



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 46 020 B4 2007.08.23**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 46 020.5**
 (22) Anmeldetag: **02.10.2002**
 (43) Offenlegungstag: **08.05.2003**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **23.08.2007**

(51) Int Cl.⁸: **F02D 41/22 (2006.01)**
F02M 25/08 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2001/307041 03.10.2001 JP

(73) Patentinhaber:
Honda Giken Kogyo K.K., Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Weickmann & Weickmann, 81679 München

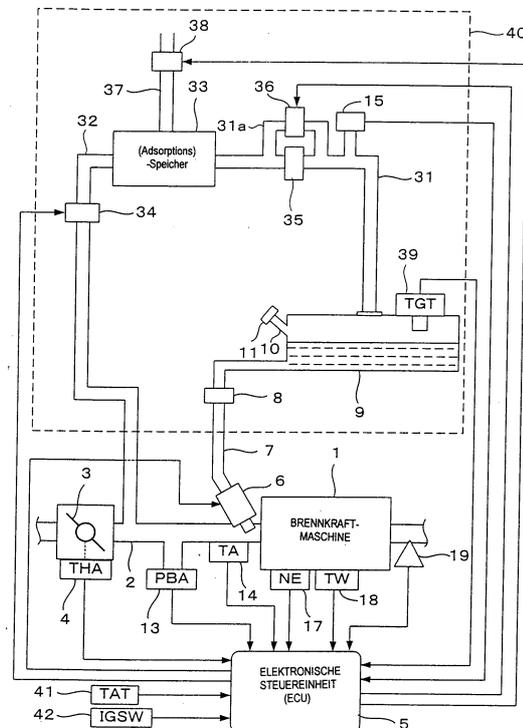
(72) Erfinder:
Hideyuki, Oki, Wako, Saitama, JP; Eisaku, Gosho, Wako, Saitama, JP; Takashi, Isobe, Wako, Saitama, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 198 18 697 A1
US 58 26 566 A
US 52 63 462 A
WO 99/37 905 A1

(54) Bezeichnung: **Fehlerdiagnosevorrichtung und -verfahren für ein Kraftstoffdampf-Behandlungssystem**

(57) Hauptanspruch: Fehlerdiagnosevorrichtung zum Erkennen von Fehlern in einem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem (40) mit einem Kraftstofftank (9), einem Speicher (33), der ein Adsorbens zum Adsorbieren von in dem Kraftstofftank (9) gebildetem Kraftstoffdampf enthält, einer mit diesem Speicher (33) verbundenen und mit der Atmosphäre kommunizierenden Luftleitung (37), einer ersten Leitung (31) für die Verbindung des Speichers (33) mit dem Kraftstofftank (9), einer zweiten Leitung (32) für die Verbindung des Speichers (33) mit dem Ansaugsystem (2) einer Brennkraftmaschine (1), einem Entlüftungsschließventil (38) zum Öffnen und Schließen der Luftleitung (37) und einem Spülluft-Steuer/Regelventil (34), das in der zweiten Leitung (32) angeordnet ist, wobei die Fehlerdiagnosevorrichtung umfasst:

- eine Druckdetektoreinrichtung (15) zur Erfassung des Drucks in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem (40);
- eine Motorstopp-Detektoreinrichtung zur Erfassung des Stoppens des Motors (1);
- eine Erkennungseinrichtung (ECU 5) zum Schließen des Spülluft-Steuer/Regelventils (34) und des Entlüftungsschließventils (38) bei Erfassung des Motorstopps durch die Motorstopp-Detektoreinrichtung und zur Erkennung anhand des...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Fehlerdiagnosevorrichtung und ein Verfahren zum Erkennen von Fehlern in einem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem, das vorübergehend in einem Kraftstofftank gebildeten Kraftstoffdampf speichert und den gespeicherten Kraftstoffdampf einer Brennkraftmaschine zuführt.

[0002] Leckagen in einem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem, das vorübergehend in einem Kraftstofftank gebildeten Kraftstoffdampf speichert und den gespeicherten Kraftstoffdampf einer Brennkraftmaschine zuführt, lassen den Kraftstoffdampf in die Atmosphäre entweichen. Deshalb hat man verschiedene Verfahren für das Bestimmen bzw. Erkennen von Leckagen vorgeschlagen. Zum Beispiel beschreibt die JP-11-336626 A (bzw. DE 198 18 697 A1) ein Verfahren, gemäß welchem eine Bestimmung von Leckagen nicht während des Motorbetriebs, sondern vielmehr nach dem Stoppen des Motors durchgeführt wird.

[0003] Bei diesem konventionellen Verfahren wird eine Druckdifferenz zwischen dem Druck in einem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem und dem Atmosphärendruck nach dem Stoppen des Motors auf eine Änderung überwacht, und die Erkennung von Leckagen erfolgt anhand eines Änderungsbetrags der überwachten Druckdifferenz.

[0004] Dieses Verfahren sieht die Bestimmung bzw. Erkennung von Leckagen anhand des Betrages der durch eine Temperaturänderung in einem Kraftstofftank bedingten Druckänderung in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem nach dem Stoppen des Motors vor. Wenn also der Temperaturanstieg in dem Kraftstofftank zu gering ist, wie beispielsweise beim Stoppen des Motors unmittelbar nach dem Starten, ist die Temperaturänderung nach dem Stoppen des Motors ebenfalls gering und dementsprechend auch die Druckänderung. Die Wahrscheinlichkeit einer fehlerhaften Erkennung ist in diesem Fall groß.

[0005] Auch aus der WO 99/37905 ist eine Fehlerdiagnosevorrichtung der genannten Art und ein entsprechendes Fehlerdiagnoseverfahren bekannt, wobei ein Kraftstoffspeicher mit einem Adsorber zum Adsorbieren von in einem Kraftstofftank gebildeten Kraftstoffdampf über ein mechanisches Druckbegrenzungsventil mit der Atmosphäre verbunden ist. Unter der Annahme, dass der Druck im Kraftstoffsystem im Wesentlichen den Atmosphärendruck entspricht, wenn der Motor abgestellt wird, lässt sich bei dichtem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem nach Abstellen des Motors – sofern der Motor zum Zeitpunkt des Abstellens bereits Betriebstemperatur erreicht hat – ein Druckrückgang im Kraftstoffdampf-Behandlungssystem beobachten. Lässt sich trotz ausreichend ho-

her Betriebstemperatur des Motors kein oder nur ein schwacher Druckrückgang im Kraftstoffdampf-Behandlungssystem messen, liegt ein Leck vor.

[0006] Auch die US 5,263,462 schlägt vor, zur Erfassung von Lecks in einem Kraftstoff-Behandlungssystem den Druck im Kraftstoff-Behandlungssystem nach Abstellen des Motors zu überwachen. Sinkt der Druck nicht entsprechend der Abkühlrate des Motors ab, so ist ein Leck vorhanden. Alternativ kann durch einen Temperaturschalter überwacht werden, ob die Umgebungstemperatur während der Stillstandphase des Motors auf einen vorbestimmten Wert ansteigt. Löst der Temperaturschalter aus, muss – sofern kein Leck vorliegt – gleichzeitig ein entsprechend eingestellter Druckschalter im Kraftstoffdampf-Behandlungssystem auslösen. Anhand des Zustands des Temperaturschalters und des Druckschalters am Ende der Motorstillstandphase kann daher bei günstigen Umgebungsbedingungen das Vorhandensein eines Lecks erkannt werden.

[0007] Schließlich ist aus der US 5,826,566 ein Verfahren zur Erfassung von Lecks in einem Kraftstoff-Behandlungssystem bekannt, bei dem ein Druckanstieg im Kraftstoff-Behandlungssystem nach dem Starten des Motors überwacht wird.

[0008] Demzufolge liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Fehlerdiagnosevorrichtung und ein Fehlerdiagnoseverfahren für ein Kraftstoffdampf-Behandlungssystem bereitzustellen, mit welcher bzw. mit welchem eine fehlerhafte Bestimmung bzw. Erkennung verhindert und die Erkennungsgenauigkeit verbessert werden kann, wenn eine Bestimmung von Lecks in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem nach dem Stoppen des Motors durchgeführt wird.

[0009] Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die vorliegende Erfindung gemäß einem ersten Aspekt eine Fehlerdiagnosevorrichtung gemäß Anspruch 1 und gemäß einem weiteren Aspekt ein Fehlerdiagnoseverfahren gemäß Anspruch 5 vor. Das Kraftstoffdampf-Behandlungssystem hat einen Kraftstofftank, einen Speicher, der ein Adsorbens zum Adsorbieren von in dem Kraftstofftank gebildetem Kraftstoffdampf enthält, eine mit dem (Adsorptions)speicher verbundene und mit der Atmosphäre kommunizierende Luftleitung, eine erste Leitung für die Verbindung des Speichers und des Kraftstofftanks, eine zweite Leitung für die Verbindung des Speichers und des Ansaugsystems einer Brennkraftmaschine, ein Entlüftungsschließventil zum Öffnen und Schließen der Luftleitung und ein in der zweiten Leitung vorgesehene Spülluft-Steuer/Regelventil. Die Fehlerdiagnosevorrichtung umfasst eine Druckdetektoreinrichtung, eine Motorstopp-Detektoreinrichtung, eine Erkennungseinrichtung, eine Gasschichttemperatur-Detektoreinrichtung, eine Umgebungstemperatur-De-

tektoreinrichtung und eine Sperreinrichtung. Die Druckdetektoreinrichtung erfasst den Druck in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem. Die Motorstopp-Detektoreinrichtung erfasst das Stoppen des Motors. Die Bestimmungs- bzw. Erkennungseinrichtung schließt das Spülluft-Steuer/Regelventil und das Entlüftungsschließventil, wenn durch die Motorstopp-Detektoreinrichtung ein Motorstopp erfasst wird, und sie bestimmt anhand des Drucks, der während einer vorgegebenen Erkennungszeitdauer nach dem Schließen des Spülluft-Steuer/Regelventils und des Entlüftungsschließventils von der Druckdetektoreinrichtung erfasst wird, ob ein Leck in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem vorhanden ist. Die Gasschichttemperatur-Detektoreinrichtung erfasst die Gasschichttemperatur in dem Kraftstofftank, und die Umgebungstemperatur-Detektoreinrichtung erfasst die Umgebungstemperatur. Die Sperreinrichtung unterbindet die Erkennung durch die Erkennungseinrichtung, wenn die Differenz zwischen der Gasschichttemperatur und der Umgebungstemperatur, die nach dem Motorstopp mit Hilfe der Gasschichttemperatur-Detektoreinrichtung bzw. der Umgebungstemperatur-Detektoreinrichtung erfasst werden, kleiner oder gleich einem vorgegebenen Schwellenwert ist.

[0010] Die Erkennungseinrichtung führt unmittelbar nach dem erfolgten Nachweis des Motorstopps einen ersten Prozess für ein Öffnen zur Atmosphäre durch, um das Entlüftungsschließventil geöffnet zu halten, damit der Druck in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem an den Atmosphärendruck angeglichen werden kann, und nach Ende des ersten Prozesses für das Öffnen zur Atmosphäre einen ersten Überwachungsprozess zum Schließen des Entlüftungsschließventils, um die Änderung des Drucks zu überwachen, der nach dem Schließen des Entlüftungsschließventils von der Druckdetektoreinrichtung erfasst wird. Übersteigt der durch die Druckdetektoreinrichtung erfasste Druck während der Durchführung des ersten Überwachungsprozesses einen ersten vorgegebenen Druck, bestimmt bzw. erkennt die Erkennungseinrichtung den Zustand des Kraftstoffdampf-Behandlungssystems als normal.

[0011] Wenn bei dieser Konfiguration der Motorstopp erfasst wird, werden das Spülluft-Steuer/Regelventil und das Entlüftungsschließventil geschlossen, und die Erkennung von Leckagen des Kraftstoffdampf-Behandlungssystems erfolgt anhand des Drucks, der während der vorgegebenen Erkennungszeitdauer nach dem Schließen des Spülluft-Steuer/Regelventils und des Entlüftungsschließventils mit Hilfe der Druckdetektoreinrichtung erfasst wird. Ist die Differenz zwischen der nach dem Stoppen des Motors erfassten Gasschichttemperatur und der erfassten Umgebungstemperatur kleiner oder gleich dem vorgegebenen Schwellenwert, wird die Bestimmung von Lecks bzw. deren Erkennung unterbun-

den. Wenn also die Gasschichttemperatur in dem Kraftstofftank nicht wesentlich höher ist als die Umgebungstemperatur, das heißt wenn der Motor zum Beispiel unmittelbar nach dem Starten gestoppt wird, wird die Bestimmung von Lecks unterbunden, um auf diese Weise eine fehlerhafte Erkennung zu verhindern.

[0012] Vorzugsweise umfasst die Sperreinrichtung eine Unregelmäßigkeits-Detektoreinrichtung zur Erfassung von Unregelmäßigkeiten wenigstens in der Druckdetektoreinrichtung oder in dem Entlüftungsschließventil und sie unterbindet die Erkennung durch die Erkennungseinrichtung, wenn die Unregelmäßigkeits-Detektoreinrichtung das Vorliegen einer Unregelmäßigkeit signalisiert.

[0013] Mit dieser Konfiguration lässt sich eine fehlerhafte oder falsche Erkennung, die auf eine Unregelmäßigkeit in der Druckdetektoreinrichtung oder in dem Entlüftungsschließventil zurückzuführen ist, verhindern.

[0014] Vorzugsweise führt die Erkennungseinrichtung einen zweiten Prozess für ein Öffnen zur Atmosphäre durch, um das Entlüftungsschließventil nach Ende des ersten Überwachungsprozesses zu öffnen, damit der Druck in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem an den Atmosphärendruck angeglichen werden kann, und sie führt nach Ende dieses zweiten Prozesses für das Öffnen zur Atmosphäre einen zweiten Überwachungsprozess zum Schließen des Entlüftungsschließventils durch, um eine Änderung des nach dem Schließen des Entlüftungsschließventils mit Hilfe der Druckdetektoreinrichtung erfassten Druckes zu überwachen. Fällt der mittels der Druckdetektoreinrichtung erfasste Druck während der Durchführung des Überwachungsprozesses unter einen zweiten vorgegebenen Druck ab, bestimmt bzw. erkennt die Erkennungseinrichtung den Zustand des Kraftstoffdampf-Behandlungssystems als normal.

[0015] Vorzugsweise speichert die Erkennungseinrichtung einen Maximalwert des Drucks, der während der Durchführung des ersten Überwachungsprozesses durch die Druckdetektoreinrichtung erfasst ward, und darüber hinaus einen Minimalwert des Drucks, der während der Durchführung des zweiten Überwachungsprozesses durch die Druckdetektoreinrichtung erfasst wird. Ist die Differenz zwischen dem gespeicherten Maximalwert des durch die Druckdetektoreinrichtung erfassten Drucks und dem gespeicherten Minimalwert des durch die Druckdetektoreinrichtung erfassten Drucks kleiner oder gleich einer vorgegebenen Druckdifferenz, wird von der Erkennungseinrichtung ein Leck in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem erkannt.

FIGURENKURZBESCHREIBUNG

[0016] **Fig. 1** ist eine schematische Darstellung der Konfiguration eines Kraftstoffdampf-Behandlungssystems und eines Steuer/Regel-systems für eine Brennkraftmaschine gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung;

[0017] **Fig. 2** ist ein Zeitdiagramm zur Darstellung eines Konzeptes der Fehlerdiagnose nach dem Stoppen eines Motors;

[0018] **Fig. 3** ist ein Flussdiagramm, das einen Prozess zum Setzen eines Fehlerdiagnose-Erlaubnisflag (FDET) zeigt;

[0019] **Fig. 4** und **Fig. 5** sind Flussdiagramme, die einen Prozess für die Durchführung der Fehlerdiagnose zeigen;

[0020] **Fig. 6** ist ein Flussdiagramm, das einen Prozess für das Setzen eines Unregelmäßigkeitsnachweis-Flag (FCS) zeigt;

DETAILBESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0021] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung wird nachstehend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0022] **Fig. 1** ist eine schematische Darstellung der Konfiguration eines Kraftstoffdampf-Behandlungssystems und eines Steuer/Regelsystems für eine Brennkraftmaschine gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung. In **Fig. 1** bezeichnet Bezugsziffer **1** eine Brennkraftmaschine (im Folgenden kurz Motor genannt) mit einer Mehrzahl von Zylindern (z.B. vier). Der Motor **1** hat ein Ansaugrohr **2**, in dem ein Drosselventil **3** montiert ist. Ein Drosselöffnungssensor **4** (THA-Sensor) ist mit dem Drosselventil **3** verbunden. Der Drosselöffnungssensor **4** liefert ein der Öffnung des Drosselventils **3** entsprechendes elektrisches Signal an eine elektronische Steuereinheit **5** (im Folgenden kurz ECU = engl. electronic control unit genannt).

[0023] Ein zwischen dem Motor **1** und dem Drosselventil **3** liegender Abschnitt des Ansaugrohres **2** ist mit einer der Mehrzahl von Zylindern des Motors **1** entsprechenden Mehrzahl von Kraftstoffeinspritzventilen **6** versehen, die sich an Positionen geringfügig stromaufwärts der jeweiligen Ansaugventile (nicht gezeigt) befinden. Jedes Kraftstoffeinspritzventil **6** ist durch ein Kraftstoffzufuhrrohr **7** mit einem Kraftstofftank **9** verbunden. Das Kraftstoffzufuhrrohr **7** ist mit einer Kraftstoffpumpe **8** versehen. Der Kraftstofftank **9** hat einen mit einem Verschlussdeckel **11** versehenen Kraftstoffeinfüllstutzen **10** zum Betanken.

[0024] Jedes Kraftstoffeinspritzventil **6** ist elektrisch mit der ECU **5** verbunden, und die Öffnungsdauer jedes Ventils **6** wird durch ein Signal aus der ECU **5** gesteuert. Das Ansaugrohr **2** ist an stromabwärts des Drosselventils **3** gelegenen Positionen mit einem Absolutansaugdruck-Sensor (PBA-Sensor) **13** und mit einem Ansauglufttemperatur-Sensor (TA-Sensor) **14** versehen. Der Absolutansaugdruck-Sensor **13** erfasst einen Absolutansaugdruck PBA in dem Ansaugrohr **2**. Der Ansauglufttemperatur-Sensor **14** erfasst eine Ansauglufttemperatur TA in dem Ansaugrohr **2**.

[0025] Ein Motordrehzahlsensor (NE-Sensor) **17** für die Erfassung der Motordrehzahl ist in der Nähe der äußeren Peripherie einer Nockenwelle oder einer Kurbelwelle (beide nicht dargestellt) des Motors **1** angeordnet. Der Motordrehzahlsensor **17** gibt bei einem vorgegebenen Kurbelwinkel pro Drehung der Kurbelwelle des Motors **1** um 180° einen Impuls (TDC-Signalimpuls) aus. Es sind auch ein Motorkühlmitteltemperatur-Sensor **18**, der die Kühlmitteltemperatur TW des Motors **1** erfasst, und ein Sauerstoffkonzentrations-Sensor **19** (im Folgenden LAF-Sensor genannt) zur Erfassung der Sauerstoffkonzentration in den Abgasen des Motors **1** vorgesehen. Von diesen Sensoren **13** bis **19** erzeugte Erfassungssignale werden der ECU **5** zugeleitet. Der LAF-Sensor **19** arbeitet als Universal-Kraftstoff/Luft-Verhältnis-Sensor, der ein Signal ausgibt, das im wesentlichen proportional zu einer Sauerstoffkonzentration in Abgasen (proportional zu einem Kraftstoff/Luft-Verhältnis eines dem Motor **1** zugeführten Brennstoffgemisches) ist.

[0026] Ein Umgebungstemperatur-Sensor **41** zur Erfassung der Umgebungstemperatur TAT und ein Zündschalter **42** sind ebenfalls mit der ECU **5** verbunden. Ein Nachweissignal aus dem Umgebungstemperatur-Sensor **41** und ein Schaltsignal aus dem Zündschalter **42** werden der ECU **5** zugeleitet.

[0027] Der Kraftstofftank **9** ist durch eine Ladeleitung **31** mit einem Speicher **33** verbunden, welcher durch eine Spülluftleitung **32** an einer Position stromabwärts des Drosselventils **3** mit dem Ansaugrohr **2** verbunden ist.

[0028] Die Ladeleitung **31** ist mit einem Zweigeventil **35** versehen, welches ein Positivdruckventil und ein Negativdruckventil umfasst. Das Positivdruckventil öffnet, wenn der Druck in dem Kraftstofftank **9** den Atmosphärendruck um einen ersten vorgegebenen Druck (z.B. 2,7 kPa (20 mmHg) oder mehr) übersteigt. Das Negativdruckventil öffnet, wenn der Druck in dem Kraftstofftank **9** den Druck in dem Speicher **33** um einen zweiten vorgegebenen Druck oder höheren Druck unterschreitet.

[0029] Die Ladeleitung **31** ist so verzweigt, das sie

eine das Zweiwegeventil **35** umgehende Umleitung **31a** bildet. Die Umleitung **31a** ist mit einem Umleitventil (An-Aus-Ventil) **36** versehen. Das Umleitventil **36** ist ein als Ruheventil vorgesehenes Magnetventil, das während der Durchführung einer noch zu beschreibenden Fehlerdiagnose geöffnet und geschlossen wird. Der Betrieb des Umleitventils **36** wird durch die ECU **5** gesteuert.

[0030] An einer Stelle zwischen dem Zweiwegeventil **35** und dem Kraftstofftank **9** ist die Ladeleitung **31** außerdem mit einem Drucksensor **15** versehen. Ein von dem Drucksensor **15** geliefertes Erfassungssignal wird zur ECU **5** geleitet. Der Ausgang PTANK des Drucksensors **5** nimmt einen Wert an, der gleich dem Druck in dem Kraftstofftank bei stabilem Zustand ist, in dem die Drücke in dem Speicher **33** und dem Kraftstofftank **9** stabil sind. Der Ausgang PTANK des Drucksensors **15** nimmt einen Wert an, der sich von dem tatsächlichen Druck in dem Kraftstofftank **9** unterscheidet, wenn sich der Druck in dem Speicher **33** oder in dem Kraftstofftank **9** ändert. Der Ausgang des Drucksensors **15** wird nachstehend als "Tankdruck PTANK" bezeichnet.

[0031] Der Speicher **33** enthält Aktivkohle zum Adsorbieren des Kraftstoffdampfes in dem Kraftstofftank **9**. Eine Entlüftungsleitung **37** ist mit dem Speicher **33** verbunden, der durch diese Entlüftungsleitung **37** mit der Atmosphäre kommuniziert.

[0032] Die Entlüftungsleitung **37** ist mit einem Entlüftungsschließventil (An-Aus-Ventil) **38** versehen, welches ein Magnetventil **38** ist, dessen Betrieb durch die ECU **5** in der Weise gesteuert wird, dass das Entlüftungsschließventil **38** während des Betankens oder dann wenn in dem Speicher **33** adsorbierter Kraftstoffdampf in das Ansaugrohr **2** gespült wird, offen ist. Ferner wird das Entlüftungsschließventil **38** während der Durchführung der noch zu beschreibenden Fehlerdiagnose geöffnet und geschlossen. Das Entlüftungsventil **38** ist ein Arbeitsventil, das geöffnet bleibt, wenn ihm kein Antriebssignal zugeleitet wird.

[0033] Die zwischen den Speicher **33** und das Ansaugrohr **2** geschaltete Spülluftleitung **32** ist mit einem Spülluft-Steuer/Regelventil **34** versehen, welches ein Magnetventil ist, das die Strömungsrate kontinuierlich steuern/regeln kann, indem es das An-Aus-Verhältnis eines Steuersignals (durch Ändern des Öffnungsgrads des Spülluft-Steuer/Regelventils) ändert. Der Betrieb des Spülluft-Steuer/Regelventils **34** wird durch die ECU **5** gesteuert.

[0034] Der Kraftstofftank **9** hat einen Gasschichttemperatur-Sensor **39** für die Erfassung der Temperatur TTG einer Gasschicht (einer aus Luft und Kraftstoffdampf zusammengesetzten Gasgemisch-Schicht) im Inneren des Kraftstofftanks **9**. Ein von dem Gasschichttemperatur-Sensor **39** geliefert

tes Erfassungssignal wird zur ECU **5** geleitet. Die Temperatur TTG wird "Gasschichttemperatur" genannt.

[0035] Der Kraftstofftank **9**, die Ladeleitung **31**, die Umleitung **31a**, der Speicher **33**, die Spülluftleitung **32**, das Zweiwegeventil **35**, das Umleitventil **36**, das Spülluft-Steuer/Regelventil **34**, die Entlüftungsleitung **37** und das Entlüftungsschließventil **38** bilden ein Kraftstoffdampf-Behandlungssystem **40**.

[0036] In dieser bevorzugten Ausführungsform bleiben die ECU **5**, das Umleitventil **36** und das Entlüftungsschließventil **38** während der Durchführung der noch zu beschreibenden Fehlerdiagnose auch nach dem Ausschalten des Zündschalters **42** in Betrieb. Das Spülluft-Steuer/Regelventil **34** wird außer Betrieb gesetzt, damit es geschlossen bleibt, wenn der Zündschalter **42** ausgeschaltet wird.

[0037] Wenn beim Betanken des Kraftstofftanks **9** eine große Menge an Kraftstoffdampf gebildet wird, öffnet das Zweiwegeventil **35**, damit der Kraftstoffdampf in dem Speicher **33** gespeichert werden kann. Bei einem vorgegebenen Betriebszustand des Motors **1** wird die Öffnungssteuerung des Spülluft-Steuer/Regelventils **34** durchgeführt, um eine geeignete Menge an Kraftstoffdampf aus dem Speicher **33** in das Ansaugrohr **2** zu leiten.

[0038] Die ECU **5** hat eine Eingabeschaltung mit verschiedenen Funktionen bzw. Aufgaben wie die Gestaltung der Wellenformen der Eingangssignale von den verschiedenen Sensoren, die Korrektur der Spannungspegel der Eingangssignale auf einen vorgegebenen Pegel und die Konvertierung analoger Signalwerte in digitale Signalwerte. Die ECU **5** umfasst außerdem eine zentrale Verarbeitungseinheit (die im Folgenden CPU = engl. central processing unit genannt wird), eine Speicherschaltung und eine Ausgabeschaltung. Die Speicherschaltung speichert vorläufig verschiedene von der CPU abzuarbeitende Betriebsprogramme sowie Ergebnisse von Berechnungen oder dergleichen durch die CPU. Die Ausgangschaltung liefert Antriebssignale an die Kraftstoffeinspritzventile **6**, das Spülluft-Steuer/Regelventil **34**, das Umleitventil **36** und das Entlüftungsschließventil **38**.

[0039] Zum Beispiel steuert die CPU in der ECU **5** eine dem Motor **1** zuzuführende Kraftstoffmenge und das Tastverhältnis des dem Spülluft-Steuer/Regelventil **34** zugeleiteten Signals gemäß den Ausgangssignalen der verschiedenen Sensoren, einschließlich des Motordrehzahlsensors **17**, des Ansaugrohrabsolutdruck-Sensors **13** und des Motorkühlmitteltemperatur-Sensors **18**.

[0040] [Fig. 2](#) ist ein Zeitdiagramm zur Darstellung der Fehlerdiagnose, die nach dem Motorstopp durch-

zuführen ist. In [Fig. 2](#) ist der Tankdruck PTANK als Druckdifferenz gegenüber dem Atmosphärendruck gezeigt, obwohl der Tankdruck PTANK eigentlich als Absolutdruck erfasst wird.

[0041] Wenn der Motor gestoppt wird, wird das Umleitventil (BPV) **36** geöffnet, und das Entlüftungsschließventil (VSV) **38** bleibt geöffnet (Zeitpunkt t1). Infolgedessen wird das Kraftstoffdampf-Behandlungssystem **40** zur Atmosphäre geöffnet. Wenn eine erste Zeitdauer der Öffnung zur Atmosphäre TOTA1 ab dem Zeitpunkt t1 verstrichen ist, gleicht sich der Tankdruck PTANK dem Atmosphärendruck an (Zeitpunkt t2). Das Spülluft-Steuer/Regelventil **34** wird geschlossen, wenn der Motor gestoppt wird.

[0042] Ein erster Erkennungsmodus wird bei Zeitpunkt t2 begonnen. Das heißt, das Entlüftungsschließventil **38** wird geschlossen, um dadurch das Kraftstoffdampf-Behandlungssystem **40** in einen geschlossenen Zustand zu bringen. Dieser Zustand wird über eine erste Erkennungszeitdauer TPHASE1 (z.B. 900 s) beibehalten. Wenn der Tankdruck PTANK ansteigt und dabei einen ersten vorgegebenen Tankdruck PTANK1 (z.B. Atmosphärendruck +1,3 kPa (10 mmHg)) übersteigt, wie durch die gestrichelte Linie L1 (Zeitpunkt t3) dargestellt, wird sofort festgestellt bzw. erkannt, dass der Zustand des Kraftstoffdampf-Behandlungssystem **40** normal ist (keine Leckagen). Wenn sich der Tankdruck PTANK dagegen in einer anhand der durchgezogenen Linie L2 dargestellten Weise ändert, wird ein maximaler Tankdruck PTANKMAX gespeichert (Zeitpunkt t4).

[0043] Dann wird bei Zeitpunkt t4 das Entlüftungsschließventil **38** geöffnet, um das Kraftstoffdampf-Behandlungssystem **40** zur Atmosphäre zu öffnen.

[0044] Wenn eine zweite Zeitdauer der Öffnung zur Atmosphäre TOTA2 ab dem Zeitpunkt t4 verstrichen ist, wird bei Zeitpunkt t5 ein zweiter Erkennungsmodus gestartet. Das heißt, das Entlüftungsschließventil **38** wird geschlossen und wird über eine zweite Erkennungszeitdauer TPHASE2 (z.B. 2400 s) in diesem Zustand gehalten. Wenn der Tankdruck PTANK abnimmt und unter einen zweiten vorgegebenen Tankdruck PTANK2 (z.B. Atmosphärendruck -1,3 kPa (10 mmHg)) abfällt, wie das anhand einer gestrichelten Linie L3 (Zeitpunkt t6) dargestellt ist, wird sofort erkannt, dass der Zustand des Kraftstoffdampf-Behandlungssystem **40** normal ist (keine Leckagen). Dagegen wird bei einer Änderung des Tankdrucks PTANK, deren Verlauf anhand der durchgezogenen Linie L4 gezeigt ist, ein minimaler Tankdruck PTANKMIN gespeichert (Zeitpunkt t7).

[0045] Bei Zeitpunkt t7 wird das Umleitventil **36** geschlossen und das Entlüftungsschließventil **38** geöffnet. Ist die Druckdifferenz ΔP zwischen dem gespeicherten maximalen Tankdruck PTANKMAX und dem

gespeicherten minimalen Tankdruck PTANKMIN größer als eine Erkennungsschwelle ΔP_{TH} , wird erkannt, dass der Zustand des Kraftstoffdampf-Behandlungssystem **40** normal ist. Wenn diese Druckdifferenz ΔP kleiner oder gleich der vorgegebenen Erkennungsschwelle ΔP_{TH} ist, wird erkannt, dass das Kraftstoffdampf-Behandlungssystem **40** versagt hat (in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem **40** ist ein Leck vorhanden). Dies deshalb, weil der Betrag der Änderung des Tankdrucks PTANK gegenüber dem Atmosphärendruck, d.h. die Druckdifferenz ΔP gering ist, wenn Leckagen vorhanden sind.

[0046] Das Flussdiagramm von [Fig. 3](#) zeigt einen Prozess zum Setzen eines Fehlerdiagnoseerlaubnis-Flag FDET. Dieser Prozess wird von der CPU der ECU **5** in vorgegebenen Intervallen (z.B. 100 ms) durchgeführt.

[0047] In Schritt S11 wird ermittelt, ob der Zündschalter **42** soeben abgeschaltet wurde oder nicht (d.h. zwischen der vorherigen und gegenwärtigen Durchführung dieses Prozesses). Wurde der Zündschalter **42** nicht abgeschaltet, endet der Prozess sofort. Wurde der Zündschalter **42** abgeschaltet, wird ermittelt, ob ein Unregelmäßigkeitsnachweis-Flag FCS auf "1" steht oder nicht (Schritt S12). Das Unregelmäßigkeitsnachweis-Flag FCS wird auf "1" gesetzt, wenn in dem Prozess von [Fig. 6](#) in dem Umleitventil **36** oder in dem Entlüftungsschließventil **38** eine Leitungsunterbrechung oder ein Kurzschluss festgestellt werden.

[0048] Falls FCS in Schritt S12 auf "1" steht, folgt in dem Prozess Schritt S18, in welchem das Fehlerdiagnoseerlaubnis-Flag FDET auf "0" gesetzt wird, um die Fehlerdiagnose zu unterbinden. Steht FCS in Schritt S12 auf "0", wird ermittelt, ob der Motor **1** bei der vorherigen Durchführung dieses Prozesses in Betrieb war oder nicht (Schritt S13). Ist die Antwort auf die Abfrage in Schritt S13 negativ (NEIN), endet dieser Prozess sofort, wohingegen im Falle einer positiven Antwort (JA), die darauf hinweist, dass der Motor soeben abgestellt worden ist, ein von dem Umgebungstemperatur-Sensor **41** erfasster Wert TAT (Schritt S14) und dann ein von dem Gasschichttemperatur-Sensor **39** erfasster Wert (Schritt S15) gelesen wird.

[0049] In Schritt S16 wird abgefragt, ob die Differenz (TTG - TAT) zwischen der Gasschichttemperatur TTG und der Umgebungstemperatur TAT größer ist als eine vorgegebene Temperaturdifferenz $\Delta T1$ (z.B. 5°C). Wird diese Abfrage in Schritt S16 negativ beantwortet (NEIN), d.h. wenn die Differenz zwischen der Gasschichttemperatur TTG und der Umgebungstemperatur TAT gering ist, folgt in dem Prozess Schritt S18, um die Fehlerdiagnose zu verhindern, da die Möglichkeit einer fehlerhaften oder falschen Erkennung groß ist, wenn die Fehlerdiagnose

in einem solchen Fall durchgeführt wird. Wird die Abfrage in Schritt S16 positiv beantwortet (JA), wird das Fehlerdiagnoseerlaubnis-Flag FDET auf "1" gesetzt (Schritt S17), um die Fehlerdiagnose zuzulassen.

[0050] Gemäß dem Prozess von [Fig. 3](#) wird die Fehlerdiagnose nach dem Stoppen des Motors unterbunden, wenn die Differenz (TTG – TAT) zwischen der Gasschichttemperatur TTG und der Umgebungstemperatur TAT kleiner oder gleich der vorgegebenen Temperaturdifferenz $\Delta T1$ ist. Infolgedessen wird eine fehlerhafte Erkennung bei verbesserter Erkennungsgenauigkeit verhindert.

[0051] Die [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) sind Flussdiagramme, die einen Prozess für die Durchführung der Fehlerdiagnose zeigen. Dieser Prozess wird in vorgegebenen Zeitabständen (z.B. 100 ms) von der CPU der ECU **5** durchgeführt.

[0052] In Schritt S21 wird ermittelt, ob der Motor **1** gestoppt wurde oder nicht. Wenn der Motor **1** läuft, wird der Wert eines ersten Aufwärtszählers TM1 auf "0" gesetzt (Schritt S23), und dieser Prozess endet. Ist der Motor **1** gestoppt worden, folgt in dem Prozess der Übergang von Schritt S21 zu Schritt S22, um festzustellen, ob das Fehlerdiagnoseerlaubnis-Flag FDET "1" ist oder nicht. Falls FDET "0" ist, folgt in dem Prozess Schritt S23, wohingegen bei FDET ist gleich "1" bestimmt wird, ob der Wert des ersten Aufwärtszählers TM1 größer ist als die erste Zeitdauer der Öffnung zur Atmosphäre TOTA1 (z.B. 120 s) (Schritt S24). Zu Beginn ist die Antwort auf die Abfrage in Schritt S24 negativ (NEIN), so dass das Umleitventil **36** geöffnet und der Zustand des Entlüftungsschließventils **38** beibehalten wird (Schritt S25) (Zeitpunkt t1 in [Fig. 2](#)). Danach wird der Wert eines zweiten Aufwärtszählers TM2 auf "0" gesetzt (Schritt S26), und dieser Prozess endet.

[0053] Wenn der Wert des ersten Aufwärtszählers TM1 die erste Zeitdauer der Öffnung zur Atmosphäre TOTA1 (Zeitpunkt t2 in [Fig. 2](#)) erreicht, folgt in dem Prozess auf den Schritt S24 der Schritt S27, um zu ermitteln, ob der Wert des zweiten Aufwärtszählers TM2 größer ist als die erste Erkennungszeitdauer TPHASE1. Zu Beginn ist die Antwort auf die Abfrage in Schritt S27 negativ (NEIN), so dass das Entlüftungsschließventil **38** geschlossen wird (Schritt S28). Danach wird festgestellt, ob der Tankdruck PTANK höher ist als der erste vorgegebene Tankdruck PTANK1 (Schritt S29).

[0054] Anfänglich wird Schritt S29 negativ beantwortet (NEIN), so dass der Wert eines dritten Aufwärtszählers TM3 auf "0" gesetzt wird (Schritt S31). Anschließend wird ermittelt, ob der Tankdruck PTANK höher ist als der maximale Tankdruck PTANKMAX (Schritt S32). Da der Anfangswert des maximalen Tankdrucks PTANKMAX vorübergehend

auf einen Wert eingestellt wird, der niedriger ist als der Atmosphärendruck, wird die Abfrage in Schritt S32 zu Beginn positiv beantwortet (JA). Infolgedessen wird der maximale Tankdruck PTANKMAX auf den vorliegenden Tankdruck PTANK eingestellt (Schritt S33). Ist die Antwort in Schritt S32 negativ (NEIN), endet dieser Prozess unverzüglich. Daher liefern die Schritte S32 und S33 den maximalen Tankdruck PTANKMAX im ersten Erkennungsmodus.

[0055] Wird die Antwort auf die Abfrage in Schritt S29 positiv (JA) (Zeitpunkt t3 in [Fig. 2](#), siehe gestrichelte Linie L1), wird festgestellt bzw. erkannt, dass die Zunahmerate des Tankdrucks PTANK relativ hoch ist und dass der Zustand des Kraftstoffdampf-Behandlungssystems **40** normal ist (keine Leckagen) (Schritt S30). Danach endet die Fehlerdiagnose.

[0056] Wenn der Wert des zweiten Aufwärtszählers TM2 die erste Erkennungszeitdauer TPHASE1 (Zeitpunkt t4 in [Fig. 2](#)) erreicht, folgt auf Schritt S27 in dem Prozess Schritt S34. In Schritt S34 wird ermittelt, ob der Wert des dritten Aufwärtszählers TM3 größer ist als die zweite Zeitdauer der Öffnung zur Atmosphäre TOTA2 (z.B. 120 s). Zu Beginn ist die Antwort in Schritt S34 negativ (NEIN), so dass das Entlüftungsschließventil **38** geöffnet (Schritt S35) und der Wert eines vierten Aufwärtszählers TM4 auf "0" gesetzt wird (Schritt S36). Danach endet dieser Prozess.

[0057] Erreicht der Wert des dritten Aufwärtszählers TM3 die zweite Zeitdauer der Öffnung zur Atmosphäre TOTA2 (Zeitpunkt t5 in [Fig. 2](#)), folgt auf den Schritt S34 in dem Prozess Schritt S41 (in [Fig. 5](#) gezeigt), um festzustellen, ob der Wert des vierten Aufwärtszählers TM4 größer ist als die zweite Erkennungszeitdauer TPHASE2. Zu Beginn wird Schritt S41 negativ beantwortet (NEIN), so dass das Entlüftungsschließventil **38** geschlossen wird (Schritt S42). Danach wird bestimmt, ob der Tankdruck PTANK niedriger ist als der zweite vorgegebene Tankdruck PTANK2 oder nicht (Schritt S43). Die Antwort auf die Abfrage in Schritt S43 ist zu Beginn negativ (NEIN), so dass ermittelt wird, ob der Tankdruck PTANK niedriger ist als der minimale Tankdruck PTANKMIN oder nicht (Schritt S45). Da der Anfangswert des minimalen Tankdrucks PTANKMIN vorläufig auf einen Wert eingestellt ist, der höher ist als der Atmosphärendruck, wird Schritt S45 zu Beginn positiv beantwortet (JA). Infolgedessen wird der minimale Tankdruck PTANKMIN auf den vorliegenden Tankdruck PTANK eingestellt (Schritt S46), wohingegen eine negative Antwort (NEIN) in Schritt S45 zu einer sofortigen Beendigung dieses Prozesses führt. Daher liefern die Schritte S45 und S46 den minimalen Tankdruck PTANKMIN im zweiten Erkennungsmodus.

[0058] Wird die Antwort auf die Abfrage in Schritt

S43 positiv (JA) (Zeitpunkt t_6 in [Fig. 2](#), siehe gestrichelte Linie L3), wird festgestellt bzw. erkannt, dass die Abnahmerate des Tankdrucks PTANK relativ hoch ist und dass der Zustand des Kraftstoffdampf-Behandlungssystems **40** normal ist (keine Leckagen) (Schritt S44). Danach endet die Fehlerdiagnose.

[0059] Wenn der Wert des vierten Aufwärtszählers TM4 die zweite Erkennungszeitdauer TPHASE2 (Zeitpunkt t_2 in [Fig. 2](#)) erreicht, wird das Umleitventil **36** geschlossen und das Entlüftungsschließventil **38** geöffnet (Schritt S47). Danach wird die Druckdifferenz ΔP (PTANKMAX – PTANKMIN) berechnet (Schritt S48). Anschließend wird ermittelt, ob die Druckdifferenz ΔP größer ist als die vorgegebene Schwelle ΔP_{TH} (Schritt S49). Ist ΔP größer als ΔP_{TH} , wird der Zustand des Kraftstoffdampf-Behandlungssystems **40** als normal erkannt, woraufhin die Fehlerdiagnose endet (Schritt S50). Bei ΔP kleiner oder gleich ΔP_{TH} wird erkannt, dass das Kraftstoffdampf-Behandlungssystem **40** fehlerhaft ist (es befindet sich ein Leck in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem **40**), und die Fehlerdiagnose endet (Schritt S51).

[0060] Das Flussdiagramm in [Fig. 6](#) zeigt einen Prozess für das Setzen des Unregelmäßigkeitsnachweis-Flags SFCS. Dieser Prozess wird in vorgegebenen Zeitabständen (z.B. 100 ms) von der CPU der ECU **5** durchgeführt.

[0061] In Schritt S61 wird ermittelt, ob der Fehlerdiagnoseprozess der [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) gegenwärtig läuft oder nicht. Falls nicht, endet dieser Prozess sofort. Läuft der Fehlerdiagnoseprozess, werden die folgenden Schritte S62 bis S81 durchgeführt.

[0062] In Schritt S62 wird ein Prozess für die Feststellung einer Leitungsunterbrechung oder eines Kurzschlusses in dem Drucksensor **15** durchgeführt, wobei diese Feststellung anhand der Ausgangsspannung und des Ausgangsstroms des Drucksensors **15** erfolgt. In Schritt S63 wird ein Prozess für die Feststellung einer Leitungsunterbrechung oder eines Kurzschlusses in dem Umleitventil **36** durchgeführt. Dabei erfolgt der Nachweis einer Leitungsunterbrechung oder eines Kurzschlusses anhand der Eingangsspannung und des Eingangsstroms des Umleitventils **36**. In Schritt S64 wird ein Prozess für die Feststellung einer Leitungsunterbrechung oder eines Kurzschlusses in dem Entlüftungsschließventil **38** durchgeführt. Der Nachweis einer Leitungsunterbrechung oder eines Kurzschlusses erfolgt bei diesem Prozess anhand der Eingangsspannung und des Eingangsstroms des Entlüftungsschließventils **38**.

[0063] Danach wird abgefragt, ob eine Leitungsunterbrechung in dem Drucksensor **15** nachgewiesen wurde oder nicht (Schritt S65). Ist die Antwort auf die

Abfrage in Schritt S65 negativ (NEIN), wird ermittelt, ob in dem Drucksensor **15** ein Kurzschluss nachgewiesen wurde oder nicht (Schritt S66). Falls nicht (NEIN), folgt die Ermittlung, ob in dem Umleitventil **36** eine Leitungsunterbrechung nachgewiesen wurde oder nicht (Schritt S67). Ist die Antwort auf die Abfrage in Schritt S67 negativ (NEIN), wird als nächstes ermittelt, ob in dem Umleitventil **36** ein Kurzschluss nachgewiesen wurde oder nicht (Schritt S68). Ist die Antwort in Schritt S68 negativ (NEIN), wird ermittelt, ob in dem Entlüftungsschließventil **38** eine Leitungsunterbrechung nachgewiesen wurde oder nicht (Schritt S69). Im negativen Fall (NEIN) wird weiter ermittelt, ob in dem Entlüftungsschließventil **38** ein Kurzschluss nachgewiesen wurde oder nicht (Schritt S70).

[0064] Wenn die Abfrage in einem der Schritte S65 bis S70 positiv beantwortet wird (JA), wird das Unregelmäßigkeitsnachweis-Flag FCS auf "1" gesetzt (Schritt S81). Falls die Antwort auf die Abfrage in jedem der Schritte S65 bis S70 negativ ist (NEIN), wird das Unregelmäßigkeitsnachweis-Flag FCS auf "0" gesetzt (Schritt S80).

[0065] Auf diese Weise wird bei Erfassung einer Leitungsunterbrechung oder eines Kurzschlusses in dem Drucksensor **15**, dem Umleitventil **36** oder dem Entlüftungsschließventil **38**, die für die Durchführung der Fehlerdiagnose direkt relevant sind, das Unregelmäßigkeitsnachweis-Flag FCS auf "1" gesetzt, um die Fehlerdiagnose zu unterbinden. Infolgedessen kann eine falsche Feststellung bzw. fehlerhafte Erkennung, die auf eine Unregelmäßigkeit (Leitungsunterbrechung oder Kurzschluss) in dem Drucksensor **15**, dem Umleitventil **36** oder dem Entlüftungsschließventil **38** zurückzuführen ist, verhindert werden.

[0066] In dieser bevorzugten Ausführungsform bildet die ECU **5** die Erkennungseinrichtung, die Sperr-einrichtung und die Einrichtung zum Nachweis von Unregelmäßigkeiten. Der Prozess gemäß [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) entspricht der Erkennungseinrichtung. Die Schritte S16 bis S18 in [Fig. 3](#) entsprechen der Sperr-einrichtung. Der Prozess gemäß [Fig. 6](#) entspricht der Einrichtung zur Erfassung von Unregelmäßigkeiten. Ferner entspricht der Drucksensor **15** der Druckdetektoreinrichtung zur Erfassung des Drucks in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem. Der Gas-schichttemperatur-Sensor **39** und der Umgebungstemperatur-Sensor **41** entsprechen der Einrichtung zur Erfassung der Gastemperatur bzw. der Einrichtung zur Erfassung der Umgebungstemperatur.

[0067] In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform ist der Umgebungstemperatur-Sensor **41** zusätzlich zu dem Ansauglufttemperatur-Sensor **14** vorgesehen. Als Alternative hierzu kann die mit Hilfe des Ansauglufttemperatur-Sensors **14** erfasste An-

sauglufttemperatur TA als Umgebungstemperatur TAT verwendet werden. Außerdem ist der Drucksensor **15** in der vorstehend beschriebenen Ausführungsform in der Ladeleitung **31** vorgesehen. Eine alternative Möglichkeit ist die Anordnung des Drucksensors **16** in dem Kraftstofftank **9**.

[0068] Die vorliegende Erfindung erlaubt auch andere spezielle Ausführungsformen, ohne dabei den Rahmen der Erfindung zu verlassen oder von wesentlichen Merkmalen der Erfindung abzuweichen. Es versteht sich daher, dass die beschriebene Ausführungsform in jeder Hinsicht ein die Erfindung nicht einschränkendes Ausführungsbeispiel darstellt und dass der Rahmen der Erfindung durch die anliegenden Ansprüche angegeben ist, die auch sämtliche in ihren Äquivalenzbereich fallenden Änderungen umfassen.

[0069] Kurz zusammengefasst betrifft die Erfindung eine Fehlerdiagnosevorrichtung und ein Verfahren zum Erkennen von Fehlern in einem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem **40**. Das Kraftstoffdampf-Behandlungssystem **40** hat einen Kraftstofftank **9**, einen Speicher **33**, der ein Adsorbens zum Adsorbieren von in dem Kraftstofftank **9** gebildetem Kraftstoffdampf enthält, eine mit dem Speicher **33** verbundene und mit der Atmosphäre kommunizierende Luftleitung **37**, eine erste Leitung **31** zur Verbindung des Speichers **33** mit dem Kraftstofftank **9**, eine zweite Leitung **32** zur Verbindung des Speichers **33** und eines Ansaugsystems **2** einer Brennkraftmaschine **1**, ein Entlüftungsschließventil **38** zum Öffnen und Schließen der Luftleitung **37** und ein in der zweiten Leitung **32** vorgesehenes Spülluft-Steuer/Regelventil **34**. Das Spülluft-Steuer/Regelventil **34** und das Entlüftungsschließventil **38** werden geschlossen, wenn das Stoppen des Motors **1** erfasst wird, und es wird anhand des während einer vorgegebenen Erkennungszeitdauer nach dem Schließen des Spülluft-Steuer/Regelventils **34** und des Entlüftungsschließventils **38** in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem **40** erfassten Drucks bestimmt bzw. erkannt, ob in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem **40** ein Leck vorhanden ist oder nicht. Die Bestimmung bzw. Erkennung von Leckagen in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem **40** wird unterbunden, wenn die Differenz zwischen der Gasschichttemperatur und der Umgebungstemperatur, die nach dem Stoppen des Motors **1** erfasst werden, größer oder gleich einer vorgegebenen Schwelle ist.

Bezugszeichenliste

1	Brennkraftmaschine
2	Ansaugrohr
3	Drosselventil
4	Drosselöffnungssensor (THA)
5	ECU
6	Kraftstoffeinspritzventile

7	Kraftstoffzufuhrrohr
8	Kraftstoffpumpe
9	Kraftstofftank
10	Einfüllstutzen
11	Verschlussdeckel
13	Absolutansaugdruck-Sensor (PBA)
14	Ansauglufttemperatur-Sensor (TA)
15	Drucksensor
17	Motordrehzahlsensor (NE)
18	Motorkühlmitteltemperatur-Sensor (TW) bzw.
19	Sauerstoffkonzentrations-Sensor (LAF-Sensor)
31	Ladeleitung
31a	Umleitung
32	Spülluftleitung
33	(Adsorptions)speicher
34	Spülluft-Steuer/Regelventil
35	Zweigwegeventil
36	Umleitventil
37	Entlüftungsleitung
38	Entlüftungsschließventil
39	Gasschichttemperatur-Sensor
40	Kraftstoffdampf-Behandlungssystem
41	Umgebungstemperatur-Sensor
42	Zündschalter

Abkürzungen

BPV	Umleitventil
CPU	Zentraleinheit
ECU	elektronische Steuereinheit
FCS	Unregelmäßigkeitsnachweis-Flag
FDET	Fehlerdiagnoseerlaubnis-Flag
NE	Motordrehzahl
PBA	absoluter Ansaugdruck
PTANK	Tankdruck
PTANK1	erster vorgegebener Tankdruck
PTANK2	zweiter vorgegebener Tankdruck
PTANKMAX	maximaler Tankdruck
PTANKMIN	minimaler Tankdruck
ΔP	Druckdifferenz
ΔPTH	Erkennungsschwelle
TA	Ansauglufttemperatur
TAT	Umgebungstemperatur
TDC	Ausgangsimpuls des Motordrehzahlsensors
THA	Drosselventilöffnung
TM1	erster Aufwärtszähler
TM2	zweiter Aufwärtszähler
TM3	dritter Aufwärtszähler
TM4	vierter Aufwärtszähler
TOTA1	erste Zeitdauer der Öffnung zur Atmosphäre
TOTA2	zweite Zeitdauer der Öffnung zur Atmosphäre
TPHASE1	erste Erkennungszeitdauer
TPHASE2	zweite Erkennungszeitdauer
TTG	Gasschichttemperatur
VSV	Entlüftungsschließventil

Patentansprüche

1. Fehlerdiagnosevorrichtung zum Erkennen von Fehlern in einem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem (40) mit einem Kraftstofftank (9), einem Speicher (33), der ein Adsorbens zum Adsorbieren von in dem Kraftstofftank (9) gebildetem Kraftstoffdampf enthält, einer mit diesem Speicher (33) verbundenen und mit der Atmosphäre kommunizierenden Luftleitung (37), einer ersten Leitung (31) für die Verbindung des Speichers (33) mit dem Kraftstofftank (9), einer zweiten Leitung (32) für die Verbindung des Speichers (33) mit dem Ansaugsystem (2) einer Brennkraftmaschine (1), einem Entlüftungsschließventil (38) zum Öffnen und Schließen der Luftleitung (37) und einem Spülluft-Steuer/Regelventil (34), das in der zweiten Leitung (32) angeordnet ist, wobei die Fehlerdiagnosevorrichtung umfasst:

- eine Druckdetektoreinrichtung (15) zur Erfassung des Drucks in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem (40);
- eine Motorstopp-Detektoreinrichtung zur Erfassung des Stoppens des Motors (1);
- eine Erkennungseinrichtung (ECU 5) zum Schließen des Spülluft-Steuer/Regelventils (34) und des Entlüftungsschließventils (38) bei Erfassung des Motorstopps durch die Motorstopp-Detektoreinrichtung und zur Erkennung anhand des Drucks, der während einer vorgegebenen Erkennungszeitdauer nach dem Schließen des Spülluft-Steuer/Regelventils (34) und des Entlüftungsschließventils (38) durch die Druckdetektoreinrichtung (15) erfasst wird, ob in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem (40) ein Leck vorhanden ist oder nicht; wobei die Erkennungseinrichtung (ECU 5) einen ersten Prozess für das Öffnen zur Atmosphäre durchführt, um das Entlüftungsschließventil (38) unmittelbar nach dem Erfassen des Motorstopps im geöffneten Zustand zu halten, damit der Druck in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem (40) dem Atmosphärendruck angeglichen werden kann, und ferner einen ersten Überwachungsprozess zum Schließen des Entlüftungsschließventils (38) nach Ende des ersten Prozesses für das Öffnen zur Atmosphäre durchführt, um nach dem Schließen des Entlüftungsschließventils (38) eine Änderung des mit Hilfe der Druckdetektoreinrichtung (15) erfassten Drucks zu überwachen; und wobei die Erkennungseinrichtung (ECU 5) feststellt bzw. erkennt, dass der Zustand des Kraftstoffdampf-Behandlungssystems (40) normal ist, wenn der mit Hilfe der Druckdetektoreinrichtung (15) erfasste Druck während der Durchführung des ersten Überwachungsprozesses über den ersten vorgegebenen Druck hinaus ansteigt;
- eine Gasschichttemperatur-Detektoreinrichtung (39) zur Erfassung einer Gasschichttemperatur in dem Kraftstofftank (9);
- eine Umgebungstemperatur-Detektoreinrichtung (41) zur Erfassung einer Umgebungstemperatur; und
- eine Sperreinrichtung (ECU 5), zum Sperren der Erkennung durch die Erkennungseinrichtung (ECU 5),

wenn die Differenz zwischen der Gasschichttemperatur und der Umgebungstemperatur, die nach dem Stoppen des Motors (1) mit Hilfe der Gasschichttemperatur-Detektoreinrichtung (39) bzw. der Umgebungstemperatur-Detektoreinrichtung (41) erfasst werden, kleiner oder gleich einem vorgegebenen Schwellenwert ist.

2. Fehlerdiagnosevorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Sperreinrichtung (ECU 5) eine Unregelmäßigkeits-Detektoreinrichtung (ECU 5) zur Erfassung einer Unregelmäßigkeit in der Druckdetektoreinrichtung (15) und/oder in dem Entlüftungsschließventil (38) umfasst und die Erkennung durch die Erkennungseinrichtung (ECU 5) unterbindet, wenn durch die Unregelmäßigkeits-Detektoreinrichtung (ECU 5) eine Unregelmäßigkeit erfasst wird.

3. Fehlerdiagnosevorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Erkennungseinrichtung (ECU 5) einen zweiten Prozess für das Öffnen zur Atmosphäre durchführt, um das Entlüftungsschließventil (38) nach Ende des ersten Überwachungsprozesses zu öffnen, damit der Druck in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem (40) dem Atmosphärendruck angeglichen werden kann, und ferner einen zweiten Überwachungsprozess zum Schließen des Entlüftungsschließventils (38) nach Ende des zweiten Prozesses für das Öffnen zur Atmosphäre durchführt, um nach dem Schließen des Entlüftungsschließventils (38) eine Änderung des mit Hilfe der Druckdetektoreinrichtung (15) erfassten Drucks zu überwachen; und wobei die Erkennungseinrichtung (ECU 5) feststellt bzw. erkennt, dass der Zustand des Kraftstoffdampf-Behandlungssystems (40) normal ist, wenn der mit Hilfe der Druckdetektoreinrichtung (15) erfasste Druck während der Durchführung des zweiten Überwachungsprozesses unter einen zweiten vorgegebenen Druck abfällt.

4. Fehlerdiagnosevorrichtung nach Anspruch 3, wobei die Erkennungseinrichtung (ECU 5) während der Durchführung des ersten Überwachungsprozesses einen Maximalwert des mit Hilfe der Druckdetektoreinrichtung (15) erfassten Drucks und ferner während der Durchführung des zweiten Überwachungsprozesses einen Minimalwert des mit Hilfe der Druckdetektoreinrichtung (15) erfassten Drucks speichert; und wobei die Erkennungseinrichtung (ECU 5) feststellt bzw. erkennt, dass in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem (40) ein Leck vorhanden ist, wenn die Differenz zwischen dem gespeicherten Maximalwert des durch die Druckdetektoreinrichtung (15) erfassten Drucks und dem gespeicherten Minimalwert des durch die Druckdetektoreinrichtung (15) erfassten Drucks kleiner oder gleich einer vorgegebenen Druckdifferenz ist.

5. Fehlerdiagnoseverfahren zum Erkennen von Fehlern in einem Kraftstoffdampf-Verarbeitungssystem

tem (40) mit einem Kraftstofftank (9), einem Speicher (33), der ein Adsorbens zum Adsorbieren von in dem Kraftstofftank (9) gebildetem Kraftstoffdampf enthält, eine mit diesem Speicher (33) verbundene und mit der Atmosphäre kommunizierende Luftleitung (37), eine erste Leitung (31) für die Verbindung des Speichers (33) mit dem Kraftstofftank (9), eine zweite Leitung (32) für die Verbindung des Speichers (33) und des Ansaugsystems (2) einer Brennkraftmaschine (1), ein Entlüftungsschließventil (38) zum Öffnen und Schließen der Luftleitung (37) und ein Spülluft-Steuer/Regelventil (34), das in der zweiten Leitung (32) angeordnet ist, wobei das Fehlerdiagnoseverfahren die folgenden Schritte umfasst:

- a) Erfassen des Drucks in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem (40) durch einen Drucksensor (15);
- b) Erfassen des Motorstopps;
- c) Schließen des Spülluft-Steuer/Regelventils (34), wenn die Motorstopp-Detektoreinrichtung den Motorstopp erfasst;
- d) Bestimmen bzw. Erkennen anhand des während einer vorgegebenen Erkennungszeitdauer nach dem Schließen des Spülluft-Steuer/Regelventils (34) und des Entlüftungsschließventils (38) durch den Drucksensor (15) erfassten Drucks, ob in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem (40) ein Leck vorhanden ist; wobei Schritte zur Durchführung eines ersten Prozesses für das Öffnen zur Atmosphäre durchgeführt werden, um das Entlüftungsschließventil (38) unmittelbar nach dem Erfassen des Motorstopps im geöffneten Zustand zu halten, damit der Druck in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem (40) dem Atmosphärendruck angeglichen werden kann, und Schritte zur Durchführung eines ersten Überwachungsprozesses zum Schließen des Entlüftungsschließventils (38) nach Ende des ersten Prozesses für das Öffnen zur Atmosphäre durchgeführt werden, um nach dem Schließen des Entlüftungsschließventils (38) eine Änderung des mit Hilfe der Druckdetektoreinrichtung (15) erfassten Drucks zu überwachen; und wobei der Zustand des Kraftstoffdampf-Behandlungssystems (40) als normal erkannt bzw. bestimmt wird, wenn der mit Hilfe der Druckdetektoreinrichtung (15) erfasste Druck während der Durchführung des ersten Überwachungsprozesses über den ersten vorgegebenen Druck hinaus ansteigt,
- e) Erfassen einer Gasschichttemperatur in dem Kraftstofftank (9);
- f) Erfassen einer Umgebungstemperatur;
- g) Sperren bzw. Unterbinden der Leckerkennung bei Schritt d), wenn eine Differenz zwischen der Gasschichttemperatur und der Umgebungstemperatur, die nach dem Motorstopp erfasst wurden, kleiner oder gleich einem vorgegebenen Schwellenwert ist.

6. Fehlerdiagnoseverfahren nach Anspruch 5, ferner umfassend den Schritt der Erfassung einer Unregelmäßigkeit in dem Drucksensor (15) und/oder in dem Entlüftungsschließventil (38), wobei die Leckerkennung bei Schritt d) unterbunden wird, wenn in

dem Drucksensor (15) und/oder in dem Entlüftungsschließventil (38) eine Unregelmäßigkeit vorliegt.

7. Fehlerdiagnoseverfahren nach Anspruch 5 oder 6, wobei Schritt d) der Leckerkennung ferner Schritte zur Durchführung eines zweiten Prozesses für das Öffnen zur Atmosphäre enthält, um das Entlüftungsschließventil (38) nach Ende des ersten Überwachungsprozesses zu öffnen, damit der Druck in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem (40) dem Atmosphärendruck angeglichen werden kann, und ferner Schritte zur Durchführung eines zweiten Überwachungsprozesses zum Schließen des Entlüftungsschließventils (38) nach Ende des zweiten Prozesses für das Öffnen zur Atmosphäre enthält, um nach dem Schließen des Entlüftungsschließventils (38) eine Änderung des mit Hilfe der Druckdetektoreinrichtung (15) erfassten Drucks zu überwachen; und wobei der Zustand des Kraftstoffdampf-Behandlungssystems (40) als normal erkannt bzw. bestimmt wird, wenn der mit Hilfe der Druckdetektoreinrichtung (15) erfasste Druck während der Durchführung des zweiten Überwachungsprozesses unter einen zweiten vorgegebenen Druck abfällt.

8. Fehlerdiagnoseverfahren nach Anspruch 7, wobei Schritt d) der Leckerkennung die Schritte des Speicherns eines Maximalwerts des mit Hilfe der Druckdetektoreinrichtung (15) erfassten Drucks während der Durchführung des ersten Überwachungsprozesses und des Speicherns eines Minimalwerts des mit Hilfe der Druckdetektoreinrichtung (15) erfassten Drucks während der Durchführung des zweiten Überwachungsprozesses enthält, und wobei bestimmt bzw. erkannt wird, dass in dem Kraftstoffdampf-Behandlungssystem (40) ein Leck vorhanden ist, wenn die Differenz zwischen dem gespeicherten Maximalwert des durch die Druckdetektoreinrichtung (15) erfassten Drucks und dem gespeicherten Minimalwert des durch die Druckdetektoreinrichtung (15) erfassten Drucks kleiner oder gleich einer vorgegebenen Druckdifferenz ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

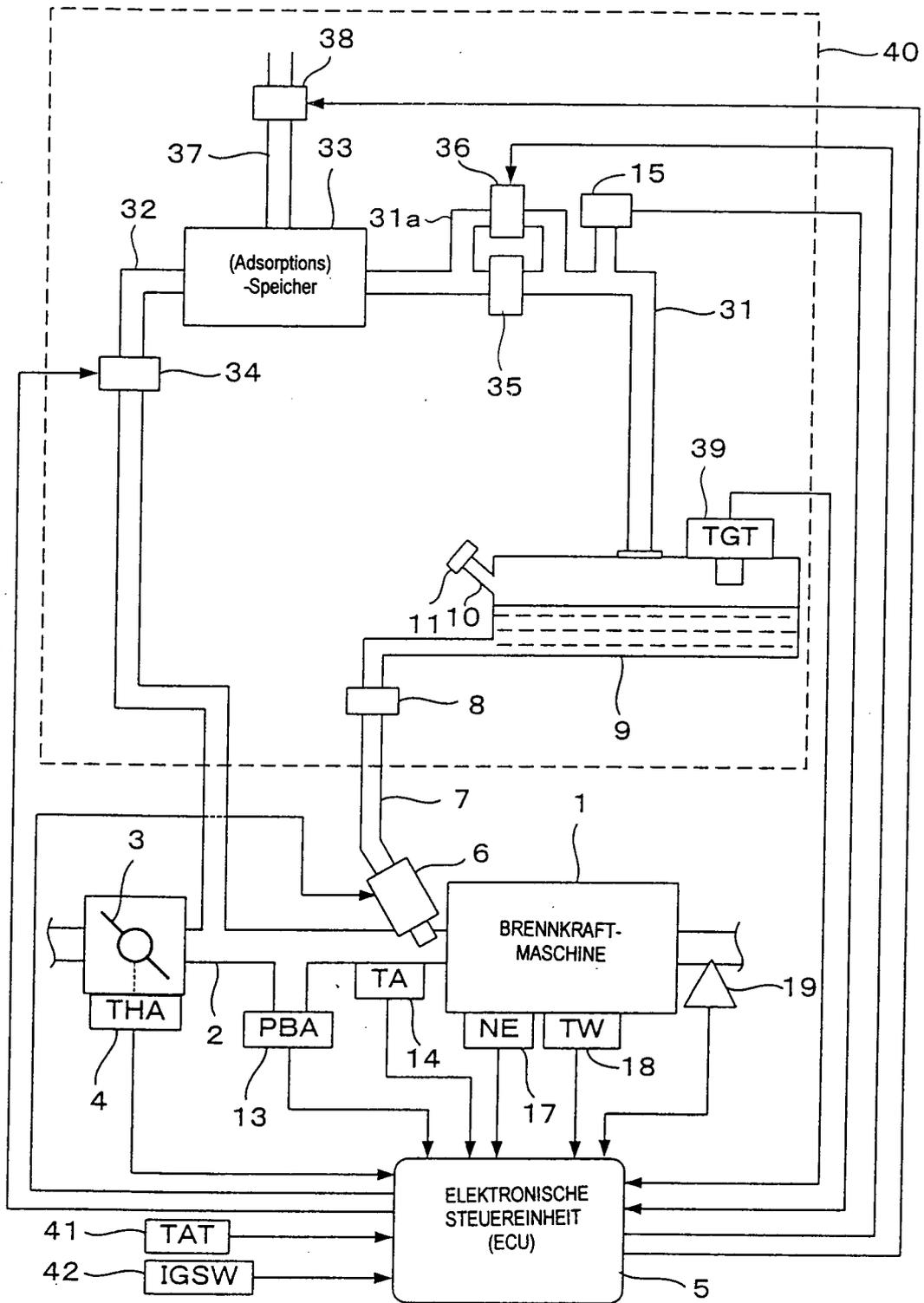


FIG. 2

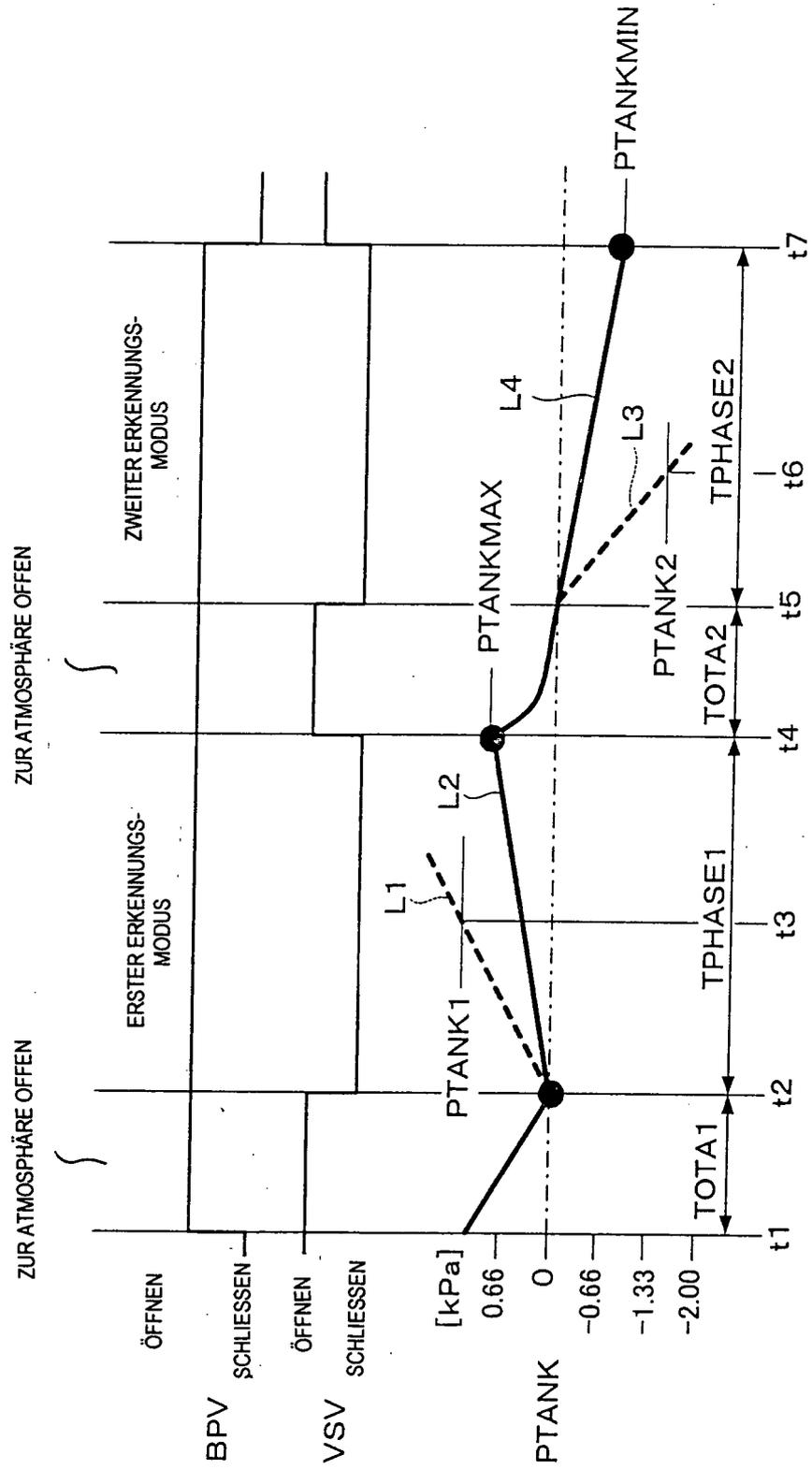


FIG. 3

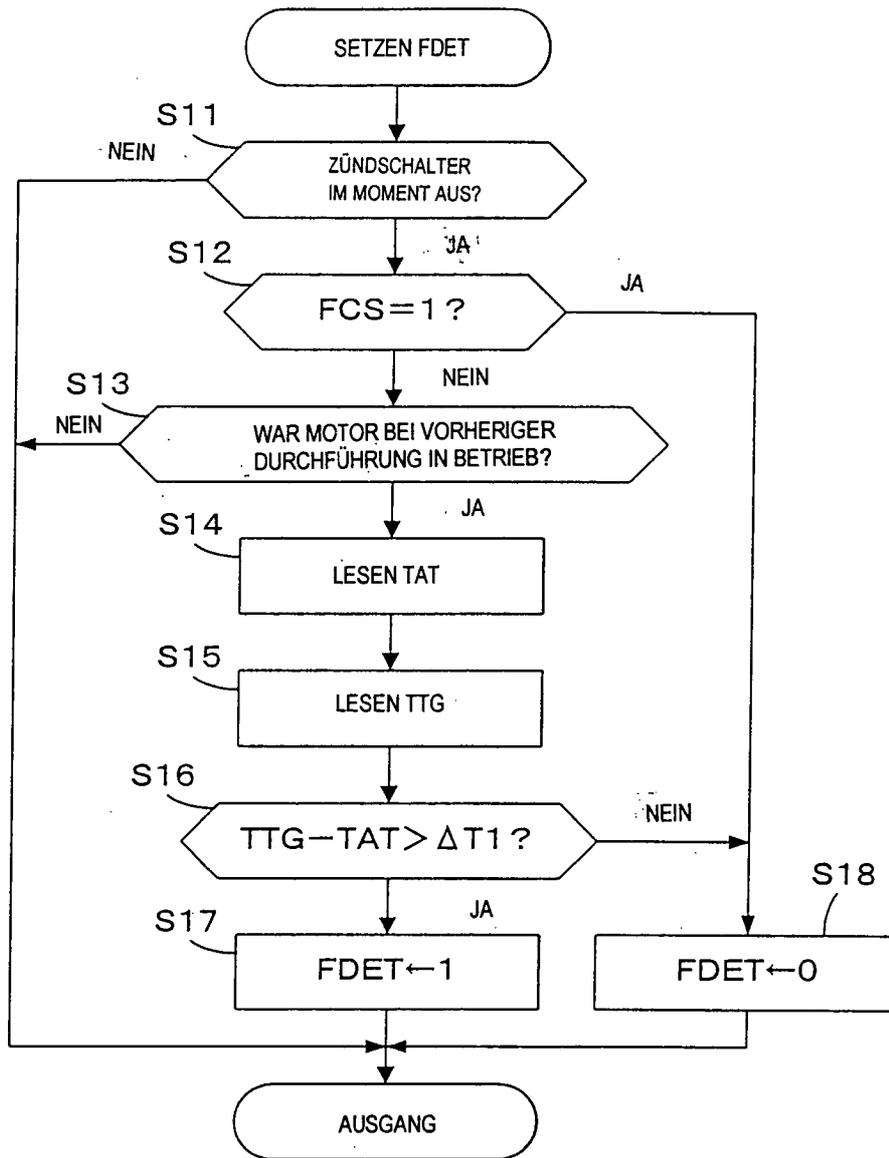


FIG. 4

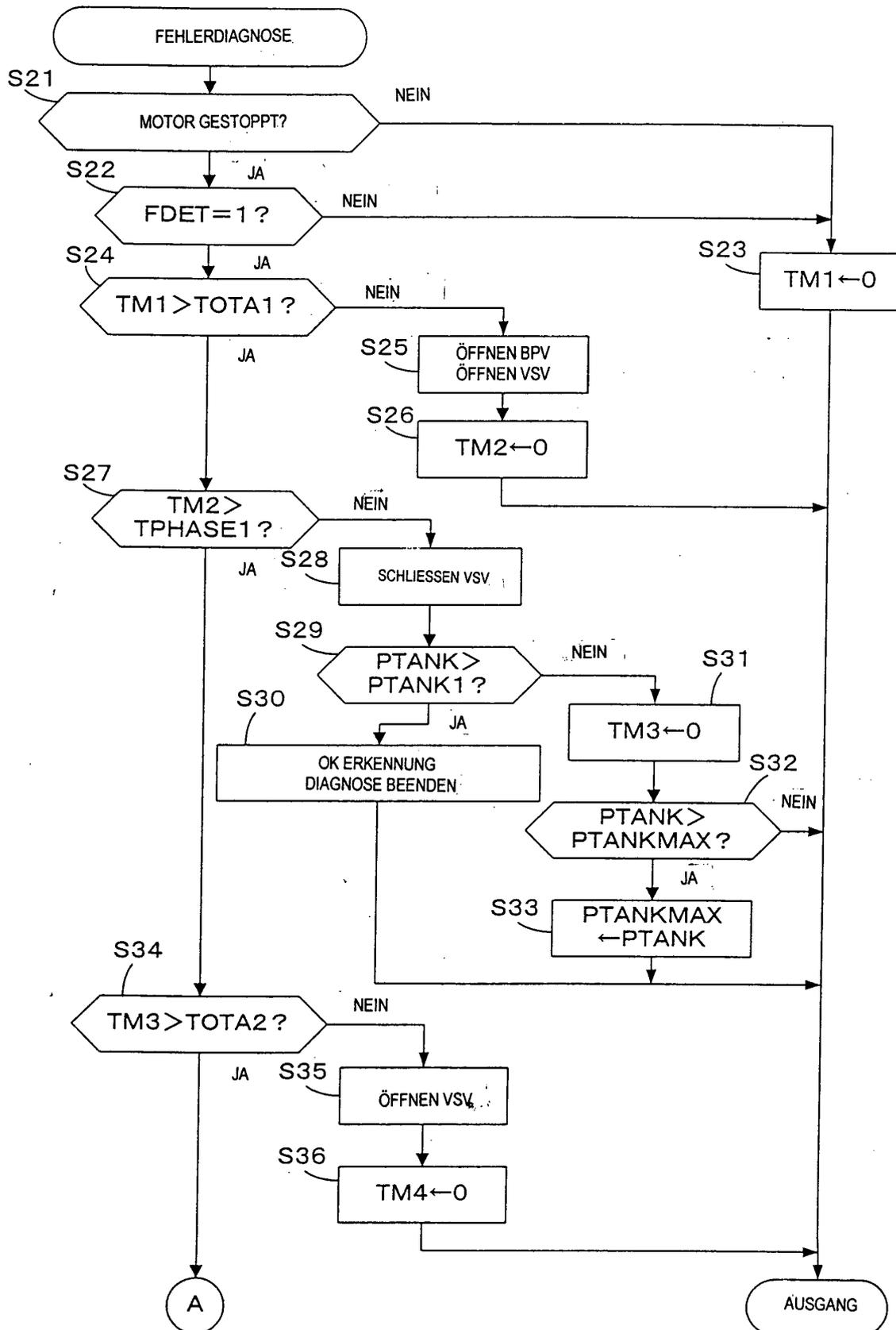


FIG. 5

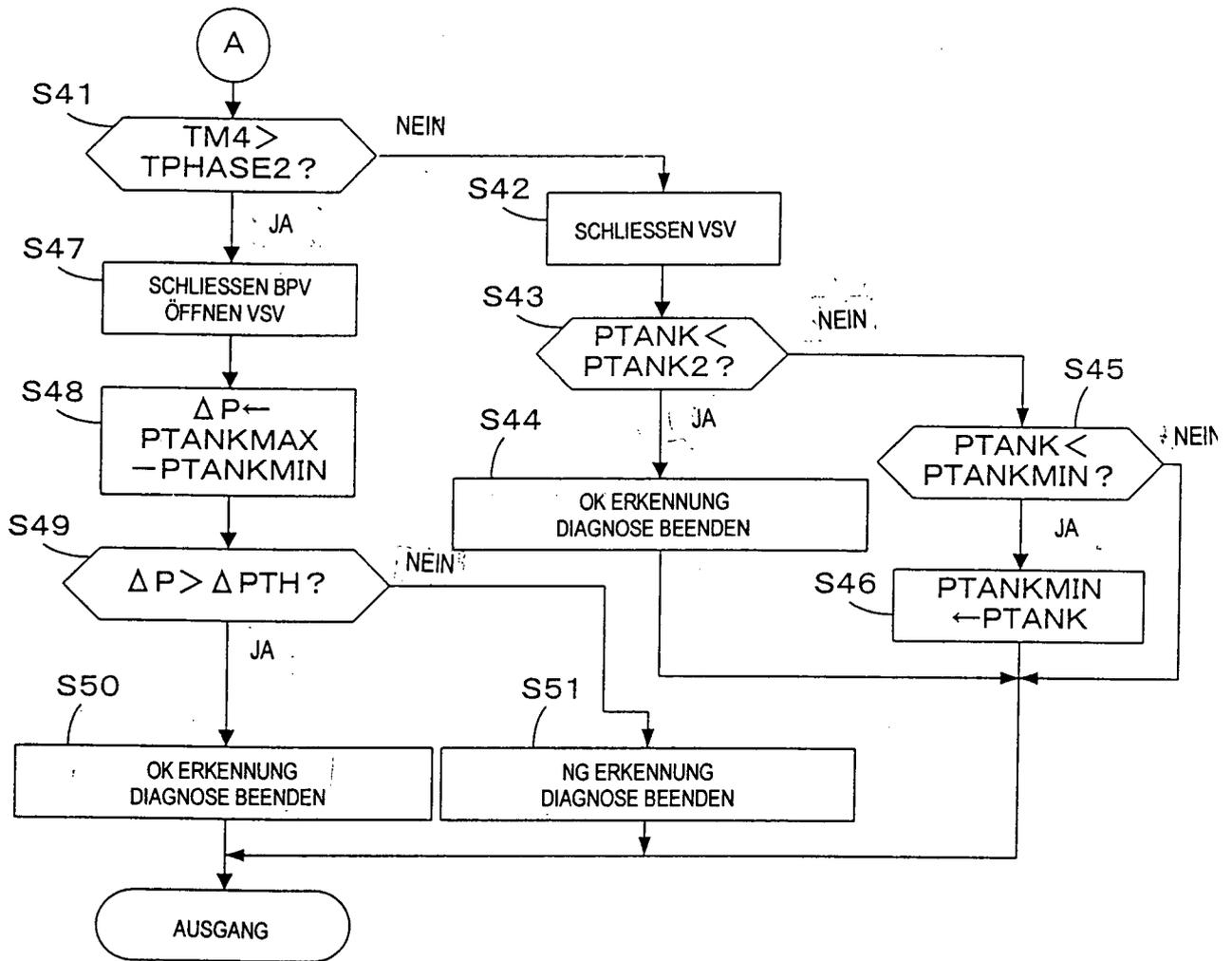


FIG. 6

