



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 39 854 A1** 2005.03.24

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 39 854.6**
(22) Anmeldetag: **29.08.2003**
(43) Offenlegungstag: **24.03.2005**

(51) Int Cl.7: **F02M 21/02**
F02M 43/00

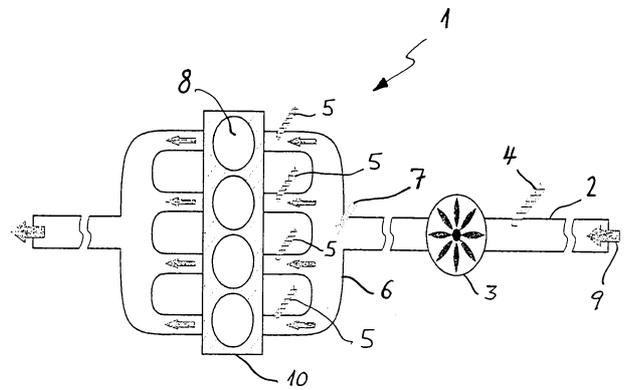
(71) Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Bertsch, Ulrich, Dr.-Ing., 71576 Burgstetten, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Brennkraftmaschine**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine (1), die mit einem gasförmigen Brennstoff betrieben wird, mit mindestens einem Zylinder (8), einem ersten Brennstoffbehälter, einer Verbrennungsluftzufuhrleitung (2), in der ein Verdichter (3) angeordnet ist, einer Saugrohreleinrichtung (6) und einem vor dem Verdichter (3) angeordneten ersten Brennstoffeinblasventil (4), mit dem gasförmiger Brennstoff in die Verbrennungsluftzufuhrleitung (2) eingebracht wird. In der Saugrohreleinrichtung (6) ist zusätzlich wenigstens ein zweites Brennstoffeinblasventil (5) angeordnet, wobei mit dem ersten Brennstoffeinblasventil (4) ein Gas-Luft-Vorgemisch gebildet wird und mit dem zweiten Brennstoffeinblasventil (5) eine zusätzliche gasförmige Brennstoffmenge eingebracht wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Beim Betrieb von modernen Brennkraftmaschinen werden neben den bekannten flüssigen Brennstoffen ebenso gasförmige Brennstoffe verwendet, um Verbrauch und Emissionen zu senken. Oftmals werden sowohl flüssige als auch gasförmige Brennstoffe gleichzeitig, d.h. wahlweise, für einen bivalenten Betrieb eingesetzt.

[0003] Bei der Verwendung von gasförmigen Brennstoffen, insbesondere Erdgas, ist in der Regel eine gute Vermischung des Erdgases mit Verbrennungsluft aufgrund der Stoffeigenschaften von gasförmigen Brennstoffen, insbesondere bei mittleren und hohen Lasten nur bedingt erzielbar, da während der Einbringung von großen Gasmengen eine Verdrängung der Verbrennungsluft stattfindet, die sich negativ auf die Durchmischung und somit auf ein angestrebtes Gas/Luftverhältnis auswirkt. Die herkömmlichen Konzepte für einen Gasbetrieb gehen oftmals von einer Brennkraftmaschine mit einem Otto- oder Dieselmotor aus, so dass ein optimierter Gasbetrieb mit einer guten Gas-Luft-Gemischauflbereitung nur in begrenztem Maße realisiert werden konnte.

Stand der Technik

[0004] Aus der DE 10008959 A1 ist ein Gasmotor bekannt, bei dem zur Erzielung einer intensiven Vermischung von Gas und Verbrennungsluft eine Gasmischvorrichtung als Venturi-Mischer ausgebildet ist. Dabei ist in ein Venturi-Rohr ein axial verschiebbar gelagertes stromlinienförmiges Steuerorgan und zusätzlich im Bereich der engsten Stelle des Venturi-Rohres ein Einsatz aus einem mikroporösen Material eingesetzt. Diesem mikroporösen Material ist über Zuführleitungen das Gas zuführbar, das aus dem mikroporösen Material austritt und sich dann im Bereich der engsten Stelle des Venturi-Rohres mit der dort strömenden Verbrennungsluft vermischt. Das Gas der Verbrennungsluft wird über einen großflächigen Mischeinsatz zugemischt.

[0005] Aus der EP 1170490 A2 ist eine mit Gas betriebene Brennkraftmaschine bekannt, bei der abgasseitig ein Turbolader und im Ansaugtrakt ein Verdichter sowie ein Abblasventil angeordnet sind. Das Luft-Gas-Gemisch wird vor dem Verdichter in einem Luft-Gas-Mischer bereitgestellt und über den Turbolader verdichtet. Im Bereich des Abblasventils ist ein Druckaufnehmer zur Erfassung des Gemischdruckes vorgesehen, mit dessen Signal der Gemischdruck mittels einer Regeleinrichtung lastabhängig durch die Steuerung des Abblasventils angepasst werden soll, so dass bei Lastwechsel ein Gesamtverlust des La-

gedrucks verhindert wird. Es hat sich dennoch herausgestellt, dass die dargestellten Konzepte für eine gute Gemischauflbereitung nicht geeignet sind.

Aufgabenstellung

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zu schaffen, bei dem eine verbesserte Gemischauflbereitung mit einfachen Maßnahmen erzielt wird.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass bei einer Brennkraftmaschine, bei der vor einem Verdichter ein erstes Brennstoffeinblasventil angeordnet ist, innerhalb einer Verbrennungsluftzufuhrleitung ein Gas-Luft-Vorgemisch mit dem ersten Brennstoffeinblasventil gebildet wird, wobei in einer Saugrohrreinrichtung zusätzlich wenigstens ein zweites Brennstoffeinblasventil angeordnet ist, mit dem eine zusätzliche gasförmige Brennstoffmenge eingebracht wird.

[0009] Durch die Positionierung des ersten Brennstoffeinblasventils vor dem Verdichter wird eine gute Vermischung des gasförmigen Brennstoffes mit der Verbrennungsluft erzielt, da der gasförmige Brennstoff mit der Verbrennungsluft im Verdichterrad verquirlt und intensiv durchmischt wird. Da die später zugeführte kleine Gasmenge in ein bereits gut homogenisiertes Gas-Luft-Gemisch eingeblasen wird, stellt sich ebenfalls eine gute Vermischung ein.

[0010] In Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird mittels der mit dem zweiten Brennstoffeinblasventil eingebrachten Brennstoffmenge lastabhängig ein bestimmtes Gas/Luftverhältnis eingestellt. Somit kann eine Optimierung der Gemischauflbereitung erzielt werden. Eine Aufteilung der eingebrachten Brennstoffmengen kann beispielsweise in Abhängigkeit von der Drehzahl des Verdichters eingestellt werden. Die Anordnung des zweiten Brennstoffeinblasventils ist bevorzugt in der Saugrohrreinrichtung vor einer Saugrohrverzweigung vorzusehen.

[0011] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Dosierung der mit dem ersten Brennstoffeinblasventil eingebrachten Brennstoffmenge lastabhängig vorgenommen. Hierdurch kann das Gas/Luftverhältnis des Gas-Luft-Vorgemisches ebenfalls lastabhängig variiert werden.

[0012] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist pro Zylinder jeweils ein zweites Brennstoffeinblasventil in einem Einlassbereich in der Saugrohrreinrichtung vorgesehen, so dass für jeden Zylinder

ein bestimmtes Gas/Luftverhältnis eingestellt wird. Die zusätzlich mit dem zweiten Einblasventil eingebrachte Brennstoffmenge wird dann zylinderselektiv dosiert bzw. variiert, so dass eine Steuerung bzw. Regelung des Gas-Luftverhältnisses kurz vor dem Eintritt in einen Brennraum des jeweiligen Zylinders lastabhängig angepasst werden kann.

[0013] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens weist die Brennkraftmaschine einen zweiten Brennstoffbehälter auf, in dem flüssiger Brennstoff gespeichert wird, so dass die Brennkraftmaschine wahlweise mit dem flüssigen Brennstoff betrieben wird. Somit wird ein bivalenter Betrieb ermöglicht.

Ausführungsbeispiel

[0014] Weitere Merkmale und Merkmalskombinationen ergeben sich aus der Beschreibung. Ein konkretes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0015] Die einzige Figur zeigt in schematisch vereinfachter Darstellungsweise eine mit gasförmigem Brennstoff betriebene Brennkraftmaschine **1**, bei der in einer Verbrennungsluftzufuhrleitung **2** ein Verdichter **3** angeordnet ist. Die Verbrennungsluftzufuhrleitung **2** erstreckt sich bis zu einer Saugrohrenrichtung **6**, in der die zugeführte Verbrennungsluft **9** mittels einer Verzweigung auf die einzelnen Zylinder **8** der Brennkraftmaschine **1** aufgeteilt wird. Selbstverständlich wird die zugeführte Verbrennungsluft **9** auf zwei Saugrohrenrichtungen aufgeteilt, falls mehr als eine Zylinderbank **10**, beispielsweise bei einer Brennkraftmaschine mit einem V-Motor vorhanden ist.

[0016] Für eine Brennstoffzufuhr sind ein vor dem Verdichter **3** angeordnetes erstes Brennstoffeinblasventil **4** und jeweils pro Zylinder ein zweites Brennstoffeinblasventil **5** vorgesehen, die in der Saugrohrenrichtung **6** im Einlassbereich positioniert sind. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel sind vier Brennstoffeinblasventile **5** vorgesehen, wobei diese Anzahl nur beispielhaft ist und je nach Anzahl der vorliegenden Zylinder variiert. Es ist jedoch denkbar, dass innerhalb der Saugrohrenrichtung vor der Saugrohrverzweigung pro Zylinderbank **10** nur ein zweites Brennstoffeinblasventil **5** vorgesehen ist.

[0017] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird mit dem ersten Brennstoffeinblasventil **4** ein gasförmiger Brennstoff in die Verbrennungsluftzufuhrleitung **2** eingebracht, so dass ein Gas-Luft-Vorgemisch gebildet wird. Die eingebrachte Menge kann vorzugsweise lastabhängig variiert werden. Durch die starke Vermischung im Verdichter **3** und die langen Wege bis zum Zylinder **8** wird ein starke Homogenisierung erzielt.

[0018] Im Zylindereinlassbereich wird das Vorgemisch mit einer weiteren gasförmigen Brennstoffmenge angereichert, so dass beim jeweiligen Betriebspunkt ein notwendiges Gas-Luftverhältnis erzielt wird. Es ist denkbar, dass der gasförmige Brennstoff bei kleiner Last, z.B. im Leerlauf, mittels einer Kanaleinspritzung mit dem zweiten Brennstoffeinblasventil **5** ohne die Bildung eines Vorgemisches eingebracht wird.

[0019] Da die weitere Anreicherung des Vorgemisches durch eine kleine Brennstoffmenge stattfindet, d.h. eine verringerte Durchflussmenge im Vergleich zu herkömmlichen Konzepten, kann das zweite Brennstoffeinblasventil **5** bevorzugt kleiner als das erste Einblasventil **4** ausgeführt sein. Durch den Einsatz von kleinen Einblasventilen **5** wird wenig Bauraum benötigt, so dass eine Optimierung der Saugrohrenrichtung **6** im Bereich eines Zylinderkopfes erzielt werden kann.

[0020] Es ist denkbar, zwischen dem Verdichter **3** und der Saugrohrenrichtung **6** eine nicht dargestellte Ladeluftkühleinrichtung vorzusehen, mit der das bereits gebildete und verdichtete Vorgemisch gekühlt wird. Hierdurch kann eine größere Füllung realisiert werden, was sich beim Gasbetrieb sehr vorteilhaft auf den Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine **1** auswirkt, da hierdurch die Füllungsverluste minimiert werden können. Zweckmäßig ist, dass die Dosierung der mit dem ersten Brennstoffeinblasventil **4** eingebrachten Brennstoffmenge lastabhängig vorgenommen wird. Somit kann eine Optimierung der Vorgemischauferbereitung insbesondere in Abhängigkeit von der Drehzahl des Verdichters durchgeführt werden. Weiterhin kann durch die Anordnung des zweiten Brennstoffeinblasventils **5** im Einlassbereich eine zylinderselektive Einstellung des Gas/Luftverhältnisses erzielt werden, ohne die Gemischauferbereitung durch die Nähe des Einblasventils **5** zum Einlassbereich zu verschlechtern.

[0021] Weiterhin ist ein bivalenter Betrieb der Brennkraftmaschine **1** denkbar. Demnach werden wahlweise entweder ein flüssiger oder ein gasförmiger Brennstoff verwendet, wobei der flüssige Brennstoff beispielsweise ein Diesel- oder ein Benzinkraftstoff sein kann. Beim gasförmigen Brennstoff handelt es sich um komprimiertes Erdgas, wobei ein anderer gasförmiger Brennstoff ebenso verwendet werden kann.

[0022] Um den bivalenten Betrieb zu ermöglichen, befindet sich am Ende der Verbrennungsluftzufuhrleitung **2** ein Brennstoffinjektor **7**, mit dem flüssiger Brennstoff eingespritzt werden kann. Zweckmäßig wird der Brennstoffinjektor **7** zur Einspritzung des flüssigen Brennstoffes an einer Stelle in der Saugrohrenrichtung vorgesehen, von der alle Zylinder bzw. jede Zylinderbank mit einem zündfähigen Brenn-

stoff/Luft-Gemisch versorgt werden können. Während eines Betriebs mit Benzin- oder Dieselmotorkraftstoff wird der flüssige Brennstoff durch den Brennstoffinjektor **6** in einen Anfangsteil der Saugrohrenrichtung **6** vor der Verzweigung eingespritzt. Es ist dennoch denkbar, dass mehrere Brennstoffinjektoren **7**, d.h. einer pro Zylinder, im Einlassbereich der Zylinder **8** vorgesehen werden. Alternativ können die Brennstoffinjektoren **7** im Zylinderkopf der Brennkraftmaschine **1** derart angeordnet sein, dass eine direkte Brennstoffeinspritzung in den Brennraum vorgenommen werden kann.

[0023] Der Aufbau und die Betriebsweise von Brennstoffinjektoren und Einblasventilen sind dem Fachmann hinreichend bekannt. Beispielsweise kann es sich um piezoelektrisch oder elektromagnetisch betriebene Injektoren bzw. Einblasventile handeln.

[0024] Für einen bivalenten Betrieb der Brennkraftmaschine sind sowohl ein erster Brennstoffbehälter für den gasförmigen Brennstoff als auch ein zweiter Brennstoffbehälter für den flüssigen Brennstoff vorgesehen. Die Erfindung betrifft insbesondere eine Brennkraftmaschine, die bevorzugt mit einem gasförmigen Brennstoff betrieben wird, wobei sie alternativ bei Notfällen bzw. wahlweise mit flüssigem Brennstoff betrieben wird.

[0025] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in Abhängigkeit von einem Füllungsgrad des ersten Brennstoffbehälters für den gasförmigen Brennstoff zwischen einem Betrieb mit dem gasförmigen Brennstoff und einem Betrieb mit dem flüssigen Brennstoff umgeschaltet. Dadurch kann bei Notfällen der Betrieb der Brennkraftmaschine **1**, z.B. auf Diesel- bzw. Ottomotorkraftstoff umgeschaltet werden. Insbesondere in Ländern bzw. Regionen mit begrenzter Anzahl an Gasbetankungsanlagen ist ein Notfall-Kraftstoffbehälter vorteilhaft, falls der gasförmige Brennstoff unvorgeesehen verbraucht wird.

[0026] Die vorliegende Erfindung eignet sich für alle Brennkraftmaschinen, welche mit einem gasförmigen oder flüssigen Brennstoff nach dem 4-Takt- oder 2-Takt-Prinzip betrieben werden. Es ist weiterhin denkbar, sie sowohl bei fremdgezündeten als auch bei selbstgezündeten Brennkraftmaschinen, beispielsweise für Diesel/Erd- oder Flüssiggas-Brennstoffkombinationen zu verwenden. Des Weiteren kann das erfindungsgemäße Verfahren bei allen Brennkraftmaschinen mit monovalentem Betrieb angewandt werden, die beispielsweise nur mit Erdgas bzw. Flüssiggas betrieben werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftma-

schine (**1**), die mit einem gasförmigen Brennstoff betrieben wird, mit mindestens einem Zylinder (**8**), einem ersten Brennstoffbehälter, einer Verbrennungsluftzufuhrleitung (**2**), in der ein Verdichter (**3**) angeordnet ist, einer Saugrohrenrichtung (**6**) und einem vor dem Verdichter angeordneten ersten Brennstoffeinblasventil (**4**), mit dem gasförmiger Brennstoff in die Verbrennungsluftzufuhrleitung (**2**) eingebracht wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass

– in der Saugrohrenrichtung (**6**) zusätzlich wenigstens ein zweites Brennstoffeinblasventil (**5**) angeordnet ist, wobei

– mit dem ersten Brennstoffeinblasventil (**4**) ein Gas-Luft-Vorgemisch gebildet wird, und

– mit dem zweiten Brennstoffeinblasventil (**5**) eine zusätzliche gasförmige Brennstoffmenge eingebracht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der mit dem zweiten Brennstoffeinblasventil (**5**) eingebrachten Brennstoffmenge lastabhängig ein bestimmtes Gas/Luftverhältnis eingestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dosierung der mit dem ersten Brennstoffeinblasventil (**4**) eingebrachten Brennstoffmenge lastabhängig vorgenommen wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass pro Zylinder (**8**) jeweils ein zweites Brennstoffeinblasventil (**5**) in einem Einlassbereich in der Saugrohrenrichtung (**6**) vorgesehen ist, so dass für jeden Zylinder (**8**) ein bestimmtes, eigenes Gas/Luftverhältnis eingestellt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Brennstoffeinblasventil (**5**) in der Saugrohrenrichtung (**6**) vor einer Saugrohrverzweigung angeordnet ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkraftmaschine (**1**) einen zweiten Brennstoffbehälter aufweist, in dem flüssiger Brennstoff gespeichert wird, so dass die Brennkraftmaschine wahlweise mit dem flüssigen Brennstoff betrieben werden kann.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit von einem Füllungsgrad des ersten Brennstoffbehälters zwischen einem Betrieb mit dem gasförmigen Brennstoff und einem Betrieb mit dem flüssigen Brennstoff umgeschaltet wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Saugrohrenrichtung (**6**) mindestens ein Brennstoffin-

jektor (7) zur Einspritzung von flüssigem Brennstoff vorgesehen ist, mit dem beim Umschalten auf einen Betrieb mit dem flüssigen Brennstoff ein Brennstoff/Luft-Gemisch innerhalb der Saugroheinrichtung (6) gebildet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoffinjektor (7) in der Saugroheinrichtung (6) vor der Saugrohrverzweigung angeordnet ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

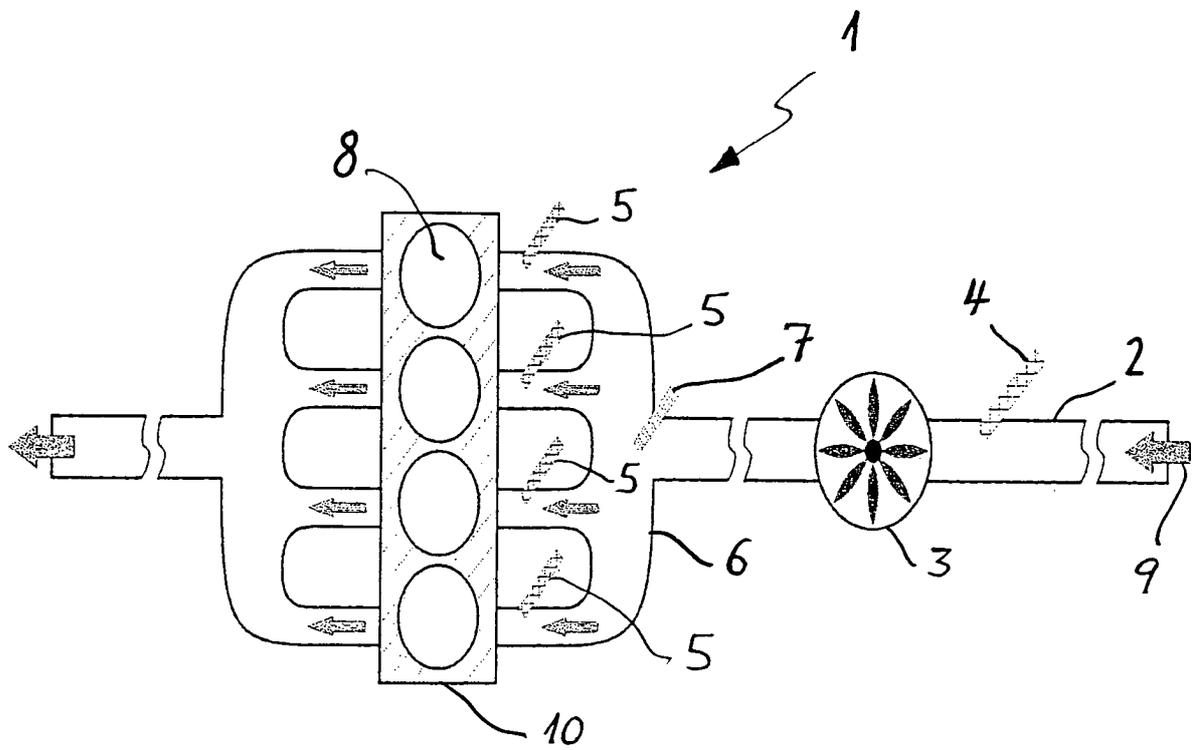


Fig.