



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.11.2019 Patentblatt 2019/48

(51) Int Cl.:
F02D 41/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19167889.5**

(22) Anmeldetag: **08.04.2019**

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

- **Fröhlich, Björn**
38518 Gifhorn (DE)
- **Weddig, Silke**
38114 Braunschweig (DE)
- **Brand, Michael**
38444 Wolfsburg (DE)

(30) Priorität: **24.05.2018 DE 102018112487**

(71) Anmelder: **VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT**
38440 Wolfsburg (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Bals & Vogel**
Sendlinger Strasse 42A
80331 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Wodausch, Jens**
38108 Braunschweig (DE)

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES ANTRIEBSSYSTEMS EINES KRAFTFAHRZEUGS, ANTRIEBSSYSTEM UND KRAFTFAHRZEUG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Antriebssystems (1) eines Kraftfahrzeugs (2) mit einer Verbrennungskraftmaschine (3), einem Kraftstofftank (4) und einem Tankentlüftungssystem (5), aufweisend die folgenden Schritte:

- Öffnen eines Tankentlüftungsventils (6) des Tankentlüftungssystems (5),
- Ermitteln eines Entlüftungssystemdrucks im Tankentlüftungssystem (5) zwischen einer Filtervorrichtung (7) des Tankentlüftungssystems (5) und dem Tankentlüftungsventil (6) mittels eines als Drucksensor ausgebildeten ersten Sensors (8) des Kraftfahrzeugs (2),
- Ermitteln eines Umgebungsdrucks des Kraftfahrzeugs (2) mittels einer Ermittlungsvorrichtung (9) des Kraftfahrzeugs (2),
- Berechnen eines Fluidvolumenstroms eines durch das Tankentlüftungsventil (6) strömenden Fluids auf Basis des ermittelten Entlüftungssystemdrucks und des ermittelten Umgebungsdrucks mittels einer Berechnungsvorrichtung (10) des Kraftfahrzeugs (2), und
- Betreiben des Antriebssystems (1) unter Berücksichtigung des berechneten Fluidvolumenstroms mittels einer Motorsteuerungsvorrichtung (11) des Antriebssystems (1) des Kraftfahrzeugs (2).

Ferner betrifft die Erfindung ein Antriebssystem (1) und ein Kraftfahrzeug (2).

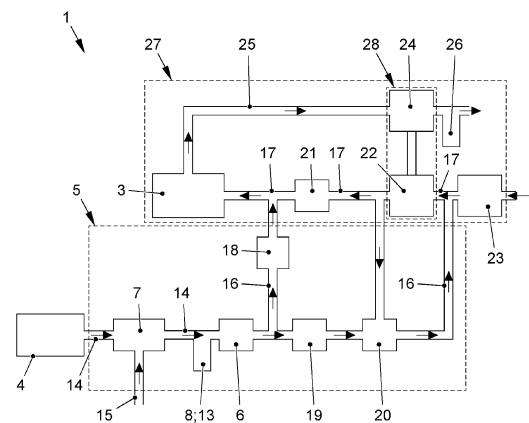


FIG. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Antriebssystems eines Kraftfahrzeugs. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Antriebssystem für ein Kraftfahrzeug sowie ein Kraftfahrzeug mit einem Antriebssystem.

[0002] Kraftfahrzeuge mit einer Verbrennungskraftmaschine weisen zur Aufnahme flüssigen Kraftstoffs zum Betreiben der Verbrennungskraftmaschine einen Kraftstofftank auf. In einem mit flüssigem Kraftstoff befüllten Kraftstofftank weist ein erster Teilbereich den flüssigen Kraftstoff auf. Ein kleiner Anteil des flüssigen Kraftstoffs verdunstet, sodass ein zweiter Teilbereich des Kraftstofftanks von gasförmigem Kraftstoff ausgefüllt wird. Aus diesem Grund weisen moderne Kraftfahrzeuge mit einem Verbrennungsmotor oftmals ein Tankentlüftungssystem zum Herausführen des gasförmigen Kraftstoffs aus dem Kraftstofftank sowie zum Zuführen des gasförmigen Kraftstoffs der Verbrennungskraftmaschine auf.

[0003] Es sind grundsätzlich zwei Varianten von Tankentlüftungssystemen bekannt. Gemäß einer ersten Variante wird der gasförmige Kraftstoff mittels einer elektrischen Spülpumpe aus dem Kraftstofftank herausbefördert, mit gefilterter Frischluft vermischt und in einen Ansaugtrakt des Kraftfahrzeugs hineingeleitet. Derartige Tankentlüftungssysteme weisen einen relativ komplexen Aufbau auf und erfordern einen hohen Steuerungsaufwand sowie aufwendige Sicherheitsvorrichtungen zur Absicherung in einer Crashesituation und sind daher relativ kostenintensiv. Eine zweite Variante von Tankentlüftungssystemen weist ein Tankentlüftungsventil auf, welches mittels einer Steuerungsvorrichtung, beispielsweise mittels der Motorsteuerungsvorrichtung, ansteuerbar ist. Durch einen Unterdruck im Ansaugtrakt des Kraftfahrzeugs ist bei geöffnetem Tankentlüftungsventil gasförmiger Kraftstoff aus dem Kraftstofftank herausaugbar, mit gefilterter Frischluft vermischbar und in den Ansaugtrakt einleitbar. Derartige Tankentlüftungssysteme sind weniger komplex und sind daher kostengünstiger in der Herstellung sowie im Unterhalt und der Wartung. Gleichwohl haben sie den Nachteil, dass ein Volumenstrom des durch das Tankentlüftungsventil geleiteten Fluids nur ungenau bestimmbar ist.

[0004] Diese Ungenauigkeit beruht insbesondere auf Fertigungstoleranzen von Bauteilen des Tankentlüftungssystems, insbesondere des Tankentlüftungsventils, welche auch als Bauteilstreuungen bezeichnet werden. Bauteilstreuungen im Tankentlüftungssystem verursachen Ungenauigkeiten in Bezug auf die zugeführte Luft- sowie Kraftstoffmasse. Hieraus resultieren Ungenauigkeiten in der Gemischbildung für die Verbrennungskraftmaschine. Eine ungenaue Gemischbildung wirkt sich negativ auf die Güte der Lambda-Regelung aus, sodass eine Verbrennung in der Verbrennungskraftmaschine von einer vorgegebenen Verbrennung abweicht. Hierdurch können Leistung, Wirkungsgrad und Schad-

stoffemissionen der Verbrennungskraftmaschine negativ beeinflusst werden. Regelmäßige Verschärfungen von gesetzlichen Bestimmungen erhöhen den Druck auf Automobilhersteller, die Schadstoffemissionen sowie den Verbrauch von Verbrennungskraftmaschinen kontinuierlich zu reduzieren.

[0005] Aus der EP 2 627 889 B1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben eines Tankentlüftungssystems bekannt. Das Tankentlüftungssystem ist gemäß der ersten Variante ausgebildet und weist somit eine Spülpumpe auf. Anhand einer Pumpencharakteristik der Spülpumpe ist eine Dichte der Spülluft bestimmbar. Diese Vorrichtung hat den Nachteil, dass Abweichungen der Spülpumpe von der Pumpencharakteristik aufgrund von Fertigungstoleranzen nicht berücksichtigt werden. Zudem ist eine derartige Vorrichtung sehr komplex aufgebaut und somit teuer in der Herstellung. Die DE 10 2007 013 993 B4 offenbart ein Steuerverfahren für eine Verbrennungskraftmaschine. Gemäß dem Steuerverfahren werden aus mittels einer Lambda-Regelung gewonnenen Daten des Abgases Rückschlüsse auf die zugeführte Kraftstoffmenge geschlossen. Dies hat den Nachteil, dass eine optimierte Verbrennung immer nur verzögert erfolgen kann und ständig mittels der Lambda-Regelung nachgeführt werden muss. Die DE 10 2012 220 777 A1 betrifft ein Tankentlüftungssystem mit einem Tankentlüftungsventil und einem Bypassventil zur Erhöhung des Volumenstroms der Spülluft. Auch bei diesem Tankentlüftungssystem werden Fertigungstoleranzen des Tankentlüftungsventils sowie des Bypassventils nicht berücksichtigt, sodass eine genaue Bestimmung des Volumenstroms der Spülluft nicht möglich ist.

[0006] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die voranstehend beschriebenen Nachteile bei einem Verfahren zum Betreiben eines Antriebssystems eines Kraftfahrzeugs, einem Antriebssystem für ein Kraftfahrzeug sowie einem Kraftfahrzeug mit einem Antriebssystem zu beheben oder zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren, ein Antriebssystem und ein Kraftfahrzeug zu schaffen, die auf eine einfache und kostengünstige Art und Weise eine verbesserte Kontrolle des Fluidvolumenstroms des durch das Tankentlüftungsventils strömenden Fluids gewährleisten.

[0007] Voranstehende Aufgabe wird durch die Patentansprüche gelöst. Demnach wird die Aufgabe durch ein Verfahren zum Betreiben eines Antriebssystems eines Kraftfahrzeugs mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1, durch ein Antriebssystem für ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen des nebengeordneten Anspruchs 5 sowie durch ein Kraftfahrzeug mit einem Antriebssystem mit den Merkmalen des nebengeordneten Anspruchs 10 gelöst. Weitere Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungs-

gemäßen Antriebssystem sowie dem erfindungsgemäßen Kraftfahrzeug und jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird beziehungsweise werden kann.

[0008] Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe durch ein Verfahren zum Betreiben eines Antriebssystems eines Kraftfahrzeugs gelöst. Das Antriebssystem weist eine Verbrennungskraftmaschine, einen Kraftstofftank und ein Tankentlüftungssystem auf. Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf:

- Öffnen eines Tankentlüftungsventils des Tankentlüftungssystems,
- Ermitteln eines Entlüftungssystemdrucks im Tankentlüftungssystem zwischen einer Filtervorrichtung des Tankentlüftungssystems und dem Tankentlüftungsventil mittels eines als Drucksensor ausgebildeten ersten Sensors des Kraftfahrzeugs,
- Ermitteln eines Umgebungsdrucks des Kraftfahrzeugs mittels einer Ermittlungsvorrichtung des Kraftfahrzeugs,
- Berechnen eines Fluidvolumenstroms eines durch das Tankentlüftungsventil strömenden Fluids auf Basis des ermittelten Entlüftungssystemdrucks und des ermittelten Umgebungsdrucks mittels einer Berechnungsvorrichtung des Kraftfahrzeugs, und
- Betreiben des Antriebssystems unter Berücksichtigung des berechneten Fluidvolumenstroms mittels einer Motorsteuerungsvorrichtung des Antriebssystems des Kraftfahrzeugs.

[0009] Das Tankentlüftungssystem weist vorzugsweise eine Entlüftungsleitung auf, welche zum Entlüften des Kraftstofftanks mit diesem fluidkommunizierend gekoppelt ist. Die Entlüftungsleitung ist vorzugsweise mit einem Bereich des Kraftstofftanks fluidkommunizierend gekoppelt, welcher auch bei vollständig gefülltem Kraftstofftank außerhalb des flüssigen Kraftstoffs angeordnet ist, so dass eine bestimmungsgemäße Entlüftung des Kraftstofftanks gewährleistet ist. Demnach ist die Entlüftungsleitung vorzugsweise an einer Oberseite des Kraftstofftanks mit diesem fluidkommunizierend gekoppelt. Die Entlüftungsleitung ist vorzugsweise in eine Filtervorrichtung des Tankentlüftungssystems geführt und mit dieser fluidkommunizierend gekoppelt. Die Filtervorrichtung weist vorzugsweise einen Aktivkohlefilter auf. Weiter bevorzugt weist das Tankentlüftungssystem eine Zuluftleitung auf, welche mit der Filtervorrichtung fluidkommunizierend gekoppelt und zum Zuführen von Umgebungsluft in die Filtervorrichtung ausgebildet ist. Die Umgebungsluft sowie das aus dem Kraftstofftank herausbeförderte Fluid sind somit in der Filtervorrichtung miteinander vermischbar. Die Filtervorrichtung ist ausgebildet, zumindest die durch die Zuluftleitung zugeführte Frischluft zu filtern. Eine Fluidzuführleitung ist von der Filtervorrichtung zu dem Ansaugtrakt der Verbrennungskraftmaschine geführt und mit diesen fluidkommunizierend gekop-

pelt. Ferner ist das Tankentlüftungsventil des Tankentlüftungssystems zwischen der Filtervorrichtung und dem Ansaugtrakt mit der Fluidzuführleitung fluidkommunizierend derart gekoppelt, dass ein durch die Fluidzuführleitung strömender Fluidvolumenstrom mittels des Tankentlüftungsventils begrenzzbar und vorzugsweise absperzbar ist.

[0010] Bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Tankentlüftungsventil geöffnet, so dass ein Fluidvolumenstrom durch das Tankentlüftungsventil sowie die Fluidzuführleitung in den Ansaugtrakt der Verbrennungskraftmaschine strömt. Eine Größe des Fluidvolumenstroms ist insbesondere von einem Unterdruck im Ansaugtrakt sowie einer Ventilstellung des Tankentlüftungsventils abhängig.

[0011] Anschließend wird der Entlüftungssystemdruck im Tankentlüftungssystem zwischen der Filtervorrichtung des Tankentlüftungssystems und dem Tankentlüftungsventil ermittelt. Die Ermittlung des Entlüftungssystemdrucks erfolgt mittels eines ersten Sensors des Kraftfahrzeugs, welcher als Drucksensor ausgebildet ist. Der erste Sensor ist demnach zwischen der Filtervorrichtung und dem Tankentlüftungsventil, beispielsweise an der Fluidzuführleitung, angeordnet sowie zum Messen des Entlüftungssystemdrucks innerhalb der Fluidzuführleitung ausgebildet. Vorzugsweise ist der erste Sensor fluidkommunizierend mit der Fluidzuführleitung gekoppelt. Weiter bevorzugt ist der erste Sensor in Strömungsrichtung direkt beziehungsweise unmittelbar vor dem Tankentlüftungsventil angeordnet oder in das Tankentlüftungsventil derart integriert, dass mittels des ersten Sensors der Entlüftungssystemdruck auf einer Kraftstofftankseite des Tankentlüftungsventils bestimmbar ist. Dies hat den Vorteil, dass die Anzahl der Teile des Kraftfahrzeugs reduziert ist. Eine Endmontage ist somit erleichtert. Das Ermitteln des Entlüftungssystemdrucks erfolgt vorzugsweise fortlaufend, um jede Entlüftungssystemdruckänderung zeitnah zu erfassen. Es kann auch erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass der Entlüftungssystemdruck in zeitlichen Abständen beziehungsweise intermittierend erfolgt, wobei Abstände des Ermittels vorzugsweise derart gewählt werden, dass Entlüftungssystemdruckänderungen innerhalb einer vordefinierten Toleranz ermittelt werden. Somit wird vermieden, dass Entlüftungssystemdruckänderungen zu spät erfasst werden und infolgedessen die Verbrennungskraftmaschine mit falschen Betriebsparametern betrieben wird.

[0012] Mittels der Ermittlungsvorrichtung des Kraftfahrzeugs wird der Umgebungsdruck des Kraftfahrzeugs ermittelt. Das Ermitteln kann beispielsweise durch Empfangen von Umgebungsdruckdaten, welche von einem zentralen Server, insbesondere einem Wetterdienst, bereitgestellt werden, erfolgen. In diesem Fall ist die Ermittlungsvorrichtung beispielsweise als Empfangsvorrichtung ausgebildet. Alternativ kann die Ermittlungsvorrichtung auch zum Abfragen von Umgebungsdruckdaten, welche von einem Drucksensor des Kraftfahrzeugs ge-

messen werden, ausgebildet sein. Hierfür ist die Ermittlungsvorrichtung vorzugsweise mit einer Kontrollvorrichtung und/oder einem Bordcomputer des Kraftfahrzeugs gekoppelt. Das Ermitteln des Umgebungsdrucks kann fortlaufend oder in zeitlichen Abständen erfolgen. Da eine schlagartige Veränderung des Umgebungsdrucks gewöhnlich nicht zu erwarten ist, können die zeitlichen Abstände auch mehrere Sekunden lang sein.

[0013] Anschließend berechnet die Berechnungsvorrichtung des Antriebsstrangs den Fluidvolumenstrom des durch das Tankentlüftungsventil strömenden Fluids. Als Grundlage der Berechnung werden der ermittelte Entlüftungssystemdruck und der ermittelte Umgebungsdruck verwendet. Der Fluidvolumenstrom wird vorzugsweise immer dann berechnet, wenn ein veränderter Entlüftungssystemdruck und/oder ein veränderter Umgebungsdruck ermittelt werden. Auf diese Weise ist ein Rechenaufwand reduzierbar.

[0014] Schließlich wird mittels der Motorsteuerungsvorrichtung des Antriebssystems des Kraftfahrzeugs das Antriebssystem betrieben. Hierbei wird der berechnete Fluidvolumenstrom, welcher einem tatsächlichen Fluidvolumenstrom entspricht beziehungsweise nur minimale Abweichungen von diesem aufgrund von Messungenauigkeiten aufweist, zugrunde gelegt. Da nunmehr der tatsächliche Fluidvolumenstrom des vom Tankentlüftungssystem in den Ansaugtrakt strömenden Fluids bekannt ist, ist die Motorsteuerungsvorrichtung in der Lage, eine Kraftstoffeinspritzmenge des Kraftstoffs derart zu steuern, dass die Verbrennungskraftmaschine exakt nach den Verbrennungsvorgaben zum Betreiben der Verbrennungskraftmaschine betrieben wird. Vorzugsweise wird dies mittels einer Lambda-Regelung des Antriebssystems fortlaufend überprüft.

[0015] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Betreiben eines Antriebssystems eines Kraftfahrzeugs hat gegenüber herkömmlichen Verfahren den Vorteil, dass mit einfachen Mitteln sowie auf eine kostengünstige Art und Weise eine der Verbrennungskraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge mit einer wesentlich höheren Genauigkeit bestimmbar ist, sodass eine Nachregelung der Kraftstoffzufuhr mittels der Lambda-Regelung nicht mehr erforderlich ist. Bauteilstreuungen aufgrund von Fertigungstoleranzen, insbesondere an einem Tankentlüftungsventil, sind somit leicht kompensierbar. Auf diese Weise sind ein Wirkungsgrad sowie eine Leistung der Verbrennungskraftmaschine verbesserbar. Zudem können durch eine genauere Kontrolle der der Verbrennungskraftmaschine zugeführten Kraftstoffmenge Schadstoffemissionen der Verbrennungskraftmaschine reduziert werden. Des Weiteren kann auf den Einsatz einer zusätzlichen Spülluftpumpe zum Entlüften des Kraftstofftanks im Ansaugtrakt verzichtet werden, sodass die Herstellungskosten des Antriebsstrangs sowie eines den Antriebsstrang aufweisenden Kraftfahrzeugs reduziert sind.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Weiterentwicklung der Erfindung kann bei einem Verfahren zum Betreiben

eines Antriebssystems eines Kraftfahrzeugs vorgesehen sein, dass als Ermittlungsvorrichtung ein als Drucksensor ausgebildeter zweiter Sensor verwendet wird. Der zweite Sensor ist vorzugsweise an einem Bereich des Kraftfahrzeugs angeordnet, in welchem bei Fahrt Umgebungsdruck herrscht. Beim Fahren des Kraftfahrzeugs treten in diesem Bereich vorzugsweise keine oder nur geringe turbulente Strömungen auf. Ein als Drucksensor ausgebildeter zweiter Sensor hat den Vorteil, dass der Umgebungsdruck unabhängig von einem externen Sensor bestimmbar ist. Ferner ist der Umgebungsdruck unmittelbar am Kraftfahrzeug bestimmbar, sodass eine besonders genaue Ermittlung des Umgebungsdrucks im Bereich des Kraftfahrzeugs, insbesondere in Regionen mit einem großen Gefälle und somit großen Umgebungsdruckunterschieden, mit einfachen Mitteln sowie auf eine kostengünstige Art und Weise gewährleistet ist.

[0017] Es ist erfindungsgemäß bevorzugt, dass das Berechnen des Fluidvolumenstroms des durch das Tankentlüftungsventil strömenden Fluids unter Verwendung der Bernoulli-Gleichung erfolgt. In diesem Rahmen ist der Fluidvolumenstrom über eine Energiebilanz gemäß dem Energieerhaltungssatz bestimmbar:

$$\tilde{E}_0 = \tilde{E}_1$$

[0018] Die Umgebungsluft des Kraftfahrzeugs wird bei dieser Berechnung vorzugsweise als stehend angenommen. Demnach gilt für eine Umgebung des Kraftfahrzeugs folgende Bernoulli-Gleichung:

$$\tilde{E}_0 = p_{Umg} + \frac{1}{2} \rho_0 v_0 = p_{Umg}$$

[0019] Für den Bereich im Tankentlüftungssystem am ersten Sensor, also vor dem Tankentlüftungsventil gilt die Bernoulli-Gleichung:

$$\tilde{E}_1 = p_{TEV} + \frac{1}{2} \rho_1 v_1^2 + \frac{1}{2} k \rho_1 v_1^2$$

[0020] Durch Umstellung dieser Gleichungen ergibt sich in mehreren Schritten der Fluidvolumenstrom:

$$p_{Umg} = p_{TEV} + \frac{1}{2} \rho_1 v_1^2 + \frac{1}{2} k \rho_1 v_1^2$$

$$p_{Umg} - p_{TEV} = \frac{1}{2} \rho_1 v_1^2 + \frac{1}{2} k \rho_1 v_1^2$$

$$\Delta p = \frac{1}{2}(1+k)\rho_1 v_1^2$$

$$\Delta p = \frac{1}{2}(1+k)\rho_1 \left(\frac{V}{At}\right)^2$$

$$\Delta p = \frac{1}{2}(1+k)\rho_1 \frac{1}{A^2} \left(\frac{V}{t}\right)^2$$

$$\dot{V}^2 := \left(\frac{V}{t}\right)^2 = \frac{2A^2\Delta p}{(1+k)\rho_1}$$

$$\dot{V} = \frac{V}{t} = A\sqrt{\frac{2\Delta p}{(1+k)\rho_1}}$$

[0021] Mittels der Bernoulli-Gleichung ist somit der Fluidvolumenstrom mit einfachen Mitteln sowie zuverlässig bestimmbar.

[0022] Weiter bevorzugt wird eine Temperatur des durch das Tankentlüftungsventil strömenden Fluids mittels eines als Temperatursensor ausgebildeten dritten Sensors ermittelt, wobei eine Dichte des Fluids auf Basis der ermittelten Temperatur bestimmt wird, wobei ein Massestrom des durch das Tankentlüftungsventil strömenden Fluids auf Basis des ermittelten Volumenstroms und der bestimmten Dichte berechnet wird, und wobei das Antriebssystem unter Berücksichtigung des berechneten Massestroms mittels der Motorsteuervorrichtung betrieben wird. Alternativ kann die Dichte unter Verwendung der Lambda-Regelung des Antriebssystems erfolgen. Durch die Bestimmung des Massenstroms wird mit einfachen Mitteln sowie auf eine kostengünstige Art und Weise eine technische Größe bestimmt, welche als Arbeitsgröße für die Motorsteuervorrichtung besonders geeignet ist, um die Kraftstoffzufuhr für die Verbrennungskraftmaschine präzise und zuverlässig zu steuern.

[0023] Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe durch ein Antriebssystem für ein Kraftfahrzeug gelöst. Das Antriebssystem weist eine Verbrennungskraftmaschine, eine Motorsteuervorrichtung und einen Kraftstofftank mit einem Tankentlüftungssystem sowie einem steuerbaren Tankentlüftungsventil zum Entlüften des Kraftstofftanks, und eine Ermittlungsvorrichtung zum Ermitteln eines Umgebungsdrucks des Kraftfahrzeugs auf. Erfindungsgemäß weist das Antriebssystem einen als Drucksensor ausgebildeten ersten Sensor zum Ermitteln eines Entlüftungssystemdrucks im Tankentlüftungssystem zwischen einer Filter-

vorrichtung des Tankentlüftungssystems und dem Tankentlüftungsventil sowie eine Berechnungsvorrichtung zum Berechnen eines Fluidvolumenstroms eines durch das Tankentlüftungsventil strömenden Fluids auf Basis des ermittelten Umgebungsdrucks und des ermittelten Entlüftungssystemdrucks auf.

[0024] Die Verbrennungskraftmaschine ist vorzugsweise als Ottomotor oder Dieselmotor ausgebildet. Es kann erfindungsgemäß auch vorgesehen sein, dass die Verbrennungskraftmaschine zum Verbrennen unterschiedlicher Kraftstoffe, insbesondere eines flüssigen Kraftstoffs, wie z. B. eines Ottokraftstoffs oder eines Dieselmotorkraftstoffs, und eines gasförmigen Kraftstoffs, wie z. B. Erdgas, ausgebildet ist. Die Verbrennungskraftmaschine weist mindestens einen, vorzugsweise mehrere Zylinder auf.

[0025] Die Motorsteuervorrichtung ist zum Steuern der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere zum Steuern einer Einspritzmenge flüssigen Kraftstoffs, beispielsweise in einen Ansaugtrakt, zum Betreiben der Verbrennungskraftmaschine ausgebildet. Die Motorsteuervorrichtung ist ausgebildet, die Kraftstoffeinspritzmenge von Kraftstoff unter Berücksichtigung des berechneten Fluidvolumenstroms des vom Tankentlüftungssystem in den Ansaugtrakt strömenden Fluids derart zu steuern, dass die Verbrennungskraftmaschine exakt nach den Verbrennungsvorgaben zum Betreiben der Verbrennungskraftmaschine betrieben wird.

[0026] Vorzugsweise weist das Antriebssystem eine Lambda-Regelung auf, um einen Verbrennungsprozess der Verbrennungskraftmaschine zu überprüfen. Mittels der Lambda-Regelung können auch von der Berechnungsvorrichtung berechnete Fluidvolumenströme beziehungsweise Fluidmassenströme plausibilisiert werden. Hierdurch sind beispielsweise defekte Sensoren ermittelbar.

[0027] Der Kraftstofftank ist zur Aufnahme eines flüssigen Kraftstoffs, wie z. B. eines Ottokraftstoffs oder eines Dieselmotorkraftstoffs, ausgebildet. Das Tankentlüftungssystem weist vorzugsweise eine Entlüftungsleitung auf, welche zum Entlüften des Kraftstofftanks mit diesem fluidkommunizierend gekoppelt ist. Die Entlüftungsleitung ist vorzugsweise mit einem Bereich des Kraftstofftanks fluidkommunizierend gekoppelt, welcher auch bei vollständig gefülltem Kraftstofftank außerhalb des flüssigen Kraftstoffs angeordnet ist, sodass eine bestimmungsgemäße Entlüftung des Kraftstofftanks gewährleistet ist. Demnach ist die Entlüftungsleitung vorzugsweise an einer Oberseite des Kraftstofftanks mit diesem fluidkommunizierend gekoppelt. Die Entlüftungsleitung ist vorzugsweise in eine Filtervorrichtung des Tankentlüftungssystems geführt und mit dieser fluidkommunizierend gekoppelt. Die Filtervorrichtung weist vorzugsweise einen Aktivkohlefilter zum Sammeln von Kohlenwasserstoffen aus dem Kraftstofftank auf. Weiter bevorzugt weist das Tankentlüftungssystem eine Zuluftleitung auf, welche mit der Filtervorrichtung fluidkommunizierend gekoppelt und zum Zuführen von Umgebungsluft in die Filtervorrichtung

ausgebildet ist. Die Filtervorrichtung ist vorzugsweise weiter ausgebildet, die durch die Zuluftleitung zugeführte Frischluft zu filtern. Die Umgebungsluft sowie das aus dem Kraftstofftank herausbeförderte Fluid sind somit in der Filtervorrichtung miteinander vermischbar. Mittels der Umgebungsluft ist die Filtervorrichtung beispielsweise derart spülbar, dass die in der Filtervorrichtung angesammelten Kohlenwasserstoffe aus der Filtervorrichtung herausgespült und mit der Umgebungsluft vermischt werden. Eine Fluidzuführleitung ist von der Filtervorrichtung zu dem Ansaugtrakt der Verbrennungskraftmaschine geführt und mit diesen fluidkommunizierend gekoppelt. Ferner ist das Tankentlüftungsventil des Tankentlüftungssystems zwischen der Filtervorrichtung und dem Ansaugtrakt mit der Fluidzuführleitung fluidkommunizierend derart gekoppelt, dass ein durch die Fluidzuführleitung strömender Fluidvolumenstrom mittels des Tankentlüftungsventils begrenzzbar und vorzugsweise absperrbar ist.

[0028] Der erste Sensor ist zwischen der Filtervorrichtung und dem Tankentlüftungsventil, beispielsweise an der Fluidzuführleitung oder dem Tankentlüftungsventil, angeordnet sowie zum Messen des Entlüftungssystemdrucks innerhalb der Fluidzuführleitung ausgebildet. Vorzugsweise ist der erste Sensor fluidkommunizierend mit der Fluidzuführleitung gekoppelt. Weiter bevorzugt ist der erste Sensor in Strömungsrichtung direkt beziehungsweise unmittelbar vor dem Tankentlüftungsventil angeordnet, sodass mittels des ersten Sensors der Entlüftungssystemdruck auf einer Kraftstofftankseite des Tankentlüftungsventils bestimmbar ist.

[0029] Mittels der Ermittlungsvorrichtung des Kraftfahrzeugs ist der Umgebungsdruck des Kraftfahrzeugs ermittelbar. Hierfür kann die Ermittlungsvorrichtung beispielsweise als Empfangsvorrichtung zum Empfangen von Umgebungsdruckdaten, welche von einem zentralen Server, insbesondere einem Wetterdienst, bereitgestellt werden, ausgebildet sein. Alternativ kann die Ermittlungsvorrichtung auch zum Abfragen von Umgebungsdruckdaten, welche von einem Drucksensor des Kraftfahrzeugs gemessen werden, ausgebildet sein. Hierfür ist die Ermittlungsvorrichtung vorzugsweise mit einer Kontrollvorrichtung und/oder einem Bordcomputer des Kraftfahrzeugs gekoppelt beziehungsweise koppelbar.

[0030] Die Berechnungsvorrichtung des Antriebsstrangs ist zum Berechnen des Fluidvolumenstroms des durch das Tankentlüftungsventil strömenden Fluids ausgebildet. Die Berechnungsvorrichtung ist ausgebildet, die Berechnung des Fluidvolumenstroms unter Verwendung des ermittelten Entlüftungssystemdrucks sowie des ermittelten Umgebungsdrucks durchzuführen. Es kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass die Berechnungsvorrichtung als Teil der Motorsteuerungsvorrichtung ausgebildet ist.

[0031] Bei dem beschriebenen Antriebssystem für ein Kraftfahrzeug ergeben sich sämtliche Vorteile, die bereits zu einem Verfahren zum Betreiben eines Antriebs-

systems eines Kraftfahrzeugs gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung beschrieben worden sind. Demnach hat das erfindungsgemäße Antriebssystem gegenüber herkömmlichen Antriebssystemen den Vorteil, dass mit einfachen Mitteln sowie auf eine kostengünstige Art und Weise eine der Verbrennungskraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge mit einer wesentlich höheren Genauigkeit bestimmbar ist, sodass eine Nachregelung der Kraftstoffzufuhr mittels der Lambda-Regelung nicht mehr erforderlich ist. Bauteilstreuungen aufgrund von Fertigungstoleranzen, insbesondere an einem Tankentlüftungsventil, sind somit leicht kompensierbar. Auf diese Weise sind ein Wirkungsgrad sowie eine Leistung der Verbrennungskraftmaschine verbesserbar. Zudem können durch eine genauere Kontrolle der der Verbrennungskraftmaschine zugeführten Kraftstoffmenge Schadstoffemissionen der Verbrennungskraftmaschine reduziert werden. Des Weiteren kann auf den Einsatz einer zusätzlichen Spülluftpumpe zum Entlüften des Kraftstofftanks in den Ansaugtrakt verzichtet werden, sodass die Herstellungskosten des Antriebsstrangs sowie eines den Antriebsstrang aufweisenden Kraftfahrzeugs reduziert sind.

[0032] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist das Antriebssystem zur Durchführung eines Verfahrens ausgebildet. Somit ist eine besonders genaue Bestimmung des Fluidvolumenstroms gewährleistet.

[0033] Vorzugsweise ist der erste Sensor in das Tankentlüftungsventil des Tankentlüftungssystems integriert. Dabei ist der erste Sensor vorzugsweise auf einer dem Kraftstofftank beziehungsweise der Filtervorrichtung zugewandten Seite des Tankentlüftungsventils in Bezug auf eine Strömungsrichtung des Fluids angeordnet, sodass der Entlüftungssystemdruck auf der Kraftstofftankseite des Tankentlüftungsventils ermittelbar ist. Ein in das Tankentlüftungsventil integrierter erster Sensor hat den Vorteil, dass das Tankentlüftungsventil mit dem ersten Sensor als Baugruppe vorproduzierbar ist. Die Anzahl der in der Endmontage zu montierenden Teile des Antriebssystems ist somit reduziert, sodass eine Endmontage des Antriebssystems erleichtert ist.

[0034] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Ermittlungsvorrichtung als ein zweiter Sensor ausgebildet, wobei der zweite Sensor als Drucksensor ausgebildet ist. Der zweite Sensor ist vorzugsweise an einem Bereich des Kraftfahrzeugs anordenbar, in welchem bei Fahrt Umgebungsdruck herrscht. Beim Fahren des Kraftfahrzeugs treten in diesem Bereich vorzugsweise keine oder nur geringe turbulente Strömungen auf. Ein als Drucksensor ausgebildeter zweiter Sensor hat den Vorteil, dass der Umgebungsdruck unabhängig von einem externen Server bestimmbar ist. Ferner ist der Umgebungsdruck unmittelbar am Kraftfahrzeug bestimmbar, sodass eine besonders genaue Ermittlung des Umgebungsdrucks im Bereich des Kraftfahrzeugs, insbesondere in Regionen mit einem großen Gefälle und somit großen Umgebungsdruckunterschieden, mit einfachen Mitteln sowie auf eine kosten-

günstige Art und Weise gewährleistet ist.

[0035] Besonders bevorzugt weist das Tankentlüftungssystem einen als Temperatursensor ausgebildeten dritten Sensor auf, wobei der erste Sensor und der dritte Sensor als gemeinsamer Sensor ausgebildet sind. Dies hat den Vorteil, dass eine Dichte des Fluids auf Basis der ermittelten Temperatur bestimmbar ist. Auf Basis des ermittelten Volumenstroms und der bestimmten Dichte ist ein Massestrom des durch das Tankentlüftungsventil strömenden Fluids berechenbar. Auf Basis des berechneten Massenstroms ist ein optimiertes Betreiben der Motorsteuervorrichtung zum Betreiben der Verbrennungskraftmaschine gewährleistet. Durch die zusätzliche Bestimmbarkeit der Temperatur ist somit ein Betrieb des Antriebsstrangs mit einfachen Mitteln sowie auf eine kostengünstige Art und Weise optimierbar. Eine Kraftstoffzufuhr für die Verbrennungskraftmaschine ist somit besonders präzise und zuverlässig mittels der Motorsteuervorrichtung steuerbar.

[0036] Gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe durch ein Kraftfahrzeug mit einem erfindungsgemäßen Antriebssystem gelöst. Das Antriebssystem weist eine Verbrennungskraftmaschine, eine Motorsteuervorrichtung und einen Kraftstofftank mit einem Tankentlüftungssystem sowie einem steuerbaren Tankentlüftungsventil zum Entlüften des Kraftstofftanks, und eine Ermittlungsvorrichtung zum Ermitteln eines Umgebungsdrucks des Kraftfahrzeugs auf. Erfindungsgemäß weist das Antriebssystem einen als Drucksensor ausgebildeten ersten Sensor zum Ermitteln eines Entlüftungssystemdrucks im Tankentlüftungssystem zwischen einer Filtervorrichtung des Tankentlüftungssystems und dem Tankentlüftungsventil sowie eine Berechnungsvorrichtung zum Berechnen eines Fluidvolumenstroms eines durch das Tankentlüftungsventil strömenden Fluids auf Basis des ermittelten Umgebungsdrucks und des ermittelten Entlüftungssystemdrucks auf.

[0037] Bei dem beschriebenen Kraftfahrzeug ergeben sich sämtliche Vorteile, die bereits zu einem Verfahren zum Betreiben eines Antriebssystems eines Kraftfahrzeugs gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung sowie zu einem Antriebssystem für ein Kraftfahrzeug gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung beschrieben worden sind. Demnach hat das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug gegenüber herkömmlichen Kraftfahrzeugen den Vorteil, dass mit einfachen Mitteln sowie auf eine kostengünstige Art und Weise eine der Verbrennungskraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge mit einer wesentlich höheren Genauigkeit bestimmbar ist, sodass eine Nachregelung der Kraftstoffzufuhr mittels der Lambda-Regelung nicht mehr erforderlich ist. Bauteilstreuungen aufgrund von Fertigungstoleranzen, insbesondere an einem Tankentlüftungsventil, sind somit leicht kompensierbar. Auf diese Weise sind ein Wirkungsgrad sowie eine Leistung der Verbrennungskraftmaschine verbesserbar. Zudem können durch eine genauere Kontrolle der der Verbrennungskraftmaschine zugeführten Kraftstoffmenge Schadstoffemissionen der Verbrennungskraftmaschine

reduziert werden. Des Weiteren kann auf den Einsatz einer zusätzlichen Spülluftpumpe zum Entlüften des Kraftstofftanks in den Ansaugtrakt verzichtet werden, so dass die Herstellungskosten des Antriebsstrangs sowie eines den Antriebsstrang aufweisenden Kraftfahrzeugs reduziert sind.

[0038] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Betreiben eines Antriebssystems eines Kraftfahrzeugs, ein erfindungsgemäßes Antriebssystem für ein Kraftfahrzeug sowie ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen jeweils schematisch:

Figur 1 einen Aufbau einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Antriebssystems,

Figur 2 in einer Seitenansicht eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs, und

Figur 3 in einem Ablaufdiagramm eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0039] Elemente mit gleicher Funktion und Wirkungsweise sind in den Fig. 1 bis 3 jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0040] In Fig. 1 ist ein Aufbau einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Antriebssystems 1 schematisch dargestellt. Das Antriebssystem 1 weist ein Verbrennungsmotorsystem 27, einen Kraftstofftank 4 und ein Tankentlüftungssystem 5 auf.

[0041] Das Verbrennungsmotorsystem 27 weist einen Luftfilter 23 zum Filtern angesaugter Frischluft auf. Die Frischluft ist über eine Ansaugleitung 17 in einen Verdichter 22 eines Abgasturboladers 28 zuführbar und dort verdichtbar. Über die Ansaugleitung 17 und eine Drosselklappe 21 ist die Frischluft einer Verbrennungskraftmaschine 3 des Verbrennungsmotorsystems 27 zuführbar. Die Abgase sind über eine Abgasleitung aus der Verbrennungskraftmaschine 3 herausführbar und in eine Turbine 28 des Abgasturboladers 28 zum Antreiben des Verdichters 22 leitbar. In Strömungsrichtung hinter der Turbine 28 ist eine Lambdasonde zum Messen von Abgaswerten angeordnet.

[0042] Gasförmiger Kraftstoff ist über eine Entlüftungsleitung 14 des Tankentlüftungssystems 5 aus dem Kraftstofftank 4 in eine Filtervorrichtung 7 des Tankentlüftungssystems 5 leitbar. Über eine Zuluftleitung 15 des Tankentlüftungssystems 5 ist Umgebungsluft in die Filtervorrichtung 7 leitbar und von dieser filterbar. Die Filtervorrichtung 7 weist hierfür vorzugsweise einen Aktivkohlefilter auf. In der Filtervorrichtung 7 ist ein Gemisch aus dem gasförmigen Kraftstoff und der gefilterten Umgebungsluft bildbar. Das Gemisch ist als Fluidvolumenstrom über die Entlüftungsleitung 14 durch ein Tankentlüftungsventil 6 des Tankentlüftungssystems 5 leitbar.

Über das Tankentlüftungsventil 6 ist eine Größe des Fluidvolumenstroms steuerbar.

[0043] In Strömungsrichtung vor dem Tankentlüftungsventil 6 ist ein als Drucksensor ausgebildeter erster Sensor 8 angeordnet, welcher zudem als dritter Sensor 13 zum Messen einer Temperatur des Fluidvolumenstroms ausgebildet ist. In einer alternativen Ausführungsform der Erfindung kann auf den dritten Sensor 13 auch verzichtet werden, sodass nur ein erster Sensor 8 an dieser Stelle angeordnet ist. Nach dem Tankentlüftungsventil 6 ist eine Fluidzuführleitung 16 des Tankentlüftungssystems 5 zum Zuführen eines Teils des Fluidvolumenstroms über ein erstes Rückschlagventil in die Ansaugleitung 17 in Strömungsrichtung hinter der Drosselklappe 21 angeordnet. Ferner ist das Tankentlüftungssystem 5 gemäß diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel ausgebildet, den anderen Teil des Fluidvolumenstroms über eine Fluidzuführleitung 16 sowie eine Venturi-Düse 20 der Ansaugleitung 17 zwischen dem Luftfilter 23 und dem Verdichter 22 zuzuführen. Eine Kraftstoffzuführvorrichtung zum Zuführen des flüssigen Kraftstoffs der Ansaugleitung 17 ist vorzugsweise erfindungsgemäß vorgesehen, aber in Fig. 1 der besseren Übersicht halber nicht dargestellt.

[0044] Fig. 2 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs 2 mit einem erfindungsgemäßen Antriebssystem 1 schematisch in einer Seitenansicht. Innerhalb des Kraftfahrzeugs 2 angeordnete Komponenten des Antriebssystems 1 sind nur durch gestrichelte Linien angedeutet und können erfindungsgemäß auch an anderen Stellen des Kraftfahrzeugs 2 angeordnet sein. Das Antriebssystem 1 weist eine Verbrennungskraftmaschine 3, eine Motorsteuervorrichtung 11, einen Kraftstofftank 4 sowie ein Tankentlüftungssystem 5 auf. Eine Berechnungsvorrichtung 10 ist als Teil der Motorsteuervorrichtung 11 ausgebildet. Eine Kraftstoffzuführvorrichtung zum Zuführen des flüssigen Kraftstoffs der Ansaugleitung 17 ist vorzugsweise erfindungsgemäß vorgesehen, aber in Fig. 2 der besseren Übersicht halber nicht dargestellt.

[0045] Das Tankentlüftungssystem 5 weist ein Tankentlüftungsventil 6, einen als Drucksensor ausgebildeten ersten Sensor 8, eine Filtervorrichtung zum Filtern angesaugter Umgebungsluft und eine Ermittlungsvorrichtung 9 auf. Der erste Sensor 8 ist zudem als dritter Sensor 13 zur Temperaturmessung ausgebildet. Die Ermittlungsvorrichtung 9 ist in diesem Ausführungsbeispiel als zweiter Sensor 12 zur Druckmessung ausgebildet.

[0046] In Fig. 3 ist eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens schematisch in einem Ablaufdiagramm abgebildet. In einem ersten Verfahrensschritt 100 wird ein Tankentlüftungsventil 6 des Tankentlüftungssystems 5 geöffnet. Das Öffnen kann vollständig oder teilweise erfolgen. Die Ansteuerung des Tankentlüftungsventils 5 zum Öffnen erfolgt vorzugsweise mittels der Motorsteuervorrichtung 11 des erfindungsgemäßen Antriebssystems 1 des erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs 2. In einem zweiten Verfahrens-

schritt 200 wird mittels des als Drucksensor ausgebildeten ersten Sensors 8 des Kraftfahrzeugs 2 ein Entlüftungssystemdruck im Tankentlüftungssystem 5 zwischen der Filtervorrichtung 7 des Tankentlüftungssystems 5 und dem Tankentlüftungsventil 6 ermittelt. Der ermittelte Entlüftungssystemdruck wird vorzugsweise an die Berechnungsvorrichtung 10, insbesondere der Motorsteuervorrichtung 11, weitergeleitet. In einem dritten Verfahrensschritt 300 wird mittels der Ermittlungsvorrichtung 9 des Kraftfahrzeugs 2 der Umgebungsdrucks des Kraftfahrzeugs 2 ermittelt. Hierfür ist die Ermittlungsvorrichtung 8 vorzugsweise als zweiter Sensor 12 ausgebildet, wobei der zweite Sensor 12 als Drucksensor ausgebildet ist. Der ermittelte Umgebungsdruck wird vorzugsweise an die Berechnungsvorrichtung 10, insbesondere der Motorsteuervorrichtung 11, weitergeleitet. In einem vierten Verfahrensschritt 400 wird mittels der Berechnungsvorrichtung 10 der Fluidvolumenstrom des durch das Tankentlüftungsventil 6 strömenden Fluids auf Basis des ermittelten Entlüftungssystemdrucks und des ermittelten Umgebungsdrucks berechnet. Den Berechnungen wird vorzugsweise eine Bernoulli-Gleichung sowie ein Energieerhaltungssatz zugrunde gelegt. In einem fünften Verfahrensschritt 500 wird mittels der Motorsteuervorrichtung 11 das erfindungsgemäße Antriebssystem 1 unter Berücksichtigung des berechneten Fluidvolumenstroms betrieben. In einer alternativen Gestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird mittels eines als Temperatursensor ausgebildeten dritten Sensors 13 eine Temperatur des Fluids ermittelt. Hierfür ist vorzugsweise der erste Sensor 8 auch als dritter Sensor 13, also als "Doppelsensor", ausgebildet. Auf Basis der Temperatur und des Fluidvolumenstroms wird mittels der Motorsteuervorrichtung 11 ein Fluidmassenstrom berechnet. Der Fluidmassenstrom wird dann der Motorsteuervorrichtung 11 zum Betreiben des Antriebssystems 1 zugrunde gelegt.

Bezugszeichenliste

[0047]

- 1 Antriebssystem
- 2 Kraftfahrzeug
- 3 Verbrennungskraftmaschine
- 4 Kraftstofftank
- 5 Tankentlüftungssystem
- 6 Tankentlüftungsventil
- 7 Filtervorrichtung
- 8 erster Sensor
- 9 Ermittlungsvorrichtung
- 10 Berechnungsvorrichtung
- 11 Motorsteuervorrichtung
- 12 zweiter Sensor
- 13 dritter Sensor
- 14 Entlüftungsleitung
- 15 Zuluftleitung
- 16 Fluidzuführleitung

17 Ansaugleitung
 18 erstes Rückschlagventil
 19 zweites Rückschlagventil
 20 Venturi-Düse
 21 Drosselklappe
 22 Verdichter
 23 Luftfilter
 24 Turbine
 25 Abgasleitung
 26 Lambdasonde
 27 Verbrennungsmotorsystem
 28 Abgasturbolader

100 erster Verfahrensschritt
 200 zweiter Verfahrensschritt
 300 dritter Verfahrensschritt
 400 vierter Verfahrensschritt
 500 fünfter Verfahrensschritt

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Antriebssystems (1) eines Kraftfahrzeugs (2) mit einer Verbrennungskraftmaschine (3), einem Kraftstofftank (4) und einem Tankentlüftungssystem (5), aufweisend die folgenden Schritte:

- Öffnen eines Tankentlüftungsventils (6) des Tankentlüftungssystems (5),
- Ermitteln eines Entlüftungssystemdrucks im Tankentlüftungssystem (5) zwischen einer Filtervorrichtung (7) des Tankentlüftungssystems (5) und dem Tankentlüftungsventil (6) mittels eines als Drucksensor ausgebildeten ersten Sensors (8) des Kraftfahrzeugs (2),
- Ermitteln eines Umgebungsdrucks des Kraftfahrzeugs (2) mittels einer Ermittlungsvorrichtung (9) des Kraftfahrzeugs (2),
- Berechnen eines Fluidvolumenstroms eines durch das Tankentlüftungsventil (6) strömenden Fluids auf Basis des ermittelten Entlüftungssystemdrucks und des ermittelten Umgebungsdrucks mittels einer Berechnungsvorrichtung (10) des Kraftfahrzeugs (2), und
- Betreiben des Antriebssystems (1) unter Berücksichtigung des berechneten Fluidvolumenstroms mittels einer Motorsteuervorrichtung (11) des Antriebssystems (1) des Kraftfahrzeugs (2).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Ermittlungsvorrichtung (9) ein als Drucksensor ausgebildeter zweiter Sensor (12) verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Berechnen des Fluidvolumenstroms des durch das Tankentlüftungsventil (6) strömenden Fluids unter Verwendung der Bernoulli-Gleichung erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine Temperatur des durch das Tankentlüftungsventil (6) strömenden Fluids mittels eines als Temperatursensor ausgebildeten dritten Sensors (13) ermittelt wird, wobei eine Dichte des Fluids auf Basis der ermittelten Temperatur bestimmt wird, wobei Massestrom des durch das Tankentlüftungsventil (6) strömenden Fluids auf Basis des ermittelten Volumenstroms und der bestimmten Dichte berechnet wird, und wobei das Antriebssystem (1) unter Berücksichtigung des berechneten Massestroms mittels der Motorsteuervorrichtung (11) betrieben wird.

5. Antriebssystem (1) für ein Kraftfahrzeug (2), aufweisend eine Verbrennungskraftmaschine (3), eine Motorsteuervorrichtung (11) und einen Kraftstofftank (4) mit einem Tankentlüftungssystem (5) sowie einem steuerbaren Tankentlüftungsventil (6) zum Entlüften des Kraftstofftanks (4), und eine Ermittlungsvorrichtung (9) zum Ermitteln eines Umgebungsdrucks des Kraftfahrzeugs (2),

dadurch gekennzeichnet,

dass das Antriebssystem (1) einen als Drucksensor ausgebildeten ersten Sensor (8) zum Ermitteln eines Entlüftungssystemdrucks im Tankentlüftungssystem (5) zwischen einer Filtervorrichtung (7) des Tankentlüftungssystems (5) und dem Tankentlüftungsventil (6) sowie eine Berechnungsvorrichtung (10) zum Berechnen eines Fluidvolumenstroms eines durch das Tankentlüftungsventil (6) strömenden Fluids auf Basis des ermittelten Umgebungsdrucks und des ermittelten Entlüftungssystemdrucks aufweist.

6. Antriebssystem (1) nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Antriebssystem (1) zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4 ausgebildet ist.

7. Antriebssystem (1) nach Anspruch 5 oder 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass der erste Sensor (8) in das Tankentlüftungssystem (5) integriert ist.

8. Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Ermittlungsvorrichtung (9) als ein zweiter Sensor (12) ausgebildet ist, wobei der zweite Sensor (12) als Drucksensor ausgebildet ist.

9. Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 8, 5
dadurch gekennzeichnet,
dass das Tankentlüftungssystem (5) einen als Temperatursensor ausgebildeten dritten Sensor (13) aufweist, wobei der erste Sensor (8) und der dritte Sensor (13) als gemeinsamer Sensor ausgebildet sind. 10
10. Kraftfahrzeug (2), aufweisend ein Antriebssystem (1), 15
dadurch gekennzeichnet,
dass das Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 9 ausgebildet ist.

20

25

30

35

40

45

50

55

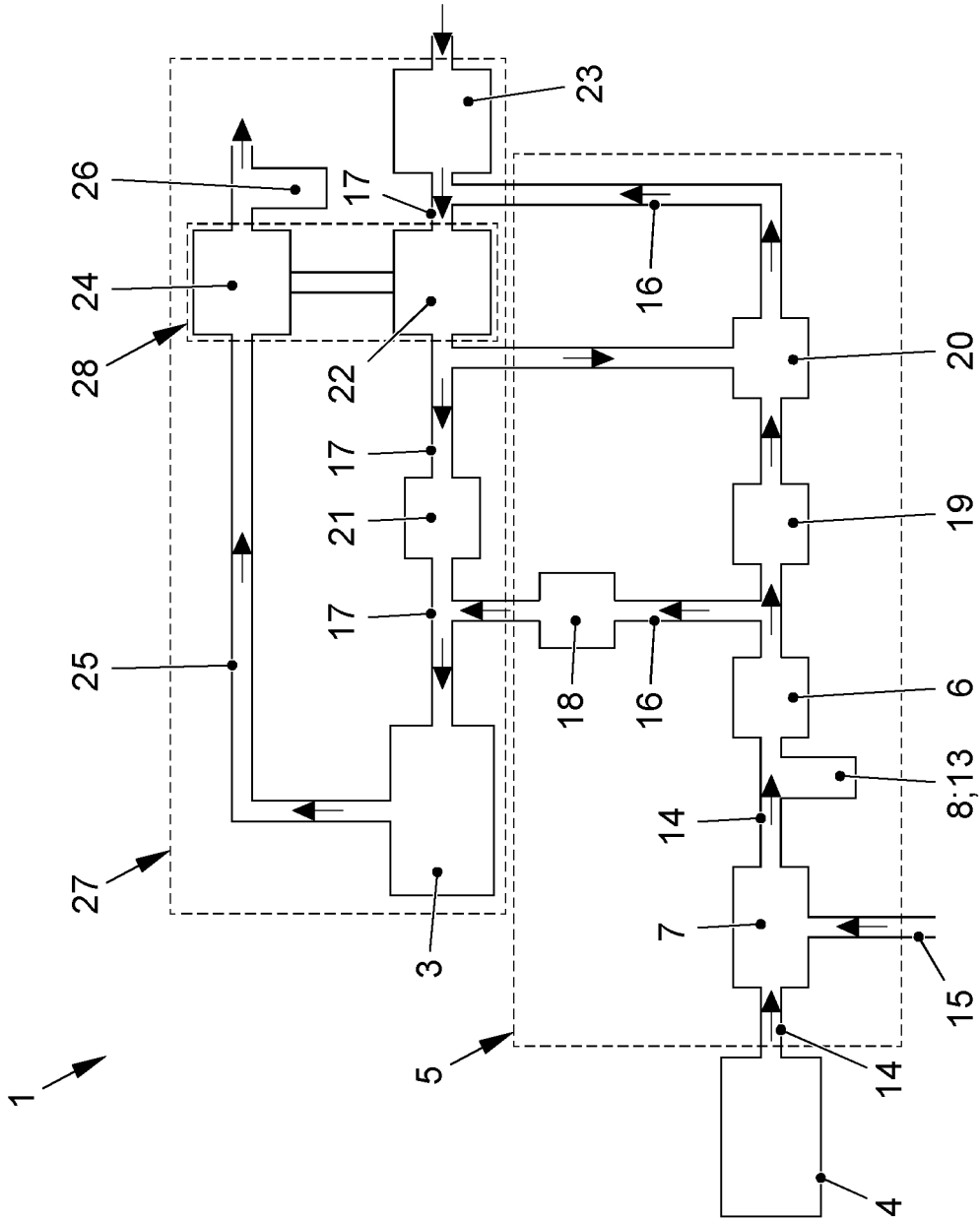


FIG. 1

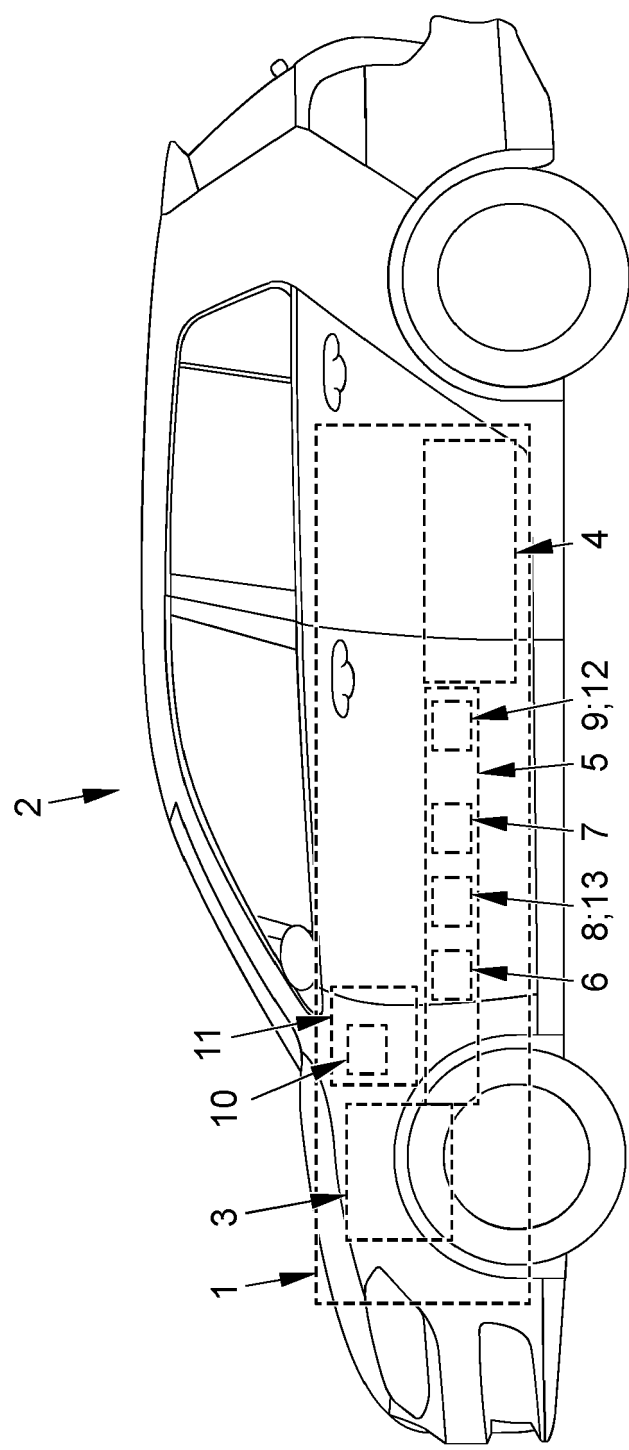


FIG. 2

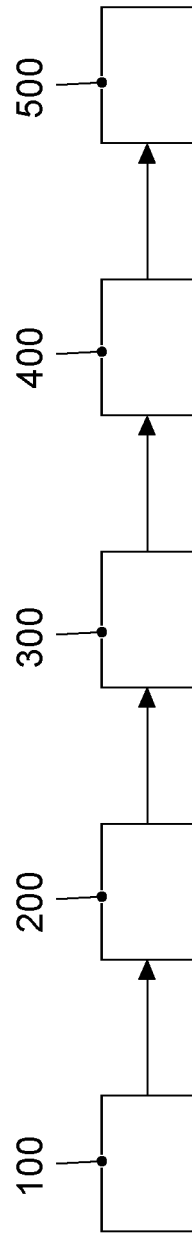


FIG. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 16 7889

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2016 122413 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS LLC [US]) 1. Juni 2017 (2017-06-01)	1-10	INV. F02D41/00
Y	* Zusammenfassung * * Ansprüche 1, 2, 6, 10 * * Abbildungen 1, 2, 8 * * Absatz [0055] * * Absatz [0090] *	3,4,7,9	
Y	----- US 2002/170550 A1 (MITSUTANI NORITAKE [JP]) 21. November 2002 (2002-11-21) * Zusammenfassung * * Absatz [0150] - Absatz [0155] * * Anspruch 1 *	3,4	
Y	----- DE 10 2011 084403 A1 (BOSCH GMBH ROBERT) 18. April 2013 (2013-04-18) * Zusammenfassung * * Absatz [0024] *	7	
Y	----- DE 10 2016 014461 A1 (MAZDA MOTOR [JP]) 8. Juni 2017 (2017-06-08) * Zusammenfassung * * Absatz [0049] *	9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F02D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 23. September 2019	Prüfer Kämper, Fabian
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 19 16 7889

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

23-09-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102016122413 A1	01-06-2017	CN 106812607 A	09-06-2017
			DE 102016122413 A1	01-06-2017
			US 2017152802 A1	01-06-2017
15	-----	-----	-----	-----
	US 2002170550 A1	21-11-2002	EP 1253311 A2	30-10-2002
			JP 4400003 B2	20-01-2010
			JP 2002317667 A	31-10-2002
			US 2002170550 A1	21-11-2002
20	-----	-----	-----	-----
	DE 102011084403 A1	18-04-2013	DE 102011084403 A1	18-04-2013
			KR 20140066224 A	30-05-2014
			US 2014345574 A1	27-11-2014
			WO 2013053574 A2	18-04-2013
25	-----	-----	-----	-----
	DE 102016014461 A1	08-06-2017	CA 2986782 A1	01-06-2018
			CA 2986847 A1	01-06-2018
			CN 106968839 A	21-07-2017
			DE 102016014461 A1	08-06-2017
			JP 6332836 B2	30-05-2018
30			JP 2017106334 A	15-06-2017
			US 2017159588 A1	08-06-2017
	-----	-----	-----	-----
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2627889 B1 [0005]
- DE 102007013993 B4 [0005]
- DE 102012220777 A1 [0005]