

(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
28. November 2019 (28.11.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/224008 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02M 25/022 (2006.01) *F02M 43/00* (2006.01)
F02M 25/03 (2006.01) *F02D 41/30* (2006.01)
F02M 61/14 (2006.01) *F02D 41/40* (2006.01)
F02M 45/02 (2006.01) *F02M 69/04* (2006.01)
F02B 47/02 (2006.01) *F02D 19/12* (2006.01)
F02M 31/20 (2006.01) *F02D 41/00* (2006.01)

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

(72) Erfinder: **KERN, Wolfgang**; Schuchstr. 19, 81477 München (DE). **SALLMANN, Michael**; Preziosastrasse 15, 81927 München (DE). **SCHENK, Martin**; Oberschlesienstraße 17, 83024 Rosenheim (DE). **FISCHER, Philipp**; Viktor Scheffel Str. 15, 80803 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/061852

(22) Internationales Anmeldedatum: 08. Mai 2019 (08.05.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 208 000.3
22. Mai 2018 (22.05.2018) 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,

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE FOR A MOTOR VEHICLE, MORE PARTICULARLY A MOTOR CAR, AND METHOD FOR OPERATING SUCH AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG, INSBESONDERE FÜR EINEN KRAFTWAGEN, SOWIE VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER SOLCHEN VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE

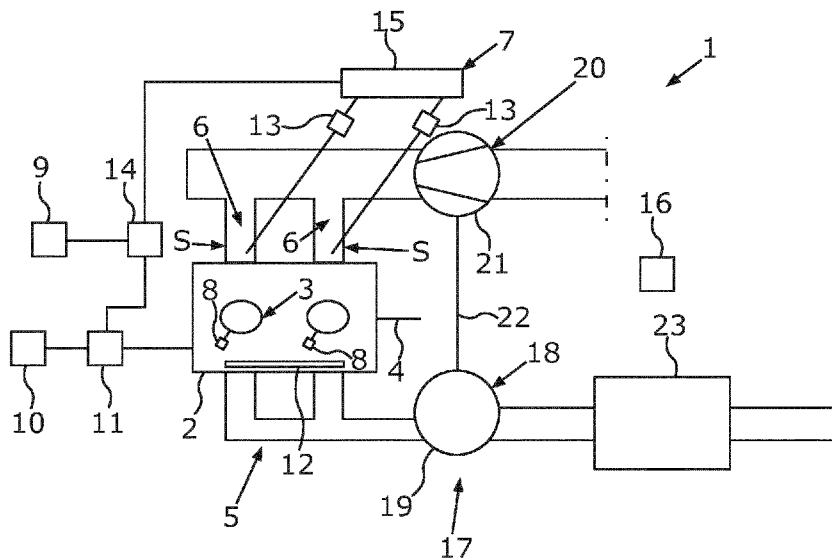


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an internal combustion engine (1), having a combustion chamber (3), an intake tract (6) through which air can flow, a first tank (9) for a liquid spark-ignition fuel, a second tank (10) for water, a mixing region (11), in which the spark-ignition fuel from the first tank (9) is to be mixed with the water from the second tank (10) thereby creating a mixture having the spark-ignition fuel and the water, an injection valve (8) which is allocated to the combustion chamber (3) and by means of which the mixture can be injected directly into the combustion chamber (3), and a second injection valve (13) which is allocated to the combustion



WO 2019/224008 A1

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, 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)

chamber (3) and provided in addition to the injection valve (8) and by means of which in relation to the water and the spark-injection fuel, only the spark-injection fuel from the first tank (9) can be injected at a location (S) upstream of the combustion chamber (3) into the intake tract (6) and thus into the air flowing through the intake tract (6).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Verbrennungskraftmaschine (1), mit einem Brennraum (3), mit einem von Luft durchströmbareren Einlasstrakt (6), mit einem ersten Tank (9) für einen flüssigen Ottokraftstoff, mit einem zweiten Tank (10) für Wasser, mit einem Mischbereich (11), in welchem unter Bildung eines den Ottokraftstoff und das Wasser aufweisenden Gemisches der Ottokraftstoff aus dem ersten Tank (9) mit dem Wasser aus dem zweiten Tank (10) zu mischen ist, mit einem dem Brennraum (3) zugeordneten Einspritzventil (8), mittels welchem das Gemisch direkt in den Brennraum (3) einspritzbar ist, und mit einem dem Brennraum (3) zugeordneten und zusätzlich zu dem Einspritzventil (8) vorgesehenen zweite Einspritzventil (13), mittels welchem bezogen auf das Wasser und den Ottokraftstoff ausschließlich der Ottokraftstoff aus dem ersten Tank (9) an einer stromauf des Brennraums (3) angeordneten Stelle (S) in den Einlasstrakt (6) und dadurch in die den Einlasstrakt (6) durchströmenden Luft einspritzbar ist.

Verbrennungskraftmaschine für ein Kraftfahrzeug, insbesondere für einen Kraftwagen, sowie Verfahren zum Betreiben einer solchen Verbrennungskraftmaschine

Die Erfindung betrifft eine Verbrennungskraftmaschine für ein Kraftfahrzeug, insbesondere für einen Kraftwagen, gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine für ein Kraftfahrzeug gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 5.

Eine solche Verbrennungskraftmaschine für ein Kraftfahrzeug sowie ein solches Verfahren zum Betreiben einer solchen Verbrennungskraftmaschine sind beispielsweise bereits aus der DE 10 2006 056 574 A1 bekannt. Die Verbrennungskraftmaschine weist wenigstens einen beispielsweise als Zylinder ausgebildeten Brennraum und einen zumindest von Luft durchströmbaren Einlasstrakt auf, mittels welchem die den Einlasstrakt durchströmende Luft zu dem und insbesondere in den Brennraum zu leiten ist beziehungsweise geleitet wird. Die Verbrennungskraftmaschine weist darüber hinaus einen ersten Tank zum Aufnehmen eines flüssigen Ottokraftstoffes auf, mittels welchem die Verbrennungskraftmaschine in deren befeuerten Betrieb betreibbar ist. Dies bedeutet, dass der Ottokraftstoff in dem Brennraum mit der Luft ein Kraftstoff-Luft-Gemisch bilden kann, welches verbrannt werden kann. Die Verbrennungskraftmaschine weist ferner einen zweiten Tank zum Aufnehmen von Wasser auf. Außerdem ist ein Mischbereich vorgesehen, in welchem unter Bildung eines, Ottokraftstoff aus dem ersten Tank und Wasser aus dem zweiten Tank aufweisenden Gemisches, der Ottokraftstoff aus dem ersten Tank mit dem Wasser aus dem zweiten Tank zu mischen ist beziehungsweise gemischt wird. Außerdem umfasst die Verbrennungskraftmaschine ein dem Brennraum zugeordnetes Einspritzventil, mittels welchem das Gemisch direkt in den Brennraum einspritzbar ist beziehungsweise eingespritzt wird. Insbesondere kann das Gemisch eine Emulsion aus dem Ottokraftstoff aus dem ersten Tank und dem Wasser aus dem zweiten Tank sein.

Des Weiteren offenbart die DE 10 2009 048 223 A1 ein Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors oder einer Düse, bei welchem in situ eine Kraftstoffmischung hergestellt wird. Die Kraftstoffmischung besteht aus einer polaren Komponente A, einer

unpolaren Kraftstoffkomponente B und einer amphiphilen Komponente C sowie einer Hilfskomponente D und wird in einem Hochdruckbereich eines Einspritzsystems des Verbrennungsmotors beziehungsweise der Düse hergestellt, und zwar nicht früher als zehn Sekunden vor einem Einspritzvorgang, wobei ein Druck im Bereich von 100 bis 4000 bar liegt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Verbrennungskraftmaschine und ein Verfahren der eingangs genannten Art derart weiterzuentwickeln, dass ein besonders kraftstoffverbrauchsarmer Betrieb realisiert werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Verbrennungskraftmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 5 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft eine Verbrennungskraftmaschine für ein Kraftfahrzeug, insbesondere für einen beispielsweise als Personenkraftwagen ausgebildeten Kraftwagen. Die Verbrennungskraftmaschine weist wenigstens einen beispielsweise als Zylinder ausgebildeten Brennraum sowie einen zumindest von Luft durchströmbaren Einlasstrakt auf, mittels welchem die den Einlasstrakt durchströmende Luft in den Brennraum zu leiten ist beziehungsweise geleitet wird. Des Weiteren weist die Verbrennungskraftmaschine einen ersten Tank zum Aufnehmen eines flüssigen Ottokraftstoffes auf, mittels welchem die Verbrennungskraftmaschine in deren befeuerten Betrieb betreibbar ist. Der Ottokraftstoff wird auch als Benzin oder Motorbenzin bezeichnet und ist vorzugsweise ein Motorbenzin nach DIN EN 228. Zumindest in dem befeuerten Betrieb der Verbrennungskraftmaschine bildet der auch als Benzin bezeichnete Ottokraftstoff mit der Luft in dem Brennraum ein Kraftstoff-Luft-Gemisch, welches verbrannt wird. Daraus resultiert Abgas der Verbrennungskraftmaschine. Die Verbrennungskraftmaschine ist beispielsweise als fremdgezündete Verbrennungskraftmaschine, insbesondere als Ottomotor, ausgebildet, sodass das Kraftstoff-Luft-Gemisch in dem Brennraum mittels Fremdzündung gezündet und in der Folge verbrannt wird.

Die Verbrennungskraftmaschine weist ferner einen zusätzlich zu dem ersten Tank vorgesehenen und beispielsweise von dem ersten Tank getrennten zweiten Tank zum Aufnehmen von insbesondere flüssigem Wasser auf. Außerdem ist ein Mischbereich vorgesehen, in welchem, unter Bildung eines, flüssigen Ottokraftstoff aus dem ersten

Tank und flüssiges Wasser aus dem zweiten Tank aufweisenden Gemisches, der Ottokraftstoff in dem ersten Tank mit dem Wasser aus dem zweiten Tank zu mischen ist beziehungsweise gemischt wird. Des Weiteren weist die Verbrennungskraftmaschine ein dem Brennraum zugeordnetes Einspritzventil auf, mittels welchem das Gemisch direkt in den Brennraum einspritzbar ist beziehungsweise eingespritzt wird. Um im Folgenden das Einspritzventil, mittels welchem das Gemisch direkt in den Brennraum einspritzbar ist, begrifflich von anderen Bauteilen und Komponenten der Verbrennungskraftmaschine eindeutig unterscheiden zu können, wird das Einspritzventil, mittels welchem das Gemisch in den Brennraum direkt einspritzbar ist, auch als erstes Einspritzventil bezeichnet.

Um nun einen besonders kraftstoffverbrauchsarmen und schadstoffarmen Betrieb der Verbrennungskraftmaschine realisieren zu können, ist erfindungsgemäß ein dem Brennraum zugeordnetes und zusätzlich zu dem ersten Einspritzventil vorgesehene zweites Einspritzventil vorgesehen, mittels welchem, bezogen auf das Wasser und den Ottokraftstoff, ausschließlich der Ottokraftstoff aus dem ersten Tank an einer in Strömungsrichtung der den Einlasstrakt durchströmenden Luft stromauf des Brennraums angeordneten Stelle in den Einlasstrakt und dadurch in die den Einlasstrakt durchströmende Luft einspritzbar ist. Die Stelle ist beispielsweise in einem dem Brennraum zugeordneten Einlasskanal angeordnet, wobei der Einlasskanal beispielsweise durch einen Zylinderkopf der Verbrennungskraftmaschine gebildet ist. Während beispielsweise der Brennraum durch ein insbesondere als Zylindergehäuse, vorzugsweise als Zylinderkurbelgehäuse, ausgebildetes Motorgehäuse der Verbrennungskraftmaschine gebildet ist, ist der Einlasskanal beispielsweise durch den Zylinderkopf gebildet, wobei der Zylinderkopf und das Motorgehäuse zwei separat voneinander ausgebildete und miteinander verbundene Gehäuseelemente der Verbrennungskraftmaschine sind. Dadurch kann mittels des zweiten Einspritzventils eine sogenannte Kanaleinspritzung durchgeführt werden, mittels welcher der auch als Benzin bezeichnete Ottokraftstoff in den Einlasstrakt eingespritzt werden kann, da mittels des zweiten Einspritzventils der Ottokraftstoff in den Einlasskanal einspritzbar ist beziehungsweise eingespritzt wird. Somit wird das mittels des zweiten Einspritzventils bewirkbare Einspritzen des Ottokraftstoffes auch als Kanaleinspritzung bezeichnet.

Ferner ist es denkbar, dass die Stelle in einem auch als Luftmodul, Saugrohr oder Saugmodul bezeichneten Ansaugmodul angeordnet ist, wobei das Ansaugmodul beispielsweise ein von dem Zylinderkopf separat ausgebildetes und an dem Zylinderkopf befestigtes Bauteil der Verbrennungskraftmaschine ist. Das Ansaugmodul kann aus

einem Kunststoff und/oder aus einem metallischen Werkstoff gebildet sein. Alternativ oder zusätzlich kann der Zylinderkopf aus einem metallischen Werkstoff und/oder einem Kunststoff gebildet sein. Das Ansaugmodul wird auch als Saugrohr bezeichnet, sodass beispielsweise mittels des zweiten Einspritzventils der Ottokraftstoff durch wenigstens eine sogenannte Saugrohreinspritzung in den Einlasstrakt eingespritzt werden kann. Bei dem mittels des zweiten Einspritzventils bewirkbaren Einspritzen des Ottokraftstoffs handelt es sich somit um eine Kanal- beziehungsweise Saugrohreinspritzung.

Der Erfindung liegt die folgende Erkenntnis zugrunde: Anstatt mittels des ersten Einspritzventils reines Benzin beziehungsweise reinen Ottokraftstoff einzuspritzen, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass mittels des ersten Einspritzventils das beispielsweise als Benzin-Wasser-Emulsion ausgebildete Gemisch direkt in den Brennraum eingespritzt wird. Im Vergleich zum Einspritzen von reinem Benzin kann die durch das Einspritzen des Gemisches nutzbare erhöhte Verdampfungskühlung des Wasseranteils die Brennraum- und Abgastemperaturen so weit reduzieren, dass eine Überschreitung von Bauteilgrenztemperaturen durch das Abgas der Verbrennungskraftmaschine sicher vermieden werden kann, ohne dass hierzu eine übermäßige Anfettung oder überhaupt eine Anfettung des Kraftstoff-Luft-Gemisches erforderlich ist. Somit kann beispielsweise ein Lambda-Eins-Betrieb der Verbrennungskraftmaschine auch bei hohen Lasten realisiert werden, sodass der Kraftstoffverbrauch und somit die CO₂-Emissionen der Verbrennungskraftmaschine besonders gering gehalten werden können. Die direkte Einspritzung des Gemisches wird auch als direkte Benzin-Wasser-Mischungseinspritzung (DWI) und somit als DWI-Konzept oder DWI-Betrieb bezeichnet. Es wurde gefunden, dass sich bei einem reinen DWI-Konzept ohne den Einsatz einer Ottokraftstoff-Saugrohr-beziehungsweise -Kanal-Einspritzung zwar die Volumenmehrung der Gesamteinspritzmenge aufgrund des zusätzlichen DWI-Wasseranteils in Teilen durch den verringerten Kraftstoffverbrauch volumetrisch gegenkompensieren lässt, in Summe bleibt aber eine Mehrung der Einspritzzeit vorhanden. Der verringerte Kraftstoffverbrauch ergibt sich dabei durch eine kühlungs- und inertgasbedingte Verbesserung der Klopfgrenze und die damit verbundene Verschiebung des Schwerpunkts der Verbrennung in Richtung des thermodynamisch besonders vorteilhaften beziehungsweise optimalen Schwerpunkts, der üblicherweise bei 8 Grad Kurbelwinkel nach dem oberen Zündtotpunkt (ZOT) liegt.

Diese Volumenmehrung der Gesamteinspritzmenge bei einem reinen DWI-Konzept kann vor allem bei stärkerem Kühlungsbedarf nicht unproblematisch sein, zum einen hinsichtlich einer Wandfilminteraktion des Gemisches, welches beispielsweise als

Emulsionsspray in den Brennraum direkt eingespritzt wird, mit einer auch als Liner oder Zylinderliner bezeichneten Zylinderwand des Brennraums, hinsichtlich der notwendigen Verdampfungszeit des Emulsionssprays und zum anderen hinsichtlich der Möglichkeiten, mittels Mehrfacheinspritzung die Gemischbildung zu optimieren. Weiterhin ist der Nennlastbereich trotz der durch den DWI-Betrieb reduzierten Kraftstoffeinspritzmenge nach wie vor stark partikelbelastet.

Die Einspritzung des Ottokraftstoffes in den Einlasstrakt und somit an einer stromauf des Brennraums angeordneten Stelle wird auch als Benzin-MPI-Betrieb beziehungsweise Benzin-MPI-Konzept oder MPI-Betrieb beziehungsweise MPI-Konzept bezeichnet. Ein reiner Benzin-MPI-Betrieb ohne die Verwendung einer DWI hingegen kann die Partikelbildung deutlich reduzieren, würde jedoch aufgrund unzureichender Ladungs-/ Gemisch-Kühlung deutlich schlechtere Klopfgrenzen aufweisen als ein reiner DWI-Betrieb. Vor diesem Hintergrund schlägt die Erfindung vor, zusätzlich zu dem DWI-Konzept das MPI-Konzept zu nutzen und somit mittels des ersten Einspritzventils das Gemisch direkt in den Brennraum und mittels des zweiten Einspritzventils den Ottokraftstoff in den Einlasstrakt stromauf des Brennraums einspritzen zu können.

Das erste Einspritzventil wird auch als Injektor bezeichnet und ist beispielsweise ein Hochdruckinjektor, mittels welchem das Gemisch mit einem hohen Druck direkt in den Brennraum eingespritzt werden kann. Insbesondere kann das Gemisch mittels des ersten Einspritzventils mit einem ersten Druck eingespritzt werden, wobei der Ottokraftstoff mittels des zweiten Einspritzventils mit einem gegenüber dem ersten Druck geringeren zweiten Druck eingespritzt werden kann. Der Hochdruckinjektor wird somit auch als DWI-Hochdruckinjektor bezeichnet und ist beispielsweise in einem DWI-Hochdruckinjektorpfad angeordnet, über welchen das erste Einspritzventil mit dem Gemisch und mit dem hohen Druck versorgt werden kann. Da der zweite Druck geringer als der erste Druck ist, ist das zweite Einspritzventil beispielsweise ein Niederdruckinjektor, mittels welchem der Ottokraftstoff in den Einlasstrakt eingespritzt werden kann. Der Niederdruckinjektor ist beispielsweise in einem MPI-Niederdruckpfad angeordnet, über welchen das zweite Einspritzventil mit dem den zweiten Druck aufweisenden Ottokraftstoff versorgt werden kann.

Beispielsweise dient der einfach auch als Niederdruckpfad bezeichnete MPI-Niederdruckpfad primär der Einbringung des Ottokraftstoffs, welcher ein Hauptbetriebsstoff zum Betreiben der Verbrennungskraftmaschine in dem befeuerten Betrieb ist. Die Nutzung des Niederdruckpfads primär zum Einbringen des

Hauptbetriebsstoffes erlaubt es, eine sehr vorteilhafte Betriebsstrategie bei der Benzin-Wasser-Mischungseinspritzung umzusetzen. Bei einem reinen DWI-Konzept ohne die Kombination mit einem MPI-Konzept kommt es zu einer Volumenmehrung, die entweder längere Einspritzzeiten oder einen höheren statischen Durchflusswert des Injektors vonnöten macht. Der statische Durchflusswert wird auch als Q-Stat bezeichnet. Die längeren Einspritzzeiten limitieren vor allem den Hochdrehzahlbereich, signifikante Optimierungsmöglichkeiten der Einspritzstrategie insbesondere im Hinblick auf die Realisierung einer Mehrfacheinspritzung und der Wahl des Einspritzzeitpunkts, was sich in ungünstigen Blow-by-Raten und ungünstigen Partikelemissionen bemerkbar machen kann. Höhere Q-Stat-Werte, welche die Einspritzzeiten wiederum verringern könnten, sind dagegen kritisch hinsichtlich Kraftstoff-Kleinstmengen bei Schwachlastbetrieb beziehungsweise bei einem sogenannten Katheizen, in dessen Rahmen wenigstens eine Abgasnachbehandlungseinrichtung der Verbrennungskraftmaschine während eines Kaltstarts oder Warmlaufs aufgeheizt wird, sofern der auch als Einspritzhochdruck bezeichnete Druck, mit welchem das Gemisch beispielsweise direkt in den Brennraum eingespritzt wird, nicht reduziert werden soll. Vorzugsweise beträgt der Druck, mit welchem das Gemisch mittels des ersten Einspritzventils direkt in den Brennraum eingebracht wird, mindestens 350 bar.

Um die zuvor genannten Nachteile und Probleme zu vermeiden, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, anstelle eines reinen DWI-Konzepts und anstelle eines reinen MPI-Konzepts diese Konzepte zu kombinieren, um dabei beispielsweise mit zunehmender Wasserrate sukzessive die Benzin-Kraftstoffmenge aus der Direkteinspritzung in die Saugrohr-beziehungsweise Kanaleinspritzung zu verlagern, beispielsweise als vorgelagerte oder saugsynchrone Einspritzung. Dies bedeutet beispielsweise, dass das mittels des zweiten Einspritzventils bewirkbare Einspritzen des Ottokraftstoffes in den Einlasstrakt als wenigstens eine oder genau eine vorgelagerte oder saugsynchrone Einspritzung durchgeführt wird, sodass mittels des zweiten Einspritzventils der Ottokraftstoff beispielsweise eingespritzt wird, während sich der Brennraum beziehungsweise ein im Brennraum bewegbarer Kolben in seinem Ansaugtrakt befindet, oder aber das Einspritzen des Ottokraftstoffes wird mittels des zweiten Einspritzventils innerhalb des Arbeitsspiels der Verbrennungskraftmaschine vor dem Ansaugtrakt des Brennraums beziehungsweise des Kolbens durchgeführt. Dies erlaubt eine Beibehaltung der Einspritzvolumina der ersten Einspritzventile beziehungsweise sogar deren Reduzierung. Im Extremfall ist dieser Betrieb bis hin zu einer reinen Benzin-Saugrohreinspritzung gepaart mit einer reinen DI-Wassereinspritzung ausweitbar. Hierdurch ergäbe sich sogar eine signifikante Reduktion der Gesamteinspritzvolumina des ersten Einspritzventils an

der Nennlast und eine maßgebliche Reduktion der brennrauminternen Partikelbildungstendenzen, da dieses kleinere Einspritzvolumen, welches direkt in den Brennraum eingespritzt wird, Mischungstechnisch viel einfacher zur Verdampfung zu bringen ist, ohne übermäßig große Wandfilmbildung zu riskieren. Zwar kann geringfügig Kühleffizienz verloren gehen, da die Benzineinspritzung in Teilen durch die Saugrohr-beziehungsweise Kanal-Benzineinspritzung ersetzt wird, in Summe ist die dadurch bedingte Mehrung des Wasserverbrauchs, um die Brennraumkühlung gleichzuhalten, vernachlässigbar klein. Grund hierfür ist die Tatsache, dass Wasser eine um den Faktor 6,4 höhere massenbezogene Verdampfungsenthalpie als Benzin aufweist. Dies bedeutet, dass im Zweifelsfall immer der Betriebsstoff mit der höchsten massenbezogenen Verdampfungskühlung beziehungsweise Verdampfungsenthalpie direkt eingespritzt wird beziehungsweise werden muss, wobei der andere, zweite Betriebsstoff, vorliegend beispielsweise das Benzin, hingegen auch über die Saugrohreinspritzung eingebracht werden darf.

Erfindungsgemäß ist somit eine kombinierte MPI-DWI-Betriebsstrategie vorgesehen, deren weitere Vorteile in der erheblich erhöhten Dynamik der Einspritzstrategie liegen. So kann von einem Zyklus auf den nächsten die Einspritzzusammensetzung und deren Kühlwirkung geändert werden, indem beispielsweise von DWI auf MPI umgeschaltet wird oder umgekehrt, während bei reinem DWI eine Änderung der Betriebsstoffzusammensetzung erst erfolgen kann, wenn das HD-Railvolumen ausgetauscht worden ist. Dies ermöglicht die hochflexible Handhabung dieses Konzepts über den gesamten Drehzahlbereich. So birgt dies erhebliche Vorteile zum Beispiel im schaltungsbedingten Lastabwurf insbesondere hinsichtlich Momentenreserve und Niedriglaststabilität.

Weiterhin ergibt sich durch die erfindungsgemäß vorgesehene MPI-DWI-Kombination die Chance auf eine ruß- beziehungsweise partikeloptimierte Katheizstrategie, indem beispielsweise die Benzin-MPI durchgeführt wird, und eine zündungsentkoppelte Einspritzung als die DWI-Einspritzung durchgeführt wird. Außerdem ist eine rußoptimierte zündungsentkoppelte Einspritzung insbesondere als die DWI-Einspritzung zur Ausweitung der Klopfgrenze am Low-End-Torque realisiert. Durch die reduzierten DWI-Einspritzvolumina kann zudem der Brennstoffeintrag in das Motoröl und somit der Blow-by-Strom erheblich reduziert werden. Eine durch das erfindungsgemäße Konzept bewirkte Erhöhung des Wasserbedarfs, um beispielsweise die Kühlungsverluste durch die MPI auszugleichen, sind – wenn überhaupt vorhanden – nur geringfügig. So würde bei einer 50-prozentigen massenbezogenen Wasserrate infolge der DWI-

Volumenkonstanz nur eine Mehrung des Wasserbedarfs von circa 1,5 Prozent auftreten, insbesondere vor dem Hintergrund der Annahme, dass 50 Prozent der Verdampfungskühlung im Einlasstrakt über eine Wandinteraktion als Kühlleistung verloren gehen. Der Grund hierfür ist die bereits zuvor erwähnte stark erhöhte Verdampfungsenthalpie des Wassers. Wie zuvor erwähnt kann aber auch die gesamte Benzin-Einspritzmenge im DWI-Betrieb via MPI erfolgen, was die Einspritzzeiten an der Nennlast sogar noch reduziert und die Partikelbildung via Direkteinspritzung faktisch ausschaltet. Hierdurch lässt sich eine hocheffiziente, hochdynamische Brennraumkühlung umsetzen, welche maximale Freiheiten der Einspritzgestaltung, des statischen DI-Injektor-Durchflusses und der Blow-by-Minimierung zulässt. Die Einbringung des Benzins via Saugrohr beziehungsweise Kanaleinspritzung lässt zudem eine deutlich verbesserte Gemisch-Homogenisierung in der Nennlast erwarten. Die bei MPI reduzierte Brennrauminnenkühlung wird durch eine leichte Anhebung der Wassereinspritzung mehr als überkompensiert.

Als besonders vorteilhaft hat es sich gezeigt, wenn die Verbrennungskraftmaschine dazu ausgebildet ist, das Einspritzen des Gemisches mittels des ersten Einspritzventils als Mehrfacheinspritzung durchzuführen. Hierdurch kann ein besonders effizienter und somit kraftstoffverbrauchsarmer Betrieb realisiert werden. Die Mehrfacheinspritzung umfasst mehrere, zeitlich aufeinanderfolgende und voneinander beabstandete Einspritzungen, in deren Rahmen jeweils eine vorgebbare Menge des Gemisches eingespritzt wird.

Als weiterhin vorteilhaft hat es sich gezeigt, wenn die Verbrennungskraftmaschine dazu ausgebildet ist, das Einspritzen des Ottokraftstoffes mittels des zweiten Einspritzventils als Mehrfacheinspritzung durchzuführen. Auch die Mehrfacheinspritzung des Ottokraftstoffes mittels des zweiten Einspritzventils umfasst beispielsweise mehrere, zeitlich aufeinanderfolgende und voneinander beabstandete Einspritzungen jeweiliger vorgegebbarer Mengen des Ottokraftstoffes, wodurch ein besonders kraftstoffverbrauchsarmer Betrieb dargestellt werden kann.

Um einen besonders effizienten Betrieb zu realisieren und somit den Kraftstoffverbrauch der Verbrennungskraftmaschine besonders gering halten zu können, ist es in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass die Verbrennungskraftmaschine wenigstens einen Abgasturbolader aufweist. Der Abgasturbolader weist eine von Abgas aus dem Brennraum antreibbare Turbine und einen in dem Einlasstrakt angeordnete und von der Turbine antreibbaren Verdichter auf, mittels welchem die den Einlasstrakt durchströmende Luft verdichtet werden kann. Hierdurch kann im Abgas enthaltene

Energie zum Verdichten der Luft genutzt werden, sodass ein besonders effizienter Betrieb realisiert werden kann.

Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine für ein Kraftfahrzeug. Insbesondere wird im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens eine erfindungsgemäße Verbrennungskraftmaschine betrieben. Die Verbrennungskraftmaschine weist dabei wenigstens einen beispielsweise als Zylinder ausgebildeten Brennraum sowie einen zumindest von Luft durchströmbaren Einlasstrakt auf, mittels welchem die den Einlasstrakt durchströmende Luft in den Brennraum geleitet wird. Die Verbrennungskraftmaschine weist einen ersten Tank auf, in welchem, insbesondere ausschließlich, ein flüssiger Ottokraftstoff aufgenommen ist. Mittels des Ottokraftstoffes ist die Verbrennungskraftmaschine in deren befeuerten Betrieb betreibbar.

Die Verbrennungskraftmaschine weist ferner einen zweiten Tank auf, in welchem, insbesondere ausschließlich, Wasser, insbesondere reines Wasser, aufgenommen ist. Außerdem ist ein Mischbereich vorgesehen, in welchem unter Bildung eines den Ottokraftstoff aus dem ersten Tank und das Wasser aus dem zweiten Tank aufweisenden Gemisches der Ottokraftstoff aus dem ersten Tank mit dem Wasser aus dem zweiten Tank gemischt wird. Des Weiteren umfasst die Verbrennungskraftmaschine ein dem Brennraum zugeordnetes erstes Einspritzventil, mittels welchem innerhalb wenigstens eines Arbeitsspiels der Verbrennungskraftmaschine das Gemisch direkt in den Brennraum eingespritzt wird. Insbesondere ist es vorgesehen, dass innerhalb jeweiliger, zeitlich aufeinanderfolgender Arbeitsspiele das Gemisch mittels des ersten Einspritzventils direkt in den Brennraum eingespritzt wird.

Um nun den Kraftstoffverbrauch und den Schadstoffausstoß der auch als Brennkraftmaschine bezeichneten Verbrennungskraftmaschine besonders gering halten zu können, ist erfindungsgemäß ein dem Brennraum zugeordnetes und zusätzlich zu dem Einspritzventil vorgesehenes zweites Einspritzventil vorgesehen, mittels welchem innerhalb des Arbeitsspiels bezogen auf das Wasser und den Ottokraftstoff ausschließlich der Ottokraftstoff aus dem ersten Tank an einer stromauf des Brennraums angeordneten Stelle in den Einlasstrakt und dadurch in die den Einlasstrakt durchströmende Luft eingespritzt wird. Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des ersten Aspekts der Erfindung sind als Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des zweiten Aspekts der Erfindung anzusehen und umgekehrt.

Als besonders vorteilhaft hat es sich gezeigt, wenn die Verbrennungskraftmaschine im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens in einem stöchiometrischen Betrieb betrieben wird, welcher aus als Lambda-1-Betrieb bezeichnet wird. In dem stöchiometrischen Betrieb beziehungsweise während des stöchiometrischen Betriebs wird durch das jeweilige Einspritzen des Ottokraftstoffes und des Wassers ein bezogen auf die Luft und den Ottokraftstoff stöchiometrisches, die Luft und den Ottokraftstoff aufweisendes Ottokraftstoff-Luft-Gemisch in dem Brennraum gebildet, sodass das Ottokraftstoff-Luft-Gemisch ein auch als Lambda (λ) bezeichnetes Verbrennungsluftverhältnis von 1 aufweist. Dieser Lambda-Eins-Betrieb kann durch die Kombination aus DWI und MPI auch in hohen Lastbereichen realisiert werden, da beispielsweise das Wasser zur Bauteilkühlung verwendet werden kann. Dies bedeutet, dass auf ein Anfetten des Ottokraftstoff-Luft-Gemisches zu Bauteilschutzzwecken verzichtet werden kann. Gleichzeitig kann eine hinreichende Bauteilkühlung realisiert werden, sodass beispielsweise eine Überschreitung von Grenztemperaturen von Bauteilen wie beispielsweise der Turbine des Abgasturboladers und eines motornahen Katalysators vermieden werden kann.

Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass mittels einer elektronischen Recheneinrichtung, insbesondere der Verbrennungskraftmaschine, eine innerhalb des Arbeitsspiels in den Brennraum einzubringende Gesamtmenge des Ottokraftstoffes bestimmt, insbesondere berechnet, wird. Ferner wird mittels der elektronischen Recheneinrichtung die Gesamtmenge auf eine mittels des ersten Einspritzventils direkt in den Brennraum einzuspritzende erste Teilmenge und eine mittels des zweiten Einspritzventils an der Stelle in den Einlasstrakt einzubringende zweite Teilmenge aufgeteilt, wobei die erste Teilmenge und die zweite Teilmenge in Summe die Gesamtmenge ergeben, und wobei die erste Teilmenge Bestandteil des Gemisches ist und somit zusammen mit dem Wasser eingespritzt wird.

Ferner wird innerhalb des Arbeitsspiels die erste Teilmenge mittels des ersten Einspritzventils direkt in den Brennraum eingespritzt, insbesondere derart, dass mittels des ersten Einspritzventils das Gemisch direkt in den Brennraum eingespritzt wird, wobei die erste Teilmenge Bestandteil des Gemisches ist. Des Weiteren wird innerhalb des Arbeitsspiels die zweite Teilmenge mittels des zweiten Einspritzventils in den Einlasstrakt eingespritzt. Generell kann die Verwendung des auch als Mischung bezeichneten Gemisches, welches mittels des ersten Einspritzventils direkt in den Brennraum eingespritzt wird, optional sein, das heißt die Mischung wird vorzugsweise nicht in allen Kennfeldbereichen der Verbrennungskraftmaschine, sondern nur bei oder in bestimmten

Kennfeldbereichen verwendet und Last/Drehzahl spezifisch in ihrem Mischungsverhältnis angepasst. Unter dem Mischungsverhältnis ist ein jeweiliger Anteil des Ottokraftstoffes und des Wassers an dem Gemisch zu verstehen.

Wie zuvor beschrieben kann die erste Teilmenge und/oder die zweite Teilmenge durch eine jeweilige Mehrfacheinspritzung eingespritzt werden. Ferner ist vorzugsweise vorgesehen, dass die Gesamtmenge in Abhängigkeit von einem aktuellen Betriebspunkt der Verbrennungskraftmaschine und somit bedarfsgerecht bestimmt, insbesondere berechnet, wird.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird das Einspritzen des Gemisches mittels des ersten Einspritzventils als Mehrfacheinspritzung innerhalb des Arbeitsspiels durchgeführt. Dies bedeutet, dass innerhalb des Arbeitsspiels mittels des ersten Einspritzventils wenigstens zwei oder demgegenüber mehr zeitlich voneinander beabstandete und aufeinanderfolgende Einzeleinspritzungen durchgeführt werden, in deren Rahmen jeweils das Gemisch beziehungsweise Teile des Gemisches beziehungsweise der Gesamtmenge direkt in den Brennraum eingespritzt wird beziehungsweise werden.

Alternativ oder zusätzlich wird das Einspritzen des Ottokraftstoffes mittels des zweiten Einspritzventils als Mehrfacheinspritzung innerhalb des Arbeitsspiels durchgeführt. Die jeweilige Mehrfacheinspritzung weist somit innerhalb des Arbeitsspiels mehrere, zeitlich aufeinanderfolgende und voneinander beabstandete Einspritzungen auf, welche auch als Einzeleinspritzungen bezeichnet werden. Durch die jeweilige Einzeleinspritzung wird eine jeweilige Menge des Gemisches beziehungsweise des Ottokraftstoffes eingespritzt.

Schließlich hat es sich als besonders vorteilhaft gezeigt, wenn wenigstens ein Abgasturbolader vorgesehen ist, welcher eine Turbine, die von Abgas aus dem Brennraum angetrieben wird, und einen in dem Einlasstrakt angeordneten Verdichter aufweist, welcher von der Turbine angetrieben wird, wodurch mittels des Verdichters die Luft verdichtet wird. Die Verbrennungskraftmaschine ist somit vorzugsweise als aufgeladene Verbrennungskraftmaschine, insbesondere als aufgeladener Ottomotor, ausgebildet.

Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels mit den zugehörigen Zeichnungen. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Verbrennungskraftmaschine; und

Fig. 2 ein Flussdiagramm zum Veranschaulichen eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 1 zeigt in einer schematischen Darstellung eine vorzugsweise als Ottomotor ausgebildete, fremdgezündete Verbrennungskraftmaschine 1 für ein Kraftfahrzeug, insbesondere für einen beispielsweise als Personenkraftwagen ausgebildeten Kraftwagen. Die Verbrennungskraftmaschine 1 weist ein beispielsweise als Zylindergehäuse, insbesondere als Zylinderkurbelgehäuse, ausgebildetes Motorgehäuse 2 auf, durch welches mehrere Brennräume in Form von Zylindern 3 der Verbrennungskraftmaschine 1 gebildet sind. Die Verbrennungskraftmaschine 1 ist dabei als Hubkolbenmaschine ausgebildet, sodass im jeweiligen Zylinder 3 ein Kolben translatorisch bewegbar aufgenommen ist. Die Verbrennungskraftmaschine 1 weist dabei eine beispielsweise als Kurbelwelle ausgebildete Abtriebswelle 4 auf, welche um eine Drehachse relativ zu dem Motorgehäuse 2 drehbar ist. Die Kolben sind dabei über jeweilige Pleuel gelenkig mit der Abtriebswelle 4 verbunden, sodass die translatorischen Bewegungen der Kolben in den Zylindern 3 in eine rotatorische Bewegung der Abtriebswelle 4 umgewandelt werden. Im Rahmen eines Verfahrens zum Betreiben der Verbrennungskraftmaschine 1 wird die Verbrennungskraftmaschine 1 in einem befeuerten Betrieb betrieben, welcher mehrere, zeitlich aufeinanderfolgende Arbeitsspiele der Verbrennungskraftmaschine 1 umfasst. Das jeweilige Arbeitsspiel umfasst dabei genau zwei vollständige Umdrehungen der Abtriebswelle 4, wobei die Verbrennungskraftmaschine 1 beispielsweise als Vier-Takt-Motor ausgebildet ist. Während des befeuerten Betriebs wird innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels in dem jeweiligen Zylinder 3 ein auch als Kraftstoff-Luft-Gemisch bezeichnetes Ottokraftstoff-Luft-Gemisch gebildet, welches fremdgezündet und verbrannt wird. Dadurch entsteht im jeweiligen Zylinder 3 ein Abgas, welches aus dem jeweiligen Zylinder 3 ausströmen kann. Hierzu umfasst die Verbrennungskraftmaschine 1 einen von dem Abgas durchströmbaren Abgastrakt 5, mittels welchem das Abgas aus dem jeweiligen Zylinder 3 abgeführt wird.

Die Verbrennungskraftmaschine 1 weist dabei ferner einen von Luft durchströmbaren und auch als Ansaugtrakt bezeichneten Einlasstrakt 6 auf, mittels welchem die den Einlasstrakt 6 durchströmende Luft in den jeweiligen Zylinder 3 zu leiten ist beziehungsweise geleitet wird. Des Weiteren weist die Verbrennungskraftmaschine 1

eine im Ganzen mit 7 bezeichnete Einspritzanlage auf, mittels welcher ein als flüssiger Ottokraftstoff ausgebildeter flüssiger Kraftstoff zum Betreiben der Verbrennungskraftmaschine 1 in dem befeuerten Betrieb in den jeweiligen Zylinder 3 einbringbar ist beziehungsweise eingebracht wird. Die über den Einlasstrakt 6 in den jeweiligen Zylinder 3 einströmende Luft bildet mit dem Ottokraftstoff, der mittels der Einspritzanlage 7 in den jeweiligen Zylinder 3 eingebracht wird, das jeweilige, zuvor genannte Ottokraftstoff-Luft-Gemisch. Da innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels das jeweilige Ottokraftstoff-Luft-Gemisch verbrannt wird, und da der befeuerte Betrieb mehrere, aufeinanderfolgende Arbeitsspiele aufweist, laufen während des befeuerten Betriebs in den Zylindern 3 jeweils mehrere Verbrennungsvorgänge ab, mittels welchen die Kolben und über diese die Abtriebswelle 4 angetrieben werden.

Die Verbrennungskraftmaschine 1 weist je Zylinder 3 ein auch als erster Injektor oder Hochdruckinjektor bezeichnetes erstes Einspritzventil 8 auf, sodass das jeweilige Einspritzventil 8 genau einem jeweiligen der Zylinder 3 zugeordnet ist. Des Weiteren weist die Verbrennungskraftmaschine 1 einen ersten Tank 9 zum ausschließlichen Aufnehmen des flüssigen Ottokraftstoffes auf, mittels welchem die Verbrennungskraftmaschine 1 in deren befeuerten Betrieb betreibbar ist. Mit anderen Worten ist im Rahmen des zuvor genannten Verfahrens in dem ersten Tank 9 ausschließlich der Ottokraftstoff aufgenommen.

Außerdem ist ein zusätzlich zu dem ersten Tank 9 vorgesehener und von dem ersten Tank 9 getrennter zweiter Tank 10 vorgesehen, in welchem ausschließlich Wasser aufnehmbar ist beziehungsweise aufgenommen ist. Insbesondere ist beispielsweise in dem Tank 10 reines Wasser aufgenommen. Der erste Tank 9 ist dabei ein den Einspritzventilen 8 gemeinsamer Tank, wobei auch der zweite Tank 10 ein den Einspritzventilen 8 gemeinsamer Tank ist, wenn – wie im Folgenden noch genauer erläutert wird – die Einspritzventile 8 sowohl mit dem Ottokraftstoff aus dem Tank 9 als auch mit dem Wasser aus dem Tank 10 versorgt werden.

Die Verbrennungskraftmaschine 1 weist einen in Fig. 1 besonders schematisch dargestellten Mischbereich 11 auf, in welchem unter Bildung eines den Ottokraftstoff aus dem ersten Tank 9 und das Wasser aus dem zweiten Tank 10 aufweisenden Gemisches der Ottokraftstoff aus dem ersten Tank 9 mit dem Wasser aus dem zweiten Tank 10 zu mischen ist beziehungsweise gemischt wird. In Strömungsrichtung des Ottokraftstoffes aus dem Tank 9 in Richtung der Einspritzventile 8 beziehungsweise in Strömungsrichtung des Wassers aus dem Tank 10 in Richtung der Einspritzventile 8 ist der Mischbereich 11

beispielsweise stromab des jeweiligen Tanks 9 beziehungsweise 10 und stromauf der Einspritzventile 8 angeordnet. Dabei ist der Mischbereich 11 ein den Einspritzventilen 8 gemeinsamer Mischbereich. Alternativ ist es denkbar, dass je Einspritzventil 8 ein eigener Mischbereich zum Mischen des Ottokraftstoffes aus dem Tank 9 mit dem Wasser aus dem Tank 10 vorgesehen ist, wobei dann beispielsweise der jeweilige Mischbereich in dem jeweiligen Einspritzventil 8 aufgenommen ist.

Beispielsweise mittels einer in Fig. 1 nicht dargestellten Fördereinrichtung wird der Ottokraftstoff aus dem Tank 9 und das Wasser aus dem Tank 10 in den Mischbereich 11 gefördert, wobei die Fördereinrichtung beispielsweise eine erste Pumpe zum Fördern des Ottokraftstoffes aus dem Tank 9 und eine zweite Pumpe zum Fördern des Wassers aus dem Tank 10 aufweist. Von dem Mischbereich 11 kann das Gemisch beispielsweise zu den Einspritzventilen 8 strömen. Aus Fig. 1 ist erkennbar, dass das Gemisch mittels des jeweiligen Einspritzventils 8 direkt in den jeweils zugeordneten Zylinder 3 einspritzbar ist beziehungsweise eingespritzt wird.

Bei dem in Fig. 1 veranschaulichten Ausführungsbeispiel ist ein den Einspritzventilen 8 gemeinsames Verteilungselement 12 vorgesehen, welches beispielsweise auch als Rail oder Rohr bezeichnet wird. Das Gemisch strömt dabei beispielsweise zunächst in das Verteilungselement 12 und kann in dem Verteilungselement 12 zwischengespeichert werden. Mittels des Verteilungselements 12 wird das zunächst in dem Verteilungselement 12 aufgenommene Gemisch auf die Einspritzventile 8 aufgeteilt, sodass die Einspritzventile 8 mittels des Verteilungselements 12 mit dem Gemisch versorgbar sind. Mittels der Fördereinrichtung kann das Gemisch auf einen vorgebbaren ersten Druck gebracht werden, wobei das Gemisch mit dem ersten Druck in dem Verteilungselement 12 gespeichert werden kann. Mittels des Verteilungselements 12 kann das den ersten Druck aufweisende Gemisch auf die Einspritzventile 8 aufgeteilt werden, mittels welchen dann das Gemisch mit dem ersten Druck direkt in die Zylinder 3 eingespritzt wird. Der erste Druck beträgt beispielsweise mindestens 350 bar. Das direkte Einspritzen des Gemisches wird auch als DWI-Konzept oder DWI-Betrieb bezeichnet und mittels der Einspritzventile 8 bewirkt, das heißt durchgeführt.

Um nun einen kraftstoffverbrauchsarmen und schadstoffarmen Betrieb der Verbrennungskraftmaschine 1 realisieren zu können, ist dem jeweiligen Zylinder 3 ein zusätzlich zu dem jeweiligen Einspritzventil 8 vorgesehene zweites Einspritzventil 13 zugeordnet, mittels welchem bezogen auf das Wasser und den Ottokraftstoff ausschließlich der auch als Benzin bezeichnete Ottokraftstoff aus dem ersten Tank 9 an

einer jeweiligen Stelle S in den Einlasstrakt 6 und dadurch in die den Einlasstrakt 6 durchströmende Luft einspritzbar ist beziehungsweise eingespritzt wird. Aus Fig. 1 ist erkennbar, dass die jeweilige Stelle S in Strömungsrichtung der den Einlasstrakt 6 durchströmenden Luft stromauf der Zylinder 3 angeordnet ist, sodass das jeweilige, mittels des jeweiligen zweiten Einspritzventils 13 bewirkbare oder bewirkte Einspritzen des Ottokraftstoffes an der jeweiligen Stelle S eine Saugrohr- beziehungsweise Kanaleinspritzung ist. Demgegenüber ist das jeweilige, mittels des jeweiligen ersten Einspritzventils 8 bewirkte oder bewirkbare Einspritzen des Gemisches eine Direkteinspritzung. Das mittels des jeweiligen Einspritzventils 13 bewirkte beziehungsweise bewirkbare Einspritzen des Ottokraftstoffes an der jeweiligen Stelle S wird auch als MPI-Betrieb oder als MPI-Konzept bezeichnet.

Mittels der Fördereinrichtung wird beispielsweise bezogen auf das in dem Tank 10 aufgenommene Wasser und bezogen auf den in dem Tank 9 aufgenommenen Ottokraftstoff ausschließlich der in dem Tank 9 aufgenommene Ottokraftstoff von dem Tank 9 zu den Einspritzventilen 13 gefördert, sodass mittels der Einspritzventile 13 ausschließlich der Ottokraftstoff in den Einlasstrakt 6 eingespritzt wird. Um beispielsweise sowohl die Einspritzventile 8 als auch die Einspritzventile 13 mit dem Ottokraftstoff aus dem Tank 9 versorgen zu können, ist eine Ventileinrichtung 14 vorgesehen. Mittels der Fördereinrichtung, insbesondere mittels der zweiten Pumpe wird beispielsweise ein Gesamtstrom des Ottokraftstoffes von dem Tank 9 zunächst zu der Ventileinrichtung 14 gefördert. Mittels der Ventileinrichtung 14 wird der Gesamtstrom beispielsweise auf einen ersten Teilstrom und auf einen zweiten Teilstrom aufgeteilt, wobei der erste Teilstrom beispielsweise zu den Einspritzventilen 13 und der zweite Teilstrom zu dem und insbesondere in den Mischbereich 11 strömt. Der zweite Teilstrom kann dann mit dem Wasser aus dem Tank 10 gemischt werden, wodurch das zuvor beschriebene Gemisch gebildet wird.

Insbesondere wird mittels der Fördereinrichtung ein zweiter Druck des Ottokraftstoffes bewirkt, wobei der Ottokraftstoff mit dem zweiten Druck mittels der Einspritzventile 13 in den Einlasstrakt 6 eingespritzt wird. Dabei umfasst die Verbrennungskraftmaschine 1 ein den Einspritzventilen 13 gemeinsames weiteres Verteilungselement 15, welches beispielsweise als Rail oder Rohr bezeichnet wird. Der Ottokraftstoff fließt beispielsweise von der Ventileinrichtung 14 zu dem und insbesondere in das Verteilungselement 15 und kann in dem Verteilungselement 15 mit dem zweiten Druck gespeichert werden. Die Einspritzventile 13 werden mittels des Verteilungselements 15 mit dem den zweiten Druck aufweisenden Ottokraftstoff versorgt, sodass die Einspritzventile 13 den den zweiten

Druck aufweisenden Ottokraftstoff in den Einlasstrakt 6 einspritzen. Dabei ist der zweite Druck wesentlich geringer als der erste Druck, sodass das jeweilige Einspritzventil 13 beispielsweise auch als Niederdruckinjektor bezeichnet wird. Ferner ist erkennbar, dass die Einspritzventile 8, die Einspritzventile 13 und die Verteilungselemente 12 und 15 Bestandteile der Einspritzeinlage 7 sind, da mittels der genannten Bestandteile der Ottokraftstoff und das Wasser entsprechend eingespritzt werden können.

Fig. 2 zeigt ein Flussdiagramm zum Veranschaulichen des zuvor genannten Verfahrens zum Beschreiben der Verbrennungskraftmaschine 1. Bei einem ersten Schritt S1 des Verfahrens wird beispielsweise mittels einer in Fig. 1 besonders schematisch dargestellten elektronischen Recheneinrichtung 16 der Verbrennungskraftmaschine 1 eine innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels in den jeweiligen Zylinder 3 einzubringende Gesamtmenge des Ottokraftstoffes bestimmt, insbesondere berechnet. Bei einem zweiten Schritt S2 des Verfahrens wird die Gesamtmenge mittels der elektronischen Recheneinrichtung 16, welche auch als Steuergerät bezeichnet wird, auf eine mittels des jeweiligen ersten Einspritzventils 8 direkt in den jeweiligen Zylinder 3 einzuspritzende erste Teilmenge und eine mittels des jeweiligen zweiten Einspritzventils 13 an der jeweiligen Stelle S in den Einlasstrakt 6 einzuspritzende zweite Teilmenge aufgeteilt, wobei die zweite Teilmenge und die erste Teilmenge in Summe die Gesamtmenge ergeben.

Bei einem dritten Schritt S3 des Verfahrens wird innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels die erste Teilmenge mittels des jeweiligen ersten Einspritzventils 8 direkt in den jeweiligen Zylinder 3 eingespritzt. Dabei ist die jeweilige erste Teilmenge Bestandteil des jeweiligen Gemisches, welches mittels des jeweiligen Einspritzventils 8 direkt in den jeweiligen Zylinder 3 eingespritzt wird. Außerdem wird bei dem dritten Schritt S3 die jeweilige zweite Teilmenge mittels des jeweiligen zweiten Einspritzventils 13 in den Einlasstrakt 6 eingespritzt.

Das Einspritzen des Gemisches und/oder das Einspritzen des Ottokraftstoffes kann als eine Mehrfacheinspritzung durchgeführt werden, welche innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels mehrere, zeitlich aufeinanderfolgende und voneinander beabstandete Einzeleinspritzungen aufweist. Bei der jeweiligen Einzeleinspritzung wird eine jeweilige Einzelmenge des Gemisches beziehungsweise des Ottokraftstoffes mittels des jeweiligen Einspritzventils 8 beziehungsweise 13 entsprechend eingespritzt.

Insbesondere ist es im Rahmen des Verfahrens vorgesehen, dass die Verbrennungskraftmaschine 1 in einem Lambda-Eins-Betrieb betrieben wird. Dies bedeutet, dass durch das mittels des jeweiligen Einspritzventils 8 bewirkte beziehungsweise bewirkbare Einspritzen des Gemisches und durch das jeweilige, mittels des jeweiligen Einspritzventils 13 bewirkte beziehungsweise bewirkbare Einspritzen des Ottokraftstoffes das jeweilige Ottokraftstoff-Luft-Gemisch in dem jeweiligen Zylinder 3 als stöchiometrisches Kraftstoff-Luft-Gemisch gebildet wird, sodass das auch als Lambda (λ) bezeichnete Verbrennungsluftverhältnis während des befeuerten Betriebs eins beträgt. Hierdurch kann eine Anfettung zur Bauteilkühlung vermieden, sodass der Kraftstoffverbrauch in einem besonders geringen Rahmen gehalten werden kann, insbesondere auch bei hohen Lasten der Verbrennungskraftmaschine 1.

Wie aus Fig. 1 erkennbar ist, weist die Verbrennungskraftmaschine 1 wenigstens einen Abgasturbolader 17 auf, welcher eine in dem Abgastrakt 5 angeordnete Turbine 18 aufweist. Die Turbine 18 weist ein Turbinenrad 19, welches von dem den Abgastrakt 5 durchströmende Abgas antreibbar ist. Außerdem umfasst der Abgasturbolader 17 einen in dem Einlasstrakt 6 angeordneten Verdichter 20, welcher ein Verdichterrad 21 zum Verdichten der den Einlasstrakt 6 durchströmenden Luft aufweist. Der Abgasturbolader 17 umfasst darüber hinaus eine Welle 22, welche drehfest sowohl mit dem Turbinenrad 19 als auch mit dem Verdichterrad 21 verbunden ist. Dadurch ist das Verdichterrad 21 über die Welle 22 von dem Turbinenrad 19 antreibbar. Mit anderen Worten, wird das Turbinenrad 19 von dem den Abgastrakt 5 durchströmenden Abgas angetrieben, so wird in der Folge das Verdichterrad 21 über die Welle 22 von dem Turbinenrad 19 angetrieben, wodurch die den Einlasstrakt 6 durchströmende Luft verdichtet wird. Dadurch wird im Abgas enthaltene Energie zum Verdichten der Luft genutzt, sodass ein besonders kraftstoffverbrauchsarmer Betrieb dargestellt werden kann. Alternativ oder zusätzlich könnte die Verbrennungskraftmaschine 1 wenigstens einen elektrischen Verdichter zum Versorgen des jeweiligen Zylinders 3 mit verdichteter Luft aufweisen, oder die Verbrennungskraftmaschine 1 ist als ein Saugmotor ausgebildet.

Außerdem ist in dem Abgastrakt 5 wenigstens eine Abgasnachbehandlungseinrichtung 23 angeordnet, welche in Strömungsrichtung des den Abgastrakt 5 durchströmenden Abgases stromab der Turbine 18 angeordnet ist. Die Abgasnachbehandlungseinrichtung 23 umfasst wenigstens ein Abgasnachbehandlungselement, welches beispielsweise als Katalysator, insbesondere als 3-Wege-Katalysator, ausgebildet sein kann. Alternativ oder zusätzlich ist es denkbar, dass eine Abgasnachbehandlungseinrichtung in dem Abgastrakt 5 stromauf der Turbine 18 angeordnet ist, wobei es sich dabei um eine

motornahe Abgasnachbehandlungseinrichtung handelt. Durch die in Fig. 1 erkennbare und zuvor beschriebene Kombination des DWI-Betriebs mit dem MPI-Betrieb können übermäßig hohe Temperaturen der Abgasnachbehandlungseinrichtung 23 sowie der Turbine 18 vermieden werden, ohne dass zusätzlicher Kraftstoff zur Bauteilkühlung eingespritzt wird. Mit anderen Worten kann die Überschreitung von Bauteilgrenztemperaturen auch in dem zuvor beschriebenen Lambda-Eins-Betrieb gewährleistet werden, sodass der Kraftstoffverbrauch und somit die CO₂-Emissionen der Verbrennungskraftmaschine 1 besonders gering gehalten werden können.

Bezugszeichenliste

1	Verbrennungskraftmaschine
2	Motorgehäuse
3	Zylinder
4	Abtriebswelle
5	Abgastrakt
6	Einlasstrakt
7	Einspritzanlage
8	erstes Einspritzventil
9	erster Tank
10	zweiter Tank
11	Mischbereich
12	Verteilungselement
13	zweites Einspritzventil
14	Ventileinrichtung
15	Verteilungselement
16	elektronische Recheneinrichtung
17	Abgasturbolader
18	Turbine
19	Turbinenrad
20	Verdichter
21	Verdichterrad
22	Welle
23	Abgasnachbehandlungseinrichtung
S	Stelle
S1	erster Schritt
S2	zweiter Schritt
S3	dritter Schritt

Patentansprüche

1. Verbrennungskraftmaschine (1) für ein Kraftfahrzeug, mit wenigstens einem Brennraum (3), mit einem zumindest von Luft durchströmbaren Einlasstrakt (6), mittels welchem die den Einlasstrakt (6) durchströmende Luft in den Brennraum (3) zu leiten ist, mit einem ersten Tank (9) zum Aufnehmen eines flüssigen Ottokraftstoffes, mittels welchem die Verbrennungskraftmaschine (1) in deren befeuerten Betrieb betreibbar ist, mit einem zweiten Tank (10) zum Aufnehmen von Wasser, mit einem Mischbereich (11), in welchem unter Bildung eines den Ottokraftstoff aus dem ersten Tank (9) und das Wasser aus dem zweiten Tank (10) aufweisenden Gemisches der Ottokraftstoff aus dem ersten Tank (9) mit dem Wasser aus dem zweiten Tank (10) zu mischen ist, und mit einem dem Brennraum (3) zugeordneten Einspritzventil (8), mittels welchem das Gemisch direkt in den Brennraum (3) einspritzbar ist, gekennzeichnet durch ein dem Brennraum (3) zugeordnetes und zusätzlich zu dem Einspritzventil (8) vorgesehene zweite Einspritzventil (13), mittels welchem bezogen auf das Wasser und den Ottokraftstoff ausschließlich der Ottokraftstoff aus dem ersten Tank (9) an einer stromauf des Brennraums (3) angeordneten Stelle (S) in den Einlasstrakt (6) und dadurch in die den Einlasstrakt (6) durchströmenden Luft einspritzbar ist.
2. Verbrennungskraftmaschine (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbrennungskraftmaschine (1) dazu ausgebildet ist, das Einspritzen des Gemisches mittels des ersten Einspritzventils (8) als Mehrfacheinspritzung durchzuführen.
3. Verbrennungskraftmaschine (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbrennungskraftmaschine (1) dazu ausgebildet ist, das Einspritzen des Ottokraftstoffes mittels des zweiten Einspritzventils (13) als Mehrfacheinspritzung durchzuführen.

4. Verbrennungskraftmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Abgasturbolader (17) vorgesehen ist, welcher eine von Abgas aus dem Brennraum (3) antreibbare Turbine (18) und einen in dem Einlasstrakt (6) angeordneten und von der Turbine (19) antreibbaren Verdichter (20) zum Verdichten der Luft aufweist.
5. Verfahren zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine (1) für ein Kraftfahrzeug, mit wenigstens einem Brennraum (3), mit einem zumindest von Luft durchströmbaren Einlasstrakt (6), mittels welchem die den Einlasstrakt (6) durchströmende Luft in den Brennraum (3) geleitet wird, mit einem ersten Tank (9), in welchem ein flüssiger Ottokraftstoff aufgenommen ist, mittels welchem die Verbrennungskraftmaschine (1) in deren befeuerten Betrieb betreibbar ist, mit einem zweiten Tank (10), in welchem Wasser aufgenommen ist, mit einem Mischbereich (11), in welchem unter Bildung eines den Ottokraftstoff aus dem ersten Tank (9) und das Wasser aus dem zweiten Tank (10) aufweisenden Gemisches der Ottokraftstoff aus dem ersten Tank (9) mit dem Wasser aus dem zweiten Tank (10) gemischt wird, und mit einem dem Brennraum (3) zugeordneten Einspritzventil (8), mittels welchem innerhalb wenigstens eines Arbeitsspiels der Verbrennungskraftmaschine (1) das Gemisch direkt in den Brennraum (3) eingespritzt wird, gekennzeichnet durch ein dem Brennraum (3) zugeordnetes und zusätzlich zu dem Einspritzventil (8) vorgesehene zweite Einspritzventil (13), mittels welchem innerhalb des Arbeitsspiels bezogen auf das Wasser und den Ottokraftstoff ausschließlich der Ottokraftstoff aus dem ersten Tank (9) an einer stromauf des Brennraums (3) angeordneten Stelle (S) in den Einlasstrakt (6) und dadurch in die den Einlasstrakt (6) durchströmende Luft eingespritzt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbrennungskraftmaschine (1) in einem stöchiometrischen Betrieb betrieben wird, in welchem durch das jeweilige Einspritzen des Ottokraftstoffes und des Wassers ein bezogen auf die Luft und den Ottokraftstoff stöchiometrisches, die Luft

und den Ottokraftstoff aufweisendes Ottokraftstoff-Luft-Gemisch in dem Brennraum (3) gebildet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, gekennzeichnet durch die Schritte:
 - mittels einer elektronischen Recheneinrichtung (16):
 - o Bestimmen einer innerhalb des Arbeitsspiels in den Brennraum (3) einzubringenden Gesamtmenge des Ottokraftstoffes (Schritt S1);
 - o Aufteilen der Gesamtmenge auf eine mittels des ersten Einspritzventils (8) direkt in den Brennraum (3) einzuspritzende erste Teilmenge und eine mittels des zweiten Einspritzventils (13) an der Stelle (S) in den Einlasstrakt (6) einzubringende zweiten Teilmenge, wobei die erste Teilmenge und die zweiten Teilmenge in Summe die Gesamtmenge ergeben (Schritt S2);
 - innerhalb Arbeitsspiels:
 - o Einspritzen der ersten Teilmenge mittels des ersten Einspritzventil (8) direkt in den Brennraum (3, Schritt S3); und
 - o Einspritzen der zweiten Teilmenge mittels des zweiten Einspritzventils (13) in den Einlasstrakt (6, Schritt S3).
8. Verbrennungskraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Einspritzen des Gemisches mittels des ersten Einspritzventils (8) als Mehrfacheinspritzung innerhalb des Arbeitsspiels durchgeführt wird.
9. Verbrennungskraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Einspritzen des Ottokraftstoffes mittels des zweiten Einspritzventils (13) als Mehrfacheinspritzung innerhalb des Arbeitsspiels durchgeführt wird.
10. Verbrennungskraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 9, gekennzeichnet durch wenigstens einen Abgasturbolader (17) vorgesehen ist, welcher eine Turbine (18), die von Abgas aus dem Brennraum (3) angetrieben wird, und einen in dem Einlasstrakt (6) angeordneten Verdichter (20) aufweist, welcher von der Turbine (18) angetrieben wird, wodurch mittels des Verdichters (20) die Luft verdichtet wird.

1/1

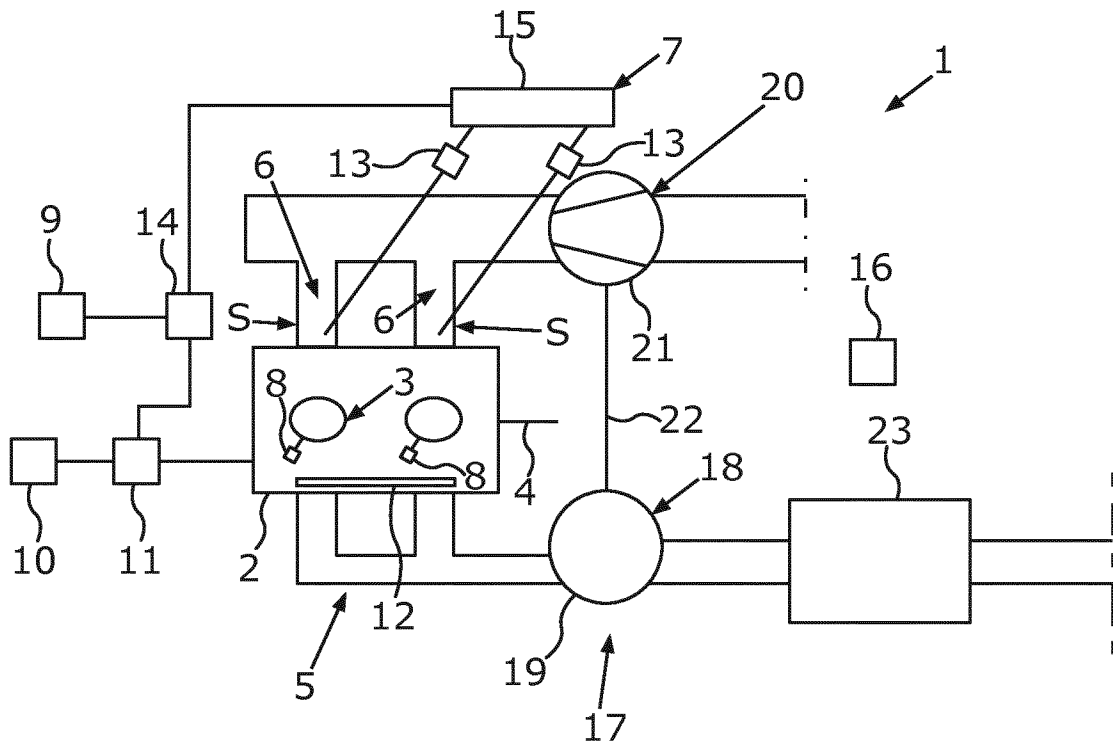


Fig.1

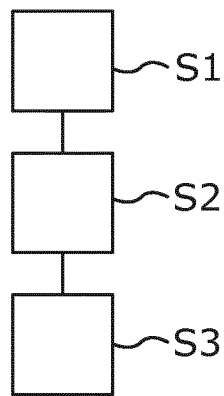


Fig.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/061852

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>F02M 25/022</i> (2006.01)i; <i>F02M 25/03</i> (2006.01)i; <i>F02M 61/14</i> (2006.01)i; <i>F02M 45/02</i> (2006.01)i; <i>F02B 47/02</i> (2006.01)i; <i>F02M 31/20</i> (2006.01)i; <i>F02M 43/00</i> (2006.01)i; <i>F02D 41/30</i> (2006.01)i; <i>F02D 41/40</i> (2006.01)i; <i>F02M 69/04</i> (2006.01)i; <i>F02D 19/12</i> (2006.01)i; <i>F02D 41/00</i> (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; F02B; F02D		
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	DE 102016003126 A1 (DAIMLER AG [DE]) 03 November 2016 (2016-11-03) paragraphs [0018], [0026], [0034], [0036]; figure 3	1-10
X	US 2007215069 A1 (LEONE THOMAS G [US]) 20 September 2007 (2007-09-20) paragraphs [0024] - [0026]; figure 2	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 02 August 2019		Date of mailing of the international search report 09 August 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 Godrie, Pierre Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/061852

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102016003126	A1	03 November 2016	NONE			
US	2007215069	A1	20 September 2007	CN	101037961	A	19 September 2007
				US	2007215069	A1	20 September 2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/061852

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F02M25/022 F02M25/03 F02M61/14 F02M45/02 F02B47/02 F02M31/20 F02M43/00 F02D41/30 F02D41/40 F02M69/04 F02D19/12 F02D41/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F02M F02B F02D		
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	DE 10 2016 003126 A1 (DAIMLER AG [DE]) 3. November 2016 (2016-11-03) Absätze [0018], [0026], [0034], [0036]; Abbildung 3 -----	1-10
X	US 2007/215069 A1 (LEONE THOMAS G [US]) 20. September 2007 (2007-09-20) Absätze [0024] - [0026]; Abbildung 2 -----	1-10
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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 2. August 2019		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 09/08/2019
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 Godrie, Pierre

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/061852

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102016003126 A1	03-11-2016	KEINE	

US 2007215069 A1	20-09-2007	CN 101037961 A	19-09-2007
		US 2007215069 A1	20-09-2007
