

(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
05. Mai 2022 (05.05.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/089903 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 13/02 (2006.01) F02D 13/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/077563

(22) Internationales Anmeldedatum:
06. Oktober 2021 (06.10.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 006 622.4
28. Oktober 2020 (28.10.2020) DE

(71) Anmelder: **DAIMLER AG** [DE/DE]; Mercedesstraße
120, 70372 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **ZINK, Alexander**; Rosmarinweg 36, 73733 Ess-
lingen (DE). **WAGNER, Marc, Oliver**; An der Friedens-

linde 10, 73730 Esslingen am Neckar (DE). **SCHUH-
MACHER, Thomas**; Schlehenweg 31, 68794 Oberhau-
sen-Rheinhausen (DE).

(74) Anwalt: **SCHEIDLE, Thorsten**; Daimler Brand & IP Ma-
nagement GmbH & Co. KG 063- H512, 70546 Stuttgart
(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, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,

(54) Title: METHOD FOR OPERATING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE, IN PARTICULAR OF A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE, INSBESONDERE EINES
KRAFTFAHRZEUGS

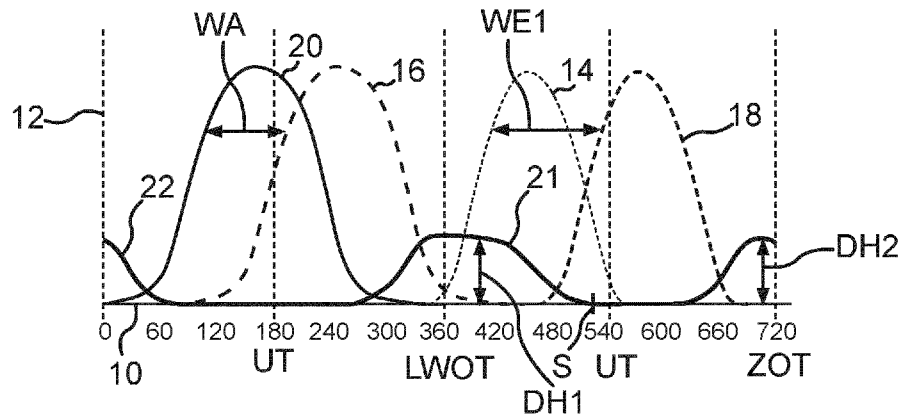


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating an internal combustion engine, in which the internal combustion engine is first operated in a first operating state, and a second operating state, different from the first operating state, of the internal combustion engine is set by adjusting an outlet camshaft by a value earlier relative to the crankshaft in comparison with the first operating state, and operating an outlet valve by means of an outlet cam and a decompression stroke of the outlet camshaft, after which, in the second operating state, at least one cylinder assumes the function of a decompression brake, in that at least one first cylinder filling is compressed in the at least one cylinder within a respective working play of the internal combustion engine and is then decompressed in a region of a charge top dead centre by means of a first decompression stroke of the at least one outlet valve, wherein, in the second operating state, the at least one inlet camshaft is adjusted by a value later relative to the crankshaft.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine, bei welchem die Verbrennungskraftmaschine zunächst in einem ersten Betriebszustand betrieben wird und ein von dem ersten Betriebszustand unterschiedlicher zweiter Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine eingestellt wird, indem eine Auslassnockenwelle im Vergleich zu dem ersten Betriebszustand um einen Wert nach früh relativ zu der Kurbelwelle verstellt wird und ein Auslassventil mittels eines Auslassnockens und einer Dekom-

TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

pressionserhebung der Auslassnockenwelle betätigt wird, wonach in dem zweiten Betriebszustand zumindest ein Zylinder die Funktion einer Dekompressionsbremse übernimmt, indem in dem mindestens einen Zylinder innerhalb eines jeweiligen Arbeitsspiels der Verbrennungskraftmaschine mindestens eine erste Zylinderfüllung komprimiert wird und danach mittels eines ersten Dekompressionshubs des mindestens einen Auslassventils in einem Bereich eines oberen Ladungswechseltotpunkts dekomprimiert wird, wobei im zweiten Betriebszustand die mindestens eine Einlassnockenwelle um einen ersten Wert nach spät relativ zur Kurbelwelle verstellt wird.

Verfahren zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1 und gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 2.

Ein solches Verfahren zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, ist beispielsweise bereits der EP 3 077 647 B1 als bekannt zu entnehmen. Bei dem Verfahren weist die Verbrennungskraftmaschine mindestens einen Zylinder und mindestens einen Kolben auf, welcher translatorisch bewegbar in dem Zylinder aufgenommen ist. Dem mindestens einen Zylinder sind mindestens ein Auslassventil und mindestens ein Einlassventil zugeordnet. Die Verbrennungskraftmaschine weist darüber hinaus eine als Kurbelwelle ausgebildete Abtriebswelle auf, über welche die Verbrennungskraftmaschine Drehmomente, insbesondere zum Antreiben des Kraftfahrzeugs, bereitstellen kann. Außerdem umfasst die Verbrennungskraftmaschine mindestens eine von der Kurbelwelle antreibbare Einlassnockenwelle mit mindestens einem Einlassnocken zum Betätigen des mindestens einen Einlassventils. Die Verbrennungskraftmaschine umfasst ferner mindestens eine von der Kurbelwelle antreibbare Auslassnockenwelle mit mindestens einem Auslassnocken und mindestens einer Dekompressionserhebung zum Betätigen des mindestens einen Auslassventils. Bei dem Verfahren wird die Verbrennungskraftmaschine zunächst in einem ersten Betriebszustand betrieben. Im ersten Betriebszustand wird die Verbrennungskraftmaschine in einem Verbrennungsbetrieb bzw. befeuerten Betrieb betrieben. Dabei wird ein von dem ersten Betriebszustand unterschiedlicher zweiter Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine eingestellt, indem die mindestens eine Auslassnockenwelle im Vergleich zu dem ersten Betriebszustand um einen Wert nach früh relativ zu der Kurbelwelle verstellt wird. Dabei wird das mindestens eine Auslassventil mittels des Auslassnockens und der mindestens einen Dekompressionserhebung der

Auslassnockenwelle betätigt, wonach in dem zweiten Betriebszustand der mindestens eine Zylinder die Funktion einer Dekompressionsbremse übernimmt, das heißt nach Art einer Dekompressionsbremse, betrieben wird. Dabei wird in dem mindestens einen Zylinder innerhalb eines jeweiligen Arbeitsspiels der Verbrennungskraftmaschine mindestens eine erste Füllung des Zylinders bzw. eine erste Zylinderfüllung komprimiert und danach mittels eines Dekompressionshubs des mindestens einen Auslassventils im Bereich eines oberen Ladungswechseltotpunkts, insbesondere nach Art einer hinlänglich bekannten Dekompressionsbremse, dekomprimiert. Die erste Füllung gelangt über das mittels des Auslassnockens geöffneten Auslassventils in den Zylinder.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art derart weiterzuentwickeln, dass ein besonders vorteilhafter Motorbremsbetrieb der Verbrennungskraftmaschine realisiert werden kann.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und mit den Merkmalen des Patentanspruchs 2 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den übrigen Ansprüchen angegeben.

Um ein Verfahren der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art derart weiterzuentwickeln, dass ein besonders vorteilhafter Motorbremsbetrieb der Verbrennungskraftmaschine realisiert werden kann, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass in einer ersten Ausführungsform im zweiten Betriebszustand die mindestens eine Einlassnockenwelle um einen ersten Wert nach spät relativ zur Kurbelwelle verstellt wird, welcher in einem Bereich von größer als 80 Grad Kurbelwinkel ist und bis höchstens 120 Grad Kurbelwinkel nach dem oberen Ladungswechseltotpunkt liegt. Mit anderen Worten wird die mindestens eine Einlassnockenwelle um mehr als 80 Grad und um höchstens 120 Grad nach spät relativ zu der Kurbelwelle verstellt, insbesondere verdreht. Dieses Verstellen beziehungsweise Verdrehen der mindestens einen Einlassnockenwelle relativ zur Kurbelwelle wird auch als Phasenverstellung oder Phasenstellung bezeichnet, wobei die mindestens eine Einlassnockenwelle beispielsweise mittels eines auch als Nockenwellenverstellers bezeichneten, an sich bekannten, Phasenstellers relativ zu der Kurbelwelle verdreht wird beziehungsweise verdreht werden kann. Analog zur mindestens einen Einlassnockenwelle kann die mindestens eine Auslassnockenwelle mittels eines weiteren Phasenstellers relativ zur Kurbelwelle verstellt werden.

Um ein Verfahren der im Oberbegriff des Patentanspruchs 2 angegebenen Art derart weiterzuentwickeln, dass ein besonders vorteilhafter Motorbremsbetrieb der Verbrennungskraftmaschine realisiert werden kann, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass in einer zweiten Ausführungsform im zweiten Betriebszustand die mindestens eine Einlassnockenwelle um einen zweiten Wert nach spät verstellt wird, welcher in einem Bereich von 0 Grad Kurbelwinkel bis 20 Grad Kurbelwinkel, insbesondere in einem Bereich von 1 Grad Kurbelwinkel bis 20 Grad Kurbelwinkel nach dem oberen Ladungswechseltotpunkt, liegt.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindungen gemäß Patentanspruch 1 und gemäß Patentanspruch 2 ist es vorgesehen, dass eine auf den ersten Dekompressionshub, insbesondere unmittelbar beziehungsweise direkt, folgende Schließstellung des Auslassventils bei 40 Grad Kurbelwinkel bis 165 Grad Kurbelwinkel nach dem oberen Ladungswechseltotpunkt erreicht wird. Damit wird das mindestens eine Auslassventil während dem ersten Dekompressionshub bis zur direkt auf den ersten Dekompressionshub folgenden und innerhalb des Arbeitsspiels liegenden Schließstellung, nicht geschlossen. Ein innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels auftretender Zeitpunkt, zu welchem das mindestens eine Auslassventil seine unmittelbar beziehungsweise direkt auf den ersten Dekompressionshub folgende Schließstellung erreicht, entspricht, beziehungsweise korrespondiert, mit einer Drehstellung der Kurbelwelle.

Innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels der Verbrennungskraftmaschine bewegt sich der Kolben genau zweimal in seinen oberen Totpunkt und genau zweimal in seinen unteren Totpunkt, wobei das jeweilige Arbeitsspiel, insbesondere genau, 720 Grad Kurbelwinkel, das heißt zwei vollständige Umdrehungen der Kurbelwelle, umfasst. Da der mindestens eine Kolben innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels, insbesondere genau, zweimal in seinen oberen Totpunkt kommt, tritt der obere Totpunkt innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels, insbesondere genau, zweimal auf. Der erste Auftritt des oberen Totpunkts innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels wird als der zuvor genannte, obere Ladungswechseltotpunkt oder als oberer Gaswechseltotpunkt bezeichnet, da während des befeuerten Betriebs im Bereich des oberen Ladungswechseltotpunkts ein aus der Verbrennung des Kraftstoff-Luft-Gemisches resultierendes Abgas der Verbrennungskraftmaschine mittels des mindestens einen Kolbens über das mindestens eine Auslassventil aus dem mindestens einen Zylinder ausgeschoben sowie anschließend über das mindestens eine Einlassventil eine zumindest Umgebungsluft umfassende Zylinderfüllung in den mindestens einen Zylinder eingesaugt

beziehungsweise eingebracht wird. Ein zweiter der Auftritte des oberen Totpunkts wird auch als oberer Zündtotpunkt bezeichnet, da während eines befeuerten Betriebs der Verbrennungskraftmaschine im Bereich des oberen Zündtotpunkts ein sich im Zylinder befindendes Kraftstoff-Luft-Gemisch gezündet und in der Folge verbrannt wird. Die jeweiligen Einlassventile und Auslassventile werden bekanntermaßen über jeweilige Einlassnocken bzw. Auslassnocken betätigt.

Die Verbrennungskraftmaschine ist dabei vorzugsweise als Vier-Takt-Motor ausgebildet, sodass das jeweilige Arbeitsspiel genau vier Takte aufweist. In den auf den befeuerten Betrieb bezogenen Takten der Verbrennungskraftmaschine ist ein erster der Takte ein sogenannter Ansaugtakt oder Einlasstakt, in welchem zumindest Umgebungsluft bzw. Luft in den Zylinder eingebracht wird. Während des Ansaugtakts bewegt sich der Kolben aus seinem oberen Totpunkt, insbesondere aus dem oberen Ladungswechseltotpunkt, in den unteren Totpunkt. Ein sich an den ersten Takt anschließender zweiter der Takte ist ein sogenannter Kompressions- oder Verdichtungstakt, welcher auch als Verdichtungs- oder Kompressionsphase bezeichnet wird. Während des Verdichtungtakts bewegt sich der Kolben aus seinem unteren Totpunkt in den oberen Totpunkt, insbesondere in den oberen Zündtotpunkt, wobei die zuvor in den mindestens einen Zylinder eingebrachte Zylinderfüllung mittels des Kolbens im Zylinder verdichtet wird. Ein sich an den zweiten Takt anschließender dritter der Takte wird auch als Arbeitstakt bezeichnet, da während des Arbeitstakts der mindestens eine Kolben durch eine aus der Zündung und Verbrennung des Kraftstoff-Luft-Gemisches resultierende Expansion beziehungsweise Ausdehnung des verbrannten Kraftstoff-Luft-Gemisches angetrieben und dabei aus dem oberen Totpunkt, insbesondere aus dem oberen Zündtotpunkt, in den unteren Totpunkt bewegt wird. Hierdurch wird die Kurbelwelle angetrieben, da der Kolben über ein Pleuel gelenkig mit der Kurbelwelle gekoppelt ist. Der sich an den dritten Takt anschließende vierte Takt wird auch als Ausschietakt oder Ausschiebephase bezeichnet, da während des vierten Takts das Abgas, welches aus der Verbrennung des Kraftstoff-Luft-Gemisches resultiert, mittels des mindestens einen Kolbens über das mindestens eine Auslassventile aus dem mindestens einen Zylinder ausgeschoben wird. Der erste Betriebszustand entspricht beispielsweise einem befeuerten Betrieb beziehungsweise während des ersten Betriebszustands kann der befeuerte Betrieb der Verbrennungskraftmaschine stattfinden. Dabei kann während des ersten Taktes und/oder des zweiten Taktes und/oder dritten Taktes Kraftstoff beispielsweise direkt in den Zylinder zu der gasförmigen Zylinderfüllung eingespritzt werden. Während des befeuerten Betriebs laufen in dem Zylinder Verbrennungsvorgänge ab, in deren Rahmen jeweilige Kraftstoff-Luft-Gemische in dem Zylinder gezündet und verbrannt werden.

Vorzugsweise befindet sich die Verbrennungskraftmaschine während des zweiten Betriebszustands in ihrem unbefeuerten Betrieb, sodass kein Kraftstoff in den Zylinder eingebracht wird und kein Kraftstoff-Luft-Gemisch gebildet wird.

Wie bereits hinlänglich aus dem allgemeinen Stand der Technik bekannt ist, kann durch Betreiben eines Zylinders als eine Dekompressionsbremse, beziehungsweise der Übernahme eines Zylinders der Funktion einer Dekompressionsbremse, ein Motorbremsbetrieb der Verbrennungskraftmaschine realisiert werden, sodass die Verbrennungskraftmaschine in dem Motorbremsbetrieb als eine Motorbremse und dabei insbesondere als eine Dekompressionsbremse betrieben wird. Durch Ausführen beziehungsweise Bewirken des Dekompressionshubs eines Auslassventils eines Zylinders kann mindestens eine Zylinderfüllung, welches zuvor, das heißt vor dem Dekompressionshub, beispielsweise während des Ausschiebetakts oder während des Verdichtungtakts mittels des Kolbens verdichtet wurde, dekomprimiert und somit aus dem Zylinder entlassen werden. Hierdurch geht in der verdichteten Zylinderfüllung enthaltene Verdichtungsenergie, welche zuvor von der Verbrennungskraftmaschine geleistet wurde, um die Zylinderfüllung zu verdichten, zumindest zum überwiegenden Teil ungenutzt verloren, sodass die in der Zylinderfüllung enthaltene Verdichtungsenergie zumindest zum überwiegenden Teil nicht genutzt werden kann, um den Kolben nach dem Verdichten der Zylinderfüllung wieder aus seinem oberen Totpunkt in seinen unteren Totpunkt zu bewegen. Durch diesen Betrieb des Zylinders als Dekompressionsbremse kann ein mit der Verbrennungskraftmaschine ausgestattetes Kraftfahrzeug abgebremst werden oder es kann vermieden werden, dass es zu einer übermäßigen Geschwindigkeitszunahme des Kraftfahrzeugs kommt.

Dabei wurde gefunden, dass durch das erfindungsgemäße Verfahren gemäß Patentanspruch 1 ein besonders vorteilhaftes und einfach auch als Bremsmoment bezeichnetes Motorbremsmoment realisiert werden kann, mittels welchem das Kraftfahrzeug abgebremst beziehungsweise in seiner Geschwindigkeit eingeschränkt werden kann. Insbesondere kann durch das erfindungsgemäße Verfahren das Bremsmoment auf einen Bremswert eingestellt werden, welcher zwar größer als 0, jedoch hinreichend gering ist. Somit kann durch das erfindungsgemäße Verfahren gemäß Patentanspruch 1 eine übermäßige, durch die Motorbremse bewirkte Bremswirkung vermieden werden, was in vielerlei Fahrsituationen vorteilhaft sein kann. Mit anderen Worten kann durch das Verfahren eine Bremsleistung der Motorbremse präzise und variabel in einem weiten Bremsmomentbereich eingestellt und dabei jedoch gewünscht geringgehalten werden, um zwar mittels der Motorbremse ein hinreichendes

Abbremsen des Kraftfahrzeugs zu bewirken, jedoch ein übermäßiges, durch die Motorbremse bewirktes Abbremsen vermeiden zu können.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren gemäß Patentanspruch 2 kann ein besonders vorteilhaftes und einfach auch als Bremsmoment bezeichnetes Motorbremsmoment realisiert werden kann, mittels welchem das Kraftfahrzeug besonders stark abgebremst beziehungsweise in seiner Geschwindigkeit eingeschränkt werden kann. Es kann eine besonders hohe Motorbremsleistung realisiert werden.

Die Erfindungen ermöglicht es somit, bedarfsgerecht zwischen einer besonders hohen Motorbremsleistung und einer besonders geringen Motorbremsleistung umzuschalten.

Dadurch, dass es erfindungsgemäß vorgesehen ist, dass eine auf den ersten Dekompressionshub folgende Schließstellung des Auslassventils bei 40 Grad Kurbelwinkel bis 165 Grad Kurbelwinkel nach dem oberen Ladungswechseltotpunkt erreicht wird, wird das mindestens eine Auslassventil nach dem Ladungswechseltotpunkt besonders spät geschlossen. Dadurch kann der erste Dekompressionshub besonders lange beibehalten werden. Mit anderen Worten kann das Auslassventil besonders lange in dem ersten Dekompressionshub beziehungsweise auf dem ersten Dekompressionshub gehalten werden. Dies ist besonders gut aus einer Ventilerhebungskurve ersichtlich, gemäß welcher das mindestens eine Auslassventil betätigt und somit bewegt wird. Ein spätes Schließen des mindestens einen Auslassventils und das lange Halten des Dekompressionshubs äußert sich in der Ventilerhebungskurve durch ein sehr langes Plateau, welches sich über einen besonders großen Grad Kurbelwinkel-Bereich erstreckt. Während dieses Plateaus ist zumindest im Wesentlichen konstant der Dekompressionshub des Auslassventils eingestellt. Bei einem früheren, an den Dekompressionshub anschließenden, Schließen des mindestens einen Auslassventils bildet sich kein Plateau oder weniger langes Plateau aus. Ein Beginn des ersten Dekompressionshubs liegt beispielsweise zwischen 100 Grad Kurbelwinkel und 80 Grad, insbesondere zwischen 90 Grad Kurbelwinkel und 70 Grad Kurbelwinkel, vor dem oberen Ladungswechseltotpunkt, an welchen sich die sich unmittelbar der erste Dekompressionshub anschließt und schließlich in die Schließstellung übergeht. Durch das lange Beibehalten des ersten Dekompressionshubs im Bereich des oberen Ladungswechseltotpunkts können folgende Vorteile erzielt werden: Durch das lange Offenhalten beziehungsweise Beibehalten des ersten Dekompressionshubs kann Druck aus einem Auslasskanal, in welchen das Abgas ausschiebbar ist, in den mindestens einen Zylinder zurückgeführt werden, sodass im

Vergleich zu herkömmlichen Verfahren ein nur geringerer, von einem Abgasturbolader oder von einer anderweitigen Aufladeeinrichtung bereitstellender Ladedruck benötigt wird. Dadurch kann beispielsweise der Abgasturbolader, insbesondere dessen Verdichter, in einem besonders vorteilhaften Wirkungsgradbereich arbeiten. Das Zurückführen von Druck aus dem Auslasskanal in den Zylinder wird auch als Rückaufladung bezeichnet. Durch diese Rückaufladung kann in einem Auslasstrakt, insbesondere in einem Auslasskanal und somit beispielsweise mit einem den Auslasskanal verbundenen Abgaskrümmern herrschender Druck besonders geringgehalten werden, sodass ein unkontrolliertes Öffnen von Auslassventilen weiterer Zylinder vermieden werden kann.

Darüber hinaus kann durch das Verstellen der mindestens einen Einlassnockenwelle gemäß Patentanspruch 1 nach spät erreicht werden, dass der mindestens eine Kolben während des Verdichtungstakts eine zuvor während des Ansaugtakts angesaugte und beispielsweise als Frischgas bzw. Umgebungsluft ausgebildete zweite Zylinderfüllung auf dem Weg zu seinem oberen Totpunkt durch das noch offenstehende Einlassventil zurück auf eine auch als Frischluftseite bezeichnete Einlassseite der Verbrennungskraftmaschine zurückschiebt. Dadurch kann eine zu komprimierende zweite Zylinderfüllung in dem Zylinder geringgehalten werden, so dass während einer zweiten Dekompression weniger Gas dekomprimiert wird, wodurch die Bremsleistung hinreichend und vorteilhaft gering gehalten werden kann. Üblicherweise fokussieren sich herkömmliche Verfahren und Lösungen auf die Realisierung einer möglichst hohen Bremsleistung. Dabei werden regelmäßig eine Variation und insbesondere eine Einstellung einer hinreichend geringen Bremsleistung vernachlässigt, welche zwar größer als 0 ist und somit ein Abbremsen des Kraftfahrzeugs bewirken kann, jedoch gleichzeitig hinreichend gering ist. Durch das erfindungsgemäße Verfahren besonders vorteilhaft eine in einem größeren Bereich variable Bremsleistung der Verbrennungskraftmaschine realisiert werden.

Darüber hinaus kann durch das Verstellen der mindestens einen Einlassnockenwelle gemäß Patentanspruch 2 nach spät erreicht werden, dass eine besonders hohe Bremsleistung erzeugt wird. Das Einlassventil öffnet am oder kurz nach dem Ladungswechseltotpunkt, wobei zuvor die Dekompression der ersten Zylinderfüllung im Wesentlichen abgeschlossen ist. Vorteilhafterweise beginnt nach dem Ladungswechseltotpunkt bereits der Ansaugtakt, so dass über das weiterhin geöffnete Auslassventil im ersten Dekompressionshub eine Rückaufladung und das geöffnete Einlassventil eine Zylinderfüllung über die Einlassseite vorgenommen werden kann,

wodurch durch das relativ frühe Schließen der Einlassventils im Verdichtungstakt kein wesentlicher Anteil der Zylinderfüllung in den Einlass zurückgeschoben wird und eine besonders große Zylinderfüllung zu einer erhöhten Motorbremsleistung während eines zweiten Dekompressionshubs im oberen Zündtotpunkt führt.

Als besonders vorteilhaft hat es sich gezeigt, wenn eine auf den ersten Dekompressionshub unmittelbar folgende Schließstellung des Auslassventils bei mehr als 80 Grad Kurbelwinkel und spätestens bei 165 Grad Kurbelwinkel nach dem oberen Ladungswechseltotpunkt erreicht wird. Vorteilhafterweise wird das mindestens eine Auslassventil im ersten Dekompressionshub bereits im Ansaugtakt geschlossen, so dass es nicht zu einem Zurückschieben einer Füllung im mindestens einen Zylinder in den Auslass kommt und eine besonders effektive Rückaufladung stattfinden kann, wodurch eine verbesserte Zylinderfüllung für einen zweiten Dekompressionshub erreicht werden kann.

Um die Bremsleistung auf einen besonders vorteilhaften Wert einstellen zu können, ist es in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass im zweiten Betriebszustand die mindestens eine Auslassnockenwelle im Vergleich zu dem ersten Betriebszustand um den Wert in einem Bereich von 70 Grad Kurbelwinkel bis 110 Grad Kurbelwinkel vor dem oberen Ladungswechseltotpunkt nach früh relativ zu der Kurbelwelle verstellt wird. Durch diese Verstellung der mindestens einen Auslassnockenwelle nach früh ist es möglich, Abgas aus dem Auslasskanal beziehungsweise aus dem Abgaskrümmen über das geöffnete, mindestens eine Auslassventil während des Arbeitstakts und somit mittels des durch den mindestens einen Auslassnocken bewirkten Auslasshubs in den mindestens einen Zylinder einströmen zu lassen und dann anschließend in dem Ausschietakt die erste Zylinderfüllung, das heißt in dem Kurbelwellenintervall, in dem gewöhnlich der Ausschietakt erfolgt, zu komprimieren.

Um schließlich einen besonders vorteilhaften Motorbremsbetrieb realisieren zu können, ist es in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass in dem zweiten Betriebszustand in dem mindestens einen Zylinder innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels der Verbrennungskraftmaschine eine weitere, zweite Zylinderfüllung komprimiert und danach mittels eines zweiten Dekompressionshubs des mindestens einen Auslassventils in einem Bereich eines oberen Zündtotpunkts dekomprimiert wird. Dies bedeutet, dass pro Arbeitsspiel, insbesondere genau, zweimal dekomprimiert wird. Vorteilhafterweise kann die Motorbremsleistung mittels der beiden Dekompressionen gesteigert

werden und in einem weiten Bereich beeinflusst werden. Durch die Phasenverstellung der mindestens einen Auslassnockenwelle und damit des mittels des mindestens einen Auslassnockens bewirkten Auslasshubs Richtung früh relativ zur Kurbelwelle, öffnet das mindestens eine Auslassventil während des Ausstoßtaktes und bleibt zu einem wesentlichen Teil während des Arbeitstaktes geschlossen, so dass die während des Arbeitstaktes gebildete erste Zylinderfüllung komprimiert werden kann und im Ladungswechseltotpunkt dekomprimiert werden kann. Die zweite Füllung im Zylinder wird im Wesentlichen über das geöffnete, mindestens eine Einlassventil im Ansaugtakt gebildet, im Verdichtungstakt komprimiert und im oberen Zündtotpunkt während des zweiten Dekompressionshubs des mindestens einen Auslassventils dekomprimiert.

Der jeweilige Dekompressionshub des mindestens einen Auslassventils wird beispielsweise mittels eines Betätigungselements, insbesondere in dessen zweiter Stellung, bewirkt. Das Bewegen des Betätigungselements aus einer ersten Stellung in die zweite Stellung wird auch als Aufschalten, insbesondere als Aufschalten mindestens eines Dekompressionshubs, bezeichnet. Der mindestens eine Dekompressionshub wird beispielsweise mittels eines Bremskipphebels und der entsprechenden, mindestens eine Dekompressionserhebung bewirkt, wobei die den Dekompressionshub bewirkende Dekompressionserhebung auch als Bremsnocke oder Bremsnockenerhebung bezeichnet wird. Die Dekompressionserhebung kann als zusätzliche Nockenerhebung auf dem Auslassnocken vorgesehen werden. Es ist auch denkbar, die mindestens eine Dekompressionserhebung als zusätzlichen Nocken neben dem mindestens einen Auslassnocken auf der mindestens einen Auslassnockenwelle vorzusehen. Durch das jeweilige Verdichten und Dekomprimieren der ersten und der zweiten Zylinderfüllung innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels kann eine vorteilhafte Bremsleistung durch zwei entsprechende Dekompressionserhebungen realisiert werden. In an sich bekannten Motorbremsvorrichtungen kann beispielsweise der Bremskipphebel neben einem Auslasskipphebel vorgesehen sein und das Betätigungselement bzw. der Bremskipphebel in seiner zweiten Stellung mittels einer hydraulischen Vorrichtung den jeweiligen Hub der Dekompressionserhebungen auf einen oder zwei Auslassventile eines Zylinders übertragen.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass im zweiten Betriebszustand neben dem mindestens einen, ersten Auslassventil des mindestens einen Zylinders ein weiteres, zweites Auslassventil des mindestens einen Zylinders mittels des Auslassnockens gleichzeitig geöffnet werden und lediglich das erste Auslassventil des mindestens einen Zylinders mittels mindestens eines Dekompressionshubs geöffnet

wird. Vorzugsweise ist dem mindestens einen Zylinder, insbesondere mindestens oder genau, ein zweites Auslassventil zugeordnet, wobei das zweite Auslassventil analog mittels der mindestens einen Auslassnockenwelle betätigbar ist beziehungsweise betätigt wird. Bei der Verstellung der mindestens einen Auslassnockenwelle nach früh werden beide Auslassventile gleichzeitig beeinflusst und somit während des zweiten Betriebszustands im Vergleich zu dem ersten Betriebszustand früher geöffnet und früher geschlossen. Damit führen beide Auslassventile des Zylinders jeweils einen relativ zur Kurbelwelle nach früh verschobenen Auslasshub aus, der dem Verlauf des Auslasshubs im befeuerten, ersten Betriebszustand entspricht. Allerdings führt in einer bevorzugten Ausführung der Erfindung bezogen auf das erste Auslassventil und bezogen auf das zweite Auslassventil nur eines der beiden Auslassventile und dabei beispielsweise nur das erste Auslassventil zusätzlich zum Auslasshub den jeweiligen, mindestens einen Dekompressionshub beziehungsweise die beiden zusätzlichen Dekompressionshübe innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels aus. Somit führen während des zweiten Betriebszustands das erste und das zweite Auslassventil innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels mindestens oder genau einen Auslasshub aus, wobei das Betätigungselement im zweiten Betriebszustand lediglich das erste Auslassventil in seiner zweiten Stellung beaufschlagt und das erste Auslassventil zusätzlich die Dekompressionshübe ausführt. Der zweite Betriebszustand ist ein vorteilhafter Bremsbetrieb, mittels welchen die Bremsleistung vorteilhaft und bedarfsgerecht variiert werden kann.

Um eine besonders vorteilhafte Umschaltung der Verbrennungskraftmaschine von dem ersten Betriebszustand in den zweiten Betriebszustand zu realisieren, ist es vorzugsweise vorgesehen, dass zum Einstellen des zweiten Betriebszustands zunächst eine Einbringung, insbesondere eine Einspritzung, von Kraftstoff in den Zylinder beendet wird. Danach wird die mindestens eine Einlassnockenwelle nach spät verstellt und anschließend die mindestens eine Auslassnockenwelle nach früh verstellt. Schließlich wird zumindest ein Dekompressionshub des mindestens einen, ersten Auslassventils bewirkt. Hierdurch kann beispielsweise der Motorbremsbetrieb besonders schnell und komfortabel eingestellt werden.

Um eine besonders vorteilhafte, alternative Umschaltung der Verbrennungskraftmaschine von dem ersten Betriebszustand in den zweiten Betriebszustand zu realisieren, ist es vorzugsweise vorgesehen, dass zum Einstellen des zweiten Betriebszustands zunächst eine Einbringung, insbesondere eine Einspritzung, von Kraftstoff in den Zylinder beendet wird. Danach wird die mindestens eine

Einlassnockenwelle nach spät verstellt und gleichzeitig die mindestens eine Auslassnockenwelle nach früh verstellt. Schließlich wird zumindest ein Dekompressionshub des mindestens einen, ersten Auslassventils bewirkt. Um eine besonders vorteilhafte weitere, alternative Umschaltung der Verbrennungskraftmaschine von dem ersten Betriebszustand in den zweiten Betriebszustand zu realisieren, ist es vorzugsweise vorgesehen, dass zum Einstellen des zweiten Betriebszustands zunächst eine Einbringung, insbesondere eine Einspritzung, von Kraftstoff in den Zylinder beendet wird. Danach wird die die mindestens eine Auslassnockenwelle nach früh verstellt und anschließend mindestens eine Einlassnockenwelle nach spät verstellt. Schließlich wird zumindest ein Dekompressionshub des mindestens einen, ersten Auslassventils bewirkt.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren können insbesondere die folgenden Vorteile realisiert werden:

- erhebliche Steigerung und gesteigerte Variabilität der Motorbremsleistung im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren
- durch Entfall eines Retarders, insbesondere eines Kühlwasserretarders, Sekundärwasserretarders (SWR) oder Ölretarders, können die Herstellkosten und der Kraftstoffverbrauch der Verbrennungskraftmaschine reduziert werden
- vereinfachte Konstruktion im Vergleich zu leistungsgesteigerten Bremssystemen
- deutliche Anhebung der Abgastemperatur bei minimalem Schleppmoment mit der Option, durch Nockenwellenverstellung den Wärmeeintrag in das Abgassystem gezielt einzustellen
- hoher Gleichteilegrad zwischen Standard- und Hochleistungs-Bremse
- verstärkte Rückaufladung führt zu höheren Abgastemperaturen und reduziertem Auskühlen des Abgassystems
- Motorbremsleistung für eine Hochleistungsbremse und für eine Standardbremse lassen sich modular aufbauen
- durch verstärkte Rückwärtsladung und anschließender Dekompression erhöhen sich die Abgastemperaturen, was zu einem höheren Wärmeeintrag in das Abgassystem führt; dies ist vorteilhaft für eine Abgasnachbehandlung, und ein Wärmeeintrag in ein Kühlsystem kann bei vergleichbarer Bremsleistung reduziert werden.
- Retarder kann mit geringerer Bremsleistung ausgeführt werden, wie beispielsweise bei der Substitution eines Sekundärwasserretarders (SWR) durch einen Ölretarder

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele 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 zum Veranschaulichen eines erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer ersten Ausführungsform zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs;
- Fig. 2 ein Diagramm zum Veranschaulichen einer zweiten Ausführungsform des Verfahrens; und
- Fig. 3 ein Flussdiagramm zum Veranschaulichen des Verfahrens.

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

Fig. 1 zeigt ein Diagramm, anhand dessen im Folgenden eine erste Ausführungsform eines Verfahrens zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine eines Kraftfahrzeugs veranschaulicht wird. Das Kraftfahrzeug ist beispielsweise als Kraftwagen, insbesondere als Nutzfahrzeug, ausgebildet und mittels der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere in deren befeuerten Betrieb, antreibbar. Die Verbrennungskraftmaschine ist als eine Hubkolbenmaschine ausgebildet und weist mindestens einen Zylinder und mindestens einen Kolben auf, welcher translatorisch bewegbar in dem Zylinder aufgenommen ist. Insbesondere weist die Verbrennungskraftmaschine mehrere Zylinder auf, in denen während des befeuerten Betriebs der Verbrennungskraftmaschine Verbrennungsvorgänge ablaufen. Erste der Zylinder bilden beispielsweise eine erste Zylindergruppe, wobei zweite der Zylinder eine zweite Zylindergruppe bilden. Somit umfasst beispielsweise die erste Zylindergruppe die mehreren ersten Zylinder, und die

zweite Zylindergruppe umfasst die mehreren zweiten Zylinder. Die jeweilige Zylindergruppe wird beispielsweise auch als Zylinderbank bezeichnet. Insbesondere kann die Verbrennungskraftmaschine als V-Motor ausgebildet sein, sodass die Zylinder beziehungsweise die Zylinderbänke V-förmig relativ zueinander angeordnet sein können. Des Weiteren kann die Verbrennungskraftmaschine als Reihen-Motor ausgebildet sein, so dass die Zylinderbänke nebeneinander zueinander angeordnet sein können.

In dem jeweiligen Zylinder ist der jeweilige Kolben translatorisch bewegbar aufgenommen, wobei der Kolben zwischen einem oberen Totpunkt und einem unteren Totpunkt translatorisch bewegt werden kann. Die Verbrennungskraftmaschine weist darüber hinaus eine als Kurbelwelle ausgebildete Abtriebswelle auf, über welche die Verbrennungskraftmaschine Drehmomente zum Antreiben des Kraftfahrzeugs bereitstellen kann. Die Kolben sind über jeweilige Pleuel gelenkig mit der Kurbelwelle verbunden, sodass die translatorischen Bewegungen der Kolben in eine rotatorische Bewegung der Kurbelwelle umgewandelt werden. Die Zylinder mit ihren jeweiligen Kolben und ein Zylinderkopf schließen einen jeweils Brennraum ein, in dem die Verbrennungsvorgänge ablaufen.

Ein jeweiliges Arbeitsspiel der als Vier-Takt-Motor ausgebildeten Verbrennungskraftmaschine umfasst genau zwei vollständige Umdrehungen der Kurbelwelle und somit genau 720 Grad Kurbelwinkel. Während der Umdrehungen kommt die Kurbelwelle in jeweilige, unterschiedliche Drehstellungen oder Drehwinkel, wobei die Drehstellungen beziehungsweise Drehwinkel auch als Grad Kurbelwinkel bezeichnet werden. Innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels bewegt sich der jeweilige Kolben genau zweimal in seinen oberen Totpunkt und genau zweimal in seinen unteren Totpunkt, sodass innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels der obere Totpunkt genau zweimal auftritt. Der erste Auftritt des oberen Totpunkts ist beispielsweise ein sogenannter oberer Ladungswechseltotpunkt LWOT. Ein zweiter der Auftritte ist beispielsweise ein oberer Zündtotpunkt ZOT.

Da die Verbrennungskraftmaschine als Vier-Takt-Motor ausgebildet ist, umfasst das jeweilige Arbeitsspiel genau vier Takte. In dem beziehungsweise bezogen auf den befeuerten Betrieb ist beispielsweise ein erster der Takte ein auch als Einlasstakt bezeichneter Ansaugtakt, bei welchem sich der jeweilige Kolben vom Ladungswechseltotpunkt LWOT in seinem jeweiligen unteren Totpunkt UT bewegt und zumindest Umgebungsluft über die Einlassventile in den Zylinder und somit eine Zylinderfüllung aus dem Einlasstrakt über die Einlassventile in den Zylinder eingebracht

wird. An den ersten Takt schließt sich ein zweiter der Takte an. Der zweite Takt ist ein auch als Kompressionsphase oder Kompressionstakt bezeichneter Verdichtungstakt, bei welchem sich der Kolben aus dem unteren Totpunkt UT in seinem oberen Zündtotpunkt ZOT bewegt. Hierdurch wird in dem befeuerten Betrieb die zuvor in den Zylinder eingebrachte Zylinderfüllung mittels des Kolbens verdichtet, das heißt komprimiert. Ein sich an den zweiten Takt anschließender dritter Takt ist ein Arbeitstakt, bei welchem der Kolben angetrieben und dadurch aus seinem oberen Totpunkt ZOT in seinen unteren Totpunkt UT bewegt wird. Im oberen Zündtotpunkt ZOT wird ein Kraftstoff-Luft-Gemisch gezündet. Hierdurch wird der Kolben wie beschrieben angetrieben. Der sich an den dritten Takt anschließende vierte Takt wird auch als Ausschiebetakt oder Auslasshub oder Ausschiebehub oder Auslassphase bezeichnet, da bei dem vierten Takt das verbrannte Kraftstoff-Luft-Gemisch beziehungsweise Abgas mittels des Kolbens aus dem Zylinder ausgeschoben wird.

Die Verbrennungskraftmaschine umfasst darüber hinaus je Zylinder mindestens ein Einlassventil oder mehrere, insbesondere genau zwei, Einlassventile, über welche ein beispielsweise zumindest Umgebungsluft bzw. Luft beziehungsweise Frischluft als Zylinderfüllung in den jeweiligen Zylinder eingebracht beziehungsweise einströmen kann. Ist die Verbrennungskraftmaschine als aufgeladene Verbrennungskraftmaschine ausgebildet, so wird die Zylinderfüllung über die Einlassventile in den Zylinder beispielsweise mittels eines Verdichters eines Abgasturboladers eingebracht. Neben der Umgebungsluft kann beispielsweise zusätzlich rückgeführtes Abgas in der Zylinderfüllung enthalten sein, wobei üblicherweise mittels einer HD-AGR (Hochdruck-Abgas-Rückführung) stromabwärts des Verdichters das rückgeführte Abgas der mittels des Verdichters verdichteten Umgebungsluft zugemischt wird und/oder mittels einer ND-AGR (Niederdruck-Abgas-Rückführung) stromaufwärts des Verdichters der eingebrachten Umgebungsluft zugemischt wird. Insbesondere kann die Zylinderfüllung von einem Einlasskrümmer über Einlasskanäle eines Einlasstrakts der Verbrennungskraftmaschine in den jeweiligen Zylinder einströmen, insbesondere dann, wenn das jeweilige Einlassventil geöffnet ist. Die Verbrennungskraftmaschine weist auch mindestens eine von der Kurbelwelle antreibbare Einlassnockenwelle mit mindestens einem Einlassnocken zum Betätigen des mindestens einen Einlassventils auf. Übliche Verbrennungskraftmaschinen sind als V-Motor oder Reihenmotor ausgeführt. Dabei kann eine als V-Motor ausgeführte Verbrennungskraftmaschine für jede Zylinderbank jeweils eine Einlassnockenwelle aufweisen, mittels welcher die jeweiligen Einlassventile, insbesondere der jeweiligen Zylinderbank, betätigt und somit geöffnet werden können. Es sind auch V-Motoren mit nur einer Einlassnockenwelle für die Zylinderbänke denkbar

beziehungsweise ausgeführt. Üblicherweise weist eine Verbrennungskraftmaschine, die als ein Reihenmotor ausgebildet ist, lediglich eine Einlassnockenwelle für beide Zylinderbänke auf.

Je Zylinder ist auch mindestens ein Auslassventil der Verbrennungskraftmaschine vorgesehen, wobei üblicherweise je Zylinder mehrere Auslassventile und dabei beispielsweise genau zwei Auslassventile vorgesehen sind. Über das jeweilige Auslassventil kann eine Zylinderfüllung wie beispielsweise das zuvor genannte Abgas aus dem Zylinder ausströmen und beispielsweise in einen auch als Auslasskrümmer bezeichneten Abgaskrümmer und somit in einen Abgastrakt beziehungsweise auf einer Auslassseite der Verbrennungskraftmaschine einströmen beziehungsweise strömen. Dabei weist die Verbrennungskraftmaschine mindestens eine von der Kurbelwelle antreibbare Auslassnockenwelle mit mindestens einen Auslassnocken und mindestens einer Dekompressionserhebung zum Betätigen des mindestens einen Auslassventils auf. Insbesondere weist die Verbrennungskraftmaschine insbesondere für jede Zylinderbank eines V-Motors eine Auslassnockenwelle auf, mittels welcher die jeweiligen Auslassventile, insbesondere der jeweiligen Zylinderbank, betätigt und somit geöffnet werden können. Es sind auch V-Motoren mit lediglich einer Auslassnockenwelle für die Zylinderbänke denkbar beziehungsweise ausgeführt. Üblicherweise weist eine Verbrennungskraftmaschine, die als ein Reihenmotor ausgebildet ist, lediglich eine Auslassnockenwelle für beide Zylinderbänke auf.

Die mindestens eine Einlassnockenwelle und die mindestens eine Auslassnockenwelle werden zusammenfassend auch als Nockenwellen bezeichnet, welche von der Kurbelwelle angetrieben werden können. Darüber hinaus werden die Einlassventile und die Auslassventile zusammenfassend auch als Ventile oder Gaswechselventile bezeichnet. In dem Abgastrakt ist beispielsweise eine auch als Abgassystem bezeichnete Abgasnachbehandlungseinrichtung angeordnet, welche von dem Abgas durchströmt werden kann. Mittels des Abgassystems kann das Abgas nachbehandelt werden.

Dabei weist das in Fig. 1 gezeigte Diagramm eine Abszisse 10 auf, auf welcher die Grad Kurbelwinkel aufgetragen sind. Das jeweilige Gaswechselventil ist translatorisch bewegbar und führt somit innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels einen jeweiligen Hub aus, welcher auf der Ordinate 12 des Diagramms aufgetragen ist.

Im Rahmen des Verfahrens wird die Verbrennungskraftmaschine beispielsweise zunächst in einem ersten Betriebszustand betrieben, in beziehungsweise während

welchem sich die Verbrennungskraftmaschine beispielsweise in ihrem befeuerten oder in einem an sich bekannten geschleppten Betrieb befindet. In dem ersten Betriebszustand beziehungsweise während des ersten Betriebszustands wird das jeweilige Einlassventil gemäß einer in Fig. 1 gezeigten Ventilerhebungskurve 14 betätigt beziehungsweise bewegt. Bei dem in Fig. 1 veranschaulichten Ausführungsbeispiel sind dem jeweiligen Zylinder genau zwei Einlassventile und genau zwei Auslassventile zugeordnet, wobei eines der Auslassventile auch als erstes Auslassventil und das andere der Auslassventile auch als zweites Auslassventil bezeichnet wird. Beispielsweise werden in dem ersten Betriebszustand sowohl das erste Auslassventil als auch das zweite Auslassventil gemäß einer in Fig. 1 gezeigte Ventilerhebungskurve 16 betätigt beziehungsweise bewegt. Somit veranschaulichen beispielsweise die Ventilerhebungskurven 14 und 16 die Bewegungen beziehungsweise Betätigungen der Gaswechselventile während des befeuerten Betriebs beziehungsweise in dem ersten Betriebszustand.

Bei dem Verfahren wird die Verbrennungskraftmaschine von dem ersten Betriebszustand in den zweiten Betriebszustand umgeschaltet, sodass der zweite Betriebszustand eingestellt wird. Der zweite Betriebszustand wird dabei eingestellt, indem die Einlassnockenwelle im Vergleich zu dem ersten Betriebszustand nach spät relativ zu der Kurbelwelle verstellt wird. Außerdem wird in dem zweiten Betriebszustand der Zylinder als eine beziehungsweise nach Art einer Dekompressionsbremse betrieben, indem in dem Zylinder innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels der Verbrennungskraftmaschine eine erste Zylinderfüllung komprimiert und danach mittels eines ersten Dekompressionshubs DH1 des ersten Auslassventils nach Art einer Dekompressionsbremse dekomprimiert wird.

Um dabei einen besonders vorteilhaften Betrieb, insbesondere einen besonders vorteilhaften Motorbremsbetrieb, der Verbrennungskraftmaschine realisieren zu können, wird zum Einstellen des zweiten Betriebszustands die mindestens eine Einlassnockenwelle um einen ersten Wert WE1 nach spät verstellt, wobei der erste Wert WE1 in einem Bereich von 80 Grad Kurbelwinkel bis 120 Grad Kurbelwinkel liegt. Vorzugsweise ist der erste Wert WE1 größer als 80 Grad Kurbelwinkel und höchstens 120 Grad Kurbelwinkel. Außerdem ist es vorgesehen, dass in dem zweiten Betriebszustand das erste Auslassventil seine auf den ersten Dekompressionshub DH1 unmittelbar beziehungsweise direkt folgende Schließstellung S innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels bei 40 Grad Kurbelwinkel bis 165 Grad Kurbelwinkel nach dem oberen Ladungswechseltotpunkt des Kolbens erreicht. Mit anderen Worten befindet sich die

Kurbelwelle dann, wenn das erste Auslassventil seine unmittelbar auf den ersten Dekompressionshub DH1 folgende Schließstellung S erreicht, bei 40 Grad Kurbelwinkel bis 165 Grad Kurbelwinkel, vorzugsweise bei einem Wert größer als 80 Grad Kurbelwinkel bis spätestens 165 Grad Kurbelwinkel wie in Fig. 1 dargestellt, nach dem oberen Ladungswechseltotpunkt LWOT des Kolbens. Die Schließstellung S bezeichnet den Zustand der ersten Auslassventile der jeweiligen Zylinder, wenn die ersten Auslassventile nicht geöffnet sind, d.h. der Auslassventilhub Null ist bzw. ein Nullhub vorliegt.

Da zum Einstellen des zweiten Betriebszustands die mindestens eine Einlassnockenwelle nach spät verstellt wird, werden die, insbesondere alle, den jeweiligen Zylindern zugeordneten Einlassventile während des zweiten Betriebszustands gemäß einer in Fig. 1 gezeigten Ventilerhebungskurve 18 bewegt beziehungsweise betätigt. Die mindestens eine Einlassnockenwelle wird mit einem an sich bekannten Phasensteller gegenüber der Kurbelwelle verstellt beziehungsweise verdreht. Selbstverständlich kann mit dem Phasensteller für die mindestens eine Einlassnockenwelle die Einlassnockenwelle auch im ersten Betriebszustand verstellt werden.

Des Weiteren ist es vorgesehen, dass zum Einstellen des zweiten Betriebszustands die mindestens eine Auslassnockenwelle im Vergleich zu dem ersten Betriebszustand um einen Wert WA nach früh relativ zu der Kurbelwelle verstellt wird, wobei der Wert WA in einem Bereich von 70 Grad Kurbelwinkel bis 110 Grad Kurbelwinkel liegt. In dem ersten Betriebszustand werden beide Auslassventile gemäß der Ventilerhebungskurve 16 betätigt beziehungsweise bewegt. Die Ventilerhebungskurve 16 wird beispielsweise mittels des jeweiligen Auslassnockens einer jeweiligen Auslassnockenwelle bewirkt, sodass das jeweilige Auslassventil in dem ersten Betriebszustand mittels des jeweiligen Auslassnockens betätigt wird.

In dem zweiten Betriebszustand werden beide Auslassventile des jeweiligen Zylinders weiterhin mittels des jeweiligen Auslassnockens betätigt, sodass in dem zweiten Betriebszustand beide Auslassventile gemäß einer in Fig. 1 gezeigten Ventilerhebungskurve 20 betätigt beziehungsweise bewegt werden. Die Ventilerhebungskurve 20 entspricht dabei der Ventilerhebungskurve 16, lediglich mit dem einzigen Unterschied, dass die Ventilerhebungskurve 20 gegenüber der Ventilerhebungskurve 16 nach früh verstellt beziehungsweise verschoben ist. Dies resultiert aus der Verstellung der mindestens einen Auslassnockenwelle nach früh.

Zum Einstellen des zweiten Betriebszustands wird beispielsweise ein dem ersten Auslassventil zugeordnetes Betätigungselement aus der ersten Stellung in eine davon unterschiedliche zweite Stellung bewegt, sodass das erste Auslassventil mittels des dem ersten Auslassventil zugeordneten Auslassnockens und dabei zusätzlich mittels vom ersten Auslassnocken unterschiedlichen Dekompressionserhebung mit dem Dekompressionshub DH1 betätigt wird. Die Dekompressionserhebung kann bekanntermaßen als zusätzlicher Bremsnocken neben dem Auslassnocken oder als zusätzliche Dekompressionserhebung auf dem Auslassnocken ausgeführt sein. Dabei wird eine durch den Auslassnocken bewirkte Betätigung des ersten Auslassventils und gleichzeitig des zweiten Auslassventils gemäß der Ventilerhebungskurve 20 in den zweiten Betriebszustand durchgeführt. Zusätzlich wird eine Betätigung des ersten Auslassventils durch die Dekompressionserhebungen bewirkt, dass das erste Auslassventil in den zweiten Betriebszustand gemäß einer Ventilerhebungskurve 21 und einer Ventilerhebungskurve 22 betätigt beziehungsweise bewegt wird. Hierdurch führt das erste Auslassventil innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels den Dekompressionshub DH1 gemäß der Ventilerhebungskurve 21 als ersten Dekompressionshub DH1 sowie einen zweiten Dekompressionshub DH2 gemäß der Ventilerhebungskurve 22 aus. Dies wird im Folgenden näher erläutert. Das Bewegen des Betätigungselements aus der ersten Stellung in die zweite Stellung wird auch als Umschalten der Dekompressionshübe DH1 und DH2 bezeichnet. Die umgeschalteten Dekompressionshübe DH1 und DH2 sind von deren Position auf dem Kurbelkreis fest mit dem Auslasshub verknüpft. Durch die zuvor beschriebene Verknüpfung werden der Auslasshub und der jeweilige Dekompressionshub DH1 beziehungsweise Dekompressionshub DH2 gleichzeitig, beispielsweise durch einen weiteren Phasensteller, neben den Phasensteller für die mindestens eine Einlassnockenwelle, verschoben. Selbstverständlich kann mit dem weiteren Phasensteller für die mindestens eine Auslassnockenwelle die Auslassnockenwelle im ersten Betriebszustand verstellt werden. Es ist auch denkbar, dass neben dem ersten Auslassventil auch das zweite Auslassventil in dem zweiten Betriebszustand gemäß der Ventilerhebungskurve 21 und der Ventilerhebungskurve 22 betätigt wird, so dass das zweite Auslassventil auch die Dekompressionshübe DH1 und DH2 ausführt. Es ist weiterhin denkbar, dass das erste Auslassventil lediglich einen der beiden Dekompressionshübe DH1, DH2 ausführt, während das zweite Auslassventil den anderen der beiden Dekompressionshübe DH1, DH2 oder keinen der Dekompressionshübe DH1, DH2 ausführt.

Bei der ersten Ausführungsform ist es vorgesehen, dass in dem zweiten Betriebszustand der mindestens eine Zylinder als eine beziehungsweise als die zuvor genannte Dekompressionsbremse derart betrieben wird, dass innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels der Verbrennungskraftmaschine in dem Zylinder die zuvor genannte erste Zylinderfüllung komprimiert und danach durch den ersten Dekompressionshub DH1 des ersten Auslassventils dekomprimiert wird. Die erste Zylinderfüllung wird während des Arbeitstakts mittels des Kolbens über das geöffnete erste Auslassventil und über das geöffnete zweite Auslassventil in den jeweiligen Zylinder eingebracht, und während des sich daran anschließenden Ausschietbetakts mittels des Kolbens in dem Zylinder zumindest teilweise verdichtet, das heißt komprimiert. Die Kompression der ersten Zylinderfüllung kann erfolgen, da die Auslassventile vor dem Ende Ausschietbetaktes schließen und der Kolben sich weiter in Richtung des Ladungswechseltotpunktes LWOT bewegt. Anschließend wird die erste Zylinderfüllung nach Art einer Dekompressionsbremse mittels des ersten Dekompressionshubs DH1 des ersten Auslassventils im Bereich des Ladungswechseltotpunktes LWOT dekomprimiert. Daran anschließend wird eine zweite Zylinderfüllung während des Ansaugtakts mittels des Kolbens über die Einlassventile aus dem Einlasstrakt in den Zylinder eingebracht und danach während des Verdichtungtakts verdichtet und anschließend durch den zweiten Dekompressionshub DH2 des ersten Auslassventils nach Art einer Dekompressionsbremse im Bereich des Zündtotpunktes ZOT dekomprimiert. Dabei ist es vorgesehen, dass in dem zweiten Betriebszustand der zweite Dekompressionshub DH2 gemäß der Ventilerhebungskurve 22 innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels bei 70 Grad Kurbelwinkel bis 120 Grad Kurbelwinkel, vorzugsweise bei mehr als 90 Grad Kurbelwinkel bis 120 Grad Kurbelwinkel, vor dem oberen Zündtotpunkt (ZOT) beginnt. Die erste Zylinderfüllung stammt dabei im Wesentlichen aus dem Abgastrakt, wobei die zweite Zylinderfüllung im Wesentlichen aus dem Einlasstrakt stammt. Dadurch ist für den ersten Dekompressionshub DH1 eine sogenannte Rückwärtsladung oder Rückwärtsaufladung des jeweiligen Zylinders vorgesehen, wobei für den zweiten Dekompressionshub DH2 eine Vorwärtsladung oder Vorwärtsaufladung des jeweiligen Zylinders vorgesehen ist.

Fig. 2 zeigt eine zweite Ausführungsform des zweiten Betriebszustands. Dabei wird die mindestens eine Einlassnockenwelle um einen zweiten Wert WE2 nach spät verstellt, welcher in einem Bereich von 0 Grad Kurbelwinkel bis 20 Grad Kurbelwinkel, insbesondere in einem Bereich von 1 Grad Kurbelwinkel bis 20 Grad Kurbelwinkel, nach dem oberen Ladungswechseltotpunkt LWOT liegt. Die mindestens eine Auslassnockenwelle wird analog zur ersten Ausführungsform verstellt.

Der zweite Betriebszustand kann bei Verbrennungskraftmaschinen mit beispielsweise zwei Zylinderbänken mit jeweils eigener Einlassnockenwelle und eigener Auslassnockenwelle nur für eine der beiden Zylinderbänke oder für beide Zylinderbänke eingestellt werden. Dabei verfügt jede der beiden Einlassnockenwellen und jede der beiden Auslassnockenwellen über jeweils einen eigenen Phasensteller. Dabei ist auch denkbar, dass mit den jeweiligen Einlassnockenwellen und Auslassnockenwellen der beiden Zylinderbänke unterschiedliche Werte einer Phasenverstellung eingestellt werden können.

Fig. 3 zeigt ein Flussdiagramm, anhand dessen eine besonders vorteilhafte Reihenfolge zum Umschalten von dem ersten Betriebszustand in den zweiten Betriebszustand beschrieben wird. Beispielsweise wird zum Einstellen des zweiten Betriebszustands bei einem ersten Schritt S1 zunächst eine Einbringung, insbesondere eine Einspritzung, von Kraftstoff in den Zylinder beendet. Danach wird beispielsweise bei einem zweiten Schritt S2 die mindestens eine Einlassnockenwelle nach spät verstellt. Danach wird beispielsweise bei einem dritten Schritt S3 die mindestens eine Auslassnockenwelle nach früh verstellt. Danach wird beispielsweise bei einem vierten Schritt S4 zumindest ein Dekompressionshub DH1, DH2 des mindestens einen Auslassventils bewirkt. Es ist auch denkbar bei dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel der dritte Schritt S3 vor dem zweiten Schritt S2 durchgeführt wird. Des Weiteren ist es denkbar, dass der dritte Schritt S3 und der zweite Schritt S2 gleichzeitig durchgeführt werden.

Bezugszeichenliste

10	Abszisse
12	Ordinate
14	Ventilerhebungskurve
16	Ventilerhebungskurve
18	Ventilerhebungskurve
20	Ventilerhebungskurve
22	Ventilerhebungskurve
DH1	erster Dekompressionshub
DH2	zweiter Dekompressionshub
LWOT	oberer Ladungswechseltotpunkt
S	Schließstellung
S1	erster Schritt
S2	zweiter Schritt
S3	dritter Schritt
S4	vierter Schritt
UT	unterer Totpunkt
WA	Wert
WE1	erster Wert
WE2	zweiter Wert
ZOT	oberer Zündtotpunkt

Daimler AG

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine, bei welchem:
 - die Verbrennungskraftmaschine mindestens einen Zylinder und mindestens einen Kolben aufweist, welcher translatorisch bewegbar in dem Zylinder aufgenommen ist;
 - dem mindestens einen Zylinder mindestens ein Auslassventil und mindestens ein Einlassventil zugeordnet sind;
 - die Verbrennungskraftmaschine eine Kurbelwelle aufweist, über welche von der Verbrennungskraftmaschine Drehmomente bereitstellbar sind;
 - die Verbrennungskraftmaschine mindestens eine von der Kurbelwelle antreibbare Einlassnockenwelle mit mindestens einen Einlassnocken zum Betätigen des mindestens einen Einlassventils aufweist;
 - die Verbrennungskraftmaschine mindestens eine von der Kurbelwelle antreibbare Auslassnockenwelle mit mindestens einen Auslassnocken und mindestens einer Dekompressionserhebung zum Betätigen des mindestens einen Auslassventils aufweist;
 - die Verbrennungskraftmaschine zunächst in einem ersten Betriebszustand betrieben wird;
 - ein von dem ersten Betriebszustand unterschiedlicher zweiter Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine eingestellt wird, indem die mindestens eine Auslassnockenwelle im Vergleich zu dem ersten Betriebszustand um einen Wert (WA) nach früh relativ zu der Kurbelwelle verstellt wird;
 - das mindestens eine Auslassventil mittels des Auslassnockens und der mindestens einen Dekompressionserhebung der mindestens einen Auslassnockenwelle betätigt wird, wonach in dem zweiten Betriebszustand der mindestens eine Zylinder die Funktion einer Dekompressionsbremse übernimmt,

indem in dem mindestens einen Zylinder innerhalb eines jeweiligen Arbeitsspiels der Verbrennungskraftmaschine mindestens eine erste Zylinderfüllung komprimiert wird und danach mittels eines ersten Dekompressionshubs (DH1) des mindestens einen Auslassventils in einem Bereich eines oberen Ladungswechseltotpunkts (LWOT) dekomprimiert wird;

dadurch gekennzeichnet, dass

im zweiten Betriebszustand die mindestens eine Einlassnockenwelle um einen ersten Wert (WE1) nach spät relativ zur Kurbelwelle verstellt wird, welcher in einem Bereich von größer als 80 Grad Kurbelwinkel und bis höchstens 120 Grad Kurbelwinkel nach dem oberen Ladungswechseltotpunkt (LWOT) liegt.

2. Verfahren zum Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine, bei welchem:

- die Verbrennungskraftmaschine mindestens einen Zylinder und mindestens einen Kolben aufweist, welcher translatorisch bewegbar in dem Zylinder aufgenommen ist;
- dem mindestens einen Zylinder mindestens ein Auslassventil und mindestens ein Einlassventil zugeordnet sind;
- die Verbrennungskraftmaschine eine Kurbelwelle aufweist, über welche von der Verbrennungskraftmaschine Drehmomente bereitstellbar sind;
- die Verbrennungskraftmaschine mindestens eine von der Kurbelwelle antreibbare Einlassnockenwelle mit mindestens einen Einlassnocken zum Betätigen des mindestens einen Einlassventils aufweist;
- die Verbrennungskraftmaschine mindestens eine von der Kurbelwelle antreibbare Auslassnockenwelle mit mindestens einen Auslassnocken und mindestens einer Dekompressionserhebung zum Betätigen des mindestens einen Auslassventils aufweist;
- die Verbrennungskraftmaschine zunächst in einem ersten Betriebszustand betrieben wird;
- ein von dem ersten Betriebszustand unterschiedlicher zweiter Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine eingestellt wird, indem die mindestens eine Auslassnockenwelle im Vergleich zu dem ersten Betriebszustand um einen Wert (WA) nach früh relativ zu der Kurbelwelle verstellt wird;
- das mindestens eine Auslassventil mittels des Auslassnockens und der mindestens einen Dekompressionserhebung der mindestens einen

Auslassnockenwelle betätigt wird, wonach in dem zweiten Betriebszustand der mindestens eine Zylinder die Funktion einer Dekompressionsbremse übernimmt, indem in dem mindestens einen Zylinder innerhalb eines jeweiligen Arbeitsspiels der Verbrennungskraftmaschine mindestens eine erste Zylinderfüllung komprimiert wird und danach mittels eines ersten Dekompressionshubs (DH1) des mindestens einen Auslassventils in einem Bereich eines oberen Ladungswechseltotpunkts (LWOT) dekomprimiert wird;

dadurch gekennzeichnet, dass

im zweiten Betriebszustand die mindestens eine Einlassnockenwelle um einen zweiten Wert (WE2) nach spät verstellt wird, welcher in einem Bereich von 0 Grad Kurbelwinkel bis 20 Grad Kurbelwinkel, insbesondere in einem Bereich von 1 Grad Kurbelwinkel bis 20 Grad Kurbelwinkel, nach dem oberen Ladungswechseltotpunkt (LWOT) liegt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine auf den ersten Dekompressionshub (DH1) folgende Schließstellung (S) des mindestens einen Auslassventils bei 40 Grad Kurbelwinkel bis 165 Grad Kurbelwinkel nach dem oberen Ladungswechseltotpunkt (LWOT) erreicht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine auf den ersten Dekompressionshub (DH1) folgende Schließstellung (S) des mindestens einen Auslassventils bei mehr als 80 Grad Kurbelwinkel und spätestens bei 165 Grad Kurbelwinkel nach dem oberen Ladungswechseltotpunkt (LWOT) erreicht wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Auslassnockenwelle um den Wert (WA) in einem Bereich von 70 Grad Kurbelwinkel bis 110 Grad Kurbelwinkel vor dem oberen Ladungswechseltotpunkt (LWOT) nach früh relativ zu der Kurbelwelle verstellt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

in dem zweiten Betriebszustand in dem mindestens einen Zylinder innerhalb des jeweiligen Arbeitsspiels der Verbrennungskraftmaschine eine weitere, zweite Zylinderfüllung komprimiert und danach mittels eines zweiten Dekompressionshubs (DH2) des mindestens einen Auslassventils in einem Bereich eines oberen Zündtotpunkts (ZOT) dekomprimiert wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
im zweiten Betriebszustand neben dem mindestens einen ersten Auslassventil des mindestens einen Zylinders ein zweites Auslassventil des mindestens einen Zylinders mittels des Auslassnockens gleichzeitig geöffnet werden und lediglich das erste Auslassventil des mindestens einen Zylinders mittels mindestens eines Dekompressionshubs (DH1, DH2) geöffnet wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
zum Einstellen des zweiten Betriebszustands zunächst eine Einbringung, insbesondere eine Einspritzung, von Kraftstoff in den Zylinder beendet wird (Schritt S1), danach die mindestens eine Einlassnockenwelle nach spät verstellt (Schritt S2) und anschließend die mindestens eine Auslassnockenwelle nach früh verstellt wird (Schritt S3).
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass
zum Einstellen des zweiten Betriebszustands zunächst eine Einbringung, insbesondere eine Einspritzung, von Kraftstoff in den Zylinder beendet wird (Schritt S1), danach die mindestens eine Einlassnockenwelle nach spät verstellt (Schritt S2) und gleichzeitig die mindestens eine Auslassnockenwelle nach früh verstellt wird (Schritt S3).
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass
zum Einstellen des zweiten Betriebszustands zunächst eine Einbringung, insbesondere eine Einspritzung, von Kraftstoff in den Zylinder beendet wird (Schritt S1), danach die mindestens eine Auslassnockenwelle nach früh verstellt wird

(Schritt S3) und anschließend die mindestens eine Einlassnockenwelle nach spät verstellt wird (Schritt S2).

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass
nach den jeweiligen Schritten (S1 bis S3) zumindest ein Dekompressionshub (DH1, DH2) des mindestens einen Auslassventils bewirkt wird (Schritt 4).

1/2

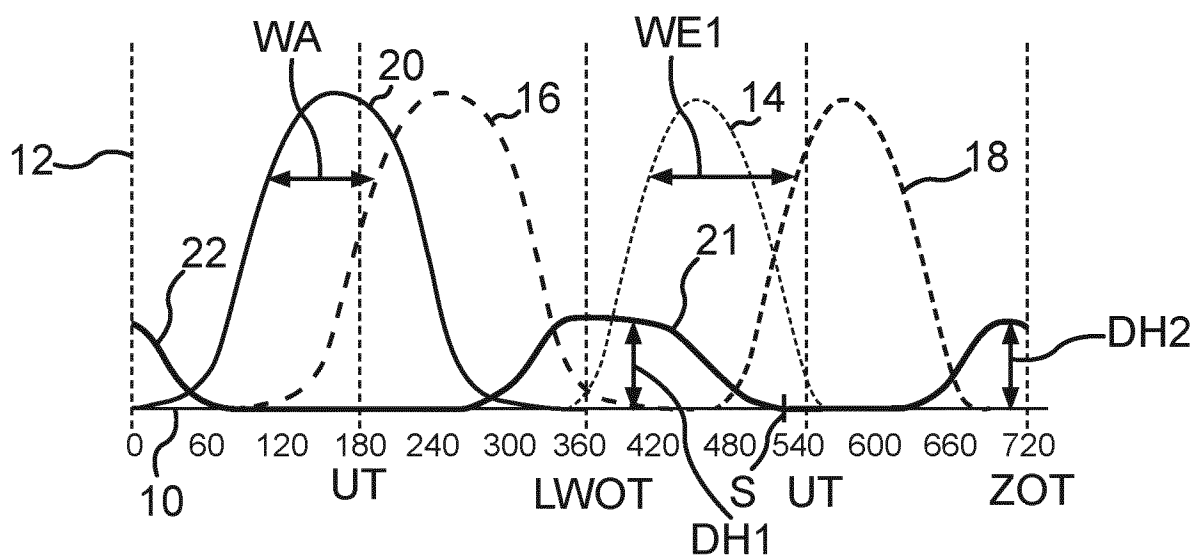


Fig.1

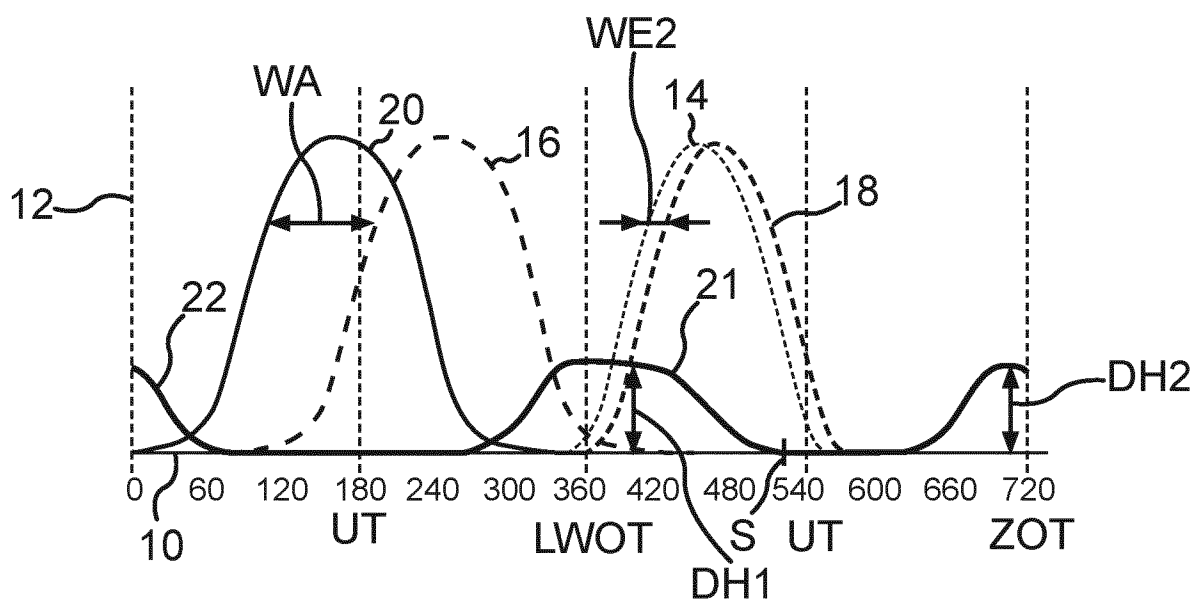


Fig.2

2/2

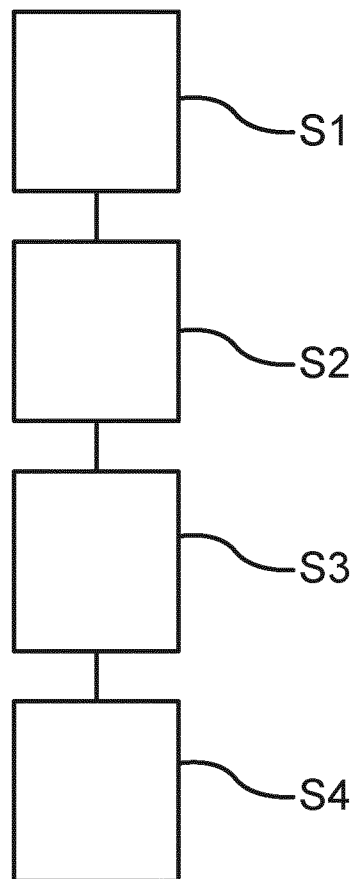


Fig.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/077563

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F02D 13/02**(2006.01)i; **F02D 13/04**(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

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	EP 3379043 A1 (SCANIA CV AB [SE]) 26 September 2018 (2018-09-26) paragraphs [0069], [0070] paragraphs [0078] - [0082] figures 1,2	1,3-6,8-11 7
X	EP 3077647 B1 (SCANIA CV AB [SE]) 21 February 2018 (2018-02-21) cited in the application paragraph [0033] paragraphs [0044] - [0064] figures 2-4	1-6,8,10
Y	WO 2012038191 A1 (AVL LIST GMBH [AT]; TOTH GYULA [HU]; GROEGER MICHAEL [AT]) 29 March 2012 (2012-03-29) page 4	7
A	DE 102015016526 A1 (DAIMLER AG [DE]) 22 June 2017 (2017-06-22) paragraph [0075]	1-11
A	US 2014251266 A1 (EMMONS KRISTIN V [US] ET AL) 11 September 2014 (2014-09-11) paragraph [0075]	8-10



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

12 January 2022

Date of mailing of the international search report

21 January 2022

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

Röttger, Klaus

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/077563

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	3379043	A1	26 September 2018	BR	102018005635	A2	30 October 2018
				EP	3379043	A1	26 September 2018
				KR	20180107723	A	02 October 2018
				SE	1750335	A1	23 September 2018
				US	2018274456	A1	27 September 2018
EP	3077647	B1	21 February 2018	BR	112016011717	A2	08 August 2017
				EP	3077647	A2	12 October 2016
				KR	20160093716	A	08 August 2016
				SE	1351445	A1	06 June 2015
				US	2017002702	A1	05 January 2017
				WO	2015084243	A2	11 June 2015
WO	2012038191	A1	29 March 2012	AT	510527	A1	15 April 2012
				WO	2012038191	A1	29 March 2012
DE	102015016526	A1	22 June 2017	CN	108368780	A	03 August 2018
				DE	102015016526	A1	22 June 2017
				US	2019003404	A1	03 January 2019
				WO	2017102042	A1	22 June 2017
US	2014251266	A1	11 September 2014	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F02D13/02 F02D13/04 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	EP 3 379 043 A1 (SCANIA CV AB [SE]) 26. September 2018 (2018-09-26)	1, 3-6, 8-11
Y	Absätze [0069], [0070] Absätze [0078] - [0082] Abbildungen 1, 2 -----	7
X	EP 3 077 647 B1 (SCANIA CV AB [SE]) 21. Februar 2018 (2018-02-21) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0033] Absätze [0044] - [0064] Abbildungen 2-4 -----	1-6, 8, 10
Y	WO 2012/038191 A1 (AVL LIST GMBH [AT]; TOTH GYULA [HU]; GROEGER MICHAEL [AT]) 29. März 2012 (2012-03-29) Seite 4 -----	7
-/-		
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
12. Januar 2022		21/01/2022
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 Röttger, Klaus

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2015 016526 A1 (DAIMLER AG [DE]) 22. Juni 2017 (2017-06-22) Absatz [0075] -----	1-11
A	US 2014/251266 A1 (EMMONS KRISTIN V [US] ET AL) 11. September 2014 (2014-09-11) Absatz [0075] -----	8-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/077563

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3379043 A1	26-09-2018	BR 102018005635 A2	30-10-2018
		EP 3379043 A1	26-09-2018
		KR 20180107723 A	02-10-2018
		SE 1750335 A1	23-09-2018
		US 2018274456 A1	27-09-2018

EP 3077647 B1	21-02-2018	BR 112016011717 A2	08-08-2017
		EP 3077647 A2	12-10-2016
		KR 20160093716 A	08-08-2016
		SE 1351445 A1	06-06-2015
		US 2017002702 A1	05-01-2017
		WO 2015084243 A2	11-06-2015

WO 2012038191 A1	29-03-2012	AT 510527 A1	15-04-2012
		WO 2012038191 A1	29-03-2012

DE 102015016526 A1	22-06-2017	CN 108368780 A	03-08-2018
		DE 102015016526 A1	22-06-2017
		US 2019003404 A1	03-01-2019
		WO 2017102042 A1	22-06-2017

US 2014251266 A1	11-09-2014	KEINE	
