



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **199 46 606.8**
(22) Anmeldetag: **29.09.1999**
(43) Offenlegungstag: **05.04.2001**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **04.07.2013**

(51) Int Cl.: **F02M 31/18 (2006.01)**
F02M 33/00 (2006.01)
F02M 69/30 (2006.01)
F02M 25/08 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE

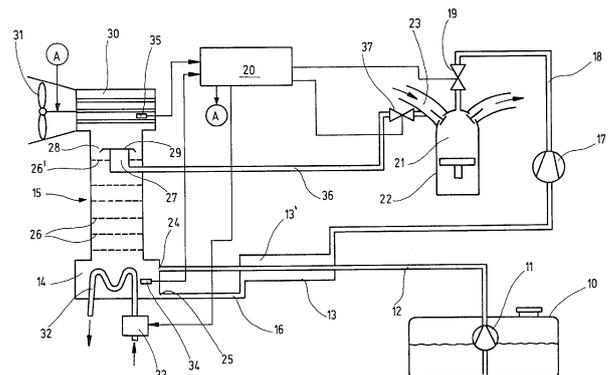
(72) Erfinder:
**Wagner, Wolfgang, Dr., 70825, Korntal-
Münchingen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

US	3 788 283	A
US	3 807 377	A
US	3 892 218	A
US	5 357 908	A
WO	99/ 06 683	A1

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Bilden eines Kraftstoff-Luftgemischs für einen Verbrennungsmotor während einer Warmlaufphase**

(57) Hauptanspruch: Kraftstoffzufuhrvorrichtung für einen Verbrennungsmotor (22), mit
– ersten Kraftstoffzufuhrmitteln (17, 19) zum Zuführen von Kraftstoff zum Verbrennungsmotor (22) nach Ende einer Warmlaufphase,
– einer Verdampfungs- und Kondensationsanlage (15) für Kraftstoff zur Gewinnung leicht siedender Kraftstoffanteile als Kaltstartkraftstoff aus dem während des Normalbetriebs verwendeten Kraftstoffs,
– einem Vorratsbehälter (27) für den Kaltstartkraftstoff, und
– zweiten Kraftstoffzufuhrmitteln (37; 38, 40) zum Zuführen von Kaltstartkraftstoff aus dem Vorratsbehälter (27) zum Verbrennungsmotor (22) während der Warmlaufphase.
dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfungs- und Kondensationsanlage (15) einen Kraftstoffeinlass (24), der über einen Wärmetauscher (13) mit einem Kraftstofftank (10) verbunden ist, so dass einem ersten Verdampferbereich (14) vorgewärmter Kraftstoff zuführbar ist, und einen Kraftstoffauslass (25) aufweist, der über den Wärmetauscher (13), in welchem der Kraftstoff abgekühlt wird, mit den ersten Kraftstoffzufuhrmitteln (17, 19) verbunden ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Bilden eines Kraftstoff-Luftgemischs für einen Verbrennungsmotor während einer Warmlaufphase.

Stand der Technik

[0002] Für das Einhalten von Abgasvorschriften bei Ottomotoren sind die Betriebszustände während der Kaltstart- und Warmlaufphase entscheidend. Während dieser Betriebsphasen enthält das Abgas von Ottomotoren üblicherweise unverbrannte Kohlenwasserstoffe, die nicht im Katalysator konvertiert werden können, solange die Betriebstemperatur des Katalysators nicht erreicht ist. Die unverbrannten Kohlenwasserstoffe im Abgas gehen auf sogenannte Wandfilmeffekte, also auf den Niederschlag von Kraftstoffanteilen aus dem Kraftstoff-Luftgemisch an den kalten Motorwänden im Saugrohr und/oder im Brennraum zurück.

[0003] Aus der DE 195 22 075 A1 ist bereits ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bilden eines Kraftstoff-Luftgemischs bekannt, bei dem während der Kaltstart- und Warmlaufphase Kraftstoff aus einem Kraftstofftank einem Verdampfer zugeführt wird, der in einem relativ niedrigen Temperaturbereich von 60°C bis 80°C arbeitet, da nur relativ leichtflüchtige Bestandteile des Kraftstoffs (Butane, Pentane, Hexane) zur Bildung des Kraftstoff-Luftgemischs verwendet werden sollen. Der in dem Kraftstoffverdampfer erzeugte Kraftstoffdampf wird über eine Stelleinrichtung einem Ansaugrohr in Ansaugrichtung hinter einer Drosselklappe zugeführt, um im Ansaugrohr ein Kraftstoff-Luftgemisch zu erhalten.

[0004] Obwohl sich mit diesem bekannten Verfahren eine Verringerung der Kohlen-Wasserstoffemission während der Warmlaufphase erreichen läßt, kondensieren Kraftstoffanteile in dem Moment, in dem sie mit der kalten Ansaugluft im Ansaugrohr in Berührung kommen oder sobald sie auf noch kalte Motor Teile auftreffen.

[0005] Ein aus der DE 196 33 259 A1 bekannter Verbrennungsmotor weist für die Kraftstoffversorgung während der Kaltstart- und Warmlaufphase einen Verdampfer auf, aus dem Kraftstoffdampf in einen Mischraum geleitet wird, in der der Kraftstoffdampf mit Ansaugluft zu einem Kraftstoff-Luftgemisch verwirbelt wird. Das Kraftstoff-Luftgemisch wird über einen Kraftstoffabscheider zum Abscheiden von einzelnen größeren Tröpfchen aus dem auch schwerflüchtige Kraftstoffbestandteile aufweisenden Kraftstoff-Luftgemisch einem Einlaßbereich der einzelnen Brennkammern des Verbrennungsmotors zugeführt.

[0006] Auch hier läßt sich eine Kraftstoffkondensation während des Kaltstarts und der Warmlaufphase nur reduzieren, nicht jedoch vollständig vermeiden, da trotz des Kraftstoffabscheiders nicht sämtliche schwerflüchtigen Bestandteile aus dem Kraftstoff-Luftgemisch entfernt werden können.

[0007] Aus der US 4 323 046 ist ein Verbrennungsmotor bekannt, der 1 wahlweise mit herkömmlichen, aus Erdöl hergestellten Kraftstoffen oder Nicht-Erdöl-Kraftstoffen, insbesondere mit Alkohol, betrieben werden kann. Hierzu sind dem bekannten Verbrennungsmotor zwei Kraftstoffzuführsysteme zugeordnet, zwischen denen bei Bedarf umgeschaltet wird.

[0008] Das Nicht-Erdöl-Kraftstoffzuführsystem weist dabei einen mit einer Heizung ausgerüsteten Verdampfertank auf, aus dem ein Kraftstoffgas-Luftgemisch geregelt durch ein entsprechendes Gaspedal direkt in den Ansaugkrümmer des Verbrennungsmotors strömt. Für die Kaltstartphase ist der Verdampfertank für die Nicht-Erdöl-Kraftstoffe mit einer Widerstandsheizung ausgerüstet, die bei Erreichen einer bestimmten Temperatur abgeschaltet wird.

[0009] Aus der US 5,357,908 A ist bereits ein Verfahren zum Bilden eines Kraftstoff-Luft-Gemisches für einen Verbrennungsmotor während einer Warmlaufphase bekannt. Bei diesem bekannten Verfahren wird während des Normalbetriebs des Verbrennungsmotors Kraftstoff verdampft, um leicht siedende Kraftstoffanteile aus dem während des Normalbetriebs verwendeten Kraftstoff zu gewinnen. Die leicht siedenden Kraftstoffanteile werden kondensiert und als Kaltstartkraftstoff in einem Vorratsbehälter gesammelt. Während der Warmlaufphase wird Kaltstartkraftstoff aus dem Vorratsbehälter zu einem Kraftstoff-Luft-Gemisch aufbereitet und dem Verbrennungsmotor zugeführt.

[0010] Aus der US 3,807,377 A ist zudem bekannt, dass zum Gewinnen der leicht siedenden Kraftstoffanteile der Kraftstoff, der dem Verbrennungsmotor während des Normalbetriebs zuzuführen ist, in flüssiger Form durch einen Verdampferbereich einer Verdampfungs- und Kondensationsanlage geleitet wird. Außerdem geht aus dieser Entgegenhaltung hervor, dass der die Verdampfungs- und Kondensationsanlage in flüssiger Form verlassende Kraftstoff vor dem Zuführen zum Verbrennungsmotor durch Rückführung in den Tank gekühlt wird.

[0011] Aus der WO 99/06683 A ist bereits ein Verfahren zum Betrieb eines Verbrennungsmotors bekannt, welches den Kraftstoff nach dem Siedepunkt in mindestens zwei Fraktionen trennt und die Kraftstofffraktionen in einer derartigen Art und Weise getrennt zu den Verbrennungskammern des Motors liefert, um zum Zeitpunkt der Zündung, wenn der Motor bei niedrigen und mittleren Lasten arbeitet, in jedem Zylinder

eine Zwei-Zonen-Schichtung der Ladung zu erzielen. Die Zwei-Zonen-Schichtung besteht dabei aus zwei aneinandergrenzenden Mischungswolken, wobei eine erste der beiden Wolken in der Nähe der Zündkerze liegt und eine höhere Konzentration der Kraftstofffraktion höheren Siedepunktes enthält als die zweite Wolke, die in einer Entfernung zu der Zündkerze liegt. Die durchschnittliche Zusammensetzung des Kraftstoffes und das Verhältnis Kraftstoff zu Luft in dieser zweiten Wolke ist dergestalt, dass die zweite Wolke auf den Zeitpunkt der Funkenzündung der ersten Wolke folgend eine Selbstzündung durchmacht und die Selbstzündung der zweiten Wolke durch die gesteigerte Temperatur und den gesteigerten Druck bewirkt wird, die sich aus der fortschreitenden Flammenfront in der ersten Wolke ergeben. Der Zeitpunkt der Selbstzündung der zweiten Wolke tritt dadurch bei einer vorherbestimmten, zeitlichen Verzögerung nach dem Zeitpunkt der Funkenzündung der ersten Wolke auf.

[0012] Aus der US 3,788,283 A ist auch schon eine Kraftstoffzuführvorrichtung für einen Verbrennungsmotor bekannt, die erste Kraftstoffzuführmittel zum Zuführen von Kraftstoff zum Verbrennungsmotor nach Ende der Warmlaufphase besitzt. Außerdem weist die Vorrichtung zweite Kraftstoffzuführmittel zum Zuführen von Kaltstartkraftstoff aus einem Vorratsbehälter zum Verbrennungsmotor während der Warmlaufphase auf.

[0013] Aus der US 3,892,218 A ist bereits eine Kraftstoffzuführvorrichtung mit einer Rektifikationskolonne sowie einer Vielzahl von Zwischenböden bekannt.

Vorteile der Erfindung

[0014] Die erfindungsgemäße Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 1 hat dem gegenüber den Vorteil, daß der während der Warmlaufphase benutzte Kaltstartkraftstoff nur aus leicht siedenden Kraftstoffanteilen besteht, so daß Wandfilmeffekte im Saugrohr und im Brennraum nahezu vollständig ausgeschlossen sind und dadurch die Kohlen-Wasserstoffemissionen stark reduziert werden können.

[0015] Da die leicht siedenden Kraftstoffanteile während des Normalbetriebes des Verbrennungsmotors gewonnen werden, ist es möglich, mehrere Verdampfungs- und Kondensationsschritte nacheinander durchzuführen, so daß die leicht siedenden Kraftstoffanteile zuverlässig abgetrennt und angereichert werden können.

[0016] Bei der Gewinnung des Kaltstartkraftstoffs während des Normalbetriebes des Verbrennungsmotors kann der im betriebswarmen Zustand arbeitende Verbrennungsmotor als Wärmequelle für die Verdampfung der leicht siedenden Kraftstoffanteile ein-

gesetzt werden, so daß keine zusätzliche Heizung erforderlich ist.

[0017] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß zum Gewinnen der leicht siedenden Kraftstoffanteile der Kraftstoff, der dem Verbrennungsmotor während des Normalbetriebes zuzuführen ist, in flüssiger Form durch einen ersten Verdampferbereich einer Verdampfungs- und Kondensationsanlage geleitet wird, wobei der zur Verdampfungs- und Kondensationsanlage geführte Kraftstoff vorgeheizt wird, während der die Verdampfungs- und Kondensationsanlage in flüssiger Form verlassende Kraftstoff vor dem Zuführen zum Verbrennungsmotor gekühlt wird.

[0018] Um schwer siedende Kraftstoffbestandteile aus dem zu gewinnenden Kaltstartkraftstoff zu entfernen, wird der in einem ersten Verdampferbereich einer Verdampfungs- und Kondensationsanlage verdampfte Kraftstoff beginnend bei einer Verdampfungstemperatur von etwa 60°C bis 160°C im ersten Verdampferbereich einer Vielzahl von aufeinanderfolgenden Verdampfungs- und Kondensationsschritten unterzogen bis die Verdampfungstemperatur im Bereich eines zum Sammeln des Kaltstartkraftstoffs dienenden Vorratsbehälters auf etwa 20°C bis 40°C abgenommen hat.

[0019] Auf diese Weise wird es ermöglicht, einen Kaltstartkraftstoff zu erzeugen, der nach einer Verdampfung oder Zerstäubung während der Kaltstart- und Warmlaufphase, also bei kaltem Verbrennungsmotor, weder beim Kontakt mit der kalten Ansaugluft noch beim Auftreffen auf kühle Motorwände kondensiert.

[0020] Bei der Kraftstoffzuführung aus dem separaten Vorratsbehälter während der Kaltstart- und Warmlaufphase, also beim Betrieb mit dem leicht siedenden Kaltstartkraftstoff, lassen sich zusätzliche Maßnahmen der Kraftstoffaufbereitung und -verdampfung wirkungsvoll einsetzen.

[0021] Insbesondere ist es dabei möglich, daß während der Kaltstart- und Warmlaufphase Kaltstartkraftstoff aus dem Vorratsbehälter in eine Ansaugluftleitung eingespritzt wird. Erfolgt dabei die Einspritzung in ein Sammelsaugrohr, genügt neben Verdampfungs- und Kondensationsanlage und einem Wärmetauscher ein einziges zusätzliches Einspritzventil für den Motorbetrieb nach dem Starten.

[0022] Sowohl bei der Kraftstoffeinspritzung als auch bei der Zufuhr von Kraftstoffdampf kann jedoch auch vorgesehen sein, daß der Kaltstartkraftstoff während der Kaltstart- und Warmlaufphase in den Einlaßbereich jeder Brennkammer eingebracht und brennkammerindividuell zugemessen wird.

Zeichnung

[0023] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

[0024] **Fig. 1** eine schematische Darstellung einer Kraftstoffzuführvorrichtung nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

[0025] **Fig. 2** eine schematische Schnittdarstellung eines Vorratsbehälters zum Sammeln von Kaltstartkraftstoff, und

[0026] **Fig. 3** Kraftstoffzuführmittel zum Zuführen von Kaltstartkraftstoff aus dem Vorratsbehälter während der Kaltstart- und Warmlaufphase gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0027] In den verschiedenen Figuren der Zeichnung sind einander entsprechende Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0028] Wie **Fig. 1** zeigt, umfaßt eine erfindungsgemäße Kraftstoffzuführvorrichtung für einen Verbrennungsmotor, die insbesondere zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Bilden eines Kraftstoff-Luftgemisches für den Verbrennungsmotor während einer Kaltstart- und Warmlaufphase vorgesehen ist, einen Kraftstofftank **10**, aus dem mit Hilfe einer Kraftstoffförderpumpe **11**, die einen Förderdruck von etwa 3 bis 4 bar erzeugt, Kraftstoff durch eine Kraftstoffleitung **12** über einen Wärmetauscher **13** einem ersten Verdampferbereich **14** einer Verdampfungs- und Kondensationsanlage **15** zuführbar ist. Aus dem ersten Verdampferbereich **14** der Verdampfungs- und Kondensationsanlage **15** kann dann nicht verdampfter Kraftstoff über eine Kraftstoffleitung **16** und den Wärmetauscher **13** einer Hochdruckpumpe **17** zugeführt werden, deren Hochdruckseite über eine Kraftstoffdruckleitung **18** mit Einspritzventilen **19**, von denen nur eines als Direkt-Einspritzventil dargestellt ist, verbunden ist, so daß mit Hilfe der von einem Motorsteuergerät **20** gesteuerten Einspritzventile **19** Kraftstoff in die einzelnen Brennkammern **21** des nur schematisch angedeuteten Verbrennungsmotor **22** eingespritzt werden kann.

[0029] Alternativ dazu ist es aber auch möglich, daß die Kraftstoffeinspritzung mit Hilfe der Einspritzventile **19** brennkammerindividuell in die einzelnen Einlaßbereiche **23** der einzelnen Brennkammern **21** erfolgt. Außerdem ist auch eine Kraftstoffeinspritzung in ein gemeinsames Sammelsaugrohr denkbar.

[0030] Der Wärmetauscher **13**, über den vorgewärmtter Kraftstoff einem Kraftstoffeinlaß **24** des ersten Verdampferbereichs **14** der Verdampfungs- und

Kondensationsanlage **15** zugeführt wird, und der über einen Kraftstoffauslaß **25** des ersten Verdampferbereichs **14** erwärmten Kraftstoff als Heizmedium für den vorzuwärmenden Kraftstoff erhält, arbeitet im Gegenstromverfahren. Der über die Kraftstoffleitung **12** aus dem Kraftstofftank **10** zugeführte zu erwärmende Kraftstoff dient also als Kühlmittel für den aus dem ersten Verdampferbereich **14** über den Kraftstoffauslaß **25** und die Kraftstoffleitung **16** zugeführten Kraftstoff, der seinerseits als Heizmittel für den zu erwärmenden Kraftstoff dient.

[0031] Durch die erfindungsgemäße Kombination eines Wärmetauschers **13**, der vorzugsweise ein Gegenstromwärmetauscher ist, mit einem ersten Verdampferbereich **14** einer Verdampfungs- und Kondensationsanlage **15** wird erreicht, daß die Kraftstoffförderpumpe **11** sowie die ersten, von der Hochdruckpumpe **17** und den Einspritzventilen **19** gebildeten Kraftstoffzuführmittel während des Normalbetriebes des Verbrennungsmotors in der üblichen Weise arbeiten können, während gleichzeitig aus dem den ersten Kraftstoffzuführmitteln zugeführten Kraftstoff leicht siedende Kraftstoffanteile entfernt werden können, ohne den Normalbetrieb zu stören.

[0032] Die Verdampfungs- und Kondensationsanlage wird vorzugsweise von einer mehrstufigen Destillationsanlage, wie zum Beispiel von einer Rektifikationskolonne **15** gebildet. Grundsätzlich können alle Arten von mehrstufigen Destillationanlagen und Rektifikationskolonnen eingesetzt werden. Beispielsweise ist es möglich, als Verdampfungs- und Kondensationsanlage **15** eine Füllkörperkolonne einzusetzen. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist als Rektifikationskolonne **15** eine Siebbodenkolonne mit einzelnen Siebböden **26**, **26'** dargestellt. Im obersten oder kühllsten Siebboden **26'** ist ein Vorratsbehälter **27** für Kaltstartkraftstoff angeordnet, der mit dem Kraftstoffsammelbereich **28** des obersten Siebbodens **26** über eine Ventilanordnung **29** verbindbar ist.

[0033] Zum Kühlen des oberen Endes oder Kopfes der Rektifikationskolonne **15** ist der Kopf der Kolonne als Wärmetauscher **30** ausgeführt, dem mittels eines steuerbaren Lüfters **31** Kühlluft zugeführt werden kann.

[0034] Der erste Verdampferbereich **14** oder Sumpf der Rektifikationskolonne **15** wird mit Hilfe von warmen Kühlwasser aus dem Kühlwasserkreislauf des Verbrennungsmotors **22** geheizt. Um den Kühlwasserstrom durch eine im ersten Verdampferbereich **14** angeordnete Heizleitung **32** zu steuern, ist ein Stellventil **33** vorgesehen, das von einer entsprechenden Steuer- und Regeleinrichtung, die z. B. im Motorsteuergerät **20** integriert sein kann, gesteuert wird.

[0035] Um den Betrieb der Rektifikationskolonne **15** zu überwachen und die Heizung des ersten Verdampferbereiches **14** sowie die Kühlung des Kopfes der Rektifikationskontrolle **15** zu steuern, sind im ersten Verdampferbereich **14** und im zur Kühlung vorgesehenen Wärmetauscher **30** oder im Bereich des obersten oder kühlfsten Siebbodens **26'** Temperaturfühler **34** bzw. **35** angeordnet, deren Ausgangssignale an die Steuer- und Regeleinrichtung geführt werden, die für die Erläuterung der Erfindung anhand des Ausführungsbeispiels als im Motorsteuergerät **20** integriert angenommen wird.

[0036] Die Regel- und Steuereinrichtung, die anders als hier beschriebenen jedoch auch als separate Schaltung vorgesehen sein kann, steuert in Abhängigkeit von den Ausgangssignalen der Temperaturfühler **34** bzw. **35** den Heizwasserzulauf zur Heizleitung **32** im Sumpf oder ersten Verdampferbereich **14** der Rektifikationskolonne **15** über das Stellventil **33** bzw. die Kühlluftzufuhr zum Wärmetauscher **30** mittels des Lüfters **31**, in der Weise, daß im ersten Verdampferbereich **14** eine Temperatur von 60°C bis 160°C eingestellt wird, während der Kopf der Rektifikationskolonne **15**, und damit im Wesentlichen auch der Kraftstoffsammelbereich **28** des obersten oder kühlfsten Siebbodens **26'** auf einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 40°C gehalten wird.

[0037] Im Kraftstoffsammelbereich **28** des obersten oder kühlfsten Siebbodens **26'** sammeln sich nur leicht siedende Kraftstoffbestandteile, die wie im folgenden anhand von [Fig. 2](#) beschrieben wird, im Vorratsbehälter **27** aufgefangen und aufbewahrt werden, um während einer Kaltstart- und Warmlaufphase über eine Kraftstoffleitung **36** und ein Einspritzventil **37** Kaltstartkraftstoff in ein Sammelsaugrohr oder brennkammerindividuell in die einzelnen Einlaßbereiche **23** der jeweiligen Brennkammern **21** einspritzen zu können.

[0038] Anstatt Kaltstartkraftstoff einzuspritzen, ist es, wie in [Fig. 3](#) angedeutet, auch möglich, in die Kraftstoffleitung **36** einen Verdampfer **38** zu integrieren, der mit einer Heizung **39** beheizbar ist, um aus dem Kaltstartkraftstoff aus dem Vorratsbehälter **27** Kraftstoffdampf zu erzeugen, der über eine Zumeßeinrichtung **40** einem Sammelsaugrohr oder wie dargestellt den individuellen Einlaßbereichen **23** der jeweiligen Brennkammern **21** brennkammerindividuell zugeführt wird.

[0039] Der in [Fig. 2](#) dargestellte Vorratsbehälter **27** weist eine Bodenwand **41** und eine Umfangswand **42** auf, auf deren oberen Rand **43** ein Ventildeckel **44** entweder direkt oder vorzugsweise über einen Dichttring **45** durch sein Eigengewicht aufliegt, solange die Rektifikationskolonne **15** nicht in Betrieb ist. Der Ventildeckel **44** weist eine zentrale Öffnung **46** auf, an die sich ein Ventilstutzen **47** anschließt, der zusam-

men mit einem auf einer Feder **48** abgestützten, vorzugsweise als Kugel ausgebildeten Ventilkörper **49** ein Rückschlagventil bildet. Die den Ventilkörper **49** gegen den Ventilstutzen **47** drückende Feder **48** ist in einem Stützgehäuse **50** angeordnet, daß in nicht näher dargestellter Weise im Vorratsbehälter **27** befestigt ist, und dessen Innenraum über Öffnungen **51** mit dem Innenraum des Vorratsbehälters **27** verbunden ist.

[0040] An seinem Außenumfang weist der Ventildeckel **44** eine Umfangswand **52** auf, so daß ein Eingangraum für aufsteigende Kraftstoffblasen **53** gebildet wird.

[0041] Im Folgenden wird der Betrieb der erfindungsgemäßen Kraftstoffzufuhrvorrichtung beschrieben.

[0042] Im Normalbetrieb des Verbrennungsmotors **22**, also nach Beendigung der Warmlaufphase wird Kraftstoff von der Kraftstoffförderpumpe **11** über die Kraftstoffleitung **12** den Wärmetauscher **13**, den ersten Verdampferbereich **14** der Rektifikationskolonne **15**, die Leitung **16** und den Gegehstrombereich **13'** des Wärmetauschers **13** zur Hochdruckpumpe **17** gefördert. Die Hochdruckpumpe **17** liefert Kraftstoff, der unter einem Druck von etwa 120 bar steht, über die Kraftstoffdruckleitung **18** zu den Direkt-Einspritzventilen **19**, die vom Motorsteuergerät **20** entsprechend der jeweils erforderlichen Motorleistung gesteuert werden.

[0043] Der aus dem Kraftstofftank **10** zu den ersten Kraftstoffeinspritzmitteln geförderte Kraftstoff, der vorgewärmt in den Sumpf bzw. ersten Verdampferbereich **14** der Rektifikationskolonne **15** gelangt, wird dort von dem durch die Heizleitung **32** strömenden warmen Kühlwasser der Motorkühlanlage weiter erwärmt und verdampft. Da in der Rektifikationskolonne ein Temperaturgefälle von unten nach oben besteht, daß von einer Temperatur im Bereich von etwa 60°C bis 160°C auf eine Temperatur im Bereich von etwa 20°C bis 40°C abnimmt, durchlaufen der Kraftstoffdampf und rekondensierter, flüssiger Kraftstoff im Gegenstromverfahren mehrere Verdampfungs- und Kondensationsschritte, so daß die leicht siedenden Kraftstoffbestandteile von den schwer siedenden Kraftstoffbestandteilen getrennt werden und in den Kraftstoffsammelbereich **28** des obersten oder kühlfsten Siebbodens **26'** gelangen.

[0044] Durch die aufsteigenden Kraftstoffdampfblasen **53** wird der Ventildeckel **44** der Ventilanordnung **29** vom oberen Rand **43** der Umfangswand **42** des Vorratsbehälters **27** abgehoben, so daß durch den zwischen dem oberen Rand **43** und dem Dichttring **45** gebildeten Schlitz Kraftstoff in den Innenraum des Sammelbehälters einströmen kann. Der Sammelbehälter **27** füllt sich somit während des Normalbetrie-

bes des Verbrennungsmotors **22** mit den leicht siedenden Kraftstoffanteilen.

[0045] Beim Abschalten des Verbrennungsmotors **22** werden auch die Kraftstofförderpumpe **11** und die Hochdruckpumpe **17** abgeschaltet und der Betrieb der Rektifikationskolonne **15** wird beendet. Der in der Rektifikationskontrolle **15** befindliche Kraftstoff kondensiert und sammelt dann in deren unterem Bereich. In Folge des nunmehr fehlenden Auftriebs sinkt der Ventildeckel **44** ab und verschließt den Vorratsbehälter **27**, so daß die im Vorratsbehälter **27** gesammelten leicht siedenden Kraftstoffanteile als Kaltstartkraftstoff für den folgenden Motorstartvorgang vorliegen.

[0046] Sobald der Motor gestartet wird, wird die Kraftstofförderpumpe **11** eingeschaltet, und setzt die gesamte Kraftstoffzufuhrvorrichtung unter einem Betriebsdruck von etwa 3 bis 4 bar. Die Hochdruckpumpe **17** kann zu diesem Zeitpunkt noch abgeschaltet sein und die Direkt-Einspritzventile **19** sind geschlossen.

[0047] Der von der Kraftstofförderpumpe **11** erzeugte Systemdruck von 3 bis 4 bar pflanzt sich durch die Rektifikationskolonne **15** fort und öffnet das Rückschlagventil **47, 49**, so daß auch der Innenraum des Vorratsbehälters **27** unter dem Betriebsdruck steht. Mit Hilfe des System- oder Betriebsdrucks von der Kraftstofförderpumpe **11** wird nun Kaltstartkraftstoff aus dem Vorratsbehälter **27** durch die Kraftstoffleitung **36** zum Einspritzventil **37** gefördert, daß vom Motorsteuergerät **20** betätigt wird.

[0048] Die Einspritzung von Kaltstartkraftstoff kann dabei mit Hilfe eines einzigen Einspritzventils in einen Ansaugsammelraum erfolgen. Es ist aber auch möglich, jedem Einlaßbereich **23** der Brennkammern **21** ein eigenes Einspritzventil **37** zuzuordnen, so daß die Kraftstoffzumessung über die Einspritzventile **37** brennkammerindividuell durchgeführt werden kann.

[0049] Wird anstelle der Einspritzventile **37** ein Verdampfer **38** verwendet, wie in [Fig. 3](#) dargestellt, so kann der im Verdampfer **38** erzeugte Kaltstartkraftstoffdampf, der nur aus leicht siedenden Kraftstoffbestandteilen besteht, über eine einzige Stelleinrichtung **40** in den Ansaugsammelraum eingeleitet werden. Auch in diesem Fall ist es jedoch möglich, mit Hilfe von einer entsprechenden Anzahl von Stelleinrichtungen **40** den einzelnen Einlaßbereichen **23** der Brennkammern **21** Kraftstoffdampf brennkammerindividuell zuzuführen.

[0050] Sobald der Motor eine ausreichende Betriebstemperatur erreicht hat, werden die Hochdruckpumpe **17** und die Direkt-Einspritzventile **19** von dem Steuergerät **20** in Betrieb genommen, während die Kaltstartkraftstoffzufuhr beendet wird.

[0051] Es ist jedoch auch möglich, daß bei der beschriebenen Direkteinspritzung von Kraftstoff mit diesem Verfahren im Homogenbetrieb Kraftstoff nicht nur beim Starten und Warmlaufen des Verbrennungsmotors, sondern auch bei Vollast zugeführt wird. Dadurch kann für die bezüglich des Variationsbereichs der Hochdruckeinspritzventile, also der Direkt-Einspritzventile kritischen Betriebszustände auch bei hohen Ladedrücken von Turbomotoren zusätzlich Kraftstoff eingespritzt werde.

[0052] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht eine Kaltstartkraftstoffzufuhr während einer Kaltstart- und Warmlaufphase, die ohne zusätzliche Pumpen und im einfachsten Fall mit einem einzigen zusätzlichen Einspritzventil auskommt. Zusätzliche Maßnahmen der Kraftstoffaufbereitung, wie beispielsweise Einzeleinspritzung und Verdampfung können jedoch auch beim Betrieb mit dem leichter siedenden Gemischanteil des Kraftstoffs, also beim Betrieb mit Kaltstartkraftstoff wirkungsvoll eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Kraftstoffzufuhrvorrichtung für einen Verbrennungsmotor (**22**), mit

- ersten Kraftstoffzufuhrmitteln (**17, 19**) zum Zuführen von Kraftstoff zum Verbrennungsmotor (**22**) nach Ende einer Warmlaufphase,
- einer Verdampfungs- und Kondensationsanlage (**15**) für Kraftstoff zur Gewinnung leicht siedender Kraftstoffanteile als Kaltstartkraftstoff aus dem während des Normalbetriebs verwendeten Kraftstoffs,
- einem Vorratsbehälter (**27**) für den Kaltstartkraftstoff, und
- zweiten Kraftstoffzufuhrmitteln (**37; 38, 40**) zum Zuführen von Kaltstartkraftstoff aus dem Vorratsbehälter (**27**) zum Verbrennungsmotor (**22**) während der Warmlaufphase.

dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfungs- und Kondensationsanlage (**15**) einen Kraftstoffeinlass (**24**), der über einen Wärmetauscher (**13**) mit einem Kraftstofftank (**10**) verbunden ist, so dass einem ersten Verdampferbereich (**14**) vorgewärmter Kraftstoff zuführbar ist, und einen Kraftstoffauslass (**25**) aufweist, der über den Wärmetauscher (**13**), in welchem der Kraftstoff abgekühlt wird, mit den ersten Kraftstoffzufuhrmitteln (**17, 19**) verbunden ist.

2. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Verdampfungs- und Kondensationsanlage eine Destillationsanlage, insbesondere eine Rektifikationskolonne (**15**) ist.

3. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Rektifikationskolonne (**15**) eine Vielzahl von Siebböden (**26, 26'**) aufweist und dass der Vorratsbehälter (**27**) für den Kaltstartkraftstoff mit dem Kraftstoffsammelbereich (**28**)

des obersten und kühlfsten Siebbodens (26') verbindbar ist.

4. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorratsbehälter (27) für den Kaltstartkraftstoff über eine Ventilanordnung (29) mit dem Kraftstoffsammelbereich (28) des obersten und kühlfsten Siebbodens (26') verbindbar ist.

5. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilanordnung (29) ein Zulaufventil (43, 45), durch welches Kaltstartkraftstoff während des Betriebs der Rektifikationskolonne (15) in den Vorratsbehälter (27) fließt, und ein Rückschlagventil (47, 49) umfasst, durch das der Kaltstartkraftstoff während der Kaltstart- und Warmlaufphase unter Druck setzbar ist.

6. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher (13) ein Gegenstromwärmetauscher ist.

7. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im ersten Verdampferbereich (14) der Verdampfungs- und Kondensationsanlage (15) Heizmittel (32) angeordnet sind, denen warmes Kühlwasser einer Motorkühlanlage zuführbar ist.

8. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dem Kraftstoffsammelbereich (28) für Kaltstartkraftstoff ein luftgekühlter Wärmetauscher (30) zugeordnet ist.

9. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass im ersten Verdampferbereich (14) und im Kraftstoffsammelbereich (28) für Kaltstartkraftstoff oder im luftgekühlten Wärmetauscher (30) jeweils ein Temperaturfühler (34, 35) angeordnet ist, deren Ausgangssignale einer Überwachungs- und Steuereinrichtung zugeführt werden, die den Betrieb der Verdampfungs- und Kondensationsanlage (15) überwacht und steuert.

10. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Überwachungs- und Steuereinrichtung für den Betrieb der Verdampfungs- und Kondensationsanlage (15) in einem Motorsteuergerät (20) integriert ist.

11. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Kraftstoffzufuhrmittel Einspritzventile (37) zum Einspritzen eines Kraftstoffnebels in jeweils einen Einlassbereich (23) einer Brennkammer (21) des Verbrennungsmotors (22) umfasst.

12. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Kraftstoffzufuhrmittel zumindest einen Verdampfer (38) zum Erzeugen von Kraftstoffdampf aus dem Kaltstartkraftstoff und Kraftstoffdampfzumessmittel umfasst, um Kraftstoffdampf einem Ansaugrohrbereich des Verbrennungsmotors (22) zuzuführen.

13. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Kraftstoffzufuhrmittel Stelleinrichtungen (40, 37) zur Kraftstoffzumessung aufweisen, die jeweils auslassseitig mit jeweils einem Einlassbereich (23) der Brennkammern verbunden sind, so dass der Kaltstartkraftstoff brennkammerindividuell zugemessen werden kann.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

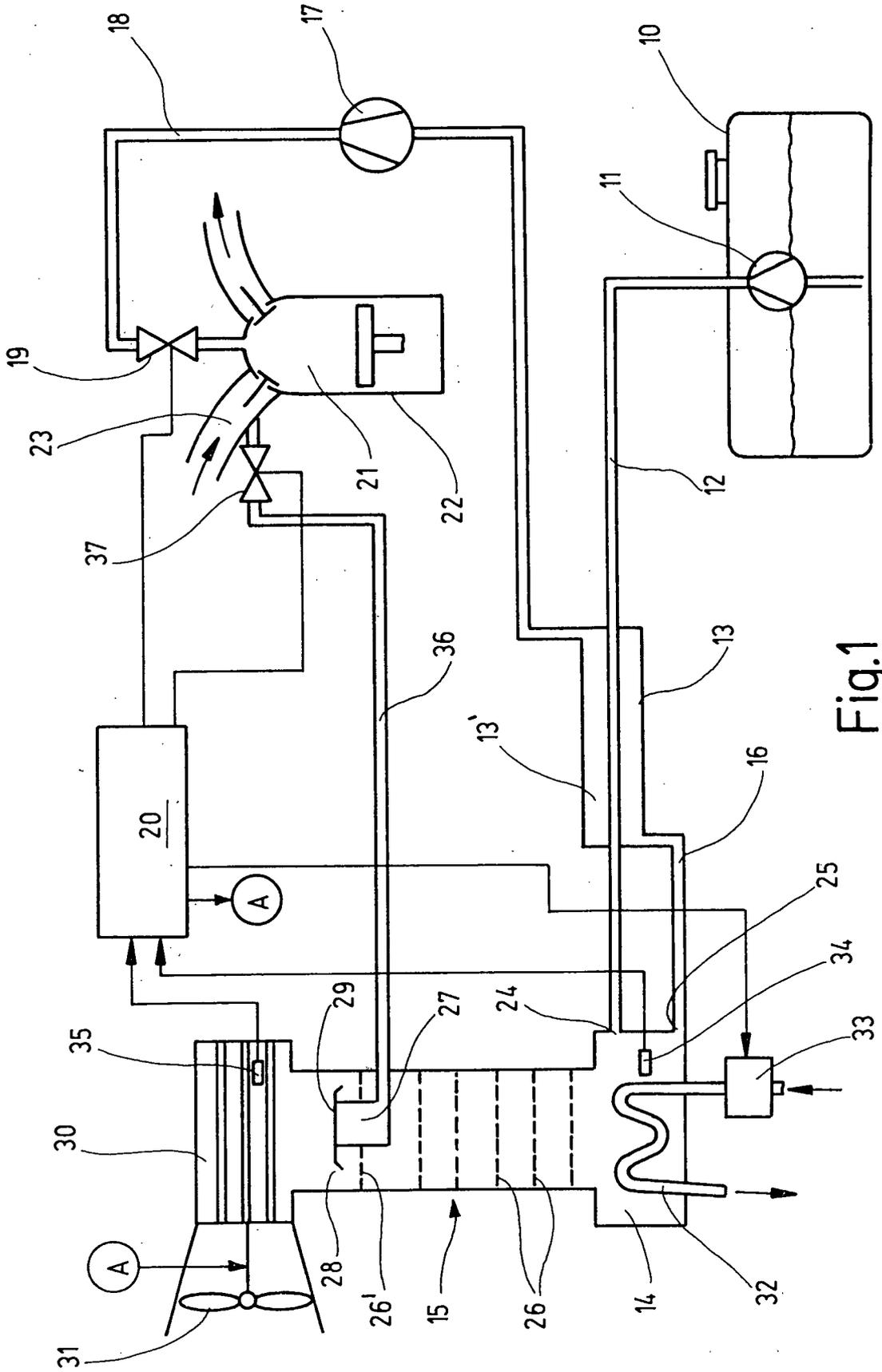


Fig.1

