Es sind jedoch vielfältige andere Eingangssignale denkbar, anhand derer entscheidbar ist, ob eine Regeneration des Partikelfilters 40 durchgeführt werden soll und ob die Temperatur des Katalysators 38 über der Light-Off-Temperatur liegt.

[0040] Wenn das Partikelfilterbeladungssignal 64 anzeigt, dass eine Regeneration des Partikelfilters 40 durchgeführt werden soll, prüft die Steuereinrichtung 60 anhand des Katalysatortemperatursignals 62, ob die Temperatur des Katalysators 38 unter der Reaktionstemperatur liegt, bei welcher eine exotherme Reaktion des eingedüsten Kraftstoffs erfolgt. Wenn dies der Fall ist, wird die Flammglühkerze 10 als Brenner betrieben, um den Abgaskanal 26 sowie den Katalysator 38 anzuwärmen. Die Steuereinrichtung 60 überprüft dann fortlaufend die Katalysatortemperatur anhand des Katalysatortemperatursignals 62. Sobald die Katalysatortemperatur über die Reaktionstemperatur angestiegen ist, sperrt die Steuereinrichtung 60 die Luftzufuhr der Flammglühkerze 10 ab, um die Flammglühkerze 10 dadurch als Einspritzvorrichtung zu betreiben und somit unverbrannte flüssige Kohlenwasserstoffe in den Abgasstrom einzugeben.

Diese Reagieren im Katalysator 38 exotherm, wodurch Wärme freigesetzt wird und die Katalysatortemperatur ansteigt. Durch die exotherme Reaktion des eingedüsten Kraftstoffs erhitzt sich der Katalysator 38 sowie der in unmittelbarer Nähe angeordnete Partikelfilter 40 bis auf eine Temperatur, die ausreichend ist, um eine Verbrennung der Rußpartikel in dem Partikelfilter 40 und folglich eine Regeneration des Partikelfilters 40 zu erzielen.

[0041] Die Mittel zum Absperren der Luftzufuhr bestehen bei der dargestellten Ausführungsform also einerseits in dem Hülsenelement 14 mit luftundurchlässiger Mantelfläche 22 und andererseits in dem zweiten Ma-

gnetventil 56. Es können allerdings Absperrventile verschiedener Art und an unterschiedlichen Stellen eingesetzt werden. Beispielsweise kann sich das Magnetventil 56 direkt an der Flammmglühkerze 10 oder an der Druckluftquelle 52 befinden. Wichtig ist lediglich, dass die Luftzufuhr der Flammmglühkerze kontrolliert unterbrochen oder ausreichend verringert werden kann, um in gewünschten Zeitabschnitten die Ausgabe eines Kraftstoffstroms ohne Flammenbildung zu ermöglichen.

[0042] Durch das vorstehend beschriebene Regenerationsverfahren ist es möglich, eine Regeneration des Partikelfilters 40 zu beliebigen Zeiten und während beliebiger Betriebszustände des Abgassystems bzw. des Verbrennungsmotors durchzuführen, also zum Beispiel auch unmittelbar nach dem Start des Verbrennungsmotors. Günstigerweise ist dazu nur ein einzelnes, kompaktes und einfach herzustellendes Bauteil, nämlich eine erfundungsgemäße Flammmglühkerze 10, erforderlich. Eine kostspielige und platzraubende Heizvorrichtung zum direkten Erwärmen des Partikelfilters 40 auf die Rußabbrandtemperatur ist nicht notwendig. Das erfundungsgemäße Regenerationskonzept ist auf viele verschiedene Arten von Verbrennungsmotoren im Industrieanlagen- und Kraftfahrzeugbereich anwendbar.

Bezugszeichenliste

[0043]

- | | |
|----|-------------------------------|
| 10 | Flammmglühkerze |
| 12 | Grundkörper |
| 14 | Hülsenelement |
| 16 | Brennkammer |
| 18 | Eintrittsöffnung |
| 20 | Austrittsöffnung |
| 22 | Mantelfläche |
| 24 | Befestigungsflansch |
| 26 | Abgaskanal |
| 28 | erster Anschlussstutzen |
| 30 | zweiter Anschlussstutzen |
| 32 | Heizstab |
| 36 | Verbindungsabschnitt |
| 38 | Katalysator |
| 40 | Partikelfilter |
| 44 | Kraftstoffleitung |
| 46 | Luftleitung |
| 48 | elektrische Energiequelle |
| 50 | Kraftstoffquelle |
| 51 | Schalter |
| 52 | Druckluftquelle |
| 54 | erstes Magnetventil |
| 56 | zweites Magnetventil |
| 60 | Steuereinrichtung |
| 62 | Katalysatortemperatursignal |
| 64 | Partikelfilterbeladungssignal |

Patentansprüche

1. Flammmglühkerze (10) mit einer Brennkammer (16), die eine Austrittsöffnung (20) für die Flamme aufweist, einer insbesondere absperrbaren Kraftstoffzufuhr zum Bereitstellen eines Kraftstoffstroms an die Brennkammer (16), einer Luftzufuhr zum Bereitstellen eines Luftstroms an die Brennkammer (16), und einer Zündvorrichtung (32), insbesondere einem elektrisch betriebenen Heizelement, welche in der Brennkammer (16) angeordnet ist oder sich in die Brennkammer (16) erstreckt und welche dazu ausgebildet ist, das aus dem bereitgestellten Kraftstoffstrom und dem bereitgestellten Luftstrom entstehende Luft/Kraftstoff-Gemisch zu zünden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luftzufuhr in der Menge steuerbar ausgebildet ist.
2. Flammmglühkerze (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luftzufuhr in der Menge verringerbar und/oder absperbar ausgebildet ist.
3. Flammmglühkerze (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zum Steuern der Luftzufuhr an der Flammmglühkerze (10) oder an einer der Flammmglühkerze (10) vorgeschalteten Komponente vorgesehen sind.
4. Flammmglühkerze (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Bereitstellen des Luftstroms ein Anschlussstutzen (30) vorgesehen ist, an welchen eine insbesondere mit einer Druckluftquelle (52) in Verbindung stehende Luftleitung (46) anschließbar ist.
5. Flammmglühkerze (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennkammer (16) einen luftdicht abgeschlossenen Umfangsabschnitt (22), eine stirnseitige Eintrittsöffnung (18) und eine entgegengesetzt zur Eintrittsöffnung (18) liegende Austrittsöffnung (20) aufweist.
6. Flammmglühkerze (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennkammer (16) zumindest teilweise durch ein zylindrisches Hülsenelement (14) mit einer luftundurchlässigen Mantelfläche (22) gebildet ist.
7. Flammmglühkerze (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- | | | | |
|-----|---|----|--|
| 8. | Regenerationsvorrichtung für einen Partikelfilter (40) eines Abgassystems, das einen Abgaskanal (26) zum Abführen eines heißen Abgasstroms von einem Verbrennungsmotor, insbesondere einem Dieselmotor, und einen Katalysator (38), insbesondere einen Oxidationskatalysator, umfasst, der stromaufwärts des Partikelfilters (40) in den Abgaskanal (26) integriert ist, wobei die Regenerationsvorrichtung einen Brenner umfasst, der in der Lage ist, den Katalysator (38) auf eine Reaktionstemperatur, bei welcher eine exotherme Reaktion des Kraftstoffs erfolgt, aufzuheizen,
dadurch gekennzeichnet, dass
als Brenner eine Flammglühkerze (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 vorgesehen ist und dass die Regenerationsvorrichtung wenigstens eine Steuereinrichtung (60) umfasst, die dazu ausgebildet ist, die Luftzufuhr der Flammglühkerze (10) in Abhängigkeit von einem Betriebszustand des Abgassystems und/oder des Verbrennungsmotors zu steuern. | 10 | 12. Verfahren zum Betreiben einer Regenerationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Betriebszustand des Abgassystems und/oder des Verbrennungsmotors ermittelt wird und in Abhängigkeit von dem ermittelten Betriebszustand im Falle einer Regeneration des Partikelfilters (40) ein zündfähiges Luft/Kraftstoff-Gemisch bereitgestellt wird oder ein Bereitstellen eines zündfähigen Luft/Kraftstoff-Gemischs unterbunden wird. |
| 9. | Regenerationsvorrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Steuereinrichtung (60) dazu ausgebildet ist, die Luftzufuhr freizugeben, wenn die Temperatur des Katalysators (38) unter der Reaktionstemperatur liegt und eine Regeneration des Partikelfilters (40) durchgeführt werden soll. | 20 | 13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Bereitstellen eines zündfähigen Luft/Kraftstoff-Gemischs unterbunden wird, indem die Luftzufuhr der Flammglühkerze (10) verringert oder abgesperrt wird, wobei insbesondere die Zündvorrichtung (32) der Flammglühkerze (10) bei verringrigerter oder abgesperrter Luftzufuhr betrieben wird. |
| 10. | Regenerationsvorrichtung nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Steuereinrichtung (60) dazu ausgebildet ist, die Luftzufuhr zu verringern oder abzusperren, wenn die Temperatur des Katalysators (38) über der Reaktionstemperatur liegt und eine Regeneration des Partikelfilters (40) durchgeführt werden soll, und/oder dass
die Steuereinrichtung (60) dazu ausgebildet ist, die Luftzufuhr wieder zu verringern oder abzusperren, wenn die Temperatur des Katalysators (38) über die Reaktionstemperatur angestiegen ist. | 30 | 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
zum Ermitteln des Betriebszustands des Abgassystems eine Temperatur des Katalysators (38) ermittelt wird. |
| 11. | Abgassystem für einen Verbrennungsmotor, insbesondere einen Dieselmotor, das umfasst:

einen Abgaskanal (26) zum Abführen eines heißen Abgasstroms von dem Verbrennungsmotor, einen Partikelfilter (40) und einen Katalysator (38), insbesondere einen Oxidationskatalysator, der stromaufwärts des Partikelfilters (40) in den Abgaskanal (26) integriert ist, | 50 | 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein zündfähiges Luft/Kraftstoff-Gemisch bereitgestellt wird, wenn die Temperatur des Katalysators (38) unter der Reaktionstemperatur liegt und eine Regeneration des Partikelfilters (40) durchgeführt werden soll, und/oder dass ein Bereitstellen eines zündfähigen Luft/Kraftstoff-Gemischs unterbunden wird, wenn die Temperatur des Katalysators (38) über der Reaktionstemperatur liegt und eine Regeneration des Partikelfilters (40) durchgeführt werden soll. |

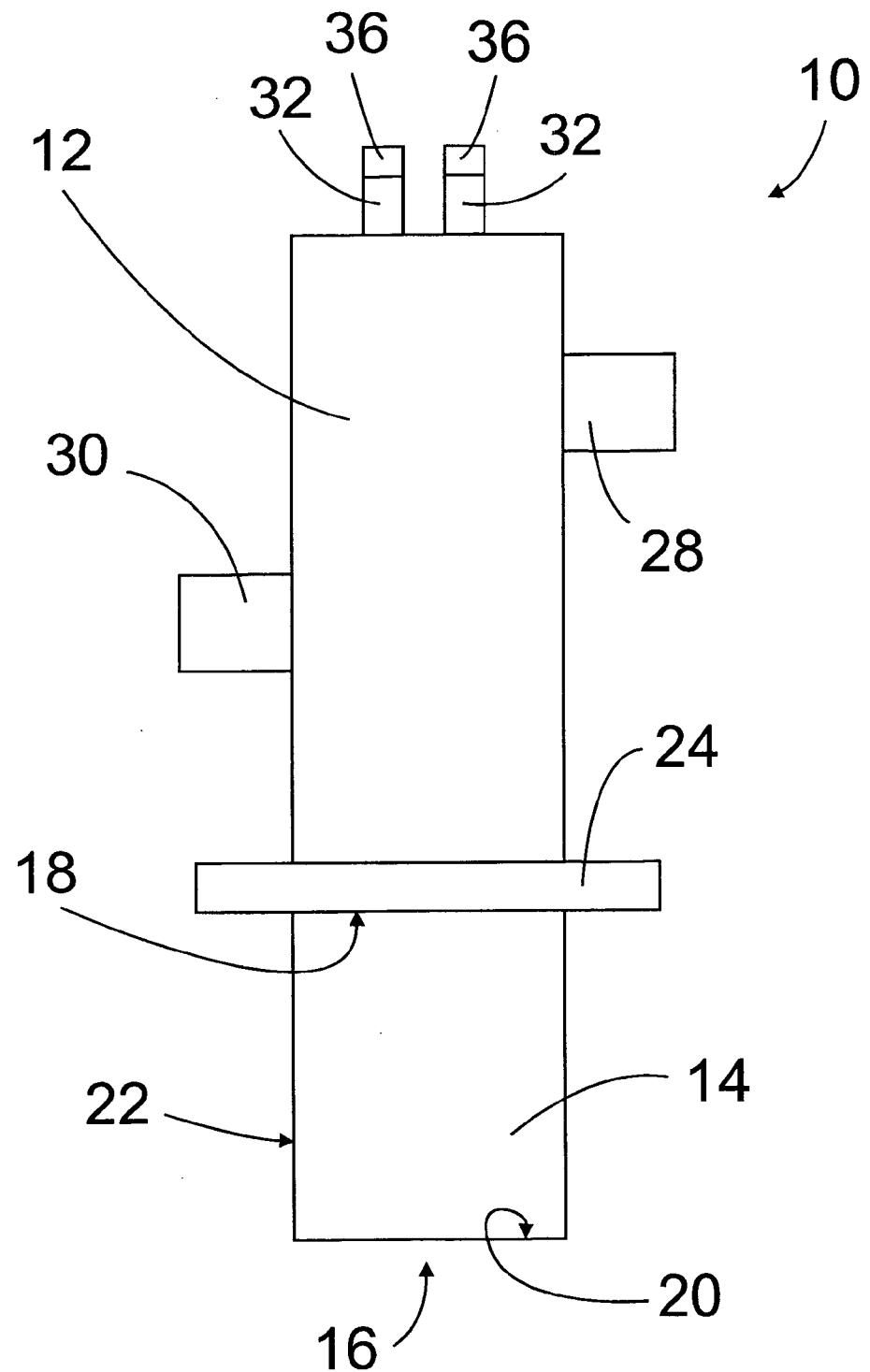


Fig. 1

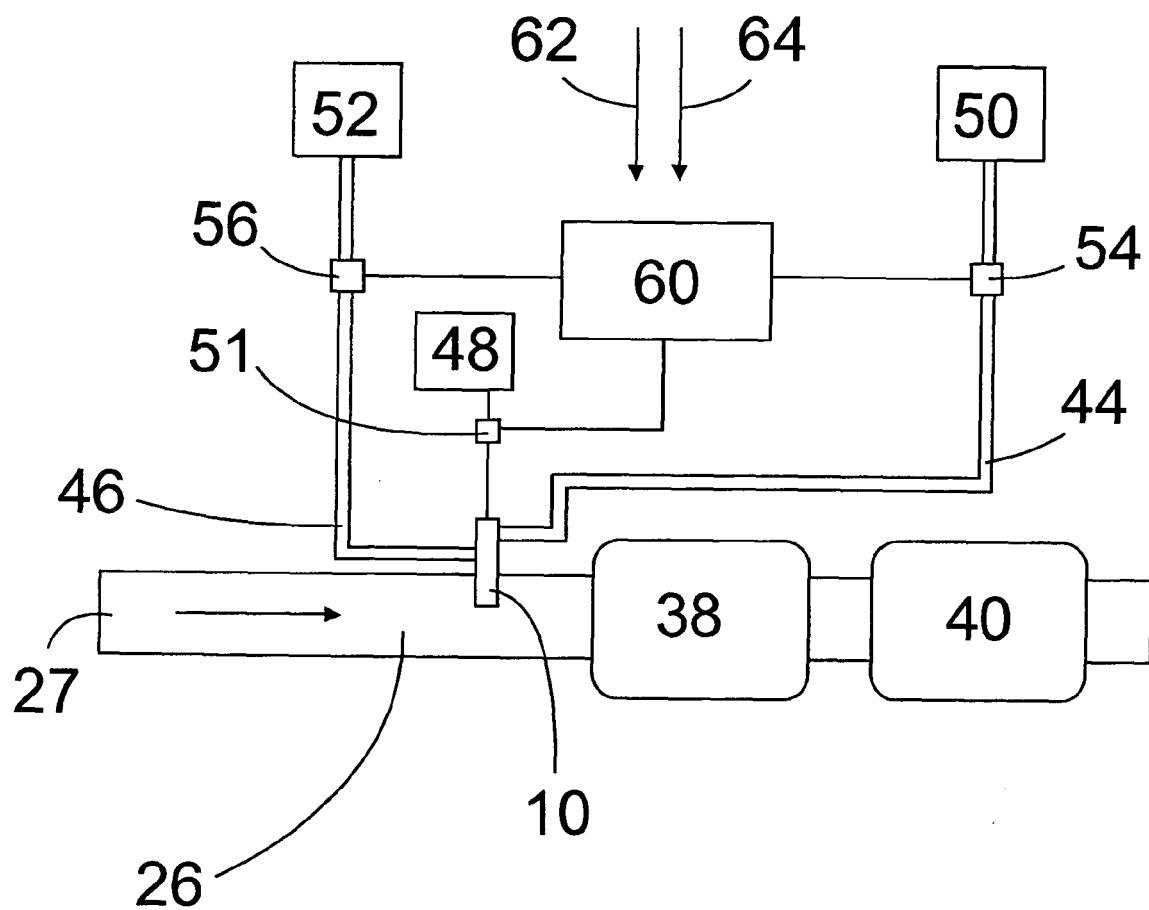


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 09 01 2030

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE		Betrefft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile		
X	DE 42 39 079 A1 (PIERBURG GMBH [DE]) 26. Mai 1994 (1994-05-26) * das ganze Dokument * -----	1-15	INV. F01N3/025 F01N9/00 F01N3/30 F01N3/38 F23N1/02
X	KURTH J ET AL: "Automation strategies for a particle filter system for diesel engines" CONTROL APPLICATIONS, 1994., PROCEEDINGS OF THE THIRD IEEE CONFERENCE ON GLASGOW, UK 24-26 AUG. 1994, NEW YORK, NY, USA, IEEE, 24. August 1994 (1994-08-24), Seiten 127-132, XP010131149 ISBN: 978-0-7803-1872-4 * das ganze Dokument * -----		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X	FR 2 893 351 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 18. Mai 2007 (2007-05-18) * Seite 5 - Seite 8 * -----		F01N F23N
X	WO 2007/141433 A1 (FAYARD JEAN-CLAUDE [FR]) 13. Dezember 2007 (2007-12-13) * das ganze Dokument * -----		
X	US 7 032 376 B1 (WEBB CYNTHIA C [US] ET AL) 25. April 2006 (2006-04-25) * das ganze Dokument * -----		
1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
	Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
	Den Haag	15. Dezember 2009	Louchet, Nicolas
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
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			

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

EP 09 01 2030

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendifikumente 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.

15-12-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patendifikument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4239079	A1	26-05-1994	EP JP US	0599060 A1 6207509 A 5417059 A	01-06-1994 26-07-1994 23-05-1995
FR 2893351	A1	18-05-2007	DE US	102005054733 A1 2007157606 A1	24-05-2007 12-07-2007
WO 2007141433	A1	13-12-2007	CA EP FR US	2658216 A1 2024614 A1 2902137 A1 2009288399 A1	13-12-2007 18-02-2009 14-12-2007 26-11-2009
US 7032376	B1	25-04-2006		KEINE	