(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 499 009 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.10.2020 Patentblatt 2020/43

(51) Int Cl.:
F02D 41/00 *(2006.01)* ***F02M 25/08*** *(2006.01)*
G01N 33/28 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **18210319.2**

(22) Anmeldetag: **05.12.2018**

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE, BRENNKRAFTMASCHINE UND KRAFTFAHRZEUG**

COMBUSTION ENGINE, MOTOR VEHICLE AND METHOD FOR OPERATING A COMBUSTION ENGINE

PROCÉDÉ DE FONCTIONNEMENT D'UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE, MOTEUR À COMBUSTION INTERNE ET VÉHICULE AUTOMOBILE

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

(30) Priorität: **13.12.2017 DE 102017129769**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.06.2019 Patentblatt 2019/25

(73) Patentinhaber: **VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT**
38440 Wolfsburg (DE)

(72) Erfinder:
- **WODAUSCH, Jens**
  38108 Braunschweig (DE)
- **FRÖHLICH, Björn**
  38518 Gifhorn (DE)
- **WEDDIG, Silke**
  38114 Braunschweig (DE)

(74) Vertreter: **Bungartz, Florian et al**
Van-Gogh-Strasse 3
81479 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1-102015 216 504
DE-A1-102016 014 461
JP-B2- 3 998 744
US-A1- 2002 162 457
US-A1- 2003 047 161

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

EP 3 499 009 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einem ein Tankentlüftungsventil umfassenden Kraftstofftanksystem. Die Erfindung betrifft weiterhin eine zur Durchführung eines solchen Verfahrens geeignete Brennkraftmaschine sowie ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Brennkraftmaschine.

[0002] Ein Kraftstofftanksystem für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs weist regelmäßig eine Entlüftungsleitung auf, die es ermöglicht, einen ansteigenden Druck in dem Kraftstofftank des Tanksystems infolge von beispielsweise bei hohen Umgebungstemperaturen verdampfendem Kraftstoff an die Umgebung zu entlasten. Dabei dürfen, auch aufgrund von Emissionsvorschriften, möglichst keine Kraftstoffdämpfe in die Umgebung gelangen. Dies wird verhindert, indem in die Entlüftungsleitung ein Kraftstoffdampffilter, der regelmäßig in Form eines Aktivkohlefilters ausgebildet ist, integriert ist, der die Kraftstoffdämpfe absorbiert.

[0003] Zur Regeneration eines solchen Kraftstoffdampffilters ist ein solches Tanksystem zusätzlich mit einer Spülgasleitung versehen, die einerseits mit dem Kraftstoffdampffilter und andererseits mit dem Frischgasstrang der Brennkraftmaschine verbunden ist. Im Betrieb der Brennkraftmaschine kann zeitweise mittels des im Bereich der Mündung der Spülgasleitung in dem Frischgasstrang herrschenden Unterdrucks Umgebungsluft über eine Umgebungsmündung des Kraftstoffdampffilters angesaugt werden, die den Kraftstoffdampffilter in Gegenrichtung zu derjenigen Strömungsrichtung, in der die Kraftstoffdämpfe aus dem Kraftstofftank in den Kraftstoffdampffilter strömen, durchströmen und diesen dadurch spülen. Die Kraftstoffdämpfe aus dem Kraftstoffdampffilter werden so über den Frischgasstrang den Brennräumen des Verbrennungsmotors der Brennkraftmaschine zugeführt.

[0004] Aus der US 2003/0047161 A1 ist ein Kraftstofftanksystem einer Brennkraftmaschine mit einem direkt einspritzenden Verbrennungsmotor bekannt, bei dem die Art des Verbrennungsverfahrens und die Menge des dazu eingespritzten Kraftstoffs beim Spülen des Kraftstofftanksystems in Abhängigkeit von einer Sollwertabweichung für das Verhältnis aus Kraftstoff und Luft, die basierend auf dem Messwert einer Lambdasonde ermittelt wird, eingestellt werden.

[0005] Die US 2002/0162457 A1 beschreibt ein Verfahren zur Entlüftung eines Kraftstofftanksystems einer Brennkraftmaschine, bei dem basierend auf dem Gehalt an Kohlenwasserstoffen in dem Spülgas entschieden wird, wann ein Spülen des Kraftstoffdampffilters erfolgen muss und wann dieses Spülen wieder beendet werden kann. Die Ermittlung des Gehalts an Kohlenwasserstoffen in dem Spülgas wird dabei mittels eines entsprechenden HC-Sensors durchgeführt.

[0006] Die DE 10 2016 014 461 A1 offenbart ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0007] Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, ein vorteilhaftes Verfahren zum Ermitteln des Gehalts von Kohlenwasserstoffen in Spülgas eines Kraftstofftanksystems einer Brennkraftmaschine anzugeben.

[0008] Diese Aufgabe wird mittels eines Verfahrens gemäß dem Patentanspruch 1 gelöst. Eine zur Durchführung eines solchen Verfahrens geeignete Brennkraftmaschine ist Gegenstand des Patentanspruchs 9. Vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens und bevorzugten Ausgestaltungsformen der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine sind Gegenstände der weiteren Patentansprüche und/oder ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Erfindung.

[0009] Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zum Ermitteln des Gehalts von Kohlenwasserstoffen in Spülgas eines Kraftstofftanksystem einer Brennkraftmaschine vorgesehen, wobei das Kraftstofftanksystem zumindest

- einen Kraftstofftank,
- einen Kraftstoffdampffilter, der in fluidleitender Verbindung mit einer Umgebungsmündung steht,
- eine von dem Kraftstofftank zu dem Kraftstoffdampffilter führende Entlüftungsleitung,
- eine von dem Kraftstoffdampffilter zu dem Frischgasstrang der Brennkraftmaschine führende Spülgasleitung,
- ein in die Spülgasleitung integriertes Regelventil (Tankentlüftungsventil),
- einen in die Spülgasleitung integrierten Drucksensor, der als Relativdrucksensor oder als Absolutdrucksensor oder als Differenzdrucksensor ausgebildet sein kann, und
- einen in die Spülgasleitung integrierten Verdichter, d.h. eine sogenannte Spülluftpumpe,

umfasst. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass während eines Betriebs des Verdichters über einen definierten Zeitraum mittels des Drucksensors mindestens drei Druckmessungen in der Spülgasleitung durchgeführt und erst am Ende des Zeitraums basierend auf den ermittelten Druckwerten die Beladung des Spülgases, das während des Zeitraums die Spülgasleitung durchströmt hat, mit Kohlenwasserstoffen qualitativ ermittelt wird.

[0010] Als Ermittlung der "qualitativen" Beladung wird dabei verstanden, dass für das in dem Spülgas enthaltene Gemisch an Kohlenwasserstoffen zumindest eine Aussage über eine konkrete Zusammensetzung einzelner der Kohlenwasserstoffe getroffen wird.

[0011] Hierzu wird für die Druckmessungen jeweils ein Druckgradient, eine Druckdifferenz zu einer der anderen Druckmessungen und/oder eine Druckgradientendifferenz ermittelt, die hinsichtlich mindestens eines diese jeweils beschreibenden Werts, der für bestimmte Arten von Kohlenwasserstoffen charakteristisch ist, analysiert werden, um die Beladung des Spülgases mit den Kohlenwasserstoffen qualitativ zu ermitteln. So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass bei einem relativ großen Druckgradienten von einem relativ großen Ethanolgehalt im Spülgas ausgegangen wird.

[0012] Die Bezeichnung "Kraftstoffdampffilter" bedingt erfindungsgemäß nicht, dass dieser den flüchtigen Kraftstoff in gasförmiger Form filtern muss. Vielmehr kann der Kraftstoff bei der Filterung auch schon wieder (teilweise) auskondensiert sein.

[0013] Neben einer Ermittlung der quantitativen Beladung, die vorzugsweise parallel zu der Ermittlung der qualitativen Beladung durchgeführt wird, ermöglicht die erfindungsgemäße Ermittlung der qualitativen Beladung eine besonders genaue Abschätzung des Einflusses, den das Spülgas, das dem Frischgasstrang der Brennkraftmaschine und über diesen dem Verbrennungsmotor zugeführt wird, auf die Verbrennungsprozesse im Betrieb des Verbrennungsmotors hat. Dadurch können dementsprechend auch Gegenmaßnahmen, wie insbesondere eine Anpassung der Mengen des für die einzelnen Arbeitsspiele in Brennräume des Verbrennungsmotors eingespritzten Kraftstoffs, die der Kompensation der mit dem Spülgas in die Brennräume eingebrachten Kohlenwasserstoffe dient, möglichst genau durchgeführt werden. Dadurch können die Kraftstoff-Frischgas-Gemischmengen, die in den einzelnen Arbeitsspielen in den Brennräumen thermisch umgesetzt werden, möglichst exakt im Bereich eines vorgesehenen Sollwerts oder Sollwertbereichs gehalten werden, was sich positiv auf das Betriebsverhalten des Verbrennungsmotors oder der gesamten Brennkraftmaschine und insbesondere auf den Wirkungsgrad und/oder das Emissionsverhalten auswirkt.

[0014] Die Erfindung betrifft dementsprechend auch ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, das ein erfindungsgemäßes Ermitteln des Gehalts von Kohlenwasserstoffen in Spülgas eines Kraftstofftanksystems der Brennkraftmaschine sowie basierend auf diesem Ermittlungsergebnis eine Anpassung von Parametern, die im Betrieb der Brennkraftmaschine in einem Verbrennungsmotor ablaufende Verbrennungsprozesse beeinflussen, umfasst.

[0015] Die vorzugsweise vorgesehene quantitative Ermittlung der Beladung des Spülgases mit Kohlenwasserstoffen, bei der vorzugsweise die Menge der Kohlenwasserstoffe im Verhältnis zu der Gesamtmenge des Spülgases, d.h. der relative Gehalt der Kohlenwasserstoffe (in Volumenprozent oder Massenprozent), ermittelt wird, erfolgt vorzugsweise erst beziehungsweise einmalig (für den Zeitraum) am Ende des Zeitraums, wodurch basierend auf Druckmessungen besonders genaue Ergebnisse hinsichtlich der quantitativen Beladung des Spülgases mit Kohlenwasserstoffen realisiert werden können.

[0016] Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass der definierte Zeitraum mit der Inbetriebnahme des Verdichters folglich mit dem Anfang eines Spülvorgangs beginnt und/oder mit dem Ermitteln von mehreren in einem gleichen Wertebereich liegenden Druckwerten endet. Dieser Wertebereich ist dabei im Vergleich zu der maximalen Differenz der gemessenen Druckwerten relativ klein, so dass demnach vorgesehen ist, dass der definierte Zeitraum beim mehrfachen Auftreten von gleichen oder annähernd gleichen Druckwerten endet. Alternativ oder ergänzend kann aber auch vorgesehen sein, dass der definierte Zeitraum sich genau oder mindestens über die definierte Anzahl von Druckmessungen erstreckt.

[0017] Weiterhin bevorzugt kann vorgesehen sein, dass für die Ermittlung der qualitativen Beladung des Spülgases mit den Kohlenwasserstoffen ergänzend die Positionen zumindest einzelner der Druckmessungen innerhalb des definierten Zeitraums und/oder der zeitliche Abstand zumindest einzelner der Druckmessungen von einer vorausgegangenen Inbetriebnahme des Verdichters genutzt wird. Dadurch kann sich eine besonders genaue Ermittlungen der qualitativen Beladung ergeben. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass von einem relativ großen Ethanolgehalt im Spülgas nur dann ausgegangen wird, wenn in einem relativ frühen Abschnitt des definierten Zeitraums und insbesondere nach einer Inbetriebnahme des Verdichters mindestens ein relativ großer Druckgradient ermittelt worden ist.

[0018] Zur Erhöhung der Genauigkeit der Ermittlung der quantitativen und/oder der qualitativen Beladung des Spülgases mit Kohlenwasserstoffen kann vorzugsweise vorgesehen sein, dass der zeitliche Abstand zwischen den Druckmessungen zumindest teilweise variiert wird. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass, in definierten Grenzen und bezogen auf Referenzwerte, der zeitliche Abstand zwischen einer ersten Druckmessung und einer zweiten Druckmessung umso kürzer gewählt wird, je größer ein basierend auf der ersten Druckmessung ermittelter Druckgradient ist. Folglich kann vorzugsweise vorgesehen sein, dass ein erster Druckgradient basierend auf einer ersten Druckmessung sowie ein zweiter Druckgradient basierend auf einer darauffolgenden zweiten Druckmessung ermittelt wird und basierend auf der Größe des Unterschieds zwischen diesen Druckgradienten der zeitliche Abstand zwischen der zweiten und einer darauffolgenden dritten Druckmessung derart variiert wird, dass bei einem relativ großen Unterschied zwischen den Druckgradienten der zeitliche Abstand relativ klein gewählt wird.

[0019] Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass ein erfindungsgemäßes Verfahren bei jeder Inbetriebnahme des Verdichters zumindest einmalig durchgeführt wird, so dass für jeden Spülvorgang eine erfindungsgemäße Ermittlung des Gehalts von Kohlenwasserstoffen in dem dann geförderten Spülgas erfolgt, so dass demensprechend auch für jeden Spülvorgang eine möglichst exakte Kompensation des Einflusses der über das Spülgas in die Brennräume des Verbrennungsmotors eingebrachten Kohlenwasserstoffe erfolgen kann.

[0020] Eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine umfasst einerseits zumindest

- einen Verbrennungsmotor,
- einen Frischgasstrang zum Zuführen von Frischgas zu dem Verbrennungsmotor,
- einen Abgasstrang zum Abführen von Abgas von dem Verbrennungsmotor und

- ein Kraftstofftanksystem, das
  - einen Kraftstofftank,
  - einen Kraftstoffdampffilter, der in fluidleitender Verbindung mit einer Umgebungsmündung steht,
  - eine von dem Kraftstofftank zu dem Kraftstoffdampffilter führende Entlüftungsleitung,
  - eine von dem Kraftstoffdampffilter zu dem Frischgasstrang der Brennkraftmaschine führende Spülgasleitung,
  - ein in die Spülgasleitung integriertes Regelventil (Tankentlüftungsventil),
  - einen in die Spülgasleitung integrierten Drucksensor und
  - einen in die Spülgasleitung integrierten Verdichter, d.h. eine sogenannte Spülluftpumpe,

umfasst. Weiterhin weist eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine eine Steuerungsvorrichtung auf, die zur automatisierten Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildet ist.

[0021] Das erfindungsgemäße Verfahren kann insbesondere bei einem Kraftstofftanksystem einer (erfindungsgemäßen) Brennkraftmaschine zur Anwendung kommen, deren Verbrennungsmotor fremdgezündet und insbesondere nach dem Otto-Prinzip betreibbar ist, weil der für den Betrieb eines solchen Verbrennungsmotors genutzte Kraftstoff in der Regel relativ (insbesondere im Vergleich zu Diesel-Kraftstoff) leicht flüchtig ist, wodurch die besondere Notwendigkeit einer Tankentlüftung begründet sein kann.

[0022] Eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine kann insbesondere Teil eines Kraftfahrzeugs sein. Dabei kann der Verbrennungsmotor der Brennkraftmaschine insbesondere zur direkten oder indirekten Bereitstellung der Antriebsleistung für das Kraftfahrzeug vorgesehen sein. Die Erfindung betrifft daher weiterhin ein Kraftfahrzeug, insbesondere ein radbasiertes Kraftfahrzeug (vorzugsweise ein PKW oder ein LKW), mit einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine.

[0023] Die unbestimmten Artikel ("ein", "eine", "einer" und "eines"), insbesondere in den Patentansprüchen und in der die Patentansprüche allgemein erläuternden Beschreibung, sind als solche und nicht als Zahlwörter zu verstehen. Entsprechend damit konkretisierte Komponenten sind somit so zu verstehen, dass diese mindestens einmal vorhanden sind und mehrfach vorhanden sein können.

[0024] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausgestaltungsbeispiels näher erläutert. In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1: eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine mit einem Kraftstofftanksystem in schematischer Darstellung und

Fig. 2: ein Diagramm zur Veranschaulichung der Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0025] Die Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug mit einem Kraftstofftanksystem. Dieses umfasst einen Kraftstofftank 10, der über eine Entlüftungsleitung 12 mit einem Kraftstoffdampffilter 14, der insbesondere in Form eines Aktivkohlefilters ausgebildet sein oder zumindest einen solchen umfassen kann, verbunden ist. Der Kraftstoffdampffilter 14 ist weiterhin über eine Spülgasleitung 16 mit einem Frischgasstrang 18 der Brennkraftmaschine verbunden, wobei die Spülgasleitung 16 in den Frischgasstrang 18 stromauf (bezüglich der Strömungsrichtung von Frischgas in dem Frischgasstrang 18 in Richtung eines Verbrennungsmotor 20 der Brennkraftmaschine) eines in den Frischgasstrang 18 integrierten Ladeluftverdichters 22 mündet. Der Ladeluftverdichter 22 ist Teil eines Abgasturboladers, der weiterhin eine Abgasturbine 24 umfasst, die in einen Abgasstrang 26 der Brennkraftmaschine integriert ist. In der zwischen dem Ladeluftverdichter 22 und dem Verbrennungsmotor 20 gelegenen Ladeluftstrecke des Frischgasstrangs 18 ist noch eine Drosselklappe 36 vorgesehen, die die Ladeluftstrecke in einen stromauf gelegenen, häufig als Druckrohr bezeichneten Abschnitt sowie einen stromab gelegenen, häufig als Saugrohr bezeichneten Abschnitt unterteilt.

[0026] Im Betrieb der Brennkraftmaschine wird in bekannter Weise in definierter Reihenfolge in Brennräumen 28 des Verbrennungsmotors 20, die teilweise von Zylindern 30 des Verbrennungsmotors 20 begrenzt sind, Gemischmengen, die aus Frischgas, das vollständig oder hauptsächlich aus Umgebungsluft besteht, sowie aus beispielsweise direkt mittels nicht dargestellten Einspritzventilen in die Brennräume 28 eingespritztem Kraftstoff bestehen, verbrannt, wobei die so erzeugten Druckerhöhungen in den Brennräumen 28 dazu genutzt werden, in den Zylindern 30 längsaxial beweglich geführte Kolben 32 zu bewegen. Diese Bewegungen der Kolben 32 werden unter Zwischenschaltung von Pleueln (nicht dargestellt) in eine Drehbewegung einer Kurbelwelle (nicht dargestellt) gewandelt, wobei die Führung der Kolben 32 über die Pleuel mittels der Kurbelwelle gleichzeitig zu einer zyklischen Hin-und-herBewegung der Kolben 32 führt. Das bei der Verbrennung der Frischgas-Kraftstoff-Gemischmengen in den Brennräumen 28 entstandene Abgas wird über den Abgasstrang 26 abgeführt und durchströmt dabei die Abgasturbine 24, was zu einem drehenden Antrieb eines Turbinenlaufrads (nicht dargestellt) führt. Diese Drehung des Turbinenlaufrads wird mittels einer Welle 34 auf ein Verdichterlaufrad (nicht dargestellt) des Ladeluftverdichters 22 übertragen, wodurch der Ladeluftverdichter 22 für eine Verdichtung des über den Frischgasstrang 18 dem Verbrennungsmotor 20 zugeführten Frischgases sorgt.

[0027] Der Kraftstoffdampffilter 14 des Kraftstofftanksystems steht mit seiner bezüglich der Entlüftungsleitung 12 und der Spülgasleitung 16 abgewandten Seite (bezo-

gen auf dessen Filterwirkung für Kraftstoffdämpfe) über eine Umgebungsluftleitung 38 mit der Umgebung in gasleitender Verbindung, wozu die Umgebungsluftleitung 38 eine Umgebungsmündung 44 ausbildet.

[0028] Der Kraftstofftank 10 ist teilweise mit Kraftstoff gefüllt, wobei ein Teil dieses eigentlich flüssigem Kraftstoffs in der Regel verdampft ist, so dass in dem Kraftstofftank 10 auch Kraftstoff in gasförmigem Aggregatzustand vorliegt. Ein solches Verdampfen von Kraftstoff in dem Kraftstofftank 10 wird durch eine relativ hohe Temperatur des Kraftstoffs verstärkt, was insbesondere bei relativ hohen Umgebungstemperaturen sowie bei einer Änderung des Umgebungsdrucks, beispielsweise infolge einer Bergfahrt eines die Brennkraftmaschine umfassenden Kraftfahrzeugs, der Fall sein kann. Um einen durch ein solches Verdampfen bedingten, unzulässig hohen Überdruck in dem Kraftstofftank 10 zu vermeiden, ist die Möglichkeit eines Druckausgleichs mit dem Umgebungsdruck über die Entlüftungsleitung 12 und den Kraftstoffdampffilter 14 sowie über die Umgebungsluftleitung 38 gegeben, wobei durch den Kraftstoffdampffilter 14 vermieden wird, dass ein solcher Druckausgleich zu einem Entweichen von Kraftstoffdämpfen in die Umgebung führt.

[0029] Ein solches Entlüften des Kraftstofftanks 10 führt zu einer zunehmenden Sättigung des Kraftstoffdampffilters 14, was wiederum bedingt, diesen in regelmäßigen Abständen zu regenerieren. Hierzu ist ein Spülen des Kraftstoffdampffilters 14 vorgesehen, indem Umgebungsluft über die Umgebungsmündung 44 und die Umgebungsluftleitung 38 angesaugt wird. Diese Umgebungsluft durchströmt den Kraftstoffdampffilter 14 in im Vergleich zu der Durchströmung bei der Entlüftung des Kraftstofftanks 10 entgegengesetzter Richtung, wodurch in dem Kraftstoffdampffilter 10 absorbierte Kraftstoffmoleküle durch die Umgebungsluft mitgenommen und über die Spülgasleitung 16 in den Frischgasstrang 18 eingetragen werden. Dadurch wird dieser Kraftstoff, der in der Regel eine Mischung unterschiedlicher Kohlenwasserstoffe umfasst, einer Verbrennung in den Brennräumen 28 des Verbrennungsmotors 20 zugeführt.

[0030] Ein solches Spülen des Kraftstoffdampffilters 14 ist lediglich zeitweise und stets während des Betriebs des Verbrennungsmotors 26 vorgesehen, weil nur dann der durch das Spülen des Kraftstoffdampffilters 14 in den Frischgasstrang 18 eingebrachte Kraftstoff auch sicher einer Verbrennung in den Brennräumen 34 zugeführt werden kann. Ein Einbringen in den Frischgasstrang 18 bei einem Nichtbetrieb des Verbrennungsmotors 26 könnte dagegen dazu führen, dass der gasförmige Kraftstoff über Undichtigkeiten des Frischgasstrangs 18 und insbesondere über eine Ansaugöffnung des Frischgasstrangs 18 in die Umgebung entweichen könnte.

[0031] In die Spülgasleitung 16 ist ein Tankentlüftungsventil 42 integriert, das möglichst nah an deren Mündung 40 in den Frischgasstrang 18 angeordnet oder in diese integriert ist.

[0032] Für ein Spülen des Kraftstoffdampffilters 14 ist ein ausreichendes Druckgefälle zwischen einerseits dem Umgebungsdruck und andererseits dem Druck im Frischgasstrang 18 im Bereich der Mündung 40 der Spülgasleitung 16 erforderlich, die aufgrund stark schwankender Drücke in dem Frischgasstrang 18 während eines Betriebs des Verbrennungsmotors 20 nicht immer gegeben ist. Während eines Betriebs des Verbrennungsmotors 20 und damit des Ladeluftverdichters 22 ist der Druck des Frischgases in dem Abschnitt des Frischgasstrangs 18 im Bereich der Mündung 40 der Spülgasleitung 16 meistens so niedrig, dass ein ausreichendes Druckgefälle im Vergleich zu dem an der Umgebungsmündung 44 anliegenden Umgebungsdruck vorliegt. Dies ist jedoch nicht immer der Fall.

[0033] Um jederzeit ein Spülen des Kraftstoffdampffilters 14 zu ermöglichen, so dass sicher eine vollständige Sättigung desselben verhindert werden kann, umfasst das Kraftstofftanksystem der Brennkraftmaschine noch einen in die Spülgasleitung 16 integrierten Verdichter 46, der regelmäßig auch als "Spülluftpumpe" bezeichnet wird und der in Form eines Kolbenverdichters, insbesondere als Flügelzellenverdichter, oder als Radialgebläse ausgebildet sein kann. Durch einen Betrieb dieses Verdichters 46 kann aktiv Umgebungsluft über die Umgebungsmündung 44 angesaugt werden, die dann den Kraftstoffdampffilter 14 zu dessen Spülung durchströmt und über den Verdichter 46 bis zu der Mündung 40 der Spülgasleitung 16 gefördert wird.

[0034] Zumindest der Verdichter 46, das Tankentlüftungsventil 42, die Drosselklappe 36 und ein in die Spülgasleitung 16 integrierter Drucksensor 50 sind mittels einer Steuerungsvorrichtung 48 (z.B. der Motorsteuerung der Brennkraftmaschine) ansteuerbar.

[0035] Die Fig. 2 veranschaulicht in einem Diagramm das Vorgehen bei der Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens. Darin sind für zwei Spülvorgänge eines Kraftstofftanksystems einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine gemäß beispielsweise der Fig. 1 die Verläufe des Drucks in einem Abschnitt der Spülgasleitung 16, der insbesondere stromab des Verdichters 46 angeordnet sein kann, über der Zeit für einen definierten Zeitraum, der mit der Inbetriebnahme des Verdichters beginnt (Anfangszeitpunkt t_A) und sich über eine Zeitspanne bis zu dem in der Fig. 2 gekennzeichneten Endzeitpunkt t_E erstreckt, dargestellt. Während dieses definierten Zeitraums werden für jeden der Spülvorgänge eine Mehrzahl von Druckmessungen, die in der Fig. 2 durch entsprechende Messpunkte entlang der Druckverläufe gekennzeichnet sind, durchgeführt und die dazugehörigen Druckverläufe basierend auf den gemessenen Druckwerten interpoliert. Der Endzeitpunkt t_E, der für die verschiedenen Spülvorgänge auch unterschiedlich liegen kann, kann eine definierte Zeitspanne nach dem jeweiligen Anfangszeitpunkt t_A liegen. Alternativ kann vorgesehen sein, dass der Endzeitpunkt t_E zeitgleich mit der Durchführung der letzten einer definierten Anzahl von Druckmessungen liegt. Und wiederum alternativ kann vorgesehen sein, dass der Endzeitpunkt t_E

gesetzt wird, wenn sich der jeweils betrachtete Druckverlauf über einen definierten Zeitraum und/oder über eine definierte Anzahl von Druckmessungen nicht mehr oder nur noch mit einem unterhalb eines definierten Grenzwerts liegenden Wert ändert.

[0036] Zeitgleich mit dem Ende des definierten Zeitraums erfolgt eine Auswertung des/jedes Druckverlaufs, woraus einerseits die quantitative und andererseits die qualitative Beladung des während des dazugehörigen Zeitraums von dem Verdichter geförderten Spülgases, das anschließend in den Frischgasstrang einströmt oder bereits eingeströmt ist, mit Kohlenwasserstoffen abgeleitet wird. Diese Auswertung basiert insbesondere auf unterschiedlichen Dichten, die die verschiedenen in dem Spülgas enthaltenen Kohlenwasserstoffe einerseits im Vergleich zueinander und andererseits im Vergleich zu in dem Spülgas ebenfalls enthaltener Umgebungsluft aufweisen. Dabei kann aus dem über dem jeweiligen Zeitraum gemittelten Anstieg des Drucks insbesondere die quantitative Beladung des Spülgases mit Kohlenwasserstoffen ermittelt werden, während aus dem charakteristischen Verlauf des Drucks während des jeweiligen Zeitraums Aussagen über die qualitative Beladung und damit die Zusammensetzung des verschiedene Kohlenwasserstoffe umfassenden Gemischs in dem Spülgas getroffen werden. Beispielsweise zeigt der obere der beiden in der Fig. 2 dargestellten Druckverläufe einen deutlich steileren Anstieg in einem relativ frühen Abschnitt des definierten Zeitraums als der untere Druckverlauf in einem entsprechenden Abschnitt des dazugehörigen Zeitraums, wodurch ein relativ hoher Ethanolgehalt des in dem entsprechenden Spülvorgang geförderten Spülgases abgeleitet werden kann.

[0037] In der Fig. 2 ist auch dargestellt, dass die zeitlichen Abstände zwischen den Druckmessungen für die einzelnen Druckverläufe variiert werden, wobei tendenziell vorgesehen ist, dass der zeitliche Abstand, nach dem eine noch durchzuführende Druckmessung durchgeführt werden soll, umso kürzer gewählt wird, je steiler der Anstieg beziehungsweise je größer der Druckgradient des Druckverlauf zum Zeitpunkt der jeweils vorausgegangenen Druckmessung war. Auf diese Weise kann die Auflösung bei der Ermittlung der Druckverläufe erhöht und damit das Auswertungsergebnis verbessert werden.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0038]

10	Kraftstofftank
12	Entlüftungsleitung
14	Kraftstoffdampffilter
16	Spülgasleitung
18	Frischgasstrang
20	Verbrennungsmotor
22	Ladeluftverdichter
24	Abgasturbine
26	Abgasstrang
28	Brennraum des Verbrennungsmotors
30	Zylinder des Verbrennungsmotors
32	Kolben des Verbrennungsmotors
34	Welle
36	Drosselklappe
38	Umgebungsluftleitung
40	Mündung der Spülgasleitung
42	Tankentlüftungsventil
44	Umgebungsmündung
46	Verdichter
48	Steuerungsvorrichtung
50	Drucksensor

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln des Gehalts von Kohlenwasserstoffen in Spülgas eines Kraftstofftanksystem einer Brennkraftmaschine, das

   - einen Kraftstofftank (10),
   - einen Kraftstoffdampffilter (14), der in fluidleitender Verbindung mit einer Umgebungsmündung (44) steht,
   - eine von dem Kraftstofftank (10) zu dem Kraftstoffdampffilter (14) führende Entlüftungsleitung (12),
   - eine von dem Kraftstoffdampffilter (14) zu dem Frischgasstrang (18) der Brennkraftmaschine führende Spülgasleitung (16),
   - ein in die Spülgasleitung (16) integriertes Regelventil (42),
   - einen in die Spülgasleitung (16) integrierten Drucksensor (50) und
   - einen in die Spülgasleitung (16) integrierten Verdichter (46)

   umfasst, wobei während eines Betriebs des Verdichters (46) über einen definierten Zeitraum mittels des Drucksensors (50) mindestens drei Druckmessungen durchgeführt werden, wobei am Ende des Zeitraums basierend auf den dabei ermittelten Druckwerten die Beladung des Spülgases mit Kohlenwasserstoffen qualitativ ermittelt wird, wobei für die Druckmessungen jeweils ein Druckgradient und/oder eine Druckdifferenz zu einer der anderen Druckmessungen und/oder eine Druckgradientendifferenz ermittelt wird, die hinsichtlich mindestens eines diese beschreibenden Werts, der für bestimmte Arten von Kohlenwasserstoffen charakteristisch ist, analysiert werden, um die Beladung des Spülgases mit den Kohlenwasserstoffen qualitativ zu ermitteln.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zeitraum mit der Inbetriebnahme des Verdichters (46) beginnt und/oder mit dem Er-

mitteln von mehreren in einem gleichen Wertebereich liegenden Druckwerten endet und/oder der Zeitraum sich über die definierte Anzahl von Druckmessungen erstreckt.

3. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Ermittlung der qualitativen Beladung des Spülgases mit den Kohlenwasserstoffen ergänzend die Positionen der Druckmessungen innerhalb des definierten Zeitraums und/oder der zeitliche Abstand der Druckmessungen von einer vorausgegangenen Inbetriebnahme des Verdichters (46) genutzt wird.

4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Ende des Zeitraums die Beladung des Spülgases mit Kohlenwasserstoffen (einmalig) auch quantitativ basierend auf den gemessenen Druckwerten ermittelt wird.

5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zeitliche Abstand zwischen den Druckmessungen zumindest teilweise variiert wird.

6. Verfahren gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erster Druckgradient basierend auf einer ersten Druckmessung sowie ein zweiter Druckgradient basierend auf einer darauffolgenden zweiten Druckmessung ermittelt wird und basierend auf der Größe des Unterschieds zwischen diesen Druckgradienten der zeitliche Abstand zwischen der zweiten und einer darauffolgenden dritten Druckmessung derart variiert wird, dass bei einem relativ großen Unterschied zwischen den Druckgradienten der zeitliche Abstand relativ klein gewählt wird.

7. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Durchführung bei jeder Inbetriebnahme des Verdichters (46).

8. Brennkraftmaschine mit

- einem Verbrennungsmotor (20),
- einem Frischgasstrang (18) zum Zuführen von Frischgas zu dem Verbrennungsmotor (20),
- einem Abgasstrang (26) zum Abführen von Abgas von dem Verbrennungsmotor (20),
- einem Kraftstofftanksystem, das
  - einen Kraftstofftank (10),
  - einen Kraftstoffdampffilter (14), der in fluidleitender Verbindung mit einer Umgebungsmündung (44) steht,
  - eine von dem Kraftstofftank (10) zu dem Kraftstoffdampffilter (14) führende Entlüftungsleitung (12),
  - eine von dem Kraftstoffdampffilter (14) zu dem Frischgasstrang (18) der Brennkraftmaschine führende Spülgasleitung (16),
  - ein in die Spülgasleitung (16) integriertes Regelventil (42),
  - einen in die Spülgasleitung (16) integrierten Drucksensor (50) und
  - einen in die Spülgasleitung (16) integrierten Verdichter (46) umfasst, und
- einer Steuerungsvorrichtung (48),

dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungsvorrichtung (48) zur automatisierten Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

9. Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbrennungsmotor (20) fremdgezündet betreibbar ist.

Claims

1. A method for determining the content of hydrocarbons in purge gas of a fuel tank system of a combustion engine, which comprises

- a fuel tank (10),
- a fuel vapor filter (14), which is fluidically connected to an ambient opening (44),
- a vent line (12) leading from the fuel tank (10) to the fuel vapor filter (14),
- a purge gas line (16) leading from the fuel vapor filter (14) to the fresh gas line (18) of the combustion engine,
- a regulating valve (42) integrated into the purge gas line (16),
- a pressure sensor (50) integrated into the purge gas line (16), and
- a compressor (46) integrated into the purge gas line (16),

wherein, during the operation of the compressor (46), at least three pressure measurements are carried out by means of the pressure sensor (50) over a defined time period, wherein the loading of the purge gas with hydrocarbons is qualitatively determined at the end of the time period based on the pressure values thereby determined, wherein a pressure gradient and/or a pressure difference to one of the other pressure measurements and/or a pressure gradient difference is determined for each of the pressure measurements, said pressure gradients and/or pressure differences and/or pressure gradient differences being analyzed with regard to at least one value descriptive thereof which is characteristic of specific types of hydrocarbons, in order to qualitatively determine the loading of the purge

gas with the hydrocarbons.

2. The method according to claim 1, **characterized in that** the time period begins with the start-up of the compressor (46) and/or ends with the determination of a plurality of pressure values lying in a same value range and/or the time period extends over the defined number of pressure measurements.

3. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the positions of the pressure measurements within the defined time period and/or the time interval of the pressure measurements from a preceding start-up of the compressor (46) are additionally used for determining the qualitative loading of the purge gas with the hydrocarbons.

4. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the loading of the purge gas with hydrocarbons (once) is also determined quantitatively at the end of the time period based on the measured pressure values.

5. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the time interval between the pressure measurements is at least partially varied.

6. The method according to claim 5, **characterized in that** a first pressure gradient is determined based on a first pressure measurement and a second pressure gradient is determined based on a subsequent second pressure measurement, and, based on the size of the difference between these pressure gradients, the time interval between the second and a subsequent third pressure measurement is varied in such a way that the time interval is selected to be relatively small when the difference between the pressure gradients is relatively large.

7. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that** it is carried out at each start-up of the compressor (46).

8. A combustion engine with

- an internal combustion engine (20),
- a fresh gas line (18) for supplying fresh gas to the internal combustion engine (20),
- an exhaust gas line (26) for discharging exhaust gas from the internal combustion engine (20),
- a fuel tank system which comprises
  - a fuel tank (10),
  - a fuel vapor filter (14), which is fluidically connected to an ambient opening (44),
  - a vent line (12) leading from the fuel tank (10) to the fuel vapor filter (14),
  - a purge gas line (16) leading from the fuel vapor filter (14) to the fresh gas line (18) of the combustion engine,
  - a regulating valve (42) integrated into the purge gas line (16),
  - a pressure sensor (50) integrated into the purge gas line (16) and
  - a compressor (46) integrated into the purge gas line (16), and
  - a control device (48),

characterized in that the control device (48) is designed to carry out a method according to one of the preceding claims in an automated manner.

9. The combustion engine according to claim 8, **characterized in that** the internal combustion engine (20) can be operated in a spark-ignited manner.

Revendications

1. Procédé pour la détermination de la teneur en hydrocarbures dans un gaz de purge d'un système de réservoir à carburant d'un moteur à combustion interne, qui comprend

- un réservoir à carburant (10),
- un filtre à vapeur de carburant (14), qui est en communication de fluide avec une embouchure vers l'environnement (44),
- une conduite de ventilation (12) conduisant du réservoir à carburant (10) au filtre à vapeur de carburant (14),
- une conduite de gaz de purge (16) conduisant du filtre à vapeur de carburant (14) à la ligne de gaz frais (18) du moteur à combustion interne,
- une soupape de régulation (42) intégrée dans la conduite de gaz de purge (16),
- un capteur de pression (50) intégré dans la conduite de gaz de purge (16) et
- un compresseur (46) intégré dans la conduite de gaz de purge (16),

durant le fonctionnement du compresseur (46), au moins trois mesures de pression étant effectuées au moyen du capteur de pression (50) pendant une période de temps définie, à la fin de la période de temps la charge de gaz de purge en hydrocarbures étant déterminée qualitativement sur la base des valeurs de pression déterminées, pour les mesures de pression, un gradient de pression et/ou une différence de pression par rapport à une des autres mesures de pression et/ou une différence de gradient de pression étant déterminés, lesquels sont analysés quant à au moins une de ces valeurs décrites qui est ca-

ractéristique pour certains types d'hydrocarbures, pour déterminer qualitativement la charge du gaz de purge en hydrocarbures.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la période de temps commence avec la mise en service du compresseur (46) et/ou termine avec la détermination de plusieurs valeurs de pression situées dans la même plage de valeurs et/ou la période de temps s'étend sur un nombre de mesures de pression défini.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que,** pour la détermination de la charge qualitative du gaz de purge en hydrocarbures, les positions de mesures de pression dans la période de temps définie et/ou le décalage temporel des mesures de pression d'une mise en service antérieure du compresseur (46) sont utilisés en complément.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que,** à la fin de la période de temps, la charge du gaz de purge en hydrocarbures est déterminée (une fois) aussi quantitativement sur la base des valeurs de pression mesurées.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le décalage temporel entre les mesures de pression est au moins partiellement varié.

6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce qu'un** premier gradient de pression est déterminé sur la base d'une première mesure de pression ainsi qu'un deuxième gradient de pression sur la base d'une deuxième mesure de pression suivante et, sur la base de la grandeur de différence entre ces gradients de pression, le décalage temporel entre la deuxième et une troisième mesure de pression suivante est varié de telle façon que dans le cas d'une différence relativement grande entre les gradients de pression un décalage temporel relativement petit soit choisi.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'exécution s'effectue à chaque mise en service du compresseur (46).

8. Moteur à combustion interne comprenant

- un moteur à combustion (20),
- une ligne de gaz frais (18) pour l'amenée de gaz frais au moteur à combustion (20),
- une ligne de gaz d'échappement (26) pour l'évacuation de gaz d'échappement du moteur à combustion (20),
- un système de réservoir à carburant, qui comprend
  - un réservoir à carburant (10),
  - un filtre à vapeur de carburant (14), qui est en communication de fluide avec une embouchure vers l'environnement (44),
  - une conduite de ventilation (12) conduisant du réservoir à carburant (10) au filtre à vapeur de carburant (14),
  - une conduite de gaz de purge (16) conduisant du filtre à vapeur de carburant (14) à la ligne de gaz frais (18) du moteur à combustion interne,
  - une soupape de régulation (42) intégrée dans la conduite de gaz de purge (16),
  - un capteur de pression (50) intégré dans la conduite de gaz de purge (16) et
  - un compresseur (46) intégré dans la conduite de gaz de purge (16) et
  - un dispositif de commande (48),

caractérisé en ce que le dispositif de commande (48) est conçu pour l'exécution automatique d'un procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes.

9. Moteur à combustion interne selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le moteur à combustion (20) peut être exploité par un allumage externe.

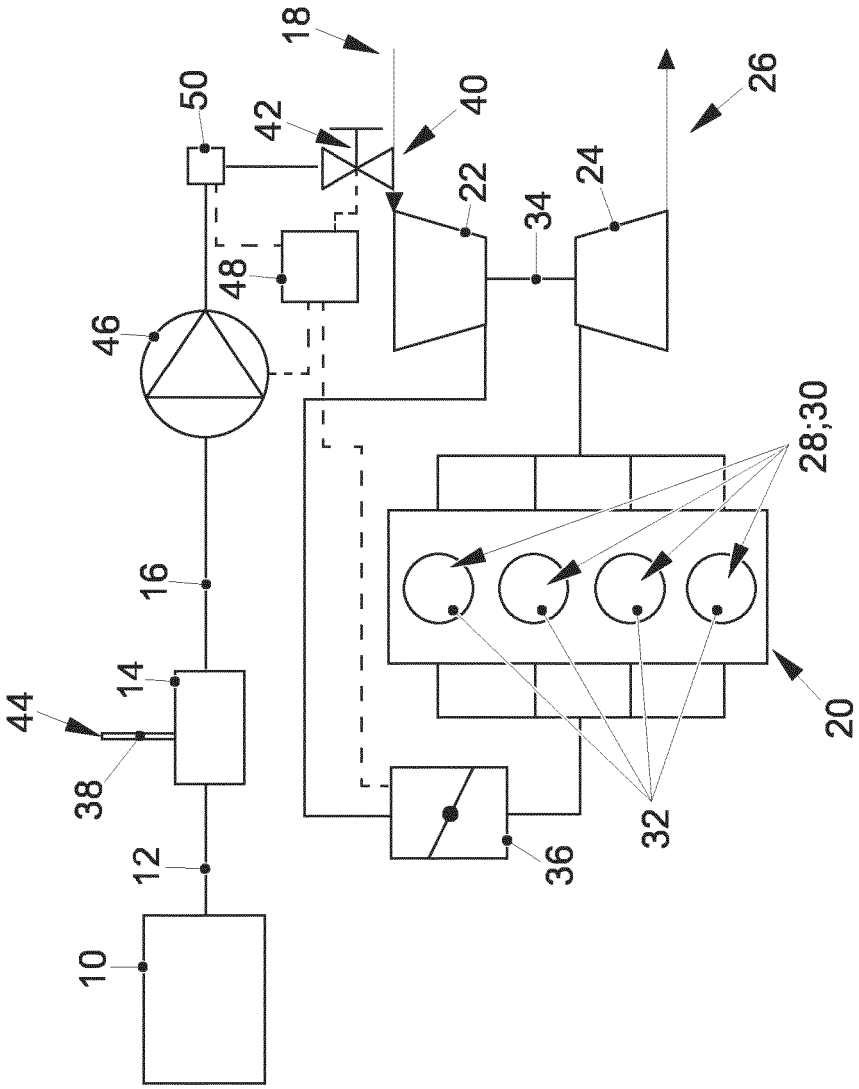

FIG. 1

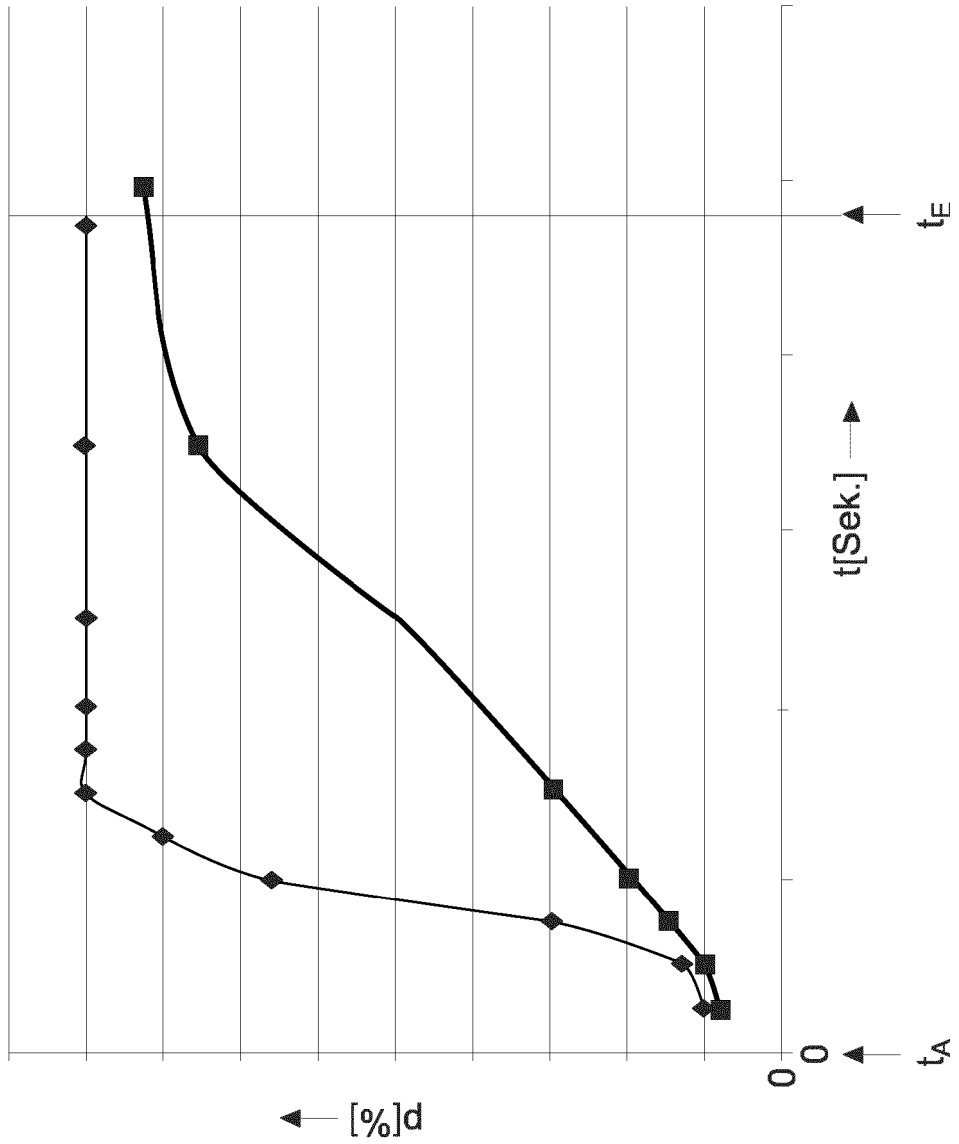

FIG. 2

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

- US 20030047161 A1 **[0004]**
- US 20020162457 A1 **[0005]**
- DE 102016014461 A1 **[0006]**