

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 518 047 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
30.11.2005 Patentblatt 2005/48

(51) Int Cl.7: **F02D 35/00**, F02D 41/14,
F02M 25/08

(21) Anmeldenummer: **03735358.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2003/004651

(22) Anmeldetag: **03.05.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/001211 (31.12.2003 Gazette 2004/01)

(54) **VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG EINER BELADUNG EINES AKTIVKOHLEBEHÄLTERS EINES TANKENTLÜFTUNGSSYSTEMS**

METHOD FOR DETERMINING THE LOAD OF AN ACTIVATED CARBON CONTAINER IN A TANK VENTILATION SYSTEM

PROCEDE DE DETERMINATION DE LA CHARGE D'UN CONTENANT A CHARBON ACTIF D'UN SYSTEME DE VENTILATION DE RESERVOIR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **22.06.2002 DE 10228004**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.03.2005 Patentblatt 2005/13

(73) Patentinhaber: **DaimlerChrysler AG**
70567 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:

- **ARMSTRONG, Neil**
71686 Remseck (DE)
- **HOHNER, Peter**
70599 Stuttgart (DE)
- **WALTNER, Anton**
71404 Korb (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 896 136	EP-A- 1 074 706
DE-A- 4 408 647	DE-C- 19 701 353
DE-C- 19 947 097	US-A1- 2001 052 339

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 518 047 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung einer Beladung eines Aktivkohlebehälters eines Tankentlüftungssystems nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie einen direkteinspritzenden Ottomotor nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 9.

[0002] Direkteinspritzende Ottomotoren verfügen über Einspritzventile bzw. Injektoren, die den Kraftstoff direkt in die Zylinder des Motors einspritzen. Abhängig von einem Zeitpunkt der Einspritzung des Kraftstoffes in die Zylinder werden die Betriebsarten des Motors bezeichnet. Erfolgt die Einspritzung während des Ansaugens der Luft, so dass der eingespritzte Kraftstoff ausreichend Zeit hat, sich im gesamten Brennraum gleichförmig zu verteilen, spricht man von einem homogenen Betrieb des Ottomotors. Der homogene Betrieb unterscheidet sich im wesentlichen nicht von bisher bekannten Brennverfahren mit Einspritzung des Kraftstoffes in den Ansaugkanal. Im Idealfall des homogenen Betriebes verbrennt der Kraftstoff vollständig.

[0003] Erfolgt die Einspritzung des Kraftstoffes erst während der Kompression, das heisst kurz vor der Zündung, hat der Kraftstoff nicht ausreichend Zeit, sich im gesamten Brennraum zu verteilen. Es bildet sich eine Gemischwolke an der Zündkerze, während im restlichen Brennraum nur Luft vorhanden ist. Diese Betriebsart wird als Schichtbetrieb bezeichnet. Hier verbrennt im Idealfall das gesamte Gemisch in der Wolke.

[0004] Zwischenzustände zwischen homogenem Betrieb und Schichtbetrieb sind ebenfalls möglich, falls beispielsweise Kraftstoff in den Ansaugkanal zugegeben wird, oder eine frühe (in den saughub) oder eine späte Einspritzung (in den Kompressionshub) vorgesehen ist. In diesem Fall verbrennt, abhängig von der Gemischzusammensetzung, nur das Gemisch in der Wolke komplett. Das restliche, homogen im Brennraum verteilte Gemisch wird als unverbrannte HC-Emissionen über den Auslasskanal ausgeschoben. Im Auslass treffen die unverbrannten Kohlenwasserstoffe auf den Katalysator, in dem sie mit der überschüssigen Luft der Schichtladung zu Wasser und Kohlendioxid umgesetzt werden. Diese Umsetzung im Katalysator hat eine Temperaturerhöhung von Katalysator und Abgas (Exothermie) zur Folge.

[0005] Bei der Konzipierung eines Ottomotors ist ferner zu beachten, dass durch Verdampfen von Kraftstoff Kohlenwasserstoffe aus dem Tank in die Atmosphäre entweichen. Dieser Effekt belastet die Umwelt und steigt mit der Temperatur des Kraftstoffes im Tank an. Mit dem Einsatz von Aktivkohlebehältern (AKB), die die aus dem Tank verdampfenden Kohlenwasserstoffe speichern, lassen sich die gesetzlichen Auflagen (shed-Test) im Zusammenhang mit Verdampfungsverlusten erfüllen. Hierbei ist der Tank nur über den genannten Aktivkohlebehälter belüftet. Wegen des begrenzten Aufnahmevermögens der Aktivkohle muss jedoch eine stetige Regenerierung der Aktivkohle erfolgen. Bei lau-

fendem Motor wird hierzu Luft über den Aktivkohlebehälter angesaugt und als Gemisch dem Motor zur Verbrennung zugeführt. Wird beispielsweise 1% der angesaugten Motorluft als Kraftstoffdampf zugegeben, so verändert sich die Gemischzusammensetzung im homogenen Betrieb des Motors um etwas 20%. Um die Abgasemissionen in den gewünschten Grenzen zu halten und die Laufeigenschaften des Motors sicherzustellen, muss eine gezielte Einleitung des Kraftstoffdampfes in den Motor erfolgen.

[0006] Zu diesem Zwecke steuert ein Motorsteuergerät (MSG) ein Regenerierventil (RV) an. Die Durchflussmenge lässt sich im Arbeitsbereich des Regenerierventils nahezu kontinuierlich über eine Kennfeldanpassung mit den Parametern Last und Drehzahl steuern. In bestimmten Betriebsbereichen schaltet die Regenerierung ab (Leerlauf) oder kann nicht wirken (beispielsweise bei Volllast, d.h. fehlendem Unterdruck, oder einem Schichtbetrieb ohne Androsselung).

[0007] Zusätzlich überwacht eine Lambdaregelung, ob beim Einschalten der Regenerierung die zugegebene Kraftstoffmenge die vorgegebenen Grenzen einhält. Ist der Durchfluss zu gross, wird die Durchflussmenge verringert, um Fahrverhalten und Abgasemissionen in einem optimalen Bereich zu halten.

[0008] Die Überwachung der Durchflussmenge aus der Tankentlüftung basiert auf der Lambdaregelung, die im homogenen Motorbetrieb das Gemisch auf $\lambda = 1$ festhält. Je höher der Anteil der Kraftstoffdämpfe aus der Tankentlüftung im Saugrohr ist, desto weniger Kraftstoff muss über die Einspritzventile eingespritzt werden, um den Motor in einem konstanten Betriebspunkt zu halten.

[0009] Über die Abweichung bzw. Veränderung der Einspritzmenge ist daher eine Beladung des Aktivkohlebehälters bestimmbar. Zweckmässige Voraussetzung für eine derartige Beziehung ist eine im wesentlichen vollständige Verbrennung sämtlicher Kohlenwasserstoffe.

[0010] Im Schichtbetrieb muss der Motor leicht androsselt werden, damit über einen hierbei entstehenden Unterdruck der Aktivkohlebehälter regeneriert werden kann. Die Kohlenwasserstoffe aus dem Aktivkohlebehälter gelangen homogen verteilt in den Brennraum und werden dort nur teilweise verbrannt. Die unverbrannten Kohlenwasserstoffe gelangen in den Katalysator, werden dort chemisch umgesetzt und erhöhen die Katalysatortemperatur.

[0011] Mittels einer Lambda-Sonde können Kohlenwasserstoffe nicht gemessen werden, da die Lambda-Sonde nur auf den Sauerstoffanteil im Abgas reagiert.

[0012] Eine Bestimmung der Beladung des Aktivkohlebehälters mittels einer Lambda-Sonde im Schichtbetrieb ist also nicht möglich.

[0013] Aus der DE 199 47 080 C1 ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Regenerierung eines Aktivkohlefilters bekannt. Dabei wird zum Regenerieren eines Aktivkohlebehälters, der in der Tankentlüftung einer

Brennkraftmaschine, welche mit luftunterstützter Benzin-Direkteinspritzung betrieben wird, vorgesehen ist, an der Hochdruckseite der die Druckluft für die Einspritzung erzeugenden Druckerzeugunseinheit ein Druckregler angeschlossen, dessen abgelassene Luft durch den Aktivkohlebehälter geleitet wird, um diesen zu regenerieren.

[0014] Aus der DE 196 17 386 C1 ist ein Tanklüftungssystem für eine direkt einspritzende Brennkraftmaschine bekannt. Hierbei weist die Brennkraftmaschine ein luftunterstütztes Einspritzsystem auf, wobei in bestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine die Spülluft zum Regenerieren des Aktivkohlefilters der Tankentlüftungsanlage der mittels eines Luftkompressors erzeugten Zerstäubungsluft für das Einspritzsystem beigemischt wird.

[0015] Schliesslich ist aus der DE 197 01 353 C1 ein Verfahren zur Tankentlüftung bei einer Brennkraftmaschine bekannt. Hierbei wird ein Beladungsgrad eines Aktivkohlefilters ermittelt, und abhängig von dessen Höhe und einem vorgegebenen Wert für einen maximal möglichen Kraftstoffmassenstrom durch das Tankentlüftungsventil ein Soll-Spülstrom berechnet, und das Tastverhältnis für das Tankentlüftungsventil abhängig von dem Soll-Spülstrom, der Temperatur des Spülstromes und dem Druckgefälle am Tankentlüftungsventil so eingestellt, dass die durch den Spülvorgang hervorgerufene Lambdaabweichung eines Reglers der Lambdaregelungseinrichtung einen vorgegebenen Maximalwert nicht überschreitet.

[0016] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Angabe von Verfahren, mit denen eine einfache Bestimmung eines Beladungszustandes eines Aktivkohlebehälters möglich ist. Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie einen Ottomotor mit den Merkmalen des Patentanspruchs 9.

[0017] Mit dem erfindungsgemäss angegebenen Verfahren ist der Beladungszustand eines Aktivkohlebehälters in einfacher Weise feststellbar, so dass beispielsweise auf der Grundlage dieses Beladungszustandes eine unter Berücksichtigung eines gewünschten Kraft-Luft-Verhältnisses optimale Tankentlüftung durchgeführt werden kann.

[0018] Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemässen Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0019] Gemäss einer ersten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens wird eine stromabwärts eines dem Ottomotor nachgeschalteten Katalysators festgestellte Abgastemperatur bei Betrieb der Tankentlüftung mit einer bei ausgeschalteter bzw. inaktiver Tankentlüftung ermittelten Abgastemperatur verglichen. Ein derartiger Vergleich zwischen Abgastemperaturen bei eingeschalteter und nicht eingeschalteter Tankentlüftung (bei im übrigen gleichen Betriebsparametern des Motors) erlaubt in einfacher Weise Rückschlüsse auf den Beladungszustand des Aktiv-

kohlebehälters.

[0020] Es erweist sich als vorteilhaft, dass die Abgastemperaturen für unterschiedliche Betriebszustände des Motors bei nichtaktivierter Tankentlüftung über ein Modell berechnet werden und durch bei aktivierter Tankentlüftung (bei Vorliegen des gleichen Motor-Betriebszustandes) gemessene Abgastemperaturen geteilt werden, wobei auf der Grundlage derart festgestellter Temperaturquotienten die Beladung des Aktivkohlebehälters berechnet bzw. anhand entsprechender vorbekannter Kennlinienfelder abgeleitet wird. Dieses Verfahren ist mit relativ wenig Messaufwand verbunden.

[0021] Für den Fall, dass das beschriebene Modell keine ausreichenden Genauigkeiten liefert, erweist es sich als zweckmässig, Abgastemperaturen bei nicht aktivierter Tankentlüftung zu messen und in einem von der Motordrehzahl und Motorlast abhängigen Kennfeld zu speichern, und anschliessend bei aktiver Tankentlüftung gemessene Abgastemperaturen durch die derart gespeicherten Abgastemperaturen zu dividieren, und die Beladung des Aktivkohlebehälters auf der Grundlage derart ermittelter Temperaturquotienten zu ermitteln. Dieses Verfahren erweist sich in der Praxis als sehr genau und zuverlässig.

[0022] Anstelle einer Messung bzw. Betrachtung von Temperaturen lediglich stromabwärtig des Katalysators ist es gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ebenfalls möglich, Temperaturen stromaufwärtig und stromabwärtig des Katalysators bei nicht aktiver bzw. aktiver Tankentlüftung festzustellen, d.h. zu berechnen oder zu messen, auf der Grundlage derart ermittelter Temperaturen für die jeweiligen Motorbetriebszustände Abgastemperaturdifferenzen festzustellen, und unter entsprechender Korrelation dieser Temperaturdifferenzen bei aktiver und nicht aktiver Tankentlüftung auf dem Beladungszustand des Aktivkohlebehälters zu schliessen. Mit dieser Feststellung der Exothermie des Katalysators, d.h. der Temperaturfreisetzung durch Umsetzung unverbrannter Kohlenwasserstoffe, müssen keine absoluten Abgastemperaturen berechnet bzw. verwendet werden, wodurch sich zu verwendende Rechenmodelle stark vereinfachen.

[0023] Zweckmässigerweise wird auf der Grundlage des festgestellten Beladungszustandes eines Aktivkohlebehälters ein Regenerierventil eines Tankentlüftungssystems gesteuert.

[0024] Hierbei erfolgt die Steuerung des Regenerierventils zweckmässigerweise in Abhängigkeit von der Abgastemperatur, einem Drehzahl-Last-Betriebspunkt des Motors, einer Beladung des Aktivkohlebehälters und/oder des Betriebsmodus des Motors (homogener Betrieb oder Schichtbetrieb) oder einer Kombination dieser Parameter.

[0025] Erfindungsgemässe direkteinspritzende Ottomotoren weisen zweckmässigerweise stromabwärtig und/oder stromaufwärtig eines dem Ottomotor nachgeschalteten Katalysators Thermolemente zur Messung der jeweiligen Abgastemperaturen auf. Mit derartigen

Thermoelementen sind Abgastemperaturen in einfacher und zuverlässiger Weise messbar, so dass die dargestellten Verfahren zuverlässig durchführbar sind.

[0026] Zweckmässigerweise ist der erfindungsgemässe Ottomotor mit einer Rechneinrichtung, beispielsweise einem Motorsteuergerät zur Durchführung der erfindungsgemässen Verfahren ausgebildet.

[0027] Das erfindungsgemässe Verfahren erlaubt gegenüber herkömmlichen Lösungen höhere Regenerieraten, da erfindungsgemäss beispielsweise auch eine Regenerierung im Schichtbetrieb möglich ist. Der Motorbetrieb kann insgesamt zu einem grösseren Anteil im Schichtbetrieb erfolgen, da sowohl im homogenen Betrieb, als auch im Schichtbetrieb regeneriert werden kann. Dies hat insgesamt einen geringeren Benzinverbrauch zur Folge. Die Möglichkeit der Regenerierung in sämtlichen Motorbetriebsmodi führt ferner zu geringeren Emissionen an unverbrannten Kohlenwasserstoffen.

[0028] Die Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnung weiter erläutert.

[0029] Dabei zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung der Einspritzkomponenten eines direkt einspritzenden Ottomotors,
- Fig. 2 eine schematische Darstellung der wesentlichen Komponenten eines direkteinspritzenden Ottomotors,
- Fig. 3 ein Schaubild zur Darstellung einer ersten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens,
- Fig. 4 ein Schaubild zur Darstellung einer zweiten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens,
- Fig. 5 ein Schaubild zur Darstellung einer dritten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens, und
- Fig. 6 ein Schaubild zur Darstellung einer vierten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens.

[0030] Wie in Figur 1 zu erkennen ist, erfolgt bei einem direkteinspritzenden Ottomotor das Einspritzen von Kraftstoff in einen mittels eines Kolbens 10 beaufschlagten Zylinder 11 über eine Einspritzdüse 12. Der hierbei entstehende kegelförmige Einspritzstrahl ist schematisch dargestellt und mit 14 bezeichnet. Die Mittel zur Zugabe von Luft bzw. unverbrannten Kohlenwasserstoffen aus der Tankentlüftung in den Zylinder 11 sind nicht im Einzelnen dargestellt.

[0031] Eine Zündkerze zum Entzünden des Luft-Kraftstoffgemisches ist mit 16 bezeichnet.

[0032] In Figur 2 ist schematisch eine Brennkraftmaschine 21 dargestellt, die einen Ansaugtrakt 22 zum Ansaugen von Luft aufweist. Über Einspritzventile 25, die von einer Einspritzschiene 26 mit Kraftstoff versorgt werden, wird Kraftstoff direkt in die Zylinder der Brenn-

kraftmaschine eingespritzt. Im Ansaugtrakt 22 befindet sich eine Drosselklappe 28 und stromauf von dieser ein Luftmassenmesser 30, in den über eine Ansaugöffnung 32 Ansaugluft geleitet wird.

[0033] Die Einspritzschiene 26 wird über eine Kraftstoffleitung 27, die aus einem Pumpenmodul 37 gespeist wird, mit Kraftstoff versorgt. Das Pumpenmodul 37 ist in einem Tank 40 angeordnet.

[0034] In dem Tank 40 befindet sich Kraftstoff 41. Der über dem Kraftstoff 41 befindliche Hohlraum ist mit Kraftstoffdampf 42 gefüllt. Der Tank 40 ist ferner über eine Tankentlüftungsleitung 44, die in einem Belüftungsanschluss 46 mündet, an die Umgebung angekoppelt, so dass ein Druckausgleich erfolgen kann.

[0035] In die Tankentlüftungsleitung 44 ist ein Aktivkohlebehälter 50 geschaltet, welcher mit Kohlenwasserstoffen absorbierendem Aktivkohlematerial ausgebildet ist. Durch diese Massnahme ist sichergestellt, dass aus der Tankentlüftungsleitung 44 keine Kohlenwasserstoffe an den Belüftungsanschluss 46 abgegeben werden können, da die Kohlenwasserstoffe im Aktivkohlematerial absorbiert werden.

[0036] Zwischen dem Belüftungsanschluss 46 und dem diesen zugeordneten Ausgang des Aktivkohlebehälters ist ein Ventil 52 angeschlossen, das von einem Stellglied 54 betätigbar ist. Das Stellglied 54 ist über nicht näher bezeichnete Leitungen von einem Motorsteuergerät 60 ansteuerbar.

[0037] Der Aktivkohlebehälter 50 ist mit einem zweiten Ausgang über eine Regenerierleitung 62 mit dem Ansaugtrakt 22 der Brennkraftmaschine 21 verbunden.

[0038] Die Regenerierleitung 62 mündet hierbei zwischen der Drosselklappe 28 und der Brennkraftmaschine 21 in dem Ansaugtrakt 22.

[0039] In die Regenerierleitung 62 ist ein Regenerierventil 64 geschaltet, das über ein Stellglied 66 betätigbar ist. Das Regenerierventil 64 wird üblicherweise als Tankentlüftungsventil bezeichnet.

[0040] Das Steuergerät 60 ist über nicht näher bezeichnete, und nur teilweise dargestellte Leitungen mit dem Luftmassenmesser 30, der Drosselklappe 28, den Einspritzventilen 25 und dem Stellglied 66 des Regenerierventils 64 verbunden und liest über diese Leitungen entsprechende Messwerte aus bzw. steuert die entsprechenden Bauteile an.

[0041] Der Aktivkohlebehälter 50 absorbiert an seinem dem Tank 40 zugewandten Eingang eintreten Kraftstoffdampf. Um zu verhindern, dass bei vollständiger Beladung des Aktivkohlebehälters ein Durchbruch von Kohlenwasserstoffen zum Belüftungsanschluss 46 erfolgt, wird der Aktivkohlebehälter 50 im Betrieb der Brennkraftmaschine regeneriert. Zu diesem Zwecke wird durch Schalten des Regenerierventils 64 die Regenerierleitung 62 vom Aktivkohlebehälter 50 zum Ansaugtrakt 22 freigeschaltet. Gleichzeitig wird das Ablassventil 52 geschlossen, so dass der diesem zugeordnete Ausgang des Aktivkohlebehälters 50 vom Belüftungsanschluss 46 abgetrennt ist. Es ist dann möglich,

über eine (nicht dargestellte) Leitung dem Aktivkohlebehälter 50 Luft zuzuführen, welche anschliessend bei offenem Regenerierventil 64 durch die Regenerierleitung 62 unter Mitnahme von Kraftstoffdämpfen aus dem Aktivkohlebehälter 50 in den Abgastrakt 22 strömt.

[0042] Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass, wenn beispielsweise 1% der angesaugten Motorluft als Kraftstoffdampf zugegeben wird, sich die Gemischzusammensetzung im homogenen Betrieb des Motors um ca. 20% verändert. Um die Abgasemissionen in gewünschten Grenzen zu halten und die Laufeigenschaften des Motors sicherzustellen, erfolgt zur Gewährleistung einer gezielten Einleitung von Kraftstoffdampf eine Steuerung des Regenerierventils 64 durch die Motorsteuerung 60. Die Durchflussmenge lässt sich im Arbeitsbereich des Regenerierventils nahezu kontinuierlich über eine Kennfeldanpassung mit den Parametern Last und Drehzahl steuern. In bestimmten Betriebsbereichen schaltet die Regenerierung ab (beispielsweise Leerlauf), oder kann nicht wirken. Wie bereits erwähnt, ist es beim homogenen Betrieb des Motors möglich, die Beladung des Aktivkohlebehälters 50 über die Abweichung der Einspritzmenge zu bestimmen.

[0043] Es wurde ferner bereits darauf hingewiesen, dass im Schichtbetrieb der Motor leicht angedrosselt werden muss, damit über den Unterdruck der Aktivkohlebehälter 50 regeneriert werden kann. Die Kohlenwasserstoffe aus dem Aktivkohlebehälter sind homogen verteilt in dem Brennraum und werden dort nur teilweise verbrannt. Unverbrannte Kohlenwasserstoffe gelangen über den Abgastrakt 68 in den Katalysator 70, werden dort chemisch umgesetzt und erhöhen die Katalysatortemperatur.

[0044] Mittels der Lambdasonde 72 können Kohlenwasserstoffe jedoch nicht gemessen werden, da die Lambdasonde 72 nur auf den Sauerstoffanteil im Abgas reagiert. Eine Bestimmung der Beladung des Aktivkohlebehälters 50 über die Lambdasonde 72 im Schichtbetrieb ist also nicht möglich.

[0045] Aus diesem Grunde ist das dem Katalysator 70 nachgeschaltete Thermoelement 74 vorgesehen, mittels dessen die Temperatur des Abgases stromabwärts des Katalysators gemessen werden kann. Auf der Grundlage der Differenz der Abgastemperatur bei durchgeführter Tankentlüftung zu der Abgastemperatur ohne Tankentlüftung kann auf den Beladungszustand des Aktivkohlebehälters 50 geschlossen werden.

[0046] Die Realisierung der Erkennung der Beladung des Aktivkohlebehälters 50 kann auf verschiedene Arten erfolgen. Zunächst wird anhand der Figur 3 die Möglichkeit eines Vergleiches einer berechneten Abgastemperatur ohne Tankentlüftung mit einer gemessenen Abgastemperatur (bei wirksamer Tankentlüftung) betrachtet.

[0047] Bei dem Vergleich von berechneter Abgastemperatur (ohne Tankentlüftung) und gemessener Abgastemperatur (mit Tankentlüftung) wird zunächst in einem Schritt 301 aus einem über Motordrehzahl und Mo-

torlast aufgespannten Kennfeld die Abgastemperatur ohne Korrekturen ermittelt. Über zwei weitere Kennlinien werden die Einflüsse von Kraftstoff-Luft-Verhältnis (Lambda) und Zündzeitpunkt als Faktoren in die Abgastemperatur eingerechnet. Die Erstellung der Kennlinie für die Abgastemperatur über Lambda wird auf der Grundlage des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses in einem Schritt 302 und die Kennlinie für die Abgastemperatur über einem Zündwinkel auf der Grundlage des Zündzeitpunktes in einem Schritt 303 durchgeführt.

[0048] Bei Änderungen von Drehzahl, Last, Zündzeitpunkt oder Lambda wirken sich diese erst mit einer gewissen Zeitverzögerung auf die Abgastemperatur stromabwärts des Katalysators aus, da die Gassäule zunächst die Brennkraftmaschine 21, und anschliessend den Katalysator 70 durchlaufen muss. Weiterhin müssen bei einer Änderung zuerst der Motor, sowie der Abgasstrang und der Katalysator erwärmt bzw. abgekühlt werden. Diese Gegebenheiten werden mittels einer Tiefpassfilterung in einem Schritt 305 berücksichtigt, wobei dem Schritt 305 zweckmässigerweise eine Verzögerung mittels eines Verzögerungsgliedes in einem Schritt 304 vorgeschaltet ist.

[0049] Der so erhaltene (berechnete) Wert für die Abgastemperatur ohne Tankentlüftung wird in einem Schritt 306 durch die in dem Abgasstrang stromabwärts des Katalysators 70 mittels des Temperaturgliedes 74 ermittelte (gemessene) Temperatur dividiert. Werden unverbrannte HC-Anteile der Tankentlüftung im Schichtbetrieb im Katalysator umgesetzt, kommt es zu einer (messbaren) Temperaturerhöhung im Abgas, wodurch sich ein Faktor des Temperaturquotienten von >1 ergibt. Dieser Temperaturquotient dient als Eingangsgrösse einer Kennlinie, in der die Umrechnung in die aktuelle Beladung des Aktivkohlebehälters erfolgt (Schritt 307).

[0050] Ist das Abgastemperaturmodell, welches im Zusammenhang mit dem in Figur 3 dargestellten Algorithmus verwendet wurde, zu ungenau, um die Beladung des Aktivkohlebehälters 50 hinreichend genau zu bestimmen, kann die Beladung des Aktivkohlebehälters 50 auch über einen Algorithmus mit Adaption der Abgastemperatur durchgeführt werden. Ein derartiges Verfahren wird nun unter Bezugnahme auf Figur 4 erläutert. Hier wird in einem Schritt 401 in einem Kennfeld, welches über Drehzahl und Last des Motors aufgespannt ist, jeweils innerhalb von bestimmten Kennfeldbereichen die gemessene Abgastemperatur ohne Tankentlüftung festgestellt und gespeichert. Diese Feststellung bzw. Messung erfolgt nur bei nichtaktiver Tankentlüftung, um einen Grundzustand zu ermitteln. Zur Feststellung der Abgastemperatur ohne Tankentlüftung erweist es sich als zweckmässig, den Motor alle Kennfeldbereiche durchfahren zu lassen. Der Unterschied zu dem unter Bezugnahme auf Figur 3 beschriebenen Algorithmus besteht demnach darin, dass hier abhängig von-jeweiligen Drehzahl- und Lastwerten Abgastemperaturen gemessen werden. Gemäss dem unter Bezugnahme auf

Figur 3 beschriebenen Algorithmus werden diese Abgastemperaturen bei nicht eingeschalteter Tankentlüftung auf die dargestellte Weise unter Zugrundelegung der genannten Parameter bzw. Kennzahlen berechnet. In Figur 4 ist die Kennfeldausmessung bei 402 mittels einer gestrichelt dargestellten Position eines Schalters 402' symbolisiert, wobei in dieser Stellung eine Korrelation bei ausgeschalteter Tankentlüftung gemessener Temperaturen mit den Parametern Last und Drehzahl möglich ist.

[0051] Sind sämtliche Kennfeldbereiche durchfahren bzw. festgestellt, wird bei 402 die Tankentlüftung aktiviert. Nach Zuschaltung bzw. Aktivierung der Tankentlüftung werden die gespeicherten Werte der Abgastemperatur im Kennfeld nicht mehr verändert (symbolisiert durch eine zweite, mit durchgezogener Linie dargestellte Position des Schalters 402').

[0052] Die so ermittelten Werte werden, analog zu Schritt 306, in einem Schritt 403 durch die mittels des Thermoelements 74 stromabwärts des Katalysators gemessene Temperatur dividiert. Die Beladung des Aktivkohlebehälters wird dann analog zu dem in Figur 3 dargestellten Verfahren mit dem Abgastemperaturmodell über Quotientenbildung und Umrechnung mittels einer Kennlinie ermittelt (Schritt 404).

[0053] Eine weitere Möglichkeit zur Ermittlung der Exothermie des Katalysators 50, d.h. der Temperaturfreisetzung durch Umsetzung unverbrannter Kohlenwasserstoffe, besteht in der Messung der Abgastemperatur vor und hinter dem Katalysator. Zu diesem Zwecke ist ein weiteres Thermoelement 84 vor bzw. stromaufwärts des Katalysators 70 angeordnet. Ein entsprechendes Verfahren ist in Figur 5 dargestellt.

[0054] Bei dem gemäß Figur 5 dargestellten Verfahren wird in einem Schritt 501 ein Drehzahl- und Last abhängiges Kennfeld einer Katalysatorexothermie bei nicht eingeschalteter Tankentlüftung berechnet. In Schritten 502 und 503 werden die Abgastemperaturen vor und nach dem Katalysator gemessen. In einem Schritt 504 wird die Differenz aus den so gemessenen Temperaturen ermittelt. Die wiederum mittels Verzögerungsglied und Tiefpass modifizierten Werte des in Schritt 501 ermittelten Kennfeldes werden in einem Schritt 505 mit der in Schritt 504 festgestellten Temperaturdifferenz unter Quotientenbildung korreliert. Aus der sich so ergebenden Kennlinie des Temperaturquotienten lässt sich die Beladung des Aktivkohlebehälters 50 ermitteln (Schritt 506).

[0055] Vorteile insbesondere gegenüber der unter Bezugnahme auf Figur 3 dargestellten Methode bestehen darin, dass hierbei die absolute Abgastemperatur, die nicht nur von der Drehzahl und der Last, sondern auch vom Zündwinkel, Lambda usw. abhängt, nicht bekannt sein muss. Daher vereinfacht sich das in Figur 3 beschriebene Abgastemperaturmodell hier zu einem lediglich von der Drehzahl und der Last des Motors abhängigen Katalysatorexothermiemodell.

[0056] Bei dem in Figur 4 beschriebenen Verfahren

wurde die Möglichkeit erörtert, die Abgastemperaturen für verschiedene Kennfeldbereiche zu ermitteln, d.h. zu messen, und zu speichern. In analoger Weise ist es möglich, die Katalysatorexothermie festzustellen. Ein entsprechendes Verfahren wird nun unter Bezugnahme auf Figur 6 erläutert. Hierbei werden in einem Schritt 601 zunächst bei nicht eingeschalteter Tankentlüftung über geeignete Drehzahl- und Lastbereiche Abgastemperaturen vor und nach dem Katalysator gemessen (Schalter 602' bei 602 in gestrichelt dargestellter Position). Die so ermittelten Temperaturdifferenzen werden in einem drehzahl- und lastabhängigen Adaptionskennfeld für eine Katalysatorexothermie ohne Tankentlüftung gespeichert. Nach Zuschaltung der Tankentlüftung bei (602, Schalter 602' in zweiter, mittels durchgezogener Linie dargestellter Position) werden die so ermittelten Werte durch die jeweils gemessenen Temperaturdifferenzen vor und nach dem Katalysator bei aktiver Tankentlüftung dividiert (Schritt 603). Auf der Grundlage dieser Quotientenbildung wird in Schritt 604 die Kennlinie des in Schritt 603 ermittelten Quotienten bezüglich der Beladung des Aktivkohlebehälters 50 ermittelt. Dieser Algorithmus stellt also wiederum die Katalysatorexothermie ohne Tankentlüftung durch Messung fest, um sie nach dem Ende der Feststell- bzw. Lernphase mit der gemessenen Katalysatorexothermie bei eingeschalteter Tankentlüftung zu vergleichen, und auf der Grundlage dieses Vergleiches die Beladung des Aktivkohlebehälters zu ermitteln.

[0057] Auf der Grundlage der dargestellten Verfahren erfolgt eine Regelung der Tankentlüftungsrate zweckmässigerweise zur Bereitstellung einer konstanten Abgastemperatur oder einer vorgegebenen Durchflussmenge des Regenerierventils 64. Ziel der Regenerierung ist es hierbei, die gebundenen Kohlenwasserstoffe aus dem Aktivkohlebehälter 50 zu entfernen. Abhängig von einer ermittelten Ladung des Aktivkohlebehälters 50 kann dann eine mehr oder weniger intensive Regeneration durchgeführt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Beladung eines Aktivkohlebehälters eines Tankentlüftungssystems eines insbesondere direkteinspritzenden Ottomotors, mit einer Feststellung des thermischen Einflusses eines Betriebes der Tankentlüftung auf das Abgas des Ottomotors und einer Feststellung der Beladung des Aktivkohlebehälters auf der Grundlage dieses thermischen Einflusses, wobei eine stromabwärts eines dem Ottomotor nachgeschalteten Katalysators festgestellte Abgastemperatur bei aktiver Tankentlüftung mit einer bei ausgeschalteter bzw. inaktiver Tankentlüftung ermittelten Abgastemperatur verglichen wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Abgastemperaturen bei nicht aktiver Tan-

kentlüftung über ein Modell berechnet werden und durch bei aktivierter Tankentlüftung gemessene Abgastemperaturen geteilt werden, wobei auf der Grundlage derart festgestellter Temperaturquotienten die Beladung des Aktivkohlebehälters berechnet bzw. anhand entsprechender Kennlinienfelder abgeleitet wird oder dass Abgastemperaturen bei nicht aktiver Tankentlüftung gemessen und in einem von der Motordrehzahl und Motorlast abhängigen Kennfeld gespeichert werden, bei aktiver Tankentlüftung gemessene Abgastemperaturen durch die derart gespeicherten Abgastemperaturen dividiert, und die Beladung des Aktivkohlebehälters auf der Grundlage derart ermittelter Temperaturquotienten ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** Differenzen von Abgastemperaturen vor und nach dem Katalysator bei nicht aktiver Tankentlüftung über ein Modell berechnet werden und durch bei aktivierter Tankentlüftung gemessene Abgastemperaturdifferenzen geteilt werden, wobei auf der Grundlage derart festgestellter Abgastemperaturdifferenzquotienten die Beladung des Aktivkohlebehälters berechnet bzw. anhand entsprechender Kennlinienfelder abgeleitet wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der Grundlage vor und nach dem Katalysator gemessener Abgastemperaturen Abgastemperaturdifferenzen bei nicht aktiver Tankentlüftung gemessen und in einem von der Motordrehzahl und Motorlast abhängigen Kennfeld gespeichert werden, bei aktiver Tankentlüftung gemessene Abgastemperaturdifferenzen durch die derart gespeicherten Abgastemperaturdifferenzen dividiert, und die Beladung des Aktivkohlebehälters auf der Grundlage derart ermittelter Temperaturdifferenzquotienten ermittelt wird.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Abhängigkeit von einem festgestellten Beladungszustand eines Aktivkohlebehälters eine Steuerung eines Regenerierventils eines mit einem Tankentlüftungssystem ausgebildeten, insbesondere direkt einspritzenden Ottomotors, ausgeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung des Regenerierventils in Abhängigkeit von der Abgastemperatur, einem Drehzahl-Last-Betriebspunkt des Motors, einer Beladung des Aktivkohlebehälters, und/oder des Be-

triebsmodus des Motors oder einer Kombination dieser Parameter durchgeführt wird.

6. Direkteinspritzender Ottomotor mit einem nachgeschalteten Katalysator (70), mit einem dem Katalysator nachgeschalteten Thermoelement (74) zur Messung der Abgastemperatur stromabwärtig des Katalysators (70) und einem stromaufwärtig des Katalysators (70) ausgebildeten Thermoelement (84) zur Messung einer Abgastemperatur stromaufwärtig des Katalysators (70), **gekennzeichnet durch** eine das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 durchführende Rechnereinrichtung (60).

Claims

1. Method for determining the loading of an activated carbon container in a tank ventilation system of an in particular direct-injection spark-ignition engine, which includes determining the thermal influence of operation of the tank ventilation on the exhaust gas temperature from the spark-ignition engine and determining the loading of the activated carbon container on the basis of this thermal influence, in which method an exhaust gas temperature determined downstream of a catalytic converter which follows the spark-ignition engine when the tank ventilation is active is compared with an exhaust-gas temperature recorded with the tank ventilation switched off or inactive, **characterized in that** the exhaust-gas temperatures when the tank ventilation is inactive are calculated using a model and divided by exhaust-gas temperatures measured with the tank ventilation activated, the loading of the activated carbon container being calculated on the basis of temperature quotients determined in this way, or derived using corresponding characteristic diagrams, or **in that** exhaust-gas temperatures are measured with the tank ventilation inactive and stored in an engine map which is dependent on the engine speed and engine load, exhaust-gas temperatures measured with the tank ventilation active are divided by the exhaust-gas temperatures stored in this way, and the loading of the activated carbon container is determined on the basis of temperature quotients recorded in this way.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** differences in exhaust-gas temperatures upstream and downstream of the catalytic converter with the tank ventilation inactive are calculated using a model and divided by exhaust-gas temperature differences measured with the tank ventilation activated, with the loading of the activated carbon container being calculated on the basis of exhaust-gas temperature difference quotients determined in this way, or derived using corresponding characteristic

diagrams.

3. Method according to either of Claims 1 or 2, **characterized in that** exhaust-gas temperature differences with the tank ventilation inactive are measured on the basis of exhaust-gas temperature differences measured upstream and downstream of the catalytic converter and are stored in an engine map which is dependent on the engine speed and engine load, exhaust-gas temperature differences measured with the tank ventilation active are divided by the exhaust-gas temperature differences stored in this way, and the loading of the activated carbon container is recorded on the basis of temperature difference quotients recorded in this way.
4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a regeneration valve of an in particular direct-injection spark-ignition engine, which is designed with a tank ventilation system, is controlled as a function of a loading state which has been determined for an activated carbon container.
5. Method according to Claim 4, **characterized in that** the regeneration valve is controlled as a function of the exhaust-gas temperature, an engine speed/load operating point of the engine, the loading of the activated carbon container and/or the operating mode of the engine, or a combination of these parameters.
6. Direct-injection spark-ignition engine with a downstream catalytic converter (70), having a thermocouple (74) connected downstream of the catalytic converter for measuring the exhaust-gas temperature downstream of the catalytic converter (70) and a thermocouple (84) formed upstream of the catalytic converter (70) for measuring an exhaust-gas temperature upstream of the catalytic converter (70), **characterized by** a computer device (60) which carries out the method according to one of Claims 1 to 5.

Revendications

1. Procédé en vue de la détermination du chargement d'un récipient de charbon actif d'un système de ventilation du réservoir d'un moteur à combustion interne, en particulier à injection directe, avec une constatation de l'influence thermique d'une opération de la ventilation du réservoir sur le gaz d'échappement du moteur à combustion interne et une constatation du chargement du récipient de charbon actif sur la base de cette influence thermique, la température du gaz d'échappement constatée en aval d'un catalyseur placé après le moteur à combustion interne étant comparée, en cas de ventilation active du ré-

servoir, à la température du gaz d'échappement déterminée pour une ventilation mise à l'arrêt ou inactive du réservoir, **caractérisé en ce que** les températures du gaz d'échappement en cas de ventilation non active du réservoir sont calculées par l'intermédiaire d'un modèle et sont divisées par les températures du gaz d'échappement mesurées en cas de ventilation active du réservoir, le chargement du récipient de charbon actif étant calculé ou dérivé par référence aux champs de courbes caractéristiques correspondantes sur la base des quotients de température ainsi constatés ou **en ce que** les températures du gaz d'échappement sont mesurées en cas de ventilation non active du réservoir et sont sauvegardées dans un champ caractéristique dépendant du nombre de révolutions du moteur et de la charge du moteur, **en ce que** les températures du gaz d'échappement mesurées en cas de ventilation active du réservoir sont divisées par les températures du gaz d'échappement ainsi sauvegardées et **en ce que** le chargement du récipient de charbon actif est déterminée sur la base des quotients de température ainsi déterminés.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les différences des températures du gaz d'échappement avant et après le catalyseur sont calculées en cas de ventilation non active du réservoir par l'intermédiaire d'un modèle et sont divisées par les différences de température du gaz d'échappement mesurées en cas de ventilation activée du réservoir, le chargement du récipient de charbon actif étant calculé ou dérivé par référence aux champs de courbes caractéristiques correspondantes sur la base des quotients de différences de température du gaz d'échappement ainsi constatées.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que**, sur la base des températures de gaz d'échappement mesurées avant et après le catalyseur, les différences de température du gaz d'échappement en cas de ventilation non active du réservoir sont mesurées et sont sauvegardées dans un champ caractéristique dépendant du nombre de révolutions du moteur et de la charge du moteur, **en ce que** les différences de température du gaz d'échappement mesurées en cas de ventilation active du réservoir sont divisées par les différences de température du gaz d'échappement ainsi sauvegardées et **en ce que** le chargement du récipient de charbon actif est déterminé sur la base des quotients de différences de température ainsi déterminés.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on exécute, en fonction d'un état de chargement constaté d'un récipient de charbon actif, une commande d'une

vanne de régénération d'un moteur à combustion interne construit avec un système de ventilation du réservoir, en particulier à injection directe.

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la commande de la vanne de régénération est effectuée en fonction de la température du gaz d'échappement, du point de fonctionnement nombre de révolutions - charge du moteur, en fonction d'un chargement du récipient de charbon actif et/ou du mode de fonctionnement du moteur ou d'une combinaison de ces paramètres. 5 10
6. Moteur à combustion interne à injection directe ayant un catalyseur intercalé à la suite (70), un thermo-élément (74) intercalé à la suite du catalyseur en vue de la mesure de la température du gaz d'échappement en aval du catalyseur (70) et un thermo-élément (84) formé en amont du catalyseur (70) en vue de la mesure d'une température du gaz d'échappement en amont du catalyseur (70), **caractérisé par** un équipement de calcul (60) exécutant le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5. 15 20 25

25

30

35

40

45

50

55

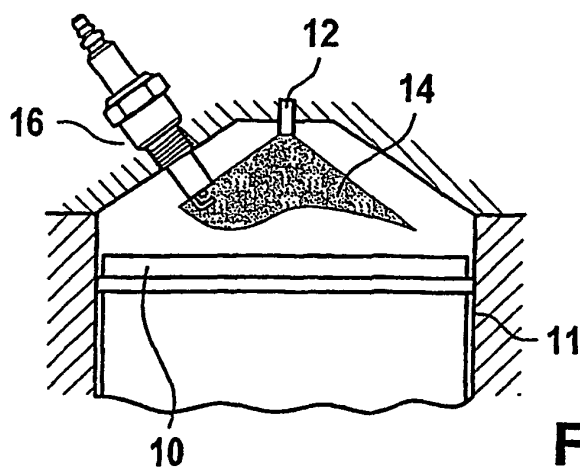


Fig. 1

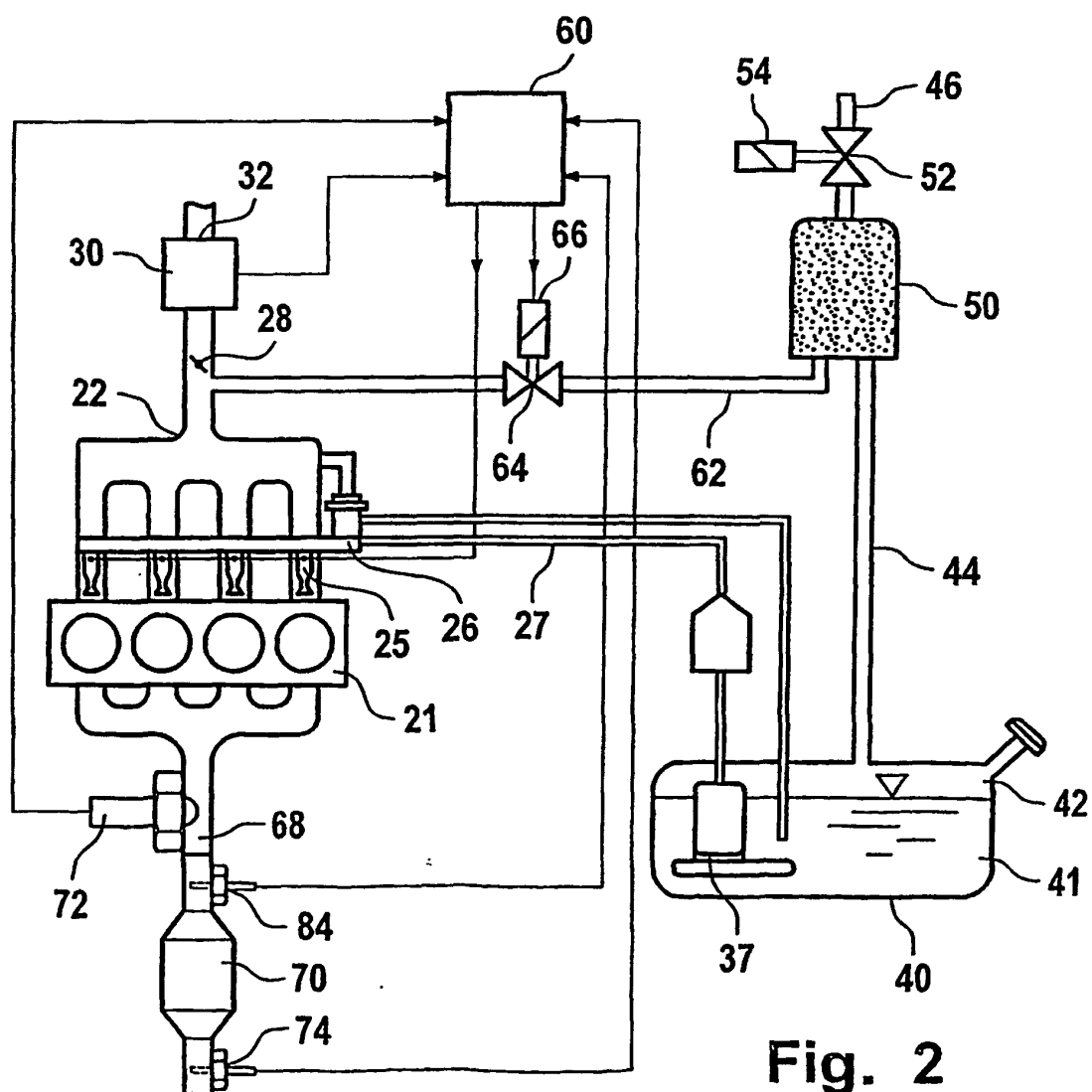


Fig. 2

Fig. 3

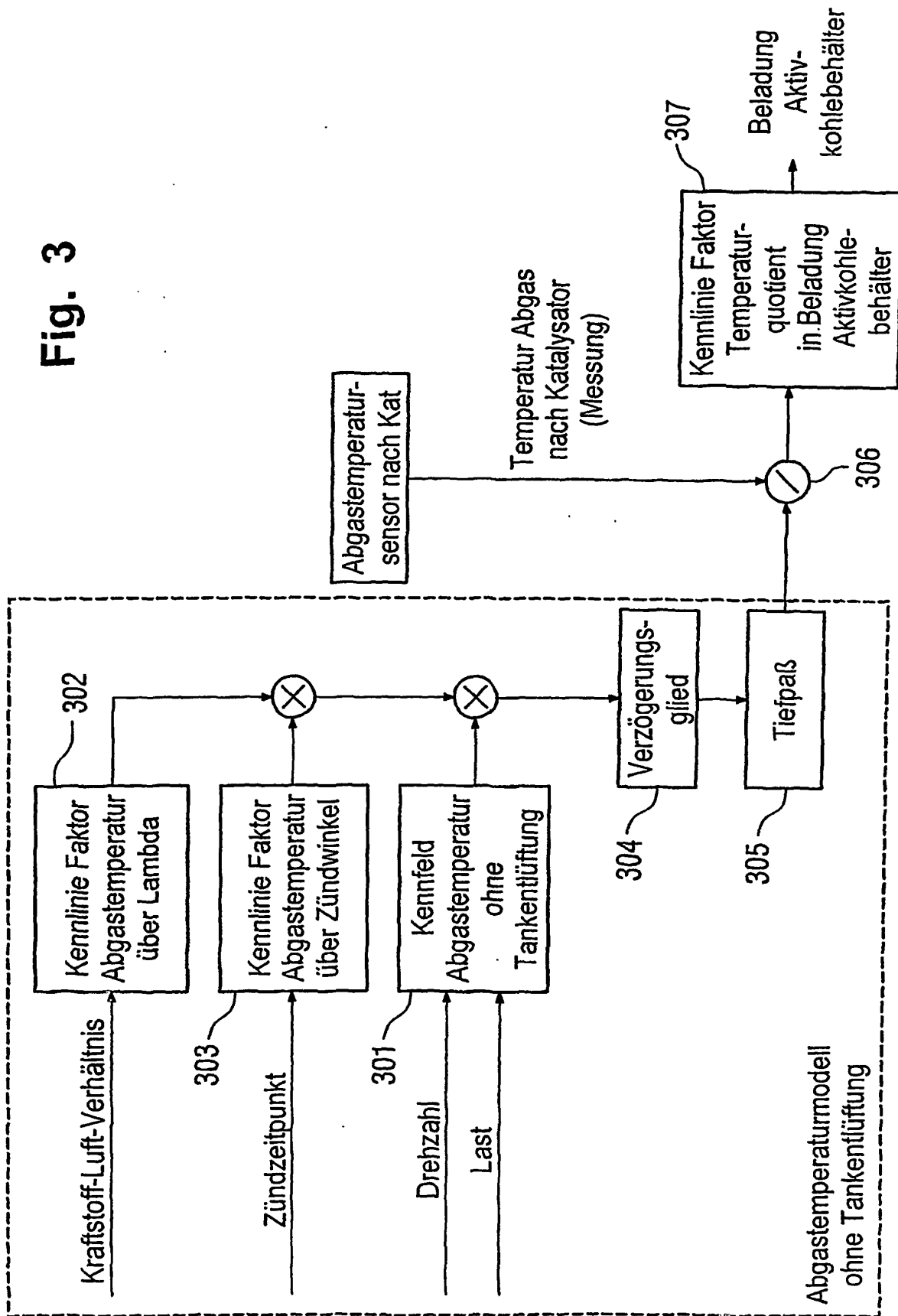


Fig. 4

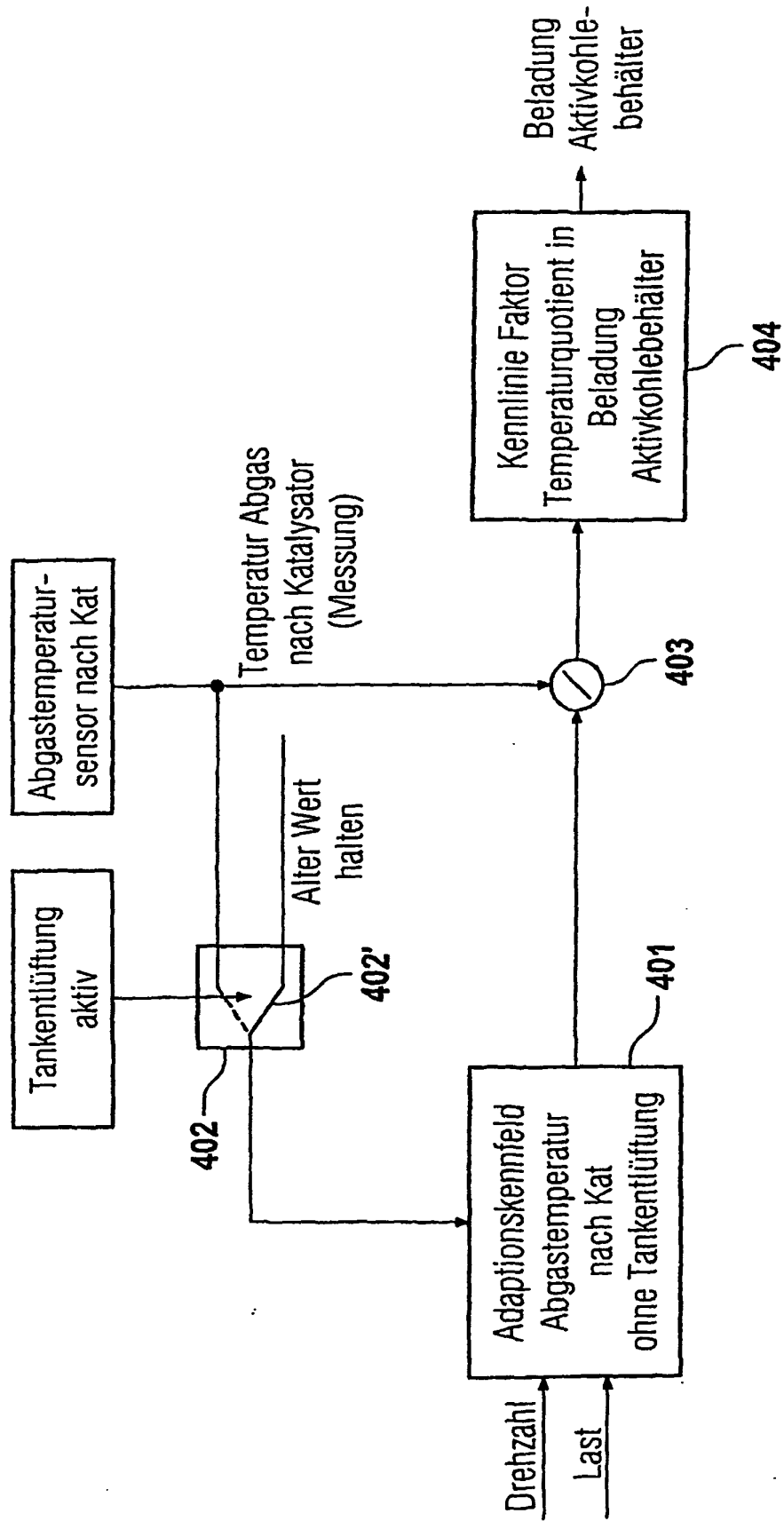


Fig. 5

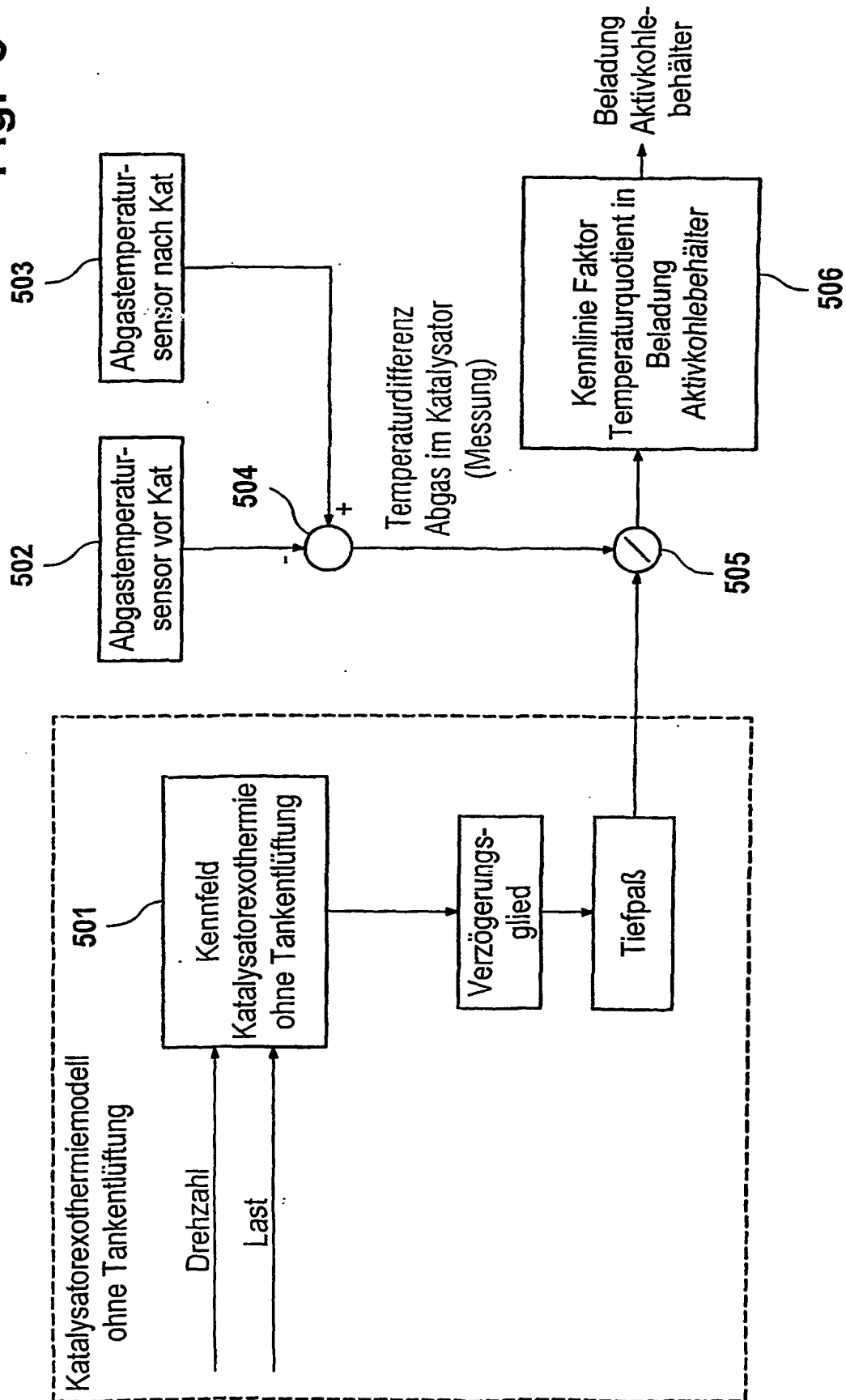


Fig. 6

