



(10) **DE 10 2014 004 263 A1** 2015.09.17

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 004 263.4**
(22) Anmeldetag: **14.03.2014**
(43) Offenlegungstag: **17.09.2015**

(51) Int Cl.: **F02D 19/08 (2006.01)**
F02B 69/04 (2006.01)
F02M 21/02 (2006.01)
F01N 9/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
Trzmiel, Alfred, 72622 Nürtingen, DE

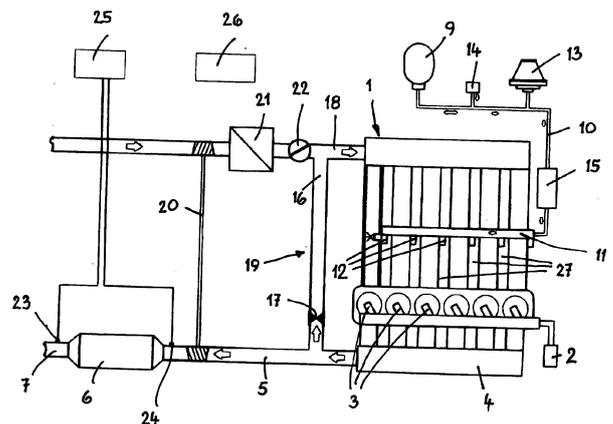
(72) Erfinder:
gleich Anmelder

(74) Vertreter:
Jackisch-Kohl und Kohl, 70469 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung mit einem Verbrennungsmotor und mit einer Steuerung**

(57) Zusammenfassung: Die Vorrichtung hat einen Verbrennungsmotor mit mindestens einem Katalysator und eine Steuerung. Mit ihrer Hilfe werden flüssiger und gasförmiger Kraftstoff zusammen mit angesaugter Luft in Verbrennungsräume des Verbrennungsmotors eingeleitet. Der Anteil des gasförmigen Kraftstoffes wird in Abhängigkeit von der Last und der Temperatur des Verbrennungsmotors und/oder des Katalysators und/oder des Anteils des Restgasgehaltes so gewählt, dass unterhalb der Betriebstemperatur des Katalysators der Anteil des gasförmigen Kraftstoffes so gering ist, dass der Ausstoss an schädlichen Emissionen unterhalb eines vorgeschriebenen Grenzwertes liegt. Dadurch wird ein optimaler Betrieb des Verbrennungsmotors mit geringsten schädlichen Emissionen zuverlässig erreicht.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit einem Verbrennungsmotor und mit einer Steuerung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Es sind Verbrennungsmotoren bekannt, die mit flüssigem Kraftstoff, wie Benzin oder Diesel und gasförmigem Kraftstoff betrieben werden.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die gattungsgemäße Vorrichtung so auszubilden, dass ein optimaler Betrieb des Verbrennungsmotors gewährleistet ist.

[0004] Diese Aufgabe wird bei der gattungsgemäßen Vorrichtung erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0005] Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird der Anteil des gasförmigen Kraftstoffes in Abhängigkeit von der Last des Verbrennungsmotors im Betrieb und der Temperatur des Verbrennungsmotors und/oder des Katalysators und/oder des Anteiles des Restgasgehaltes eingesetzt. Unter Restgas ist das Abgas zu verstehen, das im Zylinder bzw. im Brennraum nach dem Schließen des Auslassventils verbleibt oder bewusst in den Brennraum zurückgeführt wird. Der Anteil des gasförmigen Kraftstoffes wird so gewählt, dass er, wenn die Betriebstemperatur des Katalysators noch nicht erreicht ist, so gering ist, dass der Ausstoß an schädlichen Emissionen unterhalb eines vorgeschriebenen Grenzwertes liegt. Unterhalb der Betriebstemperatur wird vorteilhaft nur der flüssige Kraftstoff eingesetzt. Hat der Katalysator seine Betriebstemperatur nicht erreicht, dann ist die Katalysatorwirkung gering oder nicht vorhanden. Wird beispielsweise als gasförmiger Kraftstoff Methan eingesetzt, würde eine nicht vorhandene oder nur geringe Katalysatorwirkung zu einem erhöhten Methan-Ausstoß führen. Methan hat einen wesentlichen größeren nachteiligen Einfluss auf den Treibhauseffekt als CO_2 . Da bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung nicht nur der Lastanteil berücksichtigt wird, sondern auch die Temperatur des Verbrennungsmotors und/oder des Katalysator und/oder der Anteil des Restgasgehaltes, wird ein optimaler Betrieb des Verbrennungsmotors mit geringsten schädlichen Emissionen zuverlässig erreicht.

[0006] Der gasförmige Kraftstoff kann zentral oder sequentiell in die Verbrennungsräume eingedüst werden. Ist der Verbrennungsmotor ein Dieselmotor, dann wird der gasförmige Kraftstoff der Luft zugemischt, während der flüssige Kraftstoff direkt in die Verbrennungsräume eingespritzt wird.

[0007] Ist der Verbrennungsmotor ein Ottomotor, dann kann der flüssige Kraftstoff der Luft zugemischt werden, was vor allem bei Saugmotoren der Fall ist.

Insbesondere bei Turbomotoren kann der flüssige Kraftstoff auch direkt in die Verbrennungsräume eingespritzt werden. Der gasförmige Kraftstoff kann bei Ottomotoren der Luft zugemischt oder ebenfalls direkt in die Verbrennungsräume eingespritzt werden.

[0008] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform wird in der Start- und in der Kaltphase des Verbrennungsmotors nur der flüssige Kraftstoff eingeleitet. Da in diesen Phasen der Katalysator seine Betriebstemperatur noch nicht erreicht hat, wird durch die Verwendung ausschließlich von Flüssigkraftstoff sichergestellt, dass die Abgaswerte unterhalb der vorgeschriebenen Abgasnormwerte liegen.

[0009] Bei einer Gas-Diesel-Mischverbrennung wird die Verbrennungsgeschwindigkeit durch den Gasanteil langsamer. Damit wird der Druckaufbau verzögert und die Verbrennungstemperatur reduziert. Durch die Abgasrückführung wird die Verbrennungsgeschwindigkeit ebenso reduziert. Deshalb muss der Gasanteil an die Last, den Restgasanteil und die Temperatur angepasst werden. Durch den Gasanteil steigen die HC-Emissionen stark an. Diese HC-Emissionen sind in erster Linie CH_4 -Emissionen bei einem Erdgaseinsatz. Diese CH_4 -Emissionen sind für den Treibhauseffekt besonders schädlich. Deshalb wird dem kalten Motor, d. h. wenn der Katalysator nicht auf Betriebstemperatur ist, kein CH_4 zugemischt. Auch im Leerlauf wird der Motor nur mit Diesel betrieben.

[0010] Vorteilhaft wird der gasförmige Kraftstoff in Abhängigkeit von der Temperatur des Katalysators dem flüssigen Kraftstoff zugegeben. Solange der Katalysator noch nicht seine Betriebstemperatur erreicht hat, erfolgt keine Zuleitung des gasförmigen Kraftstoffes.

[0011] Bevorzugt sind die Daten zur Steuerung der Zufuhr des gasförmigen Kraftstoffes in wenigstens einem Kennfeld abgelegt, auf das die Steuerung der Vorrichtung zugreift.

[0012] Im Kennfeld sind beispielhaft die optimalen Zumischungsverhältnisse in Abhängigkeit von der Last und/oder der Temperatur und/oder der Drehzahl und/oder der Abgasrückführaten abgelegt. Die Steuerung, die auf das Kennfeld zugreift, kann somit auf die einzelnen Einflussgrößen, aber auch auf eine Kombination dieser Einflussgrößen zugreifen. Auf diese Weise ist es möglich, die Zuführung des gasförmigen Kraftstoffes auf die jeweilige Situation abzustimmen.

[0013] Vorteilhaft wird im Vollastbereich und in transienten Beschleunigungsphasen der Verbrennungsmotor mit bis zu 100% flüssigem Kraftstoff betrieben. Es ist allerdings möglich, durch Zufuhr eines geringen Anteiles von gasförmigem Kraftstoff, beispielsweise von etwa 10%, bei einem Ottomotor den Zündwinkel

und somit den CO₂-Ausstoß bzw. den Kraftstoffverbrauch zu verbessern.

[0014] Im Teillastbereich des Verbrennungsmotors und bei Erreichen der Betriebstemperatur des Katalysators wird vorteilhaft bis zu 100% gasförmiger Kraftstoff zugeführt. Dadurch können die CO₂- und NO_x-Emissionen erheblich reduziert werden.

[0015] Bei einem Dieselmotor als Verbrennungsmotor wird bei einer bevorzugten Ausführungsform im Vollastbereich gasförmiger Kraftstoff zur Reduzierung des Rußausstoßes zugeführt.

[0016] Vorteilhaft legt die Steuerung unter Berücksichtigung von Einflussgrößen die Zumischungsstrategie fest. Dadurch kann das Mischungsverhältnis von flüssigem und gasförmigem Kraftstoff zuverlässig optimiert werden.

[0017] Als Einflussgrößen dienen vorteilhaft das optimale Drehmoment und/oder die Minimierung des Partikel- bzw. Gasausstoßes und/oder der optimale Verbrauch des flüssigen und des gasförmigen Kraftstoffes.

[0018] Vorteilhaft ist es, wenn die Steuerung außerdem die Fahrstrategie und/oder das Fahrprofil des Fahrzeuges und/oder die Zuladung des Fahrzeuges und/oder die Position des Fahrzeuges bei der Zumischungsstrategie berücksichtigt.

[0019] Der Anmeldungsgegenstand ergibt sich nicht nur aus dem Gegenstand der einzelnen Patentansprüche, sondern auch durch alle in den Zeichnungen und der Beschreibung offenbarten Angaben und Merkmale. Sie werden, auch wenn sie nicht Gegenstand der Ansprüche sind, als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

[0020] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

[0021] Die Erfindung wird anhand mehrerer in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsformen näher erläutert. Es zeigen

[0022] Fig. 1 in schematischer Darstellung eine erfindungsgemäße Vorrichtung,

[0023] Fig. 2 in einer Darstellung entsprechend Fig. 1 eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

[0024] Fig. 3 in schematischer Darstellung ein Saugrohr, in das exzentrisch eine Einspritzdüse für gasförmigen Kraftstoff ragt,

[0025] Fig. 4 in Draufsicht die exzentrische Eindüsung des gasförmigen Kraftstoffes in die Saugrohre der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

[0026] Fig. 5 in einem Diagramm den Ventilhub eines Verbrennungsmotors in Abhängigkeit vom Kurbelwinkel für das Einlass- und das Auslassventil.

[0027] Die nachfolgend beschriebene Vorrichtung ist dazu geeignet, einen Verbrennungsmotor **1** mit flüssigem Kraftstoff, mit einer Mischung aus einem flüssigen und einem gasförmigen Kraftstoff oder aus einer Mischung von unterschiedlichen Gasen oder einem gasförmigen Kraftstoff zu betreiben. Beim nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiel werden ein flüssiger und ein gasförmiger Kraftstoff eingesetzt.

[0028] Die Erfindung ist allerdings auf eine solche Ausführungsform nicht beschränkt.

[0029] Der Verbrennungsmotor **1** kann ein Otto- oder Dieselmotor sein. Der in den Zeichnungen dargestellte Verbrennungsmotor **1** ist ein Dieselmotor. Er weist je nach Ausstattung eine entsprechende Zahl von Zylindern auf, in deren Brennkammern der Dieselkraftstoff direkt eingespritzt wird. Der flüssige Kraftstoff, der in diesem Falle Dieselkraftstoff ist, wird aus einem Tank **2** über Ventile **3** in die jeweiligen Verbrennungsräume eingespritzt. Die Abgase werden über eine Abgasleitung **4**, einen Katalysator **6** und/oder einen Rußfilter und eine Auspuffleitung **7** einem Auspuff des Fahrzeuges zugeführt. Der Katalysator **6** ist mit der Abgasleitung **4** durch eine Leitung **5** verbunden.

[0030] Den Verbrennungsräumen des Verbrennungsmotors **1** kann zusätzlich ein gasförmiger Kraftstoff aus einem Gastank **9** zugeführt werden. Als gasförmiger Kraftstoff kommen Erdgas, Methan, Wasserstoff, Flüssiggas, Biogas und andere bekannte Gase in Betracht. Der Gastank **9** ist über eine Zuführleitung **10** an ein Common Rail **11** angeschlossen, über das der gasförmige Kraftstoff mit Hilfe von Einspritzdüsen **12** der Ansaugluft zugemischt und so in die Verbrennungsräume des Verbrennungsmotors **1** geführt wird. In der Zuführleitung **10** sitzen ein Druckregelventil **13**, ein Gaseinfüllstutzen **14** und ein Gasfilter **15**. Über den Gaseinfüllstutzen **14** wird das Gas in den Tank **9** eingefüllt. Mit dem Druckregelventil **13** wird sichergestellt, dass das Gas im Tank **9** unter dem notwendigen Druck steht. Der Gasfilter **15** sorgt dafür, dass keine Schmutzteilchen in den Verbrennungsraum gelangen. Beim Nachfüllvorgang ist beispielsweise durch ein entsprechendes Ventil sichergestellt, dass das nachzufüllende Gas nicht in das Common Rail **11** gelangt.

[0031] Von der Leitung **5** zweigt eine Querleitung **16** ab, in der ein Abgasrückführventil **17** sitzt. Mit ihm

kann ein Teil des Abgases über die Querleitung **16** einer Zuführleitung **18**, in die Ansaugluft geführt wird, zugeführt werden, über welche Abgase rückgeführt wird. Das Ventil **17** ist Teil einer Rückführeinheit **19**, mit der in bekannter Weise ein Teil der Abgase dem Gemisch aus flüssigem und gasförmigem Kraftstoff zugeführt wird, um die Verbrennungsgeschwindigkeit zu beeinflussen sowie um den λ -Wert (Luft/Brennstoff-Verhältnis) zu optimieren. Solche Rückführeinheiten **19** sind bekannt und werden darum auch nicht näher erläutert.

[0032] Mit einem Turbolader **20** kann Außenluft über einen nachgeschalteten Zwischenkühler **21** sowie eine nachgeschaltete Drosselklappe **22** den Verbrennungsräumen der Verbrennungsmaschine **1** in bekannter Weise zugeführt werden. Die Zuführung der Frischluft mit Hilfe des Turboladers **20** erfolgt über die gleiche Zuführleitung **18**, über die auch ein Teil des Abgases mit Hilfe der Rückführeinheit **19** zugeführt wird.

[0033] Mit Hilfe von Sonden **23** und **24** wird der Schadstoffanteil in dem durch die Abgasleitung **5** strömenden Abgas erfasst. Beispielsweise wird mit der Sonde **23** in Strömungsrichtung hinter dem Katalysator **6** der HC-Gehalt und mit der Sonde **24** in Strömungsrichtung vor dem Katalysator **6** der O₂-Gehalt im Abgas erfasst. Die Messwerte werden einer Steuereinheit **25** zugeführt, die in noch zu beschreibender Weise die Bedingungen in den Verbrennungsräumen des Verbrennungsmotors **1** so steuert, dass die von den Sonden **23**, **24** gemessenen Werte unterhalb bzw. oberhalb vorgegebener gesetzlicher Grenzwerte liegen.

[0034] Zur Steuerung der Gaszuführung ist eine gesonderte Steuereinheit **26** vorgesehen.

[0035] Bei der Vorrichtung kann der flüssige Kraftstoff zusammen mit dem gasförmigen Kraftstoff oder auch unabhängig von ihm genutzt werden. Der für die Gaszuführung vorgesehene Teil der Vorrichtung kann als Um- bzw. Nachrührsatz ausgebildet sein, so dass auch bestehende Verbrennungsmotoren **1** mit der beschriebenen Technik ausgerüstet werden können. Die Vorrichtung ist für PKWs, Busse, Lastwagen und dergleichen geeignet.

[0036] Von der Zuführleitung **18** gelangt die Ansaugluft in Saugrohre **27**, die die Ansaugluft zu den Verbrennungsräumen führen. Die Saugrohre **27** sind in vorteilhafter Weise als Drallrohre ausgebildet. Die jeweilige Gaseinspritzdüse **12** ist nahe an einem oder an beiden Einlassventilen zum Verbrennungsraum vorgesehen.

[0037] Bei einer vorteilhaften Ausführung sind die Saugrohre **27** so ausgeführt, dass die Einspritzdüse **12** durch asymmetrische Befüllung eine Schicht-

ladung zwischen dem Gemisch aus flüssigem Kraftstoff und Luft und dem Gemisch aus Luft und gasförmigen Kraftstoff ermöglicht, wodurch eine hervorragende gleichmäßige Verbrennung des Gemisches im Brennraum des Motorzylinders erreicht wird.

[0038] Wie **Fig. 3** zeigt, mündet die Einspritzdüse **12** nahe einem Einlassventil **28** so in das Saugrohr **27**, dass der aus der Einspritzdüse **12** austretende gasförmige Kraftstoff in gleicher Richtung strömt wie die Ansaugluft durch das Saugrohr **27**. Erkennbar ist, dass die Mündung der Einspritzdüse **12** Abstand von der Längsmittlebene **29** des Saugrohres **27** hat. Das freie Ende der Einspritzdüse **12** bildet ein Gaseindüsrrohr, dessen Längsachse mit der Längsmittelachse **29** des Saugrohres **27** den spitzen Winkel α bildet.

[0039] **Fig. 4** zeigt, dass vorteilhaft sämtliche Einspritzdüsen **12** exzentrisch in Bezug auf die Saugrohre **27** angeordnet und vorteilhaft nahe den Einlassventilen zu den Verbrennungsräumen des Verbrennungsmotors **1** angeordnet sind. Die Ladeluft bzw. Ansaugluft ist durch einen Strömungspfeil in **Fig. 4** angedeutet.

[0040] Das Saugrohr **27** kann so ausgebildet sein, dass die Einspritzdüse **12** nahe an einem der Einlassventile des jeweiligen Brennraumes angeordnet ist (**Fig. 3** und **Fig. 4**).

[0041] Das Saugrohr **27** ist so vorgesehen, dass eine optimale Mischung zwischen der Ansaugluft, dem Abgas und dem frisch zugeführten Gas ermöglicht wird. Außerdem ist das Saugrohr **27** so ausgebildet, dass es eine optimale Mischung zwischen dem frischen Gas und dem rückgeführten Abgas über die Rückführeinheit **19** gewährleistet. Die Saugrohre **11** können je nach Anwendungsfall beheizt oder gekühlt werden. Sie können vorteilhaft Teil eines Moduls sein, das bei den gängigen Verbrennungsmotoren eingesetzt werden kann, insbesondere bei allen 6-, 8-, 10- und 12-Zylinder-Motoren.

[0042] Das Druckregelventil **13** ist vorteilhaft direkt am Gasaustritt des Gastanks **9** angebracht und vorteilhaft so ausgebildet, dass es auch als Sicherheitsventil dienen kann. Das Druckregelventil **13** wird durch mechanische und/oder elektrische Signale betätigt, um die Arbeitsdruckhöhe einzustellen. Hierzu ist das Druckregelventil **13** an die Steuereinheit **26** angeschlossen. Das Druckregelventil **13** ist so ausgebildet, dass eine vorgegebene Druckhöhe des Gases nicht überschritten wird. Vorteilhaft steuert die Steuereinheit **26** das Druckregelventil **13** so, dass eine vorgegebene Druckhöhe des Gases nicht überschritten wird. Vorteilhaft steuert die Steuereinheit **26** das Druckregelventil **13** so, dass der Einspritzdruck in die Verbrennungsräume des Motors **1** angepasst wird an den Lastbereich, in dem der Motor betrieben wird.

[0043] Sollte der Druck des Gases einen vorgegebenen Wert überschreiten, kann das Druckregelventil **13** eine Beschädigung des Systems verhindern.

[0044] Bei einer Ausführungsform wird in diesem Falle ein Sicherheitsventil geöffnet, so dass bei einem zu hohen Gasdruck Gas freigegeben werden kann. Bei einer anderen Ausführungsform wird mit dem Druckregelventil **13** in einem solchen kritischen Fall der Gasdruck im Arbeitsanschluss auf Null geregelt.

[0045] Mit dem Druckregelventil **13** kann der Einspritzdruck für den gasförmigen Kraftstoff für alle Betriebszustände angepasst werden. Da das Druckregelventil **13** an die Steuereinheit **26** angeschlossen ist, kann mit ihr der Gaseinspritzdruck lastabhängig, emissionsabhängig oder drehzahlabhängig geregelt werden, um einen optimal arbeitenden Verbrennungsmotor mit möglichst wenig Schadstoffausstoß zu erhalten. Beispielsweise kann mit der Steuereinheit **26** ein Einspritzdruck zwischen etwa 0 und etwa 50 bar eingestellt werden.

[0046] Die Signale zwischen der Steuereinheit **26** und dem Druckregelventil **13** können drahtlos oder drahtgebunden übertragen werden. Das Druckregelventil **13** kann über ein Bussystem mit der Steuereinheit **26** verbunden sein.

[0047] Für eine drahtlose Datenübertragung können beispielhaft Funksignale eingesetzt werden.

[0048] Der Gastank **9** erfüllt die Sicherheitsanforderungen hinsichtlich Auslaufsicherheit und Drucksicherheit. Der Gastank **9** ist mit dem wenigstens einen Einfüllstutzen **14** versehen, der in **Fig. 1** nur der Übersichtlichkeit wegen neben dem Gastank **9** eingezeichnet ist. Über die wenigstens eine Zuführleitung **10** ist der Gastank **9** mit dem Common Rail **11** leitungsverbunden.

[0049] Das Druckregelventil **13** kann unmittelbar am Gastank **9** vorgesehen sein, so dass sich eine einfache und kompakte Ausbildung ergibt. Ebenso kann der Gastank **9** auch alle notwendigen Sensoren enthalten. Damit von außen einfach der Druck des Gases in Gastank **9** erkennbar ist, ist er vorteilhaft mit einer entsprechenden Druckanzeige versehen.

[0050] Der Gastank **9** kann so ausgebildet sein, dass mehr als eine Art von Gas aufnehmen kann. Dann ist der Tankraum mit zwei oder mehr Kammern versehen. In diesem Fall ist der Gaseinfüllstutzen **14** vorteilhaft so ausgebildet, dass er das kombinierte Betanken wenigstens zweier gasförmiger Kraftstoffe ermöglicht.

[0051] Die Wände des Gastankes **9** sowie – bei einer eventuellen Unterteilung in zwei oder mehr Kammern

– die Zwischenwände sind so ausgebildet, dass der gasförmige Kraftstoff nicht nach außen bzw. durch die Trennwände in die benachbarten Kammern gelangen, insbesondere diffundieren kann. Der Gastank **9** kann je nach Ausführung beispielhaft Erdgas, Biogas oder Wasserstoff aufnehmen.

[0052] Die verschiedenen Gase können in der Zuführleitung **10** gemischt werden, so dass die Gase gemischt in das jeweilige Saugrohr **27** gelangen.

[0053] Bei einer nicht dargestellten Ausführungsform ist es auch möglich, die verschiedenen Gase im Gastank **9** vorzumischen und das Gasgemisch dann über die Zuführleitung **10** dem jeweiligen Saugrohr **27** zuzuführen.

[0054] Die unterschiedlichen Gase können auch in verschiedenen Gastanks untergebracht sein. In **Fig. 1** ist beispielhaft mit gestrichelten Linien ein weiterer Gastank **9'** dargestellt, der an die Zuführleitung **10** angeschlossen ist. Die beiden Gastanks **9, 9'** enthalten jeweils ein anderes Gas. So kann der Gastank **9** beispielsweise Wasserstoff und der Gastank **9'** beispielsweise Erdgas (CNG) oder Biogas enthalten.

[0055] Die beiden Gastanks **9, 9'** sind über jeweils ein Regelventil **41** an die Zuführleitung **10** angeschlossen. Mit dem Regelventil **41** kann der Druck, mit dem das Gas in die Zuführleitung **10** strömt, eingestellt werden.

[0056] Es ist möglich, die Gase aus den Gastanks **9, 9'** gleichzeitig in die Zuführleitung **10** einzugeben, so dass bereits in der Zuführleitung die Vermischung der beiden unterschiedlichen Gase erfolgt. Das Gasgemisch gelangt dann über die entsprechende Einspritzdüse **12** in das Saugrohr **27**.

[0057] Weiter ist es möglich, die unterschiedlichen Gase in den Gastanks **9, 9'** nicht gleichzeitig, sondern wechselseitig zuzuführen. Dann wird je nach den vorgegebenen Einsatzbedingungen nur das eine oder das andere Gas dem Saugrohr **27** zugeführt.

[0058] Mit einem Sensor **42** lässt sich das Gas oder das Gasgemisch in der Zuführleitung **10** erkennen. Der Sensor sendet ein entsprechendes Signal an die Steuereinheit **25**, die in bekannter Weise die Bedingungen in den Verbrennungsräumen des Verbrennungsmotors **1** so steuert, dass das Gas bzw. Gasgemisch in erforderlicher Masse bzw. Mischungsverhältnis zugeführt wird.

[0059] Das vom Sensor **42** an die Steuereinheit **25** gelieferte Signal kann dazu herangezogen werden, in der Steuereinheit **25** hinterlegte Kennfelder automatisch auszuwählen.

[0060] Die Steuereinheit **26** kann als stand-alone-Einheit eingesetzt werden. Es ist auch möglich, die Steuereinheit **26** als slave-Einheit in Verbindung mit der Steuereinheit **25** einzusetzen (master-slave-Prinzip). Mit Hilfe der Steuereinheit **26** kann der Füllgrad der Treibstoffanlage erfasst und das Mischungsverhältnis zwischen dem flüssigen und dem gasförmigen Kraftstoff in Abhängigkeit von der geforderten Motorleistung optimiert werden. Hierzu wird die Leistungskennlinie des Motors herangezogen, wobei auch die Emissionen aus CO₂, NO_x, CH₄ oder Dieselrußausstoß berücksichtigt werden, die von den Sensoren **23**, **24** im Abgas gemessen werden. Die Steuereinheit **26** ist in diesem Falle Teil einer Regeleinheit, mit der in Abhängigkeit von den von den Sensoren **23**, **24** gemessenen Schadstoffwerten das optimale Mischungsverhältnis zwischen flüssigem und gasförmigem Kraftstoff so eingestellt wird, dass die Emissionswerte unterhalb der gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte liegen.

[0061] Mit der Steuereinheit **26** kann auch festgestellt werden, ob der Gastank **9** eine ausreichende Menge an gasförmigem Kraftstoff enthält. Der Gastank **9** ist beispielhaft über einen Füllstandsmesser mit der Steuereinheit **26** verbunden. Wird ein ungenügender Ladezustand des Gastankes **9** festgestellt, sorgt die Steuereinheit **26** dafür, dass die Zuführung des gasförmigen Kraftstoffes abgestellt und auf den vollständigen Betrieb des Verbrennungsmotors **1** mit dem flüssigen Kraftstoff umgestellt wird. In diesem Falle wird der Verbrennungsmotor **1** ausschließlich mit dem flüssigen Kraftstoff so lange betrieben, bis eine Nachfüllung des gasförmigen Kraftstoffes vorgenommen wird.

[0062] Die Steuereinheiten **25** und/oder **26** können vorteilhaft so ausgebildet sein, dass sie bei Bedarf Diagnosesignale liefern, um etwa Wartungen, Reparaturen und dergleichen durchführen zu können.

[0063] Die Einspritzdüsen **2**, **12** können gemeinsam oder abwechselnd angesteuert werden, so dass die Zuführung des flüssigen sowie des gasförmigen Kraftstoffes zur gleichen Zeit oder zeitlich nacheinander erfolgt. Hierbei können die Einspritzzeiten auch unterschiedlich eingestellt werden, je nach dem erforderlichen Mischverhältnis.

[0064] Die beiden Steuereinheiten **25**, **26** wirken zusammen, so dass der flüssige und der gasförmige Kraftstoff im gewünschten Maße in die jeweiligen Brennräume der Zylinder eingespritzt werden.

[0065] Mit den Steuereinheiten **25**, **26** ist es außerdem möglich, zusätzlich einen wirtschaftlichen Kraftstoffverbrauch einzustellen. Somit erfolgt nicht nur eine Optimierung in Hinblick auf die Abgaswerte, sondern auch im Hinblick auf den günstigsten Kraftstoffverbrauch. Der flüssige und/oder der gasförmige

Kraftstoff können kontinuierlich oder sequentiell in die Brennkammern eingespritzt werden. Vorteilhaft erfolgt die Einspritzung entsprechend dem Sauerstoffanteil ebenfalls geregelt kontinuierlich oder auch sequentiell.

[0066] Auf diese Weise ist es möglich, die Zuführung des jeweiligen Kraftstoffes optimal im Hinblick auf die Emissionswerte und den Kraftstoffverbrauch für jeden Betriebspunkt (Drehzahl/Drehmoment) einzustellen.

[0067] Die Steuereinheiten **25**, **26** können auch so programmiert sein, dass der Verbrauch an flüssigem und gasförmigen Kraftstoff etwa gleich ist, so dass beide Kraftstoffarten gleichzeitig nachgefüllt werden können.

[0068] Es ist auch eine Programmierung im Hinblick auf eine große Reichweite möglich. Dies ist beispielsweise dann von Interesse, wenn das Tankstellennetz nicht sehr dicht ist.

[0069] Der gasförmige Kraftstoff wird der Ansaugluft zugemischt und der flüssige Kraftstoff direkt eingespritzt. Durch die Voreinspritzung des flüssigen Kraftstoffes wird die Verbrennung so eingestellt, dass die Haupteinspritzung in bereits entzündetes Gas in den Brennraum erfolgt.

[0070] Mit Hilfe der Steuereinheit **26** ist es möglich, den gasförmigen Kraftstoff über eine oder mehrere der Einspritzdüsen **12** so in die Brennräume einzuspritzen, dass eine Schichtladung im Brennraum erzielt wird. Dadurch wird eine hervorragende Verbrennung des Gemisches aus flüssigem und gasförmigem Kraftstoff gewährleistet.

[0071] Mit Hilfe der Rückführeinheit **19** ist es möglich, auch einen Teil des Abgases über das Abgasrückführventil **14** zurückzuführen und dem Gemisch aus flüssigem und gasförmigem Kraftstoff beizufügen. Dieses Abgas kann den Einspritzdüsen **3** und/oder den Einspritzdüsen **12** zugeführt werden. Über den Anteil des rückgeführten Abgases ist eine weitere Variationsmöglichkeit gegeben, um einen optimalen Betrieb des Verbrennungsmotors **1** bei minimalen Emissionswerten und einen minimalen Kraftstoffverbrauch zu erreichen. Dabei ist dafür gesorgt, dass die Verbrennung in den Brennräumen optimal abläuft, so dass auch ein Verschleiß der mechanischen Teile des Verbrennungsmotors **1** minimal gehalten werden kann.

[0072] Die Steuereinheiten **25**, **26** sind so ausgebildet, dass bei Bedarf nur der flüssige oder der gasförmige Kraftstoff in die Brennräume eingespritzt wird. Insbesondere wird nur ein Kraftstoff eingesetzt, wenn beispielsweise die Kohlenwasserstoffemissionen einen vorgeschriebenen Normwert überschreiten oder

die anderen Emissionen zulässige Werte über- oder unterschreiten.

[0073] Beim beschriebenen Ausführungsbeispiel wird der gasförmige Kraftstoff vom Gastank **9** aus in das Common Rail **11** eingeleitet. Der gasförmige Kraftstoff wird zusammen mit Luft in das Common Rail **11** eingeleitet. Der gasförmige Kraftstoff wird zusammen mit Luft in das Common Rail eingeführt, so dass über die an das Common Rail **11** angeschlossene Saugrohre **27** in die jeweiligen Zylinder ein Gemisch aus Luft und gasförmigem Kraftstoff gelangt. Der Luftanteil wird über die Steuereinheit **26** eingestellt, mit der eine (nicht dargestellte) Drosselklappe zur Bestimmung der Luftmenge gesteuert werden kann. Der flüssige Kraftstoff wird vorteilhaft unmittelbar in den Brennraum eingespritzt, nachdem das Gemisch aus Luft und gasförmigem Kraftstoff eingebracht worden ist. Aufgrund der hohen Temperaturen und des hohen Druckes in den Brennräumen beginnt der flüssige Kraftstoff zu verbrennen, wodurch auch der gasförmige Kraftstoff verbrannt wird.

[0074] Bei einem Dieselmotor als Verbrennungsmotor **1** müssen die Partikel-, Stickoxid-, CO₂- und CH₄-Emissionen gering gehalten werden. Bei einem Ottomotor als Verbrennungsmaschine **1** sind die CO₂- und CH₄-Emissionen auf niedrigen Werten zu halten.

[0075] Die Zumischungsrate des gasförmigen Kraftstoffes muss für Otto- und Dieselmotoren unterschiedlich abgestimmt werden in Abhängigkeit von der Temperatur des Verbrennungsmotors und des Katalysators **6**, der Last, der mitgeführten Abgasmenge und der Motordrehzahl. Die optimalen Zumischungsverhältnisse werden dabei in Kennfeldern der Steuereinheit **25** in Abhängigkeit von der Last, der Temperatur, der Drehzahl und der Abgasrückführungsraten abgelegt. Diese Kennfelder sind bei Otto- und bei Dieselmotoren unterschiedlich.

[0076] Die in der Steuereinheit **25** hinterlegten Kennfelder gelten jeweils nur für einen Motor bzw. eine Motorgroße bzw. einen Motortyp.

[0077] Bei Ottomotoren mit zugeführtem gasförmigem Kraftstoff, insbesondere Methan, gelangen große Mengen an Methan in das Abgas. **Fig. 5** zeigt den Ventilhub eines Einlass- und eines Auslassventils eines Ottomotors in Abhängigkeit vom Kurbelwinkel. Die Kurve AV für das Auslassventil und die Kurve EV des Einlassventils haben eine ausgeprägte Überschneidungsphase, in der beide Ventile offen sind. Dadurch gelangen verhältnismäßig große Mengen an Methan in das Abgas. Ottomotoren haben üblicherweise einen 4-Wege-Katalysator, mit dem das Methan aus dem Abgas abgefangen werden muss. Aufgrund der großen Methanmenge werden die Palladium-, Platin- oder Rhodium-Teile des Katalysators sehr stark belastet.

[0078] Da Methan eine wesentlich stärkere Wirkung auf den Treibhauseffekt hat als CO₂, muss der Ausstoß von Methan begrenzt werden, insbesondere in der Phase, in welcher der Katalysator noch nicht seine zum Abfangen des Methans erforderliche Temperatur erreicht hat. Darum sind die Kennfelder für den Ottomotor so ausgelegt, dass er mit 100% flüssigem Kraftstoff (Ottokraftstoff) betrieben wird, solange der Katalysator noch nicht die zum Abfangen des Methans erforderliche Betriebstemperatur erreicht hat. Die durch den Einsatz von Ottokraftstoff entstehenden HC-Emissionen beeinflussen den Treibhauseffekt nur wenig, so dass die kurze Phase, in der der Ottomotor ausschließlich mit dem flüssigen Kraftstoff betrieben wird, keine nachteiligen Wirkungen für die Umwelt hat. Sobald der Katalysator seine Betriebstemperatur erreicht hat, kann das Methan im Abgas durch die palladium-, platin- oder rhodiumhaltigen Teile oxidiert und damit aus dem Abgas entfernt werden. Die geringe Temperatur tritt beispielsweise beim Start des Verbrennungsmotors oder beim Fahren mit Teillast, beispielsweise bei einer Bergabfahrt, auf.

[0079] Arbeitet der Verbrennungsmotor unter Vollast oder bei transienten Beschleunigungsphasen, kann der Ottomotor mit bis zu 100% flüssigem Kraftstoff betrieben werden. Mit einer Beigabe von beispielsweise etwa 10% von gasförmigem Kraftstoff, insbesondere von Methan, können die Zündwinkel und damit der CO₂-Ausstoß sowie der Kraftstoffverbrauch verbessert werden.

[0080] Arbeitet der Verbrennungsmotor im Teillastbereich, wird der Gasanteil erhöht, wenn der Katalysator **6** seine Betriebstemperatur erreicht hat. Der Gasanteil kann bis zu 100% betragen, so dass der Verbrennungsmotor ausschließlich mit dem gasförmigen Kraftstoff betrieben wird. Durch Einsatz des höheren Gasanteiles werden die CO₂-, CH₄- und NO_x-Emissionen erheblich reduziert. Im Teillastbereich wird der Gasanteil außerdem in Abhängigkeit vom Restgasanteil optimiert, um die Menge an Emissionen zu reduzieren. Eine schnelle Verbrennung des gasförmigen Kraftstoffes führt zu hohen und eine langsame Verbrennung zu niedrigen Emissionen. Die langsamere Verbrennung wird dadurch erreicht, dass die Abgase rückgeführt werden. Da die Abgase eine geringere Temperatur haben, erfolgt die Verbrennung des gasförmigen Kraftstoffes oder des Gemisches aus flüssigem und gasförmigem Kraftstoff langsamer, was dementsprechend zu geringeren schädlichen Emissionen führt.

[0081] Dieselmotoren werden im Vollastbetrieb mit Luftüberschuss betrieben. Darum führt eine Zumischung von gasförmigem Kraftstoff nicht zu einer Reduzierung des Vollastdrehmomentes. Durch Zumischung des gasförmigen Kraftstoffes wird der Rußausstoß erheblich reduziert. Wird beispielsweise 20% Methan dem flüssigen Kraftstoff zugemischt,

wird der Rußausstoß um etwa 30% reduziert, ohne dass das Drehmoment verringert wird.

[0082] Dieselmotoren zeichnen sich aufgrund des inhomogenen Verbrennungsvorganges durch sehr geringe HC-Emissionen aus. Der Ersatz eines Teils des Dieselkraftstoffes durch gasförmigen Kraftstoff, beispielsweise Methan, führt infolge der homogenen/inhomogenen Verbrennung dieses Gemisches zu deutlich erhöhten HC-Emissionen. Darum wird im oberen Teillastbereich der gasförmige Kraftstoff, wie Erdgas oder Methan, erst dann beigegeben, wenn der Oxidationskatalysator auf Betriebstemperatur ist. Dann ist sichergestellt, dass durch den Katalysator die HC-Emissionen gering gehalten werden können.

[0083] Bei Dieselmotoren stehen die Partikelemissionen im Vordergrund. Insbesondere in den Lastpunkten, bei denen der Dieselmotor mit den größten Betriebszeitanteilen betrieben wird, wird die Zumischung des gasförmigen Kraftstoffes so optimiert, dass der Partikelaustritt minimal ist. Bei dieser Optimierung wird auch der Verbrauch des gasförmigen Kraftstoffes in Bezug auf den Füllstand des Gastanks **9** bei der Zumischungsstrategie berücksichtigt.

[0084] Bei der Zumischungsstrategie werden außer der Motor- und Katalysatortemperatur, dem Restgasgehalt und dem Lastanteil weitere verschiedene Einflussgrößen vorteilhaft berücksichtigt, wie optimales Drehmoment, Minimierung des Partikelaustrittes, geringer CO₂- und NO_x-Ausstoß oder die Reichweitenoptimierung.

[0085] Das optimale Drehmoment wird insbesondere dann herangezogen, wenn das Fahrzeug bergauf fährt. Der minimale Partikelaustritt kommt insbesondere dann zum Zuge, wenn Stadtfahrten durchgeführt werden. Dann wird die Zumischung des gasförmigen Kraftstoffes so eingestellt, dass bei der geringen Fahrzeuggeschwindigkeit der Partikelaustritt eines Dieselmotors gering ist.

[0086] Die CO₂- und NO_x-Emissionen werden insbesondere dann berücksichtigt, wenn das Fahrzeug bergab fährt. Dann wird der gasförmige Kraftstoff so zugemischt, dass diese Emissionen minimal sind.

[0087] Bei der Reichweitenoptimierung wird der gasförmige Kraftstoff so beigemischt, dass der Gastank **9** sowie der Tank für den flüssigen Kraftstoff etwa zur gleichen Zeit nachgefüllt werden müssen. Diese Strategie wird insbesondere dann angewendet, wenn das Gastankstellennetz dünn ist. In diesem Falle wird die Zumischungsstrategie so ausgelegt, dass der Verbrauch des gasförmigen Kraftstoffes optimiert wird.

[0088] Die Steuerung des Verbrennungsmotors ist so ausgelegt, dass je nach Fahrzustand bzw. Fahrgegebenheiten die beispielhaft beschriebenen Einfluss-

größen auch miteinander kombiniert werden können. Die Zumischung des gasförmigen Kraftstoffes wird von der Steuerung in Verbindung mit dem jeweiligen Kennfeld optimal so durchgeführt, dass beispielsweise ein optimales Drehmoment und/oder ein minimaler Partikelaustritt und/oder minimale CO₂- und NO_x-Emissionen erreicht werden.

[0089] Die Steuerung des Verbrennungsmotors **1** ist weiter so ausgelegt, dass auch die Fahrstrategie im Kennfeld berücksichtigt wird. So erkennt die Elektronik der Steuerung, wenn das Fahrzeug im Stop-and-go-Betrieb ist, wie es häufig bei Stadtfahrten der Fall ist. Dann wird von der Steuerung das entsprechend im Kennfeld abgelegte Programm aufgerufen und danach die Zumischung des gasförmigen Kraftstoffes im Hinblick auf die erforderliche Zumischungsstrategie zugegeben.

[0090] Weiter ist es möglich, der Steuerung GPS-Daten zuzuführen, so dass der jeweilige Standort des Fahrzeuges bekannt ist. So ist einfach erkennbar, ob das Fahrzeug in der Stadt fährt oder beispielsweise auf der Autobahn. Dementsprechend wird das im Kennfeld abgelegte Programm abgerufen, um den gasförmigen Kraftstoff optimal unter Berücksichtigung der jeweiligen Strategie zu optimieren.

[0091] Ebenso ist es möglich, dass selbsttätig das Fahrverhalten des Fahrers erfasst und in der Steuerung gespeichert wird. Auch kann beispielsweise mit Hilfe von GPS-Daten festgestellt werden, ob der Fahrer stets die gleiche Fahrstrecke zurücklegt. Dies ist beispielsweise bei öffentlichen Verkehrsmitteln der Fall, die stets vorgegebene Strecken abzufahren haben. In einem solchen Fall kann die Steuerung bereits vorausschauend den gasförmigen Kraftstoff optimiert dem flüssigen Kraftstoff zuführen.

[0092] Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Beladung des jeweiligen Fahrzeuges durch entsprechende Sensoren zu erfassen. Ein höheres Gewicht des Fahrzeuges führt zu einem entsprechend höheren Kraftstoffverbrauch. Auf diese Weise kann auch unter Berücksichtigung der Zuladung der Kraftstoffverbrauch durch entsprechende Beimischung des gasförmigen Kraftstoffes optimiert werden.

[0093] Nutzfahrzeuge fahren über längere Strecken etwa mit annähernd konstanter Geschwindigkeit auf Autobahnen. Dies trifft insbesondere für den Fernkraftverkehr zu. Die konstante Geschwindigkeit wird von der Steuerung erfasst und zur Optimierung der Zufuhr des gasförmigen Kraftstoffes herangezogen. Nutzfahrzeuge haben in der Regel Dieselmotoren als Verbrennungsmotoren. Bei konstanter Fahrgeschwindigkeit werden die Dieselfilter nicht ausreichend warm, was zur Folge hat, dass die Katalysatorfunktion nicht ausreichend ist. Dementsprechend sorgt die Steuerung dafür, dass die Dieselkraftstoff-

menge verringert wird, um die Partikelemissionen gering zu halten. Hierbei wird vorteilhaft auch der Anteil des gasförmigen Kraftstoffes entsprechend verringert, um schädliche, durch den gasförmigen Kraftstoff verursachte Emissionen, wie CH_4 , zu minimieren.

[0094] Bei Dieselmotoren von Schiffen wird der Ausstoß von Emissionen des gasförmigen Kraftstoffes bei der normalen Fahrgeschwindigkeit nur in einem begrenzten Lastbereich unter Berücksichtigung des Partikelausstoßes optimiert. Bei solchen Schiffsantriebsmotoren wird als gasförmiger Kraftstoff häufig Erdgas eingesetzt. Dieser gasförmige Kraftstoff wird durch die Steuerung so dem flüssigen Kraftstoff zugemischt, dass die NO_x -Emissionen minimal sind.

[0095] Die beschriebene Zumischungsstrategie berücksichtigt, wie beispielhaft beschrieben worden ist, unterschiedliche Einflussgrößen, um beispielsweise den Partikelausstoß zu minimieren und/oder ein optimales Drehmoment zu erreichen und/oder den Verbrauch des flüssigen und des gasförmigen Kraftstoffes so zu steuern, dass mit dem jeweiligen Tankinhalt eine maximale Reichweite erreicht wird.

[0096] In allen Fällen ist die Steuerung so eingestellt, dass in der Startphase sowie in einer Kaltphase des Verbrennungsmotors, wenn der Katalysator **6** seine Betriebstemperatur nicht erreicht hat, nur flüssiger Kraftstoff eingesetzt wird. Insbesondere bei Verwendung von Methan würde bei Zuführung in der Start- sowie in der Kaltphase das Methan durch den Katalysator nicht oder nur in beschränktem Maße oxidiert werden. Dies würde zu einem Ausstoß von Methananteilen führen. Da Methan eine deutlich höhere Wirkung auf den Treibhauseffekt hat als CO_2 , wird somit verhindert, dass Methan bereits dann in den flüssigen Kraftstoff eingebracht wird, wenn der Katalysator noch nicht seine Betriebstemperatur erreicht hat.

[0097] Die Steuerung des Verbrennungsmotors **1** wird mit den beschriebenen unterschiedlichen Datensätzen versehen, die über Sensoren oder GPS-Signale gesteuert bzw. durch sensorgeführte Modelle aufgerufen werden können. Die Steuerung ermöglicht es, den Ausstoß der Emissionen von Diesel- und Ottomotoren zu minimieren und/oder den Kraftstoffverbrauch des flüssigen Kraftstoffes und/oder des gasförmigen Kraftstoffes zu optimieren. Wie beispielhaft beschrieben worden ist, kann hierbei eine Minimierung im Hinblick auf den geringsten Kraftstoffverbrauch oder im Hinblick auf einen optimierten Verbrauch des flüssigen und des gasförmigen Kraftstoffes eingesetzt werden, um eine maximale Reichweite des Fahrzeuges zu erzielen.

[0098] Die Steuerung kann außerdem so ausgelegt sein, dass über entsprechende Sensordaten die Art des Kraftstoffes und/oder die Kraftstoffqualität erfasst

und dann eine Optimierung der Ansteuerung ermöglicht wird, um die optimale Menge des jeweiligen Kraftstoffes zuzuführen. Dadurch ist beispielsweise eine automatische Anpassung der Zumischungsstrategie auf verschiedene Arten von gasförmigen Kraftstoffen möglich, wie beispielsweise Biogas, CNG, LNG, LPG oder Wasserstoff sein können.

[0099] Da der gasförmige Kraftstoff wesentlich kostengünstiger ist als der flüssige Kraftstoff, ergibt sich eine erhebliche Einsparung an Kraftstoffverbrauchs-kosten. Der teilweise Ersatz des flüssigen durch den gasförmigen Kraftstoff führt zu keiner Beeinträchtigung der Motorleistung, des Drehmoments und der Lebensdauer des Verbrennungsmotors. Der gasförmige Kraftstoff wird sehr homogen verbrannt.

[0100] Mit der Vorrichtung lassen sich bei Diesel-Verbrennungsmotoren die Euro-Normen III bis V sicher erreichen. Die NO_x - sowie die Partikel-Emissionen können bis zu 50% verringert werden. Auch der CO_2 -Ausstoß wird erheblich vermindert.

[0101] Bei der Ausführungsform nach **Fig. 2** sind die Zuführung des flüssigen und des gasförmigen Kraftstoffes im Vergleich zur Ausführungsform gemäß **Fig. 1** vertauscht. Der gasförmige Kraftstoff wird über die Ventile **3** direkt in die Brennräume eingespritzt. Dafür wird der flüssige Kraftstoff vom Tank **2** aus mit Niederdruck in das Saugrohr eingespritzt. Eine solche Vorgehensweise hat den Vorteil, dass eine teure Hochdruck-Benzin-Pumpe sowie das teure Rail eingespart werden können. Diese Ausführungsform eignet sich daher hervorragend für den Einsatz bei Ottomotoren. Als gasförmiger Kraftstoff wird vorteilhaft Erdgas (CNG) eingesetzt. Es können ebenfalls zwei oder mehr Gastanks **9, 9'** vorgesehen sein, die in gleicher Weise wie bei der Ausführungsform nach **Fig. 1** eingesetzt werden können.

Patentansprüche

1. Vorrichtung mit einem Verbrennungsmotor, der mindestens einen Katalysator aufweist, und mit einer Steuerung, mit deren Hilfe flüssiger und gasförmiger Kraftstoff zusammen mit angesaugter Luft in Verbrennungsraum des Verbrennungsmotors eingeleitet werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anteil des gasförmigen Kraftstoffes in Abhängigkeit von der Last und der Temperatur des Verbrennungsmotors (**1**) und/oder des Katalysators (**6**) und/oder des Anteils des Restgasgehaltes so gewählt wird, dass unterhalb der Betriebstemperatur des Katalysators (**6**) der Anteil des gasförmigen Kraftstoffes so gering ist, dass der Ausstoß an schädlichen Emissionen unterhalb eines vorgeschriebenen Grenzwertes liegt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Start- und in der Kaltphase des

Verbrennungsmotors (1) nur der flüssige Kraftstoff eingeleitet wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Daten zur Steuerung der Zufuhr des gasförmigen Kraftstoffes in mindestens einem Kennfeld abgelegt sind, auf das die Steuerung (26) zugreift.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Kennfeld die optimalen Zumischungsverhältnisse in Abhängigkeit von der Last und/oder der Temperatur und/oder der Drehzahl und/oder der Abgasrückführraten abgelegt sind.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Volllastbereich und in transienten Beschleunigungsphasen der Verbrennungsmotor (1) mit bis zu 100% flüssigem Kraftstoff betrieben wird.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Teillastbereich des Verbrennungsmotors (1) und bei Erreichen der Betriebstemperatur des Katalysators (6) bis zu 100% gasförmiger Kraftstoff zugeführt wird.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Dieselmotoren als Verbrennungsmotor (1) im Volllastbereich gasförmiger Kraftstoff zur Reduzierung des Rußausstoßes zugeführt wird.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerung (26) unter Berücksichtigung von Einflussgrößen eine Zumischungsstrategie festlegt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einflussgrößen ein optimales Drehmoment und/oder eine Minimierung des Partikel- bzw. Gasausstoßes und/oder ein optimaler Verbrauch des flüssigen und des gasförmigen Kraftstoffes sind.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerung (26) die Fahrstrategie und/oder das Fahrprofil des Fahrzeuges und/oder die Zuladung des Fahrzeuges und/oder die Position des Fahrzeuges berücksichtigt.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

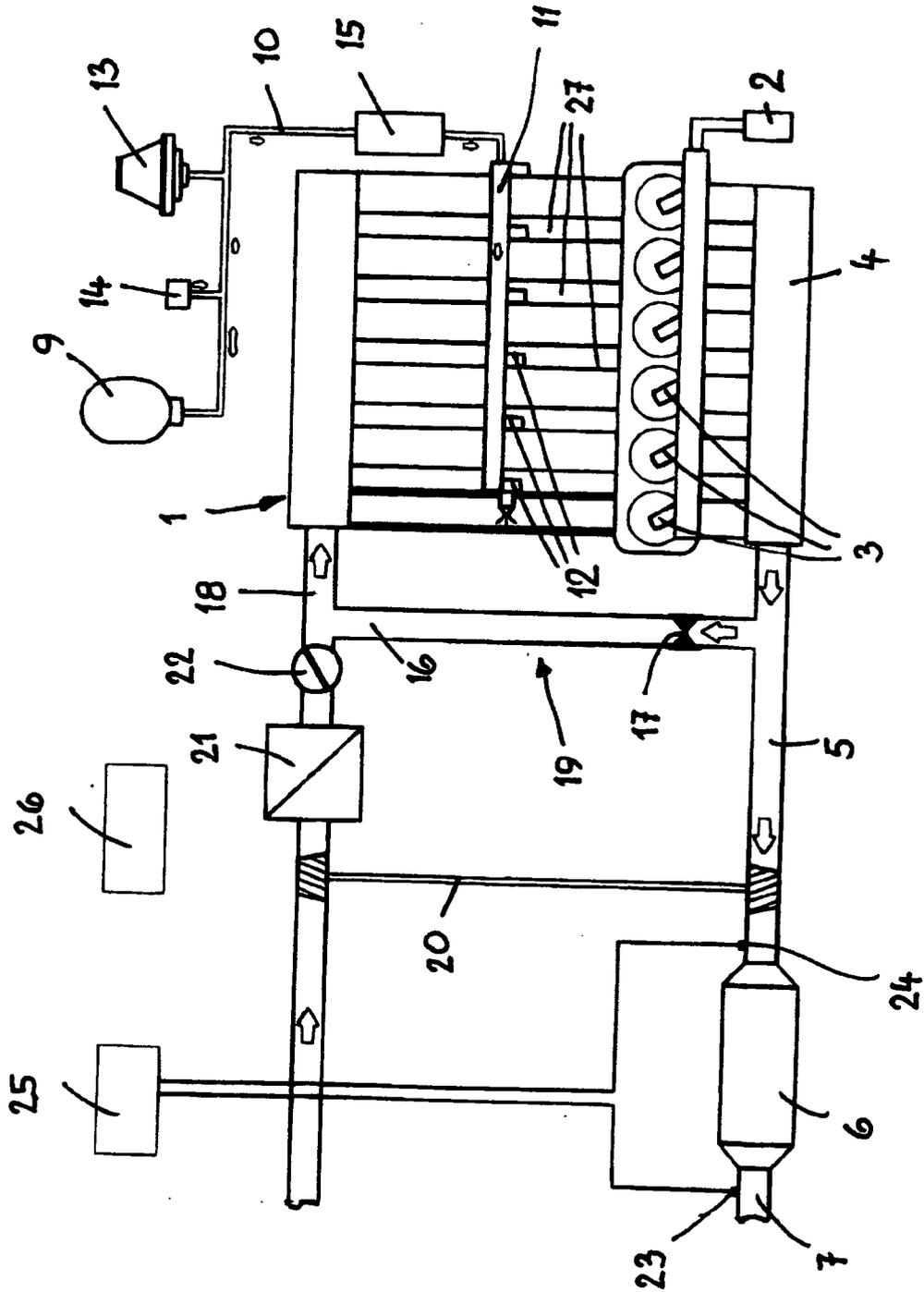


Fig. 1

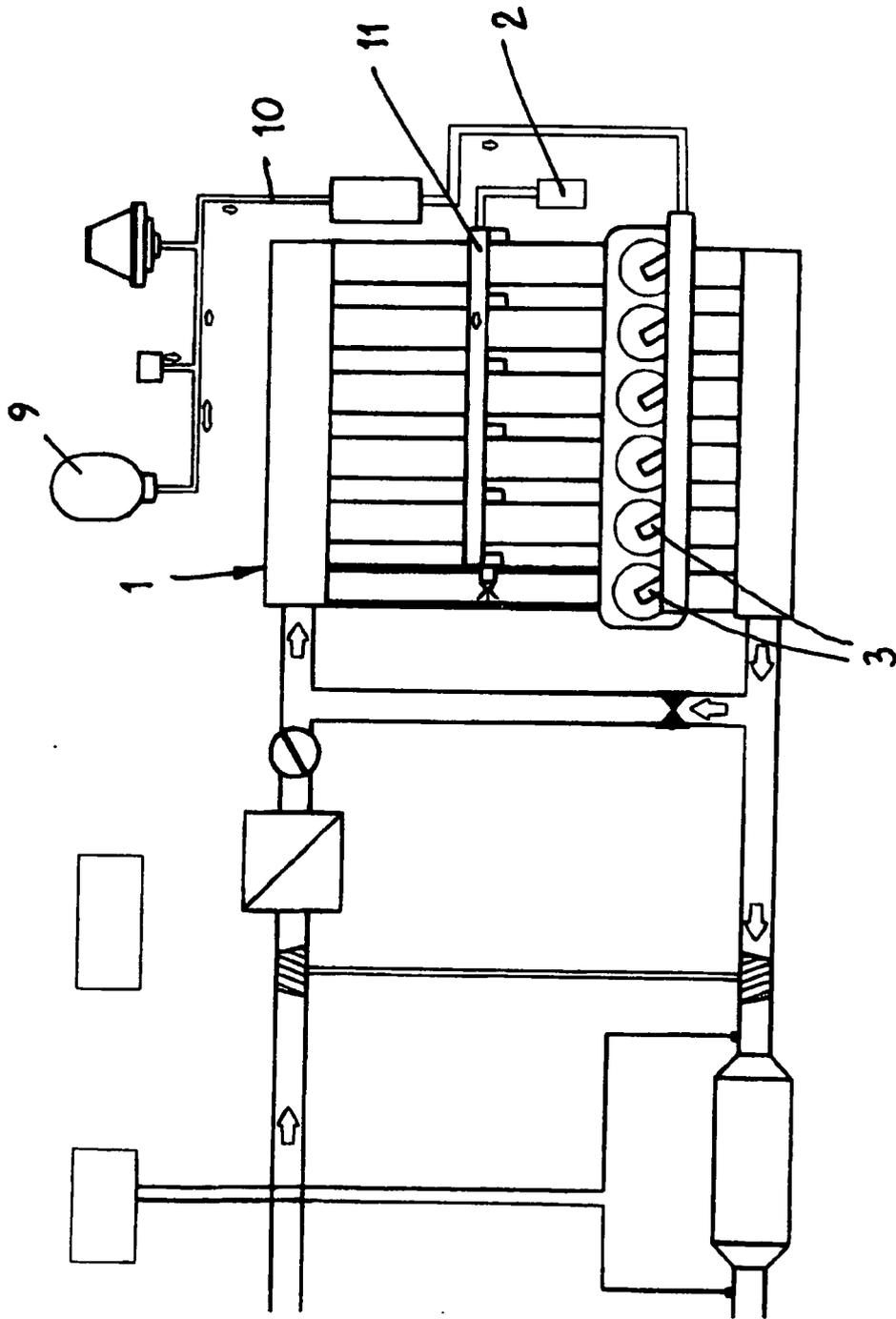


Fig. 2

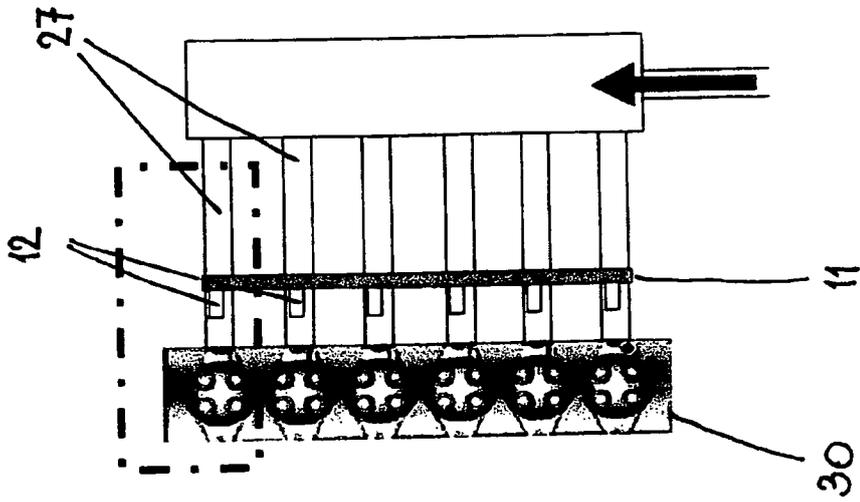


Fig. 4

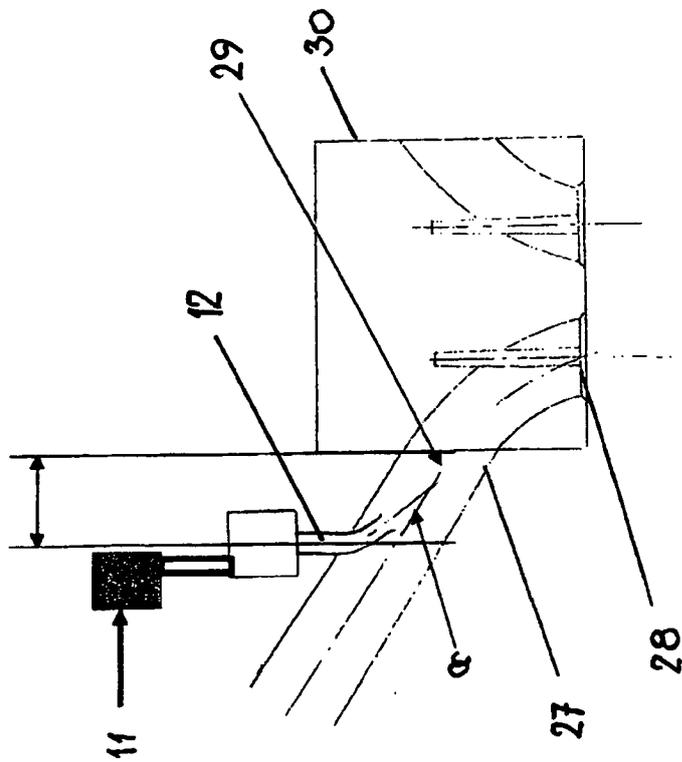


Fig. 3

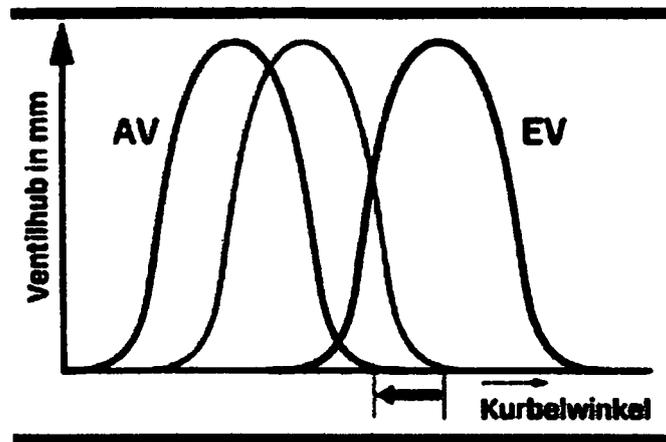


Fig. 5