

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 3 023 619 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
25.05.2016 Patentblatt 2016/21

(51) Int Cl.:
F02D 41/14 ^(2006.01) **F02D 19/02** ^(2006.01)
F02D 35/02 ^(2006.01) **F02P 5/152** ^(2006.01)
F02D 41/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15188102.6**

(22) Anmeldetag: **02.10.2015**

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(71) Anmelder: **Bayerische Motoren Werke
Aktiengesellschaft
80809 München (DE)**

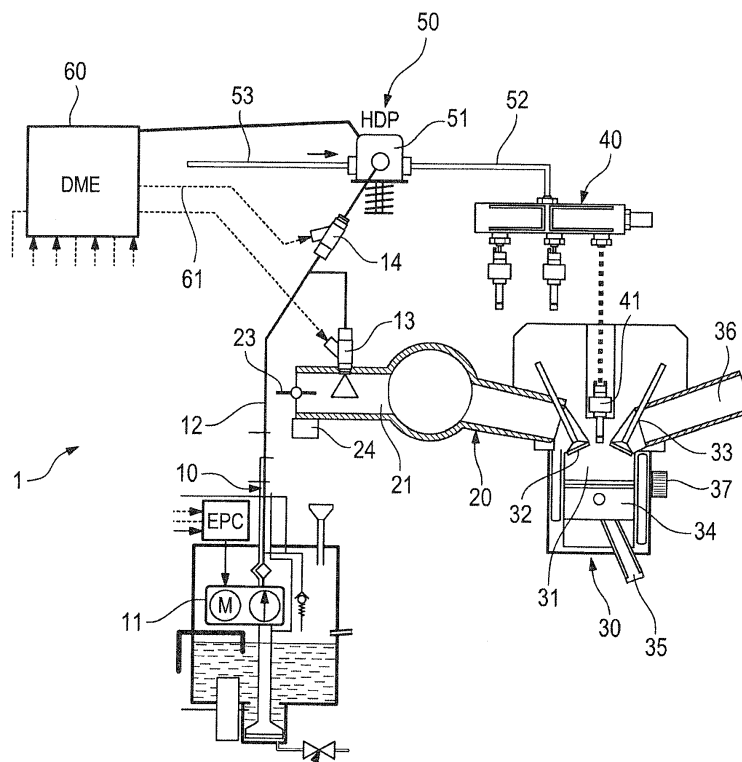
(72) Erfinder:
• **Böhm, Martin
82343 Pöcking (DE)**
• **Schmaderer, Sebastian
80935 München (DE)**

(30) Priorität: **04.11.2014 DE 102014222474**

(54) **ANPASSUNG DER FLUIDMENGE DES SYSTEMS ZUR ZUSATZEINSPRITZUNG EINES
VERBRENNUNGSMOTORS AN DAS SIGNAL DER KLOPFREGELUNG**

(57) In einem Verfahren zum Steuern einer Verbrennung in einer Brennkraftmaschine mit wenigstens einem Zylinder (30) wird eine Klopfstärke in dem Zylinder (30) mittels eines Klopfensors (37) erfasst. Ein vorbestimm-

ter Soll-Zündwinkel des Zylinders (30), der einer Soll-Abgastemperatur entspricht, wird eingestellt und eine Fluidbeimischung in den Zylinder (30) wird in Abhängigkeit von der erfassten Klopfstärke gesteuert.

**Fig. 1****EP 3 023 619 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern einer Verbrennung in einer Brennkraftmaschine und eine Brennkraftmaschine mit derart gesteuerter Verbrennung.

[0002] In Verbrennungsmotoren, beispielsweise bei Ottomotoren, insbesondere bei hoch aufgeladenen Ottomotoren, kann es zu einer klopfenden Verbrennung kommen. Dies kann zu einer Leistungsreduktion und geringerem Wirkungsgrad bei der Verbrennung führen. Im Extremfall kann dies sogar zu Bauteilbeschädigungen führen.

[0003] Um dem Klopfen entgegenzuwirken oder vorzubeugen, ist es bekannt, den Zündwinkel des Zylinders nach spät zu verschieben. Dadurch verschlechtert sich jedoch der Wirkungsgrad der Verbrennung, und die Abgastemperatur steigt an. Um der höheren Wärmebelastung des Abgassystems entgegenzuwirken, muss im Bedarfsfall das in den Zylinder eingespritzte Luft-Kraftstoff-Gemisch angefettet, also mit höherem Kraftstoffanteil versehen werden. Dadurch kann sich jedoch der Kraftstoffverbrauch, die Leistung und die Emission verschlechtern.

[0004] Um die Klopfneigung zu reduzieren, wird daher ein Fluid, beispielsweise Wasser, direkt in den Brennraum oder in den Kraftstoff gegeben, wodurch die Zylinderladung gekühlt wird, wenn das Fluid verdampft wird. Dadurch kann der Zündwinkel in Richtung früh verstellt werden, und Kraftstoffverbrauch und Leistung des Motors verbessern sich.

[0005] Die DE 31 42 729 A1 beschreibt eine derartige Vorrichtung zur Regelung einer Brennkraftmaschine in Abhängigkeit vom Auftreten von Klopfvorgängen.

[0006] Neue und verschärfte Normen hinsichtlich der Emissionskontrolle von Verbrennungsvorgängen erfordern zudem jedoch die Einhaltung von Grenzwerten bei Abgastemperaturen. Die Abgastemperatur kann durch die Fluidzugabe ebenfalls reduziert werden. Jedoch erfordert dies, dass eine bestimmte Fluidmenge permanent vorgehalten werden muss, um eine Beimischung von Fluid zu gewährleisten. Die genaue Fluidmenge ist dabei abhängig von vielen verschiedenen Einflussgrößen, wie Ansauglufttemperatur, Motortemperatur, Kraftstoffqualität, Bauteiltoleranzen, beispielsweise hinsichtlich der Verdichtung in dem Zylinder, Signaltoleranzen, beispielsweise bei der Befüllung des Zylinders, Ablagerungen im Brennraum und andere. Diese Einflussgrößen können nicht ausreichend vorgesteuert oder anderweitig erfasst werden. Daher muss stets eine große Fluidmenge vorgehalten werden, und der Fluidverbrauch erhöht sich.

[0007] Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung bereitzustellen, mit einem reduzierten Fluidverbrauch bei der Verbrennungssteuerung, wobei gleichzeitig eine Steuerung der Abgastemperatur möglich ist, so dass insbesondere Abgastemperaturgrenzwerte eingehalten werden können.

[0008] Zur Lösung der Aufgabe ist ein Verfahren zum Steuern einer Verbrennung in einer Brennkraftmaschine, insbesondere einem Verbrennungsmotor in einem Kraftfahrzeug, mit wenigstens einem Zylinder vorgesehen, wobei das Verfahren einen Schritt aufweist, in dem eine Klopfstärke in dem Zylinder mittels eines Klopfsensors erfasst wird. In einem weiteren Schritt wird ein vorbestimmter Soll-Zündwinkel des Zylinders, der einer Soll-Abgastemperatur entspricht, eingestellt. In einem weiteren Schritt wird eine Fluidbeimischung in den Zylinder in Abhängigkeit von der erfassten Klopfstärke gesteuert.

[0009] Das Fluid kann dabei insbesondere Wasser, Ethanol oder ein anderes Fluid sein, das geeignet ist, die Verbrennungstemperatur des Kraftstoffes bzw. die Abgastemperatur zu senken. Eine Abkühlung erfolgt dabei durch die Verdampfungsenthalpie des Fluids in dem Zylinder. Die Beimischung in den Zylinder kann durch Einspritzen des Fluids in den Zylinder und/oder durch Einspritzen des Fluids direkt in den Kraftstoff erfolgen.

[0010] Erfindungsgemäß wird bei Auftreten eines Klopfeffekts ein vorgegebener Zündwinkel eingestellt, bei dem eine bestimmte Abgastemperatur erreicht wird. Die Abhängigkeit zwischen dem eingestellten Zündwinkel und dem auftretenden Klopfen ist dabei vorzugsweise vorbekannt und kann in einer Steuervorrichtung, beispielsweise der Motorelektronik, hinterlegt sein. Dem Klopfeffekt kann dann unter Beibehaltung einer, beispielsweise maximalen, Abgastemperatur, durch gezielte Zugabe von Fluid entgegengewirkt werden. So kann eine notwendige Fluidmenge abhängig von dem Klopfsignal besser vorbestimmt werden. Dies erlaubt eine optimale Nutzung des zur Verfügung stehenden Fluids. Zudem kann der Fluidverbrauch verringert werden, wobei gleichzeitig eine verbesserte Einhaltung der Abgastemperaturvorgaben erreicht werden kann.

[0011] Auch kann so eine Fluidanforderung früher erkannt und das Fluid kann zuverlässig vorgehalten werden. So kann eine Totzeit ab einer folgenden tatsächlichen Anforderung des Fluids verringert werden, und das Fluid kann im Bedarfsfall schneller an Fluidinjektoren geliefert werden.

[0012] Die Steuervorrichtung kann zudem eine Soll-Menge an Fluid, die in den Zylinder einzuspritzen ist, zumindest basierend auf der Soll-Abgastemperatur und/oder auf der erfassten Klopfstärke bestimmen. Auf diese Weise kann eine Vorhaltemenge des Fluids bereits anhand der erfassten Signale bestimmt werden.

[0013] Dadurch kann eine erste Plausibilisierung des Fluidverbrauchs durchgeführt werden, indem ein Fluidverbrauch und eine Klopfstärkenänderung, die durch die Fluidzugabe erfolgt, analysiert werden. Eine bestimmte Fluidzugabe bewirkt eine vorbestimmbare Abkühlung der Zylinderladung und somit der Verbrennungstemperatur in dem Zylinder. Folglich bewirkt dies auch eine vorbestimmbare Abkühlung der Abgastemperatur. Durch die Temperaturreduzierung wird auch eine Reduzierung des Klopfens erreicht. Eine vorbestimmbare Menge an Fluid bewirkt also eine vorbestimmbare Re-

duktion des Klopfens.

[0014] Sollte trotz ausreichender Fluidzugabe eine Reduzierung des Klopfens nicht in einem vorherbestimmten Ausmaß erfolgen, kann dies in einer Steuervorrichtung bestimmt und als eine Fehlermeldung gespeichert oder ausgegeben werden. Alternativ oder zusätzlich kann die Steuervorrichtung, insbesondere zur Vorbeugung von Beschädigungen, Steuerbefehle ausgeben, die beispielsweise im akuten Fall eine weitere Erhöhung der Fluidzufuhr bewirken oder eine Abschaltung des betroffenen Zylinders oder des gesamten Motors herbei führen.

[0015] Analog oder zusätzlich kann dies für eine Bestimmung der Abgastemperatur vor und nach der Fluidzugabe erfolgen. Ebenfalls analog oder zusätzlich kann auch eine Zündwinkелеinstellung auf diese Weise plausibilisiert werden, insbesondere wenn eine zugegebene Fluidmenge exakt definiert werden kann. Das erfindungsgemäße Verfahren kann also einen in sich geschlossenen Regelkreis bilden.

[0016] Zur Plausibilisierung der Fluidzugabe kann beispielsweise mit dem Klopfstärkensor vor der Zugabe des Fluids und nach der Zugabe des Fluids die Klopfstärke erfasst und in einer Speichervorrichtung in der Steuervorrichtung gespeichert werden. Analog kann die berechnete und/oder die tatsächlich beigemischte Fluidmenge, falls sich diese von der berechneten Fluidmenge unterscheidet, in der Speichervorrichtung hinterlegt werden. In der Steuervorrichtung kann ein Komparator ausgebildet sein, der einen Vergleich mit vorbestimmten Werten durchführt. Die vorbestimmten Werte können beispielsweise in Form einer Datentabelle, auch als Look-Up-Table (LUT) bezeichnet, vorliegen. Bei einer vorbestimmbaren Abweichung der tatsächlichen Werte von den vorbestimmten Werten können dann ein vorbestimmter Ablauf eines Programmes, beispielsweise eines Fehlerprotokolls, und/oder die Ausgabe eines entsprechenden Steuersignals und/oder weitere Schritte zur Fehlerbehandlung erfolgen.

[0017] Die Datentabelle kann theoretische Werten, allgemeine praktische Erfahrungswerte und/oder Zylinder- bzw. Motor-spezifische Erfahrungswerte aus dem störungsfreien Betrieb aufweisen.

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren kann in einer Brennkraftmaschine mit mehreren Zylindern für jeden Zylinder eine selektive Erfassung der Klopfstärke und/oder eine selektive Steuerung der Fluidbeimischung aufweisen. So kann ein Klopfen eines Zylinders gezielt reduziert werden, ohne die Leistung und den Wirkungsgrad der anderen Zylinder zu beeinträchtigen. Dies kann es erlauben, die vorgehaltene Fluidmenge zu reduzieren und den Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine, insbesondere des Fahrzeugmotors, an der Klopfgrenze zu erhöhen.

[0019] Die Fluidbeimischung, also die Menge an beigemischem Fluid, kann beispielsweise verringert werden, wenn sich eine Klopfstärke verringert, um das

[0020] Klopfen auf einen vorbestimmten Soll-Klopf-

wert einzustellen. Entsprechend kann die Fluidbeimischung erhöht werden, wenn sich die Klopfstärke erhöht, um das Klopfen auf einen vorbestimmten Soll-Klopfwert einzustellen. Auf diese Weise kann eine schnelle Reaktion auf die aktuelle Verbrennungscharakteristik erfolgen. Zudem kann eine Fluidmenge, die für die Verbrennung verwendet werden soll, vorbestimmt werden und eine entsprechende Vorhaltemenge des Fluids kann bereitgestellt werden. Insbesondere in Fällen, in denen das Fluid unter Hochdruck in den Zylinder oder in das Kraftstoffsystem direkt in den Kraftstoff gegeben wird, muss so nur eine berechnete Menge an Fluid mit Druck beaufschlagt werden. So kann auch eine höhere Effizienz der gesamten Brennkraftmaschine erreicht werden. Auch kann auf diese Weise durch Einstellen einer bestimmten bzw. bestimmbaren Klopfstärke bei dem eingestellten Zündwinkel eine verbesserte Einhaltung der Abgastemperaturgrenzen ermöglicht werden.

[0021] In einem weitergebildeten Verfahren kann die Soll-Klopfstärke mit einer Ist-Klopfstärke und/oder die Soll-Abgastemperatur mit einer Ist-Abgastemperatur in dem Steuergerät verglichen werden. Das Steuergerät kann dabei, analog zu obigen Beschreibungen, zumindest im Falle einer vorbestimmten Abweichung von Soll- und Ist-Wert ein Fehlerprotokoll ausführen. Alternativ oder zusätzlich kann die Steuervorrichtung ein korrigierendes Steuersignal ausgeben.

[0022] Die jeweiligen Soll-Werte können wiederum theoretische Werte abhängig von verschiedenen vorgegebenen Parametern sein, beispielsweise von einer maximal zulässigen Abgastemperatur unabhängig von dem Zündwinkel, einer Fahrzeuggeschwindigkeit, einer Beschleunigung etc. Die Soll-Werte können auch die durch die Steuervorrichtung bestimmten Werte sein, die bei bestimmten eingestellten Parametern zu erwarten sind, beispielsweise die Abgastemperatur für einen vorbestimmten Zündwinkel des Zylinders.

[0023] Die Steuervorrichtung kann auch eine tatsächlich verbrauchte Fluidmenge und die Soll-Menge an beizumischendem Fluid vergleichen. In einem Fall, in dem eine Abweichung der so verglichenen Fluidmengen festgestellt wird, kann ein Fehlerprotokoll ausgeführt werden. Es kann auch ein korrigierendes Steuersignal aus der Steuervorrichtung ausgegeben werden. Die Abweichung kann insbesondere eine vorgegebene, beispielsweise prozentuale, Abweichung der Werte voneinander sein. Auf diese Weise kann eine Plausibilisierung des Fluidverbrauchs erfolgen. Zudem kann eine Fehleridentifizierung oder der Ausschluss einer Fehlerursache erfolgen, wenn in der Brennkraftmaschine ein Fehler auftritt. Weiterhin kann auf diese Weise auch eine Menge an Fluid angepasst werden, die vorgehalten werden muss, abhängig von einem tatsächlichen Fluidverbrauch.

[0024] Ein Fehlerprotokoll, das durchgeführt werden kann, kann beispielsweise die Ausgabe eines Fehlers an eine interne oder eine externe Diagnosevorrichtung beinhalten. Bei Verwendung eines Kraftfahrzeugs kann die

Diagnosevorrichtung insbesondere ein On-Board Diagnosegerät (OBD) sein.

[0025] Ein Steuersignal der Steuervorrichtung, das aufgrund des Auftretens eines Fehlers ausgegeben werden kann, kann auch im Rahmen der Ausführung des Fehlerprotokolls in der Steuervorrichtung ausgegeben werden. Dieses Steuersignal kann ein Signal sein, das die Fluidzufuhr erhöht oder verringert. Es kann auch ein Signal sein, das den Zündwinkel verstellt, die Kraftstoffzufuhr verändert oder den Zylinder komplett deaktiviert. Das Steuersignal kann auch als Teil eines Regelkreises zur akuten Fehlerbehebung, beispielsweise, um Beschädigungen zu verhindern, ausgegeben werden.

[0026] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird zur Lösung der Aufgabe der Erfindung eine Vorrichtung zum Beimischen eines Fluids zu wenigstens einem Zylinder eines Verbrennungsmotors bereitgestellt mit einer Fluidpumpe und einer Dosiervorrichtung. In der Vorrichtung ist eine Steuervorrichtung ausgebildet, die ausgebildet ist, eine Menge an beizumischendem Fluid zu bestimmen, wobei die Dosiervorrichtung die bestimmte Menge an Fluid in ein Fluidreservoir, ein Kraftstoffsystem und/oder ein Luft-Ansaugsystem eindosiert. Als Fluidreservoir kann im Kontext der Erfindung auch eine Fluidleitung verstanden werden, durch die das Fluid strömt.

[0027] Diese Vorrichtung erlaubt es, eine Fluidmenge, die bei einem Verbrennungsprozess in einem Zylinder beigemischt werden soll, vorzubestimmen, wodurch eine Vorhaltemenge des Fluids genau an den vorbestimmten Verbrauch angepasst werden kann. So kann ein Verbrauch von Fluid verringert werden. Zudem kann die Menge an Fluid, die vorgehalten wird, reduziert werden.

[0028] Das Fluidreservoir kann auch durch eine Fluidleitung oder durch eine Fluidpumpe gebildet sein.

[0029] Die Vorrichtung kann des Weiteren einen Klopfstärkesensor aufweisen. Dabei kann die Steuervorrichtung ausgebildet sein, die Menge an beizumischendem Fluid zumindest basierend auf einer durch den Klopfstärkesensor erfassten Klopfstärke zu bestimmen. So kann die Fluidmenge an die aktuelle Verbrennungscharakteristik angepasst werden. Dies kann eine verbesserte Steuerung des Verbrennungsprozesses erlauben. Dies kann es zudem erlauben, eine Fluidmenge, die zukünftig benötigt wird, im Vorfeld zu erfassen, da eine höhere Klopfstärke eine höhere Beimischung von Fluid erfordert, wenn nicht der Zündwinkel verstellt werden soll.

[0030] Die Vorrichtung kann auch einen Abgastemperatursensor aufweisen. Dabei kann die Steuervorrichtung so ausgebildet sein, dass ein Zündwinkel des Zylinders derart gesteuert wird, dass eine Abgastemperatur innerhalb eines vorbestimmten Temperaturintervalls liegt, insbesondere eine vorbestimmte Abgastemperatur nicht überschreitet. Auf diese Weise kann ein Klopfen reduziert bzw. auf einen vorbestimmten Wert eingestellt werden, ohne dass eine Verletzung von Abgasnormen auftritt. Damit kann es erreicht werden, Emissionen, beispielsweise von Stickoxiden, zu reduzieren. Gleichzeitig kann die Zylinderleistung und damit auch die Motorleis-

tung besser genutzt werden. Eine Einstellung der Fluidzufuhr kann in diesem Fall eine noch feinere Einstellung der Klopfstärke ermöglichen, ohne dass die Abgastemperaturschwellwerte über- oder unterschritten werden.

[0031] Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann für eine Mehrzahl oder alle Zylinder einer Brennkraftmaschine eine derartige Dosiervorrichtung oder ein derartiges Fluidreservoir aufweisen. In einigen Ausführungen der Erfindung kann bei einer Mehrzahl an Zylindern für jeden Zylinder eine individuell ansteuerbare Dosiervorrichtung bzw. eine individuell befüllbares Fluidreservoir ausgebildet sein. Dies erlaubt es, jeden einzelnen Zylinder oder eine Gruppe von Zylindern separat einzustellen. So können auch Zylinder-spezifische Charakteristika, beispielsweise Ablagerungen, Abnutzungen etc. bei der Steuerung und bei der Verwendung des Zylinders berücksichtigt werden.

[0032] Weitere Vorteile und Merkmale finden sich in der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Figuren. In diesen zeigen:

- Figur 1 eine schematische Ansicht eines Fluidinjektorsystems für einen Verbrennungsmotor gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;
- Figur 2 eine schematische Ansicht eines Fluidinjektorsystems für einen Verbrennungsmotor gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;
- Figur 3 ein Diagramm zur Darstellung der zeitabhängigen Entwicklung der Fluidbefüllung und der Drehzahl des Motors gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0033] Figur 1 zeigt eine schematische Zeichnung eines Fluidinjektorsystems 1. Das Fluidinjektorsystem 1 weist ein Fluidsystem 10 auf. Das Fluidsystem 10 umfasst eine Fluidpumpe 11, die das Fluid vorhält bzw. die das Fluid in das Fluidsystem 10 mit einem vorbestimmbaren Druck fördert. Die Fluidpumpe 11 kann zudem ein Fluidreservoir zum Speichern einer vorbestimmbaren Menge an Fluid aufweisen (nicht gezeigt). Das Fluid ist in dem Fluidsystem 10 bereits mit einem Druck beaufschlagt, mit dem es in ein Kraftstoffsystem 50 oder direkt in einen Zylinder 30 injiziert wird.

[0034] Das Fluid wird in dem Fluidsystem 10 durch eine Fluidleitung 12 zu einem Fluidinjektor 13 geleitet. Der Fluidinjektor 13 kann insbesondere als ein Drosselventil ausgebildet sein. Der Fluidinjektor 13 verbindet in der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform das Fluidsystem 10 mit einem Ansaugrohr 21 eines Ansaugsystems des Zylinders 30. Dabei ist in dieser Ausführungsform das Ansaugrohr 21 ein gemeinsames Ansaugrohr, oder das Plenum, einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Verbrennungsmotors eines Kraftfahrzeugs. Der Fluidinjektor 13 injiziert das Fluid somit in die Ansaugluft des Motors. Der Fluidinjektor 13 wird in dieser Ausführungsform daher auch als ein Plenum-Einspritzventil bezeichnet.

net.

[0035] Zudem weist das Fluidsystem 10 einen weiteren Fluidinjektor 14, hier als Dosierventil ausgebildet, auf. Das Dosierventil 14 verbindet das Fluidsystem 10 mit dem Kraftstoffsystem 50. Dadurch kann Fluid von dem Fluidsystem 10 auch direkt in den Kraftstoff der Verbrennungsmaschine injiziert werden. In alternativen Ausführungen kann auch nur der Fluidinjektor 13 oder nur das Dosierventil 14 in dem Fluidsystem 10 ausgebildet sein.

[0036] Das Fluidinjektorsystem 1 weist zudem eine Steuervorrichtung 60 auf. Die Steuervorrichtung 60, die insbesondere die digitale Motorelektronik beinhaltet oder darstellt, ist über Steuerleitungen 61 mit dem Fluidinjektor 13 bzw. mit dem Dosierventil 14 verbunden. Des Weiteren ist die Steuervorrichtung 60 mit einer Hochdruckpumpe 51 des Kraftstoffsystems 50 verbunden. Auf diese Weise kann eine Kraftstoffzufuhr über eine Kraftstoffleitung 53 und eine Beimischung von Fluid durch das Dosierventil 14 gesteuert werden, und ein Fluid-Kraftstoffgemisch kann über eine Zuleitung 52 zu Kraftstoffinjektoren 41 geliefert werden. Die Kraftstoffinjektoren 41 sind in der gezeigten Ausführungsform mit einer Railvorrichtung 40 verbunden, wie sie dem Fachmann bekannt ist.

[0037] Der Kraftstoffinjektor 41 injiziert das Fluid-Kraftstoffgemisch in den Zylinder 30. Der Zylinder 30 ist vorliegend ein Zylinder für einen Vier-Taktbetrieb. In einem ersten Takt wird ein Kolben 34 über ein Pleuel 35 durch eine nicht-dargestellte Kurbelwelle derart verstellt, dass sich das freie Volumen des Zylinders 30, also dessen Verbrennungsraum 31, vergrößert. Dadurch entsteht ein Unterdruck. Ein Einlassventil 32 verbindet den Verbrennungsraum 31 mit dem Ansaugsystem 20. Die mit Fluid angereicherte Luft tritt in den Verbrennungsraum ein, wenn das Einlassventil 32 geöffnet wird. In einem zweiten Takt des Motors wird der Kolben derart verstellt, dass der Verbrennungsraum verkleinert wird, und Kraftstoff wird von dem Kraftstoffinjektor 41 in den Verbrennungsraum injiziert. Durch die Verkleinerung des Verbrennungsraums wird der Kraftstoff ebenso wie die zugeführte Luft und das zugeführte Fluid stark komprimiert. In einem dritten Motortakt erfolgt die Zündung des komprimierten Kraftstoffgemisches abhängig von dem Zündwinkel des Zylinders. Der Kolben wird nach unten verschoben, überwindet einen unteren Totpunkt, und in einem vierten Takt öffnet sich ein Auslassventil 33. Durch einen weiteren Kolbenhub wird das verbrannte Gemische durch eine Abgasleitung 36 ausgestoßen.

[0038] An dem Zylinder 30 ist des Weiteren ein Klopfsensor 37 vorgesehen. Der Klopfsensor 37 erfasst, ob eine klopfende Verbrennung in dem Zylinder 30 vorliegt oder nicht. Der Klopfsensor 37 ist mit der Steuervorrichtung 60 verbunden und übermittelt die erfassten Daten, also ob eine klopfende Verbrennung vorliegt und gegebenenfalls deren Ausmaße, an die Steuervorrichtung 60.

[0039] Weiterhin kann in dem Fluidsystem 10 ein hier nicht dargestellter Durchflusssensor ausgebildet sein, der ein Fluid-Volumen erfasst, das durch das Fluidsystem zu dem Fluidinjektor 13 und/oder zu dem Dosierventil

14 transportiert wird.

[0040] Figur 2 zeigt eine alternative Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Dabei werden gleiche Bauteile mit denselben Bezugszeichen versehen, und eine Wiederholung deren Beschreibung unterbleibt an dieser Stelle.

[0041] Die Ausführungsform der Figur 2 unterscheidet sich von derjenigen in Figur 1 darin, dass eine Fluidinjektion über ein Ansaugrohr 22 erfolgt. Dabei weist jeder Zylinder 30 des Motors ein separates Ansaugrohr 22 auf, so dass eine Fluidinjektion separat für jeden Zylinder 30 erfolgt. Die einzelnen Injektoren 13 werden über ein gemeinsames Plenum 15 mit Fluid versorgt. Das Plenum 15 dient dabei als das Fluidreservoir, um eine ausreichende Menge an Fluid für den Verbrennungsprozess vorhalten zu können. Eine separate Steuerung der Fluidzufuhr für die einzelnen Zylinder erfolgte in der zuvor beschriebenen Ausführungsform dagegen über eine direkte Wasserinjektion (DWI) in das Kraftstoffsystem und kann entsprechend in der Steuervorrichtung 60 abgebildet werden.

[0042] Grundsätzlich ist auch die Einspritzung in das Saugrohr möglich, ähnlich wie in der Ausführungsform gemäß Figur 1.

[0043] Figur 3 zeigt ein Diagramm, welches die Fluidbefüllung im Bedarfsfall in Abhängigkeit der Zeit darstellt. Ein Vergleich der Kurven der prädictierten Soll-Fluidmenge, die für die Befüllung vorgehalten wird, mit der tatsächlich vorgehaltenen Ist-Fluidmenge zeigt eine zeitliche Differenz von ca. 1,5s, bis der Ist-Füllstand den notwendigen Soll-Füllstand erreicht. In der Zeit, in der eine Diskrepanz zwischen Soll- und Ist-Füllstand des Fluids herrscht, besteht die Gefahr einer klopfenden Verbrennung. Durch die erfindungsgemäße Prädiktion der benötigten Fluidmenge bei einer bestimmten Last wird die Zeit zum Angleichen der Soll- und Ist-Fluidfüllmenge reduziert, und die Gefahr von klopfender Verbrennung kann reduziert werden. Auf diese Weise kann auch schneller und flexibler auf Laständerungen reagiert werden.

[0044] Wie zudem aus Figur 3 zu erkennen ist, wird die Drehzahl des Motors während der Zeitverzögerung zwischen Fluidanforderung und tatsächlichem Bereitstellen des Fluids stark erhöht, um die Verzugszeit bei der Zumischung des Fluids zu kompensieren und die gewünschte Leistung des Motors zu erreichen. Dies kann insbesondere bei hoch aufgeladenen Ottomotoren wiederum eine klopfende Verbrennung begünstigen. Die Last an dem Motor wird erhöht. Steht die prädictierte Fluidmenge zur Verfügung, kann die Erhöhung der Drehzahl reduziert werden. Die Belastung des Motors wird reduziert.

[0045] Während Figur 3 ein Beispiel der zeitabhängigen Entwicklung der Befüllung und der Drehzahl des Motors in einem Fall der direkten Wassereinspritzung darstellt, ist ein ähnlicher Verlauf der Graphen auch für den Fall der Einspritzung in das Plenum 21 oder direkt in die jeweiligen Zylinder-Ansaugrohre 22 zu erwarten.

[0046] Wie nicht in den Figuren dargestellt ist, kann

des Weiteren in einem derartigen Fluidinjektorsystem 1 ein Sensor zum Erfassen der Kraftstoffqualität und/oder der Motortemperatur und/oder der Ansauglufttemperatur oder ähnliches vorgesehen sein. Alternativ oder zusätzlich können diese Informationen auch in der Steuervorrichtung hinterlegt und/oder gesammelt werden. Es ist weiterhin denkbar, dass die aktuelle Drehzahl des Motors erfasst wird. Zudem kann eine prädizierte Drehzahl des Motors und eine prädizierte Fluidbefüllung in der Steuervorrichtung hinterlegt bzw. gespeichert sein.

[0047] Alle oder ein Teil dieser Informationen können, insbesondere in einem Fall, in dem das Fluid an dem Injektor anliegt, zur exakten Berechnung der Injektionszeitpunkts, der Injektionsdauer, des Injektionsvolumens etc. von der Steuervorrichtung berücksichtigt werden. Zudem kann die Erfassung einer aktuellen Ist-Klopfstärke in der Steuervorrichtung verarbeitet werden, um eine Fluidbeimischung zu regeln. Dazu kann in der Steuervorrichtung ein hier nicht dargestellter Regler ausgebildet sein, der abhängig von der Ist-Klopfstärke und/oder der Soll-Klopfstärke und/oder des Soll- bzw. Ist-Zündwinkels und/oder der Soll- bzw. Ist-Abgastemperatur und/oder anderer Parameter einen Korrekturfaktor bestimmt. Der Korrekturfaktor kann dann bei der Berechnung bzw. bei der Regelung der Fluidbefüllung in der Steuervorrichtung berücksichtigt werden.

[0048] Die Wasserbefüllung kann durch eine Fluidpumpe 11 erfolgen. Die Fluidpumpe 11 ist dazu mit der Steuervorrichtung 60 verbunden. Sobald die Steuervorrichtung 60 die zuzuführende Fluidmenge bzw. die Soll-rate der Fluidbeimischung bestimmt hat, erfolgt die Steuerung der Fluidbeimischung. Im Bedarfsfall erfolgt dann auch die Regelung der Klopfstärke, wie oben beschrieben. Dazu gibt die Steuervorrichtung einen Förderbefehl an die Fluidpumpe 11 aus, die dann das Fluid entsprechend bereitstellt.

[0049] Die Fluidpumpe 11 fördert somit nur das tatsächlich zu verbrauchende Fluidvolumen, wodurch ein Fluidverbrauch reduziert wird und ein Energieverbrauch für das Vorhalten des Fluids verringert werden kann.

[0050] Zu Figur 3 ist anzumerken, dass die erforderliche Wassermenge hauptsächlich drehzahl- und lastabhängig ist (und damit abhängig von der Füllung). Korrekturen über Temperaturen und Kraftstoffqualität kommen nur als Offset hinzu.

[0051] Wenn Wasser in der Form von einer Zumischung zum Kraftstoff eingespritzt wird, mischt man das Fluid vorzugsweise vor der Kraftstoffhochdruckpumpe zu, um mit geringen Fluidrücken auskommen zu können. Dadurch wirkt das Volumen des Kraftstoffhochdrucksystems von der Einleitstelle des Fluids bis zur Injektorspitze als Totvolumen. Beim Start der Wassereinspritzung muss diese Volumen erst über den Verbrennungsmotor gespült werden, bevor das Fluid im Brennraum ankommt und dort wirksam wird.

[0052] Um die effektive Totzeit zu reduzieren, versucht man in die Zukunft zu schauen, um schon vorzeitig mit dem Zumischen von Wasser in den Kraftstoff beginnen

zu können. Dazu werden die Parameter Drehzahl und Last prädiziert. Idealerweise so, dass das Fluid dann im Brennraum ankommt, wenn die tatsächliche Drehzahl und Last den im Kennfeld dafür vorgesehen Wert erreicht haben. In der Realität kann man die Totzeit erheblich reduzieren.

[0053] Die Prädiktion der Drehzahl erfolgt, indem über den Gradienten der tatsächlichen Drehzahl ermittelt wird, wo der Wert in einer bestimmten Zeit liegen würde, wenn sich die Drehzahl mit dem gleichen Gradienten weiter ändert. Bei der Prädiktion der Last wird anstatt der tatsächlichen Füllung, die über den Abgasturbolader verzögert aufgebaut wird, die Soll-Füllung verwendet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Verbrennung in einer Brennkraftmaschine mit wenigstens einem Zylinder (30), wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

- Erfassen einer Klopfstärke in dem Zylinder (30) mittels eines Klopfsensors (37),
- Einstellen einer Soll-Abgastemperatur entsprechenden vorbestimmten Soll-Zündwinkels des Zylinders (30) und
- Steuern einer Fluidbeimischung in den Zylinder (30) in Abhängigkeit von der erfassten Klopfstärke.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei eine Steuervorrichtung (60) eine Soll-Menge an Fluid, die in den Zylinder (30) einzuspritzen ist, zumindest basierend auf der Soll-Abgastemperatur und/oder auf der erfassten Klopfstärke bestimmt.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei für jeden Zylinder (30) eine selektive Erfassung der Klopfstärke und/oder eine selektive Steuerung der Fluidbeimischung erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Fluidbeimischung reduziert wird, wenn eine Klopfstärke verringert und wobei eine Fluidbeimischung erhöht wird, wenn sich die Klopfstärke erhöht, um eine Soll-Klopfstärke einzustellen.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Soll-Klopfstärke mit einer Ist-Klopfstärke und/oder die Soll-Abgastemperatur mit einer Ist-Abgastemperatur in der Steuervorrichtung (60) verglichen wird und wobei von der Steuervorrichtung (60) zumindest im Falle einer vorbestimmten Abweichung von Soll- und Ist-Wert ein Fehlerprotokoll ausgeführt und/oder ein korrigierendes Steuersignal aus der Steuervorrichtung (60) ausgegeben wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü-

che, wobei die Steuervorrichtung (60) eine tatsächlich verbrauchte Fluidmenge und die Soll-Menge an beizumischendem Fluid vergleicht und zumindest im Falle einer vorbestimmten Abweichung der Fluidmengen ein Fehlerprotokoll ausgeführt und/oder ein korrigierendes Steuersignal aus der Steuervorrichtung (60) ausgegeben wird. 5

7. Vorrichtung (1) zum Beimischen eines Fluids zu wenigstens einem Zylinder (30) eines Verbrennungsmotors, wobei die Vorrichtung eine Fluidpumpe (11) und eine Dosiervorrichtung (13, 14, 15) aufweist und wobei eine Steuervorrichtung (60) ausgebildet ist, eine Menge an beizumischendem Fluid zu bestimmen, wobei die Dosiervorrichtung (13, 14) die bestimmte Menge an Fluid in ein Fluidreservoir (15), ein Kraftstoffsystem (50) und/oder ein Luft-Ansaugsystem (20) eindosiert. 10 15
8. Vorrichtung (1) nach Anspruch 7, wobei die Vorrichtung (1) des Weiteren einen Klopfstärkesensor (37) umfasst, und die Steuervorrichtung (60) ausgebildet ist, die Menge an beizumischendem Fluid zumindest basierend auf einer durch den Klopfstärkesensor (37) erfassten Klopfstärke zu bestimmen. 20 25
9. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 7 oder 8, wobei die Vorrichtung (1) des Weiteren einen Abgasstemperatursensor umfasst, und die Steuervorrichtung (60) ausgebildet ist, einen Zündwinkel des Zylinders (30) derart zu steuern, dass eine Abgas- 30 temperatur innerhalb eines vorbestimmten Temperaturintervalls liegt, insbesondere eine vorbestimmte Abgas- 35 temperatur nicht überschreitet.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei bei einer Mehrzahl an Zylindern (30) für jeden Zylinder (30) eine individuelle Dosiervorrichtung (13, 14, 15) ausgebildet ist. 40

45

50

55

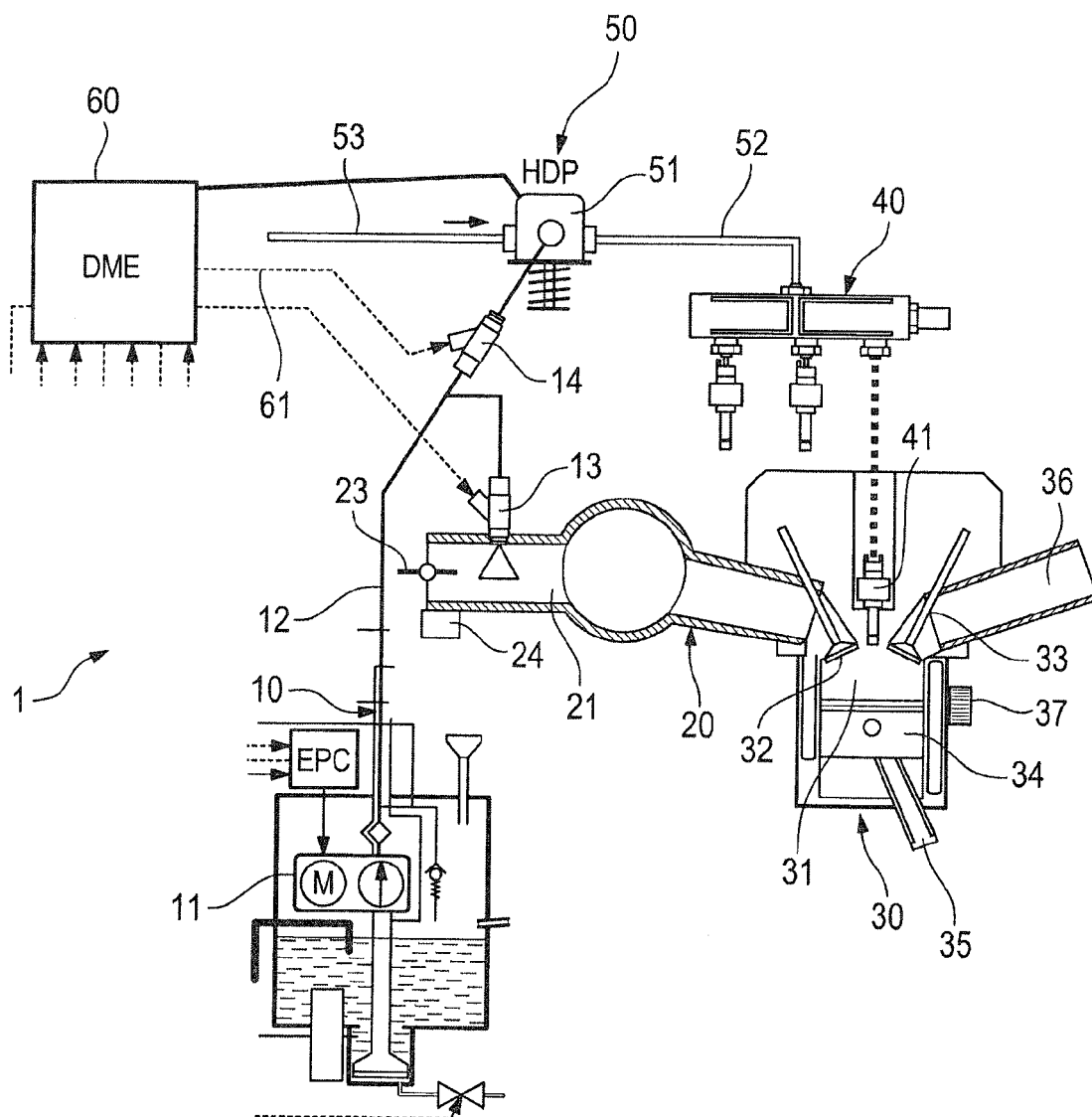


Fig. 1

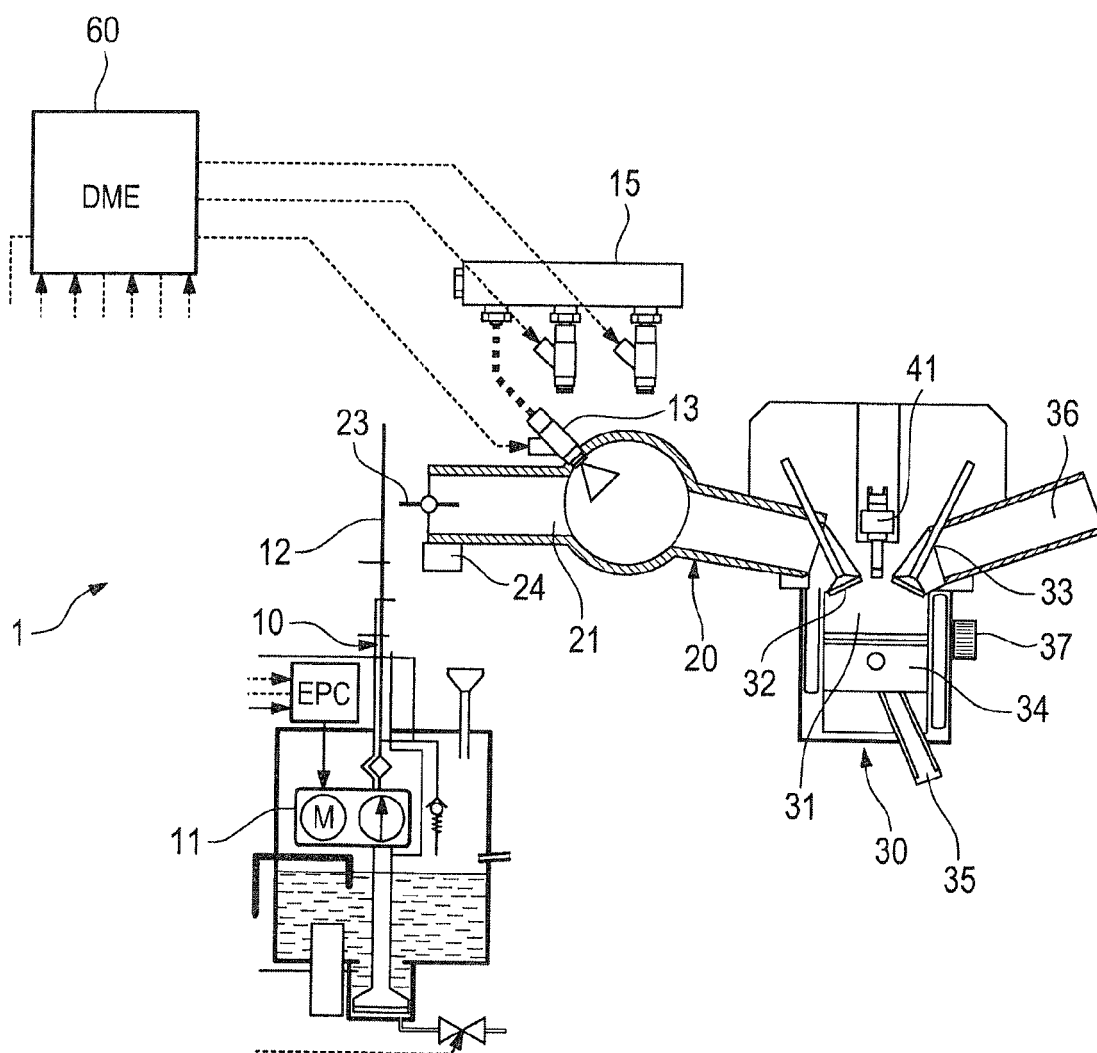


Fig. 2

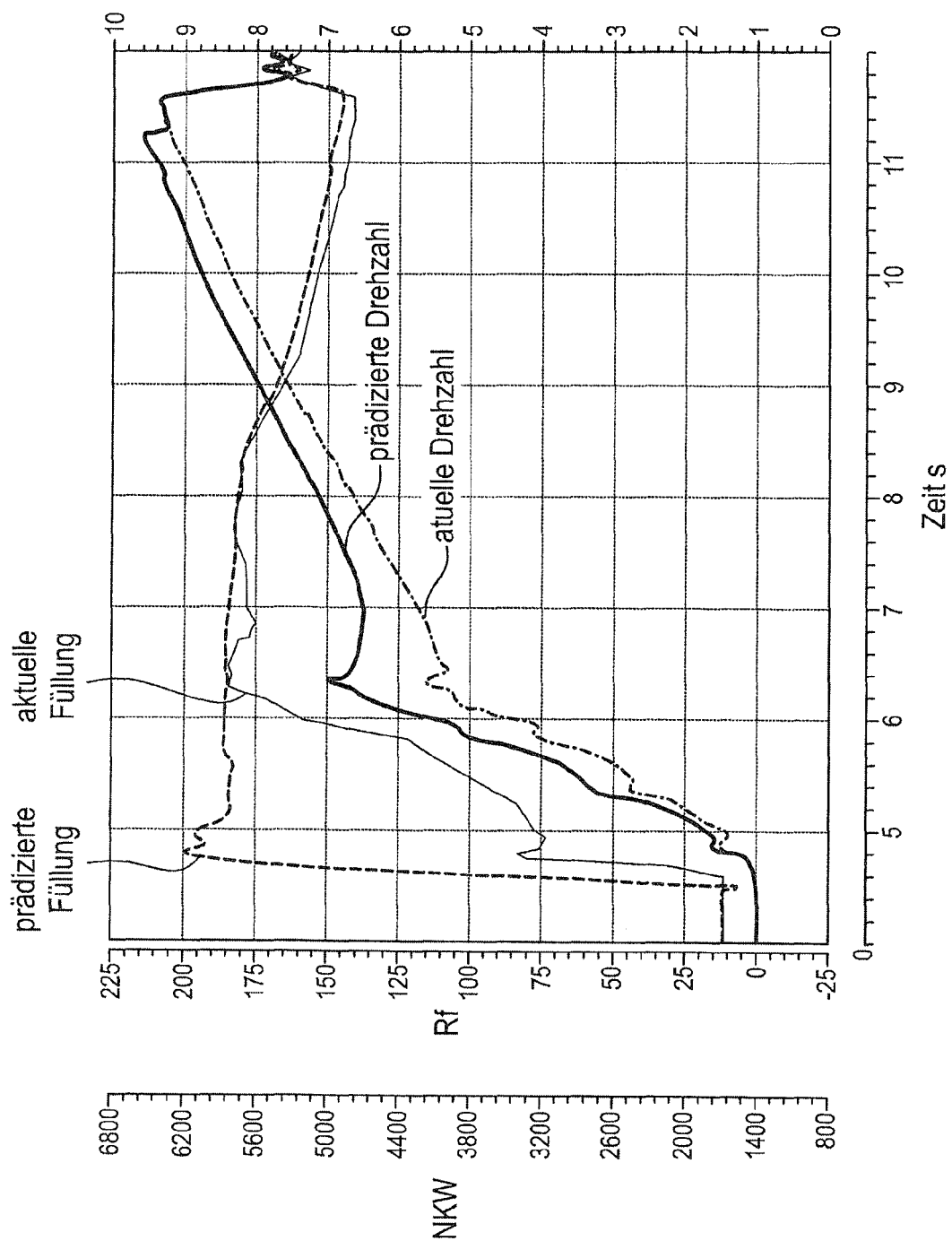


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 18 8102

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 8 370 049 B1 (SHIMIZU RIO [JP] ET AL) 5. Februar 2013 (2013-02-05)	1-5,7-10	INV. F02D41/14 F02D19/02 F02D35/02
Y	* Spalte 2, Zeilen 43-44, 58-61 * * Spalte 3, Zeilen 15-29 * * Spalte 4, Zeilen 5-45; Abbildung 1 * * Spalte 6, Zeilen 1-31,59-61; Abbildungen 5,7c * * Spalte 7, Zeilen 31-38; Abbildung 10 * * Spalte 7, Zeile 61 - Spalte 8, Zeile 3; Abbildung 12 *	6	ADD. F02P5/152 F02D41/00
X	DE 10 2012 207904 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 14. November 2013 (2013-11-14) * Zusammenfassung * * Absätze [0024] - [0028]; Abbildung 1 * * Absätze [0041] - [0043] *	1-6	
Y	EP 2 604 831 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]) 19. Juni 2013 (2013-06-19) * Zusammenfassung; Anspruch 3 *	6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	DE 10 2008 003581 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 13. August 2009 (2009-08-13) * Absätze [0022] - [0024]; Abbildung 1 *	1-10	F02D F02P
A	EP 2 700 804 A1 (KAWASAKI HEAVY IND LTD [JP]) 26. Februar 2014 (2014-02-26) * das ganze Dokument *	1-10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 13. April 2016	Prüfer Spicq, Alexandre
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 18 8102

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-04-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 8370049 B1	05-02-2013	KEINE	
DE 102012207904 A1	14-11-2013	KEINE	
EP 2604831 A1	19-06-2013	EP 2604831 A1	19-06-2013
		FR 2984404 A1	21-06-2013
DE 102008003581 A1	13-08-2009	KEINE	
EP 2700804 A1	26-02-2014	CN 103477061 A	25-12-2013
		EP 2700804 A1	26-02-2014
		JP 5881971 B2	09-03-2016
		JP 2012225319 A	15-11-2012
		US 2014102403 A1	17-04-2014
		WO 2012144187 A1	26-10-2012

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 3142729 A1 [0005]