

(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
31. Mai 2019 (31.05.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/101649 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02D 13/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/081587

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. November 2018 (16.11.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 010 758.0
21. November 2017 (21.11.2017) DE

(71) Anmelder: **DAIMLER AG** [DE/DE]; Mercedesstraße
137, 70327 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **HUBER, Franz**; Klosterstrasse 8, 73230 Kirch-
heim (DE). **LORENZ, Christian**; Fasanenweg 19, 70734

Fellbach (DE). **HUFENDIEK, Jochen**; Im Buchwald 36,
70186 Stuttgart (DE). **ERNST, Johannes**; Röderswaldweg
7b, 76534 Baden-Baden (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,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE FOR A MOTOR VEHICLE, AND METHOD FOR OPERATING SUCH AN IN-
TERNAL COMBUSTION ENGINE

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

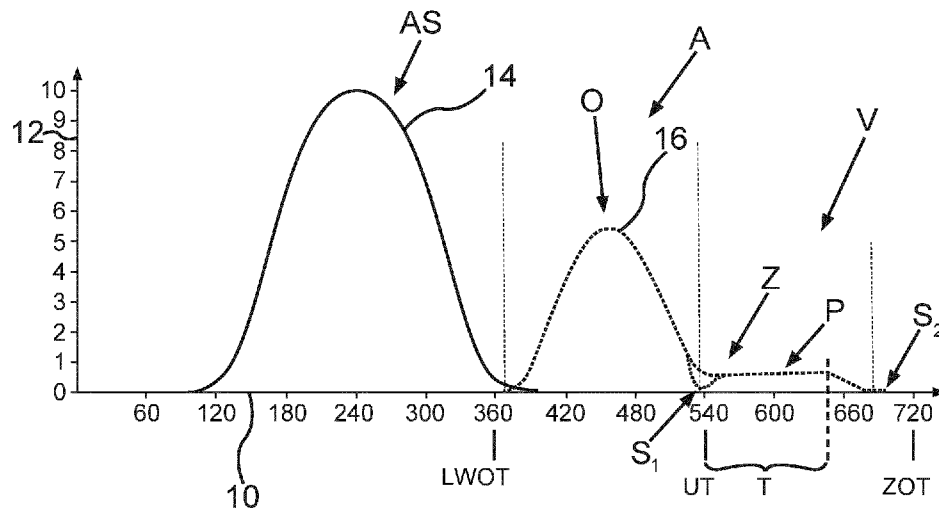


Fig.1

(57) Abstract: The invention relates to an internal combustion engine for a motor vehicle, comprising at least one combustion chamber which can be supplied with air and fuel for operating the internal combustion engine, and comprising at least one gas exchange valve associated with the combustion chamber, which gas exchange valve is movable between a first, closed position (S₁) and at least one open position (O), wherein in at least one operating state of the internal combustion engine the gas exchange valve is movable over its path from the open position (O) in the direction of the first closed position (S₁) into an intermediate position (Z) lying between the open position (O) and the first closed position (S₁) and is to be held in the intermediate position (Z) at least during part (T) of a compression cycle (V) of the combustion chamber following the open position (O) of the gas exchange valve.



WO 2019/101649 A1

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)

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Verbrennungskraftmaschine für ein Kraftfahrzeug, mit wenigstens einem mit Luft und Kraftstoff zum Betreiben der Verbrennungskraftmaschine versorgbaren Brennraum, und mit wenigstens einem dem Brennraum zugeordneten Gaswechselventil, welches zwischen einer ersten Schließstellung (S_1) und wenigstens einer Offenstellung (O) bewegbar ist, wobei in wenigstens einem Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine das Gaswechselventil auf seinem Weg aus der Offenstellung (O) in Richtung der ersten Schließstellung (S_1) in eine zwischen der Offenstellung (O) und der ersten Schließstellung (S_1) liegende Zwischenstellung (Z) bewegbar und zumindest während eines Teils (T) eines auf die Offenstellung (O) des Gaswechselventils folgenden Verdichtungstakts (V) des Brennraums in der Zwischenstellung (Z) zu halten ist.

Verbrennungskraftmaschine für ein Kraftfahrzeug, sowie Verfahren zum Betreiben einer solchen Verbrennungskraftmaschine

Die Erfindung betrifft eine Verbrennungskraftmaschine für ein Kraftfahrzeug gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1, sowie ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Verbrennungskraftmaschine.

Eine solche Verbrennungskraftmaschine für ein Kraftfahrzeug sowie ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Verbrennungskraftmaschine sind beispielsweise bereits der DE 10 2011 078 913 A1 als bekannt zu entnehmen. Die Verbrennungskraftmaschine weist dabei wenigstens einen mit Luft und Kraftstoff zum Betreiben der Verbrennungskraftmaschine befüllten Brennraum auf. Ferner umfasst die Verbrennungskraftmaschine wenigstens ein dem Brennraum zugeordnetes Gaswechselventil, welches, insbesondere translatorisch, zwischen einer Offenstellung und einer ersten Schließstellung bewegbar ist. Im Rahmen des Verfahrens wird das Gaswechselventil aus seiner Offenstellung in Richtung seiner Schließstellung bewegt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Verbrennungskraftmaschine und ein Verfahren der eingangs genannten Art derart weiterzuentwickeln, dass ein besonders vorteilhafter Betrieb realisierbar ist.

Diese Aufgabe wird durch eine Verbrennungskraftmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 9 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den übrigen Ansprüchen angegeben.

Um eine Verbrennungskraftmaschine der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art derart weiterzuentwickeln, dass ein besonders vorteilhafter Betrieb der

Verbrennungskraftmaschine und somit des Kraftfahrzeugs insgesamt realisierbar ist, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass in wenigstens einem Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine das Gaswechselventil auf seinem Weg aus der Offenstellung in Richtung der ersten Schließstellung in eine zwischen der Offenstellung und der ersten Schließstellung liegende beziehungsweise angeordnete Zwischenstellung bewegbar beziehungsweise bewegt und zumindest während eines Teils eines auf die Offenstellung des Gaswechselventils folgenden Verdichtungstakts des Brennraums in der Zwischenstellung zu halten beziehungsweise gehalten ist beziehungsweise wird und anschließend an die Zwischenstellung das Gaswechselventil in eine zweite Schließstellung bewegbar ist. Unter dem Merkmal, dass der Verdichtungstakt auf die Offenstellung des Gaswechselventils folgt, ist insbesondere zu verstehen, dass der Verdichtungstakt, während welchem das Gaswechselventil zumindest vorübergehend in der Zwischenstellung gehalten wird, unmittelbar beziehungsweise direkt auf die Offenstellung folgt, aus welcher das Gaswechselventil in Richtung der ersten Schließstellung und dabei in die Zwischenstellung bewegt und in der Zwischenstellung gehalten wird. Dies bedeutet, dass zwischen dem Verdichtungstakt und der Offenstellung, auf welche der Verdichtungstakt unmittelbar beziehungsweise direkt folgt, kein anderer beziehungsweise weiterer Verdichtungstakt beziehungsweise kein anderer beziehungsweise weiterer Takt des Brennraums liegt.

Das Gaswechselventil wird in dem wenigstens einen Betriebszustand gemäß einer ersten Ventilerhebungskurve bewegt beziehungsweise betrieben, welche die Bewegung des Gaswechselventils aus der Offenstellung in Richtung der ersten Schließstellung und dabei in die Zwischenstellung sowie das Halten des Gaswechselventils in der Zwischenstellung beschreibt, insbesondere in Abhängigkeit von der Zeit und/oder in Abhängigkeit von Drehstellungen einer beispielsweise als Kurbelwelle ausgebildeten Abtriebswelle der Verbrennungskraftmaschine, welche beispielsweise über die Abtriebswelle Drehmomente zum Antreiben des Kraftfahrzeugs bereitstellen kann. Die Drehstellungen werden üblicherweise insbesondere dann, wenn die Abtriebswelle als Kurbelwelle ausgebildet ist, auch als Grad Kurbelwinkel bezeichnet. Dadurch, dass das Gaswechselventil in dem wenigstens einen Betriebszustand aus der Offenstellung in Richtung der ersten Schließstellung und dabei in die Zwischenstellung bewegt und in der Zwischenstellung gehalten wird, wobei das Gaswechselventil beispielsweise ab einer ersten der Drehstellungen der Abtriebswelle und während mehrerer, auf die erste Drehstellung folgender Drehstellungen der Abtriebswelle in der Zwischenstellung gehalten wird, sodass sich die Abtriebswelle ab der ersten Drehstellung weiter dreht, während das Gaswechselventil jedoch in der Zwischenstellung gehalten wird, weist die

erste Ventilerhebungskurve des Gaswechselventils ein Plateau auf, welches sich beispielsweise von der ersten Drehstellung über die mehreren Drehstellung und dabei beispielsweise bis zu einer zweiten der Drehstellungen erstreckt, ab welcher beispielsweise das Gaswechselventil die Zwischenstellung, insbesondere in Richtung der zweiten Schließstellung, verlässt. Dabei ist beispielsweise die zweite Drehstellung einer der mehreren Drehstellungen, wobei vorzugsweise zwischen der ersten Drehstellung und der zweiten Drehstellung mehrere Drehstellungen der Abtriebswelle liegen.

Es wurde gefunden, dass durch den wenigstens einen Betriebszustand bei geringen Drehzahlen der Verbrennungskraftmaschine beziehungsweise der Abtriebswelle, insbesondere bei Drehzahlen von beispielsweise weniger als 500 oder 600 Umdrehungen pro Minute, eine hinreichende Dekompression in dem beispielsweise als Zylinder ausgebildeten Brennraum gewährleistet werden kann. Darunter ist insbesondere zu verstehen, dass eine übermäßige beziehungsweise unerwünschte Verdichtung der in den Brennraum eingeleiteten Luft vermieden werden kann. Bei höheren Drehzahlen jedoch, insbesondere bei Drehzahlen von mehr als 500 beziehungsweise 600 Umdrehungen pro Minute, kann eine hinreichende Verdichtung zumindest der Luft, insbesondere eines in dem Brennraum aufgenommenen und die Luft und den insbesondere flüssigen Kraftstoff umfassenden Gemisches, gewährleistet werden, sodass das Gemisch beispielsweise gezündet und in der Folge verbrannt werden kann. Mit anderen Worten lässt sich bei der erfindungsgemäßen Verbrennungskraftmaschine mittels derselben Zwischenstellung bei geringen Drehzahlen eine übermäßige Verdichtung in dem Brennraum vermeiden und bei dem gegenüber höheren Drehzahlen eine hinreichende Verdichtung in dem Brennraum darstellen, sodass ein besonders vorteilhafter Betrieb der Verbrennungskraftmaschine realisiert werden kann.

Dabei hat es sich als besonders vorteilhaft gezeigt, wenn der Teil, während welchem das Gaswechselventil in der Zwischenstellung gehalten wird und somit die erste Ventilerhebungskurve das Plateau aufweist, mehr als die Hälfte des Verdichtungstakts und weniger als den gesamten Verdichtungstakt umfasst. Mit anderen Worten beträgt der Teil vorzugsweise mehr als 50 Prozent und weniger als 100 Prozent des Verdichtungstakts. Hierdurch kann einerseits bei geringen Drehzahlen eine übermäßige Verdichtung vermieden werden, andererseits kann bei höheren Drehzahlen eine hinreichende Verdichtung in dem Brennraum gewährleistet werden, während sich das Gaswechselventil in derselben Zwischenstellung befindet.

Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass das Gaswechselventil als ein Einlassventil ausgebildet ist, über welches der Brennraum zumindest mit der Luft versorgbar ist. Auf diese Weise kann der sich an die Offenstellung anschließende Verdichtungstakt besonders vorteilhaft realisiert werden, sodass sich bei geringen Drehzahlen eine übermäßige Verdichtung vermeiden und bei dem gegenüber hinreichenden Drehzahlen eine hinreichende Verdichtung in dem Brennraum realisieren lässt.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Gaswechselventil in der Offenstellung einen ersten Hub und in der Zwischenstellung einen gegenüber dem ersten Hub geringeren zweiten Hub auf, welcher während des Teils des auf die Offenstellung des Gaswechselventils folgenden Verdichtungstaktes konstant ist. Vorteilhafterweise verändert sich der Hub des Gaswechselventils während der Zwischenstellung nicht, so dass ein ebenes Plateau darstellbar ist, wodurch eine einfache Nockenform gewählt werden kann.

In einer alternativen Ausführungsform der Erfindung weist das Gaswechselventil in der Offenstellung einen ersten Hub und in der Zwischenstellung einen gegenüber dem ersten Hub geringeren zweiten Hub auf, welcher während des Teils des Verdichtungstakts zumindest teilweise einen sich ändernden Hub aufweist. Dabei kann das Plateau einen ebenen Anteil und ansteigende und/oder abfallende Anteile aufweisen. Es ist auch denkbar, dass das Plateau insgesamt ansteigt oder abfällt. Auch voneinander in der Höhe unterschiedliche, aneinander gereihte Plateaus sind denkbar. Schließlich sind jegliche, dem Fachmann sinnvoll erscheinende Formen eines Plateaus in der Zwischenstellung denkbar.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist das Gaswechselventil in der Offenstellung einen ersten Hub und in der Zwischenstellung einen gegenüber dem ersten Hub geringeren zweiten Hub auf. Ferner ist es denkbar, dass das Gaswechselventil in der ersten und zweiten Schließstellung einen dritten Hub aufweist, welcher beispielsweise 0, insbesondere 0 Millimeter, beträgt. Mit anderen Worten ist beispielsweise das Gaswechselventil in der ersten und zweiten Schließstellung geschlossen, wodurch das Gaswechselventil in der Schließstellung beispielsweise einen zugeordneten, beispielsweise als Einlasskanal ausgebildeten und insbesondere von der Luft durchströmbaren Gaskanal verschließt, das heißt fluidisch versperrt.

Um das Gaswechselventil aus der zweiten Schließstellung in die Offenstellung beziehungsweise in Richtung der Offenstellung zu bewegen, wird das Gaswechselventil geöffnet. Bei seiner Bewegung aus der zweiten Schließstellung in die Offenstellung führt das Gaswechselventil den genannten ersten Hub aus. Der erste Hub ist somit ein erster Weg oder eine erste Strecke, um den beziehungsweise die das Gaswechselventil aus der zweiten Schließstellung bewegt wird beziehungsweise bewegt wurde, um das Gaswechselventil aus der Schließstellung in die Offenstellung zu bewegen. Mit anderen Worten ist der erste Hub ein erster Weg beziehungsweise eine erste Strecke, um den beziehungsweise die das sich in der Offenstellung befindende Gaswechselventil gegenüber der zweiten Schließstellung bewegt ist. Demzufolge ist der zweite Hub ein zweiter Weg beziehungsweise eine zweite Strecke um den beziehungsweise die das sich in der Zwischenstellung befindende Gaswechselventil gegenüber der Schließstellung bewegt ist. Somit ist das Gaswechselventil in der Zwischenstellung weiter geschlossen als in der Offenstellung, jedoch weiter geöffnet als in der Schließstellung. Wird beispielsweise das Gaswechselventil zunächst aus der Schließstellung in die Offenstellung bewegt, so führt das Gaswechselventil den ersten Hub aus, und das Gaswechselventil wird dabei in eine erste Richtung translatorisch bewegt. Wird das Gaswechselventil aus der Offenstellung Richtung der Schließstellung und dabei in die Zwischenstellung bewegt, so wird das Gaswechselventil dabei in eine der ersten Richtung entgegengesetzte zweite Richtung und dabei um einen vierten Hub translatorisch bewegt. Der dritte Hub ist dabei die Differenz zwischen dem ersten Hub und dem vierten Hub. Um das Gaswechselventil beispielsweise aus der Zwischenstellung in die Schließstellung zu bewegen, wird das Gaswechselventil in die zweite Richtung bewegt und führt dabei den zweiten Hub aus, jedoch in die zweite Richtung.

Dabei hat es sich als besonders vorteilhaft gezeigt, wenn der zweite Hub in einem Bereich von einschließlich 5% bis einschließlich 20%, insbesondere in einem Bereich von einschließlich 8% bis einschließlich 19% und vorzugsweise in einem Bereich von einschließlich 9% bis einschließlich 18%, des ersten Hubs liegt. Hierdurch kann bei geringen Drehzahlen eine übermäßige Verdichtung beziehungsweise Kompression vermieden werden, sodass sich eine besonders vorteilhafte Dekompression bei geringen Drehzahlen realisieren lässt. Bei demgegenüber höheren Drehzahlen jedoch kann eine hinreichende Kompression beziehungsweise Verdichtung gewährleistet werden, sodass beispielsweise die Verbrennungskraftmaschine besonders vorteilhaft in ihrem befeuerten Betrieb betrieben oder in den befeuerten Betrieb gebracht werden kann. Die unterschiedlichen Ausführungsformen des Plateaus bewegen sich in diesen Bereichen.

In einer weiteren Ausführungsform ist das Gaswechselventil zunächst aus der Offenstellung in die erste Schließstellung bewegbar und anschließend das Gaswechselventil aus der ersten Schließstellung in die Zwischenstellung bewegbar. Hier schließt das Gaswechselventil für einen kurzen Zeitraum bevor es wieder öffnet und seine Zwischenstellung erreicht.

Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass das Gaswechselventil in der Zwischenstellung einen Hub aufweist, welcher in einem Bereich von einschließlich 0,2 Millimeter bis einschließlich 2 Millimeter, insbesondere in einem Bereich von einschließlich 0,5 Millimeter bis einschließlich 1 Millimeter, liegt. Mit anderen Worten liegt vorzugsweise der zweite Hub in einem Bereich von einschließlich 0,2 Millimeter bis einschließlich 2 Millimeter, insbesondere in einem Bereich von einschließlich 0,5 Millimeter bis einschließlich 1 Millimeter.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist in dem Brennraum ein Kolben translatorisch zwischen einem oberen Totpunkt und einem unteren Totpunkt bewegbar aufgenommen. Mit anderen Worten umfasst die Verbrennungskraftmaschine vorzugsweise einen dem Brennraum zugeordneten Kolben, welcher translatorisch bewegbar in dem vorzugsweise als Zylinder ausgebildeten Brennraum aufgenommen und dabei translatorisch zwischen einem oberen Totpunkt und einem unteren Totpunkt bewegbar ist. Bei dem Verdichtungstakt bewegt sich der Kolben aus seinem unteren Totpunkt in seinen oberen Totpunkt.

Der im Rahmen der Erfindung bezeichnete Verdichtungstakt ist ein Takt des Brennraums beziehungsweise der Verbrennungskraftmaschine, wobei dieser Takt die Bezeichnung „Verdichtungstakt“ trägt, um beispielsweise zu beschreiben, dass sich der Kolben aus seinem unteren Totpunkt in seinen oberen Totpunkt bewegt beziehungsweise dass der Verdichtungstakt beispielsweise in zumindest einem von dem wenigstens einen Betriebszustand unterschiedlichen, weiteren Betriebszustand genutzt wird, um die im Brennraum aufgenommene Luft beziehungsweise das zuvor beschriebene, in dem Brennraum aufgenommene Gemisch zu verdichten, insbesondere stärker zu verdichten als in dem wenigstens einen Betriebszustand, bei den zuvor beschriebenen höheren Drehzahlen. In dem genannten weiteren Betriebszustand wird beispielsweise das Gaswechselventil gemäß einer von der ersten Ventilerhebungskurve unterschiedlichen, zweiten Ventilerhebungskurve, betrieben beziehungsweise bewegt. Beispielsweise weist die zweite Ventilerhebungskurve das Plateau nicht auf beziehungsweise die zweite Ventilerhebungskurve weist beispielsweise kein Plateau auf. Durch bewegen des

Gaswechselventils gemäß der zweiten Ventilerhebungskurve wird beispielsweise bei dem Verdichtungstakt beziehungsweise während des Verdichtungtakts eine stärkere Kompression der Luft beziehungsweise des Gemisches bewirkt als in dem wenigstens einen Betriebszustand, insbesondere bei den genannten höheren Drehzahlen. Insbesondere ist es beispielsweise vorgesehen, dass das Gaswechselventil gemäß der zweiten Ventilerhebungskurve früher die Schließstellung erreicht beziehungsweise früher in die Schließstellung bewegt wird als gemäß der ersten Ventilerhebungskurve. Wieder mit anderen Worten ausgedrückt ist es beispielsweise in dem weiteren Betriebszustand vorgesehen, dass das Gaswechselventil seine, insbesondere unmittelbar beziehungsweise direkt, auf die Offenstellung folgende Schließstellung früher als in dem wenigstens einen Betriebszustand erreicht.

Des Weiteren ist die Verbrennungskraftmaschine vorzugsweise als Vier-Takt-Motor ausgebildet, dessen Arbeitsspiel, insbesondere genau, vier Takte umfasst. Von diesen vier Takten ist der genannte Verdichtungstakt ein Takt. Das Arbeitsspiel umfasst dabei beispielsweise genau zwei vollständige Umdrehungen der Abtriebswelle und somit beispielsweise 720 Grad Kurbelwinkel. Im Rahmen des Arbeitsspiels ist beispielsweise ein erster der Takte ein auch als Ansaughub bezeichneter Ansaugtakt, bei welchem beziehungsweise in dessen Rahmen sich der Kolben von dem oberen Totpunkt in den unteren Totpunkt bewegt und dabei beispielsweise zumindest die genannte Luft in den Brennraum einsaugt. Ein, insbesondere direkt beziehungsweise unmittelbar, auf den Ansaugtakt folgender zweiter der Takte ist der genannte Verdichtungstakt, bei welchem beziehungsweise in dessen Rahmen sich der Kolben aus den unteren Totpunkt in den oberen Totpunkt bewegt. In dem weiteren Betriebszustand sowie in dem wenigstens einen Betriebszustand bei höheren Drehzahlen erfolgt dabei eine durch den Kolben bewirkte Verdichtung der Luft beziehungsweise des Gemisches, wobei jedoch in dem wenigstens einen Betriebszustand bei geringeren Drehzahlen eine übermäßige Verdichtung beziehungsweise Kompression vermieden werden kann. Ein sich beispielsweise unmittelbar beziehungsweise direkt an den zweiten Takt anschließender dritter der Takte ist beispielsweise ein Arbeitstakt, bei welchem beispielsweise das, insbesondere verdichtete, Gemisch gezündet und verbrannt wird. Dadurch wird der Kolben angetrieben und dadurch in den unteren Totpunkt bewegt, sodass sich der Kolben bei dem dritten Takt aus dem oberen Totpunkt in den unteren Totpunkt bewegt. Außerdem resultiert aus der Verbrennung des Gemisches Abgas. Der sich an den dritten Takt anschließende vierte Takt ist ein Ausschietakt, in dessen Rahmen beziehungsweise bei welchem sich der Kolben aus dem unteren Totpunkt in den oberen

Totpunkt bewegt und hierdurch das genannte, zunächst in dem Brennraum aufgenommene, Abgas aus dem Brennraum ausschleibt.

Dabei hat es sich zur Realisierung eines besonders vorteilhaften Betriebs als günstig erwiesen, wenn das Gaswechselventil seine Zwischenstellung in Richtung der Schließstellung verlässt, bevor der Kolben bei dem Verdichtungstakt den oberen Totpunkt erreicht. Hierdurch kann, insbesondere bei höheren Drehzahlen, eine hinreichende Kompression in dem Brennraum gewährleistet werden, sodass dann beispielsweise das Gemisch hinreichend verdichtet und in der Folge gezündet und verbrannt werden kann.

Um in dem wenigstens einen Betriebszustand bei den höheren Drehzahlen eine hinreichende Verdichtung in dem Brennraum gewährleisten zu können, ist es bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass das Gaswechselventil seine Schließstellung erreicht, bevor der Kolben bei dem Verdichtungstakt den oberen Totpunkt erreicht.

Um ein Verfahren der im Oberbegriff des Patentanspruchs 12 angegebenen Art derart weiterzuentwickeln, dass ein besonders vorteilhafter Betrieb der Verbrennungskraftmaschine realisierbar ist, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass in wenigstens einem Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine das Gaswechselventil auf seinem Weg aus der Offenstellung in Richtung der ersten Schließstellung in eine zwischen der Offenstellung und der ersten Schließstellung liegende Zwischenstellung bewegt und zumindest während eines Teils eines auf die Offenstellung des Gaswechselventils, insbesondere direkt beziehungsweise unmittelbar, folgenden Verdichtungstakts des Brennraums in der Zwischenstellung gehalten wird. Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind als Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Verbrennungskraftmaschine anzusehen und umgekehrt.

Dabei hat es sich als besonders vorteilhaft gezeigt, wenn die Verbrennungskraftmaschine in dem wenigstens einen Betriebszustand gestartet wird. Mit anderen Worten ist es vorzugsweise vorgesehen, dass die Verbrennungskraftmaschine gestartet wird, während der wenigstens eine Betriebszustand eingestellt ist, das heißt während sich die Verbrennungskraftmaschine in dem wenigstens einen Betriebszustand befindet. Auf diese Weise ist es beispielsweise möglich, im Rahmen des Startens der Verbrennungskraftmaschine diese beziehungsweise die Abtriebswelle zunächst anzutreiben beziehungsweise hochzuschleppen, wodurch die Abtriebswelle

beispielsweise insbesondere ausgehend von ihrem Stillstand auf eine von 0 unterschiedliche und gegenüber 0 höhere Drehzahl gebracht wird. Insbesondere wird die Verbrennungskraftmaschine gestartet, indem eine vorgebbare und auch als Zieldrehzahl bezeichnete Drehzahl der Abtriebswelle bewirkt wird, insbesondere mittels eines Starters beziehungsweise mittels eines Startergenerators. Bevor die Abtriebswelle dabei jedoch die gewünschte Zieldrehzahl erreicht, weist beziehungsweise durchläuft die Verbrennungskraftmaschine gegenüber der Zieldrehzahl wesentlich geringere Drehzahlen, da die Abtriebswelle beispielsweise ausgehend von ihrem Stillstand und somit von der Drehzahl 0 auf die Zieldrehzahl gebracht beziehungsweise beschleunigt wird. Dabei ist es beispielsweise vorgesehen, dass die Abtriebswelle zumindest so lange mittels des Starters beziehungsweise mittels einer von der Verbrennungskraftmaschine unterschiedlichen Antriebseinrichtung wie beispielsweise mittels eines Elektromotors angetrieben wird, bis die Abtriebswelle mittels in dem Brennraum ablaufender Verbrennungsvorgänge angetrieben wird. Im Rahmen dieser Verbrennungsvorgänge werden jeweilige Gemische in dem Brennraum auf die zuvor beschriebene Weise verdichtet und gezündet beziehungsweise verbrannt.

Durch Einstellen des wenigstens eines Betriebszustands ist es nun möglich, bei den zuvor genannten geringeren Drehzahlen eine dem Antreiben der Abtriebswelle entgegenstehende, übermäßige Verdichtung in dem Brennraum zu vermeiden, sodass die Abtriebswelle besonders schnell beschleunigt beziehungsweise auf die Zieldrehzahl gebracht werden kann. Bei den zuvor genannten höheren Drehzahlen jedoch kann eine hinreichende Verdichtung in dem Brennraum gewährleistet werden, sodass, insbesondere besonders frühzeitig, Verbrennungsvorgänge in dem Brennraum ablaufen und in der Folge die Abtriebswelle antreiben können. Hierdurch kann die Verbrennungskraftmaschine besonders effizient und besonders schnell, das heißt in besonders kurzer Zeit gestartet, das heißt aus ihrem unbefeuerten Betrieb in ihren befeuerten Betrieb überführt werden. Während des unbefeuerten Betriebs unterbleiben in dem Brennraum Verbrennungsvorgänge, wobei jedoch während des befeuerten Betriebs Verbrennungsvorgänge in dem Brennraum ablaufen und die Abtriebswelle antreiben. Ein zum Starten der Verbrennungskraftmaschine und somit zum Antreiben und somit zum Antreiben beziehungsweise Beschleunigen der Abtriebswelle erforderliches Drehmoment wird auch als Startmoment bezeichnet, welches bei der erfindungsgemäßen Verbrennungskraftmaschine beziehungsweise mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens besonders gering gehalten werden kann.

Die erfindungsgemäße Verbrennungskraftmaschine und das erfindungsgemäße Verfahren eignen sich besonders vorteilhaft für die Verwendung in einem als Hybrid-Fahrzeug ausgebildeten Kraftfahrzeug, da sich mittels der erfindungsgemäßen Verbrennungskraftmaschine beziehungsweise mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens ein besonders vorteilhafter Übergang von einem rein elektrischen Fahren zu einem verbrennungsmotorischen Fahren geschaffen werden kann, bei welchem das Kraftfahrzeug beispielsweise ausschließlich mittels der Verbrennungskraftmaschine oder zumindest unter Unterstützung der Verbrennungskraftmaschine angetrieben wird.

Der Erfindung liegt dabei insbesondere die folgende Erkenntnis zugrunde: Bei einem beispielsweise als Plug-In-Hybrid-Fahrzeug ausgebildeten Hybridfahrzeug ist es wünschenswert, dass der Wechsel von rein elektrischem Fahren zu Fahren mit Hilfe der auch als Verbrennungsmotor bezeichneten Verbrennungskraftmaschine möglichst schnell und übergangslos erfolgt. Hierzu ist es wünschenswert, die Verbrennungskraftmaschine in sehr kurzer Zeit mit einem möglichst geringen Momenten-Aufwand zu starten und entsprechende Last- und Drehzahlanforderungen zu erfüllen. Das Startmoment der Verbrennungskraftmaschine sollte möglichst gering sein, um sowohl beispielsweise wenigstens eine Kupplung als auch eine zum Antreiben des Hybridfahrzeugs ausgebildete elektrische Maschine nur gering zu belasten. Während des elektrischen Fahrens wird das Kraftfahrzeug beispielsweise ausschließlich mittels der elektrischen Maschine angetrieben. Ein besonders vorteilhaftes Starten der Verbrennungskraftmaschine ist dabei zu erreichen, wenn die Verbrennungskraftmaschine durch Einsetzen der Verbrennungsvorgänge, das heißt der Verbrennung in dem Brennraum das Starten und somit einen im Rahmen des Startens stattfindenden Hochlauf selbst unterstützt. Im Rahmen dieses Hochlaufs wird beispielsweise die Abtriebswelle – wie zuvor beschrieben – auf die Zieldrehzahl gebracht.

Um das Startmoment der Verbrennungskraftmaschine zu reduzieren beziehungsweise gering zu halten, können beispielsweise Kompressionsverluste in dem Brennraum zumindest gering gehalten beziehungsweise minimiert werden, indem beispielsweise das Gaswechselventil, insbesondere das Einlassventil, während des Verdichtungs takts, insbesondere vollständig, geöffnet bleibt und somit in der Offenstellung verbleibt, wodurch eine Kompression in dem Brennraum verhindert wird. Dies wird auch als Dekompression bezeichnet. Durch Verhindern der Kompression in dem Brennraum wird jedoch die Luft beziehungsweise das Gemisch in dem Brennraum nicht komprimiert, sodass eine Verbrennung des Gemisches nicht möglich ist. In der Folge kann eine das

Starten beziehungsweise den Start der Verbrennungskraftmaschine unterstützende Verbrennung in dem Brennraum nicht realisiert werden.

Das Bewegen beziehungsweise Betreiben des Gaswechselventils gemäß der zweiten Ventilerhebungskurve während des Startens der Verbrennungskraftmaschine ist jedoch nachteilhaft, da dies zu einem übermäßig hohen Startmoment und somit zu einer hohen Belastung der elektrischen Maschine und der Kupplung führen würde. Das zuvor genannte Beschleunigen beziehungsweise Bringen der Abtriebswelle auf die Zieldrehzahl wird auch als Anschleppen bezeichnet. Um bei dem Anschleppen Kompressionsverluste zumindest besonders gering halten zu können, jedoch bei zunehmender Drehzahl eine das Starten der Verbrennungskraftmaschine unterstützende Verbrennung beziehungsweise mehrere, das Starten der Verbrennungskraftmaschine unterstützende Verbrennungen in dem Brennraum zu ermöglichen, wird die zuvor beschriebene erste Ventilerhebungskurve genutzt, die zu einer speziellen Ventilerhebung des Gaswechselventils führt. Die erste Ventilerhebungskurve stellt einen Kompromiss zwischen der Vermeidung einer übermäßigen Verdichtung in dem Brennraum und dem Bewirken einer hinreichenden Verdichtung in dem Brennraum dar. Die Ventilerhebung verfügt beispielsweise über eine konventionelle Erhebungsform mit einem geringen Resthub im Bereich des unteren Totpunkts und einem sich daran anschließenden und die Zwischenstellung beziehungsweise das Halten in der Zwischenstellung bewirkenden Konstanthub, welcher beispielsweise in einem Bereich von einschließlich 0,2 Millimeter bis einschließlich 2 Millimeter, insbesondere in einem Bereich von einschließlich 0,5 Millimeter bis einschließlich 1 Millimeter, liegt. Der Konstanthub erfolgt vorzugsweise bis nahe an den oberen Totpunkt des Verdichtungsakts.

Bei geringen Drehzahlen beziehungsweise Strömungsgeschwindigkeiten an dem Gaswechselventil wird durch die erste Ventilerhebungskurve eine übermäßige Kompression in dem Brennraum verhindert, wodurch das auch als Schleppmoment bezeichnete Startmoment beim Starten der Verbrennungskraftmaschine besonders gering gehalten werden kann. Mit zunehmender Drehzahl der Abtriebswelle jedoch steigen die Strömungsgeschwindigkeit und damit ein Strömungswiderstand in einem schmalen Spalt zwischen beispielsweise einem Ventilteller des Gaswechselventils und einem korrespondierenden Ventilsitz, auf welchem das Gaswechselventil, insbesondere der Ventilteller, in der Schließstellung sitzt. Dadurch kann beispielsweise ein über das sich in der Zwischenstellung befindende Gaswechselventil aus dem Brennraum ausströmender Massenstrom besonders gering gehalten werden, sodass trotz des Umstands, dass sich das Gaswechselventil in der Zwischenstellung befindet und somit

geringfügig geöffnet ist, in dem Brennraum eine Kompressions- beziehungsweise Verdichtungswirkung einstellt, in deren Folge das Gemisch hinreichend verdichtet und in der Folge verbrannt werden kann. Für den Ladungswechsel ist die Wirkung des auch als Resthub-Plateau bezeichneten Plateaus nur noch untergeordnet, und die Füllung des Brennraums bleibt mit zunehmender Drehzahl stärker erhalten, was in einem steigenden Drehmoment der Verbrennungskraftmaschine resultiert. Die Beschleunigung der Verbrennungskraftmaschine beziehungsweise der Abtriebswelle steigt, ohne zusätzliche Belastung der Kupplung oder der elektrischen Maschine.

Die erste Ventilerhebungskurve und somit das Plateau können beispielsweise unter eine entsprechende Nockenform eines Nockens realisiert werden, mittels welchem das Gaswechselventil betätigt und dadurch aus der Schließstellung in die Offenstellung beziehungsweise in die Zwischenstellung bewegt werden kann. Durch diese Nockenform kann ein Notlaufbetrieb auf dem auch als Dekompressionsnocken bezeichneten Nocken ermöglicht werden. Die Verbrennungskraftmaschine kann somit ein geringes Drehmoment antreiben und ist beispielsweise im Falle einer Fehlfunktion eines variablen Ventiltriebs, welcher beispielsweise zum Variieren des Hubs des Gaswechselventils ausgebildet ist, noch lauffähig, was bei einem klassischen oder konventionellen Dekompressionsnocken, welcher die Kompression in dem Brennraum vollständig verhindert, nicht möglich ist.

Bei zunehmender Lastanforderung an die Verbrennungskraftmaschine erfolgt beispielsweise eine Umschaltung von der ersten Ventilerhebungskurve auf die insbesondere konventionelle zweite Ventilerhebungskurve, insbesondere mittels einer Ventilhubumschaltung und somit beispielsweise mittels eines variablen Ventiltriebs, welcher beispielsweise zur Variierung des Hubs des Gaswechselventils ausgebildet ist.

Um beispielsweise den Effekt der Strömungsgeschwindigkeiten bei entsprechenden Drehzahlen der Verbrennungskraftmaschine nicht ausschließlich über den Hub im Bereich des Plateaus zu steuern, kann ein so genanntes Einlassventil-Phasen zum Einsatz kommen. Hierbei sind dem Brennraum beispielsweise wenigstens zwei Einlassventile zugeordnet, wobei die beschriebene Zwischenstellung beziehungsweise das Plateau und somit das erfindungsgemäße Verfahren lediglich auf eines der Einlassventile angewendet wird, während beispielsweise das zweite Einlassventil auf gegenüber dem einen Einlassventil unterschiedliche Weise bewegt beziehungsweise betrieben wird. Das zweite Einlassventil kann beispielsweise konventionell beziehungsweise gemäß der zweiten Ventilerhebungskurve bewegt beziehungsweise betrieben oder aber abgeschaltet

werden, sodass das zweite Einlassventil beispielsweise keinen Hub durchführt. Mit anderen Worten kann beispielsweise am zweiten Einlassventil von einem konventionellen Voll-Hub-Nocken bis zu einem Abschalten des zweiten Einlassventils zur Auslegung variiert werden.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnung. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Die Zeichnung zeigt in:

- Fig. 1 ein Diagramm mit Ventilerhebungskurven zum Veranschaulichen einer erfindungsgemäßen Verbrennungskraftmaschine und eines erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Fig. 2 weitere Diagramme zum Veranschaulichen der Verbrennungskraftmaschine und des Verfahrens; und
- Fig. 3 ein weiteres Diagramm zum Veranschaulichen der erfindungsgemäßen Verbrennungskraftmaschine und des erfindungsgemäßen Verfahrens.

In den Fig. sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt ein Diagramm, anhand dessen im Folgenden eine Verbrennungskraftmaschine für ein Kraftfahrzeug sowie ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Verbrennungskraftmaschine erläutert werden. Das Kraftfahrzeug ist beispielsweise ein Kraftwagen, insbesondere ein Personenkraftwagen. Insbesondere kann das Kraftfahrzeug als Hybridfahrzeug ausgebildet sein und dabei die Verbrennungskraftmaschine und wenigstens eine auch als Traktionsmaschine bezeichnete elektrische Maschine umfassen, wobei das Kraftfahrzeug mittels der

Verbrennungskraftmaschine und mittels der elektrischen Maschine angetrieben werden kann. Insbesondere ist beispielsweise ein rein elektrisches Fahren möglich, während welchem das Kraftfahrzeug ausschließlich mittels der elektrischen Maschine, nicht jedoch mittels der Verbrennungskraftmaschine angetrieben wird. Ferner ist beispielsweise ein verbrennungsmotorisches Fahren denkbar, bei welchem beispielsweise das Kraftfahrzeug ausschließlich mittels der Verbrennungskraftmaschine, nicht jedoch mittels der elektrischen Maschine oder aber sowohl mittels der Verbrennungskraftmaschine als auch mittels der elektrischen Maschine angetrieben wird. Dies bedeutet, dass beispielsweise die Verbrennungskraftmaschine während des elektrischen Fahrens deaktiviert ist und sich somit in einem unbefeuerten Betrieb befindet.

Während des verbrennungsmotorischen Verfahrens jedoch ist die Verbrennungskraftmaschine aktiviert und befindet sich somit in einem befeuerten Betrieb. Dabei weist die Verbrennungskraftmaschine wenigstens einen oder mehrere, beispielsweise als Zylinder ausgebildete Brennräume auf, in welchen während des befeuerten Betriebs Verbrennungsvorgänge ablaufen. Im Rahmen eines solchen Verbrennungsvorgangs wird ein jeweiliges, in dem Brennraum aufgenommenes Gemisch gezündet und verbrannt, wobei das Gemisch in den Brennraum eingebrachte Luft und in den Brennraum eingebrachten Kraftstoff umfasst. Der Kraftstoff ist vorzugsweise ein flüssiger Kraftstoff und wird genutzt, um den befeuerten Betrieb zu realisieren. Selbstverständlich sind auch gasförmige Kraftstoff denkbar. Um die zunächst deaktivierte Verbrennungskraftmaschine zu aktivieren, das heißt von dem unbefeuerten Betrieb in den befeuerten Betrieb zu überführen, wird die Verbrennungskraftmaschine gestartet. Die Verbrennungskraftmaschine weist dabei eine insbesondere als Kurbelwelle ausgebildete Abtriebswelle auf, welche beispielsweise um eine Drehachse relativ zu einem Motorgehäuse der Verbrennungskraftmaschine drehbar ist. Genau ein Arbeitsspiel der Verbrennungskraftmaschine umfasst dabei genau zwei vollständige Umdrehungen der Abtriebswelle, deren Drehstellungen beispielsweise auch als Grad Kurbelwinkel bezeichnet werden. Somit umfasst genau ein Arbeitsspiel genau 720 Grad Kurbelwinkel der Abtriebswelle.

Ferner umfasst genau ein Arbeitsspiel beispielsweise genau vier Takte. Ein erster der Takte ist beispielsweise ein Ansaugtakt, welcher auch als Ansaughub bezeichnet wird. In dem beispielsweise als Zylinder ausgebildeten Brennraum ist ein Kolben translatorisch bewegbar aufgenommen, welcher zwischen einem unteren Totpunkt und einem oberen Totpunkt bewegbar ist. Im Ansaugtakt bewegt sich der Kolben aus seinem oberen Totpunkt in seinen unteren Totpunkt und saugt dabei beispielsweise zumindest die zuvor

genannte Luft an und dabei in den Brennraum ein. Ein auf den ersten Takt folgender zweiter der Takte ist ein auch als Kompressionshub oder Kompressionstakt bezeichneter Verdichtungstakt, bei welchem sich der Zylinder aus seinem unteren Totpunkt in seinen oberen Totpunkt bewegt. Der obere Totpunkt, in dem sich der Kolben beispielsweise bei dem Verdichtungstakt bewegt, wird auch als oberer Zündtotpunkt (ZOT) bezeichnet, da in dessen Bereich insbesondere während des befeuerten Betriebs das Gemisch im Brennraum gezündet wird. Ein sich an den zweiten Takt anschließender dritter der Takte ist ein Arbeitstakt, bei welchem sich der Kolben aus seinem oberen Totpunkt (oberer Zündtotpunkt) in den unteren Totpunkt bewegt. Der sich an den dritten Takt anschließende vierte Takt ist ein Ausschiebetakt, bei welchem sich der Kolben aus dem unteren Totpunkt in den oberen Totpunkt bewegt, welcher einen so genannten oberen Ladungswechseltotpunkt (LWOT) darstellt. Aus der Verbrennung des Gemisches resultiert Abgas, das im Zuge des Ausschiebetakts aus dem Brennraum mittels des Kolbens ausgeschoben wird.

Dem Brennraum sind beispielsweise wenigstens zwei erste Gaswechselventile in Form von Einlassventilen zugeordnet, über welche die Luft in den Brennraum einströmen kann. Ferner sind dem Brennraum zwei zweite Gaswechselventile in Form von Auslassventilen zugeordnet, über welche beispielsweise das Abgas aus dem Brennraum ausgeschoben werden kann. Das Verfahren wird im Folgenden beispielsweise anhand eines der Auslassventile und anhand eines der Einlassventile beschrieben, wobei die vorherigen und folgenden Ausführungen zu dem einen Einlassventil beziehungsweise zu dem einen Auslassventil ohne weiteres auch auf das andere Auslassventil beziehungsweise das andere Einlassventil übertragen werden können und umgekehrt.

Auf der Abszisse 10 des in Fig. 1 gezeigten Diagramms sind die Drehstellungen und somit Grad Kurbelwinkel der Abtriebswelle aufgetragen, während auf der Ordinate 12 ein Ventilhub des jeweiligen Einlassventils beziehungsweise Auslassventils aufgetragen ist. Das jeweilige Gaswechselventil ist insbesondere translatorisch zwischen einer Schließstellung und einer Offenstellung bewegbar und führt dabei einen auch als Ventilhub bezeichneten Hub in Millimeter auf, welcher auf der Ordinate 12 aufgetragen ist.

In das in Fig. 1 gezeigte Diagramm ist eine erste Ventilerhebungskurve 14 aufgetragen, welche die Bewegung des Auslassventils von der Schließstellung in die Offenstellung und wieder zurück in die Schließstellung des Auslassventils beschreibt. Somit wird das Auslassventil gemäß der Ventilerhebungskurve 14 bewegt beziehungsweise betrieben.

Bei dem Verfahren der Verbrennungskraftmaschine wird beispielsweise das Einlassventil aus seiner Offenstellung in Richtung seiner Schließstellung bewegt.

Im Rahmen des Verfahrens wird die Verbrennungskraftmaschine in wenigstens einem Betriebszustand betrieben. Mit anderen Worten wird im Rahmen des Verfahrens wenigstens ein Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine eingestellt, wobei das Einlassventil in dem wenigstens einen Betriebszustand gemäß einer in das in Fig. 1 gezeigte Diagramm eingetragenen zweiten Ventilerhebungskurve 16 betrieben beziehungsweise bewegt wird. Die Ventilerhebungskurve 16 beschreibt beziehungsweise veranschaulicht die Bewegung des Einlassventils aus der Schließstellung in die Offenstellung und wieder zurück in die Schließstellung.

Um nun einen besonders vorteilhaften Betrieb der Verbrennungskraftmaschine realisieren zu können, insbesondere um die Verbrennungskraftmaschine besonders vorteilhaft starten und somit einen besonders vorteilhaften Übergang von dem elektrischen Fahren zu dem verbrennungsmotorischen Fahren realisieren zu können, wird in dem wenigstens einen Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine das Einlassventil auf seinem Weg aus der in Fig. 1 mit O bezeichneten Offenstellung des Einlassventils in Richtung der in Fig. 1 mit S_1 bezeichneten ersten Schließstellung des Einlassventils in eine zwischen der Offenstellung O und der Schließstellung S_1 liegende beziehungsweise angeordnete Zwischenstellung Z bewegt und zumindest während eines Teils T des unmittelbar beziehungsweise direkt auf die Offenstellung O und unmittelbar beziehungsweise direkt auf den in Fig. 1 mit A bezeichneten Ansaugtakt folgenden und in Fig. 1 mit V bezeichneten Verdichtungsakts des Brennraums in der Zwischenstellung Z gehalten. Das Einlassventil erreicht dabei nicht die erste Schließstellung S_1 , sondern geht aus der Offenstellung O in die Zwischenstellung Z über. Dadurch weist die Ventilerhebungskurve 16 ein Plateau P auf, wobei sich das Plateau P und somit die Zwischenstellung Z von einer ersten der Drehstellungen der Abtriebswelle bis zu einer zweiten der Drehstellungen der Abtriebswelle erstrecken. Somit erstreckt sich aus der Teil T von der ersten Drehstellung zur zweiten Drehstellung. Dabei liegen zwischen der ersten Drehstellung und der zweiten Drehstellung mehrere weitere Drehstellungen der Abtriebswelle. Ab beziehungsweise nach der zweiten Drehstellung verlässt das Einlassventil die Zwischenstellung Z in Richtung der zweiten Schließstellung S_2 , sodass das Plateau P ab beziehungsweise nach der zweiten Drehstellung abfällt. Das Plateau P und somit die Zwischenstellung Z sind während des Teils T zumindest im Wesentlichen konstant. Da die Zwischenstellung Z zwischen der Offenstellung O und der zweiten Schließstellung S_2

liegt, ist das Einlassventil in der Zwischenstellung Z gegenüber der Offenstellung O weiter geschlossen, jedoch gegenüber der ersten Schließstellung S_1 und der zweiten Schließstellung S_2 weiter geöffnet, sodass beispielsweise ein geringer Spalt zwischen dem Einlassventil, insbesondere dessen Ventilteller, und einem korrespondierenden Ventilsitz existiert. Hierdurch kann beispielsweise bei niedrigen Drehzahlen von weniger als 500 Umdrehungen pro Minuten beziehungsweise dann, wenn die Drehzahl einen Grenzwert unterschreitet, eine übermäßige Kompression beziehungsweise Verdichtung in dem Brennraum vermieden werden, sodass dem Starten der Verbrennungskraftmaschine ein nur geringes Startmoment entgegensteht. Mit steigender Drehzahl jedoch kann eine hinreichende Kompression in dem Brennraum bewirkt werden, sodass sich beispielsweise bei hohen Drehzahlen von mehr als 500 Umdrehungen pro Minute beziehungsweise dann, wenn die Drehzahl den Grenzwert überschreitet oder erreicht, eine hinreichende Kompression in dem Brennraum einstellt. Dadurch kann beispielsweise das in dem Brennraum aufgenommene Gemisch hinreichend verdichtet und in der Folge gezündet und verbrannt werden, sodass das Starten der Verbrennungskraftmaschine und ein damit einhergehendes Beschleunigen beziehungsweise Hochschleppen der Abtriebswelle durch Verbrennungsvorgänge in dem Brennraum unterstützt werden können. Der Grenzwert kann beispielsweise 500 oder 600 Umdrehungen pro Minute betragen oder einen anderen Wert aufweisen.

In einer weiteren Ausführungsform kann das Einlassventil auf seinen Weg aus seiner Offenstellung O in die Zwischenstellung Z zunächst die erste Schließstellung S_1 einnehmen. Aus der ersten Schließstellung S_1 öffnet das Einlassventil wieder und nimmt seine Zwischenstellung Z ein.

Aus Fig. 1 ist besonders gut anhand der Ventilerhebungskurve 16 und der Ordinate 12 erkennbar, dass das Einlassventil in der Offenstellung O einen ersten Hub und in der Zwischenstellung Z ein gegenüber dem ersten Hub geringeren zweiten Hub aufweist, welcher beispielsweise in einem Bereich von einschließlich 5 Prozent bis einschließlich 20 Prozent des ersten Hubs liegt. Insbesondere liegt der zweite Hub beispielsweise in einem Bereich von einschließlich 0,2 Millimeter bis einschließlich 2 Millimeter, insbesondere in einem Bereich von einschließlich 0,5 Millimeter bis einschließlich 1 Millimeter. Des Weiteren ist der Ausschietakt in Fig. 1 mit AS bezeichnet, sodass der in Fig. 1 bezogen auf die Bildebene in Fig. 1 links gezeigte obere Totpunkt LWOT der genannte obere Ladungswechseltotpunkt ist.

Neben den in Fig.1 gezeigten ebenen Verlauf mit konstanten Hub kann in einer weiteren, nicht dargestellten Ausführungsform das Plateau P einen nicht konstanten Verlauf aufzeigen. Dabei weist das Gaswechselventil in der Offenstellung O einen ersten Hub und in der Zwischenstellung Z einen gegenüber dem ersten Hub geringeren zweiten Hub auf, welcher während des Teils T des Verdichtungstakts V zumindest teilweise einen sich ändernden Hub aufweist. Dabei kann das Plateau P einen ebenen Anteil und ansteigende und/oder abfallende Anteile aufweisen. Es ist auch denkbar, dass das Plateau P insgesamt ansteigt oder abfällt. Auch voneinander in der Höhe unterschiedliche, aneinander gereimte Plateaus sind denkbar.

Fig. 2 zeigt Diagramme 18 und 20, auf deren Abszisse 22 Grad Kurbelwinkel aufgetragen sind. Auf der jeweiligen Ordinate 24 ist ein jeweiliger Massenstrom aufgetragen, welcher in den beziehungsweise aus dem Brennraum strömt. Ein jeweiliger Verlauf 26 beziehungsweise 28 veranschaulicht somit den während des Arbeitsspiels in den beziehungsweise aus dem Brennraum strömenden Massenstrom, wobei der Verlauf 26 den Massenstrom veranschaulicht, welcher durch die Ventilerhebungskurve 16 bewirkt wird. Dabei veranschaulicht der Verlauf 28 den Massenstrom bei einer Ventilerhebungskurve eines konventionellen Dekompressionsnockens. Positive Werte beziehungsweise Bereiche des jeweiligen Verlaufs 26 beziehungsweise 28 veranschaulichen den in den Zylinder einströmenden Massenstrom, während negative Bereiche beziehungsweise Werte des jeweiligen Verlaufs 26 beziehungsweise 28 den aus dem Brennraum ausströmenden Massenstrom veranschaulichen.

Anhand des Diagramms 18 ist erkennbar, dass beispielsweise bei geringen Drehzahlen von weniger als 500 Umdrehungen pro Minute eine Dekompression in den Brennraum eingestellt ist, wobei es im Bereich des oberen Zündtotpunkts zu nur geringen Strömungsgeschwindigkeiten kommt. Die Verläufe 26 und 28 in dem Diagramm 20 veranschaulichen die jeweiligen Massenströme bei höheren Drehzahlen von beispielsweise mehr als 500 Umdrehungen pro Minute. Wie anhand des Verlaufs 26 im Vergleich zum Verlauf 28 erkennbar ist, ist durch die Ventilerhebungskurve 16 ein Massenstrom aus dem Brennraum deutlich verringert, so dass eine hinreichende Kompression beziehungsweise Verdichtung des Gemisches bewirkt werden kann, wodurch das Gemisch im Brennraum in der Folge gezündet und verbrannt werden kann.

Fig. 3 zeigt ein Diagramm 30 auf dessen Abszisse 32 die Drehzahl der Abtriebswelle aufgetragen ist. Auf der Ordinate 34 ist die Last beziehungsweise das Drehmoment aufgetragen, das beziehungsweise die von der Verbrennungskraftmaschine über die

Abtriebswelle beispielsweise bereitgestellt wird. Ein in das in Fig. 3 gezeigte Diagramm eingetragener Verlauf 36 veranschaulicht dabei das Drehmoment über der Drehzahl, wenn das Einlassventil gemäß der Ventilerhebungskurve 16 bewegt beziehungsweise betrieben wird, während ein Verlauf 38 das Drehmoment über der Drehzahl bei konventioneller Ventilerhebungskurve beziehungsweise bei konventionellen Dekompressionsnocken zeigt. Dabei ist auch aus Fig. 3 erkennbar, dass bei Drehzahlen von weniger als 500 Umdrehungen pro Minute eine in Fig. 3 mit D bezeichnete Dekompression in dem Brennraum bewirkt werden kann, sodass dem Starten der Verbrennungskraftmaschine bei geringen Drehzahlen ein nur geringes Drehmoment entgegensteht, sodass die Verbrennungskraftmaschine besonders schnell gestartet werden kann. Bei höheren Drehzahlen jedoch kann mittels der Ventilerhebungskurve 16 eine hinreichende Kompression in dem Brennraum bewirkt werden, sodass sich beispielsweise bei Drehzahlen von mehr als 500 Umdrehungen pro Minute Minimal-Verbrennungen in dem Brennraum realisieren lassen. Durch diese Minimal-Verbrennungen kann das Starten der Verbrennungskraftmaschine beziehungsweise das Beschleunigen oder Hochschleppen der Abtriebswelle unterstützt werden, wodurch die Verbrennungskraftmaschine besonders schnell gestartet werden kann. Hierdurch kann ein nahezu unmerklicher Übergang von elektrischem Fahren hin zu dem verbrennungsmotorischen Fahren gewährleistet werden. Die Ventilerhebungskurve 16 ist somit eine Ventilerhebung mit dem Plateau P im Bereich des Einlass-Schließens, um eine hinreichende Dekompression sowie einen drehzahlabhängigen Füllungsaufbau in dem Brennraum gewährleisten zu können.

Patentansprüche

1. Verbrennungskraftmaschine für ein Kraftfahrzeug, mit wenigstens einem mit Luft und Kraftstoff zum Betreiben der Verbrennungskraftmaschine befüllten Brennraum, und mit wenigstens einem dem Brennraum zugeordneten Gaswechselventil, welches zwischen einer Offenstellung (O) und einer ersten Schließstellung (S_1) bewegbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass in wenigstens einem Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine das Gaswechselventil auf seinem Weg aus der Offenstellung (O) in Richtung der ersten Schließstellung (S_1) in eine zwischen der Offenstellung (O) und der ersten Schließstellung (S_1) liegende Zwischenstellung (Z) bewegbar und zumindest während eines Teils (T) eines auf die Offenstellung (O) des Gaswechselventils folgenden Verdichtungstakts (V) des Brennraums in der Zwischenstellung (Z) zu halten ist und anschließend an die Zwischenstellung (Z) in eine zweite Schließstellung (S_2) bewegbar ist.
2. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Teil (T) mehr als die Hälfte des Verdichtungstakts (V) und weniger als den gesamten Verdichtungstakt (V) umfasst.
3. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Gaswechselventil als ein Einlassventil ausgebildet ist, über welches der Brennraum zumindest mit der Luft versorgbar ist.

4. Verbrennungskraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
das Gaswechselventil in der Offenstellung (O) einen ersten Hub und in der Zwischenstellung (Z) einen gegenüber dem ersten Hub geringeren zweiten Hub aufweist, welcher während des Teils (T) konstant ist.
5. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass
das Gaswechselventil in der Offenstellung (O) einen ersten Hub und in der Zwischenstellung (Z) einen gegenüber dem ersten Hub geringeren zweiten Hub aufweist, welcher während des Teils (T) zumindest zeitweise einen sich ändernden Hub aufweist.
6. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass
der zweite Hub in einem Bereich von einschließlich 5% bis einschließlich 20%, insbesondere in einem Bereich von einschließlich 8% bis einschließlich 19% und vorzugsweise in einem Bereich von einschließlich 9% bis einschließlich 18%, des ersten Hubs liegt.
7. Verbrennungskraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
das Gaswechselventil zunächst aus der Offenstellung (O) in die erste Schließstellung (S_1) bewegbar ist und anschließend das Gaswechselventil aus der ersten Schließstellung (S_1) in die Zwischenstellung (Z) bewegbar ist.
8. Verbrennungskraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
das Gaswechselventil in der Zwischenstellung (Z) einen zweiten Hub aufweist, welcher in einem Bereich von einschließlich 0,2 Millimeter bis einschließlich 2 Millimeter liegt.
9. Verbrennungskraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
ein translatorisch zwischen einem oberen Totpunkt (OT) und einem unteren Totpunkt (UT) bewegbar in dem Brennraum aufgenommener Kolben vorgesehen

ist, welcher sich bei dem Verdichtungstakt aus seinem unteren Totpunkt (UT) in seinen oberen Totpunkt (OT) bewegt.

10. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Gaswechselventil die Zwischenstellung (Z) in Richtung der zweiten Schließstellung (S_2) verlässt, bevor der Kolben bei dem Verdichtungstakt (V) den oberen Totpunkt (OT) erreicht.
11. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Gaswechselventil seine zweite Schließstellung (S_2) erreicht, bevor der Kolben bei dem Verdichtungstakt (V) den oberen Totpunkt (OT) erreicht.
12. Verfahren zum Betreiben einer wenigstens einen mit Luft und Kraftstoff zum Betreiben der Verbrennungskraftmaschine befüllten Brennraum und wenigstens einem dem Brennraum zugeordnetes Gaswechselventil aufweisenden Verbrennungskraftmaschine eines Kraftfahrzeugs, bei welchem das Gaswechselventil aus einer Offenstellung (O) in Richtung einer ersten Schließstellung (S_1) des Gaswechselventils bewegt wird, dadurch gekennzeichnet, dass in wenigstens einem Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine das Gaswechselventil auf seinem Weg aus der Offenstellung (O) in Richtung der ersten Schließstellung (S_1) in eine zwischen der Offenstellung (O) und der ersten Schließstellung (S_1) liegende Zwischenstellung (Z) bewegt und zumindest während eines Teils (T) eines auf die Offenstellung (O) des Gaswechselventils folgenden Verdichtungstakts (V) des Brennraums in der Zwischenstellung (Z) gehalten wird und anschließend an die Zwischenstellung (Z) in einer zweiten Schließstellung (S_2) geschlossen wird.
13. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbrennungskraftmaschine in dem wenigstens einen Betriebszustand gestartet wird.

1/2

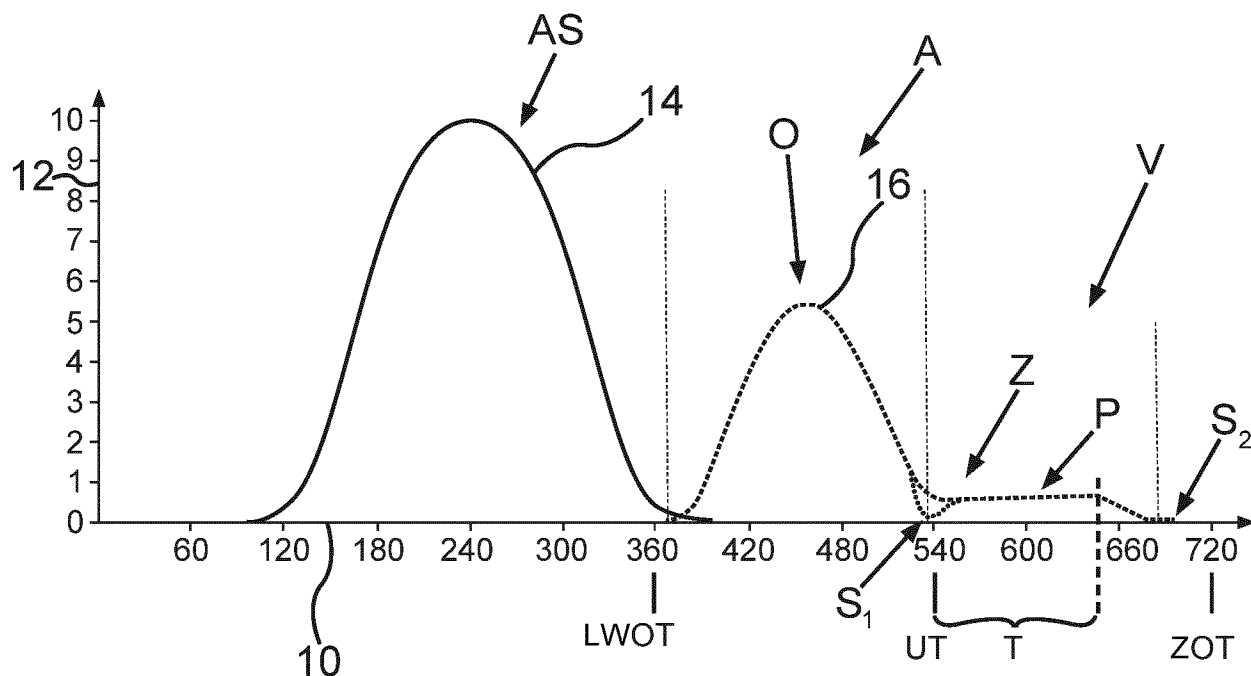


Fig.1

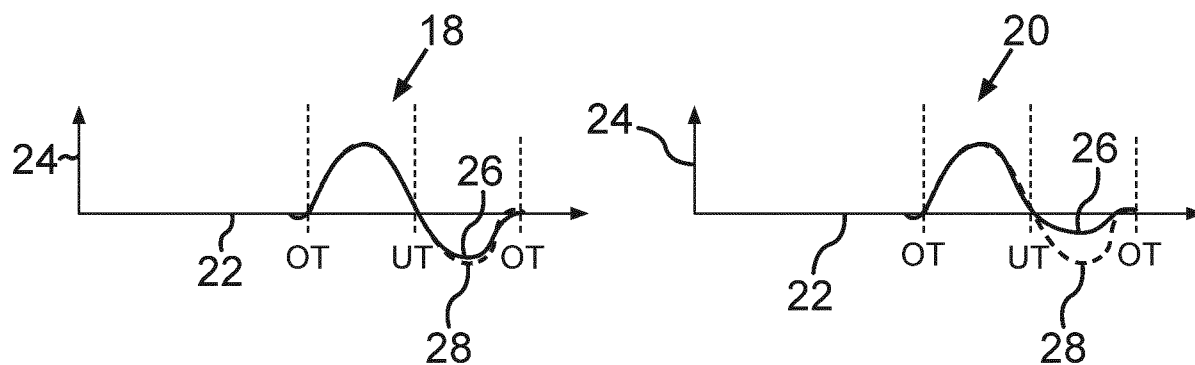


Fig.2

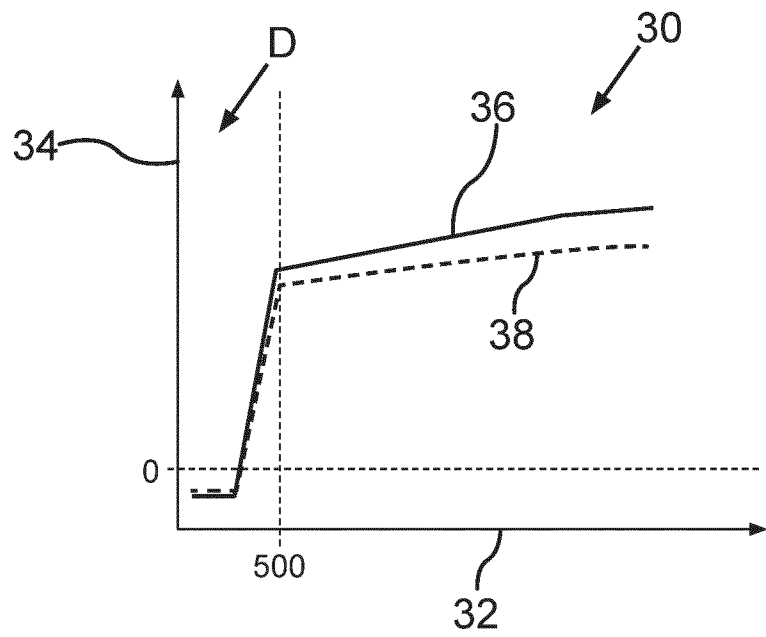


Fig.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/081587

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F02D 13/02**(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02D

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 Y	US 2008035111 A1 (SCHMID WOLFRAM [DE] ET AL) 14 February 2008 (2008-02-14) paragraph [0037] - paragraph [0038]; figure 2	1,3-6,9-13 2,7,8
X Y	US 2004244742 A1 (CHANG DAVID Y [US]) 09 December 2004 (2004-12-09) paragraph [0056] - paragraph [0071]; figure 4	1,3-6,9-13 2,7,8
X Y	DE 102014018545 A1 (DAIMLER AG [DE]) 18 June 2015 (2015-06-18) paragraph [0023]; figures 2c,2f	1,3-6,9-13 2,7,8
X Y	US 2005229901 A1 (WEBER JAMES R [US] ET AL) 20 October 2005 (2005-10-20) paragraph [0110] - paragraph [0111]; figure 10	1,3-6,9-13 2,7,8
X Y	DE 102004005588 A1 (FEV MOTORENTECH GMBH [DE]) 25 August 2005 (2005-08-25) paragraph [0036] - paragraph [0037]; figure 10	1,3-6,9-13 2,7,8

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

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 February 2019

Date of mailing of the international search report

19 February 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

Raposo, Jorge

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/081587

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2008035111	A1	14 February 2008	CN	101142385	A	12 March 2008
				DE	102005012306	A1	28 September 2006
				EP	1866535	A1	19 December 2007
				JP	4701288	B2	15 June 2011
				JP	2008533369	A	21 August 2008
				US	2008035111	A1	14 February 2008
				WO	2006097190	A1	21 September 2006
US	2004244742	A1	09 December 2004	NONE			
DE	102014018545	A1	18 June 2015	NONE			
US	2005229901	A1	20 October 2005	NONE			
DE	102004005588	A1	25 August 2005	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F02D13/02
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
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	US 2008/035111 A1 (SCHMID WOLFRAM [DE] ET AL) 14. Februar 2008 (2008-02-14)	1,3-6, 9-13
Y	Absatz [0037] - Absatz [0038]; Abbildung 2	2,7,8

X	US 2004/244742 A1 (CHANG DAVID Y [US]) 9. Dezember 2004 (2004-12-09)	1,3-6, 9-13
Y	Absatz [0056] - Absatz [0071]; Abbildung 4	2,7,8

X	DE 10 2014 018545 A1 (DAIMLER AG [DE]) 18. Juni 2015 (2015-06-18)	1,3-6, 9-13
Y	Absatz [0023]; Abbildungen 2c,2f	2,7,8

X	US 2005/229901 A1 (WEBER JAMES R [US] ET AL) 20. Oktober 2005 (2005-10-20)	1,3-6, 9-13
Y	Absatz [0110] - Absatz [0111]; Abbildung 10	2,7,8

	-/-	

☒ 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

11. Februar 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

19/02/2019

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

Raposo, Jorge

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2004 005588 A1 (FEV MOTORENTECH GMBH	1,3-6,
	[DE]) 25. August 2005 (2005-08-25)	9-13
Y	Absatz [0036] - Absatz [0037]; Abbildung	2,7,8
	10	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/081587

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2008035111 A1	14-02-2008	CN 101142385 A	12-03-2008
		DE 102005012306 A1	28-09-2006
		EP 1866535 A1	19-12-2007
		JP 4701288 B2	15-06-2011
		JP 2008533369 A	21-08-2008
		US 2008035111 A1	14-02-2008
		WO 2006097190 A1	21-09-2006
US 2004244742 A1	09-12-2004	KEINE	
DE 102014018545 A1	18-06-2015	KEINE	
US 2005229901 A1	20-10-2005	KEINE	
DE 102004005588 A1	25-08-2005	KEINE	