

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. August 2019 (29.08.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/162107 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02M 43/00 (2006.01) *F02D 41/00* (2006.01)
F02M 43/02 (2006.01) *F02M 63/02* (2006.01)
F02M 25/022 (2006.01)

(72) **Erfinder:** WEISS, Johannes; Bürgermeister-Meindl-Stra-
ße 14, 93093 Donaustauf (DE). MAUER, Michael; Paarstr.
37c, 93059 Regensburg (DE). KULZER, Stefan; Keer 1,
93199 Zell (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/053119

(74) **Anwalt:** WALDMANN, Alexander; Continental Auto-
motive GmbH, Postfach 22 16 39, 80506 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
08. Februar 2019 (08.02.2019)

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

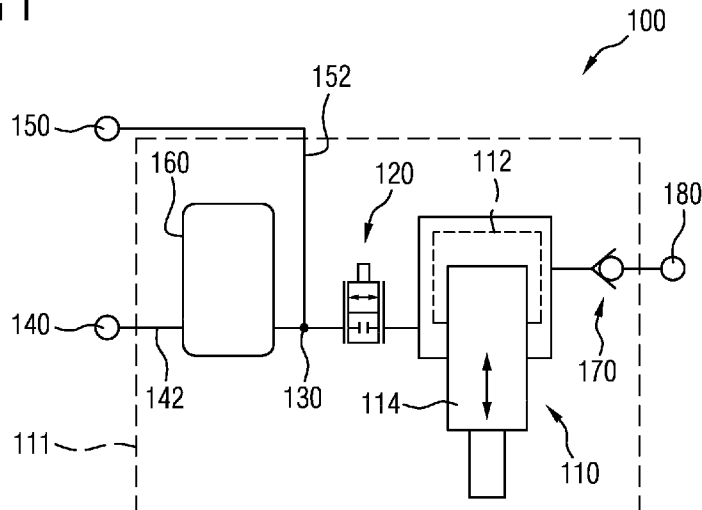
(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 202 825.7
26. Februar 2018 (26.02.2018) DE

(71) **Anmelder:** CPT GROUP GMBH [DE/DE]; Vahrenwal-
der Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(54) **Title:** DEVICE AND METHOD FOR CONVEYING FUEL AND ADDITIVE

(54) **Bezeichnung:** VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM FÖRDERN VON KRAFTSTOFF UND ADDITIV

FIG 1



(57) **Abstract:** The invention relates to a device (100) and a method for conveying fuel and/or an additive such as water for an internal combustion engine of a vehicle. The device (100) according to the invention comprises: a pump device (110), in which there is a pressure region (112) and which has a pump piston (114) which is movable to and fro within the pressure region (112); an inlet valve (120), via which fuel and/or additive can be drawn into the pressure region (112); a fuel feed (142), which is fluid-connected to the inlet valve (120); and an additive feed (152), which is fluid-connected to the fuel feed (142). The pump piston (114) is designed to draw a predefined amount of fuel and/or a predefined amount of additive via the inlet valve (120) into the pressure region (112) during a stroke movement from the first dead centre position (1. TP) to the second dead centre position (2. TP).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (100) und ein Verfahren zum Fördern von Kraftstoff und/oder einem Additiv, wie beispielsweise Wasser, für eine Brennkraftmaschine eines Fahrzeugs. Die erfindungsgemäße Vorrichtung (100) umfasst eine Pumpenvorrichtung (110), in der ein Druckbereich (112) angeordnet ist und die einen sich im Druckbereich (112) hin und her beweglichen Pumpenkolben (114) aufweist, ein Einlassventil (120), über das Kraftstoff und/oder Additiv in den Druckbereich (112)

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

ansaugbar ist, einen Kraftstoffzulauf (142), der mit dem Einlassventil (120) fluidmäßig verbunden ist, und einen Additivzulauf (152), der mit dem Kraftstoffzulauf (142) fluidmäßig verbunden ist. Der Pumpenkolben (114) ist dazu ausgebildet, bei einer Hubbewegung vom ersten Totpunkt (1. TP) zum zweiten Totpunkt (2. TP) eine vorbestimmte Menge an Kraftstoff und/oder eine vorbestimmte Menge an Additiv über das Einlassventil (120) in den Druckbereich (112) anzusaugen.

Beschreibung

Vorrichtung und Verfahren zum Fördern von Kraftstoff und Additiv

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Fördern von Kraftstoff und einem Additiv, wie beispielsweise Wasser oder eine Harnstofflösung, sowie ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Vorrichtung.
- 10 Dem Kraftstoff für Brennkraftmaschinen können Flüssigkeiten zugemischt werden, um die Verbrennung, die Schadstoffemissionen und das Temperaturverhalten der Verbrennung zu verbessern. Das Volumen des Kraftstoffhochdruckdirekteinspritzsystems muss jedoch eine gewisse Mindestgröße aufweisen, um Druckpulsationen,
- 15 welche durch die einzelnen Förderhübe der Hochdruckpumpe und die Einspritzungen der einzelnen Kraftstoffinjektoren verursacht werden, zu dämpfen und eine zu große Abweichung der Einspritzdrücke zum Zeitpunkt der Öffnung der Kraftstoffinjektoren der einzelnen Zylinder zu vermeiden. Bei instationären An-
- 20 wendungen, wie z. B. in Fahrzeugen, führt die Änderung der Menge der zugemischten Flüssigkeit oder Unterbrechung der Zumischung der Flüssigkeit, zu einer erhebliche Verzugszeit, bis die zugemischte Flüssigkeit in der geforderten Menge in den Brennräumen der Brennkraftmaschine zur Verfügung steht. Es kann
- 25 dann nicht zu vermeiden sein, dass die Brennkraftmaschine abgestellt wird, bevor die gesamte zugemischte Flüssigkeit aus dem Hochdrucksystem von der Brennkraftmaschine verarbeitet wurde. Die Brennkraftmaschine muss in diesem Fall mit dem noch vorhandenen Gemisch aus Kraftstoff und zugemischter Flüssigkeit
- 30 gestartet werden. Die Startfähigkeit der Brennkraftmaschine kann dadurch stark eingeschränkt sein. Für den Fall, dass die zugemischte Flüssigkeit Wasser ist, kann das Wasser im Hochdrucksystem bei abgestellter Brennkraftmaschine und bei niedriger Außentemperatur gefrieren. In diesem Zustand könnte

die Brennkraftmaschine nicht mehr gestartet werden und die Bauteile des Kraftstoffeinspritzsystems können beschädigt werden.

- 5 Die DE 10 2012 206 984 A1 beschreibt ein Kraftstoffeinspritzsystem für eine Brennkraftmaschine, welche mit einer Hochdruckeinspritzleiste, einer Pumpe und einer Mischeinrichtung, die dazu ausgebildet ist, Kraftstoff mit Wasser zu mischen, versehen ist.

10

Ferner ist aus der DE 10 2015 214 050 A1 eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Mischen von Kraftstoff und Wasser bekannt. Eine Pumpe wird dabei mit einem Druckraum vorgesehen, der einen Kraftstoffbereich und einen direkt damit in Verbindung stehenden Mischbereich aufweist. Der Kraftstoff wird in den Kraftstoffbereich angesaugt und von dem Kolben in den Mischbereich verdrängt, in den dann Wasser eingespritzt wird, um sich mit dem Kraftstoff zu mischen.

15

- 20 Die DE 10 2013 206 102 A1 beschreibt ein System zur Wassereinspritzung für eine Verbrennungskraftmaschine. Das System umfasst erste Injektoren, die jeweils eine Flüssigkeit direkt in eine Brennkammer einspritzen und zweite Injektoren, die jeweils eine Flüssigkeit in ein Saugrohr vor der Brennkammer einspritzen.
- 25 Es ist wenigstens ein zwischen einem Kraftstofftank und den ersten und zweiten Injektoren angeordnetes Kraftstoffzuleitungs-Ventil und ein zwischen einem Wasservorratsbehälter und den ersten Injektoren angeordnetes Wasserzuleitungs-Ventil vorgesehen. Die Ventile sind so schaltbar, dass die ersten
- 30 Injektoren sowohl in Strömungsverbindung mit dem Kraftstofftank als auch mit dem Wasservorratsbehälter und die zweiten Injektoren in Strömungsverbindung mit dem Kraftstofftank bringbar sind.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Fördern von Kraftstoff und Additiven vorzusehen, mit denen ein möglichst exakt dosierendes, dynamisches und ein zuverlässiges Zuführen eines Gemischs aus Kraftstoff und Additiven an die Brennkraftmaschine gewährleistet werden kann und das im Hinblick auf die Umgebungsbedingungen nahezu störungsunanfällig ist.

Diese Aufgabe wird mit einer Vorrichtung gemäß Anspruch 1 sowie einem Verfahren gemäß Anspruch 13 gelöst. Vorteilhafte und bevorzugte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Der vorliegenden Erfindung liegt im Wesentlichen der Gedanke zugrunde, eine Vorrichtung zum Fördern von Kraftstoff und/oder Additiven vorzusehen, bei der sich der Kraftstoff mit dem Additiv überwiegend stromaufwärts eines Einlassventil einer Pumpenvorrichtung zum Fördern von Kraftstoff und/oder Additiv derart vermischt, dass die Pumpenvorrichtung das Gemisch aus Kraftstoff und Additiv fördert. Insbesondere ist es dabei bevorzugt, dass der Mischungspunkt des Kraftstoffs mit dem Additiv unmittelbar vor dem Einlassventil der Pumpenvorrichtung angeordnet ist, damit die an dieser Stelle erhöhten Strömungsgeschwindigkeiten der beiden Fluide zu einer maximalen Scherung der Medien und somit einem hohen Vermischungsgrad führen können. Alternativ kann sich der Kraftstoff mit dem Additiv größtenteils erst stromabwärts der Pumpenvorrichtung vermischen, beispielsweise in einer Hochdruckspeichervorrichtung.

Gemäß eines ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung ist eine Vorrichtung zum Fördern von Kraftstoff und/oder einem Additiv, wie beispielsweise Wasser oder einer Harnstofflösung, für eine Brennkraftmaschine eines Fahrzeugs vorgesehen. Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist eine Pumpenvorrichtung, in der ein

Druckbereich angeordnet ist und die einen sich zumindest teilweise im Druckbereich linear beweglichen Pumpenkolben aufweist, der dazu ausgebildet ist, sich zwischen einem ersten Totpunkt, bei dem ein Volumen des Druckbereichs minimiert ist, und einem zweiten Totpunkt, bei dem ein Volumen des Druckbereichs maximiert ist, hin und her zu bewegen, ein Einlassventil, über das Kraftstoff und/oder Additiv in den Druckbereich ansaugbar ist, einen Kraftstoffzulauf, der mit dem Einlassventil fluidmäßig verbunden ist, und einen Additivzulauf auf, der mit dem Kraftstoffzulauf fluidmäßig verbunden ist. Der Pumpenkolben ist dabei dazu ausgebildet, bei einer Hubbewegung vom ersten Totpunkt zum zweiten Totpunkt eine vorbestimmte Menge an Kraftstoff und/oder eine vorbestimmte Menge an Additiv über das Einlassventil in den Druckbereich anzusaugen.

Dabei ist es bevorzugt, dass im Wesentlichen ein Gemisch aus Kraftstoff und Additiv in den Druckbereich angesaugt wird. Auch beim Vorsehen von weiteren Ventilen im Kraftstoffzulauf und/oder im Additivzulauf verbleibt jeweils eine Restmenge von Kraftstoff und/oder Additiv in dem Bereich zwischen diesen etwaigen vorgesehenen Ventilen und dem Druckbereich, auch wenn es angedacht ist, entweder im Wesentlichen nur Kraftstoff oder im Wesentlichen nur Additiv in den Druckbereich anzusaugen. Es soll aber im Rahmen dieser Erfindung sein, dass wenn von einem reinen Ansaugen von nur Kraftstoff oder nur Additiv die Rede ist, auch ein Gemisch umfasst ist, bei dem jeweils eine vernachlässigbar kleine Menge des jeweils anderes Fluid in dem Kraftstoff und/oder Additiv vorhanden ist.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst ferner ein Pumpengehäuse, in dem der Druckbereich und der Pumpenkolben zumindest teilweise angeordnet sind. Dabei ist es bevorzugt, dass das Einlassventil und/oder der Kraftstoffzulauf und/oder der Additivzulauf zumindest teilweise

im Pumpengehäuse angeordnet sind. Somit kann eine kompakte Pumpenvorrichtung samt dem Pumpengehäuse, dem Einlassventil, dem Kraftstoffzulauf und/oder dem Additivzulauf bereitgestellt werden, was durch seine strukturelle Geometrie die Fluidströmung positiv beeinflussen kann, beispielsweise durch Einbringen einer erhöhten Strömungsgeschwindigkeit zum Maximieren der Scherungskräften und einem Erhöhen des Mischungsgrads des Kraftstoffs mit dem Additiv.

10 Weiterhin ist es bevorzugt, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung ferner einen im Pumpengehäuse stromaufwärts des Einlassventils angeordneten Ausgleichbereich umfasst, der dazu ausgebildet ist, den und/oder das während einer Hubbewegung des Pumpenkolbens vom zweiten Totpunkt zum ersten Totpunkt vom
15 Pumpenkolben durch das Einlassventil verdrängten Kraftstoff und/oder Additiv aufzunehmen und zu speichern.

Ein solcher Ausgleichbereich vorzugsweise als ein im Pumpengehäuse vorgesehener Dämpfungsbereich vorgesehen, der das aus
20 dem Druckbereich durch das Einlassventil rückströmende Gemisch aus Kraftstoff und Additiv zumindest teilweise aufnimmt, damit Druckpulsationen zumindest teilweise unterdrückt werden können. Es sei dabei ausdrücklich festgehalten, dass der Ausgleichbereich ein vom Druckbereich separater und unabhängiger Bereich
25 innerhalb des Pumpengehäuses ist und folglich nicht mit dem Pumpenkolben in direkter Wirkverbindung steht. Insbesondere ist der Pumpenkolben nicht dazu ausgebildet, das Volumen des Ausgleichbereichs durch seine Hubbewegungen zu verändern.

30 Vorzugsweise ist der Additivzulauf mit dem Kraftstoffzulauf an einem Mischungspunkt stromabwärts des Ausgleichbereichs und stromaufwärts des Einlassventils fluidmäßig verbunden. Dies kann den technischen Vorteil bieten, dass zum einen die Durchströmungszeiten des Kraftstoff-Additiv-Gemisches bis zum

Hochdruckspeicher reduziert werden und zum anderen der Rückstrom des Additivs in den Ausgleichbereich minimiert werden kann. Vorzugsweise erfolgen die fluidmäßigen Anbindungen des Kraftstoffzulaufs an dem Ausgleichbereich, des Additivzulaufs am Mischungspunkt und des Kraftstoffzulaufs am Mischungspunkt geometrisch derart, dass eine Sperrfunktion durch die Schwerkraft aufgrund der Dichteunterschiede der Medien entsteht.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist der Additivzulauf mit dem Kraftstoffzulauf an einem Mischungspunkt fluidmäßig verbunden, der sich in der unmittelbaren Nähe der fluidmäßigen Verbindung des Kraftstoffzulaufs mit dem Einlassventil befindet. Wie bereits oben erwähnt bietet dies den Vorteil, dass durch diese geometrische Anordnung eine erhöhte Strömungsgeschwindigkeit des Kraftstoffs und/oder des Additivs eingebracht werden kann, was wiederum zu erhöhten Scherungskräften und folglich einem verbesserten Mischungsgrad des Kraftstoffs mit dem Additiv führen kann.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung ferner ein im Additivzulauf angeordnetes Additivventil, das dazu ausgebildet ist, die Menge an Additiv zu steuern, welches dem Kraftstoffzulauf an einem Mischungspunkt zugeführt wird. Vorzugsweise ist das Additivventil ein steuerbares proportionales oder digitales 2/2-Wegeventil, das in einer vorteilhaften Ausgestaltung ebenfalls zumindest teilweise im Pumpengehäuse integriert angeordnet sein kann. Eine solche Anordnung kann die kompakte Bauweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung weiter erhöhen.

Bevorzugt weist die erfindungsgemäße Vorrichtung ferner ein Auslassventil auf, durch das der Kraftstoff und/oder das Additiv bei einer Hubbewegung des Pumpenkolbens vom zweiten Totpunkt zum

ersten Totpunkt vom Pumpenkolben aus dem Druckbereich verdrängt werden. Bevorzugt ist das Auslassventil ein federbelastetes Rückschlagventil.

- 5 In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist die erfindungsgemäße Vorrichtung außerdem einen stromabwärts des Auslassventils angeordneten Hochdruckspeicher auf, der dazu ausgebildet ist, den und/oder das während einer Hubbewegung des Pumpenkolbens vom zweiten Totpunkt zum ersten Totpunkt vom Pumpenkolben durch das
10 Auslassventil verdrängten Kraftstoff und/oder Additiv aufzunehmen und unter Hochdruck zu speichern.

Das Mischungsverhältnis des im Hochdruck gespeicherten Gemischs aus Kraftstoff und Additiv kann dadurch wie gewünscht eingestellt
15 werden, dass die durch das Einlassventil in die Pumpenvorrichtung angesaugte Menge an Kraftstoff und Additiv jeweils wie gewünscht eingestellt werden kann. Insbesondere hängt die im Hochdruckspeicher vorgehaltene Menge an dem Gemisch von Kraftstoff und Additiv davon ab, zu welchem Betriebszeitpunkt die
20 Brennkraftmaschine welches Gemisch daraus zu einem effizienten Betrieb verbrennen soll.

Vorzugsweise weist die erfindungsgemäße Vorrichtung ferner ein im Kraftstoffzulauf angeordnetes Kraftstoffventil auf, das dazu
25 ausgebildet ist, die Menge an dem Einlassventil zugeführten Kraftstoff zu steuern. Das Kraftstoffventil ist dabei stromaufwärts der fluidmäßigen Verbindung zwischen dem Kraftstoffzulauf und dem Additivzulauf angeordnet. In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist das Kraftstoffventil stromaufwärts
30 des Ausgleichbereichs angeordnet.

In einer bevorzugten Ausgestaltung weist die erfindungsgemäße Vorrichtung außerdem eine Steuervorrichtung auf, die dazu ausgebildet ist, das Einlassventil derart zu steuern, dass

während einer Hubbewegung des Pumpenkolbens vom ersten Totpunkt zum zweiten Totpunkt sowohl Kraftstoff als auch Additiv in den Druckbereich angesaugt wird.

5 Alternativ oder zusätzlich umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung ferner eine Steuervorrichtung, die dazu ausgebildet ist, das Einlassventil derart zu steuern, dass während einer Hubbewegung des Pumpenkolbens vom ersten Totpunkt zum zweiten Totpunkt entweder Kraftstoff oder Additiv in den Druckbereich
10 angesaugt wird. Dabei ist es bevorzugt, dass eine Steuervorrichtung das Einlassventil wie gewünscht und in Abhängigkeit des vorliegenden Betriebszustands der Brennkraftmaschine steuert.

Mit der Steuervorrichtung ist es somit möglich, die Menge und den
15 Anteil an Kraftstoff und/oder Additiv zu steuern, welche in den Druckbereich angesaugt werden.

Gemäß eines weiteren Aspekts der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Betreiben einer erfindungsgemäßen Vorrichtung
20 offenbart. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst ein Ansaugen von Kraftstoff und/oder Additiv durch das Einlassventil in den Druckbereich der Pumpenvorrichtung während einer Hubbewegung des Pumpenkolbens vom ersten Totpunkt zum zweiten Totpunkt und ein Verdrängen des Kraftstoffs und/oder Additivs aus dem Druck-
25 bereich während einer Hubbewegung des Pumpenkolbens vom zweiten Totpunkt zum ersten Totpunkt.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist ferner ein Mischen einer vorbestimmten
30 Menge an Kraftstoff mit einer vorbestimmten Menge an Additiv an einem Mischungspunkt stromaufwärts des Einlassventils derart vorgesehen, dass während des Schritts des Ansaugens bereits ein Gemisch aus Kraftstoff und Additiv in den Druckbereich durch das Einlassventil angesaugt wird.

In einer derartig besonders bevorzugten Ausgestaltung wird somit das Additiv dem Kraftstoff schon vor dem Druckbereich derart zugemischt, dass in dem Druckbereich durch die Hubbewegung des Kolbens eine weitere Durchmischung dieses Gemischs erfolgen kann, was zu einer verbesserten Homogenisierung des Gemischs führen kann.

In vorteilhafter Weise wird über eine vorbestimmte Anzahl an Hubbewegungen des Pumpenkolbens vom ersten Totpunkt zum zweiten Totpunkt in den Druckbereich mehr Kraftstoff als Additiv angesaugt. Somit fällt das Mischungsverhältnis zwischen Kraftstoff und Additiv überwiegend zugunsten des Kraftstoffs aus.

Weitere Aufgaben und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden dem Fachmann durch Ausüben der vorbeschriebenen Lehre und/oder Betrachten der beiliegenden Zeichnungen ersichtlich, in denen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer ersten Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Fördern von Kraftstoff und/oder Additiv zeigt,

Fig. 2 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Fördern von Kraftstoff und/oder Additiv zeigt,

Fig. 3 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Fördern von Kraftstoff und/oder Additiv zeigt,

Fig. 4 ein Diagramm darstellt, das einen zeitlichen Verlauf mehrerer Hubbewegungen eines Pumpenkolbens einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Fördern von Kraftstoff und/oder Additiv zeigt, und

Fig. 5 ein Diagramm darstellt, das einen weiteren zeitlichen Verlauf mehrerer Hubbewegungen des Pumpenkolbens einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Fördern von Kraftstoff und/oder Additiv zeigt.

Elemente gleicher Konstruktion oder Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

10 Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung 100 zum Fördern von Kraftstoff und/oder Additiv im Detail beschrieben. Die Vorrichtung 100 ist insbesondere dazu ausgebildet, Kraftstoff und/oder Additiv in einen Hochdruckspeicher 180 derart zu fördern, dass in dem Hochdruckspeicher 180 ein Gemisch aus Kraftstoff und Additiv mit einem vorbestimmten Mischungsverhältnis vorliegt. Insbesondere ist es wünschenswert, dass das Gemisch im Hochdruckspeicher 180 einen hohen Homogenisierungsgrad aufweist, damit Entmischungseffekte in dem Hochdruckspeicher reduziert werden können.

20

Die Vorrichtung 100 der Fig. 1 weist eine Pumpenvorrichtung 110 auf, in der ein Druckbereich 112 angeordnet ist und die einen sich zumindest teilweise im Druckbereich 112 linear beweglichen Pumpenkolben 114 aufweist. Der Pumpenkolben 114 ist dazu ausgebildet, sich zwischen einem ersten Totpunkt, bei dem ein Volumen des Druckbereichs minimiert ist, und einem zweiten Totpunkt, bei dem ein Volumen des Druckbereichs 112 maximiert ist, hin und her zu bewegen. Diese Hin- und Herbewegungen bzw. einzelnen Hubbewegungen des Pumpenkolbens 114 können beispielsweise durch einen Nockenwellenantrieb erfolgen. Alternativ sind auch separate Antriebe der Pumpenvorrichtung denkbar.

30

Der Druckbereich 112 ist insbesondere dadurch festgelegt, dass dieser, wie oben beschrieben, mit dem Pumpenkolben 114 in

direkter Wirkverbindung steht. Insbesondere wird der Druckbereich 112 durch dasjenige Volumen beschrieben, das durch die Hubbewegungen des Pumpenkolbens 114 direkt veränderbar ist. Der Druckbereich 112 beinhaltet also nur den direkten und nicht
5 abgedrosselten Bereich zwischen der Schnittstelle des vorgeschalteten Einlassventils 120 und des stromabwärts angeordneten Auslassventils 170. Entsprechend sind etwaige in der Pumpenvorrichtung 110 vorgesehene andere Bereiche bzw. Räume bzw. Volumen, die mit dem Pumpenkolben 114 nicht in direkter
10 Wirkverbindung stehen, nicht unter dem Druckbereich 112 gemäß der vorliegenden Erfindung zu subsummieren bzw. einem solchen Druckbereich 112 zuzuordnen. Vielmehr ist es bevorzugt, dass der Querschnitt des Druckbereichs 112 im Wesentlichen gleich ist zum Querschnitt des Pumpenkolbens 114, so dass der Pumpenkolben 114
15 an der Wandung des Druckbereichs 112 zumindest teilweise gleiten kann.

Die Vorrichtung 100 weist ferner ein Einlassventil 120 auf, über das Kraftstoff und/oder Additiv in den Druckbereich 112 ansaugbar
20 ist. Ein Kraftstoffzulauf 142, der einem Kraftstoffkreislauf 140 zugeordnet ist, der weitere, in den Zeichnungen nicht explizit dargestellte Elemente aufweisen kann, ist mit dem Einlassventil 120 verbunden und dazu ausgebildet, Kraftstoff dem Einlassventil 120 zuzuführen. Der Kraftstoffkreislauf 140 kann beispielsweise
25 einen Kraftstofftank, eine Kraftstoffvorförderpumpe und weitere aus dem Stand der Technik bekannte Elemente für einen Kraftstoffkreislauf aufweisen. Der Kraftstoffkreislauf 140 kann beispielsweise dazu ausgebildet sein, als Kraftstoff fossilen Kraftstoff, wie z. B. Diesel oder Benzin, Biokraftstoffe, wie
30 z. B. Ethanol- oder Methanolprodukte, Flüssiggase, wie z. B. LPG, LNG oder CNG, oder synthetischen Kraftstoff, wie z. B. Oxymethylenether (OME), bereitzustellen.

Die Vorrichtung weist ferner einen Additivzulauf 152 auf, der einem Additivkreislauf 150 zugeordnet ist, der dazu ausgebildet ist, Additiv bereitzustellen. Beispielsweise kann ein solcher Additivkreislauf 150 einen Additivtank, eine Additivvorförderpumpe und weitere aus dem Stand der Technik bekannte Bauteile für einen Additivkreislauf umfassen. Der Additivkreislauf 150 kann beispielsweise dazu ausgebildet sein, als Additiv Wasser, eine wässrige Harnstofflösung, Wasser-Ethanol-Gemische oder Wasser-Tensid-Gemische bereitzustellen, die dazu ausgebildet sind, mit dem Kraftstoff vor einer Verbrennung vermischt zu werden.

Der Additivzulauf 152 ist mit dem Kraftstoffzulauf 142 an einem Mischungspunkt 130 stromaufwärts des Einlassventils 120 fluidmäßig verbunden und dazu ausgebildet, dem im Kraftstoffzulauf 142 strömenden Kraftstoff das Additiv zuzumischen. Vorzugsweise ist der Mischungspunkt 130 unmittelbar vor dem Einlassventil 120 angeordnet.

Die Vorrichtung 100 der Fig. 1 weist außerdem einen Ausgleichbereich 160 auf, der dem Kraftstoffsystem 140 zugeordnet ist und stromaufwärts des Einlassventils 120 angeordnet ist. Der Ausgleichbereich 160 ist dazu ausgebildet, den und/oder das während einer Hubbewegung des Pumpenkolbens 114 vom zweiten Totpunkt zum ersten Totpunkt von dem Pumpenkolben 114 durch das Einlassventil 120 verdrängten Kraftstoff und/oder Additiv aufzunehmen und zu speichern. Insbesondere kann davon ausgegangen werden, dass nach der Hubbewegung des Pumpenkolbens 114 vom ersten Totpunkt zum zweiten Totpunkt die darauffolgende Hubbewegung vom zweiten Totpunkt zum ersten Totpunkt erfolgt, während der jedoch aus Gründen der Mengenregelung des Kraftstoffsystems das Einlassventil 120 noch zumindest teilweise geöffnet sein kann und folglich ein Rückstrom des in den Druckbereich 112 während der vorherigen Hubbewegung vom ersten

Totpunkt zum zweiten Totpunkt angesaugte Kraftstoff und/oder Additiv in den Ausgleichsbereich 160 erfolgt. Es ist jedoch für den Fachmann offensichtlich, dass die Menge an Additiv innerhalb des Ausgleichsbereichs 160 vernachlässigbar klein sein wird.

5

Vorzugsweise ist der Kraftstoffzulauf 142 an der stromabwärtigen Seite des Ausgleichsbereichs 160 mit diesem fluidmäßig derart verbunden, dass eine Sperrfunktion durch die Schwerkraft aufgrund der Dichteunterschiede der Medien erfolgen kann. Wenn beispielsweise das Additiv höhere Dichte aufweist als der Kraftstoff, ist es bevorzugt, dass der Kraftstoffzulauf 142 an einem unteren Bereich des Ausgleichsbereichs 160 angebracht ist, da sich das Additiv innerhalb des Ausgleichsbereichs 160 im unteren Bereich ansammeln wird und der Kraftstoff aufgrund seiner niedrigeren Dichte im oberen Bereich. Folglich kann durch dieses geometrisches Merkmal gewährleistet werden, dass falls Additiv in den Ausgleichsbereich 160 gelangt, diese in einem darauffolgenden Arbeitstakt der Pumpenvorrichtung 110 aus dem Ausgleichsbereich 160 gefördert wird. In ähnlicher Weise können die fluidmäßigen Anbindungen des Additivzulaufs 152 am Mischungspunkt 130 und des Kraftstoffzulaufs 142 am Mischungspunkt 130 erfolgen.

Außerdem ist es möglich, im Kraftstoffzulauf 142 ein Rückschlagventil und/oder im Additivzulauf 152 ein Rückschlagventil anzuordnen.

Die Vorrichtung 100 weist außerdem ein Auslassventil 170, beispielsweise ein Rückschlagventil, auf, durch das der Kraftstoff und/oder das Additiv bei einer Hubbewegung des Pumpenkolbens 114 vom zweiten Totpunkt zum ersten Totpunkt vom Pumpenkolben 114 aus dem Druckbereich 112 verdrängt wird. Der oder das den Druckbereich 112 durch das Auslassventil 170 verlassende Kraftstoff und/oder Additiv gelangt dann, wie bereits erwähnt, in den Hochdruckspeicher 180, der das Gemisch

aus Kraftstoff und Additiv zur Verbrennung in den Brennkammern der Brennkraftmaschine mit einem vorbestimmten Mischungsverhältnis und unter Hochdruck vorhält. Der Hochdruck liegt dabei in einem Bereich zwischen ungefähr 20 bar und 600 bar.

5

In der Fig. 1 ist das Einlassventil 120 als steuerbares proportionales oder digitales 2/2-Wegeventil gezeigt, das mittels einer Steuereinheit (in den Zeichnungen nicht explizit dargestellt) geöffnet und geschlossen werden kann.

10

Wie in der Fig. 1 mit gestrichelten Linien angedeutet umfasst die Pumpenvorrichtung 110 ein Pumpengehäuse 111, in dem der Druckbereich 112, der Pumpenkolben 114, das Einlassventil 120, der Mischungspunkt 130, der Kraftstoffzulauf 142, der Additivzulauf 152, der Ausgleichbereich 160 und das Auslassventil 170 jeweils zumindest teilweise integriert sind. Das Pumpengehäuse 111 weist somit eine kompakte Struktur auf und vereint mehrere Bauelemente der erfindungsgemäßen Vorrichtung 100 in sich.

15

20

Die Fig. 2 zeigt eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung der Fig. 1, wobei die Vorrichtung 100 der Fig. 2 zusätzliche ein Additivventil 154 in der Form eines steuerbaren proportionalen oder digitalen 2/2-Wegeventils aufweist, das im Additivzulauf 152 vorgesehen ist. Das Additivventil 154, das alternativ ein Rückschlagventil sein kann, ist in der Fig. 2 als außerhalb des Pumpengehäuses 111 angeordnet gezeigt. Es ist jedoch alternativ möglich, auch das Additivventil 154 zumindest teilweise im Pumpengehäuse 111 zu integrieren, was die Kompaktheit des Pumpengehäuses 111 weitere erhöhen kann. Mittels des Additivventils 152 kann die Dosierung des Additivs während einer Hubbewegung des Pumpenkolbens 114 vom ersten Totpunkt zum zweiten Totpunkt mittels Ansteuerns des Additivventils 154 wie gewünscht gesteuert werden.

25

30

Die Fig. 3 zeigt eine weitere mögliche Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung 100 und unterscheidet sich von der in der Fig. 2 dargestellten Vorrichtung 100 darin, zusätzlich noch ein Kraftstoffventil 144 im Kraftstoffzulauf 142 vorgesehen ist, welches stromaufwärts des Einlassventils 120 und stromaufwärts des Mischungspunkts 130 und stromaufwärts des Ausgleichbereichs 160 angeordnet ist. Alternativ kann das Kraftstoffventil 144 stromabwärts des Ausgleichbereichs 160 und stromaufwärts des Mischungspunkts 130 angeordnet sein. Das Kraftstoffventil 144, das beispielsweise ein steuerbares proportionales oder digitales 2/2-Wegeventil sein kann, ist dazu ausgebildet, die Zufuhr des Kraftstoffs zum Einlassventil 120 zu steuern. Somit kann es bei der Ausgestaltung der Fig. 3 möglich sein, dass bei einer Hubbewegung des Pumpenkolbens 114 vom ersten Totpunkt zum zweiten Totpunkt nur Additiv angesaugt wird, da der Zulauf von Kraftstoff mittels des Kraftstoffventils 144 gesperrt werden kann. Alternativ kann das Kraftstoffventil 144 als Rückschlagventil ausgebildet sein.

Im Folgenden wird ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Betreiben der erfindungsgemäßen Vorrichtung 100 der Fig. 1 erläutert. An dieser Stelle sei angemerkt, dass eine in der Fig. 1 nicht explizit dargestellte Steuereinheit dazu ausgebildet sein kann, das Einlassventil 120 derart zu steuern, dass die erfindungsgemäßen Verfahrensschritte durchgeführt werden.

Der sich zunächst im ersten Totpunkt befindende Hubkolben 114 beginnt damit, sich bei zum zweiten Totpunkt zu bewegen, wobei während dieser Hubbewegung vom ersten Totpunkt zum zweiten Totpunkt für eine vorbestimmte Zeitspanne das Einlassventil 120 geöffnet wird. Bei geöffnetem Einlassventil 120 wird somit durch die Unterdruckerzeugung im Druckbereich aus dem Kraftstoffzulauf 142 Kraftstoff und aus dem Additivzulauf 152 Additiv über das Einlassventil 120 in den Druckbereich 112 angesaugt. Das Additiv

mischt sich dabei mit dem Kraftstoff bereits zumindest teilweise am Mischungspunkt 130, wobei eine weitere Vermischung innerhalb des Druckbereichs 112 stattfinden kann.

5 Nachdem der Pumpenkolben 114 den zweiten Totpunkt erreicht hat, bewegt er sich wieder in Richtung des ersten Totpunkts, wobei während dieser Hubbewegung des Pumpenkolbens 114 vom zweiten Totpunkt zum ersten Totpunkt das Einlassventil 120 geschlossen ist. Alternativ kann es bevorzugt sein, das Einlassventil 120
10 während der Hubbewegung des Pumpenkolbens 114 vom zweiten Totpunkt zum ersten Totpunkt noch für eine vorbestimmte Zeitspanne geöffnet zu lassen, so dass eine gewisse Menge des Gemischs aus Kraftstoff und Additiv wieder durch das Einlassventil 120 zurück in den Kraftstoffzulauf 142, insbesondere
15 in den Ausgleichbereich 160, verdrängt wird.

Sobald während der Hubbewegung des Pumpenkolbens 114 vom zweiten Totpunkt zum ersten Totpunkt das Einlassventil 120 geschlossen wird, wird das Gemisch aus Kraftstoff und Additiv durch das
20 Auslassventil 170 in den Hochdruckspeicher 180 verdrängt, wo es für eine anschließende Verbrennung innerhalb den Brennräumen der Brennkraftmaschine verbrannt werden kann.

Durch Steuerung der Öffnungszeit des Einlassventils 120 kann die
25 Menge an in den Druckbereich 112 angesaugtem Gemisch aus Kraftstoff und Additiv wie gewünscht eingestellt werden. Zur eigentlichen Dosierung des Additivs über mehrere Kolbenhübe hinweg gemittelt ist es in dieser Ausgestaltung vorteilhaft, ein Steuerungselement innerhalb des Additivkreislaufs 150 vorzu-
30 schalten, beispielsweise das Additivventil 154 der Fig. 2, eine Drossel oder jedes weitere dem Fachmanne bekannte Steuerungselement.

Durch das Vorsehen des Additivventils 154 und/oder des Kraftstoffventils 144 gemäß der Vorrichtungen 100 der Fig. 2 und/oder 3 kann außerdem das Mischungsverhältnis zwischen Kraftstoff und Additiv eingestellt werden. Insbesondere kann
5 hierzu die Steuervorrichtung dazu ausgebildet sein, das Additivventil 154 und/oder das Kraftstoffventil 144 derart anzusteuern, dass während den Hubbewegungen des Pumpenkolbens 114 vom ersten Totpunkt zum zweiten Totpunkt ein Gemisch aus Kraftstoff und Additiv mit gewünschtem Mischungsverhältnis in
10 den Druckbereich 112 angesaugt wird.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 4 und 5 werden im Folgenden weitere erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben der erfindungsgemäßen Vorrichtung 100 der Fig. 3 erläutert, wobei ebenso die Vor-
15 richtung 100 der Fig. 2 in diesen Weisen gesteuert werden kann. An dieser Stelle sei angemerkt, dass eine in den Fig. 2 und 3 nicht explizit dargestellte Steuereinheit dazu ausgebildet ist, das Einlassventil 120, das Kraftstoffventil 144 und das Additivventil 154 derart zu steuern, dass die erfindungsgemäßen
20 Verfahrensschritte durchgeführt werden.

In den Fig. 4 und 5 wird ein Hubzyklus des Pumpenkolbens 114 durch eine Hubbewegung des Pumpenkolbens 114 vom ersten Totpunkt zum zweiten Totpunkt und durch eine anschließende Hubbewegung vom
25 zweiten Totpunkt zum ersten Totpunkt definiert.

Das Ansteuern der mehreren Ventile und Vorrichtungen kann, wie bereits erwähnt, durch eine Steuervorrichtung (in den Zeichnungen nicht explizit dargestellt) erfolgen, die beispielsweise
30 über elektronische Speicher und elektronische Recheneinheiten verfügt. Die Steuervorrichtung kann insbesondere mit einer Hauptsteuereinrichtung der Brennkraftmaschine in Verbindung stehen und mit dieser kommunizieren oder in diese integriert sein. Die Steuervorrichtung ist dazu ausgebildet, das Ein-

lassventil 120, das Kraftstoffventil 144 und das Additivventil 154 derart zu steuern, dass das erfindungsgemäße Verfahren ausgeführt werden kann.

- 5 Die Fig. 4 zeigt einen zeitlichen Verlauf mehrerer Hubbewegungen des Pumpenkolbens 114 der Vorrichtung 100 der Fig. 3 zwischen dem ersten Totpunkt (1. TP) und dem zweiten Totpunkts (2. TP). Das unter Verweis auf die Fig. 4 erläuterte erfindungsgemäße Verfahren kann, wie bereits erwähnt, auch mit der Vorrichtung 100
10 der Fig. 2 durchgeführt werden.

Das Verfahren der Fig. 4 beginnt zum Zeitpunkt t_0 damit, dass sich der Pumpenkolben 114 am ersten Totpunkt 1.TP befindet und damit startet, sich in Richtung des zweiten Totpunkts zu bewegen. Zum
15 Zeitpunkt t_0 sind das Einlassventil 120, das Kraftstoffventil 144 und das Additivventil 154 geschlossen.

Während dieser Hubbewegung werden das Einlassventil 120 und das Additivventil 154 zum Zeitpunkt t_0 derart gesteuert, dass diese
20 sich öffnen und durch die Volumenvergrößerung während der Hubbewegung des Pumpenkolbens 114 vom ersten Totpunkt zum zweiten Totpunkt eine vorbestimmte Menge an Additiv, die über die Ansteuerzeiten der beiden Ventile 120, 154 und des Hubs des Pumpenkolbens gesteuert werden kann, aus dem Additivkreislauf
25 150 durch das Additivventil 154 und das Einlassventil 120 in den Druckbereich 112 angesaugt wird. An dieser Stelle sei festgehalten, dass die aus dem Ausgleichbereich 160 angesaugt Menge des sich aus einem vorherigen Hubzyklus im Ausgleichbereich befindlichen Gemisch aus Kraftstoff und Additiv vernachlässigbar
30 klein ist.

Bei einem anschließenden Verfahrensschritt wird zum Zeitpunkt t_1 das Additivventil 154 derart gesteuert, dass es sich schließt, wobei das Einlassventil 120 geöffnet bleibt. Die in der Fig. 4

schrägschraffierte Fläche deutet an, dass während der Zeitspanne zwischen t_0 und t_1 die vorbestimmte Menge an Additiv durch das Additivventil 154 und das Einlassventil 120 in den Druckbereich 112 angesaugt wurde.

5

In einem anschließenden Verfahrensschritt wird zum Zeitpunkt t_2 , der vorzugsweise kurz auf den (oder gleich dem) Zeitpunkt t_1 folgt (bzw. ist), das Kraftstoffventil 144 derart gesteuert, dass es sich öffnet, und das Additivventil 154 derart gesteuert, dass es sich schließt. Somit kann während der weiteren Hubbewegung des Pumpenkolbens 114 vom ersten Totpunkt zum zweiten Totpunkt eine vorbestimmte Menge an Kraftstoff aus dem Kraftstoffsystem 140 durch das Kraftstoffventil 144 und das Einlassventil 120 in den Druckbereich 112 angesaugt werden. Der in den Druckbereich 112 angesaugte Kraftstoff kann sich dann innerhalb des Druckbereichs 112 mit dem bereits zuvor in den Druckbereich 112 angesaugten Additiv vermischen. Dabei können die durch das Einlassventil 120 erzeugten hohen Einstromungsgeschwindigkeiten des Kraftstoffs bzw. des Additivs für eine gute Vermischung des Kraftstoffs mit dem Additiv genutzt werden. An dieser Stelle sei erwähnt, dass die sich im Additivzulauf 152 zwischen dem Additivventil 154 und dem Einlassventil 120 verbleibende Menge an Additiv des vorhergehenden Ansaugens von Additiv vernachlässigbar klein ist.

Zum Zeitpunkt t_3 wird das Einlassventil 120 derart gesteuert, dass es sich schließt, wobei auch gleichzeitig das Kraftstoffventil 144 geschlossen werden kann. Der Zeitpunkt t_3 beschreibt vorzugsweise denjenigen Zeitpunkt, an dem sich der Pumpenkolben 114 am zweiten Totpunkt befindet. Alternativ kann sich der Zeitpunkt t_3 auch zeitlich nach demjenigen Zeitpunkt befinden, an dem sich der Pumpenkolben 114 am zweiten Totpunkt befindet. Die in der Fig. 4 karierte Fläche deutet an, dass während der Zeitspanne zwischen t_2 und t_3 die vorbestimmte Menge

an Kraftstoff durch das Einlassventil 120 in den Druckbereich 112 angesaugt wurde.

Bei der darauffolgenden Hubbewegung vom zweiten Totpunkt zum ersten Totpunkt wird dann das sich im Druckbereich 112 vermischte Gemisch aus Kraftstoff und Additiv zumindest teilweise weiter vermischt, zumindest teilweise verdichtet und vom Pumpenkolben 114 aus dem Druckbereich 112 durch das Auslassventil 170 in den Hochdruckspeicher 180 verdrängt.

Zum Zeitpunkt t_4 , der einen neuen Zeitpunkt t_0 darstellen kann, erreicht der Pumpenkolben 114 wieder den ersten Totpunkt und das soeben beschriebene Verfahren kann wiederholt werden. Da während der Hubbewegung des Pumpenkolbens 114 vom zweiten Totpunkt zum ersten Totpunkt sowohl das Einlassventil 120 im Wesentlichen geschlossen ist, ist die Fläche während den Zeitpunkten t_3 und t_4 weder schraffiert noch kariert, da hier kein Fluid in den Druckbereich 112 angesaugt wird.

Wie bereits oben erwähnt, kann es vorteilhaft sein, dass das Einlassventil 120 zum Zeitpunkt t_3 noch nicht geschlossen ist. Folglich wird der Pumpenkolben 114 einen bestimmten Anteil des Kraftstoff-Additiv-Gemischs nicht nur durch das Auslassventil 170, sondern auch wieder in umgekehrter Strömungsrichtung durch das Einlassventil 120 in den Ausgleichbereich 160 verdrängen. Jedoch ist es bevorzugt, dass die Menge an in den Ausgleichbereich 160 verdrängten Kraftstoff-Additiv-Gemisch relativ zu der Menge an in den Hochdruckspeicher 180 verdrängten Kraftstoff-Additiv-Gemisch klein ist. Zudem ist das Mischungsverhältnis von Kraftstoff zu Additiv derart, dass deutlich mehr Kraftstoff als Additiv im Kraftstoff-Additiv-Gemisch vorhanden ist.

Die Zeitspannen zwischen t_0 und t_1 und zwischen t_2 und t_3 können zum Einstellen des Mischungsverhältnisses von Kraftstoff und Additiv innerhalb des Druckbereichs 112 wie gewünscht eingestellt werden. Insbesondere erfolgt die Einstellung dieser
5 Zeiträume und somit die Einstellung des vorbestimmten Mischungsverhältnisses in Abhängigkeit des aktuellen Betriebszustands der Brennkraftmaschine. Das heißt, dass zu jedem Zeitpunkt der Betriebszustand der Brennkraftmaschine erfasst und dynamisch das Mischungsverhältnis von Kraftstoff und Additiv für
10 den erfassten Betriebszustand der Brennkraftmaschine eingestellt werden kann. Weiter ist anzumerken, dass die oben beschriebenen Verfahrensschritte nicht identisch zu den Ansteuerschritten der Ventile laufen müssen. Es ist anzumerken, dass für eine optimierte Funktion des Verfahrens Verzugszeiten und
15 Überlagerungen der Ventile zu berücksichtigen sind. Unter Umständen ist sogar zur Sicherstellung der Funktion eines Ventils ein anderes Ventil anzusteuern.

Bei den Hubzyklen der Fig. 4 saugt der Pumpenkolben 112 somit
20 während jedem Hubzyklus sowohl Kraftstoff als auch Additiv an, wobei sich der Kraftstoff mit dem Additiv im Druckbereich 112 zumindest teilweise vermischt und als Kraftstoff-Additiv-Gemisch in den Hochdruckspeicher 180 gefördert wird.

25 Ferner ist anzumerken, dass sich das Additiv mit dem am Mischungspunkt 130 vorhandenen restlichen Kraftstoff vermischen kann. Jedoch ist, wie bereits oben erwähnt, die Menge an diesem Restkraftstoff vernachlässigbar klein. Ferner wird dem Fachmann
30 bewusst sein, dass die Menge an restlichem Additiv bzw. restlichem Kraftstoff während des Ansaugens von Kraftstoff bzw. Additiv jeweils relativ klein sind im Verhältnis zum angesaugten Kraftstoff bzw. Additiv. Nichtsdestotrotz kann es erfindungsgemäß sein, noch vor dem Starten des Ansaugens von

Kraftstoff, das zwischen Zeitpunkten t_2 und t_3 erfolgt, zunächst das Additiv aus dem Bereich zwischen dem Additivventil 154 und dem Einlassventil 120 durch Ansaugen mit Kraftstoff auszubringen und dem Druckbereich 112 zuzuführen. Dies kann beispielsweise während der Zeitspanne zwischen t_1 und t_2 erfolgen. Folglich kann gewährleistet werden, dass während der Zeitspanne zwischen t_2 und t_3 tatsächlich nur Kraftstoff gefördert wird.

Die Fig. 5 zeigt einen weiteren zeitlichen Verlauf mehrerer Hubbewegungen des Pumpenkolbens 114 zwischen dem ersten Totpunkt (1. TP) und dem zweiten Totpunkts (2. TP). Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Fig. 5 ein alternatives Verfahren zum Betreiben der erfindungsgemäßen Vorrichtung 100 der Fig. 3 beschrieben.

Insbesondere startet das Verfahren der Fig. 5 damit, dass sich der Pumpenkolben 114 zum Zeitpunkt t_0 im ersten Totpunkt befindet, bei dem der Druckbereich 112 sein minimales Volumen aufweist. Zum Zeitpunkt t_0 sind sämtliche Ventile 120, 144, 154 geschlossen.

Daraufhin führt der Pumpenkolben 114 eine Hubbewegung vom ersten Totpunkt zum zweiten Totpunkt aus, der zum Zeitpunkt t_1 erreicht wird. Zum Zeitpunkt t_0 werden das Einlassventil 120 und das Additivventil 154 derart gesteuert, dass diese sich öffnen. Beide Ventile 120, 154 verbleiben während der Zeitspanne zwischen t_0 und t_1 geöffnet und werden erst zum Zeitpunkt t_1 derart gesteuert, dass diese sich wieder schließen. Während der Zeitspanne zwischen t_0 und t_1 bleibt das Kraftstoffventil 144 geschlossen. Somit wird während dieser Hubbewegung des Pumpenkolbens 114 lediglich Additiv in den Druckraumbereich 112 angesaugt.

Anschließend wird während der Hubbewegung des Pumpenkolbens 114 vom zweiten Totpunkt zum ersten Totpunkt das in den Druckbereich

112 angesaugte Additiv zumindest teilweise verdichtet und aus dem Druckbereich 112 durch das Auslassventil 170 in den Hochdruckbereich 180 verdrängt. Dies geschieht in einer Zeitspanne zwischen t_1 und t_2 , wobei sich der Pumpenkolben 114 zum Zeitpunkt t_2 wieder am ersten Totpunkt befindet. Zwischen den Zeitpunkten t_0 und t_2 wird also lediglich Additiv gefördert.

Am Zeitpunkt t_2 wird das Einlassventil 120 und das Kraftstoffventil 144 derart gesteuert, dass diese sich öffnen. Das Additivventil 154 verbleibt geschlossen. Bei der darauffolgenden Hubbewegung des Pumpenkolbens 114 vom ersten Totpunkt zum zweiten Totpunkt, der zu einem dritten Zeitpunkt t_3 erreicht wird, wird somit lediglich Kraftstoff in den Druckbereich 112 angesaugt.

Anschließend wird während der Hubbewegung des Pumpenkolbens 114 vom zweiten Totpunkt zum ersten Totpunkt der in den Druckbereich 112 angesaugte Kraftstoff zumindest teilweise verdichtet und aus dem Druckbereich 112 durch das Auslassventil 170 in den Hochdruckbereich 180 verdrängt. Dies geschieht in einer Zeitspanne zwischen t_3 und t_4 , wobei sich der Pumpenkolben 114 zum Zeitpunkt t_4 wieder am ersten Totpunkt befindet. Zwischen den Zeitpunkten t_2 und t_4 wird also lediglich Kraftstoff gefördert. Im Hochdruckspeicher 180 kann sich dann der Kraftstoff mit dem Additiv vermischen.

In dem Beispiel der Fig. 5 wird bei den beiden darauffolgenden Hubzyklen wieder nur Kraftstoff angesaugt und in den Hochdruckspeicher 180 gefördert. Erst wieder während des vierten Hubzyklus nach dem ersten Hubzyklus, während dem nur Additiv gefördert wurde, wird wieder nur Additiv gefördert.

Gemäß der Fig. 5 ist es vorteilhaft, dass deutlich mehr Kraftstoff-Hubzyklen vorliegen als Additiv-Hubzyklen. Die Einstellung des Mischungsverhältnisses von Kraftstoff und

Additiv innerhalb des Hochdruckspeichers 180 kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass die Anzahl an Additiv-Hubzyklen verändert wird. Dabei können beispielsweise die Additiv-Hubzyklen in periodischen Abständen, z. B. jeder vierte, fünfte oder sechste
5 Hubzyklus, vorgesehen werden. Alternativ sind die periodischen Abstände dynamisch veränderbar.

Es ist außerdem möglich, dass nicht während einer vollständigen Hubbewegung des Pumpenkolbens 114 vom ersten Totpunkt zum zweiten
10 Totpunkt Kraftstoff oder Additiv angesaugt wird. Vielmehr ist es bevorzugt, dass nur zeitweise während einer Hubbewegung des Pumpenkolbens 114 vom ersten Totpunkt zum zweiten Totpunkt Kraftstoff und/oder Additiv angesaugt wird (siehe beispielsweise die schrägschraffierte Flächen der Fig. 5).

15

An dieser Stelle sei ferner angemerkt, dass während des Betriebs der erfindungsgemäßen Vorrichtung 100 zwischen den in den Fig. 4 und 5 gezeigten Steuerungsstrategien gewechselt werden kann.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (100) zum Fördern von Kraftstoff und/oder einem Additiv, wie beispielsweise Wasser oder eine wässrige Harnstofflösung, für eine Brennkraftmaschine eines Fahrzeugs, wobei die Vorrichtung aufweist:

- eine Pumpenvorrichtung (110), in der ein Druckbereich (112) angeordnet ist und die einen sich zumindest teilweise im Druckbereich (112) linear beweglichen Pumpenkolben (114) aufweist, der dazu ausgebildet ist, sich zwischen einem ersten Totpunkt (1. TP), bei dem ein Volumen des Druckbereichs (112) minimiert ist, und einem zweiten Totpunkt (2. TP), bei dem ein Volumen des Druckbereichs (112) maximiert ist, hin und her zu bewegen,

- ein Einlassventil (120), über das Kraftstoff und/oder Additiv in den Druckbereich (112) ansaugbar ist,

- einen Kraftstoffzulauf (142), der mit dem Einlassventil (120) fluidmäßig verbunden ist, und

- einen Additivzulauf (152), der mit dem Kraftstoffzulauf (142) fluidmäßig verbunden ist,

wobei der Pumpenkolben (114) dazu ausgebildet ist, bei einer Hubbewegung vom ersten Totpunkt (1. TP) zum zweiten Totpunkt (2. TP) eine vorbestimmte Menge an Kraftstoff und/oder eine vorbestimmte Menge an Additiv über das Einlassventil (120) in den Druckbereich (112) anzusaugen.

2. Vorrichtung (100) nach Anspruch 1, ferner mit:

- einem Pumpengehäuse (111), in dem der Druckbereich (112) und der Pumpenkolben (114) zumindest teilweise angeordnet sind,

wobei das Einlassventil (120) und/oder der Kraftstoffzulauf (142) und/oder der Additivzulauf (152) zumindest teilweise im Pumpengehäuse (111) angeordnet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, ferner mit:

- einem im Pumpengehäuse (111) stromaufwärts des Einlassventils (120) angeordneten Ausgleichbereich (160), der dazu ausgebildet ist, den und/oder das während einer Hubbewegung des Pumpenkolbens vom zweiten Totpunkt (2. TP) zum ersten Totpunkt (1. TP) vom Pumpenkolben (114) durch das Einlassventil (120) verdrängten Kraftstoff und/oder Additiv aufzunehmen und zu speichern.

4. Vorrichtung (100) nach Anspruch 3, wobei der Additivzulauf (152) mit dem Kraftstoffzulauf (142) an einem Mischungspunkt (130) stromabwärts des Ausgleichbereichs (160) und stromaufwärts des Einlassventils (120) fluidmäßig verbunden ist.

5. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Additivzulauf (152) mit dem Kraftstoffzulauf (142) an einem Mischungspunkt (130) fluidmäßig verbunden ist, die sich in der unmittelbaren Nähe der fluidmäßigen Verbindung des Kraftstoffzulaufs (142) mit dem Einlassventil (120) befindet.

6. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit:

- einem im Additivzulauf (152) angeordneten Additivventil (154), das dazu ausgebildet ist, die Menge an Additiv zu steuern, welches dem Kraftstoffzulauf (142) zugeführt wird.

7. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit:

- einem Auslassventil (170), durch das der Kraftstoff und/oder das Additiv bei einer Hubbewegung des Pumpenkolbens vom zweiten Totpunkt (2. TP) zum ersten Totpunkt

(1. TP) vom Pumpenkolben (114) aus dem Druckbereich (112) verdrängt werden.

8. Vorrichtung (100) nach Anspruch 7, wobei das
5 Auslassventil ein Rückschlagventil (170) ist.

9. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 7 und 8, ferner mit:

- einem stromabwärts des Auslassventils (170)
10 angeordneten Hochdruckspeicher (180), der dazu ausgebildet ist, den und/oder das während einer Hubbewegung des Pumpenkolbens vom zweiten Totpunkt (2. TP) zum ersten Totpunkt (1. TP) vom Pumpenkolben (114) durch das Auslassventil (170) verdrängten Kraftstoff und/oder Additiv aufzunehmen und unter Hochdruck zu
15 speichern.

10. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit:

- einem im Kraftstoffzulauf (142) angeordneten
20 Kraftstoffventil (144), das dazu ausgebildet ist, die Menge an dem Einlassventil (120) zugeführten Kraftstoff zu steuern, wobei das Kraftstoffventil (144) stromaufwärts der fluidmäßigen Verbindung zwischen dem Kraftstoffzulauf (142) und dem Additivzulauf (152) angeordnet ist.

25

11. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit:

- einer Steuervorrichtung, die dazu ausgebildet ist, das Einlassventil (120) derart zu steuern, dass während
30 einer Hubbewegung des Pumpenkolbens (114) vom ersten Totpunkt (1. TP) zum zweiten Totpunkt (2. TP) sowohl Kraftstoff als auch Additiv in den Druckbereich (112) angesaugt wird.

12. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit:

- einer Steuervorrichtung, die dazu ausgebildet ist, das Einlassventil (120) derart zu steuern, dass während einer Hubbewegung des Pumpenkolbens (114) vom ersten Totpunkt (1. TP) zum zweiten Totpunkt (2. TP) entweder Kraftstoff oder Additiv in den Druckbereich (112) angesaugt.

13. Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verfahren aufweist:

- Ansaugen von Kraftstoff und/oder Additiv durch das Einlassventil (120) in den Druckbereich (112) der Pumpenvorrichtung (110) während einer Hubbewegung des Pumpenkolbens (114) vom ersten Totpunkt (1. TP) zum zweiten Totpunkt (2. TP), und
- Verdrängen des Kraftstoffs und/oder Additivs aus dem Druckbereich (112) während einer Hubbewegung des Pumpenkolbens (114) vom zweiten Totpunkt (2. TP) zum ersten Totpunkt (1. TP) .

14. Verfahren nach Anspruch 13, ferner mit:

- Mischen einer vorbestimmten Menge an Kraftstoff mit einer vorbestimmten Menge an Additiv an einem Mischungspunkt (130) stromaufwärts des Einlassventils (120), so dass während des Schritts des Ansaugens bereits ein Gemisch aus Kraftstoff und Additiv in den Druckbereich (112) durch das Einlassventil (120) angesaugt wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei über eine vorbestimmte Anzahl an Hubbewegungen des Pumpenkolbens (114) vom ersten Totpunkt (1. TP) zum zweiten Totpunkt (2. TP) die Menge an in den Druckbereich (112) an-

gesaugten Kraftstoff größer ist als die Menge an in den Druckbereich (112) angesaugten Additiven.

1/3

FIG 1

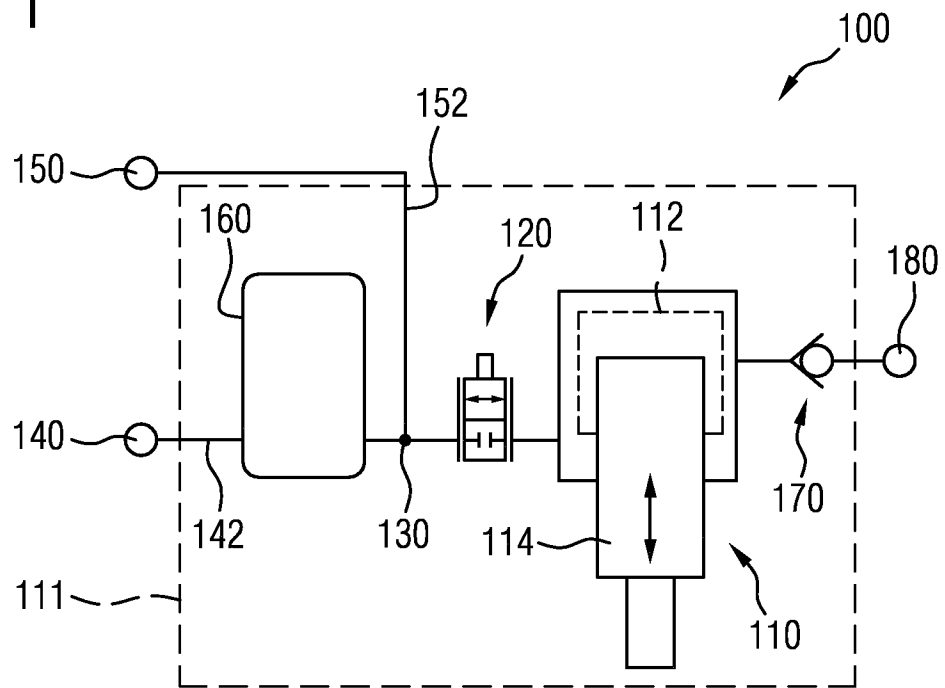


FIG 2

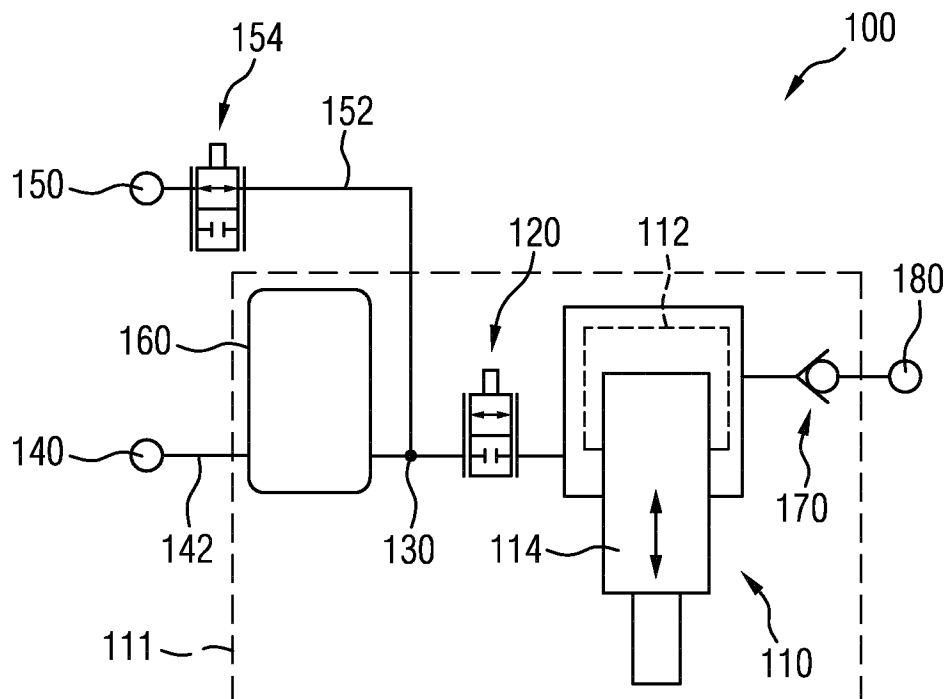


FIG 3

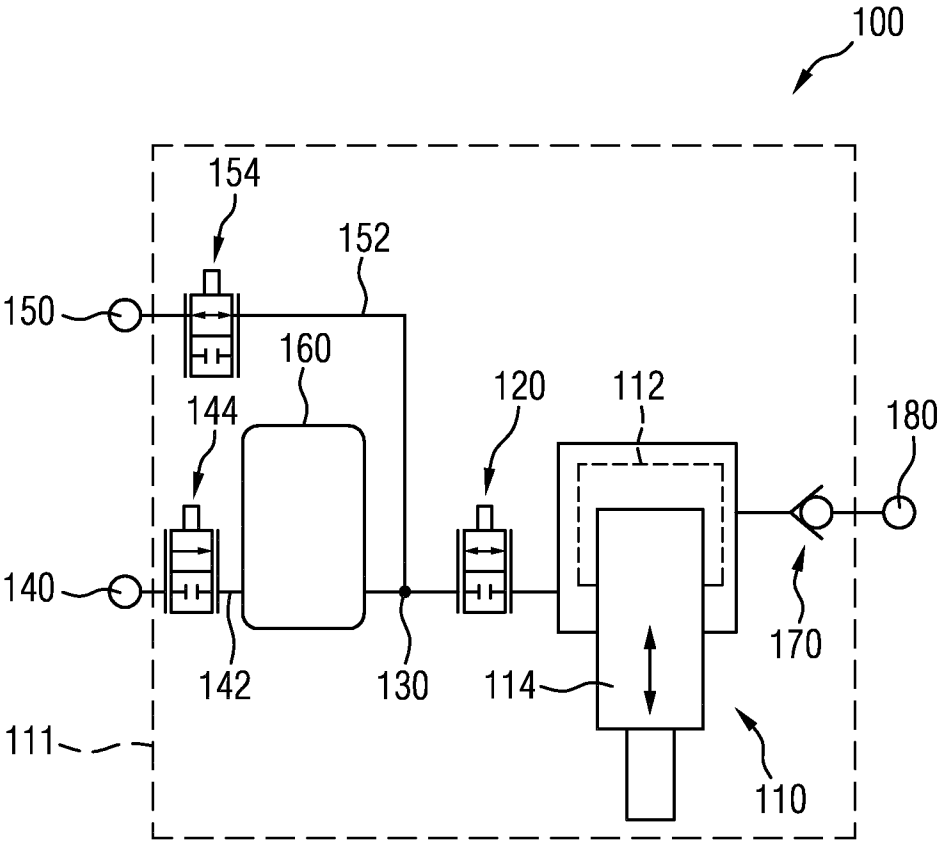


FIG 4

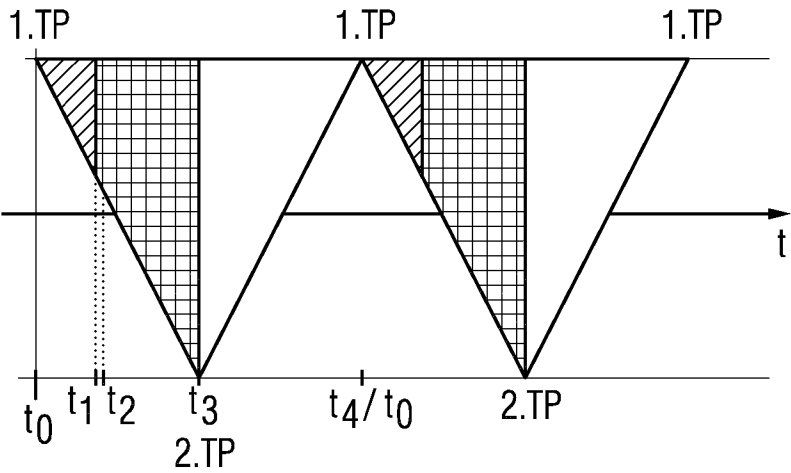
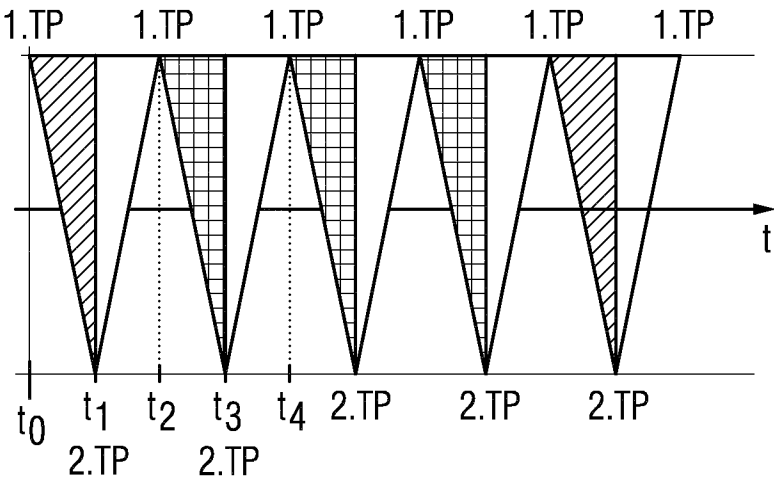


FIG 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/053119

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F02M 43/00**(2006.01)i; **F02M 43/02**(2006.01)i; **F02M 25/022**(2006.01)i; **F02D 41/00**(2006.01)i; **F02M 63/02**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02M; F02D; F01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2208879 A1 (VOITH PATENT GMBH [DE]) 21 July 2010 (2010-07-21) paragraph [0026] - paragraph [0036]; figures 1,2 abstract	1-15
X	WO 2005014994 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; WIRTH RALF [DE] ET AL.) 17 February 2005 (2005-02-17) page 9, line 31 - page 15, line 19; figures 1,2 abstract	1,3,5-15
A	DE 102015214050 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26 January 2017 (2017-01-26) paragraph [0022] - paragraph [0073]; figures 1,2	1-15
A	DE 102012206984 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 31 October 2013 (2013-10-31) the whole document	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 April 2019

Date of mailing of the international search report

25 April 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Hermens, Sjoerd

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/053119

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
EP	2208879	A1	21 July 2010	AT	532958	T 15 November 2011
				DE	102009005356	A1 22 July 2010
				EP	2208879	A1 21 July 2010
WO	2005014994	A1	17 February 2005	DE	10336296	A1 17 February 2005
				EP	1654452	A1 10 May 2006
				WO	2005014994	A1 17 February 2005
DE	102015214050	A1	26 January 2017	NONE		
DE	102012206984	A1	31 October 2013	DE	102012206984	A1 31 October 2013
				EP	2657502	A1 30 October 2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F02M43/00 F02M43/02 F02M25/022 F02D41/00 F02M63/02 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F02M F02D F01N		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 208 879 A1 (VOITH PATENT GMBH [DE]) 21. Juli 2010 (2010-07-21) Absatz [0026] - Absatz [0036]; Abbildungen 1,2 Zusammenfassung	1-15
X	WO 2005/014994 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; WIRTH RALF [DE] ET AL.) 17. Februar 2005 (2005-02-17) Seite 9, Zeile 31 - Seite 15, Zeile 19; Abbildungen 1,2 Zusammenfassung	1,3,5-15
A	DE 10 2015 214050 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26. Januar 2017 (2017-01-26) Absatz [0022] - Absatz [0073]; Abbildungen 1,2 ----- -/--	1-15
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
11. April 2019		25/04/2019
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Hermens, Sjoerd

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2012 206984 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 31. Oktober 2013 (2013-10-31) das ganze Dokument -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/053119

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2208879 A1	21-07-2010	AT 532958 T	15-11-2011
		DE 102009005356 A1	22-07-2010
		EP 2208879 A1	21-07-2010

WO 2005014994 A1	17-02-2005	DE 10336296 A1	17-02-2005
		EP 1654452 A1	10-05-2006
		WO 2005014994 A1	17-02-2005

DE 102015214050 A1	26-01-2017	KEINE	

DE 102012206984 A1	31-10-2013	DE 102012206984 A1	31-10-2013
		EP 2657502 A1	30-10-2013
