

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 844 387 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
07.01.2004 Patentblatt 2004/02

(51) Int Cl.7: **F02M 69/04**, F02M 69/08

(21) Anmeldenummer: **97118597.0**

(22) Anmeldetag: **25.10.1997**

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur luftunterstützten Kraftstoffeinspritzung**

Apparatus and method for air assisted fuel injection

Dispositif et procédé pour l'injection de combustible à assistance pneumatique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

(30) Priorität: **22.11.1996 DE 19648375**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.05.1998 Patentblatt 1998/22

(73) Patentinhaber: **Volkswagen Aktiengesellschaft**
38436 Wolfsburg (DE)

(72) Erfinder:

- **Manz, Peter Wolfgang, Dr.**
38518 Gifhorn (DE)
- **Wittig, Sigmar, Prof.**
76228 Karlsruhe (DE)
- **Meyer, Georg, Dipl.-Ing.**
76437 Rastatt (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 227 181
GB-A- 2 263 309

GB-A- 2 031 995

EP 0 844 387 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, mit einer Mischkammer mit Kraftstoffzufuhrmitteln und ersten Gaszufuhrmitteln, wobei ferner eine Austrittsöffnung für ein Kraftstoff-Gas-Gemisch vorgesehen ist. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeuges.

[0002] In herkömmlichen Systemen wird in einer Mischkammer Luft zugeführt, welche sich mit dem eingespritzten Kraftstoff vermischt. Das so gebildete Kraftstoffspray wird über einen Gemischaustrittskanal in einen Brennraum eingeleitet.

[0003] So offenbart die DE-A1-44 22 331 eine Vorrichtung zur luftunterstützten Kraftstoffeinspritzung in ein Saugrohr einer Brennkraftmaschine, wobei zur Optimierung der Zerstäubung des Kraftstoffs eine Luftzufuhr mit mehreren, radial ausgerichteten, in einer Querschnittsebene einer Mischkammer verlaufende Luftkanäle vorgesehen sind. Die Achsen der Luftkanäle schneiden sich dabei in einem Winkel abweichend von 180 Grad.

[0004] In dem Aufsatz "Development of Air-Assisted Injector Systems" von Harada et al, SAE-Paper-Nr. 920294 wird ein Adapter zur luftunterstützten Kraftstoffeinspritzung beschrieben, wobei im Anschluß an einen Mischraum für Luft und Kraftstoff, ein weiterer Flußkanal für ein so entstandenes Kraftstoff-Luft-Gemisch zweigeteilt ist.

[0005] In der DE-OS-1933514 ist ein Brennstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen beschrieben, welches eine Brennstoffdüse koaxial zu einer Zerstäuberdüse aufweist.

[0006] Die Zerstäuberdüse ist in einer inneren Abschlußwand einer Manschette ausgebildet und so groß, daß der noch nicht zerstäubte Kraftstoffstrahl in sie eintreten kann, andererseits aber klein genug, so daß die aus einem Ringkanal angesaugte Luft die Zerstäubung des Kraftstoffes verursacht.

[0007] In dem US-Patent 5,409,169 wird eine elektronische, luftunterstützte Kraftstoffeinspritzung beschrieben, in dem über radiale Nuten in einem Wirbelement Kraftstoff in eine Kraftstoffverwirbelungskammer eingeleitet wird. Zur Zerstäubung von Kraftstoff in feine Tröpfchen ist nach der Kraftstoffverwirbelungskammer eine Luftverwirbelungskammer angeordnet, der Preßluft zugeführt wird. Der verwirbelte Luftstrom schneidet dabei den verwirbelten Kraftstoffstrom.

[0008] Alle diese Systeme haben den Nachteil, daß nach dem Einlaß des Kraftstoff-Gas-Gemisches in einen Brennraum keine Führung desselben mehr erfolgt. Durch unkontrolliertes Fließen und insbesondere dadurch bedingtes Benetzen von Brennraumwandungen mit Kraftstofftröpfchen wird ein nachfolgender Verbren-

nungsvorgang negativ beeinflusst. Ferner beruhen derartige Systeme auf einer Spraybildung durch Wandfilmbriß am Düsenaustritt. Da zu Beginn und am Ende einer Einspritzphase größere Kraftstofffragmente an der Düsenöffnung abreißen, entstehen einzelne große Tropfen, die zur Wandfilmbildung führen und daher nicht erwünscht sind.

[0009] In der EP-B1-0 158 739 wird eine Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff in Brennräume beschrieben, wobei ein Heizelement nach einer Einspritzdüse vorgesehen ist und ein Luftmantel einen durch das Heizelement geleiteten Kraftstoffstrahl vor der Berührung mit diesem abschirmt. Die Luft wird dabei vom Kraftstoffstrahl aus dem Brennraum angesaugt. Das Heizelement dient zum Erwärmen des Kraftstoffes für eine leichte Entflammbarkeit in einer nachfolgenden Verbrennung.

[0010] Ferner beschreibt die EP-A1-0 188 743 eine Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine mit einer Einspritzdüse und einem nachgeschalteten Glühkörper. Vom Kraftstoffstrahl aus dem Brennraum angesaugte Luft schirmt den Kraftstoffstrahl vor einer Berührung mit dem Glühkörper ab.

[0011] Derartige Lufteinfassungen wirken nur im Bereich des Heizelementes und können den weiteren Verlauf der Kraftstoffverteilung im Brennraum nicht wesentlich beeinflussen.

[0012] Aus der Schrift DE 32 27 181 A1 ist bereits eine Vorrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff bekannt, die zwei Gaszuführleitungen aufweist, von denen eine erste Zuführleitung direkt in eine Mischkammer mündet, in die mittels eines Einspritzventils Kraftstoff eingespritzt wird. Zudem ist eine zweite Gaszuführleitung vorgesehen, die an die Austrittsöffnung der Mischkammer mündet. Dabei hat die bekannte Kraftstoffeinspritzvorrichtung jedoch den Nachteil, dass jeweils nur Fischluft über die beiden Zuführkanäle zugeführt werden kann, was den Anforderungen an moderne Brennkraftmaschinen nicht mehr genügt.

[0013] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren der obengenannten Art zur Verfügung zu stellen, wobei ein extrem feines Kraftstoffspray zur Verfügung stehen soll.

[0014] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung der oben genannten Art mit den in Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmalen und durch ein Verfahren mit den in Anspruch 12 angegebenen Schritten gelöst.

[0015] Dazu ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass an der Austrittsöffnung zweite Gaszufuhrmittel vorgesehen sind. Dies hat den Vorteil, dass die so gebildete Luftumfassung größere Tropfen des Kraftstoffstrahls aerodynamisch zerstört. Ferner lässt sich ein noch feineres Kraftstoffspray erzeugen, mit dem ein besonders vorteilhaftes Kaltstart- und Warmlaufverhalten möglich ist.

[0016] Dabei führt wenigstens eines der ersten oder zweiten Gaszufuhrmittel in vorteilhafter Weise ein Abgas der Brennkraftmaschine zu.

[0017] Einen besonders wirkungsvollen Einschluss des Kraftstoff-Gas-Gemisches erzielt man dadurch, dass das zweite Gaszufuhrmittel die Austrittsöffnung umschließt, insbesondere ringförmig umschließt.

[0018] In vorteilhafter Weise ist die Austrittsöffnung an der Mischkammer angeordnet und die Austrittsöffnung mündet in Richtung auf den Brennraum. Dies erzielt eine besonders effiziente Beeinflussung des Kraftstoffstrahls auch nach Verlassen der Einspritzvorrichtung.

[0019] In besonders vorteilhafter Weise ist die Austrittsöffnung eine Düsenaustrittsöffnung und insbesondere in einem trichterförmigen Element angeordnet.

[0020] Dadurch, dass die Vorrichtung Mittel aufweist, die die Vorrichtung und/oder eine Düse dieser Vorrichtung wenigstens teilweise elektrisch, mit Abgasen oder mittels Zufuhr von Kühlmittel der Brennkraftmaschine beheizen, erzielt man in vorteilhafter Weise eine zusätzliche Unter- stützung des nachfolgenden Verbrennungsvorgangs durch eine Erhöhung der Entflammbarkeit des Kraftstoff-Gas-Gemisches.

[0021] In einem erfindungsgemäßen Verfahren sind folgende Schritte vorgesehen:

- (a) Mischen eines ersten Gases und Kraftstoff zu einem Kraftstoff-Gas-Gemisch,
- (b) Zuleiten eines zweiten Gases derart, daß das Kraftstoff-Gas-Gemisch vom zweiten Gas umhüllt wird.

[0022] Dies hat den Vorteil, daß die so gebildete Luftumfassung größere Tropfen des Kraftstoffstrahls aerodynamisch zerstört. Ferner läßt sich ein noch feineres Kraftstoffspray erzeugen, mit dem ein besonders vorteilhaftes Kaltstart- und Warmlaufverhalten möglich ist.

[0023] Weitere Merkmale, Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, sowie aus der nachstehenden Beschreibung der Erfindung an Hand der beigefügten Zeichnung. Diese zeigt schematisch in einer Schnittansicht eine vorteilhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0024] In einer Einfassung 20 ist eine Mischkammer 10 vorgesehen, der Kraftstoff 12 und Luft über eine erste Luftzuführung 14 zugeleitet wird. Oberhalb der Mischkammer ist in einer Aufnahme 18 für die Kraftstoffzufuhr ein nicht dargestelltes Einspritzventil angeordnet. Die Mischkammer 10 läuft in Strömungsrichtung konisch spitz zu und die Luft der ersten Luftzuführung 14 mischt sich mit dem Kraftstoff 12 zu einem Kraftstoff-Gas-Gemisch. Dieses wird über eine Düsenaustrittsöffnung 22 in Richtung auf einen Brennraum gedrückt.

[0025] An der Düsenaustrittsöffnung 22 bzw. rund um diese herum ist eine Ringnut bzw. ein Ringspalt 24 angeordnet, welche bzw. welcher mit einer zweiten Luft-

zuführung 16 verbunden ist. Die aus diesem Spalt 22 austretende Luft ummantelt das aus der Düsenaustrittsöffnung 22 austretende Kraftstoff-Gas-Gemisch ringförmig. Diese Stützluft sorgt für eine Luftumfassung des Kraftstoff-Luft-Gemisches. Der Spraykegel wird dadurch zusätzlich im Austritt 22 der Düse eingeeengt. Dadurch wird eine Wandbenetzung mit Kraftstoff erheblich vermindert bzw. findet deutlich später statt als in herkömmlichen luftunterstützten Einspritzungen.

[0026] Sowohl die erste 14 als auch zweite Luftzuführung 16 werden von einer Luft- bzw. Abgaszufuhr 26 gespeist. Die Zuführung von Abgas oder Luft erfolgt beispielsweise mit Hilfe des bei einem gedrosselten Motor vorliegenden Differenzdruckes, mit einem Kompressor oder mit Hilfe einer vorhandenen Sekundärpumpe.

[0027] Um die Abgaswärme für eine Kraftstoffvorheizung bei der Einspritzung zu nutzen ist es vorteilhaft statt der Stützluft eine Versorgung über die Zufuhr 26 mit Abgas vorzusehen. Dies ermöglicht zusätzlich eine Abgasrückführung zur Stickoxidabsenkung.

[0028] In besonders vorteilhafter Weise ist eine nicht dargestellte, direkte oder indirekte Beheizung der Düse oder deren unmittelbaren Umgebung vorgesehen. Diese kann beispielsweise elektrisch, durch die oben erwähnte Abgasrückführung oder durch zusätzliche Zufuhr von erwärmtem Kühlmittel der Brennkraftmaschine erfolgen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff (12) in eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, mit einer Mischkammer (10) mit Kraftstoffzufuhrmitteln und ersten Gaszufuhrmitteln (14) sowie einer Austrittsöffnung (22) für ein Kraftstoff-Gas-Gemisch, wobei an der Austrittsöffnung (22) zweite Gaszufuhrmittel (16) vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eines der Gaszufuhrmittel (14, 16) ein Abgas der Brennkraftmaschine zuführt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das erste oder zweite Gaszufuhrmittel (14) Luft und/oder Abgas zuführt.
3. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das zweite Gaszufuhrmittel (16) die Austrittsöffnung (22) umschließt.
4. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das zweite Gaszufuhrmittel (16) die Austrittsöffnung (22) ringförmig umschließt.

5. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Austrittsöffnung (22) an der Mischkammer (10) angeordnet ist.
6. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Austrittsöffnung (22) eine Düsenaustrittsöffnung ist.
7. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Austrittsöffnung (22) in einem trichterförmigen Element angeordnet ist.
8. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Kraftstoff-Gas-Gemisch ein Kraftstoff-Luft-Gemisch oder ein Kraftstoff-Abgas-Gemisch oder ein Kraftstoff-Luft/Abgas-Gemisch ist.
9. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Gaszuführung am ersten und/oder zweiten Gaszufuhrmittel (14,16) mittels Differenzdruckes, eines externen Kompressors oder einer Sekundärluftpumpe erfolgt.
10. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Vorrichtung Mittel aufweist, die die Vorrichtung und/oder eine Düse dieser Vorrichtung wenigstens teilweise elektrisch, mit Abgasen oder mittels Zufuhr von Kühlmittel der Brennkraftmaschine beheizen.
11. Verfahren zum Einspritzen von Kraftstoff (12) in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, mit folgenden Schritten,
- Mischen eines ersten Gases und Kraftstoff zu einem Kraftstoff-Gas-Gemisch,
 - Zuleiten eines zweiten Gases derart, dass das Kraftstoff-Gas-Gemisch vom zweiten Gas umhüllt wird, wobei wenigstens eines der zugeführten Gase ein Abgas der Brennkraftmaschine ist.
12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, daß
das erste oder das zweite Gas Luft und/oder Abgas

ist.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet, daß
Schritt (a) in einer Mischkammer erfolgt.

14. Verfahren nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, daß
Schritt (b) an einer Austrittsöffnung der Mischkammer erfolgt.

15. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 11 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, daß
in Schritt (b) das zweite Gas das Kraftstoff-Gas-Gemisch ringförmig umschließt.

16. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 11 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Kraftstoff-Gas-Gemisch ein Kraftstoff-Luft-Gemisch oder ein Kraftstoff-Abgas-Gemisch oder ein Kraftstoff-Luft/Abgas-Gemisch ist.

Claims

- Device for the injection of fuel (12) into an internal combustion engine, in particular of a motor vehicle, with a mixing chamber (10) having fuel supply means and first gas supply means (14) and also an outlet orifice (22) for a fuel/gas mixture, second gas supply means (16) being provided at the outlet orifice (22), **characterized in that** at least one of the gas supply means (14, 16) supplies an exhaust gas from the internal combustion engine.
- Device according to Claim 1, **characterized in that** the first or second gas supply means (14) supplies air and/or exhaust gas.
- Device according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the second gas supply means (16) surrounds the outlet orifice (22).
- Device according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the second gas supply means (16) surrounds the outlet orifice (22) annularly.
- Device according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the outlet orifice (22) is arranged at the mixing chamber (10).
- Device according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the outlet orifice (22) is a nozzle outlet orifice.

7. Device according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the outlet orifice (22) is arranged in a funnel-shaped element.
8. Device according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the fuel/gas mixture is a fuel/air mixture or a fuel/exhaust-gas mixture or a fuel/air/exhaust-gas mixture. 5
9. Device according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the gas supply at the first and/or the second gas supply means (14, 16) takes place by means of differential pressure, from an external compressor or a secondary-air pump. 10
10. Device according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the device has means which heat the device and/or a nozzle of this device at least partially electrically, with exhaust gases or by means of the supply of coolant from the internal combustion engine. 20
11. Method for the injection of fuel (12) into a combustion space of an internal combustion engine, in particular of a motor vehicle, having the following steps, 25
 - a) mixing of a first gas and fuel to form a fuel/gas mixture, and
 - b) delivery of a second gas in such a way that the fuel/gas mixture is enveloped by the second gas, at least one of the gases supplied being an exhaust gas from the internal combustion engine. 30
12. Method according to Claim 11, **characterized in that** the first or the second gas is air and/or exhaust gas. 35
13. Method according to Claim 11 or 12, **characterized in that** step (a) takes place in a mixing chamber. 40
14. Method according to Claim 13, **characterized in that** step (b) takes place at an outlet orifice of the mixing chamber. 45
15. Method according to at least one of Claims 11 to 14, **characterized in that**, in step (b), the second gas surrounds the fuel/gas mixture annularly.
16. Method according to at least one of Claims 11 to 15, **characterized in that** the fuel/gas mixture is a fuel/air mixture or a fuel/exhaust-gas mixture or a fuel/air/exhaust-gas mixture. 50

Revendications

1. Dispositif d'injection de combustible (12) dans un

moteur à combustion interne, notamment d'un véhicule automobile, comprenant une chambre de mélange (10) avec des moyens d'alimentation en combustible et des premiers moyens d'alimentation en gaz (14) ainsi qu'une ouverture de sortie (22) pour un mélange gaz-combustible, des deuxième moyens d'alimentation en gaz (16) étant prévus au niveau de l'ouverture de sortie (22), **caractérisé en ce qu'**au moins l'un des moyens d'alimentation en gaz (14, 16) fournit un gaz d'échappement du moteur à combustion interne.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier ou deuxième moyen d'alimentation en gaz (14) fournit de l'air et/ou du gaz d'échappement. 15
3. Dispositif selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le deuxième moyen d'alimentation en gaz (16) entoure l'ouverture de sortie (22).
4. Dispositif selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le deuxième moyen d'alimentation en gaz (16) entoure de manière annulaire l'ouverture de sortie (22) .
5. Dispositif selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'ouverture de sortie (22) est disposée sur la chambre de mélange (10).
6. Dispositif selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'ouverture de sortie (22) est une ouverture de sortie d'injecteur.
7. Dispositif selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'ouverture de sortie (22) est disposée dans un élément en forme d'entonnoir.
8. Dispositif selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le mélange gaz-combustible est un mélange air-combustible ou un mélange gaz d'échappement-combustible ou un mélange air/gaz d'échappement-combustible.
9. Dispositif selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'alimentation en gaz s'effectue au niveau du premier et/ou du deuxième moyen d'alimentation en gaz (14, 16) au moyen d'une différence de pression, d'un compresseur externe ou d'une pompe à air secondaire. 55

10. Dispositif selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif présente des moyens qui chauffent le dispositif et/ou un injecteur de ce dispositif au moins partiellement de manière électrique, par des gaz d'échappement ou au moyen d'un apport de réfrigérant du moteur à combustion interne. 5
11. Procédé pour l'injection de combustible (12) dans une chambre de combustion d'un moteur à combustion interne, notamment d'un véhicule automobile, comprenant les étapes suivantes : 10
- a) mélange d'un premier gaz et de combustible pour donner un mélange gaz-combustible, 15
- b) apport d'un deuxième gaz de telle sorte que le mélange gaz-combustible soit enveloppé par le deuxième gaz, au moins l'un des gaz fournis étant un gaz d'échappement du moteur à combustion interne. 20
12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le premier ou le deuxième gaz est de l'air et/ou du gaz d'échappement. 25
13. Procédé selon la revendication 11 ou 12, **caractérisé en ce que** l'étape (a) s'effectue dans une chambre de mélange. 30
14. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** l'étape (b) s'effectue au niveau d'une ouverture de sortie de la chambre de mélange. 35
15. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications 11 à 14, **caractérisé en ce que** dans l'étape (b), le deuxième gaz entoure de manière annulaire le mélange gaz-combustible. 40
16. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications 11 à 15, **caractérisé en ce que** le mélange gaz-combustible est un mélange air-combustible ou un mélange gaz d'échappement-combustible ou un mélange air/gaz d'échappement-combustible. 45

50

55

