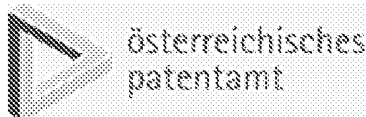


(19)



(10)

AT 517534 A1 2017-02-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 531/2015
 (22) Anmeldetag: 13.08.2015
 (43) Veröffentlicht am: 15.02.2017

(51) Int. Cl.: **F02D 41/00** (2006.01)
F02D 19/02 (2006.01)
F02D 13/02 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
 WO 2012057761 A1
 EP 1188916 A2

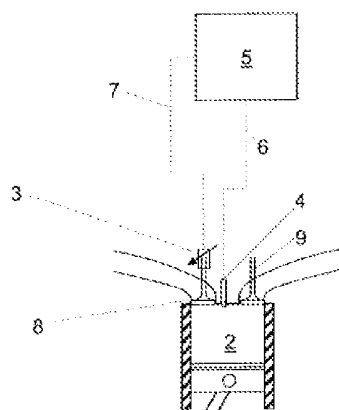
(71) Patentanmelder:
 GE Jenbacher GmbH & Co OG
 6200 Jenbach (AT)

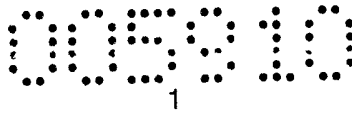
(74) Vertreter:
 Torggler P. Mag.Dr., Hofinger St. Dipl.Ing. Dr.,
 Gangl M. Mag. Dr., Maschler Ch. MMag. Dr.,
 Hechenleitner B. Dipl.Ing. (FH) Dr., Lercher A.
 Dipl.-Phys. Dr.
 Innsbruck

(54) Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

(57) Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere eines Gasmotors, mit wenigstens zwei Zylindern (2) von denen durch Sensoren (4) ein zylinderindividuelles Signal erfassbar ist, welches charakteristisch für einen im jeweiligen Zylinder (2) vorliegenden Referenzdruck ($p_{ref\ i}$) ist, wobei entweder ein gemeinsamer Referenzdruck-Sollwert ($p_{ref\ Soll\ global}$) für die wenigstens zwei Zylinder (2) oder individuelle Referenzdruck-Sollwerte ($p_{ref\ Soll\ i}$) für die wenigstens zwei Zylinder (2) in einer Regelvorrichtung (5) hinterlegt sind, wobei Abweichungen zwischen den zylinderindividuellen Referenzdrücken ($p_{ref\ i}$) und dem gemeinsamen Sollwert ($p_{ref\ Soll\ global}$) oder zwischen den zylinderindividuellen Referenzdrücken ($p_{ref\ i}$) und den individuellen Sollwerten ($p_{ref\ Soll\ i}$) ermittelt werden und auf Basis der ermittelten Abweichung(en) auf den jeweiligen Referenzdruck-Sollwert ($p_{ref\ Soll\ global}$, $p_{ref\ Soll\ i}$) geregelt wird, wobei das Regeln auf den jeweiligen Referenzdruck-Sollwert ($p_{ref\ Soll\ global}$, $p_{ref\ Soll\ i}$) durch Anpassen einer den wenigstens zwei Zylindern (2) zugeführten Menge an Brennstoff-Luftgemisch oder Luft mittels eines variablen Ventiltriebs (3) erfolgt.

Fig. 1a

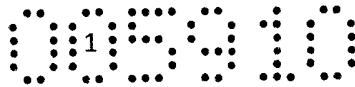




Zusammenfassung

Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere eines Gasmotors, mit wenigstens zwei Zylindern (2) von denen durch Sensoren (4) ein zylinderindividuelles Signal erfassbar ist, welches charakteristisch für einen im jeweiligen Zylinder (2) vorliegenden Referenzdruck ($p_{\text{ref } i}$) ist, wobei entweder ein gemeinsamer Referenzdruck-Sollwert ($p_{\text{ref Soll global}}$) für die wenigstens zwei Zylinder (2) oder individuelle Referenzdruck-Sollwerte ($p_{\text{ref Soll } i}$) für die wenigstens zwei Zylinder (2) in einer Regelvorrichtung (5) hinterlegt sind, wobei Abweichungen zwischen den zylinderindividuellen Referenzdrücken ($p_{\text{ref } i}$) und dem gemeinsamen Sollwert ($p_{\text{ref Soll global}}$) oder zwischen den zylinderindividuellen Referenzdrücken ($p_{\text{ref } i}$) und den individuellen Sollwerten ($p_{\text{ref Soll } i}$) ermittelt werden und auf Basis der ermittelten Abweichung(en) auf den jeweiligen Referenzdruck-Sollwert ($p_{\text{ref Soll global}}$, $p_{\text{ref Soll } i}$) geregelt wird, wobei das Regeln auf den jeweiligen Referenzdruck-Sollwert ($p_{\text{ref Soll global}}$, $p_{\text{ref Soll } i}$) durch Anpassen einer den wenigstens zwei Zylindern (2) zugeführten Menge an Brennstoff-Luftgemisch oder Luft mittels eines variablen Ventiltriebs (3) erfolgt.

(Fig. 1a)



Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1.

Die Zylinder einer Brennkraftmaschine weisen üblicherweise verbrennungstechnische Unterschiede auf: das bedeutet, dass bei globaler Regelung von Verbrennungsparametern wie beispielsweise einer Brennstoffmenge oder des Zündzeitpunktes, die Beiträge der individuellen Zylinder zur gesamten verrichteten Arbeit der Brennkraftmaschine unterschiedlich sind.

Unter globaler Regelung von Verbrennungsparametern ist im Rahmen der Erfindung gemeint, dass alle Zylinder einer Brennkraftmaschine mit denselben Werten für die entsprechenden Verbrennungsparameter betrieben werden, also beispielsweise, dass bei einer globalen Regelung bezüglich des Zündzeitpunktes jeder Zylinder mit demselben Zündzeitpunkt betrieben wird.

Die Arbeit eines Zylinders wird bei einer als Hubkolbenmaschine ausgebildeten Brennkraftmaschine über das Pleuel des Zylinders auf die Kurbelwelle der Brennkraftmaschine übertragen. Mit der Brennkraftmaschine ist oftmals ein elektrischer Generator verbunden, um die mechanische Leistung der Kurbelwelle in elektrische Leistung zu wandeln. Um eine möglichst gleichmäßige Bauteilbelastung eines jeden Zylinders zu erzielen, ist es ein Bestreben, eine sogenannte Zylindergleichstellung herbeizuführen. Bei einer Zylindergleichstellung leistet jeder Zylinder einer Brennkraftmaschine im Wesentlichen denselben Anteil an der gesamten verrichteten Arbeit.

In Bezug auf eine Zylindergleichstellungsregelung ist in der US 7,957,889 B2 beschrieben, dass die Brennstoffeinbringung für jeden Zylinder einer Brennkraftmaschine so angepasst wird, dass der maximale Zylinderinnendruck bzw. Zylinderspitzenndruck jedes Zylinders auf einen gemeinsamen Zielwert eingestellt wird. Als Stellgröße dient eine zylinderindividuelle Brennstoffeinbringung über ein Port-Injection-Ventil.

Bezüglich der Art der Brennstoffeinbringung in die Kolben-Zylinder-Einheiten können Brennkraftmaschinen in zwei Typen eingeteilt werden:

Der erste Typ sind sogenannte luftaufgeladene Brennkraftmaschinen mit zylinderindividueller Brennstoffzuführung (z. B. unter Verwendung von Port-Injection-Ventilen oder Dieselinjektoren).

Der zweite Typ sind gemischaufladene Brennkraftmaschinen, bei denen ein Brennstoff-Luftgemisch mit einem vorgebbaren Brennstoff-Luft-Verhältnis verdichtet und den Brennräumen zugeführt wird. Die Brennstoffeinbringung erfolgt hier also nicht zylinderindividuell.

Während die zylinderindividuelle Brennstoffzuführung bei luftaufgeladenen Brennkraftmaschinen eine sehr wirkungsvolle Zylindergleichstellung erlaubt, ist es im Stand der Technik bei gemischaufladenen Brennkraftmaschinen nur möglich, durch Veränderung von Zündzeitpunkten den jeweiligen Zylinderspitzenruck in gewissen Grenzen zu variieren. Diese Grenzen sind beispielsweise durch zylinderindividuelle Emissionsunterschiede, zylinderindividuelles Auftreten von Klopfen oder Misfire (Fehlzündungen) gegeben.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zum Kompensieren von Variationen zwischen einzelnen Zylindern einer Brennkraftmaschine anzugeben, welches Verfahren auch für gemischaufladene Brennkraftmaschinen flexibler anwendbar ist.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit den Merkmalen von Anspruch 1. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben. Erfindungsgemäß ist also vorgesehen, dass das Regeln auf den jeweiligen Referenzdruck-Sollwert durch Anpassen einer den wenigstens zwei Zylindern zugeführten Menge an Brennstoff-Luftgemisch oder Luft mittels eines variablen Ventiltriebs erfolgt.

Der Referenzdruck in einem Brennraum bzw. Zylinder vor Zündung ist repräsentativ für eine Luftmasse bzw. Zylinderfüllung in diesem Zylinder. Durch die Ermittlung des Referenzdrucks kann daher auf die im Brennraum vorhandene Luftmasse rückgeschlossen werden.

Indem erfindungsgemäß das Anpassen einer den wenigstens zwei Zylindern zugeführten Menge an Brennstoff-Luftgemisch oder Luft mittels eines variablen Ventiltriebs erfolgt, ist die Möglichkeit geschaffen, die an der Verbrennung teilnehmende Zylinderfüllung zu beeinflussen.

Die Erfindung ist bei gemischaufgeladenen und luftaufgeladenen Brennkraftmaschinen einsetzbar. Bei luftaufgeladenen Brennkraftmaschinen ist es im Vergleich zu gemischaufgeladenen Brennkraftmaschinen zusätzlich möglich, das Verhältnis von Luft zu Brennstoff (Lambda-Wert) zu beeinflussen.

Ein besonderer Vorteil der Erfindung ist es, dass man nicht mehr den Grenzen der Beeinflussung des Zylinderdruckes über Variation des Zündzeitpunktes unterworfen ist. Insofern ist das Verfahren also flexibler anwendbar.

Als für einen im jeweiligen Zylinder vorliegenden Referenzdruck charakteristisches Signal kann beispielsweise das Signal eines Zylinderdrucksensors herangezogen werden. Zylinderdrucksensoren sind häufig als piezoelektrische Elemente wie etwa Quarz ausgebildet. Alternativ könnte zur Ausgabe eines für den Referenzdruck charakteristisches Signal auch ein Ionenstromsensor verwendet werden, welcher einen durch den Verlauf der Verbrennung veränderlichen Ionenstrom detektiert.

Der Referenzdruck des Zylinderdruckes kann beispielsweise der Zylinderspitzendruck (engl. *peak firing pressure*, PFP), ein indizierter Mitteldruck (engl. *indicated mean effective pressure*, IMEP) oder ein anderer charakteristischer Wert des Zylinderdruckes sein. So kann als Referenzdruck des Zylinderdruckes ein einzelner Wert aus der Verdichtungslinie vor Zündung zu einer gewissen Position (z.B. 50 Grad Kurbelwinkel vor einem oberen Totpunkt (OT) eines den Brennraum begrenzenden Kolbens) bestimmt werden. Es können auch mehrere Werte gemittelt werden (z.B. 21 Werte aus einem Bereich von 50 Grad Kurbelwinkel bis 48 Grad Kurbelwinkel vor einem oberen Totpunkt des Kolbens mit einer Auflösung von 0,1 Grad Kurbelwinkel).

Da für die Überwachung von Verbrennungsvorgängen häufig Zylinderdruckmessungen im Bereich von im Wesentlichen 49 Grad Kurbelwinkel vor dem oberen Totpunkt des Kolbens durchgeführt werden, kann gemäß einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen sein, diese Zylinderdruckmessungen für die Ermittlung des Referenzdruckes des Zylinderdruckes heranzuziehen.

Die Zylinderfüllung kann auch durch polytrope Extrapolation in den unteren Totpunkt oder einen anderen Punkt auf der Verdichtungsline mittels folgender Polytropenbeziehung bestimmt werden:

$$p_1 = p_2 \cdot \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^n$$

wobei n einen Polytropenexponent darstellt, der aus den Wärmeübergangsverhältnissen im Zylinder und der Gaszusammensetzung bestimmt wird und konstant gehalten wird, V_1 ein Volumen im Zylinder zu einem ersten Zeitpunkt (z.B. im unteren Totpunkt, bekannt aus den geometrischen Verhältnissen des Motors) darstellt, V_2 ein Volumen im Zylinder zu einem zweiten Zeitpunkt (z.B. 50 Grad Kurbelwinkel vor OT, bekannt aus den geometrischen Verhältnissen des Motors) darstellt, p_2 einen Druck im Zylinder zum zweiten Zeitpunkt aus einer Messung (z.B. bei 50 Grad Kurbelwinkel vor OT oder aus Mittelung von Messpunkten aus einem Bereich von 50 Grad Kurbelwinkel bis 48 Grad Kurbelwinkel vor OT) darstellt und p_1 einen berechneten Druck im Zylinder zum ersten Zeitpunkt darstellt.

Diese polytrope Extrapolation kann auch für mehrere Punkte auf der Verdichtungsline durchgeführt werden. Der Median oder Mittelwert der Werte von p_1 kann dabei als Maß für die Zylinderfüllung verwendet werden.

Um die Genauigkeit zu erhöhen, kann der Referenzwert für den Zylinderdruck über mehrere Arbeitsspiele der Brennkraftmaschine zeitlich gemittelt werden.

Die Regelung kann dabei auf einen gemeinsamen Referenzdruck-Sollwert der wenigstens zwei Zylinder oder auf individuelle Referenzdruck-Sollwerte für die wenigstens zwei Zylinder erfolgen.

In anderen Worten kann entweder eine Zylindergleichstellung auf einen gemeinsamen Referenzdruck-Sollwert oder eine gezielte Ungleich-Stellung der Zylinder erfolgen.

Durch eine gezielte Ungleich-Stellung der Zylinder hinsichtlich ihres Referenzdruckes können zylinderindividuelle Unterschiede - beispielsweise in Bezug auf die Zylinderparameter Luftfüllung, Ablagerungen und Verschleiß, Verbrennungsschwerpunktlage oder mechanische Toleranzen – berücksichtigt werden. Dadurch kann beispielsweise erreicht werden, dass die Zylinder der Brennkraftmaschine ähnliche Emissionen und/oder ähnliche Wirkungsgrade aufweisen und zwar trotz unterschiedlicher Referenzdrücke.

Erfolgt die Regelung auf einen gemeinsamen Referenzdruck-Sollwert, so kann dieser als Median oder als arithmetischer Mittelwert der zylinderindividuellen Signale bestimmt werden. Eine Regelung auf den Median hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, da der Median robuster gegenüber Ausreißern (übermäßigen Signalausschlägen) oder Ausfall von Sensoren ist.

Bevorzugt ist die Anwendung des Verfahrens auf stationäre Brennkraftmaschinen, insbesondere stationäre Gasmotoren, besonders bevorzugt für Gensets.

Die Erfindung wird nachfolgend durch die Figuren näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1a, 1b Schematische Darstellungen einer Brennkraftmaschine und
Fig. 2 einen Graph zum Verlauf des Zylinderdruckes bei Einsatz des
 erfindungsgemäßen Verfahrens.

Figur 1a zeigt einen Zylinder 2 einer Brennkraftmaschine 1 im Detail, während in Figur 1b die einzelnen Zylinder nur schematisch dargestellt sind. In der Realität weisen Brennkraftmaschinen 1 eine Vielzahl von Zylindern 2 auf. Ein Zylinder 2 weist

in diesem Beispiel ein Einlassventil 8 und ein Auslassventil 9 auf. Das Einlassventil 8 ist über einen variablen Ventiltrieb 3 zylinderindividuell betätigbar. Über einen Sensor 4 wird ein für einen im jeweiligen Zylinder 2 vorliegenden Referenzdruck charakteristisches Signal erfasst und an eine Regeleinrichtung 5 übertragen.

Figur 1b zeigt schematisch eine Brennkraftmaschine 1 mit beispielhaft drei Zylindern 2. An jedem Zylinder 2 ist ein Sensor 4 angeordnet, durch den ein zylinderindividuelles Signal erfassbar ist, welches charakteristisch für einen bei der Verbrennung auftretenden Referenzdruck $p_{ref\ i}$ im jeweiligen Zylinder 2 („i“ als Zähler für einen individuellen Zylinder) ist. Bei dem Referenzdruck $p_{ref\ i}$ kann es sich, wie schon ausgeführt, um einen Zylinderspitzendruck (engl. *peak firing pressure*, PFP), einen indizierten Mitteldruck (engl. *indicated mean effective pressure*, IMEP) oder einen anderen charakteristischen Wert des Zylinderdrucks handeln. Der Referenzdruck kann auch einer zeitlichen Filterung unterworfen werden, beispielsweise über 10 bis 1000 Verbrennungszyklen.

Die zylinderindividuellen Signale werden über Signalleitungen 6 an die Regeleinrichtung 5 übertragen.

Zunächst werden Abweichungen zwischen den zylinderindividuellen Referenzdrücken $p_{ref\ i}$ und dem gemeinsamen Sollwert $p_{ref\ Soll\ global}$ oder zwischen den zylinderindividuellen Referenzdrücken $p_{ref\ i}$ und den individuellen Sollwerten ($p_{ref\ Soll\ i}$) ermittelt. Auf Basis der ermittelten Abweichung(en) wird nun auf den jeweiligen Referenzdruck-Sollwert ($p_{ref\ Soll\ global}$, $P_{ref\ Soll\ i}$) geregelt.

Durch die Regelungsvorrichtung 5 wird zylinderindividuell eine zum Nachregeln auf den Sollwert notwendige Menge von Brennstoff-Luft-Gemisch für die Zylinder 2 ermittelt und mittels Steuerleitungen 7 an den variablen Ventiltrieb 3 gemeldet.

Über die Stellung des variablen Ventiltriebs 3 wird der Füllgrad der Zylinder 2 beeinflusst.

Bei gemischaufgeladenen Brennkraftmaschinen wird durch die Stellung des variablen Ventiltriebs 3 die einem Zylinder 2 zugemessene Menge an Brennstoff-

Luft-Gemisch beeinflusst. Bei einer Veränderung in Richtung größerer Menge an Brennstoff-Luft-Gemisch gelangt dadurch auch mehr chemische Energie in Form von Brennstoff in den Zylinder 2. Durch den variablen Ventiltrieb 3 können die den Zylindern 2 zugeführten Mengen an Brennstoff-Luft-Gemisch zylinderindividuell verändert und damit die zylinderindividuellen Referenzdrücke p_{ref} auf den jeweiligen Referenzdruck-Sollwert ($p_{ref\ Soll\ global}$, $P_{ref\ Soll\ i}$) geregelt werden.

Bei luftaufgeladenen Brennkraftmaschinen wird durch die Stellung des variablen Ventiltriebs 3 nur die einem Zylinder 2 zugemessene Menge an Luft beeinflusst. Unter der Annahme einer konstanten Brennstoffzugabe bleibt in diesem Fall die Menge an Brennstoff unverändert.

Die Erfindung erlaubt durch Anwendung eines variablen Ventiltriebs 3 eine Zylindergleichstellung bei gemischtaufgeladenen Brennkraftmaschinen, wie es bisher nur für luftaufgeladene Brennkraftmaschinen möglich war.

Figur 2 zeigt einen Graph zum Verlauf des Zylinderdruckes bei Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens. Aufgetragen ist der Zylinderdruck in bar über der Zeit.

Beispielhaft sind die bei der Verbrennung auftretenden Referenzdrücke $p_{ref\ i}$ für drei Zylinder (Z1, Z2 und Z3) dargestellt. Im vorliegenden Beispiel handelt es sich bei dem Referenzdruck um den Zylinderspitzenndruck. Man erkennt, dass zu Beginn des Betrachtungszeitraumes (Zeit $t = 0$) die Referenzdrücke $p_{ref\ i}$ der Zylinder Z1, Z2 und Z3 deutlich voneinander abweichen.

Ebenfalls gezeigt ist der Median der Referenzdrücke $p_{ref\ i}$ der Zylinder Z1, Z2 und Z3. Durch die beispielhafte Wahl von drei Zylindern entspricht der Median der drei Referenzdrücke dem Wert des Zylinders Z2.

Eingetragen ist auch der Mittelwert der Referenzdrücke $p_{ref\ i}$ der Zylinder Z1, Z2 und Z3.

Der Grenzwert (engl. *engine limit*) ist ein für jede Brennkraftmaschine 1 spezifischer Druckwert, der eine mechanische Belastungsobergrenze festlegt. Es sollen also die Referenzdrücke aller Zylinder 2 unter diesem Grenzwert liegen.

Man erkennt, dass durch Wirken des erfindungsgemäßen Verfahrens die Referenzdrücke $p_{ref\ i}$ der Zylinder Z1, Z2 und Z3 in ein engeres Band und näher an den Grenzwert geführt werden. Die Dauer des Eingriffes ist durch die punktierten Ordner markiert. Typischerweise ist nach ca. 100 Verbrennungszyklen der eingeregelter Zustand erreicht.

Durch das Verfahren wird also einerseits erreicht, dass einzelne Zylinder 2 mit zu hohen Referenzdrücken $p_{ref\ i}$ wieder an ein für die Brennkraftmaschine 1 verträgliches Maß herangeführt werden, und andererseits die Referenzdrücke $p_{ref\ i}$ einer Vielzahl von Zylindern 2 in ein engeres Band geführt werden. Durch die gleichmäßigeren Bauteilbelastungen und die ähnlicheren Betriebspunkte kann die Leistungsdichte der Brennkraftmaschine erhöht werden, ohne dass Grenzwerte für die einzelnen Zylinder 2 überschritten werden.

Liste der verwendeten Bezugszeichen:

1	Brennkraftmaschine
2	Zylinder
3	Variabler Ventiltrieb
4	Sensor
5	Regelungsvorrichtung
6	Signalleitung
7	Steuerleitung
8	Einlassventil
9	Auslassventil

Innsbruck, am 10. August 2015

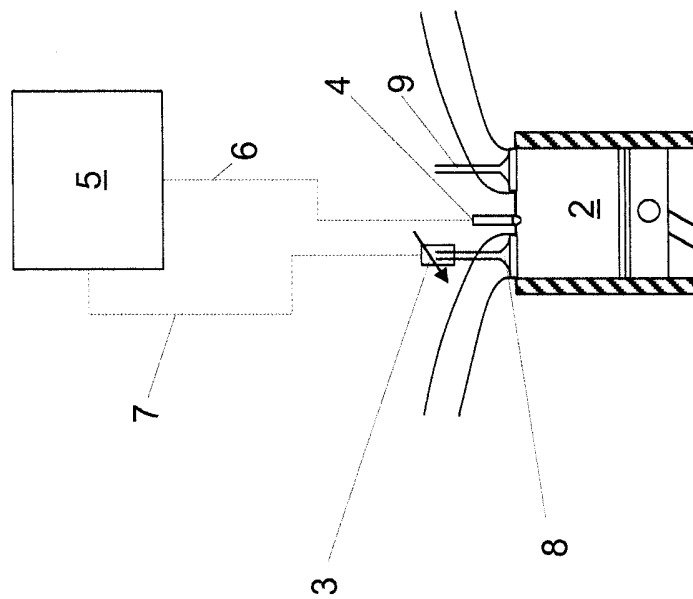
Patentansprüche:

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere eines Gasmotors, mit wenigstens zwei Zylindern (2) von denen durch Sensoren (4) ein zylinderindividuelles Signal erfassbar ist, welches charakteristisch für einen im jeweiligen Zylinder (2) vorliegenden Referenzdruck ($p_{ref\ i}$) ist, wobei entweder ein gemeinsamer Referenzdruck-Sollwert ($p_{ref\ Soll\ global}$) für die wenigstens zwei Zylinder (2) oder individuelle Referenzdruck-Sollwerte ($p_{ref\ Soll\ i}$) für die wenigstens zwei Zylinder (2) in einer Regelvorrichtung (5) hinterlegt sind, wobei Abweichungen zwischen den zylinderindividuellen Referenzdrücken ($p_{ref\ i}$) und dem gemeinsamen Sollwert ($p_{ref\ Soll\ global}$) oder zwischen den zylinderindividuellen Referenzdrücken ($p_{ref\ i}$) und den individuellen Sollwerten ($p_{ref\ Soll\ i}$) ermittelt werden und auf Basis der ermittelten Abweichung(en) auf den jeweiligen Referenzdruck-Sollwert ($p_{ref\ Soll\ global}$, $P_{ref\ Soll\ i}$) geregelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Regeln auf den jeweiligen Referenzdruck-Sollwert ($p_{ref\ Soll\ global}$, $P_{ref\ Soll\ i}$) durch Anpassen einer den wenigstens zwei Zylindern (2) zugeführten Menge an Brennstoff-Luftgemisch oder Luft mittels eines variablen Ventiltriebs (3) erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei als Referenzdruck ($p_{ref\ i}$) ein bei einer Verbrennung des im Zylinder (2) vorliegenden Brennstoff-Luft-Gemisches auftretender Druck gemessen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei als Referenzdruck ($p_{ref\ i}$) der im jeweiligen Zylinder (2) auftretende Zylinderspitzenruck ermittelt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2, wobei als Referenzdruck ($p_{ref\ i}$) der im jeweiligen Zylinder (2) auftretende indizierte Mitteldruck ermittelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei als Referenzdruck ($p_{ref i}$) ein für eine Füllung des Zylinders (2) charakteristischer Druck gemessen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei als Referenzdruck ($p_{ref i}$) ein Druck zwischen 48 Grad und 50 Grad vor einem oberen Totpunkt des Zylinders (2) herangezogen wird.

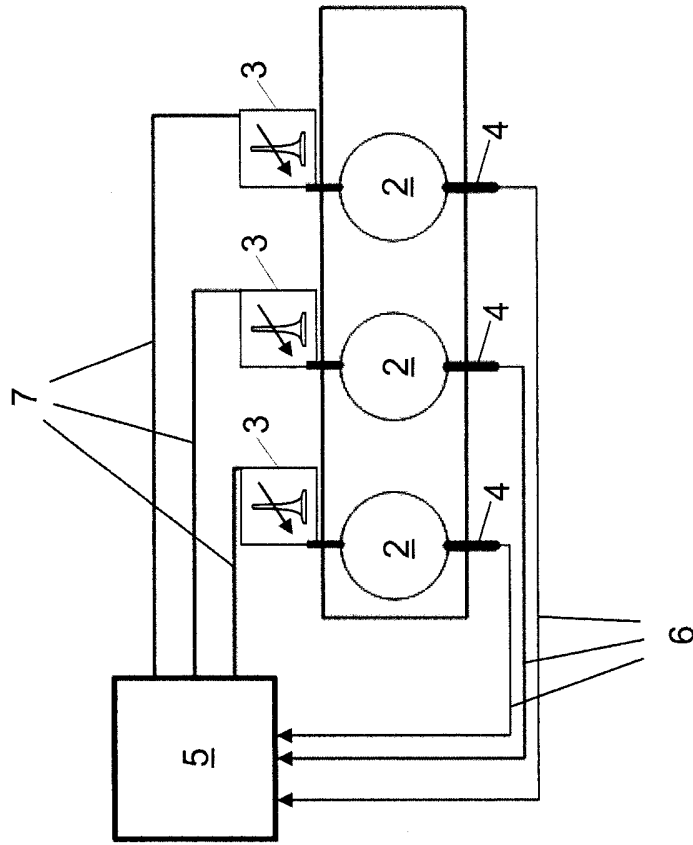
Innsbruck, am 10. August 2015

Fig. 1a



1 ↗

Fig. 1b



000000

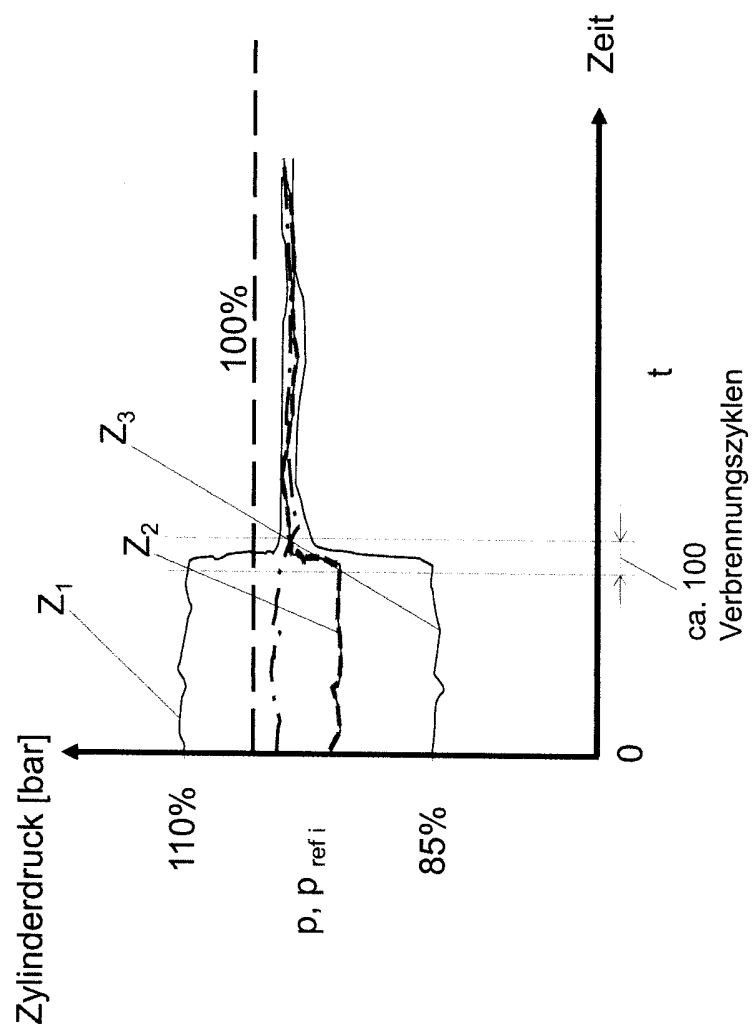


Fig. 2

005010

Z_1
 Median
 Mittelwert
 Grenzwert (engine limit)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
F02D 41/00 (2006.01); **F02D 19/02** (2006.01); **F02D 13/02** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
F02D 41/0085 (2013.01); **F02D 41/0027** (2013.01); **F02D 19/023** (2013.01); **F02D 13/0226** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
F02D

Konsultierte Online-Datenbank:
EPDOC , WPI

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **13.08.2015** eingereichten Ansprüchen **1-6** erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	WO 2012057761 A1 (INT ENGINE INTELLECTUAL PROP) 03. Mai 2012 (03.05.2012) Ansprüche 1-5	1-6
A	EP 1188916 A2 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 20. März 2002 (20.03.2002) Ansprüche 1, 5	1-6

Datum der Beendigung der Recherche:
08.08.2016

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

KOVACS György

¹⁾ **Kategorien** der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.