



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 226 565.4**

(51) Int Cl.: **F01N 11/00 (2006.01)**

(22) Anmeldetag: **19.12.2013**

(43) Offenlegungstag: **25.06.2015**

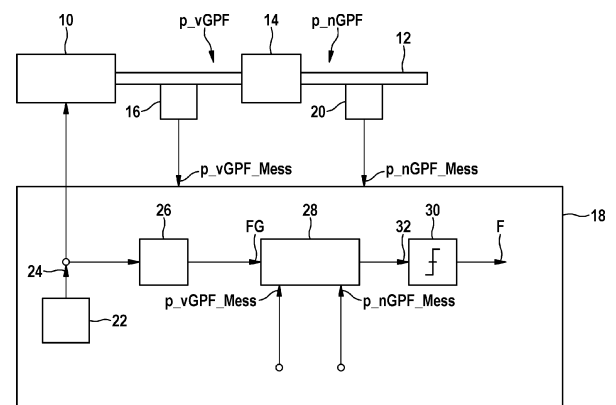
(71) Anmelder:  
**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:  
**Willimowski, Markus, 71691 Freiberg, DE; Zein,  
Thomas, 71069 Sindelfingen, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Überwachung eines in einem Abgaskanal einer Brennkraftmaschine angeordneten Bauteils, Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, Computer-Programm und Computer-Programmprodukt**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung eines in einem Abgaskanal (12) einer Brennkraftmaschine (10) angeordneten Bauteils (14), welches sich dadurch auszeichnet, dass bei einer Änderung des Abgasdrucks ( $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$ ) die Zeitverzögerung (d) zwischen dem Abgasdruck ( $p_{vGPF}$ ) stromaufwärts vor dem Bauteil (14) und dem Abgasdruck ( $p_{nGPF}$ ) stromabwärts nach dem Bauteil (14) erfasst wird und dass bei einer zu geringen Zeitverzögerung (d) ein Fehlersignal (F) bereitgestellt wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung eines in einem Abgaskanal einer vorzugsweise mit Benzin betriebenen Brennkraftmaschine angeordneten Bauteils sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

**[0002]** Die Erfindung betrifft weiterhin ein Computer-Programm, mit dessen Hilfe die Überwachung durchgeführt wird, sowie ein Computer-Programmprodukt mit einem auf einem maschinenlesbaren Träger gespeicherten Programmcode zur Durchführung des Verfahrens.

**Stand der Technik**

**[0003]** Ein Partikelfilter im Abgaskanal einer Brennkraftmaschine dient der Verminderung der von der Brennkraftmaschine emittierten Partikel. Das Partikelfilter, welches sich im Laufe der Betriebszeit der Brennkraftmaschine mit abgeschiedenen Partikeln füllt, muss von Zeit zu Zeit regeneriert werden. Gesetzliche Bestimmungen schreiben vor, dass die korrekte Funktion eines Partikelfilters mittels Diagnosefunktionen während des Betriebs überwacht wird. Die Diagnose der Funktion von Partikelfiltern erfolgt beispielsweise über eine Bestimmung der Abgas-Druckdifferenz, die am Partikelfilter auftritt und/oder über eine zumindest stromabwärts nach dem Partikelfilter mittels eines Partikelsensors gemessenen Partikelkonzentration.

**[0004]** In der Offenlegungsschrift DE 103 58 195 A1 wird ein Verfahren zur Überwachung eines in einem Abgaskanal einer Brennkraftmaschine angeordneten Katalysators vorgeschlagen, bei dem das Tiefpassverhalten überprüft wird, welches durch die Wärmekapazität des Katalysators bestimmt ist. Bewertet wird ein Maß für eine erste Abgastemperatur, die stromaufwärts vor dem Katalysator erfasst wird, und ein Maß für eine zweite Abgastemperatur, die stromabwärts nach dem Katalysator gemessen wird. Das bekannte Verfahren ermöglicht eine Überwachung des Katalysators auf eine Veränderung, die beispielsweise bei einer unzulässigen Manipulation aufgetreten sein kann. Im Extremfall kann der zu überwachende Katalysator vollständig entfernt worden sein. Bekannt ist es demnach, aus dem von der Wärmekapazität des Katalysators beeinflussten Verhaltens der Abgastemperatur beim Durchströmen des Katalysators auf eine Manipulation an dem Katalysator zu schließen.

**[0005]** In der Offenlegungsschrift DE 10 2009 003 091 A1 wird das Vorhandensein einer in einem Abgasbereich einer Brennkraftmaschine angeordneten Sensoreinheit überwacht. Die Sensoreinheit ermittelt zunächst eine Sensortemperatur. Aus einem Vergleich der ermittelten Sensortempe-

ratur mit einer mittels einer weiteren Sensoreinheit gemessenen Abgastemperatur oder mit Modellgrößen oder mit definierten Schwellwerten wird auf einen Ausbau oder einen nicht korrekter Einbau der Sensoreinheit geschlossen.

**[0006]** In der Offenlegungsschrift DE 10 2010 002 691 A1 wird ein Partikelfilter mittels einer Differenzdruckmessung diagnostiziert.

**[0007]** In der Offenlegungsschrift DE 44 26 020 A1 ist ein Verfahren beschrieben, bei dem die Funktionsfähigkeit eines in einem Abgasbereich einer Brennkraftmaschine angeordneten Katalysators überwacht wird. Die Überwachung beruht auf einer Bewertung der durch eine exotherme Umsetzung der Abgase im Katalysator auftretenden Temperaturerhöhung. Ermittelt werden zwei Temperatursignale, wobei das erste Temperatursignal durch Messung der Temperatur stromabwärts nach dem Katalysator und das zweite Temperatursignal durch Berechnung erhalten werden. Bewertet wird eine Temperaturerhöhung, die aufgrund der exothermen Reaktion von Abgasbestandteilen bei einem ordnungsgemäßen Katalysator erwartet werden kann.

**[0008]** In der Offenlegungsschrift DE 10 2010 002 691 A1 ist ein Verfahren zur Überwachung eines Partikelfilters beschrieben, welches im Abgaskanal einer Brennkraftmaschine angeordnet ist. Zur Überwachung des Partikelfilters wird die am Partikelfilter auftretende Differenz des Abgasdrucks bewertet. Vorgesehen ist eine Erfassung des stromaufwärts vor dem Partikelfilter auftretenden Differenzdrucks und des stromabwärts nach dem Partikelfilter auftretenden Differenzdrucks jeweils gegenüber dem Atmosphärendruck. Der Differenzdruck wird entweder aus zwei Differenzdruck Messungen oder aus zwei Absolutdruck-Messungen ermittelt. Die separate Ermittlung des stromaufwärts vor und stromabwärts nach dem Partikelfilter auftretenden Abgasdrucks erschwert mögliche Manipulationen die bei einer Differenzdruck-Messung am Partikelfilter mittels eines einzigen Differenzdrucksensors vergleichsweise einfach möglich wäre.

**[0009]** Es ist Aufgabe der Erfindung, ein einfaches und zuverlässiges Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung zur Überwachung eines in einem Abgasbereich einer vorzugsweise mit Benzin betriebenen Brennkraftmaschine angeordneten Bauteils anzugeben.

**Offenbarung der Erfindung**

**[0010]** Die erfindungsgemäße Vorgehensweise zur Überwachung eines in einem Abgaskanal einer vorzugsweise mit Benzin betriebenen Brennkraftmaschine angeordneten Bauteils beruht darauf, dass bei einer Änderung des Abgasdrucks die Zeitverzögerung

zwischen dem Abgasdruck stromaufwärts vor dem Bauteil und dem Abgasdruck stromabwärts nach dem Bauteil erfasst wird. Bei einer zu geringen Zeitverzögerung wird ein Fehlersignal bereitgestellt. Das Fehlersignal kann beispielsweise zur Anzeige gebracht und/oder gespeichert werden.

**[0011]** Die erfindungsgemäße Vorgehensweise eignet sich insbesondere zur Überwachung eines Bauteils, welches im Abgaskanal einer mit Benzin betriebenen Brennkraftmaschine angeordnet ist. Die besondere Eignung beruht darauf, dass bei einer als Ottomotor realisierten Brennkraftmaschine im Mittel ein erheblich geringerer Abgasdruck als bei einer als Dieselmotor realisierten Brennkraftmaschine auftritt. Die Ermittlung und anschließende Bewertung der Zeitverzögerung zwischen beiden Abgasdrücken ist erheblich einfacher und präziser durchzuführen als beispielsweise die Erfassung und Bewertung von absoluten Signalamplituden wie beispielsweise Drucksignalamplituden.

**[0012]** Bei einer Manipulation des Bauteils, beispielsweise bei einem Ausbau des Bauteils und einem Ersatz des Bauteils durch ein Stück Rohr tritt eine zu geringe Zeitverzögerung auf, die mittels des Fehlersignals signalisiert wird.

**[0013]** Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorgehensweise sind jeweils Gegenstände von abhängigen Ansprüchen.

**[0014]** Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass ein Abgas-Drucksignal stromaufwärts vor dem Bauteil und ein Abgas-Drucksignal stromabwärts nach dem Bauteil getrennt gemessen werden und dass die Zeitverzögerung aus den beiden getrennt gemessenen Abgas-Drucksignalen ermittelt wird. Alternativ kann der Abgasdruck stromaufwärts vor dem Bauteil anhand von wenigstens einer Brennkraftmaschine-Betriebskenngröße wie beispielsweise der Last berechnet werden.

**[0015]** Eine Überwachung, welche auf einer Bewertung zumindest eines Maßes für die am Bauteil auftretenden Absolutwerte jeweils des Abgasdrucks stromaufwärts vor dem Bauteil und stromabwärts nach dem Bauteil beruht, wäre nur mit einem erhöhten Aufwand realisierbar und würde ansonsten ein unzuverlässigeres Überwachungs-Ergebnis zur Folge haben. Die gemäß der vorteilhaften Ausgestaltung vorgesehene Vorgehensweise, bei welcher die Ermittlung der Zeitverzögerung auf der Grundlage des stromaufwärts vor dem Bauteil auftretenden Abgasdrucks und dem stromabwärts nach dem Bauteil auftretenden Abgasdrucks vorgesehen ist, weist insbesondere den Vorteil auf, dass die Ermittlung der Zeitverzögerung unabhängig vom Absolutwert des Abgasdrucks ist.

**[0016]** Eine andere vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass die Änderung des Abgasdrucks durch einen Eingriff in die Steuerung der Brennkraftmaschine gezielt hervorgerufen wird. Mit dieser Maßnahme kann die Überwachung zu jedem vorgegebenen Zeitpunkt angestoßen und durchgeführt werden. Eine Änderung des Abgasdrucks wird beispielsweise durch einen Eingriff in eine Position einer Drosselklappe und /oder einen Eingriff in die Kraftstoff-Zumessung und/oder eine Verstellung eines Zündzeitpunkts einer Zündanlage, die bei einer Otto-Brennkraftmaschine normalerweise vorhanden ist, vorgenommen.

**[0017]** Eine alternative Ausgestaltung sieht vor, dass eine Änderung des Abgasdrucks anhand der Bewertungen mindestens einer Betriebskenngröße der Brennkraftmaschine erkannt wird, und dass ohne aktiven Eingriff in die Steuerung der Brennkraftmaschine die erkannte Änderung zur Erfassung der Zeitverzögerung herangezogen wird. Bei dieser Ausgestaltung wird zur Durchführung der Überwachung auf einen geeigneten Betriebszustand der Brennkraftmaschine gewartet, bei welchem eine Änderung des Abgasdrucks auftritt. Eine solche Änderung ist beispielsweise eine Änderung der von der Brennkraftmaschine geforderten Last. Die Last der Brennkraftmaschine kann aus der Stellung einer im Ansaugbereich der Brennkraftmaschine angeordneten Drosselklappe und/oder einem Kraftstoff-Zumesssignal ermittelt werden. Der Vorteil liegt darin, dass kein aktiver Eingriff in den Betrieb der Brennkraftmaschine vorgenommen werden muss, wodurch sich gegebenenfalls Abgaswerte und der Kraftstoffverbrauch negativ ändern könnten.

**[0018]** Gemäß einer Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Zeitverzögerung aus der Phasenverschiebung zwischen den beiden Abgasdrücken beziehungsweise zwischen den beiden Abgasdrucksignalen zu einem bestimmten Zeitpunkt ermittelt wird.

**[0019]** Gemäß einer anderen Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Zeitverzögerung auf der Grundlage der Kreuz-Korrelationsfunktion des stromaufwärts vor dem Bauteil auftretenden Abgasdrucks und des stromabwärts nach dem Bauteil auftretenden Abgasdrucks ermittelt wird. Das Ergebnis der Kreuz-Korrelationsfunktion, welches einem Wert zwischen 0 und 1 entspricht, kann unmittelbar als ein Maß für die Zeitverzögerung herangezogen werden.

**[0020]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens betrifft ein speziell hergerichtetes Steuergerät.

**[0021]** Das Steuergerät enthält vorzugsweise wenigstens einen elektrischen Speicher, in welchem die Verfahrensschritte als Computer-Programm abgelegt sind.

**[0022]** Als Bauteil sind vorzugsweise wenigstens ein Partikelfilter und/oder wenigstens ein Katalysator im Abgaskanal der Brennkraftmaschine vorgesehen. Das Fehlersignal signalisiert dann den Ausbau eines Partikelfilters und/oder den Ausbau eines Katalysators.

**[0023]** Das erfindungsgemäße Computer-Programm sieht vor, dass alle Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgeführt werden, wenn es in einem Computer abläuft, der im vorliegenden Fall im Steuergerät enthalten ist.

**[0024]** Das erfindungsgemäße Computer-Programmprodukt mit einem auf einem maschinenlesbaren Träger gespeicherten Programmcode führt das erfindungsgemäße Verfahren aus, wenn das Programm in einem Computer abläuft, der im vorliegenden Fall im Steuergerät enthalten ist.

**[0025]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Kurzbeschreibung der Ausführungsbeispiele:

**[0026]** Fig. 1 zeigt das technische Umfeld, in welchem die Erfindung verwendet werden kann, und

**[0027]** Fig. 2 zeigt zwei Abgas-Drucksignale in Abhängigkeit von der Zeit.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele:

**[0028]** Fig. 1 zeigt eine Brennkraftmaschine **10**, die insbesondere als eine mit Benzin betriebene Brennkraftmaschine **10** realisiert ist. Eine Benzin-Brennkraftmaschine **10** erzeugt gegenüber einer beispielsweise mit Diesel betriebenen Brennkraftmaschine **10** einen deutlich niedrigeren Abgasdruck. In Fig. 1 sind der Abgasdruck  $p_{vGPF}$  stromaufwärts vor dem Bauteil **14** und der Abgasdruck  $p_{nGPF}$  stromabwärts nach dem Bauteil **14** eingetragen. Bei dem Bauteil **14** handelt es sich vorzugsweise um wenigstens ein Partikelfilter und/oder um wenigstens einen Katalysator.

**[0029]** Stromaufwärts vor dem Bauteil **14** ist ein erster Drucksensor **16** angeordnet, der den Abgasdruck  $p_{vGPF}$  stromaufwärts vor dem Bauteil **14** erfasst und einem Steuergerät **18** als erstes Abgas-Drucksignal  $p_{vGPF\_Mess}$  zur Verfügung stellt.

**[0030]** Stromabwärts nach dem Bauteil **14** ist ein zweiter Drucksensor **20** angeordnet, der den Abgasdruck  $p_{nGPF}$  stromabwärts nach dem Bauteil **14** erfasst und ebenfalls dem Steuergerät **18** als zweites Abgas-Drucksignal  $p_{nGPF\_Mess}$  zur Verfügung stellt.

**[0031]** Im gezeigten Ausführungsbeispiel wird davon ausgegangen, dass das Steuergerät **18** sowohl die Brennkraftmaschine **10** als auch die Abgasreinigung steuert. Gegebenenfalls können zwei verschiedene Steuergeräte vorgesehen sein.

**[0032]** Die erfindungsgemäße Vorgehensweise beruht auf einer Erfassung des Abgasdrucks  $p_{vGPF}$  stromaufwärts vor dem Bauteil **14** und einer Erfassung des Abgasdrucks  $p_{nGPF}$  stromabwärts nach dem Bauteil **14**. Ermittelt und bewertet wird die Zeitverzögerung zwischen den beiden Abgasdrücken  $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$  bei einer Änderung des Abgasdrucks. Eine zu geringe Zeitverzögerung, die unterhalb eines Schwellenwerts liegt, deutet auf eine Manipulation am Bauteil **14**, beispielsweise auf einen Ausbau des Bauteils **14** hin.

**[0033]** Die Überwachung des Bauteils **14** in einem stationären Betriebszustand der Brennkraftmaschine **10**, bei welchem sich der Abgasdruck  $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$  nicht oder nur geringfügig ändert, wäre nur mit einem erhöhten Aufwand möglich, bei welchem Signalamplituden bewertet werden müssten. Die Überwachung findet erfindungsgemäß vielmehr dann statt, wenn eine Änderung des Abgasdrucks  $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$  auftritt, die zumindest derart signifikant ist, dass eine Zeitverzögerung des stromaufwärts vor dem Bauteil **14** auftretenden Abgasdrucks  $p_{vGPF}$  und des stromabwärts nach dem Bauteil **14** auftretenden Abgasdrucks  $p_{nGPF}$  mit einfachen Mitteln erfasst werden kann. Bei einer Manipulation des Bauteils **14**, beispielsweise bei einem Ausbau des Bauteils **14** und einem Ersatz des Bauteils **14** durch ein Rohrstück tritt eine zu geringe Zeitverzögerung auf, die mittels eines Fehlersignals  $F$  signalisiert wird.

**[0034]** Prinzipiell ist es möglich, den Abgasdruck stromaufwärts vor dem Bauteil **14** anhand wenigstens einer Brennkraftmaschinen-Betriebskenngröße **24** zu berechnen. Hierzu kann beispielsweise die Last der Brennkraftmaschine **10** herangezogen werden. Als Maß für die Last kann die Stellung einer nicht näher gezeigten Drosselklappe und/oder ein Kraftstoff-Zumesssignal verwendet werden. Alternativ oder zusätzlich ist der erste Drucksensor **16** vorgesehen, der den Abgasdruck  $p_{vGPF}$  stromaufwärts vor dem Bauteil **14** erfasst. In jedem Fall vorhanden ist der zweite Drucksensor **20**, der den Abgasdruck  $p_{nGPF}$  stromabwärts nach dem Bauteil **14** erfasst. Falls beide Drucksensoren **16**, **20** vorgesehen sind, erfolgt eine vollständig getrennte Erfassung des Abgasdrucks  $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$  stromaufwärts vor beziehungsweise stromabwärts nach dem Bauteil **14**. Eine Erfassung des am Bauteil **14** auftretenden Differenz-Abgasdrucks mittels eines Differenz-Drucksensors wäre nicht möglich, da es auf einen zeitlichen Bezug zwischen den beiden Abgasdrücken  $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$  ankommt, der mit einem derartigen Differenz-Druck-

sensor ohne weitere Maßnahmen nicht gemessen werden kann.

**[0035]** Im Steuergerät **18** ist eine Betriebskenngrößen-Festlegung **22** vorgesehen, welche zumindest eine Brennkraftmaschinen-Betriebskenngröße **24** festlegt. Bei der Brennkraftmaschinen-Betriebskenngröße **24** handelt es sich beispielsweise um die vorgegebene Position der bereits erwähnten Drosselklappe und/oder um das bereits erwähnte Kraftstoff-Zumesssignal und/oder bei einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine **10**, die bevorzugt vorgesehen sein soll, ein für eine in **Fig. 1** nicht gezeigte Zündanlage vorgesehenes Zündzeitpunkt-Signal.

**[0036]** Das Vorliegen einer ausreichend großen Änderung des Abgasdrucks  $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$  wird unterstellt, wenn eine Kenngrößen-Bewertung **26**, welche zumindest eine der genannten Brennkraftmaschinen-Betriebskenngrößen **24** bewertet, eine ausreichend große Änderung detektiert und mittels eines Freigabesignals FG signalisiert.

**[0037]** Das Freigabesignal FG veranlasst eine Strömungs-Bewertung **28** zum Ermitteln einer Zeitverzögerung zwischen dem stromaufwärts vor dem Bauteil **14** auftretenden Abgasdruck  $p_{vGPF}$  und dem stromabwärts nach dem Bauteil **14** auftretenden Abgasdruck  $p_{nGPF}$ . Der Strömungs-Bewertung **28** werden deshalb der Abgasdruck  $p_{vGPF}$  stromaufwärts vor dem Bauteil entweder als berechneter Abgasdruck  $p_{vGPF}$  oder als gemessenes Abgas-Drucksignal  $p_{vGPF\_Mess}$  und das gemessene Abgas-Drucksignal  $p_{nGPF\_Mess}$  für den Druck stromabwärts nach dem Bauteil **14** jeweils zugeführt.

**[0038]** In **Fig. 2** sind die beiden Abgasdrücke  $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$  in Abhängigkeit von der Zeit  $t$  dargestellt. Die beiden Abgasdrücke  $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$  unterscheiden sich zunächst hinsichtlich der Amplituden aufgrund des erwarteten, am Bauteil **14** auftretenden Druckabfalls. Wie bereits erwähnt, ist insbesondere bei einer mit Benzin betriebenen Brennkraftmaschine **10** der erwartete Druckabfall am Bauteil **14** vergleichsweise gering, sodass ein erhöhter Aufwand zur Bewertung der Amplituden der beiden Abgasdrücke  $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$  getrieben werden müsste. Vorgesehen ist deshalb eine Bewertung der Zeitverzögerung  $d$  zwischen den beiden Abgas drücken  $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$ .

**[0039]** Gemäß einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorgehensweise ist vorgesehen, dass die Änderung des Abgasdrucks  $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$  durch einen Eingriff in die Steuerung der Brennkraftmaschine **10** gezielt hervorgerufen wird. Der Eingriff erfolgt durch eine Veränderung wenigstens einer der bereits genannten Brennkraftmaschinen-Betriebskenngrößen **24**. Bei der Realisierung dieser Ausgestaltung kann auf die Kenngrößen-Bewertung **26** verzichtet

werden, da in diesem Fall die Betriebskenngrößen-Festlegung **22** das Freigabesignal FG selbst bereitstellen kann. Mit dieser Maßnahme kann die Überwachung des Bauteils **14** zu jedem vorgegebenen Zeitpunkt angestoßen und durchgeführt werden.

**[0040]** Gemäß einer alternativen Ausgestaltung ist vorgesehen, dass so lange gewartet wird, bis eine Änderung des Abgasdrucks  $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$  auftritt, ohne dass gezielt in die Steuerung der Brennkraftmaschine **10** nur zur der Durchführung der Überwachung des Bauteils **14** eingegriffen wird. Damit kann ein gegebenenfalls auftretender unnötiger Kraftstoffverbrauch und eine gegebenenfalls auftretende Erhöhung von schädlichen Bestandteilen im Abgas vermieden werden. Bei der Realisierung dieser Ausgestaltung ist die Kenngrößen-Bewertung **26** zur Beobachtung der von der Betriebskenngrößen-Festlegung **22** bereitgestellten wenigstens einen Brennkraftmaschinen-Betriebskenngröße **24** erforderlich.

**[0041]** Die Strömungs-Bewertung **28** kann die Zeitverzögerung  $d$  zwischen den beiden Abgasdrücken  $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$  unmittelbar ermitteln. Die Zeitverzögerung  $d$  wird gewissermaßen direkt aus der Phasenverschiebung der beiden Abgasdrücken  $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$  ermittelt, die zu einem vorgegebenen Zeitpunkt  $T$  auftritt.

**[0042]** Eine alternative, vorzugsweise vorgesehene Ausgestaltung, sieht vor, dass die Strömungs-Bewertung **28** die Kreuz-Korrelationsfunktion zwischen den beiden Abgasdrücken  $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$  ermittelt, wobei neben der Phasenverschiebung zwischen den beiden Abgasdrücken  $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$  zusätzlich noch die Amplituden der beiden Abgasdrücke  $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$  in das Ergebnis bei der Berechnung der Kreuz-Korrelationsfunktion eingeht. Das Ergebnis der Kreuz-Korrelationsfunktion entspricht einer Zahl im Zahlenbereich von 0–1, wobei ein kleinerer Betrag einer größeren Zeitverzögerung  $d$  und entsprechend ein höherer Betrag einer geringen Zeitverzögerung  $d$  entspricht.

**[0043]** Ein Vergleich **30** vergleicht ein von der Strömungs-Bewertung **28** bereitgestelltes Ausgangssignal **32** mit einem Schwellenwert. Sofern die Zeitverzögerung  $d$  einen vorgegebenen Schwellenwert unterschreitet wird, also eine zu geringe Zeitverzögerung  $d$  vorliegt, wird das Fehlersignal  $F$  bereitgestellt, das zur Anzeige gebracht und/oder in einen nicht näher gezeigten Speicher innerhalb des Steuergeräts **18** gespeichert werden kann.

**[0044]** Das Fehlersignal  $F$ , das einer zu kleinen Zeitverzögerung  $d$  entspricht, deutet auf Manipulationen am Bauteil **14**, beispielsweise auf einen vollständigen Ausbau des Bauteils **14** und seinen Ersatz durch ein Verbindungsrohr hin. Bei einem Auftreten des Feh-

lersignals F muss deshalb der Abgaskanal **12** überprüft werden, um die Einhaltung von gesetzlichen Vorschriften weiterhin sicherstellen zu können.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 10358195 A1 [0004]
- DE 102009003091 A1 [0005]
- DE 102010002691 A1 [0006, 0008]
- DE 4426020 A1 [0007]

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Überwachung eines in einem Abgaskanal (12) einer Brennkraftmaschine (10) angeordneten Bauteils (14), **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einer Änderung des Abgasdrucks ( $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$ ) die Zeitverzögerung ( $d$ ) zwischen dem Abgasdruck ( $p_{vGPF}$ ) stromaufwärts vor dem Bauteil (14) und dem Abgasdruck ( $p_{nGPF}$ ) stromabwärts nach dem Bauteil (14) erfasst wird und dass bei einer zu geringen Zeitverzögerung ( $d$ ) ein Fehlersignal ( $F$ ) bereitgestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sowohl der Abgasdruck ( $p_{vGPF}$ ) stromaufwärts vor dem Bauteil (14) als auch der Abgasdruck ( $p_{nGPF}$ ) stromabwärts nach dem Bauteil (14) getrennt gemessen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abgasdruck ( $p_{vGPF}$ ) stromaufwärts vor dem Bauteil (14) anhand von wenigstens einer Brennkraftmaschinen-Betriebskenngröße (24) berechnet wird und dass der Abgasdruck ( $p_{nGPF}$ ) stromabwärts nach dem Bauteil (14) gemessen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Änderung des Abgasdrucks ( $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$ ) durch einen Eingriff in die Steuerung der Brennkraftmaschine (10) mittels einer Brennkraftmaschinen-Betriebskenngröße (24) gezielt hervorgerufen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Änderung der Abgasdrucks ( $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$ ) anhand der Bewertungen mindestens einer Brennkraftmaschinen-Betriebskenngröße (24) erkannt wird, und dass ohne aktiven Eingriff in die Steuerung der Brennkraftmaschine (10) nach einer erkannten Änderung des Abgasdrucks ( $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$ ) die Zeitverzögerung ( $d$ ) ermittelt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zeitverzögerung ( $d$ ) als die Phasenverschiebung zwischen den beiden Abgasdrücken ( $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$ ) ermittelt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zeitverzögerung ( $d$ ) aus dem Ergebnis der Kreuz-Korrelationsfunktion der beiden Abgasdrücke ( $p_{vGPF}$ ,  $p_{nGPF}$ ) ermittelt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fehlersignal ( $F$ ) ein ausgebautes Bauteil (14) signalisiert.

9. Vorrichtung zur Überwachung eines in einem Abgaskanal (12) einer Brennkraftmaschine (10) angeordneten Bauteils (14), **dadurch gekennzeichnet**, dass ein speziell hergerichtetes Steuergerät (18) zur

Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1–8 vorgesehen ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass stromaufwärts vor dem Bauteil (14) ein erster Drucksensor (16) zur Erfassung des Abgasdrucks stromaufwärts vor dem Bauteil (14) und ein zweiter Drucksensor (20) stromabwärts nach dem Bauteil (14) zur Erfassung des Abgasdrucks stromabwärts nach dem Bauteil (14) vorgesehen sind und dass eine Ermittlung der Zeitverzögerung ( $d$ ) auf der Grundlage der beiden gemessenen Drucksignale ( $p_{vGPF\_Mess}$ ,  $p_{nGPF\_Mess}$ ) vorgesehen ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Bauteil (14) wenigstens ein Partikelfilter und/oder wenigstens ein Katalysator im Abgaskanal (12) vorgesehen sind.

12. Computer-Programm, das alle Schritte eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1–8 ausführt, wenn das Programm in einem Computer abläuft.

13. Computer-Programmprodukt mit einem auf einem maschinenlesbaren Träger gespeicherten Programmcode zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1–8, wenn das Programm in einem Computer ausgeführt wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

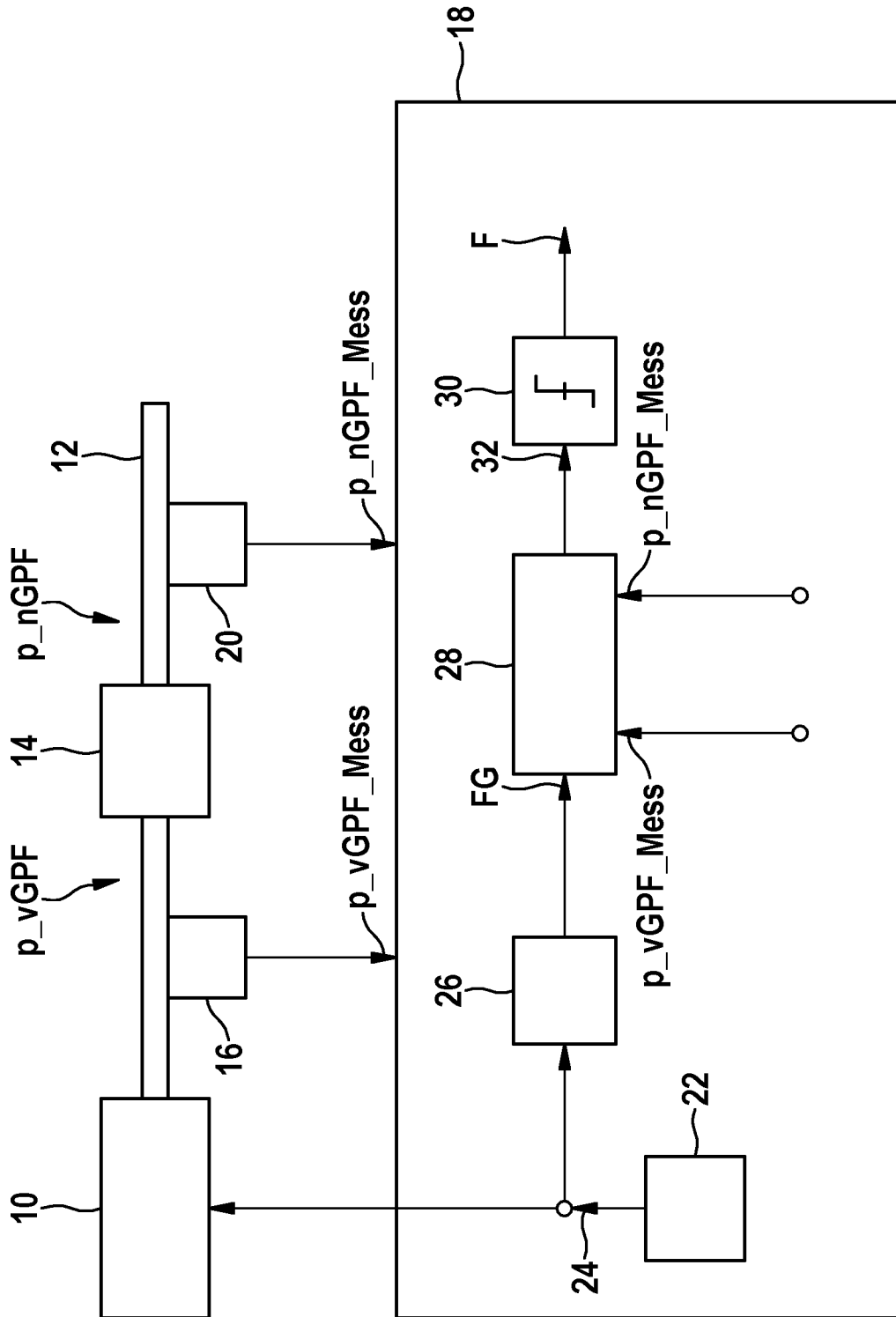


Fig. 1

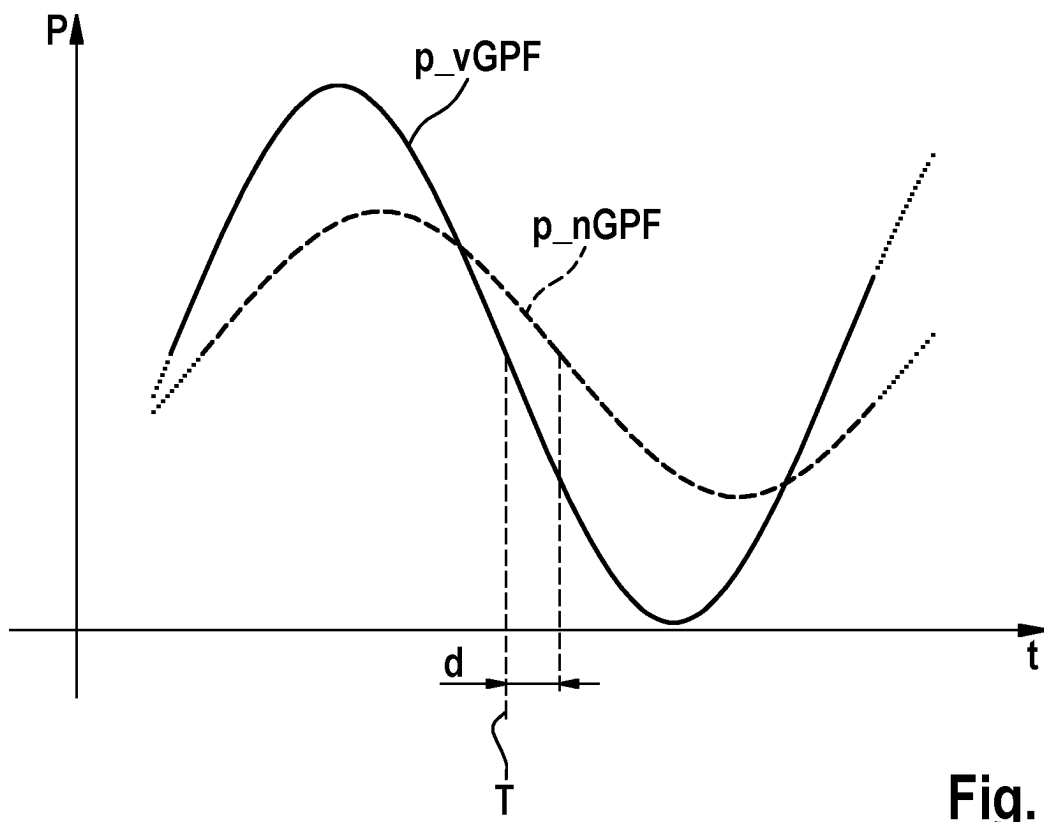


Fig. 2