

(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
03. Dezember 2020 (03.12.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/239691 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 41/00 (2006.01) *F02M 25/022* (2006.01)
F02D 19/12 (2006.01) *F02M 37/20* (2006.01)
F02D 41/22 (2006.01) *F02B 47/02* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/064437

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Mai 2020 (25.05.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 114 494.9
29. Mai 2019 (29.05.2019) DE

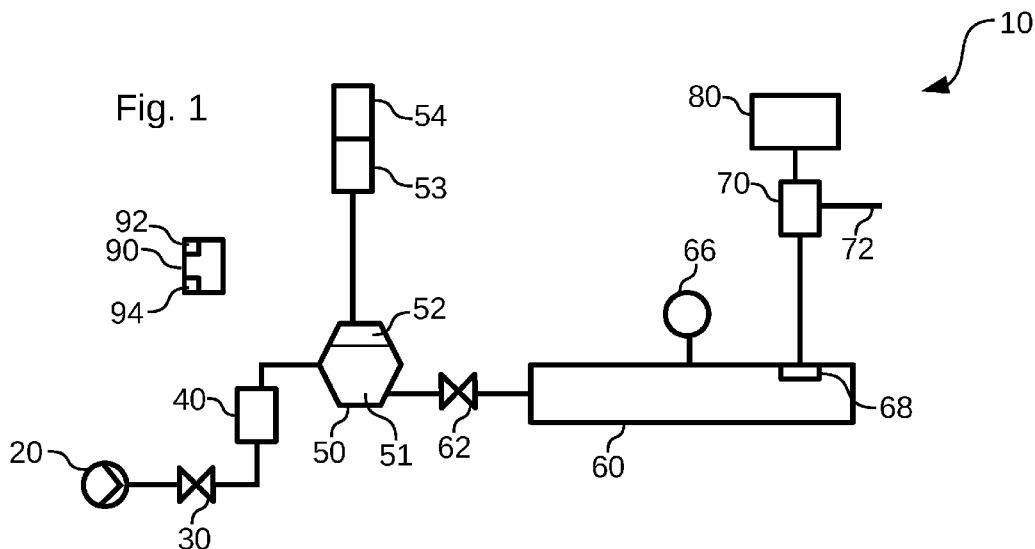
(71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AK-
TIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809
München (DE).

(72) Erfinder: **LANDWEHR, Marco**; Otl-Aicher-Str. 52,
80807 München (DE). **SCHOTT, Stefan**; Schleibuschstr.
17, 80997 München (DE). **LINSE, Dirk**; Lerchenauer Stra-
ße 145, 80935 München (DE). **HUSSMANN, Bjoern**; Pir-
materstraße 18, 81375 München (DE). **BRUHN, Andreas**;
Kreuzstr. 3, 82178 Puchheim (DE).

(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,

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING AN AIR MASS AND DIRECT WATER INJECTION SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BESTIMMEN EINER LUFTMASSE UND WASSERDIREKTEINSPRITZUNGSSYSTEM



(57) Abstract: The invention relates to a method for determining an air mass in an air separator (50) of a direct water injection system (10) for injecting a water-fuel mixture into a combustion chamber of an engine (80) of a motor vehicle, wherein the air separator (50) is arranged between a water pump (20) for conveying the water and a high-pressure pump (70) for supplying the water-fuel mixture to a high-pressure injector for injecting the water-fuel mixture into the combustion chamber, wherein the method comprises the following steps: increasing the pressure of the water from a first pressure value to a second pressure value by means of the water pump (20); determining the water volume conveyed through the water pump (20) during the increasing of the pressure of the water by means of the water pump (20); and determining the air mass present in the air separator (50) on the basis of the determined water volume conveyed

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

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

through the water pump (20).

(57) **Zusammenfassung:** Es wird ein Verfahren zum Bestimmen einer Luftmasse in einem Luftabscheider (50) eines Wasserdirekt-einspritzungssystems (10) zum Einspritzen eines Wasser- Brennstoff-Gemisches in einen Brennraum eines Motors (80) eines Kraftfahrzeugs aufgezeigt, wobei der Luftabscheider (50) zwischen einer Wasserpumpe (20) zum Fördern des Wassers und einer Hochdruckpumpe (70) zum Zuführen des Wasser- Brennstoff-Gemisches zu einem Hochdruckinjektor zum Einspritzen des Wasser- Brennstoff-Gemisches in den Brennraum angeordnet ist, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst: Erhöhen des Drucks des Wassers von einem ersten Druckwert auf einen zweiten Druckwert mittels der Wasserpumpe (20); Bestimmen des durch die Wasserpumpe (20) geförderten Wasservolumens während des Erhöhens des Drucks des Wasser mittels der Wasserpumpe (20); und Bestimmen der in dem Luftabscheider (50) vorhandenen Luftmasse auf Grundlage des bestimmten durch die Wasserpumpe (20) geförderten Wasservolumens.

Verfahren zum Bestimmen einer Luftmasse und Wasserdirekteinspritzungssystem

Die hier offenbarte Technologie betrifft ein Verfahren zum Bestimmen einer Luftmasse und ein Wasserdirekteinspritzungssystem.

Bei Wassereinspritzung wird zwischen einer Wasserpumpe zum Fördern von Wasser und ein Dosiermodul zum Dosieren des Wassers, das in den Brennraum eines Motors eines Kraftfahrzeugs eingebracht wird, ein Luftabscheider angeordnet. Der Luftabscheider hat mehrere Funktionen, z.B. soll er Pulsationen dämpfen und beim Abstellen des Motors Wasser durch die (inaktive) Wasserpumpe zurückschieben.

Die Luftmasse in dem Luftabscheider wird beim Starten des Motors durch Öffnen eines Luftventils und Ansaugen und/oder Ausblasen auf einen vorgegebenen Wert eingestellt.

Bei bisher bekannten Verfahren bzw. Systemen kann z.B. aufgrund von Undichtigkeiten sich die Luftmasse über die Zeit verringern oder vergrößern. Zuviel Luft in dem Luftabscheider kann dazu führen, dass Luft in die Hochdruckpumpe des Wasserdirekteinspritzungssystems zum Einbringen des Wassers in den Brennraum des Motors gelangen kann. Zuwenig Luft in dem Luftabscheider kann dazu führen, dass der Filter beim Ausschalten des Motors nicht oder nicht ausreichend durch die Luftmasse in dem Luftabscheider von Wasser befreit wird.

Es ist eine bevorzugte Aufgabe der hier offenbarten Technologie, zumindest einige Nachteile der vorbekannten Lösungen zu verringern oder zu beheben. Weitere

bevorzugte Aufgaben können sich aus den vorteilhaften Effekten der hier offenbarten Technologie ergeben. Die Aufgabe(n) wird/werden gelöst durch den Gegenstand des Patentanspruchs 1 und des Patentanspruchs 10 der unabhängigen Patentansprüche. Die abhängigen Ansprüche stellen bevorzugte Ausgestaltungen dar.

Insbesondere wird die Aufgabe durch ein Verfahren zum Bestimmen einer Luftmasse in einem Luftabscheider eines Wasserdirekteinspritzungssystems zum Einspritzen eines Wasser-Brennstoff-Gemisches in einen Brennraum eines Motors eines Kraftfahrzeugs gelöst, wobei der Luftabscheider zwischen einer Wasserpumpe zum Fördern des Wassers und einer Hochdruckpumpe zum Zuführen des Wasser-Brennstoff-Gemisches zu einem Hochdruckinjektor zum Einspritzen des Wasser-Brennstoff-Gemisches in den Brennraum angeordnet ist, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst: Erhöhen des Drucks des Wassers von einem ersten Druckwert auf einen zweiten Druckwert mittels der Wasserpumpe; Bestimmen des durch die Wasserpumpe geförderten Wasservolumens während des Erhöhens des Drucks des Wassers mittels der Wasserpumpe; und Bestimmen der in dem Luftabscheider vorhandenen Luftmasse auf Grundlage des bestimmten durch die Wasserpumpe geförderten Wasservolumens.

Ein Vorteil hiervon ist, dass die Luftmasse in dem Luftabscheider technisch einfach bestimmt werden kann. Zudem werden für das Bestimmen der Luftmasse keine weiteren Motoren bzw. Pumpen oder ähnliches neben den ohnehin schon vorhandenen benötigt. Zudem werden keine zusätzlichen Geräusche in dem Kraftfahrzeug erzeugt. Folglich kann ein Einbringen von Luft in die Hochdruckpumpe sicher verhindert werden, was zu Beschädigungen der Hochdruckpumpe führen kann. Dies erhöht die Lebensdauer der Hochdruckpumpe.

Insbesondere wird die Aufgabe auch durch ein Wasserdirekteinspritzungssystem zum Einspritzen eines Wasser-Brennstoff-Gemisches in einen Brennraum eines Motors eines Kraftfahrzeugs gelöst, wobei das Wasserdirekteinspritzungssystem folgendes umfasst: einen Luftabscheider, eine Wasserpumpe zum Fördern von

Wasser in den Luftabscheider, eine Wasservolumenbestimmungsvorrichtung zum Bestimmen des von der Wasserpumpe geförderten Wasservolumens, eine Hochdruckpumpe zum Zuführen des Wasser-Brennstoff-Gemisches zu einem Hochdruck-Injektor zum Einspritzen des Wasser-Brennstoff-Gemisches in den Brennraum, und eine Luftmassenbestimmungsvorrichtung zum Bestimmen einer in dem Luftabscheider vorhandenen Luftmasse auf Grundlage des von der Wasserpumpe geförderten Wasservolumens, wobei der Luftabscheider zwischen der Wasserpumpe und der Hochdruckpumpe angeordnet ist.

Vorteilhaft hieran ist, dass das Wasserdirekteinspritzungssystem technisch einfach ausgebildet ist und die Luftmasse technisch einfach bestimmt werden kann. Es werden neben der ohnehin notwendigen Wasserpumpe keine weiteren aktiven Komponenten bzw. weitere Pumpen/Motoren etc. zum Bestimmen der Luftmasse benötigt. Darüber hinaus erzeugt das Wasserdirekteinspritzungssystem keine zusätzlichen Geräusche beim Bestimmen der Luftmasse in dem Luftabscheider. Durch das Wasserdirekteinspritzungssystem wird die Hochdruckpumpe zuverlässig vor dem Einbringen von Luft geschützt. Somit ist die Lebensdauer der Hochdruckpumpe besonders hoch.

Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens wird das während des Erhöehens des Drucks des Wassers mittels der Wasserpumpe von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert durch die Wasserpumpe geförderte Wasservolumen auf Grundlage der für das Erhöhen des Drucks des Wassers von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert benötigten Zeitdauer bestimmt. Vorteilhaft hieran ist, dass lediglich die verstrichene Zeitdauer erfasst werden muss. Somit ist das Verfahren technisch besonders einfach. Mittels der bekannten Förderleistung bzw. Pumpleistung der Wasserpumpe kann technisch einfach das Wasservolumen und folglich die Luftmasse im Luftabscheider bestimmt werden.

Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens wird das während des Erhöehens des Drucks des Wassers mittels der Wasserpumpe von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert durch die Wasserpumpe geförderte Wasservolumen auf

Grundlage der Anzahl der Pumpzyklen der Wasserpumpe beim Erhöhen des Drucks des Wassers von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert bestimmt. Ein Vorteil hiervon ist, dass lediglich die Anzahl an Pumpzyklen, z.B. die Anzahl an Umdrehungen, der Wasserpumpe erfasst werden muss. Hieraus kann dann mittels der bekannten Förderleistung bzw. Pumpleistung der Wasserpumpe technisch einfach das Wasservolumen und folglich die Luftmasse im Luftabscheider bestimmt werden. Somit ist das Verfahren technisch besonders einfach.

Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens wird das während des Erhöhen des Drucks des Wassers mittels der Wasserpumpe von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert durch die Wasserpumpe geförderte Wasservolumen auf Grundlage der Zeitdauer des Betriebs der Wasserpumpe beim Erhöhen des Drucks von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert bestimmt. Vorteilhaft hieran ist, dass die Zeitdauer des Betriebs der Wasserpumpe technisch einfach erfasst werden kann und somit das Wasservolumen technisch einfach mittels der Förderleistung bzw. Pumpleistung der Wasserpumpe bestimmt werden kann. Folglich kann das Verfahren technisch besonders einfach sein.

Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens wird das während des Erhöhen des Drucks des Wassers mittels der Wasserpumpe von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert durch die Wasserpumpe geförderte Wasservolumen auf Grundlage des erfassten Stromverbrauchs der Wasserpumpe beim Erhöhen des Drucks des Wassers von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert bestimmt. Ein Vorteil hiervon ist, dass das Wasservolumen und somit auch die Luftmasse in dem Luftabscheider technisch besonders einfach bestimmt werden können, da der Stromverbrauch der Wasserpumpe beim Erhöhen des Drucks einfach erfassbar ist. Somit ist das Verfahren technisch besonders einfach.

Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens wird der Druck des Wassers erhöht, wenn die Position des Gaspedals mindestens um eine vorgegebene Mindeststrecke

verändert wird. Ein Vorteil hiervon ist, dass die Luftmasse in dem Luftabscheider bestimmt wird, wenn ein Einbringen von Wasser in den Brennraum des Motors (wahrscheinlich) kurz bevorsteht. Wenn das Gaspedal schnell stärker gedrückt wird, wird besonders viel Leistung des Motors benötigt, so dass Wasser in den Brennraum des Motors eingebracht wird. Kurz vorher wird somit auf diese Weise die Luftmasse in dem Luftabscheider überprüft.

Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens umfasst das Verfahren ferner folgende Schritte:

Vergleichen der bestimmten in dem Luftabscheider vorhandenen Luftmasse mit einem vorgegebenen Luftmassenwert und, wenn die bestimmte Luftmasse kleiner als der vorgegebene Luftmassenwert ist, Erhöhen der Luftmasse in dem Luftabscheider zum Verringern des Unterschieds zwischen der bestimmten Luftmasse und dem vorgegebenen Luftmassenwert, oder, wenn die bestimmte Luftmasse größer als der vorgegebene Luftmassenwert ist, Erniedrigen der Luftmasse in dem Luftabscheider zum Verringern des Unterschieds zwischen der bestimmten Luftmasse in dem Luftabscheider und dem vorgegebenen Luftmassenwert. Hierdurch wird technisch einfach die Luftmasse in dem Luftabscheider an die ideale Luftmasse angepasst. Somit wird technisch einfach sicher verhindert, dass Luft in die Hochdruckpumpe gelangen kann. Folglich werden Beschädigungen der Hochdruckpumpe ausgeschlossen.

Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens ist zwischen der Wasserpumpe und dem Luftabscheider ein Filter angeordnet, und die Luftmasse in dem Luftabscheider wird auf einen derartigen Luftmassenwert eingestellt, dass beim Einbringen des Wasser-Brennstoff-Gemisches in den Brennraum des Motors keine Luft in die Hochdruckpumpe gelangt und bei dem Ausschalten des Motors des Kraftfahrzeugs die Luftmasse in dem Luftabscheider Wasser aus dem Filter zumindest teilweise in Richtung der Wasserpumpe herausdrückt, insbesondere derart herausdrückt, dass nach dem Herausdrücken des Wassers aus dem Filter durch die Luftmasse in dem Luftabscheider mindestens 30 Volumenprozent des Filters von Wasser befreit ist. Hierdurch wird die Luftmasse auf einen derartigen Idealwert eingestellt, dass einerseits keine Luft in die Hochdruckpumpe gelangt und andererseits dass beim

Ausschalten des Motors der Filter eisfest gemacht wird bzw. eine Eisfestigkeit des Filters erreicht wird. Somit werden Beschädigungen des Filters durch Frost nach dem Ausschalten des Motors verhindert.

Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens wird nach dem Ausschalten des Motors überprüft, ob die Luftmasse in dem Luftabscheider einen zwischen der Wasserpumpe und dem Luftabscheider angeordneten Filter um einen vorgegebenen Mindestvolumenprozentsatz des Filters von Wasser befreit hat, wobei, wenn die Luftmasse in dem Luftabscheider den Filter um weniger als den vorgegebenen Mindestvolumenprozentsatz des Filters von Wasser befreit hat, Wasser aus dem Filter mittels der Wasserpumpe abgesaugt wird. Vorteilhaft hieran ist, dass technisch einfach sichergestellt wird, dass nach dem Ausschalten des Motors der Filter eisfest ist bzw. der Eisdruckschutz des Filters gewährleistet ist. Der Mindestvolumenprozentsatz kann z.B. 30% oder 40% des Volumens des Filters betragen.

Gemäß einer Ausführungsform des Wasserdirekteinspritzungssystems ist die Luftmassenbestimmungsvorrichtung zum Bestimmen des während des Erhöhens des Drucks des Wassers mittels der Wasserpumpe von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert durch die Wasserpumpe geförderten Wasservolumens auf Grundlage der für das Erhöhen des Drucks des Wassers von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert benötigten Zeitdauer ausgebildet. Ein Vorteil hiervon ist, dass das Wasserdirekteinspritzungssystem nur die verstrichene Zeitdauer messen muss, um die Luftmasse zu bestimmen. Somit benötigt das Wasserdirekteinspritzungssystem keine weiteren Komponenten zum Bestimmen der Luftmasse. Hierdurch ist das Wasserdirekteinspritzungssystem technisch einfach und kostengünstig. Mittels der bekannten Förderleistung bzw. Pumpleistung der Wasserpumpe kann technisch einfach das Wasservolumen und folglich die Luftmasse im Luftabscheider bestimmt werden.

Gemäß einer Ausführungsform des Wasserdirekteinspritzungssystems ist die Luftmassenbestimmungsvorrichtung zum Bestimmen des während des Erhöhens

des Drucks des Wassers mittels der Wasserpumpe von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert durch die Wasserpumpe geförderten Wasservolumens auf Grundlage der Anzahl an Pumpzyklen der Wasserpumpe beim Erhöhen des Drucks des Wassers von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert ausgebildet. Vorteilhaft hieran ist, dass das von der Wasserpumpe geförderte Wasservolumen technisch einfach bestimmt werden kann, da das geförderte Volumen jedes Pumpzyklus bekannt ist. Somit benötigt das Wasserdirekteinspritzungssystem keine weiteren Elemente zur Bestimmung des Wasservolumens. Dies senkt die Herstellungskosten des Wasserdirekteinspritzungssystems.

Gemäß einer Ausführungsform des Wasserdirekteinspritzungssystems ist die Luftmassenbestimmungsvorrichtung zum Bestimmen des während des Erhöhen des Drucks des Wassers mittels der Wasserpumpe von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert durch die Wasserpumpe geförderten Wasservolumens auf Grundlage der Zeitdauer des Betriebs der Wasserpumpe beim Erhöhen des Drucks von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert ausgebildet. Ein Vorteil hiervon ist, dass das von der Wasserpumpe geförderte Wasservolumen technisch besonders einfach bestimmbar ist, da nur die Zeitdauer des Betriebs der Wasserpumpe erfasst werden muss. Mittels der bekannten Förderleistung bzw. Pumpleistung der Wasserpumpe kann das Wasserdirekteinspritzungssystem somit das geförderte Wasservolumen technisch einfach bestimmen.

Gemäß einer Ausführungsform des Wasserdirekteinspritzungssystems umfasst das Wasserdirekteinspritzungssystem ferner einen Filter, der zwischen der Wasserpumpe und dem Luftabscheider derart angeordnet ist, dass Luftblasen aus dem Filter in den Luftabscheider aufsteigen können. Vorteilhaft hieran ist, dass Luft aus dem Wasser im Filter technisch einfach abgeführt werden kann. Auf diese Weise wird noch sicherer verhindert, dass Luft in die Hochdruckpumpe gelangt.

Gemäß einer Ausführungsform des Wasserdirekteinspritzungssystems umfasst das Wasserdirekteinspritzungssystem ferner einen Filter, der zwischen der Wasserpumpe und dem Luftabscheider angeordnet ist, wobei das

Wasserdirekteinspritzungssystem derart ausgebildet ist, dass die Luftmasse in dem Luftabscheider auf einen derartigen Luftmassenwert einstellbar ist, dass beim Einbringen des Wasser-Brennstoff-Gemisches in den Brennraum des Motors keine Luft in die Hochdruckpumpe gelangt und bei dem Ausschalten des Motors des Kraftfahrzeugs die Luftmasse in dem Luftabscheider Wasser aus dem Filter zumindest teilweise in Richtung der Wasserpumpe herausdrückt, insbesondere derart herausdrückt, dass nach dem Herausdrücken des Wassers aus dem Filter durch die Luftmasse in dem Luftabscheider mindestens 30 Volumenprozent des Filters von Wasser befreit ist. Ein Vorteil hiervon ist, dass das Wasserdirekteinspritzungssystem die Luftmasse derart einstellen kann, dass einerseits keine Luft in die Hochdruckpumpe gelangt und andererseits dass beim Ausschalten des Motors der Filter eisfest gemacht wird bzw. eine Eisfestigkeit des Filters erreicht wird. Hierdurch können mittels des Wasserdirekteinspritzungssystems Beschädigungen des Filters durch Frost nach dem Ausschalten des Motors sicher verhindert werden.

Das Wasser kann eine Mischung aus Wasser und einer weiteren Flüssigkeit (z.B. Alkohol) sein. Dies bedeutet, dass, wenn der Begriff „Wasser“ verwendet wird, stets auch ein Gemisch bzw. eine Lösung aus Wasser und einer weiteren Flüssigkeit, z.B. Alkohol, möglich ist. Der Alkohol kann insbesondere Methanol und/oder Ethanol sein. Das Wasser kann z.B. eine Mischung bzw. eine Lösung von 50% Wasser und 50% Methanol oder von 10% Wasser und 90% Methanol sein.

Die hier offenbarte Technologie wird nun anhand einer Figur erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wasserdirekteinspritzungssystems.

Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wasserdirekteinspritzungssystems 10.

Das Wasserdirekteinspritzungssystem 10 umfasst eine Wasserpumpe 20 zum Pumpen bzw. Fördern von Wasser, einen Filter 40 zum Filtern des Wassers, einen Luftabscheider 50 und eine Hochdruckpumpe 70.

Das Wasserdirekteinspritzungssystem 10 ist zum Einspritzen eines Brennstoff-Wasser-Gemisches in den Brennraum eines Kraftfahrzeugs ausgebildet. Das Kraftfahrzeug kann ein PKW, LKW, ein Bus, ein Motorrad, ein Flugzeug, ein Zug oder ein Boot sein. Mittels des Wassers kann die Temperatur in der Brennkammer herabgesetzt werden, so dass die Leistung des Motors 80 gesteigert wird. Zudem kann hierdurch der Brennstoffverbrauch gesenkt werden.

Zwischen der Wasserpumpe 20 und dem Filter 40 ist ein „Absperrventil Tank“ 30 zum Absperrn der Verbindungsleitung zwischen der Wasserpumpe 20 und dem Filter 40 angeordnet. Der Filter 40 ist zwischen dem Absperrventil Tank 30 und dem Luftabscheider 50 angeordnet. Der Luftabscheider 50 ist zwischen dem Filter 40 und dem Dosiermodul 60 angeordnet. Das Dosiermodul 60 weist ein Absperrventil Motor 62 zum Absperrn der Verbindungsleitung zwischen dem Luftabscheider 50 und dem Dosiermodul 60 auf. Das Dosiermodul 60 ist zwischen dem Luftabscheider 50 und der Hochdruckpumpe 70 angeordnet. Die Hochdruckpumpe 70 nimmt Wasser von dem Dosiermodul 60 und Brennstoff bzw. Kraftstoff auf und erzeugt einen hohen Druck des Brennstoff-Wasser-Gemisches, welches von Hochdruckinjektoren (nicht gezeigt) in den Brennraum eingespritzt wird. Die Hochdruckpumpe 70 führt das unter hohem Druck stehende Brennstoff-Wasser-Gemisch dem Hochdruckinjektor und/oder den Hochdruckinjektoren zu.

Der Luftabscheider 50 weist in der oberen Hälfte eine Verbindungsleitung mit einem Belüftungsventil 53 auf. Diese Verbindungsleitung verbindet somit eine Luftmasse in dem Luftabscheider 50 mit dem Belüftungsventil 53. Das Belüftungsventil 53 ist über einen Belüftungsventilfilter 54 mit der Umgebungsluft verbunden.

Das Dosiermodul 60 weist einen Druckbegrenzer bzw. Druckspeicher auf. Der Druckbegrenzer kann z.B. einen mit einer Feder beaufschlagten Kolben umfassen. Das Dosiermodul 60 umfasst zudem ein Dosierventil 68. Das Dosierventil 68 steuert die Menge an Wasser, die vom Dosiermodul 60 an die Hochdruckpumpe 70 fließt. Zudem strömt Brennstoff durch die Brennstoffleitung 72 in die Hochdruckpumpe 70. Zudem umfasst das Dosiermodul 60 einen Drucksensor 66, der den Druck des Wassers in dem Dosiermodul 60 erfasst. Zudem kann die Temperatur des Wassers erfasst werden.

Darüber hinaus umfasst das Wasserdirekteinspritzungssystem 10 eine Steuerungsvorrichtung 90. Die Steuerungsvorrichtung 90 kann die Wasservolumenbestimmungsvorrichtung 92 und die Luftmassenbestimmungsvorrichtung 94 umfassen. Die Steuerungsvorrichtung 90 ist mit den weiteren Teilen des Wasserdirekteinspritzungssystems 10 per Draht/Leitung oder drahtlos verbunden. Die Steuerungseinrichtung steuert bzw. regelt die verschiedenen Elemente des Wasserdirekteinspritzungssystems 10.

Der Druck des Wassers in dem Luftabscheider 50 wird durch die Wasserpumpe 20 von einem ersten Druckwert auf einen zweiten Druckwert erhöht. Während des Erhöhens des Drucks wird die Luftmasse, die sich in dem Luftabscheider 50 (inkl. der Leitung zu dem Belüftungsventil 53) befindet, bestimmt. Die Luftmasse wird beispielsweise in Gramm oder Kilogramm gemessen. Die Luftmassenbestimmungsvorrichtung 94 verwendet hierzu, das von der Wasserpumpe 20 geförderte Wasservolumen bzw. Volumen an Wasser, das während des Erhöhens des Drucks von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert, gefördert wurde. Aus dem Unterschied zwischen dem zweiten Druckwert und dem ersten Druckwert und dem Wasservolumen, was gefördert wurde, um diesen Druckunterschied zu erreichen, kann die Luftmasse, die sich in dem Luftabscheider 50 befindet, bestimmt werden.

Das von gefördertem Wasser durch Druckerhöhung verdrängte Luftvolumen entspricht dem geförderten Wasservolumen. Der Druck der Luft entspricht dem

Druck des Wassers. Somit kann die Luftmasse technisch einfach bestimmt bzw. berechnet werden.

Hierbei kann die Temperatur der Luft als konstant angenommen. Alternativ kann die Temperatur zusätzlich erfasst werden.

Die Wasservolumenbestimmungsvorrichtung 92 bestimmt das Wasservolumen, das von der Wasserpumpe 20 während des Erhöhens des Drucks des Wassers von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert gefördert wird. Dies kann auf eine der folgenden Möglichkeiten oder durch eine Kombination der folgenden Möglichkeiten durchgeführt werden:

- Erfassen der Zeitdauer des Betriebs der Wasserpumpe 20, d.h. die Zeitdauer, die die Wasserpumpe 20 betrieben wurde, um den Druck von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert zu erhöhen,
- Erfassen der Zeitdauer, die während des Erhöhens des Drucks des Wassers von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert vergeht, d.h. wie lange es dauert, den Druck von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert zu erhöhen,
- Erfassen des Stromverbrauchs der Wasserpumpe 20, d.h. wieviel Strom und/oder Leistung die Wasserpumpe 20 verbraucht hat, während die Wasserpumpe 20 den Druck von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert erhöht hat und/oder
- Erfassen der Pumpzyklen bzw. die Anzahl der Umdrehungen der Wasserpumpe 20, d.h. wieviele Zyklen die Wasserpumpe 20 durchgeführt hat, um den Druck von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert zu erhöhen.

Die Förderleistung der Wasserpumpe 20 (d.h. wieviele m³ pro Sekunde von der Wasserpumpe 20 gefördert werden) ist typischerweise bekannt. Die Förderleistung

der Wasserpumpe 20 abhängig von dem Stromverbrauch kann ebenfalls bekannt sein.

Das Belüftungsventil 53 ist während der Wasservolumenbestimmung während des Erhöhens des Drucks des Wassers von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert geschlossen.

Auf diese Weise kann die Wasservolumenbestimmungsvorrichtung 92 das von der Wasserpumpe 20 geförderte Wasservolumen bestimmen oder berechnen. Hieraus kann die Luftmassenbestimmungsvorrichtung 94 die Luftmasse in dem Luftabscheider 50 bestimmen.

Die bestimmte Luftmasse kann mit einem vorgegebenen Luftmassenwert (z.B. eine bestimmte Milliliterzahl oder Milligrammmengenzahl an Luft) verglichen werden. Falls die bestimmte Luftmasse geringer als der vorgegebene Luftmassenwert ist, kann die Wasserpumpe 20 rückwärts betrieben werden, d.h. es wird Wasser aus dem Luftabscheider 50 gefördert, und das Belüftungsventil 53 geöffnet, um soviel zusätzliche Luft in den Luftabscheider 50 zu bringen, dass der vorgegebene Luftmassenwert erreicht wird. Falls die bestimmte Luftmasse höher als der vorgegebene Luftmassenwert ist, kann das Belüftungsventil 53 geöffnet werden, um durch teilweisen oder vollständigen Druckausgleich zwischen der Umgebung und dem Luftabscheider 50 die Luftmasse in dem Luftabscheider 50 dem vorgegebenen Luftmassenwert anzupassen bzw. anzugleichen.

Beim Starten des Motors 80 wird der (Über-)Druck des Wassers von 0 bar auf 4 bar oder 5 bar erhöht. Möglich ist auch, dass der (Über-)Druck des Wassers von 0 bar auf 4 bar oder 5 bar erst erhöht wird, wenn der Motor 80 und/oder der Katalysator eine vorgegebene Mindesttemperatur erreicht oder überschritten hat und/oder das Fahrzeug eine vorgegebene Mindestgeschwindigkeit erreicht oder überschritten hat. Somit wird bei einer kurzen Fahrtstrecke bzw. einer geringen Geschwindigkeit der

Druck des Wassers nicht erhöht. Letzteres verhindert, dass der Betrieb der Wasserpumpe von den Fahrzeuginsassen wahrgenommen wird.

Nach der Druckerhöhung von 0 bar auf 4 bar oder 5 bar ist das Wasserdirekteinspritzungssystem 10 im Zustand „bereit“. Wenn erwartet wird, dass innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums (z.B. innerhalb der nächsten 5 Sekunden) ein Einbringen von Brennstoff-Wasser-Gemisch in den Brennraum des Motors 80 des Kraftfahrzeugs stattfinden soll, wird der Druck von 4 bar bzw. 5 bar mittels der Wasserpumpe 20 auf ca. 9 bar erhöht. Beim Erhöhen des Drucks des Wassers wird die Luftmasse in dem Luftabscheider 50 komprimiert.

Somit kann der erste Druckwert z.B. 0 bar, 4 bar oder 5 bar sein. Der zweite Druckwert kann z.B. 4 bar, 5 bar oder 9 bar sein.

Ein Einbringen von Brennstoff-Wasser-Gemisch in den Brennraum des Motors 80 des Kraftfahrzeugs wird beispielsweise dann durchgeführt, wenn das Gaspedal des Kraftfahrzeugs innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums um mindestens eine Mindeststrecke verändert wurde bzw. stärker durchgedrückt wurde.

Beim Ausschalten des Motors 80 drückt die Luftmasse in dem Luftabscheider 50 das Wasser in Richtung Wasserpumpe 20 bzw. durch die Wasserpumpe 20 zurück und entleert somit den Filter 40 zumindest teilweise. Insbesondere kann der Filter 40 auf diese Weise zu mindestens 30 Volumenprozent des Filters 40 von Wasser entleert werden. Auf diese Weise wird der Filter 40 eisfest gemacht. Dies schützt den Filter 40 vor Frostschäden.

Es ist möglich, dass nach dem Ausschalten des Motors 80 überprüft wird, ob die Luftmasse in dem Luftabscheider 50 das Wasser derart weit aus dem Filter 40 zurückgedrückt hat, dass ein vorgegebener Mindestvolumenprozentsatz, z.B. 30% oder 40% oder 50%, des Filters 40 von Wasser befreit bzw. entleert wurde bzw. mit

Luft gefüllt ist. Dies kann beispielsweise durch Analyse des Druckverlaufs des Wassers bzw. der Luft in dem Luftabscheider 50 beim Ausschalten des Motors 80 festgestellt werden. Es ist auch möglich, dass dies durch Flüssigkeitssensoren in dem Filter 40 festgestellt wird.

Wenn der vorgegebene Mindestvolumenprozentsatz nicht erreicht wird bzw. wurde (oftmals da eine nicht ausreichende Luftmenge in dem Luftabscheider 50 vorhanden war), d.h. mehr als das vorgegebene Mindestvolumen (z.B. 30% oder 40% des Volumens) des Filters 40 ist nach dem Zurückdrücken des Wassers durch die Luftmasse in dem Luftabscheider 50 noch mit Wasser gefüllt, kann die Wasserpumpe 20 zum Abpumpen von Wasser aus dem Filter 40 betrieben werden. Die Wasserpumpe 20 kann eine vorgegebene Zeit betrieben werden und/oder die Wasserpumpe 20 kann solange betrieben werden, bis ein vorgegebenes Volumen an Wasser durch die Wasserpumpe 20 aus dem Filter 40 abgesaugt wurde. Während des Absaugens des Wassers aus dem Filter 40 mittels der Wasserpumpe 20 kann das Belüftungsventil 53 geöffnet werden bzw. sein, so dass in dem Luftabscheider 50 kein Unterdruck gegenüber der Umgebung entsteht. Auf diese Weise wird der Eisdruckschutz des Filters 40 sichergestellt.

Der Filter 40 ist derart unterhalb des Luftabscheiders 50 angeordnet, dass Luftblasen aus dem Filter 40 in den Luftabscheider 50 aufsteigen können. Somit wird noch sicherer dafür gesorgt, dass keine Luft zu der Hochdruckpumpe 70 gelangt.

Durch die Luftmasse in dem Luftabscheider 50 werden u.a. Pulsationen des Wassers gedämpft.

Das durch die Wasserpumpe 20 geförderte Wasservolumen entspricht der verdrängten komprimierten Luftmasse.

Der Filter 40 kann ein Feinfilter sein.

Der Luftabscheider 50 ist abhängig von dem Druck der Luft in dem Luftabscheider bzw. des Drucks des Wassers unterschiedlich stark bzw. zu unterschiedlichen Prozentanteilen mit Wasser 51 bzw. Luft gefüllt.

Die Luftmasse in dem Luftabscheider 50 wird typischerweise nicht nur beim Starten des Motors 80 bestimmt bzw. eingestellt, sondern wird, wenn der Druck erhöht wird, erneut überprüft oder eingestellt. Somit kann die Luftmasse auch dann auf den richtigen Wert eingestellt werden bzw. korrigiert werden, wenn Undichtigkeiten vorhanden sind und sich daher die Luftmasse während des Betriebs des Motors 80 verkleinert oder vergrößert hat.

Während der Druck des Wassers erhöht wird, ist das Absperrventil Motor 62 üblicherweise offen. Der Druck des Wassers in dem Luftabscheider 50 wird erfasst.

Das Wasser wird von der Wasserpumpe 20 aus einem (nicht gezeigten) Wassertank gefördert.

Aus Gründen der Leserlichkeit wurde vereinfachend der Ausdruck „mindestens ein(e)“ teilweise weggelassen. Sofern ein Merkmal der hier offenbarten Technologie in der Einzahl bzw. unbestimmt beschrieben ist (z.B. der/ein Luftabscheider 50, der/ein Filter 40, die/eine Wasserpumpe 20, die/eine Hochdruckpumpe 70, etc.) so soll gleichzeitig auch deren Mehrzahl mit offenbart sein (z.B. der mindestens eine Luftabscheider 50, der mindestens eine Filter 40, die mindestens eine Wasserpumpe 20, die mindestens eine Hochdruckpumpe 70, etc.).

Die vorhergehende Beschreibung der vorliegenden Erfindung dient nur zu illustrativen Zwecken und nicht zum Zwecke der Beschränkung der Erfindung. Im Rahmen der Erfindung sind verschiedene Änderungen und Modifikationen möglich, ohne den Umfang der Erfindung sowie ihrer Äquivalente zu verlassen.

Bezugszeichenliste

10	Wasserdirekteinspritzungssystem
20	Wasserpumpe
30	Absperrventil Tank
40	Filter
50	Luftabscheider
51	Wasser im Luftabscheider
52	Luft im Luftabscheider
53	Belüftungsventil
54	Belüftungsventilfilter
60	Dosiermodul
62	Absperrventil Motor
66	Drucksensor
68	Dosierventil
70	Hochdruckpumpe
72	Brennstoffleitung
80	Motor
90	Steuerungsvorrichtung
92	Wasservolumenbestimmungsvorrichtung
94	Luftmassenbestimmungsvorrichtung

Ansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen einer Luftmasse in einem Luftabscheider (50) eines Wasserdirekteinspritzungssystems (10) zum Einspritzen eines Wasser-Brennstoff-Gemisches in einen Brennraum eines Motors (80) eines Kraftfahrzeugs,
wobei der Luftabscheider (50) zwischen einer Wasserpumpe (20) zum Fördern des Wassers und einer Hochdruckpumpe (70) zum Zuführen des Wasser-Brennstoff-Gemisches zu einem Hochdruckinjektor zum Einspritzen des Wasser-Brennstoff-Gemisches in den Brennraum angeordnet ist,
wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:
Erhöhen des Drucks des Wassers von einem ersten Druckwert auf einen zweiten Druckwert mittels der Wasserpumpe (20);
Bestimmen des durch die Wasserpumpe (20) geförderten Wasservolumens während des Erhöhens des Drucks des Wassers mittels der Wasserpumpe (20); und
Bestimmen der in dem Luftabscheider (50) vorhandenen Luftmasse auf Grundlage des bestimmten durch die Wasserpumpe (20) geförderten Wasservolumens.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei
das während des Erhöhens des Drucks des Wassers mittels der Wasserpumpe (20) von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert durch die Wasserpumpe (20) geförderte Wasservolumen auf Grundlage der für das Erhöhen des Drucks des Wassers von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert benötigten Zeitdauer bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei
das während des Erhöhens des Drucks des Wassers mittels der Wasserpumpe (20) von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert durch die Wasserpumpe (20) geförderte Wasservolumen auf Grundlage der Anzahl der Pumpzyklen der Wasserpumpe (20) beim Erhöhen des Drucks des

Wassers von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert bestimmt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das während des Erhöhens des Drucks des Wassers mittels der Wasserpumpe (20) von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert durch die Wasserpumpe (20) geförderte Wasservolumen auf Grundlage der Zeitdauer des Betriebs der Wasserpumpe (20) beim Erhöhen des Drucks von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert bestimmt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das während des Erhöhens des Drucks des Wassers mittels der Wasserpumpe (20) von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert durch die Wasserpumpe (20) geförderte Wasservolumen auf Grundlage des erfassten Stromverbrauchs der Wasserpumpe (20) beim Erhöhen des Drucks des Wassers von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert bestimmt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Druck des Wassers erhöht wird, wenn die Position des Gaspedals mindestens um eine vorgegebene Mindeststrecke verändert wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verfahren ferner folgende Schritte umfasst:
Vergleichen der bestimmten in dem Luftabscheider (50) vorhandenen Luftmasse mit einem vorgegebenen Luftmassenwert und,
wenn die bestimmte Luftmasse kleiner als der vorgegebene Luftmassenwert ist, Erhöhen der Luftmasse in dem Luftabscheider (50) zum Verringern des Unterschieds zwischen der bestimmten Luftmasse und dem vorgegebenen Luftmassenwert,
oder,
wenn die bestimmte Luftmasse größer als der vorgegebene Luftmassenwert ist, Erniedrigen der Luftmasse in dem Luftabscheider (50) zum Verringern des Unterschieds zwischen der bestimmten Luftmasse in dem Luftabscheider (50)

und dem vorgegebenen Luftmassenwert.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwischen der Wasserpumpe (20) und dem Luftabscheider (50) ein Filter (40) angeordnet ist, und wobei die Luftmasse in dem Luftabscheider (50) auf einen derartigen Luftmassenwert eingestellt wird, dass beim Einbringen des Wasser-Brennstoff-Gemisches in den Brennraum des Motors (80) keine Luft in die Hochdruckpumpe (70) gelangt und bei dem Ausschalten des Motors (80) des Kraftfahrzeugs die Luftmasse in dem Luftabscheider (50) Wasser aus dem Filter (40) zumindest teilweise in Richtung der Wasserpumpe (20) herausdrückt, insbesondere derart herausdrückt, dass nach dem Herausdrücken des Wassers aus dem Filter (40) durch die Luftmasse in dem Luftabscheider (50) mindestens 30 Volumenprozent des Filters (40) von Wasser befreit ist.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei nach dem Ausschalten des Motors (80) überprüft wird, ob die Luftmasse in dem Luftabscheider (50) einen zwischen der Wasserpumpe (20) und dem Luftabscheider (50) angeordneten Filter (40) um einen vorgegebenen Mindestvolumenprozentsatz des Filters (40) von Wasser befreit hat, und wobei, wenn die Luftmasse in dem Luftabscheider (50) den Filter (40) um weniger als den vorgegebenen Mindestvolumenprozentsatz des Filters (40) von Wasser befreit hat, Wasser aus dem Filter (40) mittels der Wasserpumpe (20) abgesaugt wird.
10. Wasserdirekteinspritzungssystem (10) zum Einspritzen eines Wasser-Brennstoff-Gemisches in einen Brennraum eines Motors (80) eines Kraftfahrzeugs, wobei das Wasserdirekteinspritzungssystem (10) folgendes umfasst:
 - einen Luftabscheider (50),
 - eine Wasserpumpe (20) zum Fördern von Wasser in den Luftabscheider (50),
 - eine Wasservolumenbestimmungsvorrichtung (92) zum Bestimmen des von der Wasserpumpe (20) geförderten Wasservolumens,
 - eine Hochdruckpumpe (70) zum Zuführen des Wasser-Brennstoff-Gemisches

zu einem Hochdruckinjektor zum Einspritzen des Wasser-Brennstoff-Gemisches in den Brennraum, und
eine Luftmassenbestimmungsvorrichtung (94) zum Bestimmen einer in dem Luftabscheider (50) vorhandenen Luftmasse auf Grundlage des von der Wasserpumpe (20) geförderten Wasservolumens,
wobei der Luftabscheider (50) zwischen der Wasserpumpe (20) und der Hochdruckpumpe (70) angeordnet ist.

11. Wasserdirekteinspritzungssystem (10) nach Anspruch 10, wobei
die Luftmassenbestimmungsvorrichtung (94) zum Bestimmen des während des Erhöhens des Drucks des Wassers mittels der Wasserpumpe (20) von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert durch die Wasserpumpe (20) geförderten Wasservolumens auf Grundlage der für das Erhöhen des Drucks des Wassers von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert benötigten Zeitdauer ausgebildet ist.
12. Wasserdirekteinspritzungssystem (10) nach Anspruch 10 oder 11, wobei
die Luftmassenbestimmungsvorrichtung (94) zum Bestimmen des während des Erhöhens des Drucks des Wassers mittels der Wasserpumpe (20) von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert durch die Wasserpumpe (20) geförderten Wasservolumens auf Grundlage der Anzahl an Pumpzyklen der Wasserpumpe (20) beim Erhöhen des Drucks des Wassers von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert ausgebildet ist.
13. Wasserdirekteinspritzungssystem (10) nach einem der Ansprüche 10-12, wobei
die Luftmassenbestimmungsvorrichtung (94) zum Bestimmen des während des Erhöhens des Drucks des Wassers mittels der Wasserpumpe (20) von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert durch die Wasserpumpe (20) geförderten Wasservolumens auf Grundlage der Zeitdauer des Betriebs der Wasserpumpe (20) beim Erhöhen des Drucks von dem ersten Druckwert auf den zweiten Druckwert ausgebildet ist.

14. Wasserdirekteinspritzungssystem (10) nach einem der Ansprüche 10-13, ferner umfassend einen Filter (40), der zwischen der Wasserpumpe (20) und dem Luftabscheider (50) derart angeordnet ist, dass Luftblasen aus dem Filter (40) in den Luftabscheider (50) aufsteigen können.
15. Wasserdirekteinspritzungssystem (10) nach einem der Ansprüche 10-14, ferner umfassend einen Filter (40), der zwischen der Wasserpumpe (20) und dem Luftabscheider (50) angeordnet ist, wobei das Wasserdirekteinspritzungssystem (10) derart ausgebildet ist, dass die Luftmasse in dem Luftabscheider (50) auf einen derartigen Luftmassenwert einstellbar ist, dass beim Einbringen des Wasser-Brennstoff-Gemisches in den Brennraum des Motors (80) keine Luft in die Hochdruckpumpe (70) gelangt und bei dem Ausschalten des Motors (80) des Kraftfahrzeugs die Luftmasse in dem Luftabscheider (50) Wasser aus dem Filter (40) zumindest teilweise in Richtung der Wasserpumpe (20) herausdrückt, insbesondere derart herausdrückt, dass nach dem Herausdrücken des Wassers aus dem Filter (40) durch die Luftmasse in dem Luftabscheider (50) mindestens 30 Volumenprozent des Filters (40) von Wasser befreit ist.
16. Kraftfahrzeug mit einem Wasserdirekteinspritzungssystem (10) nach einem der Ansprüche 10-15.

1/1

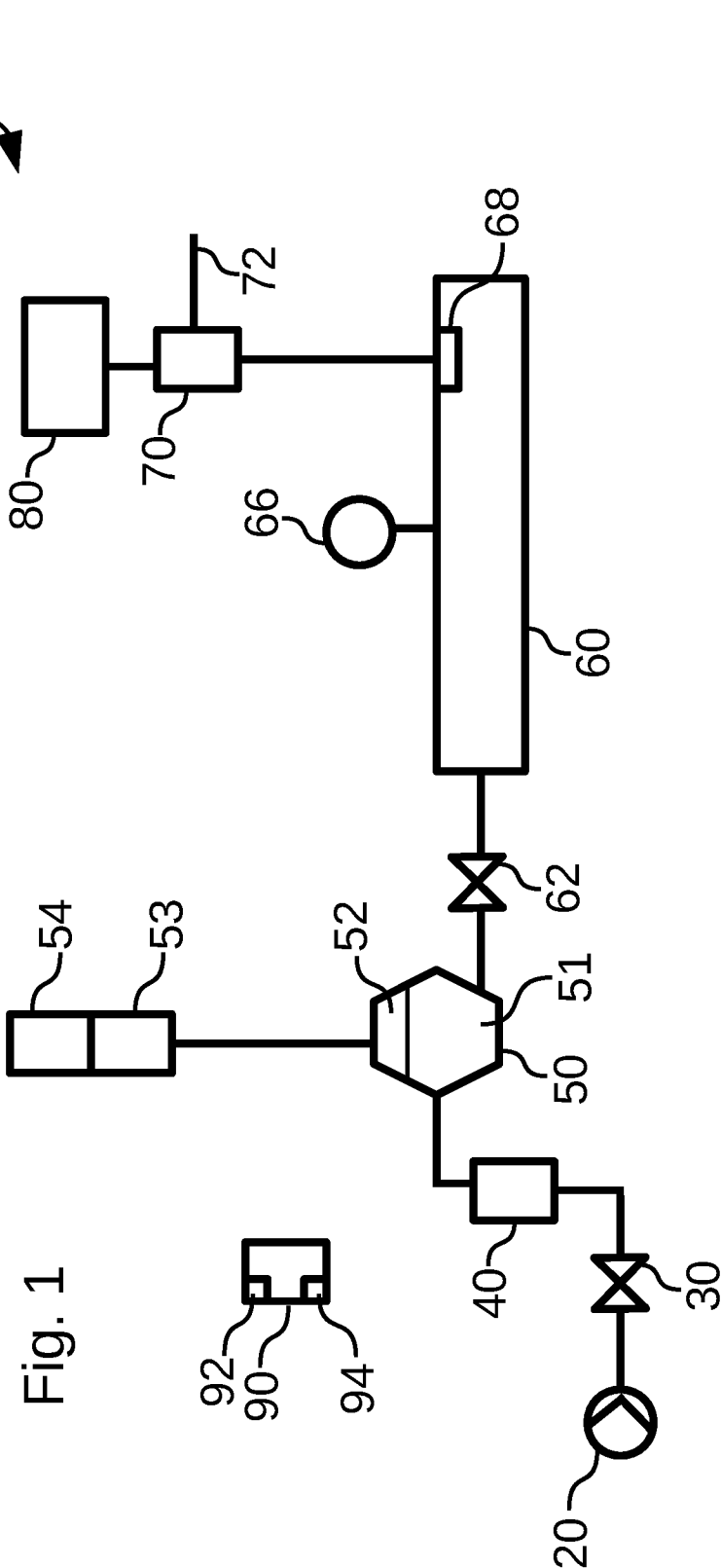


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/064437

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D 41/00(2006.01)i; **F02D 19/12**(2006.01)i; **F02D 41/22**(2006.01)i; **F02M 25/022**(2006.01)i; **F02M 37/20**(2006.01)i; **F02B 47/02**(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)

F02D; F02M; F02B

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 4011422 A1 (FEV MOTORENTECH GMBH & CO KG [DE]) 10 October 1991 (1991-10-10) abstract; claim 1; figure 1 column 1, line 67 - column 2, line 21 column 2, line 36 - column 3, line 46	1-16
A	DE 3219499 A1 (FROEHLICH J W MASCHF [DE]) 26 May 1983 (1983-05-26) abstract; claim 1; figure 1 page 6, line 1 - page 8, line 23	1-16
A	DE 2744737 A1 (DAIMLER BENZ AG) 19 April 1979 (1979-04-19) page 5, line 12 - page 7, line 4	1-16
A	DE 102014222463 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 04 May 2016 (2016-05-04) abstract; claims 1,5,6; figure 1 paragraph [0013] - paragraph [0015] paragraph [0022] - paragraph [0023]	1-16



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

05 August 2020

Date of mailing of the international search report

27 August 2020

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

Van der Staay, Frank

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/064437**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102016216235 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 01 March 2018 (2018-03-01) abstract; claim 1; figure 1 paragraph [0018] paragraph [0030] - paragraph [0033]	1-16
A	WO 2016177544 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 10 November 2016 (2016-11-10) abstract; claim 1; figure 1 page 7, line 7 - page 8, line 17	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/064437

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	4011422	A1	10 October 1991	DE	4011422	A1	10 October 1991
				FR	2660753	A1	11 October 1991
				US	5203822	A	20 April 1993
DE	3219499	A1	26 May 1983	NONE			
DE	2744737	A1	19 April 1979	NONE			
DE	102014222463	A1	04 May 2016	NONE			
DE	102016216235	A1	01 March 2018	CN	109312691	A	05 February 2019
				DE	102016216235	A1	01 March 2018
				US	2019178208	A1	13 June 2019
				WO	2018041469	A1	08 March 2018
WO	2016177544	A1	10 November 2016	CN	107580654	A	12 January 2018
				DE	102015208509	A1	10 November 2016
				EP	3292288	A1	14 March 2018
				US	2018112632	A1	26 April 2018
				WO	2016177544	A1	10 November 2016

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	F02D41/00 F02B47/02	F02D19/12 F02D41/22 F02M25/022 F02M37/20
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F02D F02M F02B		
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, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 40 11 422 A1 (FEV MOTORENTECH GMBH & CO KG [DE]) 10. Oktober 1991 (1991-10-10) Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildung 1 Spalte 1, Zeile 67 - Spalte 2, Zeile 21 Spalte 2, Zeile 36 - Spalte 3, Zeile 46 -----	1-16
A	DE 32 19 499 A1 (FROEHLICH J W MASCHF [DE]) 26. Mai 1983 (1983-05-26) Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildung 1 Seite 6, Zeile 1 - Seite 8, Zeile 23 -----	1-16
A	DE 27 44 737 A1 (DAIMLER BENZ AG) 19. April 1979 (1979-04-19) Seite 5, Zeile 12 - Seite 7, Zeile 4 ----- -/-	1-16
☒ 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 5. August 2020		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 27/08/2020
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 Van der Staay, Frank

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 2014 222463 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 4. Mai 2016 (2016-05-04) Zusammenfassung; Ansprüche 1,5,6; Abbildung 1 Absatz [0013] - Absatz [0015] Absatz [0022] - Absatz [0023] -----	1-16
A	DE 10 2016 216235 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 1. März 2018 (2018-03-01) Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildung 1 Absatz [0018] Absatz [0030] - Absatz [0033] -----	1-16
A	WO 2016/177544 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 10. November 2016 (2016-11-10) Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildung 1 Seite 7, Zeile 7 - Seite 8, Zeile 17 -----	1-16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/064437

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4011422	A1	10-10-1991	DE 4011422 A1 10-10-1991
			FR 2660753 A1 11-10-1991
			US 5203822 A 20-04-1993
DE 3219499	A1	26-05-1983	KEINE
DE 2744737	A1	19-04-1979	KEINE
DE 102014222463	A1	04-05-2016	KEINE
DE 102016216235	A1	01-03-2018	CN 109312691 A 05-02-2019
			DE 102016216235 A1 01-03-2018
			US 2019178208 A1 13-06-2019
			WO 2018041469 A1 08-03-2018
WO 2016177544	A1	10-11-2016	CN 107580654 A 12-01-2018
			DE 102015208509 A1 10-11-2016
			EP 3292288 A1 14-03-2018
			US 2018112632 A1 26-04-2018
			WO 2016177544 A1 10-11-2016