

(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
10. September 2020 (10.09.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/176911 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 41/14 (2006.01) *F02D 29/06* (2006.01)
F02D 41/00 (2006.01) *F02D 41/34* (2006.01)
F02D 37/02 (2006.01) *F02P 5/15* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2019/060070

(22) Internationales Anmeldedatum:
04. März 2019 (04.03.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder: INNIO JENBACHER GMBH & CO OG
[AT/AT]; Achenseestrasse 1-3, 6200 Jenbach (AT).

(72) Erfinder: KEITH, Douglas; 32 Wood road, Ashurst,
Hampshire SO40 7BD (GB). THALHAUSER, Josef; Sei-

lenauweg 11, 83191 Nußdorf (DE). SPYRA, Nikolaus; St.
Nikolaus-Gasse 9A, 6020 Innsbruck (AT).

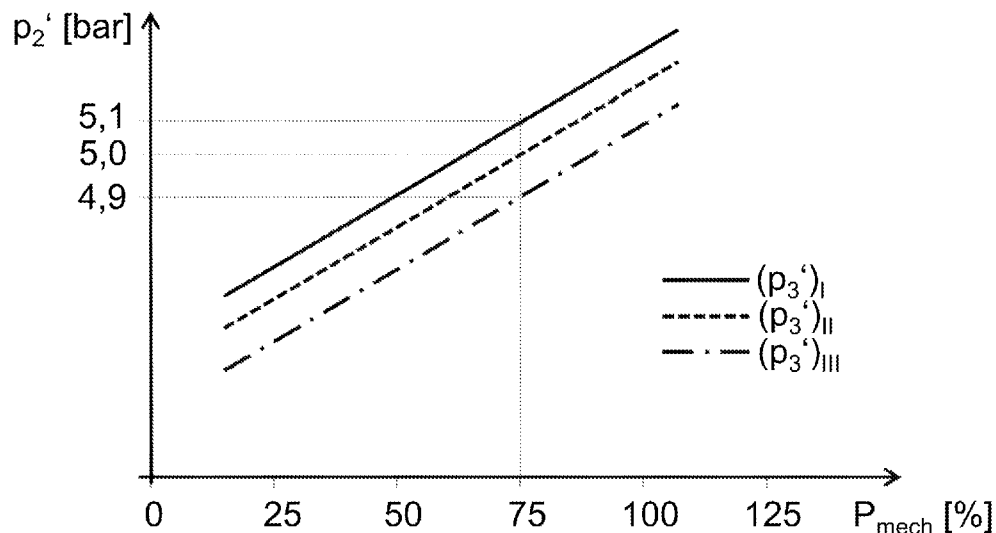
(74) Anwalt: GANGL, Markus et al.; Wilhelm-Greil-Str. 16,
6020 Innsbruck (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

(54) Bezeichnung: BRENNKRAFTMASCHINE UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE

Fig. 9



(57) Abstract: The invention relates to an internal combustion engine with an open-loop or closed-loop control device (2), at least one combustion chamber (3) of the internal combustion engine (1) being designed to burn a fuel-air mixture having at least one combustion parameter that can be influenced by the open-loop or closed-loop control device (2), wherein the open-loop or closed-loop control device (2) has an emission control loop which is designed to control, via a functional relationship, the at least one combustion parameter as a substitute parameter for the NO_x emissions by at least one actuator (4) influencing the at least one combustion parameter such that at least one combustion parameter can be set for each target output or actual output of the internal combustion engine (1), the functional relationship taking into account an influence of a change in an exhaust back

(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)

pressure (p_3') acting on the at least one combustion chamber (3).

(57) Zusammenfassung: Brennkraftmaschine mit einer Steuer- oder Regeleinrichtung (2), wobei wenigstens ein Brennraum (3) der Brennkraftmaschine (1) dazu ausgebildet ist, ein Treibstoff-Luft-Gemisch mit wenigstens einem durch die Steuer- oder Regeleinrichtung (2) beeinflussbaren Verbrennungsparameter zu verbrennen, wobei die Steuer- oder Regeleinrichtung (2) einen Emissionsregelkreis aufweist, der dazu ausgebildet ist, über einen funktionalen Zusammenhang den wenigstens einen Verbrennungsparameter als Ersatzgröße für die NO_x -Emission durch wenigstens einen den wenigstens einen Verbrennungsparameter beeinflussenden Aktuator (4) so anzusteuern, dass für jede Soll-Leistung oder Ist-Leistung der Brennkraftmaschine (1) wenigstens ein Verbrennungsparameter einstellbar ist, wobei der funktionale Zusammenhang einen Einfluss einer Veränderung eines auf den wenigstens einen Brennraum (3) wirkenden Abgasgedruckes (p_3') berücksichtigt.

Brennkraftmaschine und Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruches 1, sowie ein Verfahren zum Regeln oder Steuern einer Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruches 19.

Es ist aus der EP 0259382 B1 eine Regelstrategie für eine Brennkraftmaschine bekannt, wobei in Abhängigkeit einer gemessenen Ist-Leistung der Brennkraftmaschine ein Ladedruck-Sollwert eingestellt wird. Durch einen ersten Regelkreis (Ladedruckregler) wird über einen Soll-Istwert-Vergleich der Ist-Ladedruck dem Ladedruck-Sollwert nachgeregelt. Bei diesem Ladedruck-Sollwert liegt ein bestimmter Zielwert der NO_x -Emissionen vor. Da die NO_x -Emission nicht direkt bekannt ist, wird der Ladedruck als Hilfsregelgröße verwendet. Der funktionale Zusammenhang liegt in Form einer Kurvenschar vor, wobei jede Kurve für einen bestimmten NO_x -Wert den Zusammenhang zwischen Ist-Leistung und Ladedruck-Sollwert angibt. Insofern ist also der Ladedruckregler eigentlich ein Emissionsregelkreis in Bezug auf die NO_x -Emissionen (NO_x -Emissionsregelkreis).

Die Einstellung des Lambda-Wertes erfolgt über Beeinflussung einer Gasdosiereinrichtung. Die Veränderung des Lambda-Wertes würde an sich eine Veränderung der Leistung der Brennkraftmaschine bewirken, was durch einen zweiten Regelkreis (Leistungsregelkreis) ausgeglichen werden muss. Dieser Ausgleich im Leistungsregelkreis erfolgt über jene Aktuatoren, die den Ladedruck unmittelbar beeinflussen (beispielsweise durch die Drosselklappe, ein Wastegate, eine variable Turbinengeometrie, eine Verdichterumgehungsleitung, einen variablen Ventiltrieb oder ähnlichem). Der Ladedruck wird also direkt über das Verbrennungsluftverhältnis (Lambda-Wert) geregelt. Diese Regelstrategie ist als LEANOX-Regelung bekannt.

Es wird demgemäß also der funktionale Zusammenhang zwischen dem vor den Einlassventilen des Motors herrschenden, relativ leicht messbaren, Ladedruck und der Leistung genutzt, um die NO_x -Emission zu kontrollieren.

Dazu ist der Ausgang der Ladedruckmessung mit einem Ist-Eingang des ersten Regelkreises verbunden. Im ersten Regelkreis der EP 0259382 B1 (Ladedruckregler) ist eine programmierbare Einrichtung zur Ermittlung eines leistungsabhängigen Soll-Wertes für den Ladedruck aus dem von der Leistungsmessvorrichtung zugeführten Leistungsmesssignalangabe angeordnet.

Dabei erfolgt die Regelung des Ladedrucks indirekt über die Regelung des Verbrennungsluftverhältnisses (λ -Wertes) im Luft-Gas-Mischer, wobei beispielsweise ein Abmagern des Gemisches (Erhöhen von λ) eine Erhöhung des Ladedrucks vor den Einlassventilen bewirkt (bei der Forderung einer konstanten Motorleistung).

Obiges beschreibt die kaskadierte Form der LEANOX-Regelung. Es besteht auch die Möglichkeit, beide Regeleingriffe gleichzeitig durchzuführen (siehe dazu EP 2977596 B1). Die Erfindung ist bei beiden Formen der LEANOX-Regelung einsetzbar.

Eine Alternative besteht darin, statt des Ladedrucks den Zylinderdruck als Regelgröße zu verwenden. Dies ist beispielsweise bei der EP 2910755 B1 beschrieben. Die Erfindung ist auch bei einer solchen Regelung einsetzbar.

Problematisch ist, dass die aus dem Stand der Technik bekannten Regelverfahren zur Emissionsregelung die Beeinflussung durch einen Abgasgegendruck nicht berücksichtigen, wodurch sich ein ungünstiges Emissionsverhalten ergeben kann.

Wenn beispielsweise in der Abgasleitung ein Umgehungsventil für eine Abgasturbine eines Turboladers (auch als Waste-Gate bekannt) geschlossen wird, steigt ein Abgasgegendruck auf den Brennraum, was zu einer Erhöhung der NO_x -Emissionen führt.

Die bekannten Regelstrategien erkennen somit keine Veränderung der NO_x -Emissionen durch geänderten Abgasgegendruck. Folglich werden erhöhte NO_x -Emissionen ausgestoßen, was sich nachteilig auf die zu erreichenden Emissionszielwerte und

natürlich auch die Langzeitbeobachtung der NO_x-Emissionen einer Brennkraftmaschine auswirkt.

Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung einer Brennkraftmaschine und eines
5 Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einer gegenüber dem Stand der Technik verbesserten Steuer- oder Regeleinrichtung bzw. Strategie, wobei ungewollte Erhöhungen der NO_x-Emissionen bei einer Veränderung des Abgasgegendruckes vermieden werden können.

10 Diese Aufgabe wird durch eine Brennkraftmaschine mit einer Steuer- oder Regeleinrichtung mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

Dies geschieht, indem die Steuer- oder Regeleinheit einen Emissionsregelkreis aufweist, der dazu ausgebildet ist, über einen funktionalen Zusammenhang den
15 wenigstens einen Verbrennungsparameter als Ersatzgröße für die NO_x-Emission durch wenigstens einen den wenigstens einen Verbrennungsparameter beeinflussenden Aktuator so anzusteuern, dass für jede Soll-Leistung oder Ist-Leistung der Brennkraftmaschine wenigstens ein Verbrennungsparameter einstellbar ist, wobei der funktionale Zusammenhang einen Einfluss einer Veränderung eines auf den wenigstens
20 einen Brennraum wirkenden Abgasgegendruckes berücksichtigt.

Indem also der funktionale Zusammenhang den Einfluss einer Veränderung eines auf den wenigstens einen Brennraum wirkenden Abgasgegendruckes berücksichtigt, kann bei der Steuerung oder Regelung der Brennkraftmaschine der hinsichtlich Emissionen
25 und/oder Wirkungsgrad günstigste Steuer- oder Regeleingriff vorgenommen werden.

Mithilfe der Erfindung kann eine unkontrollierte Veränderung der NO_x-Emissionen, aufgrund einer Veränderung eines Abgasgegendruckes, noch vor Auftreten einer NO_x-Emissionsveränderung entgegengewirkt werden. Folglich können durch den
30 Gesetzgeber auferlegte NO_x-Emissionswerte jederzeit eingehalten werden.

Dies gilt insbesondere für den sogenannten NO_x-Durchschnittswert des NO_x-Anteils der Abgase an einer Austrittsstelle der Brennkraftmaschine. Dieser NO_x-Durchschnittswert des NO_x-Anteils der Abgase ist meist ein durch den Gesetzgeber vorgegebener Wert,

welcher von der Brennkraftmaschine hinsichtlich eines vorgegebenen Zeitraumes eingehalten werden muss.

Die Erfindung erlaubt es des Weiteren eine Brennkraftmaschine möglichst nahe an den vorgegebenen NO_x-Emissionsgrenzen zu betreiben ohne NO_x-Regelreserven vorzusehen, welche einen ungewollten zwischenzeitlichen Anstieg der NO_x-Emissionen kompensieren. Folglich kann die Brennkraftmaschine auch mit einer höheren Leistung oder mit einer höheren Effizienz betrieben werden.

- 10 Grundsätzlich sind bezüglich der Art der Treibstoffeinbringung in wenigstens einem Brennraum der Brennkraftmaschine zwei Typen von Verfahren bekannt. Der erste Typ sind luftaufgeladenen Brennkraftmaschinen mit zylinderindividueller Treibstoffzufuhr (z.B. unter Verwendung von Pord-Injection-Ventilen). Der zweite Typ sind gemischaufladene Brennkraftmaschinen. Die Erfindung ist bei beiden Typen der
15 Brennkraftmaschinen einsetzbar.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

- 20 Es kann vorgesehen sein, dass der funktionale Zusammenhang einen Einfluss einer Verstellung wenigstens eines auf den wenigstens einen Brennraum wirkenden Abgasgegendruck beeinflussenden Aktuators berücksichtigt.

- Vorzugsweise ist vorgesehen, dass bei einer Erhöhung des Abgasgegendruckes, die
25 Berücksichtigung des funktionalen Zusammenhangs so erfolgt, dass der Emissionsregelkreis durch Veränderung des Verbrennungsparameters ein gegenüber dem vorherigen Betriebspunkt magereres Treibstoff-Luft-Gemisch einstellt.

- Das Abmagern des Treibstoff-Luft-Gemisches ist eine durch den Stand der Technik
30 bekannte Maßnahme, bei der das Verbrennungsluftverhältnis erhöht wird. Dies kann bekanntermaßen dadurch erfolgen, indem die Treibstoffzufuhr verringert wird oder der Ladedruck oder die Luftzufuhr erhöht wird.

Es kann vorzugsweise vorgesehen sein, dass bei einer Erhöhung des Abgasgegendruckes, die Berücksichtigung des funktionalen Zusammenhangs so erfolgt, dass der Emissionsregelkreis durch Veränderung des Verbrennungsparameters ein gegenüber dem vorherigen Betriebspunkt späteren Zündzeitpunkt einstellt.

5 Das Verschieben eines Zündzeitpunktes nach Spät hat ein Senken der Zylinderspitzentemperatur zur Folge, was zu einer Verringerung der NO_x-Emissionen führt.

10 Bevorzugt kann vorgesehen sein, dass bei einer Erhöhung des Abgasgegendruckes, die Berücksichtigung des funktionalen Zusammenhangs so erfolgt, dass der Emissionsregelkreis durch Veränderung des Verbrennungsparameters ein gegenüber dem vorherigen Betriebspunkt geringeren Füllgrades des wenigstens einen Brennraums einstellt.

15 Natürlich können gegenteilige Maßnahmen gesetzt werden, wenn der Abgasgegendruck sinkt. Dementsprechend kann es beispielsweise vorgesehen sein, dass bei Sinken eines Abgasgegendruckes eine Maßnahme gesetzt wird, um beispielsweise die NO_x-Emission bei gleicher Leistung möglichst konstant zu halten.

20 Es ist bekannt, die Einlassventile einer Brennkraftmaschine zu schließen, bevor der Kolben im Ansaugtrakt seinen unteren Totpunkt erreicht hat (frühes Miller-Verfahren). In einem alternativen Verfahren werden die Einlassventile im Verdichtungsstrakt nach dem Erreichen der maximalen Füllung im Zylinder geschlossen (spätes Miller-Verfahren).
25 Dies kann beispielsweise durch einen variablen Ventiltrieb ermöglicht werden, der eine variable Betätigungscharakteristik der Einlassventile gestattet.

Ein frühes Miller-Verfahren mit einer veränderten Betätigungscharakteristik der Einlassventile in die Richtung eines verringerten Füllgrades kann zur Folge haben:

- 30 - um eine konstante Leistung zu erbringen, muss die in den Brennraum eingebrachte Energie annähernd konstant gehalten werden, weswegen der Ladedruck steigen muss

- durch die Expansion und/oder die verringerte effektive Verdichtung sinkt die Temperatur der Zylinderlandung zum Zündzeitpunkt und daraus ergeben sich folglich geringere NO_x-Emissionen.

- 5 Das Miller-Verfahren zum Einstellen eines Füllgrades des wenigstens einen Brennraumes kann beispielsweise über einen variablen Ventiltrieb erfolgen.

Ein variabler Ventiltrieb wird häufig deshalb eingesetzt, weil damit eine Brennkraftmaschine bei unterschiedlichen Betriebspunkten mit dem günstigsten
10 Wirkungsgrad betrieben werden kann. Auch ist es bekannt, einen variablen Ventiltrieb zur Leistungsregelung einzusetzen, etwa um einen drosselklappenfreien Betrieb zu realisieren.

Eine Änderung der Betriebscharakteristik eines Einlassventils bewirkt eine Veränderung
15 des Liefergrades (Füllgrades) und damit des Massendurchsatzes der Brennkraftmaschine.

Ein Leistungsregelkreis ist dazu ausgebildet, eine Ist-Leistung der Brennkraftmaschine an eine Soll-Leistung der Brennkraftmaschine anzugleichen.

20 Unter Annahme konstanter Leistung und konstanter NO_x-Emissionen muss bei einer Betätigungscharakteristik mit geringerem Füllgrad der Ladedruck angehoben werden, aber nicht soweit, dass sich das gleiche Treibstoff-Luft-Verhältnis einstellt, da eine stärkere Kühlung der Zylinderladung gegeben ist.

25 Es kann vorgesehen sein, dass der wenigstens eine durch die Steuer- oder Regeleinrichtung beeinflussbare Verbrennungsparameter ein Verbrennungsluftverhältnis umfasst. Das Verbrennungsluftverhältnis ist auch unter den Synonymen Luftüberschusszahl, Lambda-Wert oder Luftverhältnis bekannt.

30 Zur Beeinflussung des Verbrennungsluftverhältnisses durch die Steuer- oder Regeleinrichtung kann

- eine Einstellung eines Ladedrucks,

- eine Einstellung einer Einspritzmenge eines Treibstoffes in den wenigstens einen Brennraum und/oder
- eine Einstellung eines Mischverhältnisses des Treibstoffluftgemisches (beispielsweise durch einen Gasmischer) vorgenommen werden.

5

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der wenigstens eine durch die Steuer- oder Regeleinrichtung beeinflussbare Verbrennungsparameter einen Ladedruck umfasst. Besonders bevorzugt ist dabei vorgesehen, dass die Steuer- oder Regeleinrichtung bei Beeinflussung des Ladedruckes ein entsprechendes Verbrennungsluftverhältnis durch

- 10
- Einstellen einer Einspritzmenge eines Treibstoffes in den wenigstens einen Brennraum und/oder
 - Einstellen eines Mischverhältnisses des Treibstoff-Luft-Gemisches eingestellt.

- 15
- Es kann vorgesehen sein, dass der wenigstens eine durch die Steuer- oder Regeleinrichtung beeinflussbare Verbrennungsparameter einen Zündzeitpunkt umfasst. Dieser Zündzeitpunkt kann beispielsweise durch eine entsprechende Ansteuerung einer Zündkerze verschoben werden.

- 20
- Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass die Steuer- oder Regeleinrichtung dazu ausgebildet ist, den wenigstens einen Verbrennungsparameter beeinflussenden Aktuator anzusteuern, um eine Veränderung eines Füllgrades des wenigstens einen Brennraumes, vorzugsweise mittels Verstellung wenigstens eines variablen Ventiltriebs, vorzunehmen.

- 25
- Es kann vorgesehen sein, dass der wenigstens eine Verbrennungsparameter beeinflussende Aktuator als Drosselklappe ausgebildet ist.

- 30
- Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Steuer- oder Regeleinrichtung dazu ausgebildet ist, den wenigstens einen Verbrennungsparameter beeinflussenden Aktuator anzusteuern, um eine Einstellung einer dem wenigstens einem Brennraum zugeführten Treibstoffmenge und/oder eines Einspritzzeitpunktes eines dem wenigstens einen Brennraum zugeführten Treibstoffes, vorzugsweise mittels Ansteuerung wenigstens eines Port-Injection-Ventils, vorzunehmen.

- Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die Steuer- oder Regeleinrichtung dazu ausgebildet ist, den wenigstens einen Verbrennungsparameter beeinflussenden Aktuator anzusteuern, um eine Einstellung eines Ladedrucks, vorzugsweise mittels
- 5 Verstellung eines Umgehungsventiles für einen Verdichter und/oder einer wenigstens einem Verdichter zugehörigen variablen Verdichtergeometrie, vorzunehmen. Umgehungsventile für einen Verdichter sind auch unter dem Namen Kompressor-Bypass-Ventile bekannt.
- 10 Es kann vorgesehen sein, dass die Steuer- oder Regeleinrichtung zur Ermittlung einer Veränderung eines auf den wenigstens einen Brennraum wirkenden Abgasgegendruckes eine Verstellung wenigstens eines auf den wenigstens einen Brennraum wirkenden Abgasgegendruck beeinflussenden Aktuators berücksichtigt.
- 15 Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der wenigstens eine auf den Brennraum wirkende Abgasgegendruck beeinflussende Aktuator ein Umgehungsventil für eine Abgasturbine eines Turboladers umfasst. Umgehungsventile für eine Abgasturbine eines Turboladers sind auch als Waste-Gates bekannt.
- 20 Bevorzugt ist vorgesehen, dass der wenigstens eine auf den Brennraum wirkende Abgasgegendruck beeinflussende Aktuator eine einer Abgasturbine zugehörige variable Turbinengeometrie umfasst.
- Es kann vorgesehen sein, dass der wenigstens eine auf den Brennraum wirkende
- 25 Abgasgegendruck beeinflussende Aktuator ein Umgehungsventil für einen vor einer Abgasturbine eines Turboladers angeordneten Katalysator umfasst.
- Solche vor einer Abgasturbine eines Turboladers angeordnete Katalysatoren sind durch den Stand der Technik auch unter dem Namen PTCC-Katalysatoren (Pre Turbo
- 30 Charger Catalyst) bekannt. Dabei wird zwischen dem wenigstens einen Brennraum und der Abgasturbine eines Turboladers ein Katalysator angeordnet. Insbesondere bei großvolumigen Motoren hat dies den Vorteil, dass es möglich ist, die Wirkung des Turboladers zu verbessern, denn die Freisetzung von chemischer Energie, welche nach der Verbrennung in dem wenigstens einen Brennraum noch im abgeführten Stoffstrom

gespeichert ist, führt zu einer höheren Temperatur des Stoffstroms und einer Expansion des Stoffstroms, welche sich in einem höheren Volumenstrom an der Abgasturbine des Turboladers niederschlägt. Der durch die Abgasturbine angetriebene Verdichter des Turboladers kann somit einen höheren Ladedruck hervorbringen, womit eine höhere
5 Gesamtleistung der Brennkraftmaschine erreicht werden kann.

Es kann vorgesehen sein, dass die Steuer- oder Regeleinrichtung zur Ermittlung einer Veränderung eines auf den wenigstens einen Brennraum wirkenden Abgasgegendruckes eine Veränderung eines durch wenigstens einen Sensor erfassten
10 Messsignales in einer Abgasleitung der Brennkraftmaschine berücksichtigt.

Besonders bevorzugt kann vorgesehen sein, dass die Brennkraftmaschine ein stationärer, mit Brenngas betriebener, Hubkolbenmotor ist und vorzugsweise einen Generator zur Stromerzeugung antreibt.

Weiters wird Schutz begehrt für ein Verfahren zum Regeln oder Steuern einer Brennkraftmaschine, wobei in wenigstens einem Brennraum der Brennkraftmaschine ein Treibstoffluftgemisch mit wenigstens einem beeinflussbaren Verbrennungsparameter verbrannt wird, wobei der wenigstens eine Verbrennungsparameter im Rahmen eines
20 Emissionsregelkreises als Ersatzgröße für NO_x-Emissionen über einen funktionalen Zusammenhang durch wenigstens einen den wenigsten einen Verbrennungsparameter beeinflussenden Aktuator so gesteuert oder geregelt wird, dass für jede Soll-Leistung oder Ist-Leistung der Brennkraftmaschine wenigstens ein Verbrennungsparameter eingestellt wird, wobei durch den funktionalen Zusammenhang ein Einfluss einer
25 Veränderung eines auf den wenigstens einen Brennraum wirkenden Abgasgegendruckes berücksichtigt wird.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich anhand der Figuren sowie der dazugehörigen Figurenbeschreibung. Dabei zeigen:

- 5 Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine,
- Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine,
- Fig. 3 ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine,
- Fig. 4 ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine,
- 10 Fig. 5 ein fünftes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine,
- Fig. 6 ein sechstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine,
- 15 Fig. 7 ein siebtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine,
- Fig. 8 ein achttes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine und
- Fig. 9 ein Diagramm von Ladedruck über Leistung für verschiedene Abgasgegendrucke.
- 20

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine 1. Diese Brennkraftmaschine verfügt über einen Brennraum 3, in welchen ein Treibstoff-Luft-Gemisch verbrannt wird. Natürlich ist die Erfindung nicht auf einen Brennraum 3 beschränkt und in den Figuren dient der eine Brennraum 3 rein exemplarischen zwecken. Die Erfindung kann bei einer Brennkraftmaschine 1 für einen oder mehrere Brennräume 3 selektiv und/oder global für alle ihren Einsatz finden.

Das Brennstoff-Luft-Gemisch wird dem wenigstens einen Brennraum über einen Verdichter 11 eines Turboladers 14 zugeführt, wobei das Brennstoff-Luft-Gemisch nach 30 der Verdichtung durch den Verdichter 11 in einem Gemischkühler 17 gekühlt werden kann. Der Gemischkühler 17 und der Verdichter 11 sind durch eine Umgehungsleitung mit einem Umgehungsventil 10 umgehbar, wobei durch dieses Umgehungsventil 10 ein

Ladedruck p_2' einstellbar ist, mit welchem Ladedruck p_2' der wenigstens eine Brennraum 3 befüllbar ist.

5 Durch Veränderung des Ladedrucks p_2' kann bei konstanten Ventilöffnungszeiten der Brennkraftmaschine 1 die Füllung des wenigstens einen Brennraumes 3 variiert werden.

10 Des Weiteren verfügt der Turbolader 14 über eine Abgasturbine 13, welche durch eine Umgehungsleitung samt Umgehungsventil 12 umgehbar ist. Durch dieses Umgehungsventil 12 kann ein Abgasgegendruck p_3' , welcher auf den wenigstens einen Brennraum 3 wirkt, eingestellt werden.

15 Es ist eine Steuer- oder Regeleinrichtung 2 vorgesehen, welche durch signalleitende Verbindungen 6 einerseits mit dem Umgehungsventil 10 des Verdichters 11 signalleitend verbunden ist und andererseits mit dem Umgehungsventil 12 der Abgasturbine 13 signalleitend verbunden ist. Das Umgehungsventil 10 des Verdichters 11 (und auch des Gemischkühlers 17) ist in diesem Ausführungsbeispiel als Verbrennungsparameter beeinflussender Aktuator 4 ausgebildet. Das Umgehungsventil 12 der Abgasturbine 13 bildet in diesem Ausführungsbeispiel den Abgasgegendruck p_3' beeinflussenden Aktuator 5.
20

Die Steuer- oder Regeleinrichtung 2 ist dazu ausgebildet, über einen funktionalen Zusammenhang den wenigstens einen Verbrennungsparameter (in diesem Ausführungsbeispiel der Ladedruck p_2') als Ersatzgröße für die NO_x -Emission durch
25 wenigstens einen den wenigstens einen Verbrennungsparameter beeinflussenden Aktuator 4 (in diesem Ausführungsbeispiel das Umgehungsventil 10 des Verdichters 11) so anzusteuern, dass für jede Soll-Leistung oder Ist-Leistung der Brennkraftmaschine 1 wenigstens ein Verbrennungsparameter einstellbar ist, wobei der funktionale Zusammenhang einen Einfluss einer Verstellung wenigstens eines auf den wenigstens
30 einen Brennraum 3 wirkenden Abgasgegendruck p_3' beeinflussenden Aktuator 5 (in diesem Ausführungsbeispiel das Umgehungsventil 12 der Abgasturbine 13) berücksichtigt.

In anderen Worten ist die Steuer- oder Regeleinrichtung dazu ausgebildet, bei einer Verstellung des Umgehungsventils 12 eine Veränderung des Umgehungsventils 10 des Verdichters 11 durchzuführen, sodass die NO_x -Emissionen konstant gehalten werden können, da eine Veränderung der Stellung des Umgehungsventils 12 der Abgasturbine 13 direkten Einfluss auf den Abgasgegendruck p_3' (welcher auf den wenigstens einen Brennraum 3 wirkt) hat und somit Einfluss auf die NO_x -Produktion im wenigstens einen Brennraum 3 (durch einen geänderten Wirkungsgrad und geänderte Restgasanteile und -temperaturen) hat. Jedoch können die NO_x -Emissionen konstant gehalten werden, indem der Ladedruck p_2' durch das Umgehungsventil 10 des Verdichters 11 angepasst wird.

Durch den in der Steuer- oder Regeleinheit 2 hinterlegten funktionale Zusammenhang kann der Ladedruck p_2' auf Basis des gewünschten Wertes für die Leistung P_{mech} , die NO_x -Emissionen und einen gegebenen Abgasgegendruck p_3' bestimmt werden. Wie dieser funktionale Zusammenhang im speziellen aussieht, soll später noch erörtert werden (siehe Fig. 9).

In Fig. 2 ist ein ähnliches Ausführungsbeispiel gezeigt, jedoch ist in diesem zweiten Ausführungsbeispiel der Brennkraftmaschine 1 der den Abgasgegendruck p_3' beeinflussende Aktuator 5 die variable Turbinengeometrie der Abgasturbine 13 des Turboladers 14. Durch eine Verstellung dieser variablen Turbinengeometrie stellt sich ebenfalls eine Veränderung des auf den wenigstens einen Brennraum 3 wirkenden Abgasgegendruckes p_3' ein, womit durch die Steuer- oder Regeleinrichtung 2 das Umgehungsventil 10 des Verdichters 11 verstellbar ist und über einen funktionalen Zusammenhang der Ladedruck p_2' entsprechend einstellbar ist, um die NO_x -Emissionen konstant zu halten.

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 ist ein Katalysator 16 zwischen dem wenigstens einen Brennraum 3 und der Abgasturbine 13 vorgesehen. Solche Katalysatoren 16 sind auch unter dem Synonym PTCC-Katalysatoren bekannt und werden dazu verwendet, chemische Energie im Abgasstrom freizusetzen, wodurch die Abgastemperatur erhöht wird, was zu einer Explosion des Abgases führt, wodurch wiederum ein auf die Abgasturbine 13 wirkender Stoffstrom erhöht werden kann, womit die Effizienz des Turboladers 14 gesteigert wird. Um dieses Vorgehen steuern oder regeln zu können, ist

ein Umgehungsventil 15 des Katalysators 16 vorgesehen, welches Umgehungsventil 15 über eine signalleitende Verbindung 6 mit der Steuer- oder Regeleinheit 2 verbunden ist.

- 5 Das Umgehungsventil 15 des Katalysators 16 ist ein Abgasgegendruck p_3' beeinflussender Aktuator 5, wodurch wiederum bei Veränderung der Stellung des Abgasgegendruck p_3' beeinflussenden Aktuators 5 (des Umgehungsventils 15 des Katalysators 16) das Umgehungsventil 10 des Verdichters 11 über den funktionalen Zusammenhang dermaßen angesteuert wird, dass ein Ladedruck p_2' entsprechend
- 10 korrigiert wird, um einen möglichst konstanten NO_x -Emissionswert zu erhalten.

Das Ausführungsbeispiel der Fig. 4 zeigt eine Brennkraftmaschine 1 ähnlich dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1. Jedoch wird in diesem Ausführungsbeispiel eine Drosselklappe 8 als den Verbrennungsparameter beeinflussender Aktuator 4

15 verwendet, wodurch ebenfalls ein Füllgrad des wenigstens einen Brennraumes 3 beeinflussbar ist.

Das Ausführungsbeispiel der Fig. 5 stellt wiederum ein ähnliches Ausführungsbeispiel zu der Fig. 3 dar, jedoch verfügt die Brennkraftmaschine 1 des Ausführungsbeispiels

20 der Fig. 5 über einen Verdichter 11 mit einer variablen Verdichtergeometrie, wobei die Verdichtergeometrie bzw. die Verstelleinheit der Verdichtergeometrie signalleitend über eine signalleitende Verbindung 6 mit der Steuer- oder Regeleinheit 2 verbunden ist und die Steuer- oder Regeleinheit 2 die variable Verdichtergeometrie des Verdichters 11 als Aktuator 4 verwendet zur Einstellung eines Verbrennungsparameters (genauer gesagt

25 des Ladedruckes p_2').

Das Ausführungsbeispiel der Fig. 6 zeigt ein ähnliches Ausführungsbeispiel zu jenem der Fig. 1, jedoch weist die Brennkraftmaschine 1 des Ausführungsbeispiels der Fig. 6 einen variablen Ventiltrieb 7 auf, mittels welchem ein Füllgrad des wenigstens einen

30 Brennraums 3 einstellbar ist (beispielsweise gemäß einem frühen oder späten Miller-Verfahren). Dieser variable Ventiltrieb 7 ist wiederum über eine signalleitende Verbindung 6 mit der Steuer- oder Regeleinheit 2 verbunden, wobei der variable Ventiltrieb 7 als Verbrennungsparameter beeinflussender Aktuator 4 durch die Steuer- oder Regeleinheit 2 gesteuert oder geregelt wird.

- Ähnlich ist ebenfalls das Ausführungsbeispiel der Fig. 7 einer Brennkraftmaschine 1 gestaltet, jedoch wird im Ausführungsbeispiel der Fig. 7 als den Verbrennungsparameter beeinflussender Aktuator 4 die Ansteuerung einer Zündvorrichtung verwendet, mittels derer ein Zündzeitpunkt der Verbrennung geregelt oder gesteuert wird. Dies geschieht, indem die Steuer- oder Regeleinheit 2 über eine signalleitende Verbindung 6 mit der Zündeinrichtung des wenigstens einen Brennraums 3 verbunden ist.
- Das Ausführungsbeispiel der Fig. 8 zeigt eine Brennkraftmaschine 1, welche über eine von der Luftzufuhr separierte Einspritzeinheit für Treibstoff in den wenigstens einen Brennraum 3 verfügt. Diese Einspritzeinheit für Treibstoff in den wenigstens einen Brennraum 3 ist als Port-Injection-Ventil 9 ausgeführt.
- Die Luftzufuhr erfolgt über einen Verdichter 11 eines Turboladers 14, wobei die verdichtete Luft vor Eintritt in den wenigstens einen Brennraum 3 mittels eines Ladeluftkühlers 18 gekühlt wird. Um den Ladedruck p_2' variieren zu können, ist eine Umgehungsleitung mit einem Umgehungsventil 10 des Verdichters 11 vorgesehen.
- In der Abgasleitung ist – wie bereits in den vorhergehenden Figuren beschrieben – eine Abgasturbine 13 vorgesehen und ein zwischen der Abgasturbine 13 und dem wenigstens einen Brennraum 3 angeordneter Katalysator 16, welcher durch eine Umgehungsleitung mit einem Umgehungsventil 15 des Katalysators 16 umgehbar ist.
- Die Steuer- oder Regeleinheit 2 ist über signalleitende Verbindungen mit einem den Verbrennungsparameter beeinflussenden Aktuator 4 verbunden und einen den Abgasgegendruck p_3' beeinflussenden Aktuator 5 verbunden.
- Der den Verbrennungsparameter beeinflussende Aktuator 4 ist in diesem Ausführungsbeispiel als Port-Injection-Ventil 9 ausgebildet, durch dessen Ansteuerung ein Verbrennungsluftverhältnis λ im wenigstens einen Brennraum 3 beeinflussbar ist. Der den Abgasgegendruck p_3' beeinflussende Aktuator 5 ist in diesem Ausführungsbeispiel als Umgehungsventil 15 des Katalysators 16 ausgebildet.

Fig. 9 zeigt ein Diagramm des Ladedrucks p_2' einer Brennkraftmaschine 1 über die von der Brennkraftmaschine 1 erbrachte mechanische Leistung P_{mech} . Eingezeichnet ist der Zusammenhang für drei unterschiedliche Abgasgegendrücke p_3' bei vorgegebenen – also für alle drei Kurven gleichen – NO_x -Emissionen.

5 Dieses Diagramm stellt die mechanische Leistung P_{mech} der Brennkraftmaschine 1 mit dem Ladedruck p_2' in Beziehung, wobei für jeden NO_x -Soll-Wert (im abgebildeten Diagramm konstant) und für jeden Abgasgegendruck p_3' eine Kurve vorhanden ist. Diese Kurvenschar bildet den funktionalen Zusammenhang.

10 Um eine konstante NO_x -Emission bei Veränderung des Abgasgegendrucks p_3' (beispielsweise durch Veränderung des den Abgasgegendruck p_3' beeinflussenden Aktuators 5) zu erhalten, ist ein entsprechender Ladedruck p_2' zu wählen, um eine konstante mechanische Leistung P_{mech} der Brennkraftmaschine 1 von 75 % halten zu
15 können. Dieser funktionale Zusammenhang ist bei der Steuer- oder Regelung der Brennkraftmaschine 1 durch die Steuer- oder Regeleinheit 2 heranzuziehen.

Bezugszeichenliste:

1	Brennkraftmaschine
2	Steuer- oder Regeleinrichtung
3	Brennraum
4	Verbrennungsparameter beeinflussender Aktuator
5	Abgasgegendruck beeinflussender Aktuator
6	signalleitende Verbindung
7	Variabler Ventiltrieb
8	Drosselklappe
9	Port-Injection-Ventil
10	Umgehungsventil des Verdichters
11	Verdichter
12	Umgehungsventil der Abgasturbine
13	Abgasturbine
14	Turbolader
15	Umgehungsventil des Katalysators
16	Katalysator
17	Gemischkühler
18	Ladeluftkühler
p_2'	Ladedruck
p_3'	Abgasgegendruck
λ	Verbrennungsluftverhältnis
P_{mech}	mechanische Leistung

Patentansprüche:

1. Brennkraftmaschine mit einer Steuer- oder Regeleinrichtung (2), wobei wenigstens ein Brennraum (3) der Brennkraftmaschine (1) dazu ausgebildet ist, ein Treibstoff-
Luft-Gemisch mit wenigstens einem durch die Steuer- oder Regeleinrichtung (2) beeinflussbaren Verbrennungsparameter zu verbrennen, wobei die Steuer- oder Regeleinrichtung (2) einen Emissionsregelkreis aufweist, der dazu ausgebildet ist, über einen funktionalen Zusammenhang den wenigstens einen Verbrennungsparameter als Ersatzgröße für die NO_x -Emission durch wenigstens einen den wenigstens einen Verbrennungsparameter beeinflussenden Aktuator (4) so anzusteuern, dass für jede Soll-Leistung oder Ist-Leistung der Brennkraftmaschine (1) wenigstens ein Verbrennungsparameter einstellbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass der funktionale Zusammenhang einen Einfluss einer Veränderung eines auf den wenigstens einen Brennraum (3) wirkenden Abgasgegendruckes (p_3') berücksichtigt.
2. Brennkraftmaschine nach dem vorangegangenen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Erhöhung des Abgasgegendruckes (p_3'), die Berücksichtigung des funktionalen Zusammenhanges so erfolgt, dass der Emissionsregelkreis durch Veränderung des Verbrennungsparameters ein gegenüber dem vorherigen Betriebspunkt magereres Treibstoff-Luft-Gemisch einstellt.
3. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Erhöhung des Abgasgegendruckes (p_3'), die Berücksichtigung des funktionalen Zusammenhanges so erfolgt, dass der Emissionsregelkreis durch Veränderung des Verbrennungsparameters ein gegenüber dem vorherigen Betriebspunkt späteren Zündzeitpunkt einstellt.
4. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Erhöhung des Abgasgegendruckes (p_3'), die Berücksichtigung des funktionalen Zusammenhanges so erfolgt, dass der Emissionsregelkreis durch Veränderung des Verbrennungsparameters ein

gegenüber dem vorherigen Betriebspunkt geringeren Füllgrad des wenigstens einen Brennraumes (3) einstellt.

5. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine durch die Steuer- oder Regeleinrichtung (2) beeinflussbare Verbrennungsparameter ein Verbrennungsluftverhältnis (λ) umfasst.
6. Brennkraftmaschine nach dem vorangegangenen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- oder Regeleinrichtung das beeinflussbare Verbrennungsluftverhältnis (λ) durch
- Einstellen eines Ladedruckes (p_2'),
 - Einstellen einer Einspritzmenge eines Treibstoffes in den wenigstens einen Brennraum (3) und/oder durch
 - Einstellen eines Mischverhältnisses des Treibstoff-Luft-Gemisches beeinflusst.
7. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine durch die Steuer- oder Regeleinrichtung (2) beeinflussbare Verbrennungsparameter einen Ladedruck (p_2') umfasst.
8. Brennkraftmaschine nach dem vorangegangenen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Steuer- oder Regeleinrichtung bei Beeinflussung des Ladedruckes (p_2') ein entsprechendes Verbrennungsluftverhältnis (λ) durch
- Einstellen einer Einspritzmenge eines Treibstoffes in den wenigstens einen Brennraum (3) und/oder
 - Einstellen eines Mischverhältnisses des Treibstoff-Luft-Gemisches steuert oder regelt.
9. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine durch die Steuer- oder Regeleinrichtung (2) beeinflussbare Verbrennungsparameter einen Zündzeitpunkt umfasst.

10. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- oder Regeleinrichtung (2) dazu ausgebildet ist, den wenigstens einen Verbrennungsparameter beeinflussenden Aktuator (4) anzusteuern, um eine Veränderung eines Füllgrades des wenigstens einen Brennraumes (3), vorzugsweise mittels Verstellung wenigstens eines variablen Ventiltriebes (7), vorzunehmen.
11. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Verbrennungsparameter beeinflussenden Aktuator (4) als Drosselklappe (8) ausgebildet ist.
12. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- oder Regeleinrichtung (2) dazu ausgebildet ist, den wenigstens einen Verbrennungsparameter beeinflussenden Aktuator (4) anzusteuern, um eine Einstellung einer dem wenigstens einen Brennraum (3) zugeführten Treibstoffmenge und/oder eines Einspritzzeitpunktes eines dem wenigstens einen Brennraum (3) zugeführten Treibstoffes, vorzugsweise mittels Ansteuerung wenigstens eines Port-Injection-Ventiles (9), vorzunehmen.
13. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- oder Regeleinrichtung (2) dazu ausgebildet ist, den wenigstens einen Verbrennungsparameter beeinflussenden Aktuator (4) anzusteuern, um eine Einstellung eines Ladedruckes (p_2'), vorzugsweise mittels Verstellung eines Umgehungsventiles (10) für einen Verdichter (11) und/oder einer wenigstens einem Verdichter (11) zugehörigen variablen Verdichtergeometrie, vorzunehmen.
14. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- oder Regeleinrichtung (2) zur Ermittlung einer Veränderung eines auf den wenigstens einen Brennraum (3) wirkenden Abgasgegendruckes (p_3') eine Verstellung wenigstens eines auf den wenigstens einen Brennraum (3) wirkenden Abgasgegendruck (p_3') beeinflussenden Aktuators (4) berücksichtigt.

15. Brennkraftmaschine nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der auf den wenigstens einen Brennraum (3) wirkende Abgasgegendruck (p_3') beeinflussende Aktuator (5) ein Umgehungsventil (12) für eine Abgasturbine (13) eines Turboladers (14) umfasst.

5

16. Brennkraftmaschine nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass der auf den wenigstens einen Brennraum (3) wirkende Abgasgegendruck (p_3') beeinflussende Aktuator (5) eine einer Abgasturbine (13) zugehörige variable Turbinengeometrie umfasst.

10

17. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der auf den wenigstens einen Brennraum (3) wirkende Abgasgegendruck (p_3') beeinflussende Aktuator ein Umgehungsventil (15) für einen vor einer Abgasturbine (13) eines Turboladers (14) angeordneten Katalysator (16) umfasst.

15

18. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- oder Regeleinrichtung (2) zur Ermittlung einer Veränderung eines auf den wenigstens einen Brennraum (3) wirkenden Abgasgegendruckes (p_3') eine Veränderung eines durch wenigstens einen Sensor erfassten Messsignales in einer Abgasleitung der Brennkraftmaschine (1) berücksichtigt.

20

19. Verfahren zum Regeln oder Steuern einer Brennkraftmaschine (1), wobei in wenigstens einem Brennraum (3) der Brennkraftmaschine (1) ein Treibstoff-Luft-Gemisch mit wenigstens einem beeinflussbaren Verbrennungsparameter verbrannt wird, wobei der wenigstens eine Verbrennungsparameter im Rahmen eines Emissionsregelkreises als Ersatzgröße für NO_x -Emission über einen funktionalen Zusammenhang durch wenigstens einen den wenigstens einen Verbrennungsparameter beeinflussenden Aktuator (4) so gesteuert oder geregelt wird, dass für jede Soll-Leistung oder Ist-Leistung der Brennkraftmaschine (1) wenigstens ein Verbrennungsparameter eingestellt wird, dadurch gekennzeichnet, dass durch den funktionalen Zusammenhang ein Einfluss einer Veränderung eines

25

30

auf den wenigstens einen Brennraum (3) wirkenden Abgasgegendruckes (p_3') berücksichtigt wird.

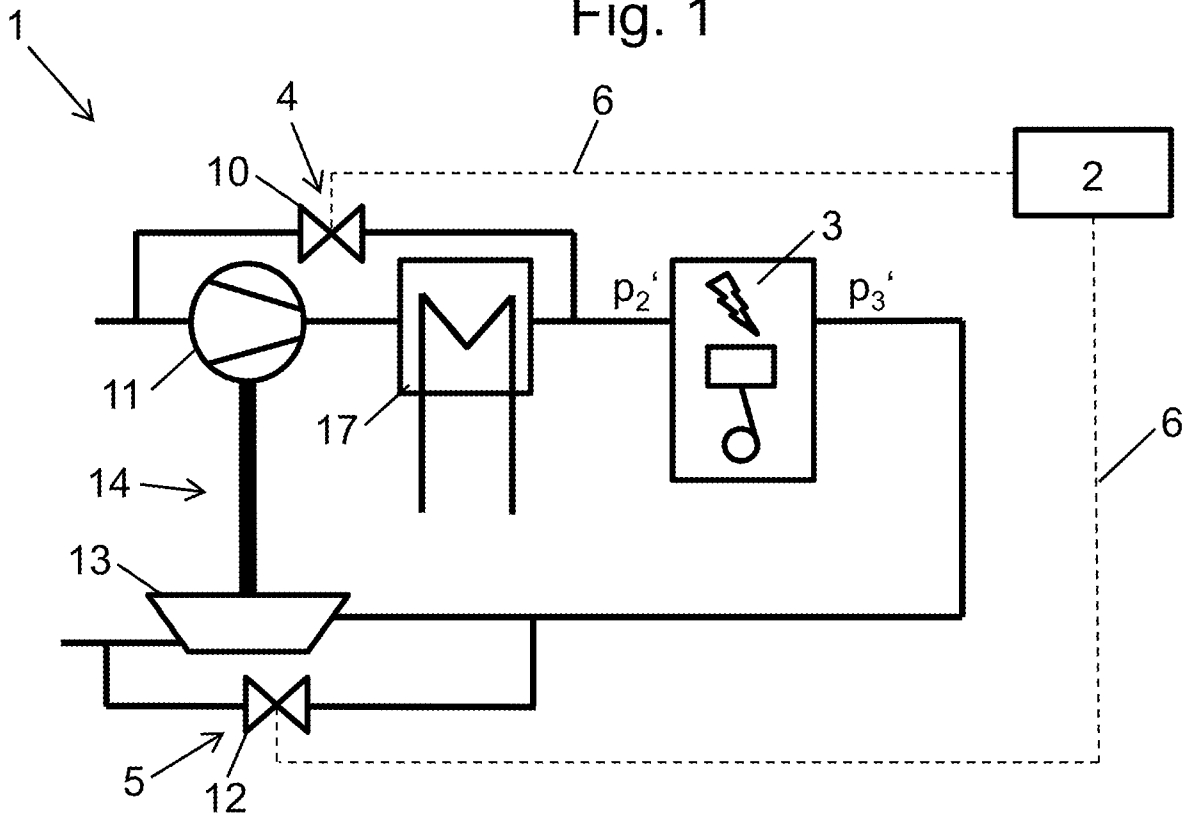
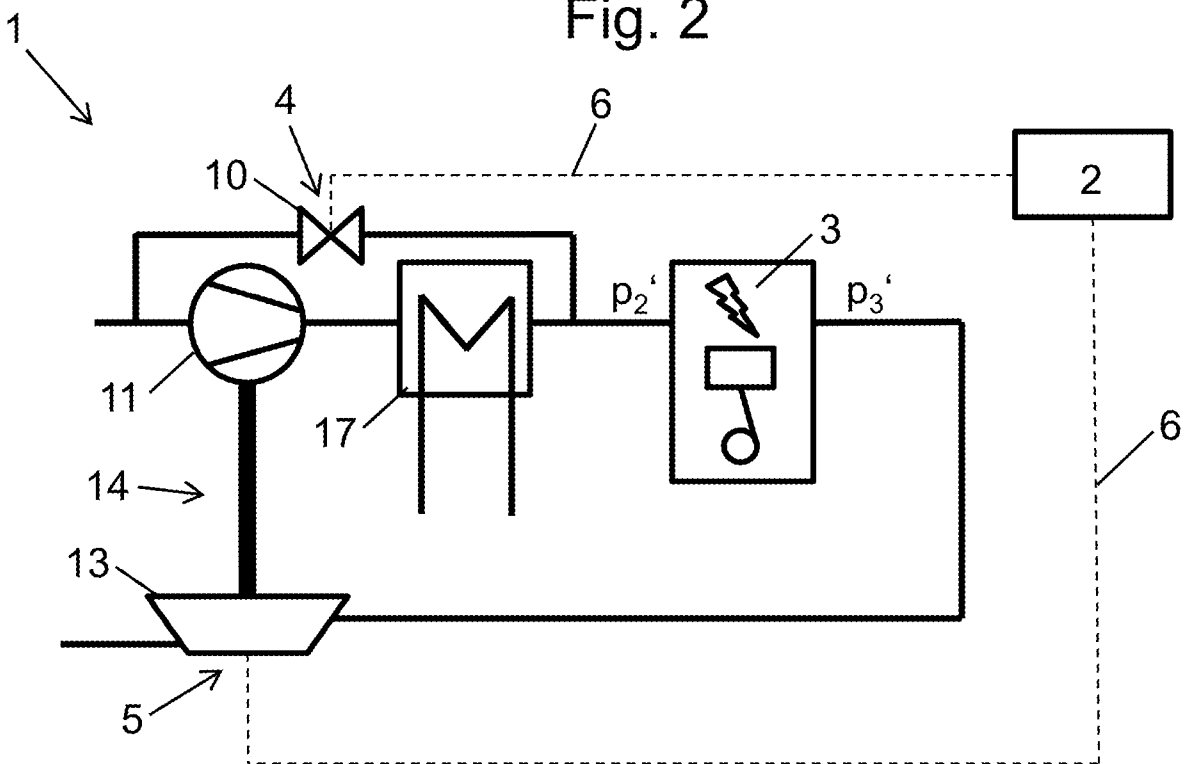
Fig. 1^{1/5}

Fig. 2



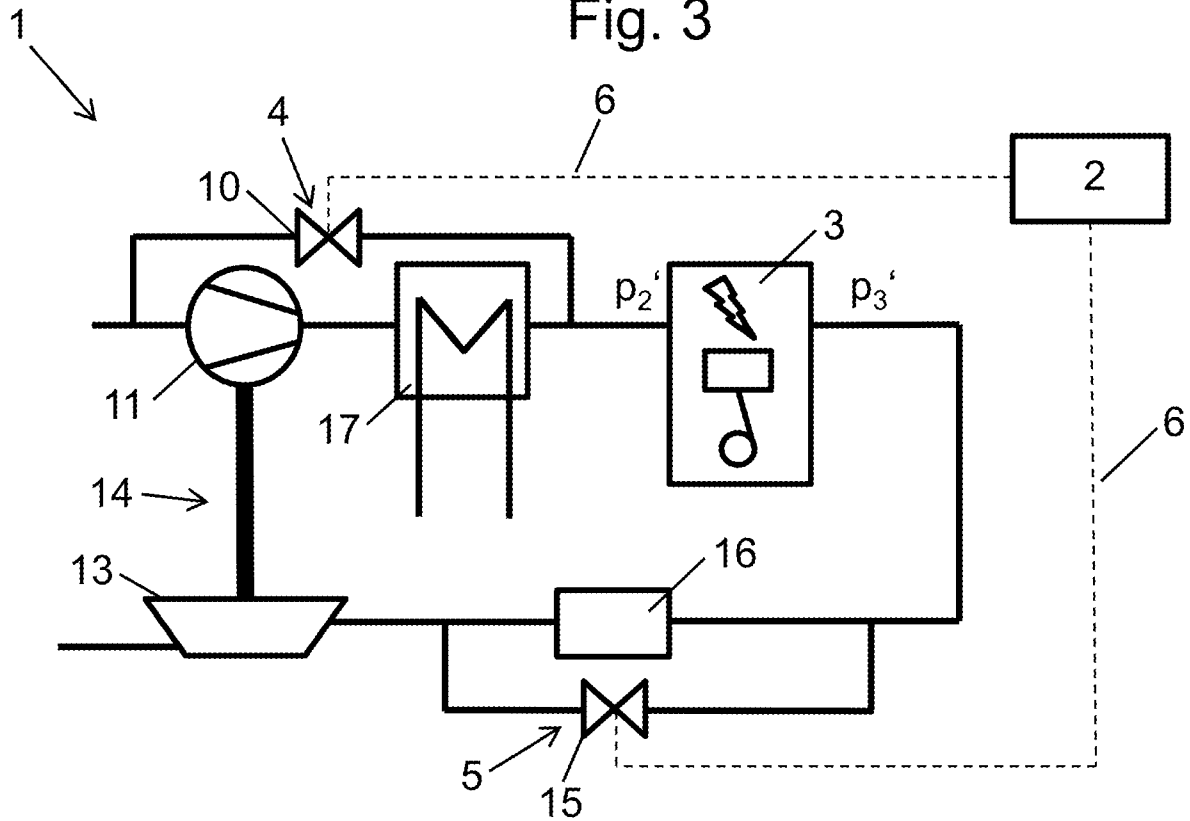
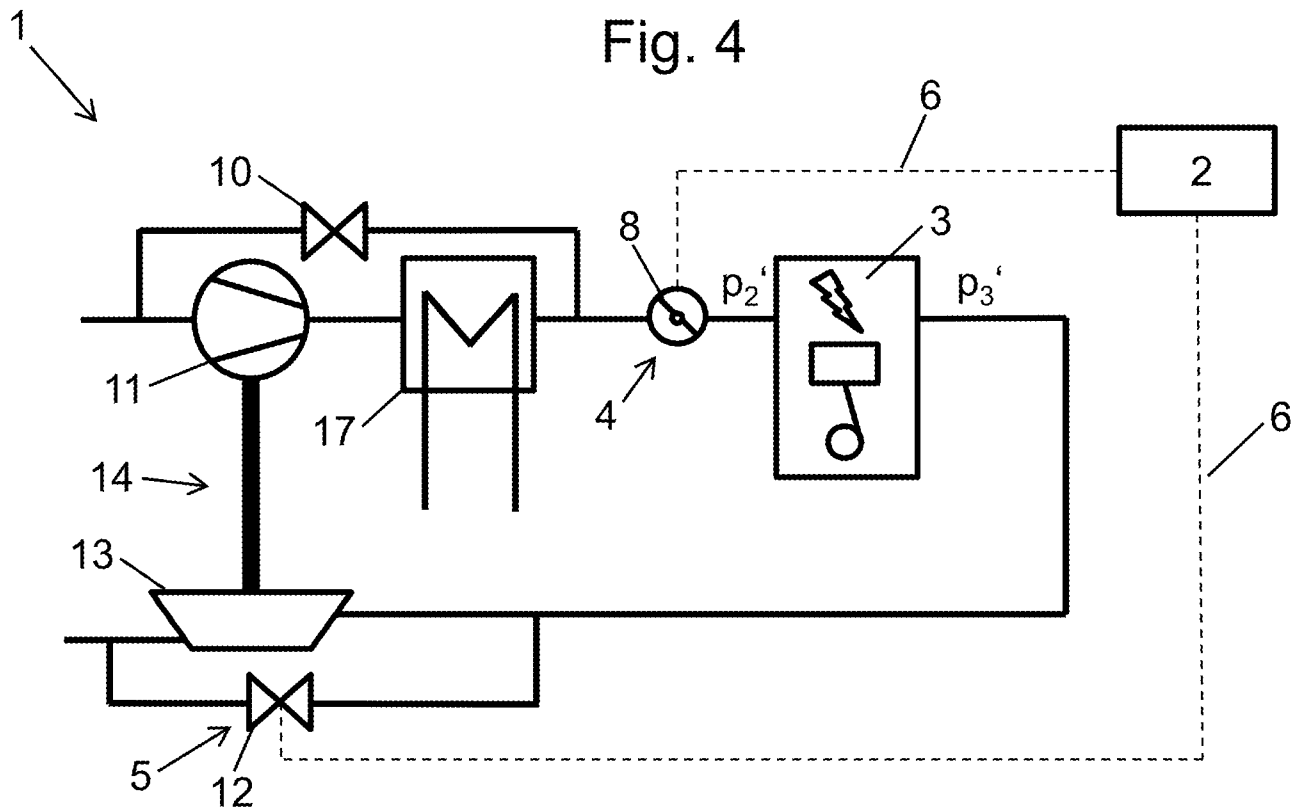
2/5
Fig. 3

Fig. 4



^{3/5}
Fig. 5

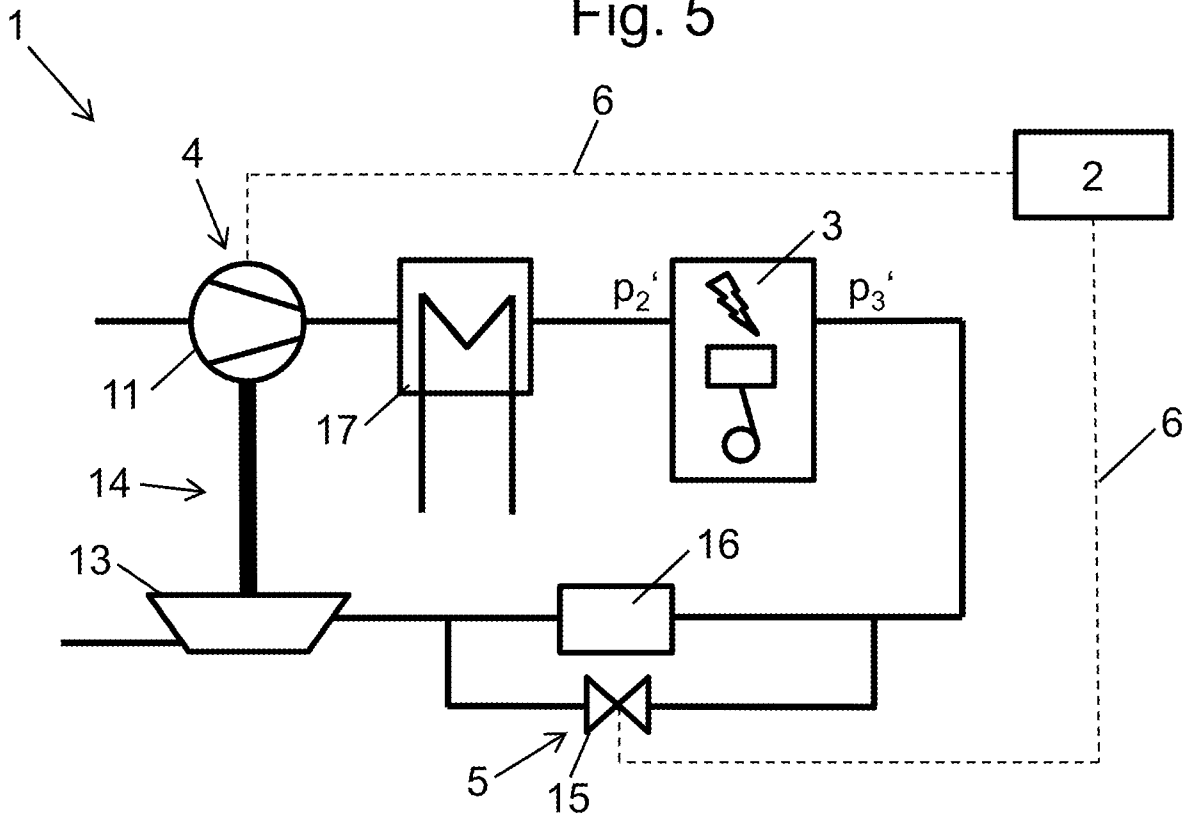


Fig. 6

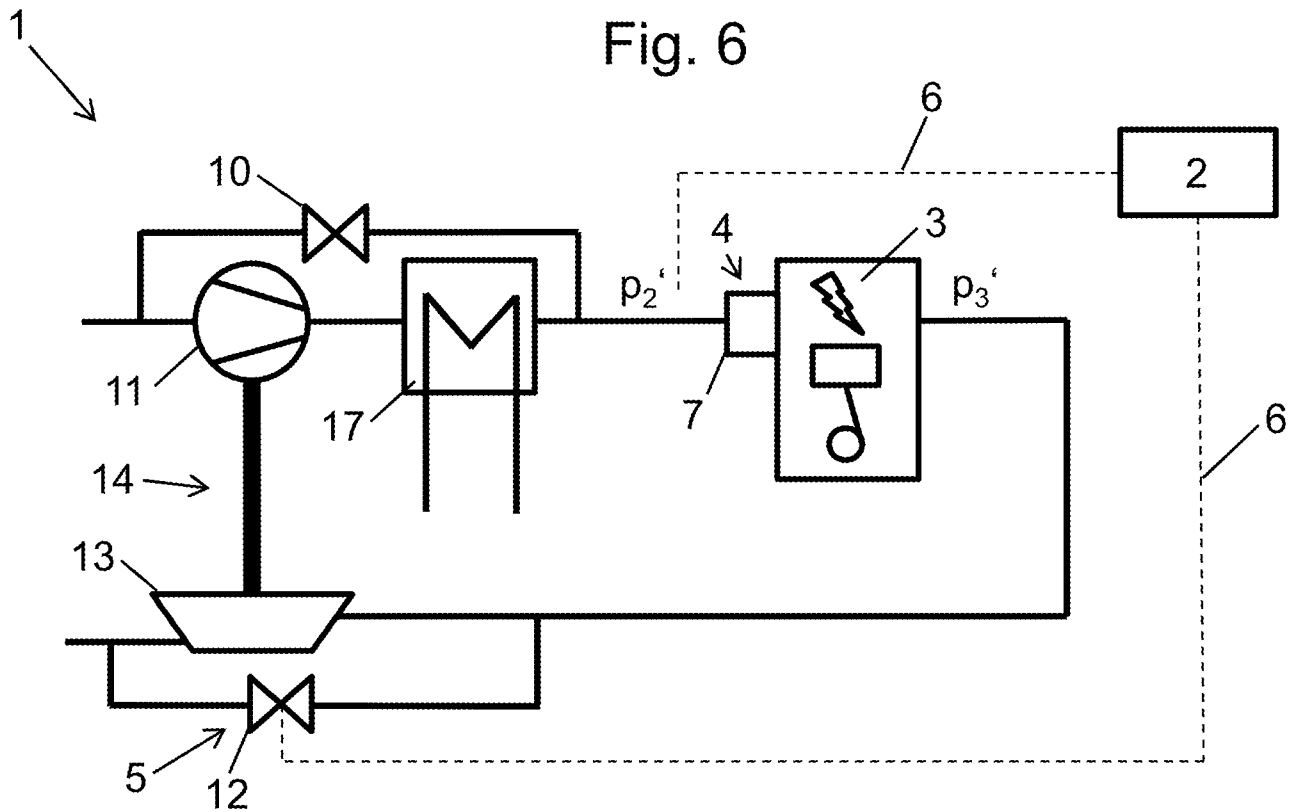


Fig. 7

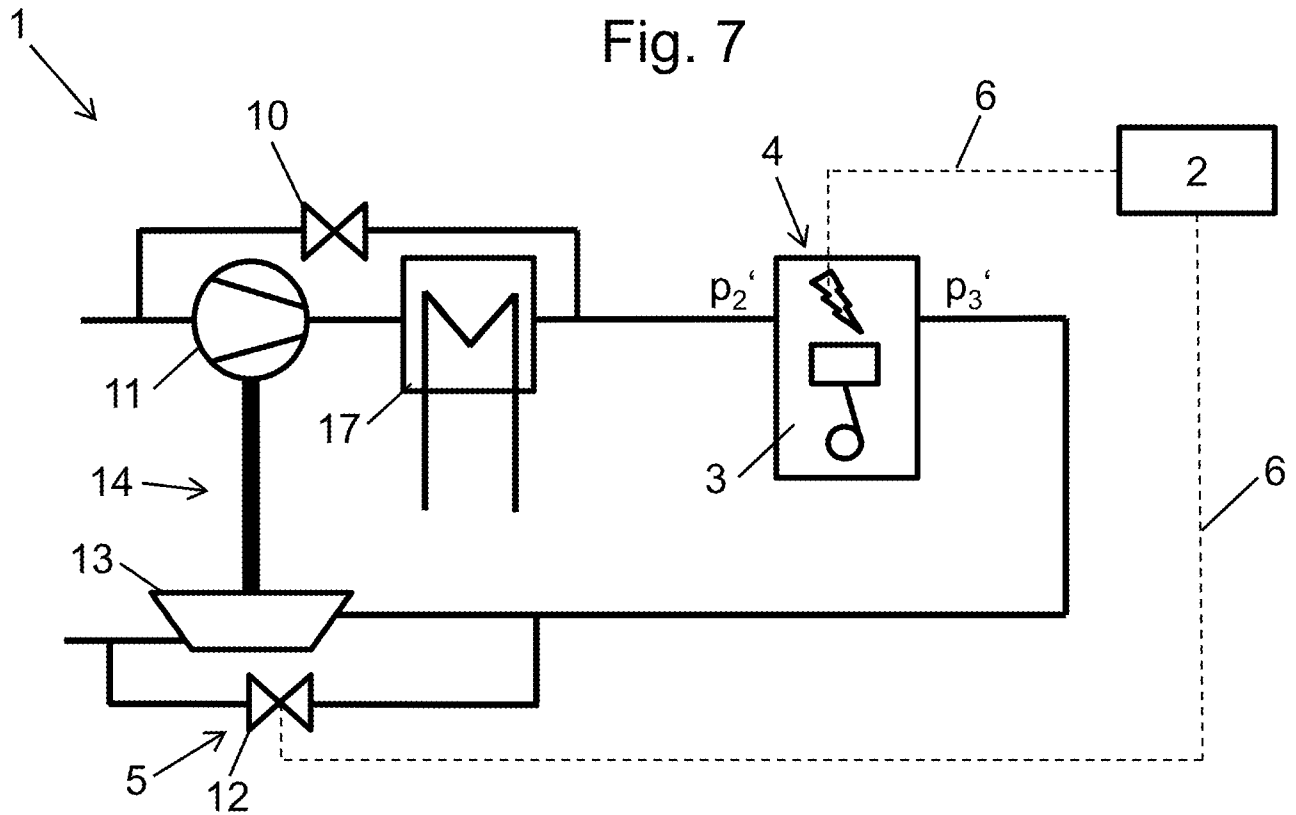


Fig. 8

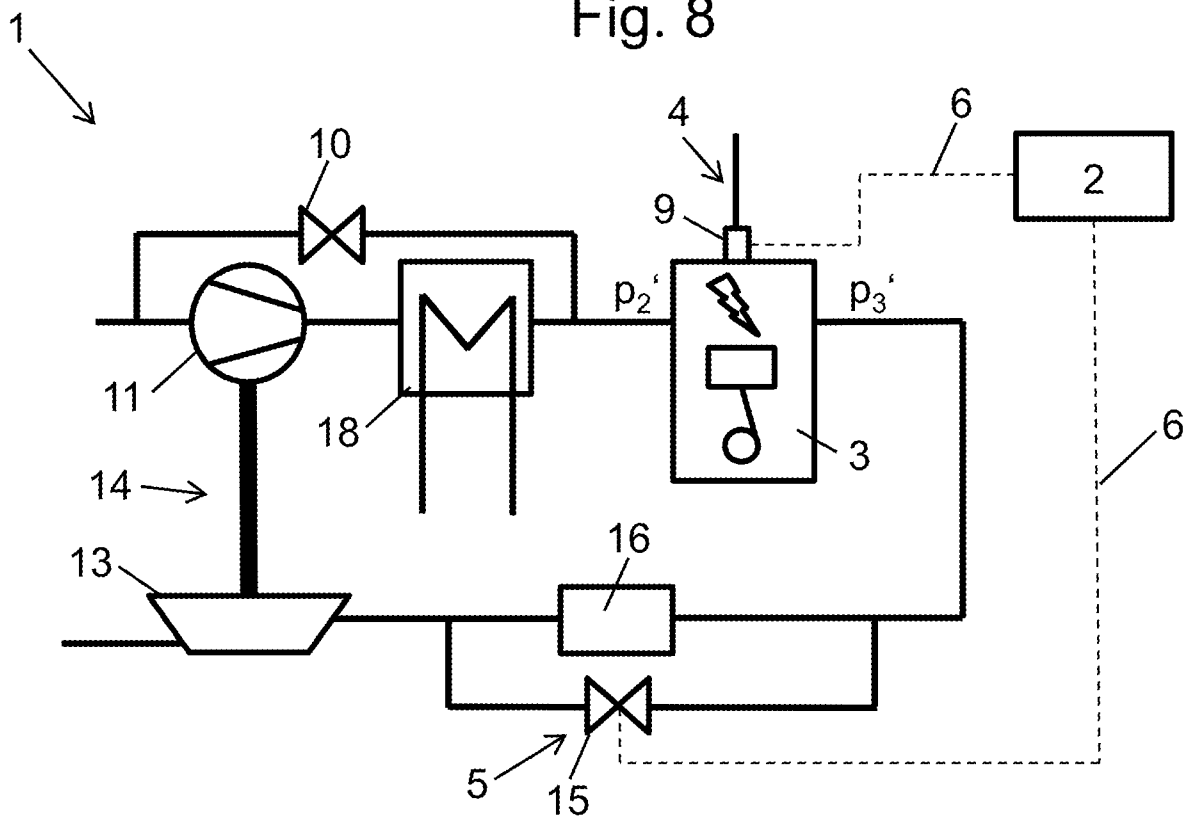
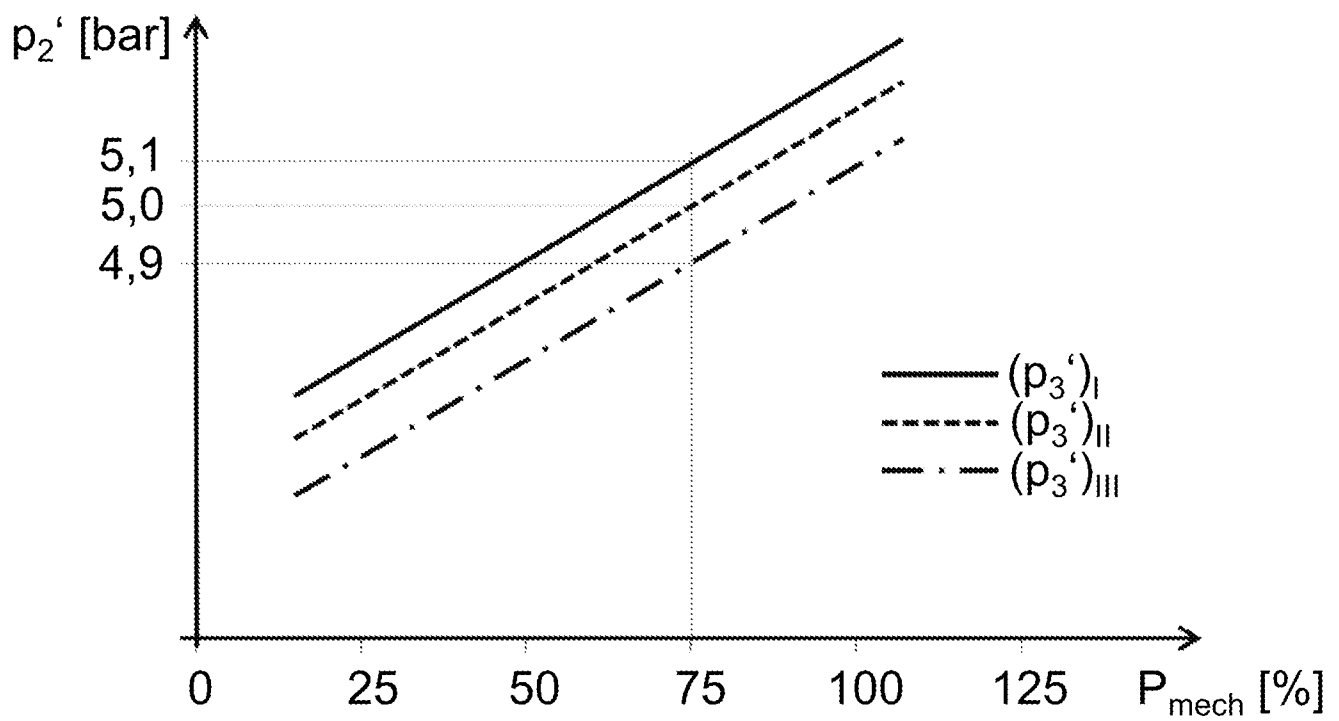


Fig. 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/AT2019/060070**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

F02D 41/14(2006.01)i; *F02D 41/00*(2006.01)n; *F02D 37/02*(2006.01)n; *F02D 29/06*(2006.01)n; *F02D 41/34*(2006.01)n;
F02P 5/15(2006.01)n

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; F02P

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	US 2018135541 A1 (HSIEH MING-FENG [US] ET AL) 17 May 2018 (2018-05-17)	1-13,18,19
Y	paragraph [0038] - paragraph [0051]	14-17
X	US 2003127079 A1 (ONODERA YASUYUKI [JP] ET AL) 10 July 2003 (2003-07-10)	1,19
Y	paragraph [0078] - paragraph [0083]	14-17
X	US 2006288701 A1 (RAMAMURTHY RAVISHANKAR [US] ET AL) 28 December 2006 (2006-12-28)	1,19
Y	abstract paragraph [0013] - paragraph [0025]	14-17
Y	US 2014174073 A1 (KARNIK AMEY Y [IN] ET AL) 26 June 2014 (2014-06-26)	14-17
	abstract	
A	WO 2017000012 A1 (GE JENBACHER GMBH & CO OG [AT]) 05 January 2017 (2017-01-05)	1-19
	abstract	



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

17 October 2019

Date of mailing of the international search report

24 October 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Rocabrana Vilardell

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/AT2019/060070

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2018135541	A1	17 May 2018	NONE			
US	2003127079	A1	10 July 2003	DE	10048408	A1	03 May 2001
				JP	4323680	B2	02 September 2009
				JP	2001165000	A	19 June 2001
				US	6564784	B1	20 May 2003
				US	2003127079	A1	10 July 2003
US	2006288701	A1	28 December 2006	DE	102006003842	A1	14 September 2006
				GB	2424720	A	04 October 2006
				US	2006288701	A1	28 December 2006
US	2014174073	A1	26 June 2014	CN	103883381	A	25 June 2014
				DE	102013114435	A1	26 June 2014
				RU	151236	U1	27 March 2015
				US	2014174073	A1	26 June 2014
WO	2017000012	A1	05 January 2017	AT	517216	A4	15 December 2016
				CA	2989947	A1	05 January 2017
				EP	3317505	A1	09 May 2018
				US	2018355805	A1	13 December 2018
				WO	2017000012	A1	05 January 2017

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F02D41/14

ADD. F02D41/00 F02D37/02 F02D29/06 F02D41/34 F02P5/15

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F02D F02P

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2018/135541 A1 (HSIEH MING-FENG [US] ET AL) 17. Mai 2018 (2018-05-17)	1-13, 18, 19
Y	Absatz [0038] - Absatz [0051] -----	14-17
X	US 2003/127079 A1 (ONODERA YASUYUKI [JP] ET AL) 10. Juli 2003 (2003-07-10)	1, 19
Y	Absatz [0078] - Absatz [0083] -----	14-17
X	US 2006/288701 A1 (RAMAMURTHY RAVISHANKAR [US] ET AL) 28. Dezember 2006 (2006-12-28)	1, 19
Y	Zusammenfassung Absatz [0013] - Absatz [0025] -----	14-17
Y	US 2014/174073 A1 (KARNIK AMEY Y [IN] ET AL) 26. Juni 2014 (2014-06-26) Zusammenfassung -----	14-17
	-/-	



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

17. Oktober 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/10/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Rocabruna Vilardell

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2017/000012 A1 (GE JENBACHER GMBH & CO OG [AT]) 5. Januar 2017 (2017-01-05) Zusammenfassung -----	1-19

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2019/060070

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2018135541 A1	17-05-2018	KEINE	
US 2003127079 A1	10-07-2003	DE 10048408 A1 JP 4323680 B2 JP 2001165000 A US 6564784 B1 US 2003127079 A1	03-05-2001 02-09-2009 19-06-2001 20-05-2003 10-07-2003
US 2006288701 A1	28-12-2006	DE 102006003842 A1 GB 2424720 A US 2006288701 A1	14-09-2006 04-10-2006 28-12-2006
US 2014174073 A1	26-06-2014	CN 103883381 A DE 102013114435 A1 RU 151236 U1 US 2014174073 A1	25-06-2014 26-06-2014 27-03-2015 26-06-2014
WO 2017000012 A1	05-01-2017	AT 517216 A4 CA 2989947 A1 EP 3317505 A1 US 2018355805 A1 WO 2017000012 A1	15-12-2016 05-01-2017 09-05-2018 13-12-2018 05-01-2017