

(19)



(11)

EP 3 803 086 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.12.2023 Patentblatt 2023/50

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F02D 41/06 ^(2006.01) **F02D 31/00** ^(2006.01)
F02D 41/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19724787.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F02D 41/062; F02D 41/0002; F02D 31/006;
F02D 41/0007; F02D 2200/021; F02D 2200/0411

(22) Anmeldetag: **14.05.2019**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2019/062323

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2019/233714 (12.12.2019 Gazette 2019/50)

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE SOWIE ENTSPRECHENDE BRENNKRAFTMASCHINE**

METHOD FOR OPERATING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE, AND CORRESPONDING INTERNAL COMBUSTION ENGINE

PROCÉDÉ POUR FAIRE FONCTIONNER UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE ET MOTEUR À COMBUSTION INTERNE CORRESPONDANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **07.06.2018 DE 102018209080**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.04.2021 Patentblatt 2021/15

(73) Patentinhaber: **AUDI AG**
85057 Ingolstadt (DE)

(72) Erfinder:
• **PROCHAZKA, Philipp**
74248 Ellhofen (DE)
• **FREUND, Florian**
97074 Würzburg (DE)

- **KEULERTZ, Tessen**
74257 Untereisesheim (DE)
- **LEIHENSEDER, Michael**
74196 Neuenstadt (DE)
- **SCHWEITZER, Christoph**
55278 Dalheim (DE)
- **TRÜMPER, Jürgen**
74831 Gundelseim (DE)

(74) Vertreter: **Dietz, Christopher Friedrich et al**
Gleiss Große Schrell und Partner mbB
Patentanwälte Rechtsanwälte
Leitzstraße 45
70469 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 3 141 727 DE-A1- 10 157 616
DE-A1-102014 101 817 DE-A1-102016 218 776
US-A1- 2013 111 900 US-A1- 2015 275 711

EP 3 803 086 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, die wenigstens einen Zylinder aufweist, indem während eines Arbeitsspiels der Brennkraftmaschine Frischluft zum Erzielen eines bestimmten Sollliefergrads eingebracht wird, wobei der Sollliefergrad auf einen Maximalliefergrad begrenzt wird, der bei einem Start der Brennkraftmaschine auf einen ersten Vorgabewert gesetzt und nach dem Start der Brennkraftmaschine in Richtung eines zweiten Vorgabewerts vergrößert wird, und wobei der Maximalliefergrad in Abhängigkeit von einer Temperatur der Brennkraftmaschine bestimmt wird, wobei der Maximalliefergrad bei einer niedrigeren Temperatur kleiner gewählt wird als bei einer höheren Temperatur. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Brennkraftmaschine.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist beispielsweise die Druckschrift DE 10 2012 024318 A1 bekannt. Diese beschreibt ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine. Die Brennkraftmaschine weist wenigstens einen Brennraum, ein Saugrohr, einen Verdichter zum Erzeugen einer Ladung mit einer Ladungsdichte im Saugrohr und eine Vorrichtung zur Veränderung eines Liefergrades der Ladung vom Saugrohr in den wenigstens einen Brennraum auf. Gemäß dem Verfahren wird ein Teil der Ladung vom Saugrohr in den wenigstens einen Brennraum mit einem Liefergrad übertragen, wobei der Liefergrad in Funktion der Ladungsdichte eingestellt ist. Der Liefergrad wird dabei in Abhängigkeit des in einer Umgebung der Brennkraftmaschine herrschenden Luftdrucks bestimmt und eingestellt.

[0003] Weiterhin zeigt die Druckschrift WO 2009/065541 A1 ein Verfahren zur Regelung eines stationären Gasmotors, bei dem eine Drehzahl-Regelabweichung aus einer Soll-Drehzahl sowie einer Ist-Drehzahl berechnet wird, aus der Drehzahl-Regelabweichung über einen Drehzahlregler als Stellgröße ein Soll-Moment bestimmt wird, welches über eine Momentbegrenzung auf ein Luftverhältnis-Begrenzungsmoment begrenzt wird, und bei dem aus dem begrenzten Soll-Moment ein Soll-Volumenstrom zur Festlegung eines Gemisch-Drosselklappenwinkels sowie eines Gas-Drosselklappenwinkel bestimmt wird. Weiterhin zeigen die Druckschriften DE 10 2005 044399 A1, DE 10 2017112 690 A1, DE 10 2013 202720 A1, DE 197 58641 B4, DE 10 2014 101817 A1 und EP 3 141 727 A1 weitere Brennkraftmaschinen sowie Verfahren zu ihrem Betreiben.

[0004] Es ist Aufgabe der Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine vorzuschlagen, welches gegenüber bekannten Verfahren Vorteile aufweist, insbesondere einen Betrieb der Brennkraftmaschine mit geringen Emissionen ermöglicht, vorzugsweise während eines Aufwärmbetriebs der Brennkraftmaschine.

[0005] Dies wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 erreicht. Dabei ist vorgese-

hen, dass das Vergrößern des Maximalliefergrads derart erfolgt, dass der Maximalliefergrad mit dem Erreichen einer bei einem quasistationären Betrieb der Brennkraftmaschine vorliegenden Betriebstemperatur den zweiten Vorgabewert erreicht.

[0006] Das beschriebene Verfahren dient dem Betreiben der Brennkraftmaschine. Die Brennkraftmaschine dient vorzugsweise dem Antreiben eines Kraftfahrzeugs, also dem Bereitstellen eines auf das Antreiben des Kraftfahrzeugs gerichteten Drehmoments. Die Brennkraftmaschine verfügt über den wenigstens einen Zylinder, vorzugsweise jedoch über mehrere Zylinder. Im Rahmen dieser Beschreibung wird lediglich auf den wenigstens einen Zylinder beziehungsweise das diesen betreffende Vorgehen eingegangen. Die Ausführungen sind jedoch stets auf die mehreren Zylinder der Brennkraftmaschine - sofern vorhanden - übertragbar, nämlich auf jeden der mehreren Zylinder. Falls mehrere Zylinder vorliegen, kann das beschriebene Verfahren also für jeden der mehreren Zylinder umgesetzt sein.

[0007] Während jedes Arbeitsspiels der Brennkraftmaschine wird in den Zylinder Frischgas eingebracht, welches vollständig aus Frischluft besteht oder Frischluft zumindest aufweist. Beispielsweise setzt sich das Frischgas aus der Frischluft und Abgas zusammen, nämlich sofern eine Abgasrückführung durchgeführt wird. Das Arbeitsspiel setzt sich aus einem Ansaugtakt, einem Verdichtungsakt, einem Arbeitstakt und einem Ausstoßtakt zusammen. Das Einbringen des Frischgases beziehungsweise der Frischluft erfolgt üblicherweise während des Ansaugtakts. Das Einbringen der Frischluft erfolgt derart, dass nach dem Einbringen in dem Zylinder eine Frischluftmasse vorliegt, welche dem Sollliefergrad entspricht.

[0008] Unter einem Liefergrad ist das Verhältnis der in den Zylinder eingebrachten Frischluftmasse dividiert durch eine theoretisch mögliche Frischluftmasse zu verstehen, wobei letztere bei sehr langsamem Ansaugen, also ohne Unterdruck in dem Zylinder, erzielbar ist. Die theoretisch mögliche Frischluftmasse wird anhand eines Umgebungsdrucks und einer Umgebungstemperatur ermittelt, welche außerhalb der Brennkraftmaschine vorliegen. Der Umgebungsdruck und die Umgebungstemperatur sind insoweit unabhängig von dem Betrieb der Brennkraftmaschine und ihrer Temperatur.

[0009] Die Brennkraftmaschine wird mit dem Sollliefergrad betrieben beziehungsweise der Sollliefergrad an der Brennkraftmaschine eingestellt. Der Sollliefergrad wird beispielsweise zunächst auf einen Vorgabeliefergrad gesetzt, der aus einer Vorgabe eines Fahrers des Kraftfahrzeugs und/oder einer Fahrerassistenzeinrichtung des Kraftfahrzeugs resultiert. Beispielsweise wird der Vorgabeliefergrad aus einem Vorgabedrehmoment und/oder anhand einer Fahrpedalstellung ermittelt. Bei oder nach dem Setzen des Sollliefergrads auf den Vorgabeliefergrad wird der Sollliefergrad auf den Maximalliefergrad begrenzt, insbesondere nach oben, also in Richtung größerer Werte. Der Sollliefergrad entspricht

also dem Maximalliefergrad oder ist kleiner als dieser.

[0010] Weist die Brennkraftmaschine eine Temperatur auf, welche kleiner ist als ihre Betriebstemperatur, und soll gleichzeitig ein hoher Sollliefergrad vorliegen, so erhöhen sich die Schadstoffemissionen der Brennkraftmaschine drastisch. Aus diesem Grund ist es vorgesehen, dass bei dem Start der Brennkraftmaschine der Maximalliefergrad zunächst auf den ersten Vorgabewert gesetzt und nach dem Start der Brennkraftmaschine in Richtung des zweiten Vorgabewerts vergrößert wird. Hierbei ist der zweite Vorgabewert größer als der erste Vorgabewert, sodass bei dem Start der Brennkraftmaschine zunächst ein kleinerer Maximalliefergrad vorliegt.

[0011] Nach dem Start der Brennkraftmaschine wird der Maximalliefergrad vergrößert, nämlich in Richtung des zweiten Vorgabewerts. Erfindungsgemäß erfolgt das Erhöhen des Maximalliefergrads derart, dass der Maximalliefergrad mit dem Erreichen der Betriebstemperatur durch die Temperatur der Brennkraftmaschine den zweiten Vorgabewert erreicht. Das Erhöhen des Maximalliefergrads ausgehend von dem ersten Vorgabewert in Richtung des zweiten Vorgabewerts, insbesondere bis auf den zweiten Vorgabewert, kann grundsätzlich gemäß einem beliebigen Verlauf erfolgen. Beispielsweise ist der Verlauf linear, sodass das Erhöhen des Maximalliefergrads in Abhängigkeit von einer Bezugsgröße linear erfolgt. Als Bezugsgröße wird beispielsweise eine Temperatur oder die Zeit herangezogen.

[0012] Weil der Sollliefergrad ein Maß für das mittels der Brennkraftmaschine erzeugte Drehmoment beziehungsweise die von der Brennkraftmaschine abgegebene Leistung ist, ist es grundsätzlich auch möglich, das von der Brennkraftmaschine maximal erzeugbare Drehmoment bei dem Start der Brennkraftmaschine auf ein erstes Vorgabedrehmoment zu setzen und nach dem Start der Brennkraftmaschine in Richtung eines zweiten Vorgabedrehmoments zu vergrößern, wobei das zweite Vorgabedrehmoment größer ist als das erste Vorgabedrehmoment.

[0013] Für das Betreiben der Brennkraftmaschine wird vorzugsweise zunächst ein Vorgabedrehmoment ermittelt, beispielsweise aus einer Vorgabe eines Fahrers eines Kraftfahrzeugs, zu dessen Antrieb die Brennkraftmaschine dient, oder anhand der Vorgabe einer Fahrerassistenzeinrichtung. Das Vorgabedrehmoment entspricht dem von dem Fahrer beziehungsweise der Fahrerassistenzeinrichtung gewünschten Drehmoment. Anschließend wird aus dem Vorgabedrehmoment ein Solldrehmoment ermittelt und an der Brennkraftmaschine eingestellt.

[0014] Anschließend wird die Brennkraftmaschine derart betrieben, dass sie das Solldrehmoment bereitstellt. Bei dem Ermitteln des Solldrehmoments aus dem Vorgabedrehmoment erfolgt nun eine Begrenzung auf das vorstehend erläuterte maximal bereitstellbare Drehmoment. In anderen Worten ist es vorgesehen, bei dem Start der Brennkraftmaschine das Solldrehmoment auf ein kleineres Drehmoment zu begrenzen als zeitlich ge-

sehen nach dem Starten.

[0015] Mit der beschriebenen Vorgehensweise können die Schadstoffemissionen der Brennkraftmaschine, die bei dem Start beziehungsweise nach dem Start der Brennkraftmaschine anfallen, deutlich reduziert werden, nämlich durch die Reduzierung des Maximalliefergrads beziehungsweise des maximal erzeugbaren Drehmoments bei dem Start der Brennkraftmaschine. Als Brennkraftmaschine kommt vorzugsweise eine fremdgezündete Brennkraftmaschine, also insbesondere eine Otto-Brennkraftmaschine zum Einsatz.

[0016] Zusätzlich zu dem Setzen des Maximalliefergrads auf den ersten Vorgabewert bei dem Start der Brennkraftmaschine und seinem nachfolgenden Vergrößern in Richtung des zweiten Vorgabewerts kann es vorgesehen sein, die Drehzahl der Brennkraftmaschine auf eine Maximaldrehzahl zu begrenzen, wobei die Maximaldrehzahl bei dem Start der Brennkraftmaschine auf einen ersten Drehzahlwert gesetzt und nach dem Start der Brennkraftmaschine in Richtung eines zweiten Drehzahlwerts vergrößert wird. Der zweite Drehzahlwert entspricht vorzugsweise einer maximal zulässigen Drehzahl der Brennkraftmaschine, welche bei bestimmungsgemäßen Betrieb der Brennkraftmaschine nach Erreichen der Betriebstemperatur vorliegen darf, ohne dass Beschädigungen der Brennkraftmaschine auftreten beziehungsweise zu erwarten sind.

[0017] Die Erfindung sieht vor, dass der Maximalliefergrad in Abhängigkeit von einer Temperatur der Brennkraftmaschine bestimmt wird, wobei der Maximalliefergrad bei einer niedrigeren Temperatur kleiner gewählt wird als bei einer höheren Temperatur. Der Maximalliefergrad liegt insoweit als Funktion der Temperatur der Brennkraftmaschine vor, wobei die Funktion die Temperatur als Eingangsgröße und den Maximalliefergrad als Ausgangsgröße aufweist. Die Funktion ist derart gewählt, dass der Maximalliefergrad bei der niedrigeren Temperatur kleiner ist als bei der höheren Temperatur. Das Bestimmen des Maximalliefergrads in Abhängigkeit von der Temperatur hat den Vorteil, dass eine besonders wirksame Anpassung des Maximalliefergrads an die Betriebsbedingungen und/oder die Umgebungsbedingungen der Brennkraftmaschine erfolgt, sodass eine besonders deutliche Reduzierung der Schadstoffemissionen erzielt wird.

[0018] Eine bevorzugte weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass als Temperatur der Brennkraftmaschine eine Brennraumtemperatur eines Brennraums des Zylinders verwendet wird. Unter der Brennraumtemperatur ist die Temperatur innerhalb des Brennraums zu verstehen, also die Temperatur eines in dem Brennraum vorliegenden Fluids. Das Ermitteln der Brennraumtemperatur kann beispielsweise durch Messen mittels eines Sensors, insbesondere eines in dem Brennraum angeordneten Sensors, oder durch Abschätzen erfolgen. Für das Abschätzen kommt beispielsweise ein Temperaturmodell zum Einsatz, welches die Brennraumtemperatur aus wenigstens einer anderen Größe, insbesondere ei-

ner gemessenen Temperatur, bestimmt.

[0019] Die Brennraumtemperatur ist maßgeblich für die Menge der Schadstoffemissionen, die bei dem Betrieb der Brennkraftmaschine anfallen. So sind die Schadstoffemissionen umso höher, je geringer die Brennraumtemperatur ist. Aus diesem Grund ist es besonders vorteilhaft, die Brennraumtemperatur zum Bestimmen des Maximalliefergrads heranzuziehen, weil somit eine besonders deutliche Reduzierung der Schadstoffemissionen erzielt wird.

[0020] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass als Temperatur der Brennkraftmaschine eine Betriebsmitteltemperatur eines Betriebsmittels der Brennkraftmaschine verwendet wird. Das Bestimmen der Brennraumtemperatur ist unter Umständen aufwendig. Aus diesem Grund kann es vorgesehen sein, anstelle der Brennraumtemperatur die Betriebsmitteltemperatur heranzuziehen. Unter der Betriebsmitteltemperatur ist die Temperatur des Betriebsmittels der Brennkraftmaschine zu verstehen. Üblicherweise läuft die Betriebsmitteltemperatur der Brennraumtemperatur hinterher, so dass auch anhand der Betriebsmitteltemperatur eine Anpassung des Maximalliefergrads beziehungsweise des Sollliefergrads derart erfolgen kann, dass eine deutliche Reduzierung der Schadstoffemissionen vorliegt.

[0021] Im Rahmen einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass als Betriebsmittel ein einer Kühlung der Brennkraftmaschine dienendes Kühlmittel oder ein einer Schmierung der Brennkraftmaschine dienendes Schmiermittel verwendet wird. Das Betriebsmittel liegt insoweit als Kühlmittel oder als Schmiermittel vor. Die Temperaturen sowohl des Kühlmittels als auch des Schmiermittels sind vergleichsweise einfach bestimmbar und werden üblicherweise jeweils gemessen.

[0022] Sowohl die Temperatur des Kühlmittels als auch die Temperatur des Schmiermittels laufen üblicherweise der Brennraumtemperatur hinterher beziehungsweise stehen mit dieser in einem Zusammenhang. Aus einer Erhöhung der Brennraumtemperatur über eine gewisse Zeitspanne hinweg folgt üblicherweise auch eine Erhöhung der Betriebsmitteltemperatur, also der Temperatur des Kühlmittels oder des Schmiermittels. Entsprechend kann die Temperatur des Kühlmittels beziehungsweise die Temperatur des Schmiermittels auf vorteilhafte Art und Weise zur Ermittlung des Maximalliefergrads derart herangezogen werden, dass sich eine deutliche Reduzierung der Schadstoffemissionen ergibt.

[0023] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass der Maximalliefergrad ausgehend von dem ersten Vorgabewert in Abhängigkeit von der seit dem Start der Brennkraftmaschine verstrichenen Zeit in Richtung des zweiten Vorgabewerts vergrößert wird. Anstelle oder zusätzlich in Abhängigkeit der Temperatur soll also der Sollliefergrad in Abhängigkeit von der Zeit bestimmt werden, nämlich von der seit dem Start der Brennkraftmaschine verstrichenen Zeit. Wird der Maximalliefergrad ausschließlich in Abhängigkeit von der

Zeit ermittelt, so ist dies mit besonders geringem Aufwand möglich. Beispielsweise ist der Verlauf des Maximalliefergrads über der Zeit derart gewählt, dass der Maximalliefergrad den zweiten Vorgabewert genau dann oder erst dann erreicht, wenn die Temperatur der Brennkraftmaschine ihrer Betriebstemperatur bei ordnungsgemäßem Betrieb der Brennkraftmaschine entspricht.

[0024] Selbstverständlich ist es auch möglich, den Maximalliefergrad in Abhängigkeit sowohl von der Temperatur als auch von der Zeit zu bestimmen, sodass also der Maximalliefergrad als Funktion von der Temperatur und der Zeit vorliegt. In anderen Worten weist die Funktion als Eingangsgrößen die Temperatur und die Zeit und als Ausgangsgröße den Maximalliefergrad auf. Dies stellt eine besonders vorteilhafte Vorgehensweise bei dem Ermitteln des Maximalliefergrads dar.

[0025] Die Erfindung sieht vor, dass der Maximalliefergrad mit Erreichen der Betriebstemperatur durch die Temperatur den zweiten Vorgabewert erreicht. Unter der Betriebstemperatur ist diejenige Temperatur der Brennkraftmaschine zu verstehen, welche diese im Rahmen eines quasistationären Betriebs aufweist. Die Brennkraftmaschine wird also derart betrieben, dass die Betriebstemperatur vorliegt. Insbesondere erfolgt eine Kühlung der Brennkraftmaschine derart, dass die Temperatur der Brennkraftmaschine der Betriebstemperatur entspricht. Indem der Maximalliefergrad dem zweiten Vorgabewert entspricht, sobald die Temperatur die Betriebstemperatur erreicht, wird sichergestellt, dass bei betriebswarmer Brennkraftmaschine das maximale Drehmoment beziehungsweise die maximale Leistung der Brennkraftmaschine abrufbar ist.

[0026] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass der zweite Vorgabewert einem bei aktuell vorliegenden Umgebungsbedingungen maximalen Liefergrad der Brennkraftmaschine entspricht. Der maximale Liefergrad entspricht demjenigen Liefergrad, welcher bei maximaler Leistung beziehungsweise bei Nennleistung der Brennkraftmaschine unter den momentanen Umgebungsbedingungen vorläge. Der maximale Liefergrad liegt beispielsweise als Funktion von den Umgebungsbedingungen, insbesondere als Funktion von dem Umgebungsdruck und/oder der Umgebungstemperatur, vor. Eine derartige Vorgehensweise stellt sicher, dass bei betriebswarmer Brennkraftmaschine das maximale Drehmoment beziehungsweise die maximale Leistung abrufbar ist.

[0027] Schließlich kann im Rahmen einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass aus den Umgebungsbedingungen der maximale Liefergrad ermittelt wird, wobei der Maximalliefergrad durch Subtraktion eines Differenzwerts von dem maximalen Liefergrad bestimmt wird, wobei der Differenzwert ausgehend von einem bei dem Start der Brennkraftmaschine vorliegenden ersten Differenzwert in Richtung eines zweiten Differenzwerts verkleinert wird. Zunächst wird also der maximale Liefergrad aus den Umgebungsbedingungen bestimmt. Anschließend wird der Maximalliefergrad fest-

gelegt, wobei er sich aus dem maximalen Liefergrad abzüglich des Differenzwerts ergibt. Der Maximalliefergrad ist also höchstens so groß wie der maximale Liefergrad, nämlich wenn der Differenzwert gleich Null ist. Ist der Differenzwert von Null verschieden, so ist der Maximalliefergrad von dem maximalen Liefergrad verschieden, insbesondere ist er kleiner als dieser.

[0028] Der Differenzwert, der bei dem Bestimmen des Maximalliefergrads herangezogen wird, wird bei dem Start der Brennkraftmaschine zunächst auf den ersten Differenzwert gesetzt. Nach dem Start der Brennkraftmaschine wird der Differenzwert ausgehend von dem ersten Differenzwert in Richtung des zweiten Differenzwerts verkleinert. Der zweite Differenzwert ist vorzugsweise gleich Null, sodass nach dem Erreichen des zweiten Differenzwerts durch den Differenzwert der Maximalliefergrad dem maximalen Liefergrad entspricht. Die beschriebene Vorgehensweise unter Heranziehung des Differenzwerts ist eine spezielle Ausgestaltung der beschriebenen Vorgehensweise, gemäß welcher der Sollliefergrad auf den Maximalliefergrad begrenzt wird, der bei dem Start der Brennkraftmaschine auf den ersten Vorgabewert gesetzt und nach dem Start der Brennkraftmaschine in Richtung des zweiten Vorgabewerts vergrößert wird. Sie kann jedoch auch alternativ herangezogen werden.

[0029] Die Erfindung betrifft weiterhin eine Brennkraftmaschine, insbesondere eine Brennkraftmaschine zur Durchführung des Verfahrens gemäß den Ausführungen im Rahmen dieser Beschreibung, wobei die Brennkraftmaschine wenigstens einen Zylinder aufweist, in den während eines Arbeitsspiels der Brennkraftmaschine Frischluft zum Erzielen eines bestimmten Sollliefergrads eingebracht wird. Dabei ist vorgesehen, dass die Brennkraftmaschine dazu ausgebildet ist, den Sollliefergrad auf einen Maximalliefergrad zu begrenzen, der bei einem Start der Brennkraftmaschine auf einen ersten Vorgabewert gesetzt und nach dem Start der Brennkraftmaschine in Richtung eines zweiten Vorgabewerts vergrößert wird.

[0030] Auf die Vorteile einer derartigen Vorgehensweise beziehungsweise einer derartigen Ausgestaltung der Brennkraftmaschine wurde bereits hingewiesen. Sowohl die Brennkraftmaschine als auch das Verfahren zu ihrem Betreiben können gemäß den Ausführungen im Rahmen dieser Beschreibung weitergebildet sein, sodass insoweit auf diese verwiesen wird.

[0031] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert, ohne dass eine Beschränkung der Erfindung erfolgt. Dabei zeigt die einzige

[0032] Figur eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine.

[0033] Die Figur zeigt eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine 1, die in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel mehrere Zylinder 2 aufweist. Jeder der Zylinder 2 verfügt über wenigstens ein Einlassventil 3 und wenigstens ein Auslassventil 4. Über jedes der Einlassventile 3 kann dem jeweiligen Zylinder 2 Frisch-

gas aus einem Frischgastrakt 5 zugeführt werden, wohingegen durch jedes der Auslassventile 4 Abgas aus dem entsprechenden Zylinder 2 entweichen kann, nämlich in Richtung eines Abgastrakts 6. Das Frischgas wird an den Einlassventilen 3 mittels eines Verdichters 7 bereitgestellt, welcher Teil eines Abgasturboladers 8 ist. Zusätzlich zu dem Verdichter 7 weist der Abgasturbolader 8 eine Turbine 9 auf, welche über eine Abgasleitung 10, die Bestandteil des Abgastrakts 6 ist, an die Auslassventile 4 strömungstechnisch angeschlossen ist. Stromabwärts der Turbine 9 kann eine Abgasreinigungseinrichtung 11 vorliegen, welche beispielsweise über wenigstens einen Katalysator verfügt.

[0034] Die Brennkraftmaschine 1 wird mittels eines Verfahrens betrieben, gemäß welchem während eines Arbeitsspiels der Brennkraftmaschine Frischluft in wenigstens einen der Zylinder 2, vorzugsweise in jeden der Zylinder 2, eingebracht wird. Das Einbringen der Frischluft in den Zylinder 2 beziehungsweise die Zylinder 2 erfolgt derart, dass ein bestimmter Sollliefergrad in dem jeweiligen Zylinder erzielt ist. Vor dem Einbringen des Frischgases beziehungsweise der Frischluft in dem jeweiligen Zylinder 2 wird der Sollliefergrad auf einen Maximalliefergrad begrenzt, nämlich nach oben. Das bedeutet, dass der Sollliefergrad stets kleiner oder gleich dem Maximalliefergrad ist.

[0035] Der Maximalliefergrad wird bei einem Start der Brennkraftmaschine 1 auf einen ersten Vorgabewert gesetzt und nach dem Start der Brennkraftmaschine 1 in Richtung eines zweiten Vorgabewerts vergrößert. Auf diese Art und Weise wird der Sollliefergrad bei dem Start der Brennkraftmaschine, insbesondere während eines Aufwärmbetriebs der Brennkraftmaschine 1, auf kleinere Werte begrenzt als nach dem Erreichen einer Betriebstemperatur der Brennkraftmaschine durch eine Temperatur der Brennkraftmaschine. Entsprechend werden die Schadstoffemissionen der Brennkraftmaschine während des Warmlaufbetriebs deutlich reduziert.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1), die wenigstens einen Zylinder (2) aufweist, in den während eines Arbeitsspiels der Brennkraftmaschine (1) Frischluft zum Erzielen eines bestimmten Sollliefergrads eingebracht wird, wobei der Sollliefergrad auf einen Maximalliefergrad begrenzt wird, der bei einem Start der Brennkraftmaschine (1) auf einen ersten Vorgabewert gesetzt und nach dem Start der Brennkraftmaschine (1) in Richtung eines zweiten Vorgabewerts vergrößert wird, und wobei der Maximalliefergrad in Abhängigkeit von einer Temperatur der Brennkraftmaschine (1) bestimmt wird, wobei der Maximalliefergrad bei einer niedrigeren Temperatur kleiner gewählt wird als bei einer höheren Temperatur, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vergrößern des Maximalliefergrads derart

erfolgt, dass der Maximalliefergrad mit dem Erreichen einer bei einem quasistationären Betrieb der Brennkraftmaschine (1) vorliegenden Betriebstemperatur den zweiten Vorgabewert erreicht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Temperatur der Brennkraftmaschine (1) eine Brennraumtemperatur eines Brennraums des Zylinders (2) verwendet wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Temperatur der Brennkraftmaschine (1) eine Betriebsmitteltemperatur eines Betriebsmittels der Brennkraftmaschine (1) verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Betriebsmittel ein einer Kühlung der Brennkraftmaschine (1) dienendes Kühlmittel oder ein einer Schmierung der Brennkraftmaschine (1) dienendes Schmiermittel verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Maximalliefergrad ausgehend von dem ersten Vorgabewert in Abhängigkeit von der seit dem Start der Brennkraftmaschine (1) verstrichenen Zeit in Richtung des zweiten Vorgabewerts vergrößert wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Vorgabewert einem bei aktuell vorliegenden Umgebungsbedingungen maximalen Liefergrad der Brennkraftmaschine (1) entspricht.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus den Umgebungsbedingungen der maximale Liefergrad ermittelt wird, wobei der Maximalliefergrad durch Subtraktion eines Differenzwerts von dem maximalen Liefergrad bestimmt wird, wobei der Differenzwert ausgehend von einem bei dem Start der Brennkraftmaschine (1) vorliegenden ersten Differenzwert in Richtung eines zweiten Differenzwerts verkleinert wird.
8. Brennkraftmaschine (1) zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Brennkraftmaschine (1) wenigstens einen Zylinder (2) aufweist, in den während eines Arbeitsspiels der Brennkraftmaschine (1) Frischluft zum Erzielen eines bestimmten Sollliefergrads eingebracht wird, wobei die Brennkraftmaschine (1) dazu ausgebildet ist, den Sollliefergrad auf einen Maximalliefergrad zu begrenzen, der bei einem Start der Brennkraftmaschine auf einen ersten Vorgabewert gesetzt und nach dem Start der Brennkraftmaschine (1) in Richtung eines zweiten Vorgabewerts vergrößert wird, und wobei der Maxi-

malliefergrad in Abhängigkeit von einer Temperatur der Brennkraftmaschine (1) bestimmt wird, wobei der Maximalliefergrad bei einer niedrigeren Temperatur kleiner gewählt wird als bei einer höheren Temperatur, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vergrößern des Maximalliefergrads derart erfolgt, dass der Maximalliefergrad mit dem Erreichen einer bei einem quasistationären Betrieb der Brennkraftmaschine (1) vorliegenden Betriebstemperatur den zweiten Vorgabewert erreicht.

Claims

1. Method for operating an internal combustion engine (1), which comprises at least one cylinder (2) into which fresh air is introduced during an operating cycle of the internal combustion engine (1) in order to achieve a specific desired volumetric efficiency, wherein the desired volumetric efficiency is limited to a maximal volumetric efficiency, which is set to a first set value at a start of the internal combustion engine (1) and is increased in the direction of a second set value after the start of the internal combustion engine (1), and wherein the maximal volumetric efficiency is determined as a function of a temperature of the internal combustion engine (1), wherein the maximal volumetric efficiency is selected to be smaller at a lower temperature than at a higher temperature, **characterized in that** the maximal volumetric efficiency is increased in such a way that the maximal volumetric efficiency reaches the second set value when an operating temperature is reached, which is present during quasi-stationary operation of the internal combustion engine (1).
2. The method according to claim 1, **characterised in that** a combustion chamber temperature of a combustion chamber of the cylinder (2) is used as the temperature of the internal combustion engine (1).
3. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** an operating medium temperature of an operating medium of the internal combustion engine (1) is used as the temperature of the internal combustion engine (1).
4. Method according to claim 3, **characterised in that** a coolant used for cooling of the internal combustion engine (1) or a lubricant used for lubrication of the internal combustion engine (1) is used as the operating medium.
5. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the maximal delivery rate is increased from the first set value towards the second set value as a function of the time elapsed since the start of the internal combustion engine (1).

6. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the second set value corresponds to a maximum volumetric efficiency of the internal combustion engine (1) under currently present ambient conditions. 5
7. Method according to claim 6, **characterized in that** the maximum delivery rate is determined from the ambient conditions, wherein the maximal delivery rate is determined by subtracting a difference value from the maximum delivery rate, wherein the difference value is decreased in the direction of a second difference value starting from a first difference value present at the start of the internal combustion engine (1). 10
8. Internal combustion engine (1) for carrying out the method according to one or more of the preceding claims, wherein the internal combustion engine (1) comprises at least one cylinder (2) into which fresh air is introduced during an operating cycle of the internal combustion engine (1) in order to achieve a specific desired volumetric efficiency, wherein internal combustion engine (1) is configured to limit the desired volumetric efficiency to a maximal volumetric efficiency, which is set to a first set value at a start of the internal combustion engine (1) and is increased in the direction of a second set value after the start of the internal combustion engine (1), and wherein the maximal volumetric efficiency is determined as a function of a temperature of the internal combustion engine (1), wherein the maximal volumetric efficiency is selected to be smaller at a lower temperature than at a higher temperature, **characterized in that** the maximal volumetric efficiency is increased in such a way that the maximal volumetric efficiency reaches the second set value when an operating temperature is reached, which is present during quasi-stationary operation of the internal combustion engine (1). 20 25 30 35 40

Revendications

1. Procédé pour faire fonctionner un moteur à combustion interne (1), qui présente au moins un cylindre (2) dans lequel de l'air frais est introduit pendant un cycle de travail du moteur à combustion interne (1) pour atteindre un rendement volumétrique de consigne déterminé, dans lequel le rendement volumétrique de consigne est limité à un rendement volumétrique maximal qui, lors d'un démarrage du moteur à combustion interne (1), est réglé à une première valeur donnée et qui, après le démarrage du moteur à combustion interne (1), est augmenté en direction d'une deuxième valeur donnée, et dans lequel le rendement volumétrique maximal est déterminé en fonction d'une température du moteur à 45 50 55

combustion interne (1), dans lequel le rendement volumétrique maximal est choisi plus petit à une température plus basse qu'à une température plus élevée, **caractérisé en ce que** l'augmentation du rendement volumétrique maximal s'effectue de telle sorte que le rendement volumétrique maximal atteigne la deuxième valeur donnée lorsqu'une température de fonctionnement existante est atteinte lors d'un fonctionnement quasi-stationnaire du moteur à combustion interne (1).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'une** température de chambre de combustion d'une chambre de combustion du cylindre (2) est utilisée comme température du moteur à combustion interne (1).
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'une** température d'une ressource du moteur à combustion interne (1) est utilisée comme température du moteur à combustion interne (1).
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'un** agent de refroidissement servant à refroidir le moteur à combustion interne (1) ou un agent de lubrification servant à lubrifier le moteur à combustion interne (1) est utilisé comme ressource.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le rendement volumétrique maximal est augmenté à partir de la première valeur donnée en direction de la deuxième valeur donnée en fonction du temps écoulé depuis le démarrage du moteur à combustion interne (1).
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la deuxième valeur donnée correspond à un rendement volumétrique maximal du moteur à combustion interne (1) dans les conditions ambiantes existantes.
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le rendement volumétrique maximum est déterminé à partir des conditions ambiantes, dans lequel le rendement volumétrique maximal est déterminé par soustraction d'une valeur différentielle du rendement volumétrique maximum dans laquelle la valeur différentielle est réduite en direction d'une deuxième valeur différentielle à partir d'une première valeur différentielle existante au démarrage du moteur à combustion interne (1).
8. Moteur à combustion interne (1) pour la mise en oeuvre du procédé selon une ou plusieurs des revendications précédentes, dans lequel le moteur à combustion interne (1) présente au moins un cylindre (2) dans lequel de l'air frais est introduit pendant

un cycle de travail du moteur à combustion interne (1) pour atteindre un rendement volumétrique de consigne déterminé, dans lequel le moteur à combustion interne (1) est conçu pour limiter le rendement volumétrique de consigne à un rendement volumétrique maximal qui est réglé à une première valeur donnée lors d'un démarrage du moteur à combustion interne et qui est augmenté en direction d'une deuxième valeur donnée après le démarrage du moteur à combustion interne (1), et dans lequel le rendement volumétrique maximal est déterminé en fonction d'une température du moteur à combustion interne (1), dans lequel le rendement volumétrique maximal est choisi plus petit à une température plus basse qu'à une température plus élevée, **caractérisé en ce que** l'augmentation du rendement volumétrique maximal s'effectue de telle sorte que le rendement volumétrique maximal atteigne la deuxième valeur donnée lorsqu'une température de fonctionnement existante est atteinte lors d'un fonctionnement quasi-stationnaire du moteur à combustion interne (1).

25

30

35

40

45

50

55

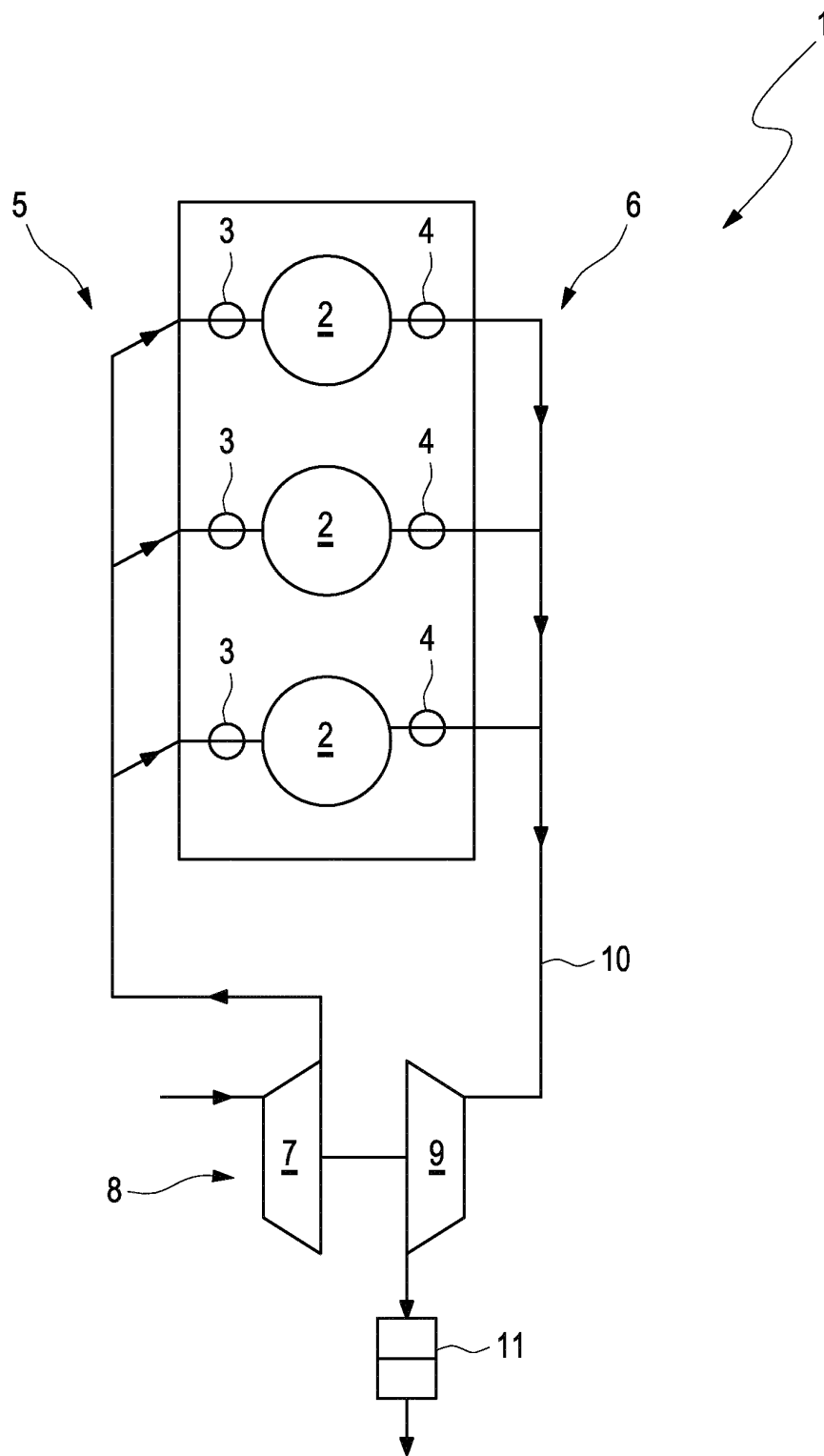


Fig.

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102012024318 A1 **[0002]**
- WO 2009065541 A1 **[0003]**
- DE 102005044399 A1 **[0003]**
- DE 102017112690 A1 **[0003]**
- DE 102013202720 A1 **[0003]**
- DE 19758641 B4 **[0003]**
- DE 102014101817 A1 **[0003]**
- EP 3141727 A1 **[0003]**