

(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
26. Dezember 2019 (26.12.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/243003 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02M 43/02 (2006.01) F02M 53/04 (2006.01)
F02M 25/022 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/063730

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Mai 2019 (28.05.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 209 984.7
20. Juni 2018 (20.06.2018) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Post-
fach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **GLADEL, Pascal**; Aalstrasse 13, 70378 Stutt-
gart (DE). **SCHENK, Peter**; Gegen Eich 17/2, 71640 Lud-
wigsburg (DE).

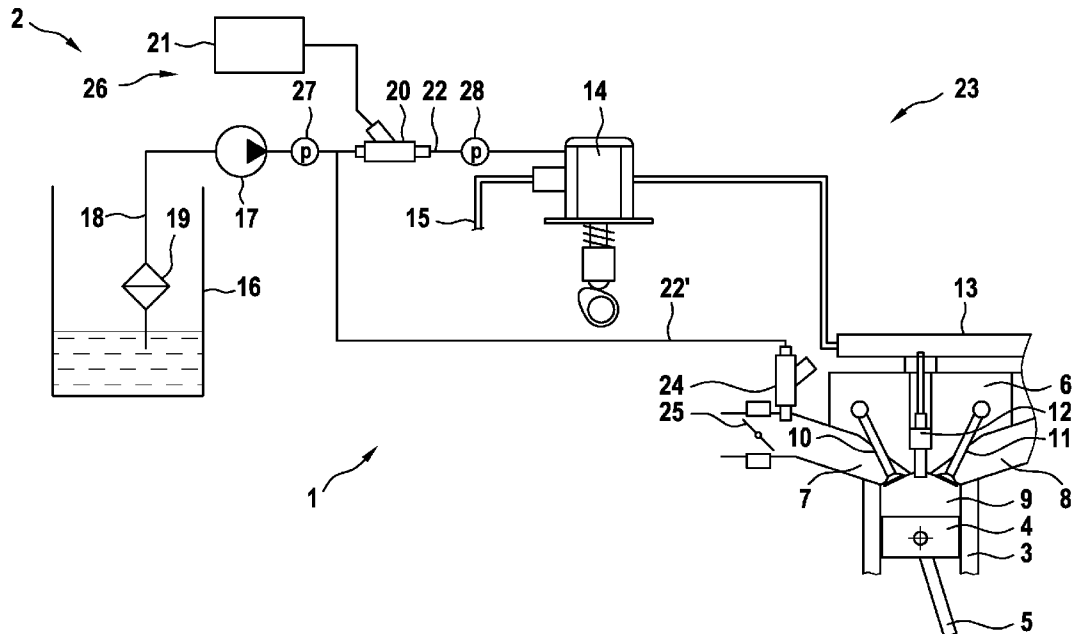
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
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, 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,

(54) Title: COOLING SYSTEM FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE, AND OPERATING METHOD

(54) Bezeichnung: KÜHLSYSTEM FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE, VERFAHREN ZUM BETREIBEN

Fig. 1



(57) **Abstract:** The invention relates to a cooling system (2) for an internal combustion engine (1), particularly a motor vehicle, comprising at least one fuel injection valve (12) associated with the internal combustion engine (1), at least one high-pressure pump (14) mounted upstream of the injection valve (12), for delivering the fuel to the injection valve (12), and a water injection device (23) which comprises a dosing valve (20) mounted upstream of the high-pressure pump (14), for dosing water into the fuel. According to the invention, a sensor device (26) for detecting the water pressure upstream and downstream of the dosing valve (20) is associated with the dosing valve (20), in order to determine a quantity of water delivered through the dosing valve (20).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Kühlsystem (2) für eine Brennkraftmaschine (1), insbesondere eines Kraftfahr-

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)

zeugs, mit zumindest einem der Brennkraftmaschine (1) zugeordneten Einspritzventil (12) für Kraftstoff, mit mindestens einer der Einspritzventil (12) vorgeschalteten Hochdruckpumpe (14) zum Fördern des Kraftstoffs zu dem Einspritzventil (12) und mit einer Wassereinspritzeinrichtung (23), die ein der Hochdruckpumpe (14) vorgeschaltetes Dosierventil (20) zum Zudosieren von Wasser in den Kraftstoff aufweist. Es ist vorgesehen, dass dem Dosierventil (20) eine Sensoreinrichtung (26) zum Erfassen des Wasserdrucks stromaufwärts und stromabwärts des Dosierventils (20) zugeordnet ist, um eine durch das Dosierventil (20) geförderte Wassermenge zu ermitteln.

5 Beschreibung

Titel

Kühlsystem für eine Brennkraftmaschine, Verfahren zum Betreiben

10 Die Erfindung betrifft ein Kühlsystem für eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit zumindest einem der Brennkraftmaschine zugeordneten Einspritzventil für Kraftstoff, mit mindestens einer den Einspritzventil vorgeschalteten Hochdruckpumpe zum Fördern des Kraftstoffs zu dem Einspritzventil und mit einer Wassereinspritzeinrichtung, die ein der
15 Hochdruckpumpe vorgeschaltetes Dosierventil zum Zudosieren von Wasser in den Kraftstoff aufweist.

Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines derartigen Kühlsystems.

20

Stand der Technik

Kühlsysteme und Verfahren der eingangs genannten Art sind aus dem Stand der Technik bekannt. Die Anforderungen an Brennkraftmaschinen von Kraftfahrzeugen in Bezug auf deren Schadstoffemissionen nehmen weiter zu.
25 Insbesondere die CO₂-Emissionen sollen weiter reduziert werden, weswegen die Brennkraftmaschinen bezüglich ihres Verbrauchs zunehmend optimiert werden. Hierzu ist es zum Beispiel bekannt, die Verdichtung der Frischluft zu erhöhen, mittels eines Turboladers oder Abgasturboladers. In Betriebspunkten mit hoher Last können derartige Brennkraftmaschinen jedoch nicht im optimalen
30 Betriebspunkt hinsichtlich ihres Verbrauchs betrieben werden, weil der Betrieb sowohl durch die Klopfneigung als auch durch die hohen Abgastemperaturen der Brennkraftmaschine begrenzt ist. Eine Maßnahme zum Verringern der Klopfneigung ist es, einen Zündwinkel nach spät zu verstellen, wodurch bei
35 gleicher angeforderter Leistung der Brennkraftmaschine der Kraftstoffverbrauch

steigt. Zur Reduzierung der Abgastemperaturen ist es außerdem bekannt, eine Anfettung des Gemischs durch eine erhöhte Kraftstoffmenge durchzuführen, was ebenfalls den Kraftstoffverbrauch erhöht.

5 Außerdem ist es bekannt, zur Reduzierung der Klopfneigung und zur Senkung der Abgastemperaturen Wasser dem Verbrennungsgemisch zuzufügen. Dazu ist es bekannt, Wasser entweder direkt in einem Brennraum einzuspritzen oder in den Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine. Wird das Wasser direkt in den Brennraum eingespritzt, so wird es üblicherweise dem Kraftstoff stromaufwärts
10 eines dem Brennraum zugeordneten Einspritzventils dem Kraftstoff zugemischt. Üblicherweise wird der Kraftstoff mittels einer Hochdruckpumpe in den oder die Brennräume der Brennkraftmaschine gefördert. Um eine einfache Vermischung des Wassers mit dem Kraftstoff zu gewährleisten, wird das Wasser der Hochdruckpumpe zugeführt, sodass durch die Hochdruckpumpe eine
15 Vermischung von Kraftstoff und Wasser erfolgt, bevor dieses Gemisch durch das Einspritzventil der Brennkammer zugeführt wird.

Durch eine Drehzahlvariation der Hochdruckpumpe und/oder einen mechanischen oder elektrisch betätigten Druckregler oder Druckbegrenzer ist
20 eine Druckregelung der Wasserzufuhr und damit eine Regelung der Wassermenge gewährleistet.

Offenbarung der Erfindung

25 Das erfindungsgemäße Kühlsystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass die Zumessgenauigkeit der Wassereinspritzung durch den Einsatz einer vorteilhaften Sensoreinrichtung erhöht und ein Fehlverhalten einfach diagnostiziert wird. Erfindungsgemäß ist hierzu vorgesehen, dass dem Dosierventil eine Sensoreinrichtung zum Erfassen des Wasserdrucks
30 stromaufwärts und stromabwärts des Dosierventils zugeordnet ist, um eine durch das Dosierventil geförderte Wassermenge zu ermitteln oder zu überwachen. Hierdurch ist die Wirkweise der Wassereinspritzung beziehungsweise deren Einfluss auf die Gemischbildung in hohem Maße genau erfassbar und dadurch die Wassereinspritzung optimal einstellbar, sodass die zugemischte
35 Wassermenge genauer bestimmt und geregelt werden kann und insbesondere

Toleranzen des Dosierventils einfach ausgeglichen werden können. Zusätzlich ist aufgrund des Erfassens des Wasserdrucks vor und nach dem Dosierventil in Strömungsrichtung gesehen eine einfache Diagnose des Dosierventils möglich, so kann einfach in Abhängigkeit der erfassten Druckwerte auf eine Fehlfunktion des Dosierventils geschlossen werden. Hierdurch ist beispielsweise auch eine Alterung des Dosierventils erfassbar.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die Sensoreinrichtung einen zu dem Dosierventil stromaufwärts angeordneten ersten Drucksensor und einen zu dem Dosierventil stromabwärts angeordneten zweiten Drucksensor auf. Durch die zwei separaten Drucksensoren sind die Druckwerte vor und nach dem Dosierventil beziehungsweise stromaufwärts und stromabwärts des Dosierventils einfach und sicher erfassbar. Durch eine geeignete Auswertelogik wird in Abhängigkeit der erfassten Druckwerte die durch das Dosierventil geförderte Wassermenge bestimmt.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform der Erfindung ist bevorzugt vorgesehen, dass die Sensoreinrichtung einen Differenzdrucksensor aufweist, der stromaufwärts des Dosierventils und stromabwärts des Dosierventils mit einer zu der Hochdruckpumpe führenden Wasserleitung verbunden ist. Hier ergibt sich der Vorteil, dass nur ein Sensorelement notwendig ist, um das Verhältnis des Wasserdrucks stromaufwärts des Dosierventils zu dem Wasserdruck stromabwärts des Dosierventils zu erfassen. Dadurch wird Bauraum gespart. Das Vorsehen der zwei separaten Sensoren hat hingegen den Vorteil einer Ausfallsicherheit, weil auch bei Ausfall eines der Sensoren ein Weiterbetrieb des Kühlsystems zumindest in einem Notlaufbetrieb gewährleistet werden kann.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Hochdruckpumpe zumindest ein Kraftstoffdrucksensor zugeordnet, welcher den Kraftstoffdruck überwacht. So ist die genaue Bestimmung der dosierten Wassermenge in Abhängigkeit des Kraftstoffdrucks möglich und mechanische Toleranzen oder Toleranzen aus dem Öffnungsverhalten des Dosierventils können adaptiert und ausgeglichen werden. Dabei ist eine genauere und effizientere Nutzung der Wassereinspritzung möglich als bisher.

Bevorzugt ist der Kraftstoffdrucksensor der Hochdruckpumpe vorgeschaltet, um den Förderdruck des Kraftstoffs, der der Hochdruckpumpe zugeführt wird, zu überwachen, sodass in Abhängigkeit von dem erfassten Kraftstoffdruck das Dosierventil optimal ansteuerbar ist, um durch die Hochdruckpumpe ein vorteilhaftes Kraftstoff-Wasser-Gemisch einzustellen. Der Hochdruckpumpe ist somit bevorzugt eine Niederdruckpumpe vorgeschaltet, welchen den Kraftstoff insbesondere aus dem Kraftstofftank ansaugt und der Hochdruckpumpe zuführt. Weil das Wasser durch das Einspritzventil des Kraftstoffsystems in die Brennkammer eingespritzt wird, werden vorliegend das Einspritzventil und die Hochdruckpumpe dem Kühlsystem zugeordnet.

Weiterhin weist das Kühlsystem bevorzugt ein Steuergerät auf, das speziell dazu hergerichtet ist, eine Öffnungszeit des Dosierventils in Abhängigkeit von den von der Sensoreinrichtung erfassten Druckwerten zu korrigieren. So werden beispielsweise Öffnungszeiten mit zunehmender Alterung des Dosierventils reduziert und/oder Montage oder Fertigungstoleranzen ausgeglichen, um eine Ist-Wassermenge an eine Soll-Wassermenge, die zur Kühlung der Brennkraftmaschine angefordert wird, anzupassen.

Insbesondere ist das Steuergerät dazu ausgebildet, das untenstehende Verfahren durchzuführen.

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 7 zeichnet sich dadurch aus, dass ein Wasserdruck stromaufwärts des Dosierventils und ein Wasserdruck stromabwärts des Dosierventils erfasst und in Abhängigkeit von den erfassten Druckwerten eine durch das Dosierventil geförderte Wassermenge ermittelt wird. Es ergeben sich hierdurch die bereits genannten Vorteile.

Weiterhin ist bevorzugt vorgesehen, dass in Abhängigkeit von der ermittelten Wassermenge eine Öffnungszeit des Dosierventils variiert wird, sodass die ermittelte Wassermenge einer Soll-Wassermenge entspricht.

Weiterhin ist bevorzugt vorgesehen, dass ein Kraftstoffdruckwert bei der Ermittlung der Wassermenge des Dosierventils berücksichtigt wird. Insbesondere

wird, wie vorstehend bereits beschrieben, der Kraftstoffdruck stromaufwärts der Hochdruckpumpe überwacht, um eine optimale Anpassung der Wassermenge zu gewährleisten.

5 Weiterhin ist bevorzugt vorgesehen, dass der Druckverlauf des Wassers vor und/oder nach dem Dosierventil zum Erfassen von Fehlfunktionen des Dosierventils überwacht wird. Durch das Erfassen der Druckverläufe vor und nach dem Dosierventil in Abhängigkeit von bekannten Steuerzeiten können unplausible Verzugszeiten, ein dauerhaft geschlossenes oder ein dauerhaft
10 geöffnetes Dosierventil einfach erkannt werden. Damit ist ein robustes Kühlsystem geschaffen.

Weitere Vorteile und bevorzugte Merkmale und Merkmalskombinationen ergeben sich aus dem zuvor Beschriebenen sowie aus den Ansprüchen. Im Folgenden
15 soll die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert werden. Dazu zeigen

Figur 1 ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel eines Kühlsystems einer Brennkraftmaschine in einer vereinfachten Darstellung und

20 Figur 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel des Kühlsystems aus Figur 1.

Figur 1 zeigt in einer vereinfachten Darstellung eine Brennkraftmaschine 1 mit einem vorteilhaften Kühlsystem 2. Die Brennkraftmaschine 1 weist mehrere Zylinder 3 auf, in welchen jeweils ein Kolben 4 längsverschieblich gelagert und mit einer Kurbelwelle durch ein Pleuelgestänge 5 gekoppelt ist. Der jeweilige
25 Zylinder 3 ist durch einen Zylinderkopf 6 verschlossen, durch welchen ein Einlasskanal 7 und ein Auslasskanal 8 in die jeweils durch Zylinder 3, Zylinderkopf 6 und Kolben 4 gebildete Brennkammer 9 mündet. Dem Einlasskanal 7 und dem Auslasskanal 8 ist jeweils ein betätigbares Einlassventil
30 10 beziehungsweise Auslassventil 11 zugeordnet. Außerdem weist der Zylinderkopf 6 jedem der Zylinder 3 zugeordnet jeweils ein Einspritzventil 12 auf, das gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel mit einem Hochdruckrail 13 zur Kraftstoffeinspritzung verbunden ist. Dem Hochdruckrail 13 ist eine Hochdruckpumpe 14 vorgeschaltet. Die Hochdruckpumpe 14 ist saugseitig durch
35 eine Leitung 15 mit einem Niederdruckkraftstoffs system verbunden, das hier nicht

näher dargestellt ist. Das Niederdruckkraftstoffsystem weist eine Niederdruckpumpe auf, mittels welcher der Kraftstoff aus einem Kraftstofftank gefördert, insbesondere angesaugt und der Hochdruckpumpe 14 zugeführt wird. Die Hochdruckpumpe 14 wird dabei insbesondere durch einen mit der Brennkraftmaschine 1 mechanisch gekoppelten Nockenrieb angetrieben, wie in Figur 1 vereinfacht dargestellt.

Das Kühlsystem 2 weist einen eigenen Tank 16 auf, in welchem Wasser als Kühlmittel aufbewahrt wird. Dem Tank 16 ist eine Wasserpumpe 17 zugeordnet, die saugseitig durch eine Leitung 18 und optional einen Filter 19 mit dem Tank 16 verbunden ist, um Wasser aus dem Tank anzusaugen und dem Brennraum 9 beziehungsweise den Brennräumen 9 zuzuführen. Dazu ist die Wasserpumpe 17 druckseitig mit einem Dosierventil 20 verbunden, das durch ein Steuergerät 21 betätigbar ist. Das Dosierventil 20 ist in einer Wasserleitung 22 angeordnet, die von der Wasserpumpe 17 zu der Hochdruckpumpe 14 führt. Das von der Wasserpumpe durch das Dosierventil 20 der Hochdruckpumpe 14 zugeführte Wasser aus dem Tank 16 wird somit zusammen mit dem Kraftstoff durch das jeweilige Einspritzventil 12 in die jeweilige Brennkammer 9 eingespritzt, sodass die Verbrennungstemperatur reduziert und dadurch die Klopfneigung verringert und auch die Abgastemperaturen reduziert werden. Der Tank 16, die Wasserpumpe 17, das Dosierventil 20 und die Hochdruckpumpe 14 zusammen mit dem Einspritzventil 12 bilden somit ein vorteilhaftes Wassereinspritzsystem 23 des Kühlsystems 2 beziehungsweise der Brennkraftmaschine 1.

Optional führt von der Wasserleitung 22 stromaufwärts des Dosierventils 20 eine Bypass-Leitung 22' ab, die einem Wassereinspritzventil 24 zugeführt ist, mittels dessen das Wasser in den Einlasskanal 7 stromaufwärts des Zylinders 3 insbesondere stromabwärts einer Drosselklappe 25 einspritzbar ist.

Das Kühlsystem 2 weist weiterhin eine vorteilhafte Sensoreinrichtung 26 auf, mittels welcher der Druck des Wassers in der Wasserleitung 22 stromaufwärts des Dosierventils 20 und stromabwärts des Dosierventils 20 erfassbar ist. Gemäß dem Ausführungsbeispiel von Figur 1 weist die Sensoreinrichtung 26 einen ersten Drucksensor 27 auf, der zwischen der Wasserpumpe 17 und dem Dosierventil 20 in der Wasserleitung 22 angeordnet ist, sowie einen zweiten

Drucksensor 28, der zwischen Dosierventil 20 und Hochdruckpumpe 14 angeordnet ist. Die Sensoren 27, 28 sind ebenfalls mit dem Steuergerät 21 signaltechnisch verbunden. In Abhängigkeit der erfassten Druckwerte der Drucksensoren 27 und 28 wird die durch das Dosierventil 20 geförderte Wassermenge überwacht. In Kenntnis der geförderten Wassermenge kann im Vergleich mit einer erwarteten beziehungsweise Ist-Wassermenge bestimmt werden, ob das Dosierventil 20 ordnungsgemäß funktioniert, und ob aufgrund von Fertigungstoleranzen oder Alterungserscheinungen die Öffnungszeiten des Dosierventils angepasst werden müssen, um die Ist-Wassermenge an die Soll-Wassermenge anzupassen. Hierzu vergleicht das Steuergerät 21 die Druckwerte und die sich daraus ergebende Wassermenge mit der Soll-Wassermenge und beeinflusst beziehungsweise variiert die Ansteuerung des Dosierventils 20 entsprechend, um eine optimale Kühlung der Brennkraftmaschine 1 beziehungsweise einen optimalen Betrieb der Brennkraftmaschine 1 zu gewährleisten.

Figur 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel des Kühlsystems 1 in einer vereinfachten Darstellung, wobei aus Figur 1 bereits bekannte Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen sind und insofern auf die obenstehende Beschreibung verwiesen wird. Im Folgenden soll im Wesentlichen nur auf die Unterschiede eingegangen werden.

Im Unterschied zu dem vorhergehenden Ausführungsbeispiel ist gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel vorgesehen, dass die Sensoreinrichtung 26 einen Differenzdrucksensor 29 aufweist, der stromaufwärts und stromabwärts des Dosierventils 20 mit der Wasserleitung 22 verbunden ist, um in Abhängigkeit des erfassten Differenzdrucks, der sich aus dem Druckverhältnis vor und nach dem Dosierventil 20 ergibt, die durch das Dosierventil 20 geförderte Wassermenge zu überwachen. Der Differenzdrucksensor 29 überwacht den Druckverlauf vor und nach dem Dosierventil 20 und kann damit abhängig von der Öffnungsdauer die Wassermenge ermitteln, die in die Hochdruckpumpe 14 eingeleitet wird.

Für beide Ausführungsbeispiele gilt, dass optional ein Druck aus dem Kraftstoffsystem mittels eines hier nicht dargestellten Kraftstoffdrucksensors ermittelt wird, sodass die genaue Bestimmung der dosierten Wassermenge

mögliche mechanische Toleranzen oder Toleranzen aus dem Öffnungsverhalten des Dosierventils 20 adaptiert und ausgeglichen werden können.

5 Darüber hinaus können die Druckverläufe vor und nach dem Dosierventil zur Diagnose dieser Komponente genutzt werden. Die Ansteuerzeiten sind aus dem Steuergerät 21 bekannt, sodass unplausible Verzugszeiten, ein dauerhaft geschlossenes oder ein dauerhaft geöffnetes Dosierventil 20 einfach aus den Druckverläufen erkannt werden können. Hierdurch ist ein besonders robustes Kühlsystem 2 zur Wasserdirekteinspritzung geboten.

10 Durch die Überwachung der Wassermenge ist es möglich, die Zumessmenge des Wassers zur Kühlung der Brennkraftmaschine 1 genau zu bestimmen und zu regeln, um die Kopfneigung der Brennkraftmaschine 1 sowie die Temperatur der Abgasemissionen zu reduzieren.

5 Ansprüche

1. K hlssystem (2) für eine Brennkraftmaschine (1), insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit zumindest einem der Brennkraftmaschine (1) zugeordneten Einspritzventil (12) für Kraftstoff, mit mindestens einer der Einspritzventil (12) vorgeschalteten Hochdruckpumpe (14) zum Fördern des Kraftstoffs zu dem Einspritzventil (12) und mit einer Wassereinspritzeinrichtung (23), die ein der Hochdruckpumpe (14) vorgeschaltetes Dosierventil (20) zum Zudosieren von Wasser in den Kraftstoff aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Dosierventil (20) eine Sensoreinrichtung (26) zum Erfassen des Wasserdrucks stromaufwärts und stromabwärts des Dosierventils (20) zugeordnet ist, um eine durch das Dosierventil (20) geförderte Wassermenge zu ermitteln.
2. K hlssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoreinrichtung (26) einen zu dem Dosierventil (20) stromaufwärts angeordneten ersten Drucksensor (27) und einen zu dem Dosierventil (20) stromabwärts angeordneten zweiten Drucksensor (28) aufweist.
3. K hlssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoreinrichtung (26) einen Differenzdrucksensor (29) aufweist, der stromaufwärts des Dosierventils (20) und stromabwärts des Dosierventils (20) mit einer durch das Dosierventil (20) führenden zu der Hochdruckpumpe (14) führenden Wasserleitung (22) verbunden ist.
4. K hlssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hochdruckpumpe (14) zumindest eine Kraftstoffdrucksensor zugeordnet ist.
5. K hlssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kraftstoffdrucksensor der Hochdruckpumpe (14) nachgeschaltet ist.

6. K hlssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch ein Steuergerät (21), das speziell dazu hergerichtet ist,
eine Öffnungszeit des Dosierventils (20) in Abhängigkeit von dem von der
Sensoreinrichtung erfassten Druckwerten korrigiert wird.

7. Verfahren zum Betreiben eines Kühlsystems (2) einer
Brennkraftmaschine (1), insbesondere gemäß ein der Ansprüche 1 bis 6, das
zumindest ein der Brennkraftmaschine (1) zugeordnetes Einspritzventil (12) für
Kraftstoff, mindestens eine dem Einspritzventil (12) vorgeschaltete
Hochdruckpumpe (14) zum Fördern des Kraftstoffs zu dem Einspritzventil (12)
und eine Wassereinspritzeinrichtung (23), die ein der Hochdruckpumpe (14)
vorgeschaltetes Dosierventil (20) zum Zudosieren von Wasser in den Kraftstoff
aufweist, aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Wasserdruckwert
stromaufwärts des Dosierventils (20) und ein zweiter Wasserdruckwert
stromabwärts des Dosierventils (20) erfasst und in Abhängigkeit von den
erfassten Druckwerten eine durch das Dosierventil (20) geförderte Wassermenge
ermittelt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass in
Abhängigkeit von der ermittelten Wassermenge eine Öffnungszeit des
Dosierventils (20) variiert wird, sodass die ermittelte Wassermenge einer Soll-
Wassermenge entspricht.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch
gekennzeichnet**, dass ein Kraftstoffdruckwert bei der Ermittlung der
Wassermenge des Dosierventils (20) berücksichtigt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch
gekennzeichnet**, dass ein Druckverlauf des Wassers vor und/oder nach dem
Dosierventil (20) zum Erfassen von Fehlfunktionen überwacht wird.

Fig. 1

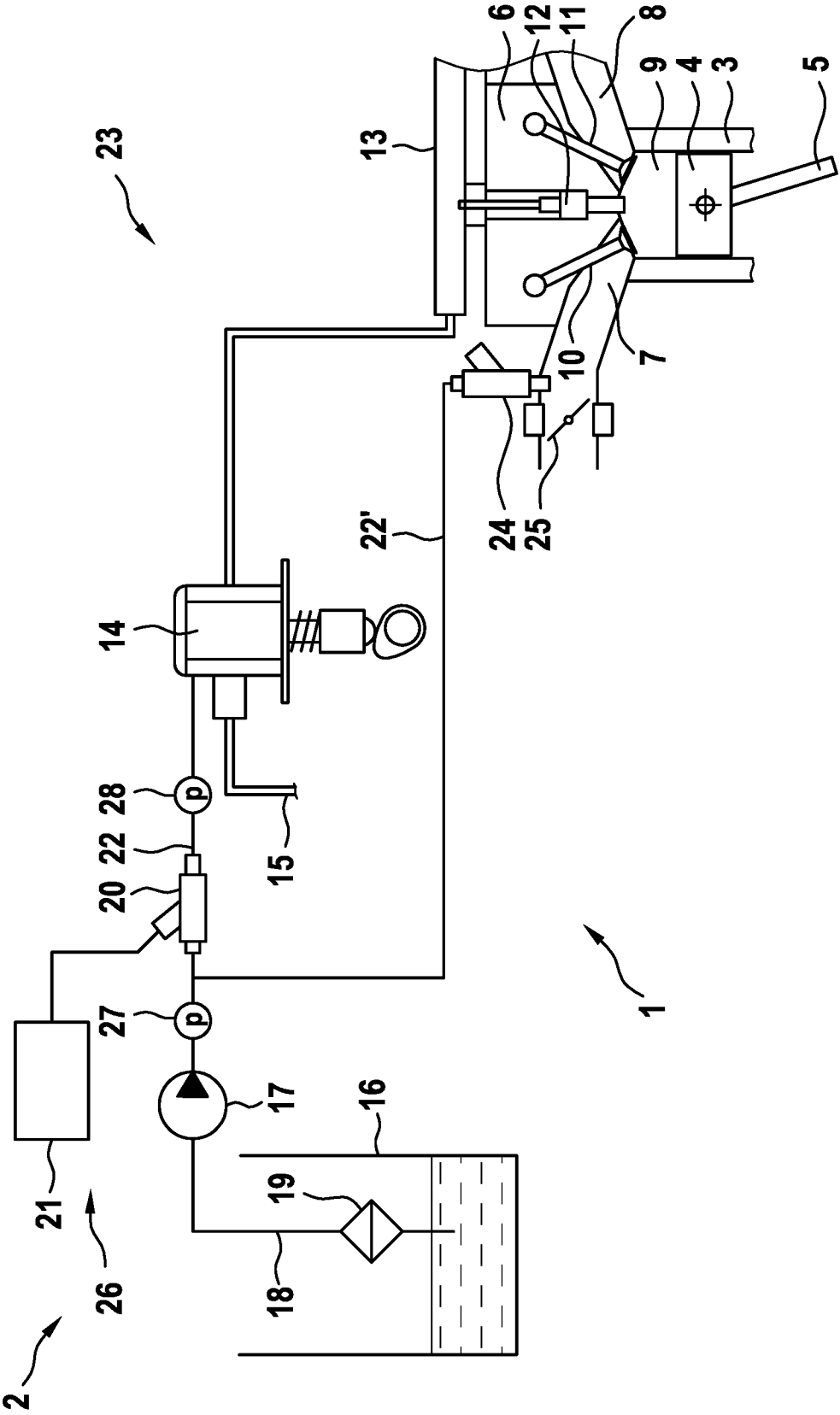
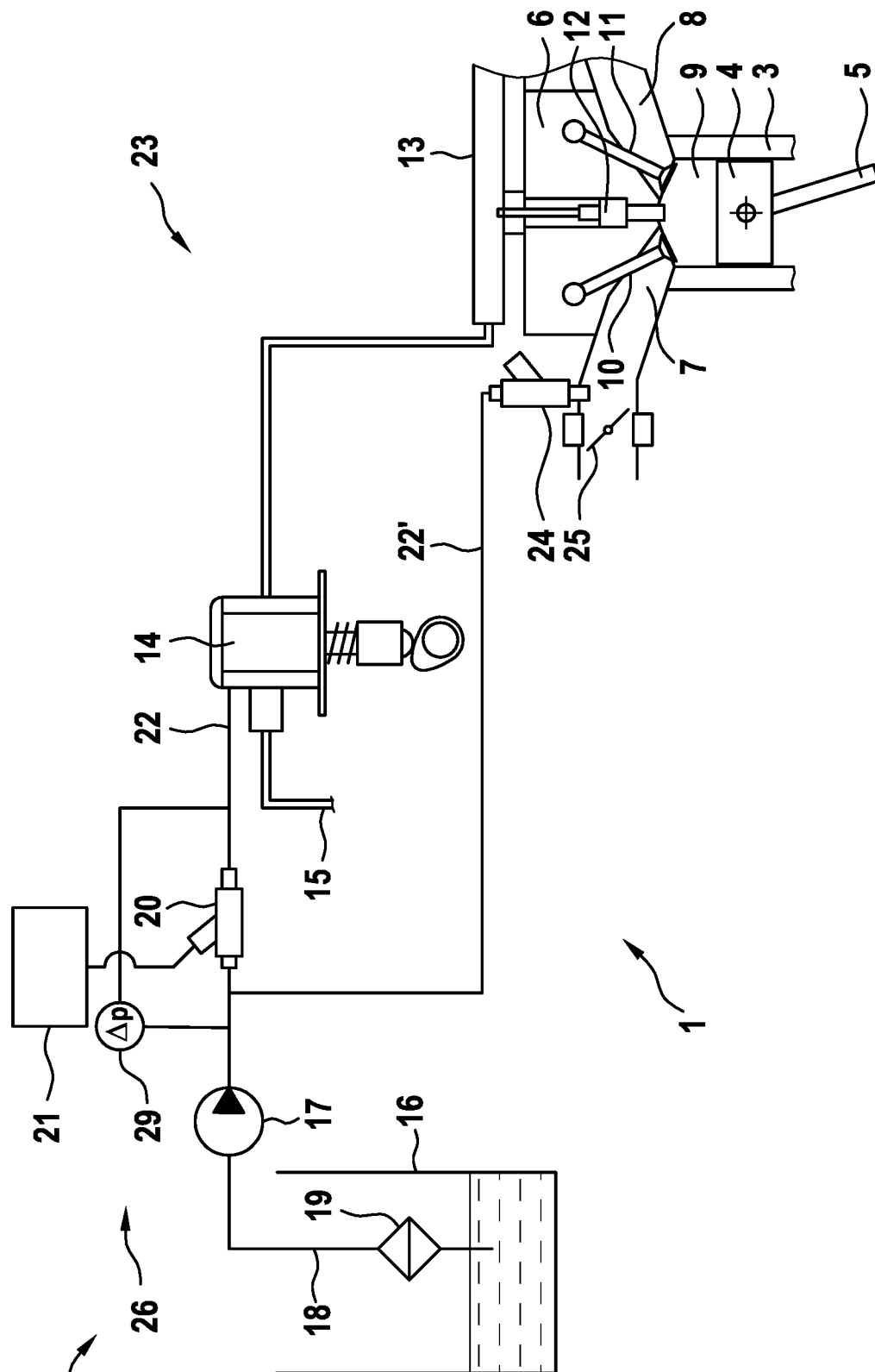


Fig. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/063730

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F02M 43/02**(2006.01)i; **F02M 25/022**(2006.01)i; **F02M 53/04**(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

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.
X	EP 2789839 A2 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 15 October 2014 (2014-10-15)	1-3,7
Y	paragraphs [0029] - [0031]; figures 1,2	4-6,8-10
Y	DE 102016000761 A1 (TANIEL ROMAN [DE]) 27 July 2017 (2017-07-27) figures 1-11	4-6,8-10
X	EP 3029301 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 08 June 2016 (2016-06-08) figure 1	1,7



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

16 July 2019

Date of mailing of the international search report

23 July 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

Morales Gonzalez, M

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/063730

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	2789839	A2	15 October 2014	DE	102013206102	A1	23 October 2014
				EP	2789839	A2	15 October 2014
DE	102016000761	A1	27 July 2017	DE	102016000761	A1	27 July 2017
				EP	3408528	A1	05 December 2018
				US	2019040820	A1	07 February 2019
				WO	2017129375	A1	03 August 2017
EP	3029301	A1	08 June 2016	DE	102014222471	A1	04 May 2016
				EP	3029301	A1	08 June 2016

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F02M43/02 F02M25/022 F02M53/04
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F02M

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.
X	EP 2 789 839 A2 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 15. Oktober 2014 (2014-10-15)	1-3,7
Y	Absätze [0029] - [0031]; Abbildungen 1,2 -----	4-6,8-10
Y	DE 10 2016 000761 A1 (TANIEL ROMAN [DE]) 27. Juli 2017 (2017-07-27) Abbildungen 1-11 -----	4-6,8-10
X	EP 3 029 301 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 8. Juni 2016 (2016-06-08) Abbildung 1 -----	1,7



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

16. Juli 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/07/2019

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

Morales Gonzalez, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/063730

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2789839 A2	15-10-2014	DE 102013206102 A1	23-10-2014
		EP 2789839 A2	15-10-2014

DE 102016000761 A1	27-07-2017	DE 102016000761 A1	27-07-2017
		EP 3408528 A1	05-12-2018
		US 2019040820 A1	07-02-2019
		WO 2017129375 A1	03-08-2017

EP 3029301 A1	08-06-2016	DE 102014222471 A1	04-05-2016
		EP 3029301 A1	08-06-2016
