

(19)



(11)

EP 2 568 137 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.03.2013 Patentblatt 2013/11

(51) Int Cl.:
F01N 3/20 (2006.01) F01N 3/36 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11180569.3**

(22) Anmeldetag: **08.09.2011**

(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

(74) Vertreter: **Drömer, Hans-Carsten**
Ford-Werke Aktiengesellschaft
Patentabteilung NH/DRP
Henry-Ford-Strasse 1
50725 Köln (DE)

(71) Anmelder: **Ford Global Technologies, LLC**
Dearborn, MI 48126 (US)

Bemerkungen:
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(72) Erfinder: **Yacoub, Yasser Mohammed Sayed**
50858 Köln (DE)

(54) Beheiztes Injektionssystem für Dieselmotor-Abgassysteme

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Injektions- einrichtung (21) zur Einspeisung von Reduktionsmit- teln in ein Abgasreinigungssystem (20) einer Brennkraft- maschine (2) zur Verringerung des Stickoxidausstoßes, insbesondere eines Dieselmotors. Weitere Gegenstän-

de der vorliegenden Erfindung betreffen ein Verfahren zur Reduzierung von Stickoxiden in Abgasen von Brenn- kraftmaschinen (2) sowie die Verwendung einer Reduk- tionsmittelmischung zur Reduzierung von Stickoxiden in Abgasen.

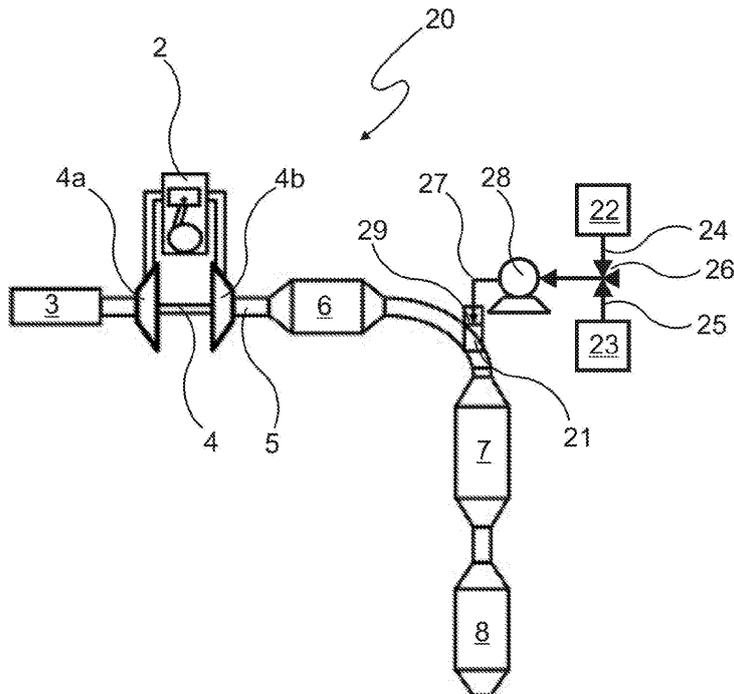


Fig. 2

EP 2 568 137 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Injektionseinrichtung zur Einspeisung von Reduktionsmitteln in ein Abgassystem einer Brennkraftmaschine zur Verringerung des Stickoxidausstoßes, insbesondere eines Dieselmotors. Weitere Gegenstände der vorliegenden Erfindung betreffen ein Verfahren zur Reduzierung von Stickoxiden in Abgasen von Brennkraftmaschinen sowie die Verwendung einer Reduktionsmittelmischung zur Reduzierung von Stickoxiden in Abgasen.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind unterschiedliche Abgasreinigungssysteme bekannt. Nach einer ersten Möglichkeit wird in einem LNT (lean NO_x trap) NO_x aus dem hindurch geführten Abgasstrom absorbiert und temporär gespeichert. Da die Speicherkapazität eines LNT naturgemäß begrenzt ist, müssen das gespeicherte NO_x von Zeit zu Zeit entfernt werden. Hierzu werden die Betriebsparameter des Motors vom Magerbetrieb während des Speicherungs Vorgangs in einen Fettbetrieb geändert. Im Fettbetrieb wird der Motor mit in Bezug auf die Verbrennungsluft überstöchiometrischen Mengen an Kraftstoff betrieben. Dies führt zu einer Anreicherung der Verbrennungsabgase an Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoffen (kurz: HC). Gleichzeitig erhöht sich durch den Fettbetrieb die Abgastemperatur. In der Folge erhöht sich die Temperatur im LNT-Katalysator, wobei jetzt zusätzlich CO und HC aus den Abgasen während des Fettimpulsbetriebs in den LNT gelangen.

[0003] Der LNT-Katalysator weist eine Beschichtung mit Metallen der Platingruppe auf. Diese katalysieren verschiedene Redoxreaktionen zwischen dem gespeicherten NO_x und dem als Reduktionsmitteln fungierenden CO beziehungsweise HC, wobei NO_x zu Stickstoff und Wasser umgesetzt wird. Nach Umsetzung des gespeicherten NO_x wird der Motor wieder in den Magerbetrieb überführt und der Speicherkreislauf beginnt von Neuem.

[0004] Die zur Reduktion des gespeicherten NO_x in herkömmlichen LNT-Katalysatoren eingesetzten Edelmetalle erhöhen die Kosten dieses Katalysators signifikant. Zudem ist die Herstellung derartiger Systeme kostspielig. Weiterhin sind manche Katalysatorsysteme empfindlich gegenüber Katalysatorgiften wie Schwefelwasserstoff und anderen Schwefelverbindungen, die bei der Verbrennung von schwefelhaltigem Kraftstoff entstehen können und die katalytische Aktivität beeinflussen. Zwar können auch diese Verbindungen von der Edelmetallbeschichtung in aller Regel zersetzt werden, jedoch reduzieren die hierfür erforderlichen hohen Katalysatortemperaturen die Lebensdauer des Katalysators deutlich.

[0005] Ein LNT-Katalysator der vorgenannten Art ist beispielsweise aus der EP 1 004 347 B1 bekannt. Der hierin offenbarte Katalysator ist zweischichtig aufgebaut, wobei eine erste Schicht für die NO_x Speicherung zuständig ist und eine zweite Schicht Edelmetallkomponenten enthält, mit deren Hilfe NO_x abgebaut werden soll. Dieser Katalysator wird kontinuierlich, also nicht im Wechselbetrieb mager/fett unterhalten und erreicht hier-

bei eine Konversionsrate von etwa 20 bis 30% der durchströmenden Stickoxide.

[0006] Neben den vorgenannten LNT-Katalysatoren sind weitere Katalysatorsysteme bekannt, die unter Verwendung von extern eingespeisten Reduktionsmitteln den Stickoxidgehalt in Abgasen verringern. Das Reduktionsmittel wird in der Regel mittels einer Injektionseinrichtung in den Abgasstrom eingespritzt. Für die eigentliche Umsetzung sorgt dann ein stromabwärts der Injektionseinrichtung angeordneter sogenannter SCR-Katalysator. Mit SCR (Selective Catalytic Reduktion) bezeichnet man die Technik der selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden in Abgasen von Feuerungsanlagen, Müllverbrennungsanlagen, Gasturbinen, Industrieanlagen und Motoren. Die chemische Reaktion am SCR-Katalysator ist selektiv, d.h. es werden bevorzugt die Stickoxide (NO, NO₂) reduziert, während unerwünschte Nebenreaktionen (wie z. B. die Oxidation von Schwefeldioxid zu Schwefeltrioxid) weitestgehend unterdrückt werden. Die SCR-Katalysatoren werden oft in Kombination mit Rußpartikelfiltern und Oxidationskatalysatoren eingesetzt.

[0007] Für die vorgenannte Reduktionsreaktion wird ein Reduktionsmittel benötigt, wozu typischerweise Ammoniak (NH₃) verwendet wird. Der benötigte Ammoniak wird hierbei in der Regel nicht direkt, d. h. in reiner Form, verwendet, sondern in Form einer 32,5%igen wässrigen Harnstofflösung eingesetzt, welche in der Industrie einheitlich mit AdBlue® bezeichnet wird. Die Zusammensetzung ist in der DIN 70070 geregelt. Der Grund dafür, dass der benötigte Ammoniak nicht in reiner Form mitgeführt wird, ist die Gefährlichkeit dieses Stoffes. Ammoniak wirkt auf Haut und Schleimhäute (insbesondere auch auf die Augen) ätzend, zudem bildet es an der Luft ein explosionsfähiges Gemisch.

[0008] Aus der vorgenannten Harnstoff-Lösung entsteht beim Einsprühen in den heißen Abgasstrom durch eine Zersetzungsreaktion Ammoniak und Kohlendioxid. Der auf diese Weise erzeugte Ammoniak steht dann in dem stromabwärts angeordneten SCR-Katalysator zur Verfügung. Bei der Umsetzung von Ammoniak mit den Stickoxiden im Abgas findet eine Komproportionierungsreaktion statt, wobei Wasser (H₂O) und Stickstoff (N₂) entstehen. Bei den SCR-Katalysatoren wird typischerweise zwischen zwei verschiedenen Arten von Katalysatoren unterschieden. Die eine Art besteht im Wesentlichen aus Titandioxid, Vanadiumpentoxid und Wolframoxid. Die andere Art verwendet Zeolithe.

[0009] Die Menge des eingespritzten Harnstoffs ist von der motorischen Stickoxidemission und damit von der momentanen Drehzahl und dem Drehmoment des Motors abhängig. Der Verbrauch an Harnstoff-Wasser-Lösung beträgt - abhängig von der Rohemission des Motors - etwa 2 bis 8% des eingesetzten Dieselmotorkraftstoffs. Es muß deshalb ein entsprechendes Tankvolumen mitgeführt werden, was zum Teil als nachteilig empfunden wird. Insbesondere erschwert dies den Einsatz in Dieselmotoren betriebenen Personenkraftwagen, da ein zusätzlicher

Tank vorgesehen werden muß.

[0010] Durch eine selektive katalytische Reduktion werden Stickoxide aus dem Abgas zu großen Teilen entfernt. Im Gegensatz zum Dieselpartikelfilter (DPF) oder den oben beschriebenen LNTs stellt sich für die Schadstoffreduktion kein Kraftstoffmehrverbrauch ein, da ein SCR-Katalysator im Gegensatz zu den vorgenannten Katalysatoren im Betrieb keine zeitweise Abwendung von optimalen Verbrennungsverhältnissen erfordert.

[0011] Bei der Verwendung der SCR-Technologie in z. B. Lastfahrzeugen ergeben sich aufgrund des für den Betrieb benötigten Ammoniaks in Form von AdBlue® weitere Notwendigkeiten. So muß dieser als weiterer Betriebsstoff wegen seiner besonderen Eigenschaften in einem Edelstahl- oder Kunststofftank mitgeführt und kontinuierlich in den Abgasstrom eingesprützt werden. Dadurch ergibt sich neben dem SCR-Katalysator und der Einsprühanlage die Notwendigkeit eines zweiten, meist kleineren Tanks neben dem Dieseltank.

[0012] Zudem ist beim Betrieb zu beachten, dass AdBlue® variabel eingesprützt werden muß. Er muß bisher über ein so genanntes Feed-Verhältnis dem NOx im Abgasmassenstrom angepaßt werden. Wird dabei zuviel Harnstoff zudosiert, so kann das daraus gebildete Ammoniak nicht mehr mit NOx reagieren. Bei dieser Fehldosierung kann Ammoniak in die Umgebung gelangen. Da Ammoniak bereits in sehr kleinen Konzentrationen wahrgenommen werden kann, führt dies zu einer Geruchsbelästigung.

[0013] Während die vorgenannten katalytischen Reaktionen bei hohen Abgastemperaturen mit ausreichender Geschwindigkeit ablaufen, sind die Umsetzungsgrade bei geringen Abgastemperaturen in der Regel nicht befriedigend. Zwar sind SCR-Katalysatoren in der Regel imstande, Stickoxide über einen gewissen Zeitraum zu speichern, beispielsweise bis die Abgasleitung der Motor auf Betriebstemperatur sind und der Abgasstrom die benötigte Temperatur aufweist. Allerdings wird die erforderliche Mindestabgastemperatur für den optimalen Betrieb beispielsweise im Stadtverkehr häufig nicht erreicht, so dass nach einer bestimmten Betriebszeit die maximale Speicherkapazität des SCR-Katalysators überschritten wird und Stickoxide in die Umwelt gelangen.

[0014] Gleichzeitig ist die Abgastemperatur für eine quantitative Zersetzung des Harnstoffs in Ammoniak und Kohlendioxid möglicherweise nicht ausreichend, so dass nicht ausreichende Mengen an Ammoniak gebildet werden können. Zwar kann das letztgenannte Problem zumindest teilweise durch eine Erhöhung der eingesprützten Harnstoffmenge kompensiert werden, jedoch ist die tatsächliche Menge an gebildetem katalytisch aktivem Ammoniak dann nur noch schwer vorhersagbar. So kann es bei Erhöhung der eingesprützten Harnstoffmenge auch dazu kommen, dass mehr Ammoniak gebildet wird als im SCR-Katalysator verbraucht wird, wodurch Ammoniak in die Umwelt gelangt. Dies ist aus Gründen der Geruchsbelästigung und auch aus toxikologischer Sicht unerwünscht.

[0015] Um diesem Problem zu begegnen wird in DE 103 48 800 A1 ein Diesel-Abgasnachbehandlungssystem vorgeschlagen, welches ein Reduktionsmittelzuführsystem umfasst, bei dem das Reduktionsmittel mittels eines Heizelements auf die erforderliche Temperatur gebracht wird. Durch die Heizeinrichtung wird das zugeführte Reduktionsmittel in Form einer wässrigen Harnstofflösung beim Einsprühen in den Abgasstrom weitestgehend unabhängig von der Abgastemperatur verdampft bzw. unter Freisetzung von Ammoniak zersetzt. Dadurch ist die im Abgasstrom tatsächlich vorhandene Reduktionsmittelmenge unabhängig von der Abgastemperatur.

[0016] Ein hierzu vergleichbares System ist aus der DE 10 2006 049 591 A1 oder der aus DE 10 2007 029 674 A1 bekannt, bei denen ebenfalls ein Reduktionsmittel in Form einer Harnstofflösung über einen elektrisch beschriebenen Wärmetauscher vorgeheizt und im gasförmigen Zustand in den Abgasstrom eingesprützt wird.

[0017] Wie bereits eingangs dargelegt, ist der Einsatz einer Harnstofflösung mit gewissen Problemen verbunden, insbesondere das Erfordernis des Mitführens einer weiteren nachzufüllenden Flüssigkeit neben dem eigentlichen Kraftstoff.

[0018] Aus der EP 0 708 230 B1 ist deshalb eine Einrichtung zum Nachbehandeln von Abgasen einer selbstzündenden Brennkraftmaschine bekannt, bei der über die Kraftstoffpumpe des Dieselmotors Dieseldieselkraftstoff in den Abgasstrom mittels einer stromaufwärts eines SCR-Katalysators angeordneten Einspritzdüse eingebracht wird. D. h., bei dieser beschriebenen Anordnung wird anstelle eines ammoniakfreisetzenden Systems Dieseldieselkraftstoff als Reduktionsmittel verwendet. Damit bei der vorbeschriebenen Anordnung der Dieseldieselkraftstoff unabhängig von der Abgastemperatur gasförmig in den Abgastrakt eingesprützt wird, befindet sich in der Nähe der Injektionseinrichtung eine Glühkerze, mit welcher der Dieseldieselkraftstoff über seinen Verdampfungspunkt hinaus erwärmt wird. Diese Lösung hat zwar den Vorteil, dass im Gegensatz zu den vorbeschriebenen Systemen kein zusätzlicher Vorratstank für die wässrige Harnstofflösung vorgehalten werden muß, was insbesondere bei Personenkraftwagen häufig zu Platzproblemen führt.

[0019] Bei diesem System wird es jedoch zum Teil als nachteilig empfunden, dass größere Mengen an Dieseldieselkraftstoff zur Stickoxidbeseitigung erforderlich sind, was letztlich den Kraftstoffverbrauch erhöht. Zudem entstehen hierbei wiederum Reaktionsprodukte, die sich negativ auf die Abgaswerte auswirken können oder durch entsprechende Vorrichtungen, d.h. in der Regel Katalysatoren, wieder entfernt werden müssen. Rückstände des eingesprützten Dieseldieselkraftstoffs können überdies zu unerwünschten Ablagerungen im Abgassystem führen.

[0020] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung bestand nun darin, eine verbesserte Injektionseinrichtung der vorgenannten Art zur Verfügung zu stellen, welche mit möglichst geringen Mengen an Reduktionsmittel eine weitestgehend vollständige Beseitigung der Stickoxide im Abgasstrom unabhängig von dessen Temperatur er-

möglichst. Zusätzlich soll eine weitere Schadstoffbelastung und eine Verschmutzung des Abgassystems weitestgehend vermieden werden.

[0021] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Injektionseinrichtung zur Einspeisung von Reduktionsmitteln in ein Abgassystem einer Brennkraftmaschine zur Verringerung des Stickoxidausstoßes, wobei die Injektionseinrichtung mit jeweils einem Vorratsbehälter für ein erstes sowie ein zweites, bei Raumtemperatur flüssiges Reduktionsmittel verbunden ist und einen Injektor sowie eine Verdampfungseinrichtung für das erste und zweite Reduktionsmittel umfaßt.

[0022] Mit anderen Worten sieht die erfindungsgemäße Lösung die Verwendung von zwei flüssigen Reduktionsmitteln vor, welche vor dem Einspritzen in den Abgasstrom in den gasförmigen Zustand überführt werden. Hierfür kann die Verdampfungseinrichtung beispielsweise eine elektrisch betriebene Heizeinrichtung aufweisen, insbesondere eine Glühkerze.

[0023] Die erfindungsgemäße Injektionseinrichtung kann im Prinzip in jeder Art von Abgasaufbereitungssystemen mit einem SCR-Katalysator eingesetzt werden. So können in an sich bekannter Weise zusätzlich zum SCR-Katalysator weitere Katalysatoren wie ein LNT oder ein Rußpartikelfilter eingesetzt werden. Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist folglich ein Abgasreinigungssystem für eine Brennkraftmaschine zur Verringerung des Stickoxidausstoßes umfassend einen SCR-Katalysator und eine stromaufwärts hiervon angeordnete erfindungsgemäße Injektionseinrichtung, sowie optionaler weiterer Reinigungselemente wie ein LNT und/ oder ein Rußpartikelfilter, die wahlweise stromaufwärts der Injektionseinrichtung oder stromabwärts des SCR-Katalysators angeordnet sind. Als SCR-Katalysator kann im Prinzip jeder an sich bekannte SCR-Katalysator verwendet werden. Gleiches gilt für die optional vorhandenen weiteren Reinigungselemente wie ein LNT und/ oder ein Rußpartikelfilter.

[0024] In vorteilhafter Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Injektionseinrichtung ist das erste Reduktionsmittel eine Ammoniak freisetzende Flüssigkeit, insbesondere eine wäßrige Harnstofflösung wie AdBlue®, und das weitere Reduktionsmittel eine Kohlenwasserstoffverbindung, insbesondere ein Kraftstoff wie beispielsweise Dieselkraftstoff. Die Verwendung dieser zwei unterschiedlichen Reduktionsmittel ist von Vorteil, da durch den teilweisen Ersatz der wäßrigen Harnstofflösung bei gleichbleibender Stickoxideliminierungsrate der Verbrauch an zusätzlich mitzuführender Harnstofflösung erheblich reduziert werden kann. Gleichzeitig ist durch die Kombination von Harnstofflösung und Dieselkraftstoff der Anteil der durch die Dieselkraftstoffeinspritzung entstehenden zusätzlichen Schadstoffe deutlich verringert. Außerdem wird der Kraftstoffmehrerverbrauch durch den Einsatz der Ammoniak freisetzenden Flüssigkeit gemindert.

[0025] Das Verhältnis von Dieselkraftstoff zu 32,5%iger Harnstofflösung kann über weite Bereiche va-

riert werden und auch in Abhängigkeit der Betriebsparameter des Fahrzeugs individuell angepaßt werden. So kann das Verhältnis zwischen wäßriger Harnstofflösung der vorgenannten Konzentration, also AdBlue®, zu Dieselkraftstoff im Bereich von 1:10 bis 10:1 liegen, vorzugsweise 1:8 bis 8:1.

[0026] Die erfindungsgemäße Injektionseinrichtung kann weiterhin derart ausgestaltet sein, dass von dem Vorratsbehälter für die Ammoniak freisetzende Flüssigkeit eine Ammoniakleitung und von dem Kraftstoffbehälter eine Kraftstoffleitung abgehen, die in einem 3-Wege-Ventil münden, welches über eine Reduktionsmittelleitung mit dem Injektor verbunden ist. Mittels des 3-Wege-Ventils können über eine beispielsweise elektronisch angesteuerte Verstelleinheit die vorgenannten Volumenverhältnisse zwischen den beiden Reduktionsmitteln variabel eingestellt werden, insbesondere in Abhängigkeit der Betriebsparameter des Motors.

[0027] Auch wenn sich eine wäßrige Harnstofflösung und Dieselkraftstoff nicht homogen miteinander vermischen lassen, ist es von Vorteil, wenn die beiden Reduktionsmittel möglichst gleichmäßig verteilt in den Abgasstrom eingebracht werden. Hierzu kann eine Mischeinrichtung vorgesehen sein, die vorzugsweise in der Reduktionsmittelleitung angeordnet ist. Mit dieser kann aus den vorgenannten flüssigen Reduktionsmitteln eine Emulsion erzeugt werden.

[0028] Um eine möglichst quantitative Verdampfung der Reduktionsmittel vor dem Einbringen in den Abgasstrom zu ermöglichen ist in vorteilhafter Weise die Reduktionsmittelleitung in Förderrichtung der Reduktionsmittel auf die Heizeinrichtung gerichtet.

[0029] Nach einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Injektionseinrichtung ist diese wenigstens eine Fördereinrichtung für das erste und zweite Reduktionsmittel zugeordnet, welche insbesondere an der Reduktionsmittelleitung vorgesehen ist. Auf diese Weise kann ein kontinuierlicher Reduktionsmittelstrom sichergestellt werden. Als Fördereinrichtung kommt beispielsweise eine Pumpe in Betracht. Diese kann zudem einen Förderdruck aufbauen, so dass die Reduktionsmittel mit Überdruck gegen die Heizeinrichtung und dann in den Abgasstrom eingepreßt werden. Auf diese Weise können die Reduktionsmittel vor dem Verdampfen beispielsweise über eine Zerstäuberdüse fein verteilt werden, was den Verdampfungsvorgang weiter beschleunigt.

[0030] Nach einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Injektionseinrichtung ist die Mischeinrichtung in die Fördereinrichtung integriert.

[0031] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reduzierung von Stickoxiden in Abgasen, insbesondere in Abgasen von dieselbetriebenen Brennkraftmaschinen, das die Abgasaufbereitung mittels eines SCR-Katalysators umfaßt, wobei mittels einer stromaufwärts vom SCR-Katalysator angeordneten Injektionseinrichtung ein erstes und ein zweites bei Raumtemperatur flüssiges Reduktionsmittel mittels

einer Heizeinrichtung wenigstens teilweise verdampft und dem Abgasstrom über einen Injektor beigemischt werden.

[0032] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin die Verwendung einer Mischung einer Kohlenwasserstoffverbindung, insbesondere Dieselkraftstoff, und eines Ammoniak freisetzenden Reduktionsmittels, insbesondere einer wäßrigen Harnstofflösung wie AdBlue®, zur Reduzierung von Stickoxiden in Abgasen, insbesondere in Abgasen von Dieselmotoren.

[0033] Die vorliegende Erfindung wird anhand des folgenden Ausführungsbeispiels und zweier Figuren genauer erläutert. Darin zeigt die

Fig. 1: eine bekannte Injektionseinrichtung für eine wäßrige Harnstofflösung gemäß dem Stand der Technik, sowie

Fig. 2: eine erfindungsgemäße Injektionseinrichtung für eine wäßrige Harnstofflösung und Dieselkraftstoff.

[0034] In Fig. 1 ist ein schematischer Aufbau eines Dieselmotors mit angeschlossenem Abgasreinigungssystem 1 analog der DE 103 48 800 A1 dargestellt. Das System umfaßt einen Hubkolbenmotor 2 in Form eines Dieselmotors mit Turboaufladung, der auf seiner Ansaugseite über einen Luftfilter 3 Frischluft bezieht, die von einem Verdichter 4a eines Turboladers 4 vorverdichtet wird. In an sich bekannter Weise wird der Verdichter 4a des Turboladers 4 durch dessen abgasseitige Turbine 4b über eine gemeinsame Welle angetrieben.

[0035] Die Verbrennungsgase des Hubkolbenmotors 2 werden durch ein aus mehreren Rohrsegmenten bestehendes Abgasrohr 5 abgeleitet. In dem Abgasrohr 5 ist stromabwärts vom Turbolader 4 ein Oxidationskatalysator 6 angeordnet, an dessen Auslaßseite in stromabwärtiger Richtung des Abgasrohres 5 ein SCR-Katalysator 7 angeschlossen ist, an dessen Ausgang sich wiederum ein Endschalldämpfer 8 anschließt. Zwischen dem Oxidationskatalysator 6 und dem SCR-Katalysator 7 ist eine Injektionseinrichtung 9 für eine wäßrige Harnstofflösung (AdBlue®) angebracht. Über diese wird mittels einer Reduktionsmittelversorgungsleitung 10 zugeführte wäßrige Harnstofflösung an einem elektrisch betriebenen Heizelement verdampft und damit gasförmig in das Abgasrohr 5 eingebracht.

[0036] Die im Betrieb des Turbodieselmotors 2 entstehenden Stickoxide werden zunächst im SCR-Katalysator gespeichert und durch bei der Zersetzungsreaktion des Harnstoffs bei Kontakt mit dem Heizelement 11 bzw. den heißen Abgasen entstehenden Ammoniakgas in einer Komproportionierungsreaktion zu Wasserdampf und Stickstoff umgesetzt.

[0037] In Fig. 2 ist ein Abgasreinigungssystem 20 mit einer erfindungsgemäßen Injektionseinrichtung 21 zur Einspeisung von Reduktionsmitteln in das Abgassystem

des Turbodieselmotors 2 dargestellt. Hierbei beschreiben gleiche Bezugsziffern identische Bauteile die bei der aus Figur 1 bekannten Vorrichtung. Im Folgenden wird somit nur auf die wesentlichen Unterschiede der beiden Systeme eingegangen.

[0038] Die Injektionseinrichtung 21 ist an jeweils einen Vorratsbehälter 22, 23 für ein erstes bzw. zweites Reduktionsmittel angeschlossen, d. h. 32,5%ige wäßrige Harnstofflösung einerseits und Dieselkraftstoff andererseits. Die Verbindung erfolgt ausgehend von dem Vorratsbehälter 22 der wäßrigen Harnstofflösung über eine Ammoniakleitung 24 und vom Vorratsbehälter 23 für Dieselkraftstoff über eine Kraftstoffleitung 25. Die Ammoniakleitung 24 und die Kraftstoffleitung 25 münden in einem elektronisch steuerbaren 3-Wege-Ventil 26, von dem eine Reduktionsmittelleitung 28 abgeht, die in einen Injektor mündet. Dieser besteht aus einer vorliegend nicht dargestellten Zerstäuberdüse. In der Reduktionsmittelleitung 27 ist eine Fördereinrichtung 28 mit integrierter Mischeinheit vorgesehen, mit der die beiden Reduktionsmittel gefördert, vermischt und mit Druck beaufschlagt in den Injektor gepreßt werden. Innerhalb des Injektors ist der Reduktionsmittelstrom auf eine Heizeinrichtung 29 gerichtet. Die Heizeinrichtung 29 besteht aus einer elektrisch beheizten Glühkerze, mit deren Hilfe das Gemisch aus wäßriger Harnstofflösung und Dieselkraftstoff verdampft und der Harnstoff dabei zumindest teilweise zu Ammoniak und Kohlendioxid zersetzt wird, bevor diese gasförmige Mischung in das Teilstück des Abgasrohres 5 stromaufwärts vom SCR-Katalysator 7 eingespeist wird.

Patentansprüche

1. Injektionseinrichtung (21) zur Einspeisung von Reduktionsmitteln in ein Abgasreinigungssystem (20) einer Brennkraftmaschine (2) zur Verringerung des Stickoxidausstoßes, wobei die Injektionseinrichtung (21) mit jeweils einem Vorratsbehälter (22, 23) für ein erstes sowie ein zweites bei Raumtemperatur flüssiges Reduktionsmittel verbunden ist und einen Injektor sowie eine Verdampfungseinrichtung (29) für das erste und zweite Reduktionsmittel umfaßt.
2. Injektionseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdampfungseinrichtung (29) eine elektrisch betriebene Heizeinrichtung aufweist, insbesondere eine Glühkerze.
3. Injektionseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Reduktionsmittel eine Ammoniak freisetzende Flüssigkeit, insbesondere eine wäßrige Harnstofflösung, und das zweite Reduktionsmittel eine Kohlenwasserstoffverbindung ist, insbesondere ein Kraftstoff wie Dieselkraftstoff.

4. Injektionseinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** von dem Vorratsbehälter (22) für die Ammoniak freisetzende Flüssigkeit eine Ammoniakleitung (24) und von dem Kraftstoffvorratsbehälter (23) eine Kraftstoffleitung (25) abgehen, die in einem 3-Wege-Ventil (26) münden, welches über eine Reduktionsmittelleitung (27) mit dem Injektor verbunden ist.
5. Injektionseinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Reduktionsmittelleitung (27) eine Mischeinrichtung vorgesehen ist.
6. Injektionseinrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reduktionsmittelleitung (27) in Förderrichtung auf die Heizeinrichtung (29) gerichtet ist.
7. Injektionseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Injektionseinrichtung (21) wenigstens eine Fördereinrichtung (28) für das erste und zweite Reduktionsmittel zugeordnet ist, welche insbesondere an der Reduktionsmittelleitung (27) vorgesehen ist.
8. Injektionseinrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mischeinrichtung in die Fördereinrichtung (28) integriert ist.
9. Abgasreinigungssystem (20) für eine Brennkraftmaschine (2) zur Verringerung des Stickoxidausstoßes umfassend einen SCR-Katalysator (7) und eine stromaufwärts hiervon angeordnete Injektionseinrichtung (21) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, sowie optionaler weiterer Reinigungselemente wie ein LNT (6) und/oder ein Rußpartikelfilter, die wahlweise stromaufwärts der Injektionseinrichtung oder stromabwärts des SCR-Katalysators (7) angeordnet sind.
10. Verfahren zur Reduzierung von Stickoxiden in Abgasen, insbesondere in Abgasen von dieselbetriebenen Brennkraftmaschinen (2), das die Abgasaufbereitung mittels eines SCR-Katalysators (7) umfaßt, wobei mittels einer stromaufwärts vom SCR-Katalysator (7) angeordneten Injektionseinrichtung (21) ein erstes und ein zweites bei Raumtemperatur flüssiges Reduktionsmittel mittels einer Heizeinrichtung (29) wenigstens teilweise verdampft und dem Abgasstrom über einen Injektor beigemischt werden.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Volumenverhältnis von erstem zu zweitem Reduktionsmittel 10 : 1 bis 1 : 10 beträgt, insbesondere 8 : 1 bis 1 : 8.
12. Verwendung einer Mischung einer Kohlenwasserstoffverbindung, insbesondere Dieselkraftstoff, und eines Ammoniak freisetzenden Reduktionsmittels, insbesondere einer wäßrigen Harnstofflösung, zur Reduzierung von Stickoxiden in Abgasen, insbesondere in Abgasen von dieselbetriebenen Brennkraftmaschinen (2).
- 10 **Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.**
- 15 1. Injektionseinrichtung (21) zur Einspeisung von Reduktionsmitteln in ein Abgasreinigungssystem (20) einer Brennkraftmaschine (2) zur Verringerung des Stickoxidausstoßes, wobei die Injektionseinrichtung (21) mit jeweils einem Vorratsbehälter (22, 23) für ein erstes sowie ein zweites bei Raumtemperatur flüssiges Reduktionsmittel verbunden ist und einen Injektor, wobei das erste Reduktionsmittel eine Ammoniak freisetzende Flüssigkeit und das zweite Reduktionsmittel eine Kohlenwasserstoffverbindung ist und wobei von dem Vorratsbehälter (22) für die Ammoniak freisetzende Flüssigkeit eine Ammoniakleitung (24) und von dem Kraftstoffvorratsbehälter (23) eine Kraftstoffleitung (25) abgehen, die in einem 3-Wege-Ventil (26) münden, welches über eine Reduktionsmittelleitung (27) mit dem Injektor verbunden ist,
- 20 **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Reduktionsmittelleitung (27) eine Mischeinrichtung vorgesehen ist und die Injektionseinrichtung (21) eine Verdampfungseinrichtung (29) für das erste und zweite Reduktionsmittel umfasst.
- 25 2. Injektionseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdampfungseinrichtung (29) eine elektrisch betriebene Heizeinrichtung aufweist, insbesondere eine Glühkerze.
- 30 3. Injektionseinrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reduktionsmittelleitung (27) in Förderrichtung auf die Heizeinrichtung (29) gerichtet ist.
- 35 4. Injektionseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ammoniak freisetzende Flüssigkeit eine wässrige Harnstofflösung, und die Kohlenwasserstoffverbindung ein Kraftstoff wie Dieselkraftstoff ist.
- 40 5. Injektionseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Injektionseinrichtung (21) wenigstens eine Fördereinrichtung (28) für das erste und zweite Reduk-

tionsmittel zugeordnet ist, welche insbesondere an der Reduktionsmittelleitung (27) vorgesehen ist.

6. Injektionseinrichtung nach Anspruch 5, 5
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Mischeinrichtung in die Fördereinrichtung (28) integriert ist.

7. Abgasreinigungssystem (20) für eine Brennkraftmaschine (2) zur Verringerung des Stickoxidausstoßes umfassend einen SCR-Katalysator (7) und eine stromaufwärts hiervon angeordnete Injektionseinrichtung (21) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, sowie optionaler weiterer Reinigungselemente wie ein LNT (6) und/oder ein Rußpartikelfilter, die wahlweise stromaufwärts der Injektionseinrichtung oder stromabwärts des SCR-Katalysators (7) angeordnet sind. 10
15

8. Verfahren zur Reduzierung von Stickoxiden in Abgasen, insbesondere in Abgasen von dieselbetriebenen Brennkraftmaschinen (2), das die Abgasaufbereitung mittels eines SCR-Katalysators (7) umfasst, wobei mittels einer stromaufwärts vom SCR-Katalysator (7) angeordneten Injektionseinrichtung (21) ein erstes und ein zweites bei Raumtemperatur flüssiges Reduktionsmittel, wobei das erste Reduktionsmittel eine Ammoniak freisetzende Flüssigkeit und das zweite Reduktionsmittel eine Kohlenwasserstoffverbindung ist, die über eine in einer Reduktionsmittelleitung (27) angeordneten Mischeinrichtung vermischt und mittels einer Verdampfungseinrichtung (29) wenigstens teilweise verdampft und dem Abgasstrom über einen Injektor beigemischt werden. 20
25
30
35

9. Verfahren nach Anspruch 8, 35
dadurch gekennzeichnet, dass
 das Volumenverhältnis von erstem zu zweitem Reduktionsmittel 10 : 1 bis 1 : 10 beträgt, insbesondere 8 : 1 bis 1 : 8. 40

45

50

55

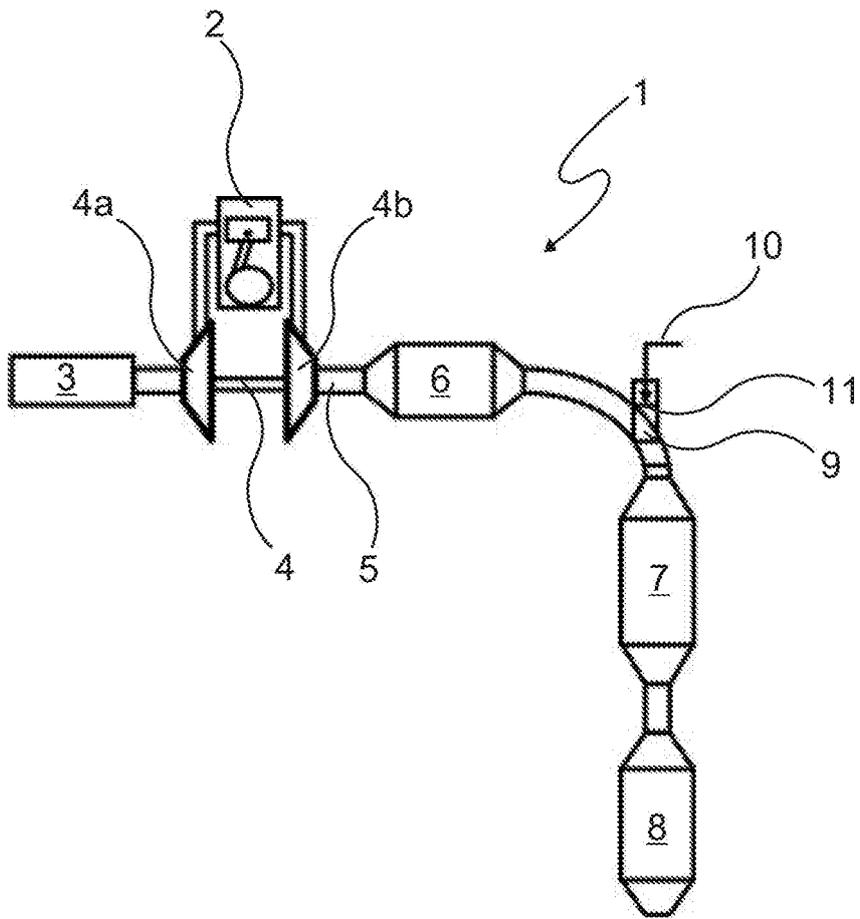


Fig. 1

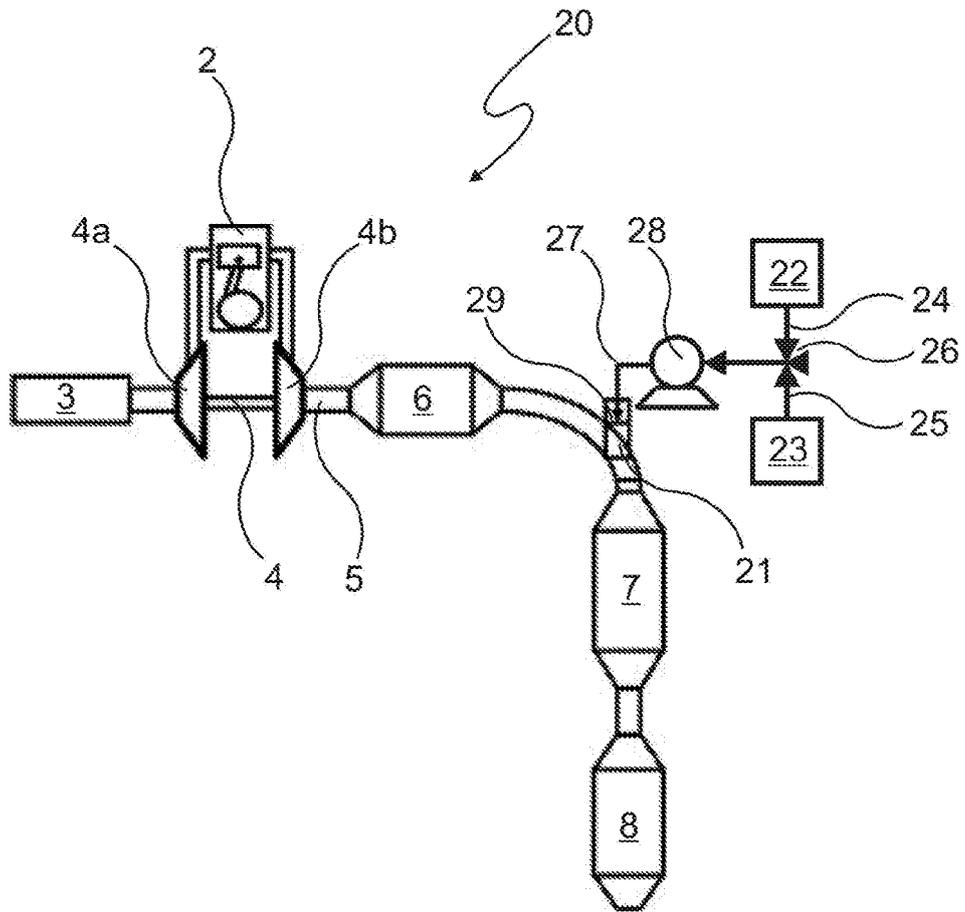


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 11 18 0569

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	JP 2006 009606 A (HINO MOTORS LTD) 12. Januar 2006 (2006-01-12) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * -----	1-12	INV. F01N3/20 F01N3/36
Y	DE 10 2008 063515 A1 (DEUTZ AG [DE]) 24. Juni 2010 (2010-06-24) * Absatz [0024]; Abbildung 1 * -----	1-7,9-12	
Y	FR 2 919 339 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]) 30. Januar 2009 (2009-01-30) * Seite 9, Zeile 1 - Zeile 8 * * Seite 10, Zeile 11 - Seite 11, Zeile 21; Abbildungen 2,3 * -----	1-12	
Y	FR 2 928 688 A1 (FAURECIA SYS ECHAPPEMENT [FR]) 18. September 2009 (2009-09-18) * Seite 11, Zeile 10 - Zeile 14; Abbildung 1 * -----	1-7,9-12	
Y	EP 1 676 628 A1 (GRUNDFOS MANAGEMENT AS [DK] GRUNDFOS NONOX AS [DK]) 5. Juli 2006 (2006-07-05) * Seite 6, Zeile 42 - Zeile 48; Abbildung 1 * -----	8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. Januar 2012	Prüfer Zebst, Marc
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 : mündliche 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	

1
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 11 18 0569

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.

30-01-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2006009606 A	12-01-2006	JP 4308094 B2 JP 2006009606 A	05-08-2009 12-01-2006
DE 102008063515 A1	24-06-2010	DE 102008063515 A1 EP 2368024 A1 US 2011258987 A1 WO 2010069528 A1	24-06-2010 28-09-2011 27-10-2011 24-06-2010
FR 2919339 A1	30-01-2009	KEINE	
FR 2928688 A1	18-09-2009	KEINE	
EP 1676628 A1	05-07-2006	AT 444801 T BR PI0517577 A CN 101090765 A EP 1676628 A1 JP 4829249 B2 JP 2008527228 A KR 20070097464 A RU 2368801 C2 US 2008138221 A1 WO 2006072444 A1	15-10-2009 14-10-2008 19-12-2007 05-07-2006 07-12-2011 24-07-2008 04-10-2007 27-09-2009 12-06-2008 13-07-2006

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 1004347 B1 [0005]
- DE 10348800 A1 [0015] [0034]
- DE 102006049591 A1 [0016]
- DE 102007029674 A1 [0016]
- EP 0708230 B1 [0018]