



(11) **EP 2 199 586 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.06.2010 Patentblatt 2010/25

(51) Int Cl.:
F02M 25/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09014657.2**

(22) Anmeldetag: **25.11.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(72) Erfinder:
• **Grunwald, Oliver**
85055 Ingolstadt (DE)
• **Meixner, Siegfried**
85122 Hofstetten (DE)
• **Enders, Peter**
81541 München (DE)

(30) Priorität: **20.12.2008 DE 102008064345**

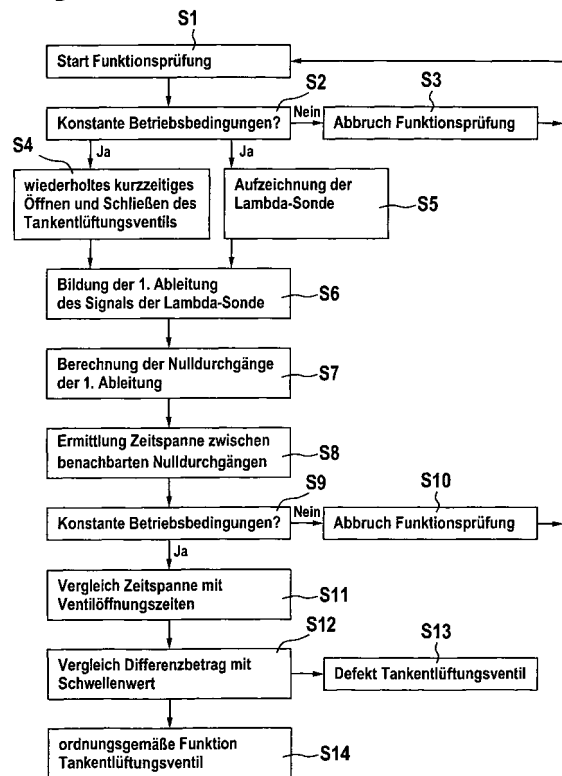
(74) Vertreter: **Lehle, Josef**
AUDI AG
Patentabteilung
85045 Ingolstadt (DE)

(71) Anmelder: **Audi AG**
85045 Ingolstadt (DE)

(54) **Verfahren zur Prüfung der Funktion eines Tankentlüftungsventils**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Prüfung der Funktion eines Tankentlüftungsventils (11) zwischen einem Ansaugtrakt (10) einer Brennkraftmaschine (1) und einem Kraftstofftank (2) oder einem Kraftstoffdampfspeicher (5), bei dem das Tankentlüftungsventil (11) im Betrieb der Brennkraftmaschine (1) mehrmals geöffnet und nach einer kurzen Öffnungszeit wieder geschlossen wird und bei dem während des mehrmaligen Öffnens und Schließens ein zeitlicher Verlauf von mindestens einer vom Öffnungszustand des Tankentlüftungsventils (11) abhängigen Größe aufgezeichnet wird. Um selbst im Fall von sehr kleinen und/oder zeitversetzten Amplituden der zu überwachenden Größe eine zuverlässige Funktionsprüfung des Tankentlüftungsventils (11) zu ermöglichen, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass die erste Ableitung des zeitlichen Verlaufs der Größe ausgewertet wird.

Fig. 2



EP 2 199 586 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Prüfung der Funktion eines Tankentlüftungsventils gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Um zu verhindern, dass aus Kraftstofftanks von Kraftfahrzeugen, deren Brennkraftmaschinen mit Otto-Kraftstoff betrieben werden, Kraftstoffdämpfe in die Umgebung entweichen, sind für diese Kraftfahrzeuge in den meisten Staaten Tankentlüftungssysteme vorgeschrieben, mit denen der Kraftstofftank entlüftet und die Kraftstoffdämpfe aus dem Kraftstofftank zur Verbrennung in der Brennkraftmaschine in deren Ansaugtrakt zugeführt werden. Die Tankentlüftungssysteme umfassen zumeist einen mit dem Kraftstofftank kommunizierenden Kraftstoffdampfspeicher in Form eines mit Aktivkohle gefüllten Speicherbehälters, durch den zum Regenerieren der Aktivkohle Luft aus der Umgebung in den Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine gesaugt werden kann. Um die Regenerierung einzuleiten, wird ein üblicherweise als Tankentlüftungsventil bezeichnetes, normalerweise geschlossenes Regenerierungsventil in einer Verbindungsleitung zwischen dem Kraftstoffdampfspeicher und dem Ansaugtrakt geöffnet. Da im Falle eines Defekts oder einer Störung des Tankentlüftungsventils keine Regenerierung der Aktivkohle möglich ist, muss die ordnungsgemäße Funktion des Tankentlüftungsventils regelmäßig geprüft werden, um den Defekt oder die Störung frühzeitig zu erkennen und durch Austausch des Ventils ein Entweichen von Kraftstoffdämpfen in die Umgebung zu verhindern.

[0003] Verfahren zur Prüfung der Funktion eines Tankentlüftungsventils sind zum Beispiel aus der DE 100 43 071 A1, der DE 103 24 813 A1, der DE 10 2005 049 068 A1 und der DE 10 2006 034 807 A1 bekannt. Bei dem aus der DE 103 24 813 A1 bekannten Verfahren der eingangs genannten Art wird das Tankentlüftungsventil in einem Betriebszustand der Brennkraftmaschine mehrmals geöffnet, um der Brennkraftmaschine den gespeicherten Kraftstoffdampf aus dem Kraftstoffdampfspeicher zuzuführen und die Reaktion des Kraftstoff/Luft-Verhältnis-Regelkreises auf das Öffnen des Tankentlüftungsventils zu erfassen, um daraus auf die Funktion des Tankentlüftungsventils zu schließen.

[0004] Wie bei dem in der DE 103 24 813 A1 beschriebenen Verfahren ist die vom Öffnungszustand des Tankentlüftungsventils abhängige Größe häufig das Kraftstoff/Luft-Verhältnis im Abgasstrom der Brennkraftmaschine, das mittels einer Lambda-Sonde gemessen und ausgewertet wird. Da bei geöffnetem Tankentlüftungsventil zusätzliches Kraftstoff/Luft-Gemisch in den Ansaugtrakt und damit der Verbrennung zugeführt wird, ändert sich der λ -Wert im Abgasstrom kurzzeitig.

[0005] Neben dem Kraftstoff/Luft-Verhältnis im Abgasstrom können jedoch auch andere System- oder Reglergrößen überwacht werden, wie beispielsweise die Änderung des Saugrohrdrucks im Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine beim Öffnen bzw. Schließen des Tankent-

lüftungsventils oder die Änderung eines Energiestroms über die Drosselklappe gemäß der DE 100 43 071 A1, wobei dieser Energiestrom das Produkt aus der durch die Drosselklappe strömenden Luft und dem Wirkungsgrad ist, mit dem diese Luft nach der Vermischung mit Kraftstoff verbrannt wird.

[0006] Die Änderungen werden gewöhnlich mit einem Schwellenwert verglichen, wobei auf eine ordnungsgemäße Funktion des Tankentlüftungsventils geschlossen wird, wenn die Änderung den Schwellenwert übersteigt, während ein Defekt oder eine Fehlfunktion angenommen wird, wenn die Änderung den Schwellenwert nicht übersteigt.

[0007] Die Funktionsprüfung des Tankentlüftungsventils wird zumeist im Leerlauf der Brennkraftmaschine vorgenommen, wo über einen längeren Zeitraum konstante Betriebsbedingungen herrschen, was die Auswertung der zu überwachenden Größe erleichtert. Jedoch kann die Funktionsprüfung gemäß der DE 10 2005 049 068 A1 auch während eines aktiven Tankentlüftungsbetriebs oder gemäß der DE 103 24 813 A1 unter Last vorgenommen werden, wobei im zuletzt genannten Fall Betriebszustände mit geringer Last bevorzugt werden, da dort die Änderungen der Betriebsbedingungen weniger dynamisch erfolgen.

[0008] In Abhängigkeit vom Lastzustand der Brennkraftmaschine und der zu überwachenden Größe wird deren Änderung dem Öffnen des Tankentlüftungsventils mit einem mehr oder weniger großen Zeitversatz folgen.

[0009] Den bekannten Verfahren ist gemein, dass die zu überwachende Größe, wie zum Beispiel das Kraftstoff/Luft-Verhältnis im Abgasstrom oder der Saugrohrdruck, eine sehr kleine Amplitude besitzen kann, was in Verbindung mit dem Zeitversatz zwischen dem Öffnen des Tankentlüftungsventils und der Änderung der zu überwachenden Größe die Erfassung der letzteren erheblich erschweren oder gar unmöglich machen kann.

[0010] Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass selbst im Fall von sehr kleinen und/oder zeitversetzten Amplituden der zu überwachenden Größe eine zuverlässige Funktionsprüfung des Tankentlüftungsventils möglich ist.

[0011] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die erste Ableitung des zeitlichen Verlaufs der Größe ausgewertet wird, wobei gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung die Zeitspannen zwischen benachbarten Nulldurchgängen der ersten Ableitung ermittelt und mit zugehörigen Öffnungs- und/oder Schließzeiten des Tankentlüftungsventils verglichen werden, indem zweckmäßig Differenzbeträge der Zeitspannen und der zugehörigen Öffnungs- und/oder Schließzeiten mit einem vorgegebenen Schwellenwert verglichen werden.

[0012] Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, dass bei einer ordnungsgemäßen Funktion des Tankentlüftungsventils im Falle eines mehrmaligen, in kurzen Zeitabständen aufeinanderfolgenden Öffnens und

Schließens die zu überwachende Größe zwischen einer der Zahl der Öffnungs- bzw. Schließvorgänge entsprechenden Zahl von Maxima bzw. Minima schwankt, wobei die Minima jeweils dem Zeitpunkt des Öffnens des Tankentlüftungsventils und die Maxima jeweils dem Zeitpunkt des Schließens des Tankentlüftungsventils entsprechen, oder umgekehrt. Da diese Maxima bzw. Minima mit den Nulldurchgängen der ersten Ableitung der zu überwachenden Größe zusammenfallen, bedeutet dies, dass die Zeitspanne zwischen zwei benachbarten Nulldurchgängen ziemlich genau der zugehörigen Öffnungs- bzw. Schließzeit des Tankentlüftungsventils entsprechen wird. Dies hat zur Folge, dass die Zeitspannen zwischen benachbarten Nulldurchgängen der ersten Ableitung der zu überwachenden Größe große Übereinstimmungen mit den Öffnungs- bzw. Schließzeiten des ordnungsgemäß funktionierenden Tankentlüftungsventils aufweisen werden, so dass es bei einem Vergleich der Zeitspannen und der zugehörigen Öffnungs- bzw. Schließzeiten nicht zur Überschreitung des vorgegebenen Schwellenwerts kommen wird.

[0013] Wenn hingegen das Tankentlüftungsventil im Falle eines Defekts oder einer Störung nicht mehr öffnet oder nicht mehr schließt, werden die Maxima und die Minima im zeitlichen Verlauf der zu überwachenden Größe und damit auch die Zeitspannen zwischen benachbarten Nulldurchgängen der ersten Ableitung dieser Größe in keiner messbaren Korrelation zu den Zeitpunkten stehen, in denen das Tankentlüftungsventil zum Öffnen oder Schließen angesteuert wird. Dies bedeutet, dass es beim Vergleich der Zeitspannen zwischen benachbarten Nulldurchgängen der ersten Ableitung der zu überwachenden Größe und der gesteuerten Öffnungs- bzw. Schließzeiten des Tankentlüftungsventils sehr häufig zur Überschreitung des vorgegebenen Schwellenwerts kommen wird.

[0014] Das erfindungsgemäße Verfahren ist wesentlich robuster als die bekannten Verfahren, bei denen stets die zu überwachende Größe selbst und nicht deren erste Ableitung ausgewertet wird. Darüber hinaus bietet das erfindungsgemäße Verfahren die Möglichkeit, die Funktionsprüfung auch in Lastzuständen der Brennkraftmaschine durchzuführen, in denen mit den bekannten Verfahren eine Funktionsprüfung des Tankentlüftungsventils nicht oder nur sehr eingeschränkt möglich ist. Dies ist besonders bei Kraftfahrzeugen mit Hybridantrieb und Start-Stop-Automatik von Vorteil, wo die Brennkraftmaschine im Stillstand oder in Fahrzuständen mit geringer Last abgeschaltet wird, was eine Funktionsprüfung des Tankentlüftungsventils im Leerlauf oder unter geringer Last unmöglich macht.

[0015] Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass nur ein sehr geringer Applikationsaufwand notwendig ist, da die zur Auswertung herangezogene Zeitspanne zwischen benachbarten Nulldurchgängen der ersten Ableitung der zu überwachenden Größe von den in einem Regelungssystem zur Regelung der Brennkraftmaschine gewählten Reglerpa-

rametern oder Reglerdaten unabhängig ist, während bei bekannten Verfahren nach einer Veränderung der Reglerparameter oder Reglerdaten der Schwellenwert, mit dem die zu überwachende Größe verglichen wird, neu bestimmt werden muss.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung werden die Öffnungszeiten des Tankentlüftungsventils so gewählt, dass sie in einem vorbestimmten Verhältnis zu den Schließzeiten stehen. Wenn dieses Verhältnis vorteilhaft gleich 1 : 1 gewählt wird, d.h. die Öffnungszeit der Schließzeit entspricht, können beliebige Paare von benachbarten Nulldurchgängen der ersten Ableitung der zu überwachenden Größe ermittelt und mit den Öffnungszeiten des Tankentlüftungsventils verglichen werden.

[0017] Darüber hinaus hat diese Vorgehensweise den Vorteil, dass eventuell auftretende Nulldurchgänge der ersten Ableitung, die nicht durch ein Maximum oder Minimum sondern durch einen stetig ansteigenden oder abfallenden Kurvenabschnitt mit einer lokalen Steigung von Null verursacht werden, infolge der Abweichung der ermittelten Zeitspanne zum benachbarten Nulldurchgang leicht als Ausreißer erkannt und bei der Auswertung unberücksichtigt gelassen werden können. Zur Erkennung von Nulldurchgängen der ersten Ableitung ohne echtes Minimum oder Maximum kann jedoch bei der Auswertung auch die zweite Ableitung der zu überwachenden Größe herangezogen werden.

[0018] Wenn das Verhältnis ungleich 1 : 1 gewählt wird, müssen diejenigen Paare von Nulldurchgängen ausgesondert werden, zwischen denen das Tankentlüftungsventil geschlossen ist, was jedoch aufgrund der unterschiedlichen Dauer der Schließ- und Öffnungszeiten ebenfalls keine Probleme bereitet.

[0019] Um zu gewährleisten, dass Ausreißer unberücksichtigt bleiben, sieht eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung vor, dass der Vergleich der Zeitspannen zwischen benachbarten Nulldurchgängen der ersten Ableitung und den Öffnungszeiten des Tankentlüftungsventils mehrere Male wiederholt wird, wobei nur in denjenigen Fällen auf eine nicht-ordnungsgemäße Funktion des Tankentlüftungsventils geschlossen wird, wo entweder ein Mittelwert der Differenzbeträge der ermittelten Zeitspannen und der zugehörigen Öffnungs- und/oder Schließzeiten den Schwellenwert überschreitet oder wo der Anteil der Überschreitungen des Schwellenwerts durch einzelne Differenzbeträge über einem vorgegebenen Grenzwert liegt.

[0020] Das heißt, es wird vorteilhaft auf eine ordnungsgemäße Funktion des Tankentlüftungsventils geschlossen, wenn die Differenzbeträge zwischen den ermittelten Zeitspannen und den zugehörigen Öffnungs- und/oder Schließzeiten des Tankentlüftungsventils einen vorgegebenen Schwellenwert immer oder fast immer unterschreiten, während auf eine nicht-ordnungsgemäße Funktion des Tankentlüftungsventils geschlossen wird, wenn die Differenzbeträge zwischen den ermittelten Zeitspannen und den zugehörigen Öffnungs- und/oder

Schließzeiten des Tankentlüftungsventils einen vorgegebenen Schwellenwert häufiger überschreiten.

[0021] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Öffnungs- und/oder Schließzeiten des Tankentlüftungsventils in einem vorbestimmten Muster verändert werden, um im Falle eines Zeitversatzes zwischen den Öffnungs- und/oder Schließzeiten und der aufgezeichneten Größe eine einfachere Zuordnung der Öffnungs- und/oder Schließzeiten zu der aufgezeichneten Größe bzw. deren erster Ableitung zu ermöglichen. Weiter werden die Öffnungs- und/oder Schließzeiten des Tankentlüftungsventils vorteilhaft in Abhängigkeit von einem augenblicklichen Luftmassendurchsatz durch den Ansaugtrakt verändert.

[0022] Um die Genauigkeit des Verfahrens zu verbessern, ist es möglich, an Stelle des zeitlichen Verlaufs von einer vom Öffnungszustand des Tankentlüftungsventils abhängigen Größe den zeitlichen Verlauf von mehreren derartigen Größen aufzuzeichnen und deren erste Ableitungen auszuwerten.

[0023] Das Öffnen und Schließen des Tankentlüftungsventils im Betrieb der Brennkraftmaschine und die Aufzeichnung des zeitlichen Verlaufs der vom Öffnungszustand des Tankentlüftungsventils abhängigen Größe (n) werden vorteilhaft nur unter konstanten Betriebsbedingungen vorgenommen, was sowohl im Leerlauf als auch unter Last erfolgen kann.

[0024] Die vom Öffnungszustand des Tankentlüftungsventils abhängige Größe ist vorzugsweise das in einem Abgastrakt der Brennkraftmaschine gemessene Kraftstoff/Luft-Verhältnis, kann jedoch beispielsweise auch ein in einem Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine gemessener Saugrohrdruck, ein Ausgangssignal eines Drosselklappenreglers oder ein Ausgangssignal eines Gemischreglers sein.

[0025] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs mit einem Kraftstofftank und einem Tankentlüftungssystem;

Fig. 2 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Funktionsprüfung eines Tankentlüftungsventils des Tankentlüftungssystems;

Fig. 3 ein Schaubild einer durch Messung ermittelten Beziehung zwischen Öffnungs- und Schließzeiten des Tankentlüftungsventils und einer vom Öffnungszustand abhängigen Größe bzw. deren erster Ableitung.

[0026] Die in Fig. 1 schematisch dargestellte Brennkraftmaschine 1 eines Kraftfahrzeugs wird aus einem Kraftstofftank 2 mit Ottokraftstoff gespeist. Der Kraftstofftank 2 weist ein Tankentlüftungssystem 3 auf, das einen über eine Tankentlüftungsleitung 4 mit dem Kraftstoff-

tank 3 verbundenen Kraftstoffdampfspeicher 5 und im Inneren des Kraftstoffdampfspeichers 5 angeordnete Aktivkohle 6 umfasst. Die Aktivkohle 6 dient dazu, Kraftstoffdämpfe aufzufangen, die sich oberhalb des flüssigen Kraftstoffs 7 im Kraftstofftank 2 sammeln und dann über die Tankentlüftungsleitung 4 in den Kraftstoffdampfspeicher 5 gelangen.

[0027] Um eine Regeneration der Aktivkohle 6 zu ermöglichen, ist der Kraftstoffdampfspeicher 5 durch eine Regenerierungsleitung 8 mit einem Saugrohr 9 eines Ansaugtrakts 10 der Brennkraftmaschine 1 verbunden. Die Regenerierungsleitung 8 enthält ein steuerbares Tankentlüftungsventil 11, dessen Stellorgan 12 über eine Signalleitung 13 mit einem zur Regenerierung der Aktivkohle 6 und zur Prüfung der Funktion des Tankentlüftungsventils 11 dienenden Regenerier- und Diagnosemodul 14 des Tankentlüftungssystems 3 verbunden ist.

[0028] Zur Regenerierung der Aktivkohle 6 wird das Tankentlüftungsventil 11 vom Diagnosemodul 14 geöffnet, um Luft aus der Umgebung durch den Kraftstoffdampfspeicher 5 in das Saugrohr 9 zu saugen, wie durch den Pfeil R in Fig. 1 dargestellt, wobei die von der Aktivkohle 6 gespeicherten Kraftstoffdämpfe an die angesaugte Umgebungsluft abgegeben und mit dieser einer Verbrennung in der Brennkraftmaschine 1 zugeführt werden.

[0029] Zur Prüfung der Funktion des Tankentlüftungsventils 11 ist das Diagnosemodul 14 über eine weitere Signalleitung 15 mit einer Lambda-Sonde 16 in einem Abgastrakt 17 der Brennkraftmaschine 1 verbunden, mit der das Kraftstoff/Luft-Verhältnis im Abgastrakt 17 kontinuierlich gemessen wird. Ein Ausgangssignal der Lambda-Sonde 16 wird kontinuierlich zum Diagnosemodul 14 übermittelt, wo es zur Prüfung der Funktion des Tankentlüftungsventils 11 ausgewertet werden kann.

[0030] Im folgenden wird das Verfahren zur Funktionsprüfung des Tankentlüftungsventils 11 unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben:

[0031] Nachdem die Funktionsprüfung in einem ersten Schritt S1 gestartet worden ist, wird in einem zweiten Schritt S2 geprüft, ob die Brennkraftmaschine 1 unter konstanten Betriebsbedingungen arbeitet. Wenn dies nicht der Fall ist, wird in einem dritten Schritt S3 die Funktionsprüfung abgebrochen und nach einer vorgegebenen Zeitdauer erneut mit dem Schritt S1 gestartet.

[0032] Wenn die Brennkraftmaschine 1 unter konstanten Betriebsbedingungen arbeitet, wird in einem vierten Schritt S4 das Tankentlüftungsventil 11 in Abhängigkeit vom aktuellen Luftmassendurchsatz unter der Steuerung des Diagnosemoduls 14 in einem speziellen Muster wiederholt für kurze Zeit geöffnet und geschlossen. Dabei werden vom Diagnosemodul 14 die abwechselnden Öffnungs- und Schließzeiten des Ventils 11 aufgezeichnet, wie in Fig. 3 durch die Rechteckkurve I dargestellt, in der ein Wert von 100 % ein vollständig geöffnetes Tankentlüftungsventil 11 und ein Wert von 0 % ein vollständig geschlossenes Tankentlüftungsventil 11 repräsentiert. Bei dem in Fig. 3 dargestellten Muster stehen die bei-

spielhaft durch einen Doppelpfeil 18 dargestellten Öffnungszeiten des Tankentlüftungsventils 11 mit der jeweils nachfolgenden Schließzeit in einem Zeitverhältnis von 1 : 1.

[0033] Während des wiederholten Öffnens und Schließens des Tankentlüftungsventils 11 wird zeitgleich mit dem vierten Schritt S4 in einem fünften Schritt S5 im Diagnosemodul 14 das von der Lambda-Sonde 16 übermittelte Ausgangssignal mit dem gemessenen Kraftstoff/Luft-Verhältnis im Abgasstrom aufgezeichnet, wie durch die Kurve II in Fig. 3 dargestellt.

[0034] In einem nachfolgenden sechsten Schritt S6 wird vom Diagnosemodul 14 zur Auswertung die erste Ableitung der Kurve II, d.h. des aufgezeichneten Kraftstoff/Luft-Verhältnisses im Abgasstrom während des wiederholten Öffnens und Schließens des Tankentlüftungsventils 11 berechnet, wobei diese Ableitung in Fig. 3 durch die Kurve III dargestellt ist.

[0035] Nach der Berechnung der ersten Ableitung werden in einem siebenten Schritt S7 die Nulldurchgänge der ersten Ableitung berechnet, an denen die Steigung der Kurve II Null beträgt. Diese Nulldurchgänge, die in Fig. 3 auf der horizontalen Zeitachse t liegen und durch einen Kreis gekennzeichnet sind, fallen in Richtung der horizontalen Zeitachse t mit hoher Korrelation mit den Minima und den Maxima des Kraftstoff/Luft-Verhältnisses in Kurve II zusammen, in Fig. 3 abgesehen von einem einzigen Nulldurchgang 19, der einer lokalen Steigung von Null entlang eines ansteigenden Abschnitts der Kurve II entspricht.

[0036] Anschließend wird vom Diagnosemodul 14 in einem achten Schritt S8 die jeweilige Zeitspanne Δt zwischen zwei benachbarten Nulldurchgängen ermittelt, und in einem neunten Schritt S9 erneut festgestellt, ob die Brennkraftmaschine 1 unter konstanten Betriebsbedingungen arbeitet. Wenn sich die Betriebsbedingungen verändern, wird die Funktionsprüfung in einem zehnten Schritt S10 abgebrochen und nach einer vorbestimmten Zeitdauer mit dem Schritt S1 erneut gestartet, während im Fall von konstanten Betriebsbedingungen in einem elften Schritt S11 die ermittelten Zeitspannen Δt zwischen benachbarten Nulldurchgängen der ersten Ableitung mit den zugehörigen Öffnungszeiten des Tankentlüftungsventils 11 verglichen werden.

[0037] Zum Vergleich der ermittelten Zeitspannen Δt zwischen benachbarten Nulldurchgängen der ersten Ableitung mit den Öffnungszeiten des Tankentlüftungsventils 11 wird im Schritt S11 jeweils die Differenz D zwischen der Öffnungszeit des Tankentlüftungsventils 11 und der zugehörigen Zeitspanne Δt zwischen zwei benachbarten Nulldurchgängen der ersten Ableitung gebildet, wobei sich die Zugehörigkeit durch das spezielle Muster der Öffnungs- und Schließzeiten ermitteln lässt, das sowohl etwas längere und etwas kürzere Öffnungs- und Schließzeiten umfasst, wie in Fig. 3 dargestellt.

[0038] In einem nachfolgenden zwölften Schritt S12 wird der Betrag $|D|$ dieser Differenz D gebildet und festgestellt, ob der Betrag $|D|$ über oder unter einem vorbe-

stimmten Schwellenwert S liegt, d.h. ob $|D| > S$ oder $|D| < S$ ist.

[0039] Nachdem die Schritte S2 bis S12 mehrere Male wiederholt worden sind, wird in einem dreizehnten Schritt S13 auf einen Defekt des Tankentlüftungsventils geschlossen, wenn der Betrag häufiger über dem Schwellenwert liegt, während in einem vierzehnten Schritt S14 auf eine ordnungsgemäße Funktion des Tankentlüftungsventils 11 geschlossen wird, wenn der im Schritt S12 gebildete Betrag der Differenz den Schwellenwert nie oder nur selten übersteigt.

BEZUGSZEICHENLISTE

15 **[0040]**

- | | |
|-------|--------------------------|
| 1 | Brennkraftmaschine |
| 2 | Kraftstofftank |
| 3 | Tankentlüftungssystem |
| 20 4 | Tankentlüftungsleitung |
| 5 | Kraftstoffdampfspeicher |
| 6 | Aktivkohle |
| 7 | flüssiger Kraftstoff |
| 8 | Regenerierungsleitung |
| 25 9 | Saugrohr |
| 10 | Ansaugtrakt |
| 11 | Tankentlüftungsventil |
| 12 | Stellorgan |
| 13 | Signalleitung |
| 30 14 | Diagnosemodul |
| 15 | Signalleitung |
| 16 | Lambda-Sonde |
| 17 | Abgastrakt |
| 18 | Doppelpfeil Öffnungszeit |
| 35 19 | Nulldurchgang |

Patentansprüche

- 40 1. Verfahren zur Prüfung der Funktion eines Tankentlüftungsventils zwischen einem Ansaugtrakt einer Brennkraftmaschine und einem Kraftstofftank oder einem Kraftstoffdampfspeicher, bei dem das Tankentlüftungsventil im Betrieb der Brennkraftmaschine mehrmals geöffnet und nach einer kurzen Öffnungszeit wieder geschlossen wird und bei dem während des mehrmaligen Öffnens und Schließens ein zeitlicher Verlauf von mindestens einer vom Öffnungszustand des Tankentlüftungsventils abhängigen Größe aufgezeichnet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Ableitung des zeitlichen Verlaufs der Größe ausgewertet wird.
- 45 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Auswertung die Zeitspannen (Δt) zwischen benachbarten Nulldurchgängen der ersten Ableitung ermittelt und mit zugehörigen Öffnungs- und/oder Schließzeiten des Tankentlüf-
- 50
- 55

- tungsventils (11) verglichen werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** Differenzbeträge $|D|$ der Zeitspannen (Δt) und der zugehörigen Öffnungs- und/oder Schließzeiten mit einem Schwellenwert (S) verglichen werden.
 4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf eine ordnungsgemäße Funktion des Tankentlüftungsventils (11) geschlossen wird, wenn die Differenzbeträge $|D|$ den Schwellenwert (S) immer oder fast immer unterschreiten.
 5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf eine nicht-ordnungsgemäße Funktion des Tankentlüftungsventils (11) geschlossen wird, wenn die Differenzbeträge $|D|$ den Schwellenwert (S) häufiger überschreiten.
 6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** aufeinanderfolgende Öffnungs- und Schließzeiten des Tankentlüftungsventils (11) während der Aufzeichnung der vom Öffnungszustand des Tankentlüftungsventils (11) abhängigen Größe in einem festen Verhältnis stehen.
 7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis der aufeinanderfolgenden Öffnungs- und Schließzeiten des Tankentlüftungsventils (11) während der Aufzeichnung der vom Öffnungszustand des Tankentlüftungsventils (11) abhängigen Größe 1 : 1 beträgt.
 8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Öffnungs- und/oder Schließzeiten des Tankentlüftungsventils (11) während der Aufzeichnung der vom Öffnungszustand des Tankentlüftungsventils (11) abhängigen Größe verändert werden.
 9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Öffnungs- und/oder Schließzeiten des Tankentlüftungsventils (11) in Abhängigkeit von einem augenblicklichen Luftmassendurchsatz durch einen Ansaugtrakt (10) der Brennkraftmaschine (1) verändert werden.
 10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Öffnungs- und/oder Schließzeiten des Tankentlüftungsventils (11) in einem speziellen Muster verändert werden.
 11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zeitlicher Verlauf von mehreren vom Öffnungszustand des Tankentlüftungsventils (11) abhängigen Größen überwacht wird, und dass die ersten Ableitungen des zeitlichen Verlaufs der mehreren Größen ausgewertet werden.
 12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Öffnen und Schließen des Tankentlüftungsventils (11) im Betrieb der Brennkraftmaschine (1) und die Überwachung des zeitlichen Verlaufs der vom Öffnungszustand des Tankentlüftungsventils (11) abhängigen Größe unter konstanten Betriebsbedingungen vorgenommen werden.
 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Öffnen und Schließen des Tankentlüftungsventils (11) und die Überwachung des zeitlichen Verlaufs der vom Öffnungszustand des Tankentlüftungsventils (11) abhängigen Größe im Leerlauf der Brennkraftmaschine (1) vorgenommen werden.
 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Öffnen und Schließen des Tankentlüftungsventils (11) und die Überwachung des zeitlichen Verlaufs der vom Öffnungszustand des Tankentlüftungsventils (11) abhängigen Größe unter Last vorgenommen werden.
 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vom Öffnungszustand des Tankentlüftungsventils (11) abhängige Größe ein in einem Abgastrakt (17) der Brennkraftmaschine (1) gemessenes Kraftstoff/Luft-Verhältnis ist.
 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vom Öffnungszustand des Tankentlüftungsventils (11) abhängige Größe ein in einem Ansaugtrakt (10) der Brennkraftmaschine (1) gemessener Saugrohrdruck ist.
 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vom Öffnungszustand des Tankentlüftungsventils (11) abhängige Größe ein Ausgangssignal eines Drosselklappenreglers ist.
 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vom Öffnungszustand des Tankentlüftungsventils (11) abhängige Größe ein Ausgangssignal eines Gemischreglers ist.

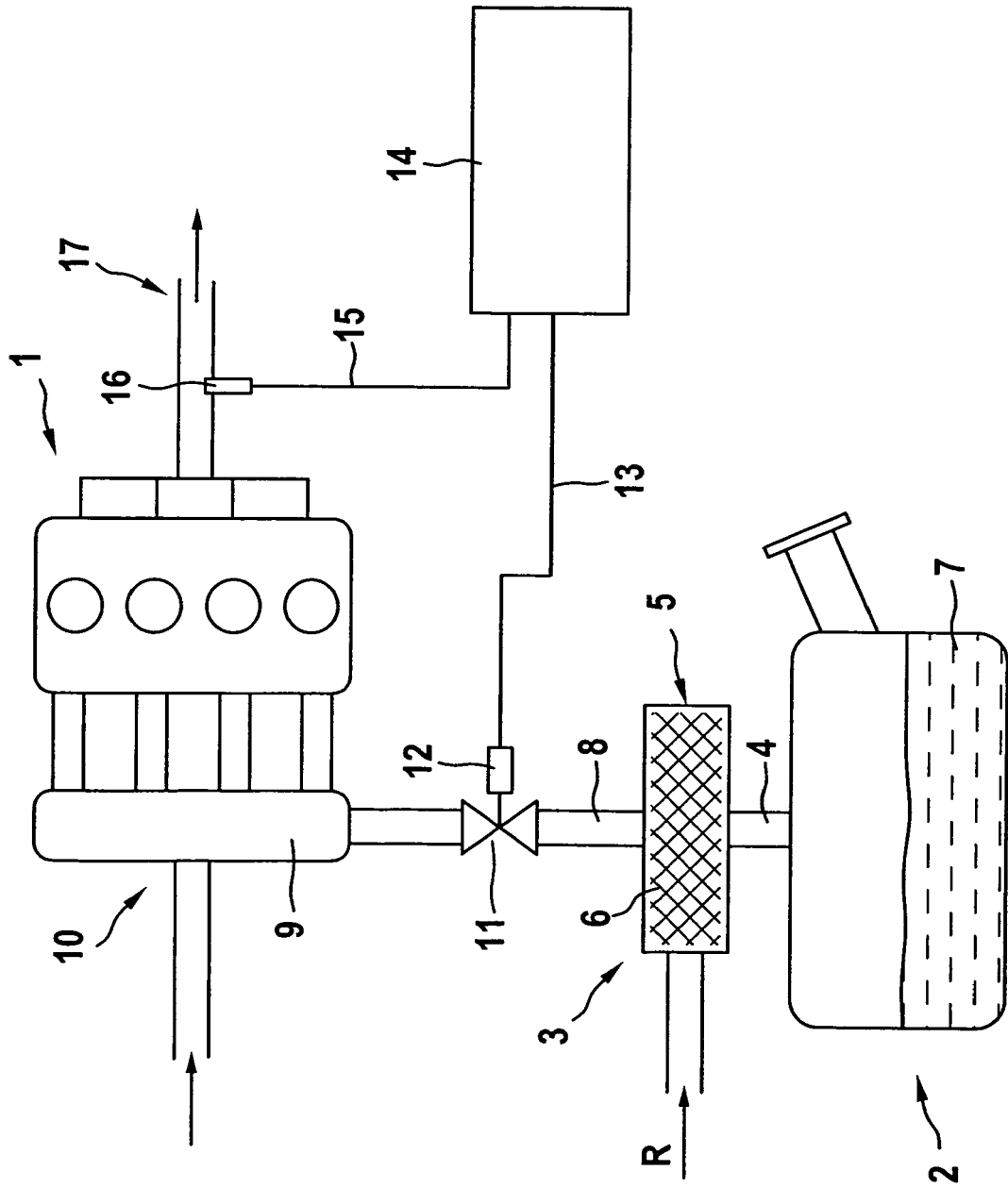


Fig. 1

Fig. 2

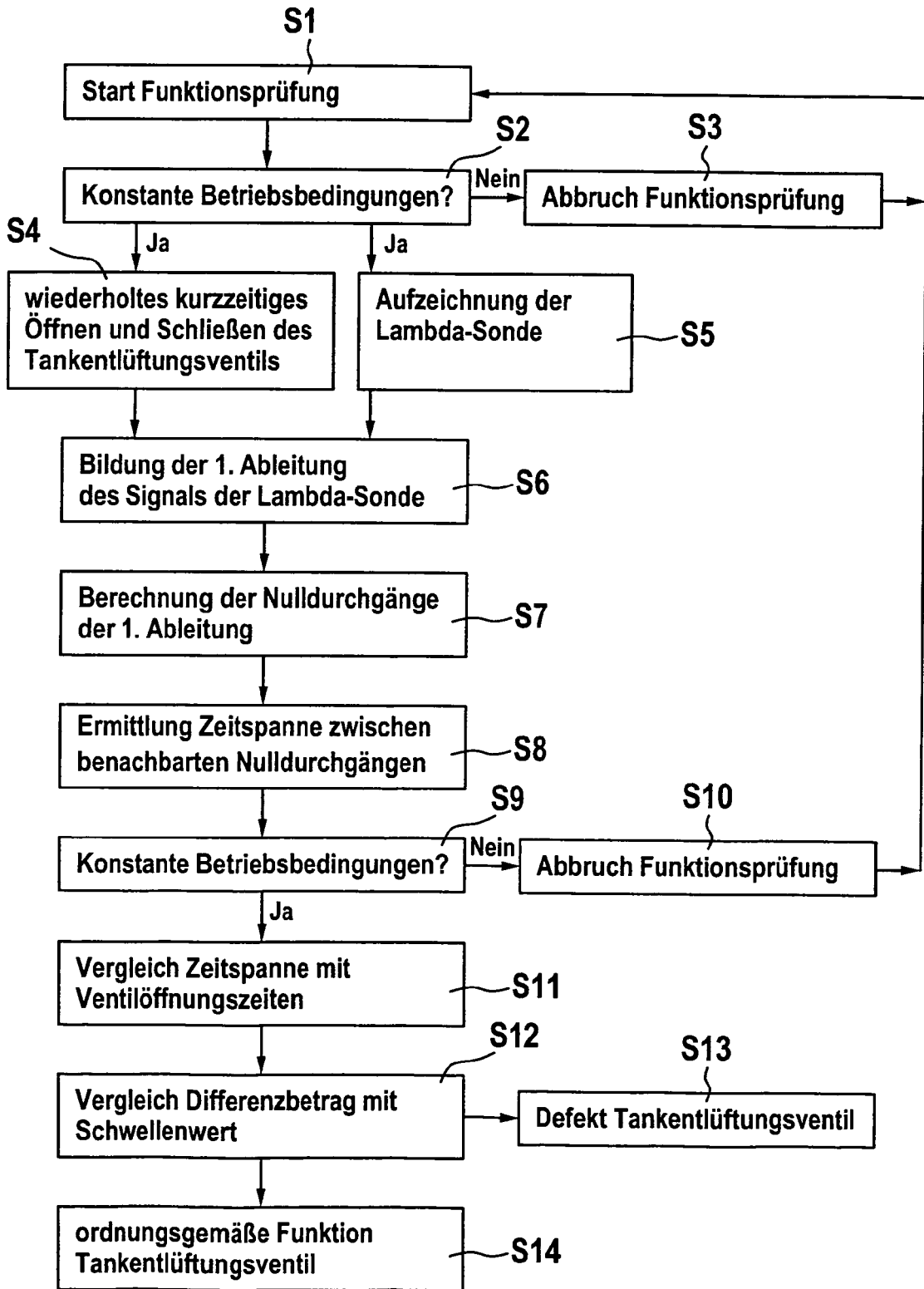
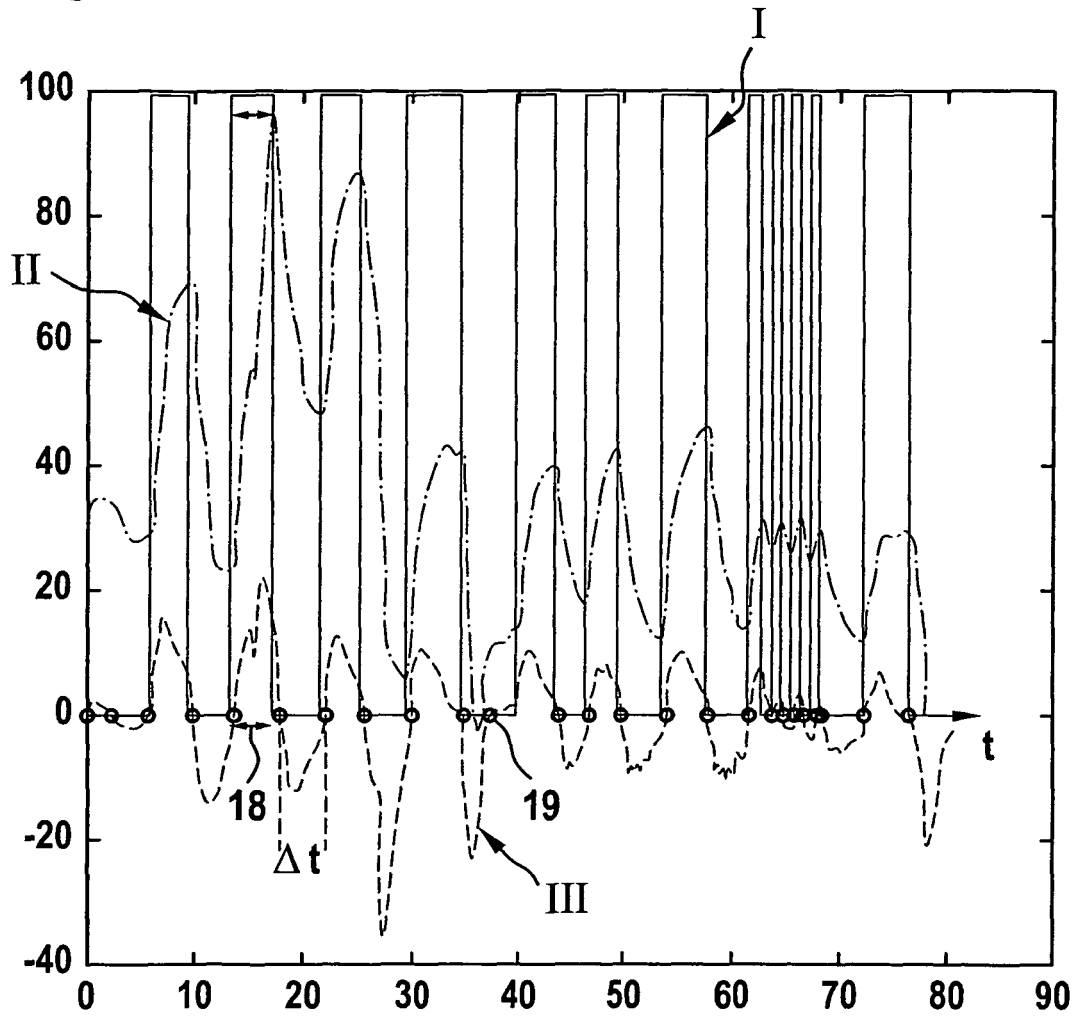


Fig. 3



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 10043071 A1 [0003] [0005]
- DE 10324813 A1 [0003] [0004] [0007]
- DE 102005049068 A1 [0003] [0007]
- DE 102006034807 A1 [0003]