

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 578 795 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Veröffentlichungstag der Patentschrift: **05.04.95**

Int. Cl.⁶: **F02M 25/08**

Anmeldenummer: **93901633.3**

Anmeldetag: **14.01.93**

Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE93/00019

Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 93/15313 (05.08.93 93/19)

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM PRÜFEN DER FUNKTIONSFÄHIGKEIT EINER TANKENTLÜFTUNGSANLAGE.

Priorität: **04.02.92 DE 4203100**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.01.94 Patentblatt 94/03

Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
05.04.95 Patentblatt 95/14

Benannte Vertragsstaaten:
DE FR

Entgegenhaltungen:
DE-A- 4 003 751
DE-C- 4 030 948
GB-A- 2 254 318

Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**
Postfach 30 02 20
D-70442 Stuttgart (DE)

Erfinder: **DENZ, Helmut**
Lindenspürstr. 18
D-7000 Stuttgart 1 (DE)
Erfinder: **BLUMENSTOCK, Andreas**
Jägerhofallee 79
D-7140 Ludwigsburg (DE)

EP 0 578 795 B1

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

Beschreibung

Das Folgende betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Prüfen der Funktionsfähigkeit einer Tankentlüftungsanlage an einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor.

Stand der Technik

Aus DE-A-40 03 751 oder aus der DE-A-4030948 ist eine Tankentlüftungsanlage bekannt, die über einen Tank mit Tankdrucksensor, ein mit dem Tank über eine Tankanschlußleitung verbundenes Adsorptionsfilter und ein Tankentlüftungsventil verfügt, das mit dem Adsorptionsfilter über eine Ventilleitung verbunden ist, bei welcher Anlage das Adsorptionsfilter eine durch ein Absperrventil verschließbare Belüftungsleitung aufweist. Die so aufgebaute Tankentlüftungsanlage wird nach folgendem Verfahren auf Funktionsfähigkeit überprüft:

- es wird untersucht, ob ein Betriebszustand vorliegt, z. B. Vollast, bei dem im Tank nach Schließen des Absperrventils und Öffnen des Tankentlüftungsventils kein wesentlicher Unterdruck aufgebaut werden kann;
- liegt ein derartiger Zustand vor, wird das Verfahren abgebrochen, andernfalls schließen sich die folgenden Schritte an:
- Schließen des Absperrventils;
- Öffnen des Tankentlüftungsventils;
- Messen des sich im Tank aufbauenden Unterdrucks; und
- Beurteilen der Tankentlüftungsanlage als nicht funktionsfähig, wenn ein vorgegebener Unterdruck nicht erreicht wird.

In der zu einer Anmeldung mit älterem Zeitrang gehörigen, nicht vorveröffentlichten Schrift DE-A-41 11 361 ist ein Verfahren beschrieben, das an einer Tankentlüftungsanlage ohne Absperrventil arbeitet und folgende Verfahrensschritte aufweist:

- Öffnen des Tankentlüftungsventils;
- Bestimmen des Aufbaugradienten des sich im Tank aufbauenden Unterdrucks; und
- Vergleichen des Aufbaugradienten und/oder des Abbaugradienten mit einem jeweils zugehörigen Schwellenwert und Beurteilen der Anlage als funktionsfähig, wenn der mindestens eine Gradient und der zugehörige Schwellenwert eine vorgegebene Beziehung erfüllt.

In der zu einer anderen Anmeldung mit älterem Zeitrang gehörigen, ebenfalls nicht vorveröffentlichten Schrift DE-A-41 32 055 ist ein ähnliches Verfahren beschrieben, das allerdings an einer Tankentlüftungsanlage mit Absperrventil ausgeführt wird. Messungen zum Bestimmen des Aufbau- und des Abbaugradienten werden nur berücksichtigt, wenn sichergestellt ist, daß die Messungen nicht

durch gasenden Kraftstoff beeinflusst werden. Hierzu dient eine Magerkorrekturprüfung mit Hilfe eines Lambdareglers und/oder eine Prüfung dahingehend, ob sich das Fahrzeug, und damit auch der Tankinhalt, vermutlich bewegt.

Es hat sich gezeigt, daß die bisher bekannten und vorgeschlagenen Verfahren weiter verfeinert werden müssen, um sehr kleine Lecks in der Größenordnung von 2 mm erkennen zu können.

Darstellung der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Prüfen der Funktionsfähigkeit einer Tankentlüftungsanlage der eingangs genannten Art weist folgende Schritte auf:

- Schließen des Absperrventils;
- Öffnen des Tankentlüftungsventils;
- Bestimmen des Aufbaugradienten des sich im Tank aufbauenden Unterdrucks;
- Schließen des Tankentlüftungsventils;
- Bestimmen des Abbaugradienten des sich im Tank abbauenden Unterdrucks;
- mathematisches Verknüpfen des Aufbau- und des Abbaugradienten in solcher Weise, daß sich der Einfluß des Füllstandes auf die durch die Verknüpfung gebildete Beurteilungsgröße möglichst wenig auswirkt; und
- Vergleichen des Werts der Beurteilungsgröße mit einem Schwellenwert und Beurteilen der Anlage als nicht funktionsfähig, wenn der Wert der Beurteilungsgröße und der Schwellenwert eine vorgegebene Beziehung erfüllen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist eine Ablaufsteuerung zum Ansteuern des Absperrventils und des Tankentlüftungsventils; eine Gradientenbestimmungseinrichtung zum Bestimmen der eben genannten Gradienten; eine Beurteilungsgrößenbildungseinrichtung zum Bilden des eben genannten Quotienten und eine Vergleichs/Beurteilungseinrichtung zum Vornehmen des eben genannten Vergleichs und der zugehörigen Beurteilung auf.

Es wird darauf hingewiesen, daß dann, wenn im folgenden von Gradienten des Unterdruckaufbaus oder -abbaus die Rede ist, fast immer positive (betragsmäßige) Werte gemeint sind. Lediglich die Fig. 2a und 2b betreffen diese Gradienten unter Berücksichtigung des Vorzeichens.

Es hat sich gezeigt, daß das erfindungsgemäße Verfahren Beurteilungsergebnisse liefert, die kaum vom Füllstand des Tanks beeinflusst werden. Ist der Tank fast voll, sind beide Gradienten ziemlich hoch, während sie bei fast leerem Tank beide ziemlich niedrig sind. Die relativen Änderungen beider Gradienten in Abhängigkeit vom Füllstand des Tanks hängen im wesentlichen in gleicher Weise vom Füllstand ab, so daß sich durch die Quotientenbildung die durch den Füllstand auf die

Gradienten ausgeübten Effekte im wesentlichen aufheben.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird der Quotient Abbaugradient/Aufbaugradient gebildet, und die Anlage wird als nicht funktionsfähig beurteilt, wenn der Quotient größer ist als der genannte Schwellenwert. Ist in der Anlage ein Leck vorhanden, wird der Abbaugradient relativ groß und der Aufbaugradient relativ klein, wodurch der Quotient über den Schwellenwert steigt. Ist die Anlage verstopft, wird der Aufbaugradient sehr klein, wohingegen sich keine besondere Auswirkung auf den Abbaugradienten ergibt, so daß der Quotient wegen des kleinen Nenners ebenfalls über den Schwellenwert steigt.

Theoretisch am genauesten ist das Verfahren, wenn es bei stillstehendem Fahrzeug und ausgegastem Kraftstoff ausgeführt wird. Ein Gasen des Kraftstoffs, sei es durch erhöhte Temperatur oder durch Bewegungen des Tankinhalts, beeinflusst die Gradienten in derselben Weise wie ein Leck und verfälscht damit die Messung. Während des Aufbaus des Unterdrucks kann dann, wenn das Verfahren an einem Verbrennungsmotor mit Lambda-regler ausgeführt wird, leicht mit Hilfe einer üblichen Magerkorrekturprüfung festgestellt werden, ob der Kraftstoff gast. Es hat sich herausgestellt, daß die Gradientenbestimmung selbst dann von gasendem Kraftstoff nicht wesentlich beeinflusst wird, wenn das Gasen mit der Magerkorrekturprüfung bereits deutlich festgestellt werden kann, z. B. durch eine Korrektur im Bereich von 5 bis 10 %. Das erfindungsgemäße Prüfverfahren wird daher vorzugsweise so weitergebildet, daß eine Magerkorrekturprüfung ausgeführt wird und das Prüfverfahren abgebrochen wird, wenn eine Magerkorrektur auszuführen ist, die stärker ist als eine Schwellenmagerkorrektur.

Während des Abbaus des Unterdrucks ist eine Magerkorrekturprüfung nicht möglich, da das Tankentlüftungsventil geschlossen ist. Wenn jedoch während des Unterdruckaufbaus keine Magerkorrektur erforderlich war und während des Abbaus das Fahrzeug stillsteht, ist es unwahrscheinlich, daß der Kraftstoff gast. Stillstand des Fahrzeugs wird daher durch entsprechende Signale direkt gemessen, z. B. Geschwindigkeits- oder Beschleunigungsmessung, oder es wird indirekt auf Fahrt geschlossen, z. B. aus Lastsignalen oder Kuppelungs/Getriebestellungs-Signalen. Es kann jedoch auch unmittelbar auf die letzte Messung zur Bestimmung des Abbaugradienten folgend das Tankentlüftungsventil wieder geöffnet werden und untersucht werden, ob eine Magerkorrektur erforderlich ist. Ist dies nicht der Fall, wird davon ausgegangen, daß der Abbaugradient nicht durch gasenden Kraftstoff beeinflusst wurde. Allerdings ist nicht auszuschließen, daß der Tankdruck durch Volumenver-

größerungen und -verkleinerungen durch schwappenden Kraftstoff beeinflusst wurde. Derartige Schwankungen heben sich jedoch im zeitlichen Mittel auf und können demgemäß durch eine zeitliche Mittelung des zum Bestimmen des Abbaugradienten gemessenen Drucks berücksichtigt werden.

Zeichnung

Fig. 1: Blockdiagramm einer Tankentlüftungsanlage mit Vorrichtung zum Prüfen der Funktionsfähigkeit derselben durch Auswerten eines Quotienten Abbaugradient/Aufbaugradient betreffend den Unterdruck im Tank;

Fig. 2A und 2B: Diagramme betreffend Unterdruck-Änderungsgradienten bzw. Quotienten aus Änderungsgradienten abhängig von unterschiedlichen Tankfüllständen;

Fig. 3a, 3b: Flußdiagramm zum Erläutern eines Verfahrens zum Prüfen der Funktionsfähigkeit einer Tankentlüftungsanlage;

Fig. 4 und 5: Teil-Flußdiagramme betreffend Variationen im Ablauf gemäß Fig. 3.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Die in Fig. 1 u. a. dargestellte Tankentlüftungsanlage weist einen Tank 10 mit Differenzdruckmesser 11, ein mit dem Tank über eine Tankanschlußleitung 12 verbundenes Adsorptionsfilter 13 mit Belüftungsleitung 14 mit eingefügtem Absperrventil AV und ein Tankentlüftungsventil TEV auf, das in eine Ventilleitung 15 eingesetzt ist, die das Adsorptionsfilter 13 mit dem Saugrohr 16 eines Verbrennungsmotors 17 verbindet. Das Tankentlüftungsventil TEV und das Absperrventil AV werden von Signalen angesteuert, wie sie von einem Ablaufsteuerblock 19 ausgegeben werden. Das Tankentlüftungsventil TEV wird auch abhängig vom Betriebszustand des Motors 17 angesteuert, was jedoch in Fig. 1 nicht veranschaulicht ist.

Im Abgaskanal 30 des Motors 17 ist ein Katalysator 20 mit davor befindlicher Lambdasonde 21 angeordnet. Diese gibt ihr Signal an einen Lambda-regelungsblock 22, der daraus ein Stellsignal für eine Einspritzeinrichtung 23 im Saugrohr 16 bestimmt und außerdem ein Magerkorrektursignal MK ausgibt.

Eine Beurteilung der Funktionsfähigkeit der Tankentlüftungsanlage erfolgt mit Hilfe eines Gradientenbestimmungsblocks 24, eines Quotientenberechnungsblocks 25 und eines Vergleichs/Beurteilungsblocks 26.

Die Ablaufsteuerung 19 startet einen Ablauf zum Prüfen der Funktionsfähigkeit der Tankentlüftungsanlage, sobald ein mit der Drosselklappe 28 des Motors zusammenwirkender Leerlaufsignalgeber 27 Leerlauf anzeigt und eine Adaptionsphase

beendet ist. Adaptionsphasen zum Erzielen von Lernvorgängen im Lambdaregelungsblock 22 wechseln sich mit Tankentlüftungsphasen ab; erstere dauern typischerweise 1,5 min, letztere 4 min. Die Ablaufsteuerung schließt dann das Absperrventil AV und öffnet das Tankentlüftungsventil TEV in solcher Weise, wie es im Rahmen einer üblichen Tankentlüftung zulässig ist; gleichzeitig startet sie einen vom Gradientenbestimmungsblock 24 auszuführenden Ablauf zum Bestimmen des Aufbaus des Unterdrucks im Tank 10. Sobald dieser Gradient bestimmt ist, schließt die Ablaufsteuerung 19 das Tankentlüftungsventil TEV und veranlaßt nun den Gradientenbestimmungsblock 24, den Abbaugradienten für den Unterdruck im Tank zu bestimmen. Sobald beide Gradienten bestimmt sind, wird im Quotientenberechnungsblock 25 der Quotient Abbaugradient/Aufbaugradient berechnet, und dieser Quotient wird im Vergleichs/Beurteilungs-Block 26 mit einem Quotientenschwellenwert Q_{SW} verglichen. Liegt der Quotient über dem Schwellenwert, wird ein Beurteilungssignal BS ausgegeben, das anzeigt, daß die Anlage nicht funktionsfähig ist. Dieses Signal kann auch ausgegeben werden, wenn die festgestellte Magerkorrektur schwächer ist als eine Schwellenmagerkorrektur und der Aufbaugradient kleiner ist als ein Schwellenwert.

Das Diagramm von Fig. 2A veranschaulicht Unterdruck-Änderungsgradienten, wie sie mit einem 2,5 l-Sechszylinder-Motor im Leerlauf bei 50% geöffnetem Tankentlüftungsventil (Durchfluß ca. 0,6 m³/h) an einem Tank mit 80 l Fassungsvermögen für unterschiedliche Füllstände gemessen wurden. Für jeden Füllstand sind zwei Paare von Meßwerten mit jeweils kurzen Strichen eingetragen. Die durchgezogenen Striche betreffen dabei Messungen für den Druckabbaugradienten (oben) und den Druckaufbaugradienten (unten) für eine funktionsfähige Tankentlüftungsanlage, während die gestrichelten Striche die entsprechenden Werte für eine Anlage mit einem Leck von 2 mm Durchmesser darstellen. Fig. 2B zeigt für jedes Gradientenpaar aus Fig. 2A den Quotient Abbaugradient/Aufbaugradient. Aus den Figuren ist u. a. folgendes erkennbar. Selbst bei leerem Tank ist der Aufbaugradient bei dichter Anlage noch deutlich größer als der Aufbaugradient bei voller Anlage, aber einem Leck von 2 mm Durchmesser. Es kann daher ein Schwellenwert $\dot{p}_{+SW}$ vorgegeben werden, bei dessen Unterschreiten klar ist, daß ein Leck von mindestens 2 mm Durchmesser vorliegt. Ist das Leck kleiner, hilft der in Fig. 2B dargestellte Quotient weiter. Dieser ist, wie erkennbar, kaum vom Füllstand abhängig. Der Wert, der für eine dichte Anlage erzielt wird, unterscheidet sich sehr stark von demjenigen für die Anlage mit dem Leck von 2 mm Durchmesser. Es kann daher ein

Schwellenwert Q_{SW} für den Quotienten vorgegeben werden, der möglichst dicht unter dem kleinsten Quotienten liegt, wie er für die dichte Anlage gilt, und der es demgemäß erlaubt, zwischen einer dichten Anlage und einer solchen mit einem kleinen Leck zu unterscheiden.

Während vorstehend anhand des Blockdiagramms von Fig. 1 und des Diagramms von Fig. 2 ein Verfahren zum Prüfen der Funktionsfähigkeit der Tankentlüftungsanlage grob besprochen wurde, wird nun anhand des Flußdiagramms von Fig. 3 ein Ablauf detaillierter erläutert.

Das Verfahren gemäß Fig. 3 nutzt Signale vom Differenzdrucksensor 11. Dieser kann nach dem Öffnen des Tankentlüftungsventils TEV nur dann wesentliche Unterdruckänderungen anzeigen, wenn im Saugrohr 16 betragsmäßig hoher Unterdruck herrscht und das Tankentlüftungsventil relativ weit geöffnet werden kann, ohne den Kraftstoff/Luft-Haushalt des Verbrennungsmotors 17 in einer Weise zu beeinflussen, die durch den Lambdaregler 22 nicht mehr schnell und zuverlässig ausgeregelt werden könnte. Diese Bedingungen sind bei wenig gasendem Kraftstoff insbesondere im Leerlauf erfüllt. Weiterhin ist zu beachten, daß das im folgenden beschriebene Verfahren dann besonders gute Ergebnisse liefert, wenn der Kraftstoff im Tank während der Messung möglichst wenig gast. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn sich der Kraftstoff im Tank kaum bewegt. Die Wahrscheinlichkeit, daß es an solcher Bewegung fehlt, ist hoch, wenn der Verbrennungsmotor im Leerlauf betrieben wird. Es wird daher für das Folgende angenommen, daß das Verfahren von Fig. 3 nur gestartet wird, wenn zuvor Leerlaufbetrieb festgestellt wurde. Zusätzlich kann Stillstand des Fahrzeugs gefordert sein. Es ist jedoch auch möglich, einen Betrieb des Motors bei mittlerer Last zuzulassen, wo ebenfalls gute Pumpwirkung durch das Tankentlüftungsventil TEV vorliegt, und das Erfüllsein der Bedingung des wenig bewegten Tankinhalts dadurch zu überprüfen, daß die Signale von Beschleunigungssensoren ausgewertet werden, wie sie z. B. bei Fahrzeugen mit Fahrwerksregelung vorhanden sind.

Zu Beginn des Verfahrens von Fig. 3 wird das Absperrventil AV geschlossen (Schritt s3.1), und der Differenzdruck pA zwischen dem Druck im Tank und dem Umgebungsdruck wird gemessen (Schritt s3.2). Anschließend wird das Tankentlüftungsventil TEV geöffnet (Schritt s3.3), woraufhin sich eine Zeitmeßschleife mit Schritten s3.4 bis s3.6 anschließt. In Schritt s3.4 wird untersucht, ob eine Magerkorrektur über einer Magerkorrekturschwelle erforderlich ist. Ist dies der Fall, wird ein Ablauf ab einer Marke E erreicht, welcher Ablauf weiter unten näher beschrieben wird. Andernfalls wird der Gasdurchsatz durch das Tankentlüftungs-

ventil bestimmt (Schritt s3.5), und es wird abgefragt, ob seit dem Öffnen des Tankentlüftungsventils eine vorgegebene Zeitspanne Δt verstrichen ist (Schritt s3.6). Ist die Zeitspanne noch nicht abgelaufen, werden die Schritte s3.4 bis s3.6 erneut durchlaufen. Andernfalls wird der Druck p im Tank gemessen (Schritt s3.7), und es wird die Differenz $\Delta p = p_A - p$ zwischen den Differenzdrücken p_A und p zu Beginn und Ende der Zeitspanne Δt berechnet (Schritt s3.8). Diese Druckdifferenz wird auf einen vorgegebenen Durchsatz durch das Tankentlüftungsventil normiert (ebenfalls Schritt s3.8), um eine normierte Druckdifferenz Δp_NORM zu erhalten. Ist der bei wiederholtem Durchlaufen von Schritt s3.5 aufsummierte Gasdurchsatz kleiner als der vorgegebene Durchsatz, wird die gemessene Druckdifferenz entsprechend erhöht, andernfalls entsprechend erniedrigt, was jeweils durch Multiplizieren der gemessenen Druckdifferenz mit dem Quotienten aus vorgegebenem und aufsummiertem Durchsatz erfolgt. Es sei darauf hingewiesen, daß der Gasdurchsatz pro Zeiteinheit mit Hilfe des Tastverhältnisses für das Tankentlüftungsventil, wie es von der Ablaufsteuerung 19 vorgegeben wird, des Unterdrucks im Saugrohr 16 und einem Kennfeld bestimmt wird, das den Zusammenhang zwischen Unterdruck, Tastverhältnis und Gasdurchsatz beschreibt. Dabei wird Unterdruck im Saugrohr 16 entweder durch einen entsprechenden Sensor gemessen oder aus der Drehzahl des Motors 17 und der Stellung der Drosselklappe 28 bestimmt.

Mit Hilfe der normierten Druckdifferenz Δp_NORM wird der Unterdruck-Aufbaugradient zu $\Delta p_NORM/\Delta t$ bestimmt (Schritt s3.9), woraufhin ein Vergleich mit einem Schwellenwert $\dot{p} +_SW$ erfolgt (Schritt s3.10). Ist der Schwellenwert nicht erreicht, wird in einem Schritt s3.11 eine Fehlermeldung ausgegeben, und eine Fehlerleuchte wird zum Aufleuchten gebracht. Danach wird wieder die Marke E erreicht.

Ist mit dem Aufbaugradientenvergleich gemäß Schritt s3.10 noch keine Entscheidung über die Funktionsfähigkeit der Anlage möglich, wird in einem Schritt s3.12 das Tankentlüftungsventil geschlossen, und es wird eine neue Zeitmessung gestartet. Sobald eine vorgegebene Zeitspanne Δt seit dem Schließen des Tankentlüftungsventils abgelaufen ist (Schritt s3.13), wird der Unterdruck p_E im Tank gemessen (Schritt s3.14), und das Tankentlüftungsventil wird geöffnet (Schritt s3.15), um eine Magerkorrekturprüfung vornehmen zu können (Schritt s3.16), die derjenigen von Schritt s3.4 entspricht, bei der also entweder die Marke E erreicht wird oder das Verfahren fortgesetzt wird, wenn die erforderliche Korrektur unter der Schwelle liegt. Wird das Verfahren fortgesetzt, wird der Abbaugradient $\dot{p}^- = (p - p_E)/\Delta t$ bestimmt (Schritt s3.17), und

es wird der Quotient Abbaugradient/Aufbaugradient berechnet (Schritt s3.18). Ergibt der Vergleich dieses Quotienten mit einem Quotientenschwellenwert (Schritt s3.19), daß dieser Schwellenwert überschritten wurde, folgt ein Schritt s3.20, der dem Fehlermeldungsschritt s3.14 entspricht. Andernfalls wird über die bereits mehrfach erwähnte Marke E ein Schritt s3.21 erreicht, in dem das Absperrventil geöffnet wird, woraufhin das Ende des Verfahrens erreicht wird.

Statt des wie vorstehend gebildeten Quotienten kann auch der Kehrwert dieses Quotienten verwendet werden, wobei in diesem Fall die Anlage dann als nicht funktionsfähig beurteilt wird, wenn der Quotient kleiner ist als ein Schwellenwert. Statt eines Quotienten ist auch z.B. der Betrag der Differenz der (betragsmäßigen) Gradienten verwendbar. Andere Änderungen werden anhand der Fig. 4 bis 6 erläutert. Der Ablauf gemäß Fig. 4 ist zwischen den Marken A und B im Ablauf von Fig. 3 statt des dortigen Teilablaufs auszuführen. Er dient dazu, mit einer möglichst kurzen statt einer vorgegebenen Zeitspanne auszukommen. Hierzu wird in einem Schritt s4.1 untersucht, ob eine Maximalzeitspanne seit Öffnen des Tankentlüftungsventils abgelaufen ist. Diese wird so gewählt, daß selbst bei leerem Tank, aber dichter Anlage, ein Schwellendruck p_SW von z.B. -15 hPa innerhalb ihrer erreicht werden kann. Wird festgestellt, daß die Spanne abgelaufen ist, erfolgt ein Fehlermeldungsschritt s4.2, der Schritt s3.11 entspricht. Andernfalls folgt ein Schritt s4.3, in dem der Gasdurchsatz entsprechend wie in Schritt s3.5 bestimmt wird. Anschließend wird der aktuelle Differenzdruck p im Tank gemessen (Schritt s4.4), und der gemessene Wert wird mit dem genannten Schwellenwert p_SW verglichen (Schritt s4.5). Ist dieser Schwellenwert noch nicht erreicht, folgt der Ablauf ab Schritt s4.1 erneut, während andernfalls in einer Schritt s4.5 die Zeitspanne Δt seit dem Beginn des Öffnens des Tankentlüftungsventils in Schritt s3.3 erfaßt wird. Dann folgt das Verfahren gemäß Fig. 3 ab Schritt s3.8.

Die Variante gemäß Fig. 5 ersetzt sozusagen mit einem Schritt s5.1 die Prüfung von Schritt s3.16, die dazu dient, festzustellen, ob die Messungen zum Bestimmen des Abbaugradienten verwertbar sind. Hierzu wird im genannten Schritt s5.1 untersucht, ob die Last des Motors 17 über einer Schwelle liegt. Ist dies der Fall, wird angenommen, daß sich das Fahrzeug bewegt. Daraus wird auf sich bewegenden und damit gasenden Tankinhalt geschlossen, was es empfehlenswert erscheinen läßt, den Prüfablauf abubrechen. Daher wird die Marke E erreicht. Andernfalls schließen sich als Schritte s5.2 bis s5.4 solche gemäß den Schritten s3.13 bis s3.15 an, auf die dann wegen des Wegfalls von Schritt s3.16 der Schritt s3.17 folgt.

Bei der Beschreibung des Fehlermeldeschritts s3.11 wurde angegeben, daß die Fehlermeldung beim ersten Feststellen eines Fehlers erfolgt. Bei der Fehlerbearbeitung in Systemen der Motorelektronik wird allerdings in der Regel so vorgegangen, daß ein Fehler erst ausgegeben wird, wenn er mehrfach innerhalb einer vorgegebenen Anzahl von Prüfabläufen auftrat. Auf derartige Details kommt es jedoch hier nicht an.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Prüfen der Funktionsfähigkeit einer Tankentlüftungsanlage in einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor, welche Tankentlüftungsanlage über einen Tank mit Tankdrucksensor, ein mit dem Tank über eine Tankanschlußleitung verbundenes Adsorptionsfilter und ein Tankentlüftungsventil verfügt, das mit dem Adsorptionsfilter über eine Ventilleitung verbunden ist, bei welcher Anlage das Adsorptionsfilter eine durch ein Absperrventil verschließbare Belüftungsleitung aufweist, mit folgenden Schritten:

- Schließen des Absperrventils;
- Öffnen des Tankentlüftungsventils;
- Bestimmen des Aufbaugradienten ($\dot{p}+$) des sich im Tank aufbauenden Unterdrucks;
- Schließen des Tankentlüftungsventils;
- Bestimmen des Abbaugradienten ($\dot{p}-$) des sich im Tank abbauenden Unterdrucks;
- mathematisches Verknüpfen des Aufbau- und des Abbaugradienten in solcher Weise, daß sich der Einfluß des Füllstandes auf die durch die Verknüpfung gebildete Beurteilungsgröße (Q) möglichst wenig auswirkt;
- Vergleichen des Werts der Beurteilungsgröße mit einem Schwellenwert (Q_{SW}) und Beurteilen der Anlage als nicht funktionsfähig, wenn der Wert der Beurteilungsgröße und der Schwellenwert eine vorgegebene Beziehung erfüllen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Beurteilungsgröße durch einen Quotienten gebildet wird, der den Aufbau- und den Abbaugradienten enthält.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß überprüft wird, ob ein mit dem Verbrennungsmotor zusammenwirkender Lambdaregler im Zeitraum mit geöffnetem Tankentlüftungsventil eine Magerkorrektur ausführen muß, die stärker als eine Schwellenmagerkorrektur ist, und das Prüfver-

fahren ohne Ergebnis abgebrochen wird, wenn die festgestellte Magerkorrektur stärker ist als die Schwellenmagerkorrektur.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß überprüft wird, ob ein mit dem Verbrennungsmotor zusammenwirkender Lambdaregler im Zeitraum mit geöffnetem Tankentlüftungsventil eine Magerkorrektur ausführen muß, die stärker als eine Schwellenmagerkorrektur ist, und das Prüfverfahren mit dem Ergebnis des Vorliegens einer undichten Anlage abgeschlossen wird, wenn die festgestellte Magerkorrektur schwächer ist als die Schwellenmagerkorrektur und der Aufbaugradient kleiner ist als ein Schwellenwert ($\dot{p}+ < \dot{p}+_{SW}$).

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach der letzten Druckmessung, die zum Bestimmen des Abbaugradienten erforderlich ist, das Tankentlüftungsventil geöffnet wird und untersucht wird, ob ein mit dem Verbrennungsmotor zusammenwirkender Lambdaregler eine Magerkorrektur ausführen muß, die stärker als eine Schwellenmagerkorrektur ist, und das Prüfverfahren ohne Ergebnis abgebrochen wird, wenn die festgestellte Magerkorrektur stärker ist als die Schwellenmagerkorrektur.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 **dadurch gekennzeichnet**, daß ab dem Schließzeitpunkt des Tankentlüftungsventils mindestens eine Betriebsgröße des Fahrzeugs überprüft wird, deren Meßwerte anzeigen, ob sich das Fahrzeug und damit der Inhalt des Tanks bewegt, und das Prüfverfahren ohne Ergebnis abgebrochen wird, wenn der Meßwert der Betriebsgröße größer ist als ein vorgegebener Schwellenwert (Schritt s5.1).

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Zeitraum mit geöffnetem Tankentlüftungsventil der Gasdurchsatz durch dieses bestimmt wird und der Aufbaugradient auf einen vorgegebenen Gasdurchsatz normiert wird. Anlage.

8. Vorrichtung zum Prüfen der Funktionsfähigkeit einer Tankentlüftungsanlage in einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor (17), welche Tankentlüftungsanlage über einen Tank (10) mit Tankdrucksensor (11), ein mit dem Tank über eine Tankanschlußleitung verbundenes Adsorptionsfilter (13) und ein Tankentlüftungsventil (TEV) verfügt, das mit dem Adsorptionsfilter über eine Ventilleitung (15) verbunden ist,

bei welcher Anlage das Adsorptionsfilter eine durch ein Absperrventil (AV) verschließbare Belüftungsleitung aufweist, mit:

- einer Ablaufsteuerung (19) zum Ansteuern des Absperrventils und des Tankentlüftungsventils; 5
- gekennzeichnet durch**
- eine Gradienten-Bestimmungseinrichtung (24) zum Bestimmen des Aufbaugradienten des sich im Tank bei geschlossenem Absperrventil und geöffnetem Tankentlüftungsventil aufbauenden Unterdrucks, und zum Bestimmen des Abbaugradienten des sich nach einem Schließen des Tankentlüftungsventils im Tank abbauenden Unterdrucks; 10
- eine Beurteilungsgrößen-Berechnungseinrichtung (25) zum mathematischen Verknüpfen des Aufbau- und des Abbaugradienten in solcher Weise, daß sich der Einfluß des Füllstandes auf die durch die Verknüpfung gebildete Beurteilungsgröße (Q) möglichst wenig auswirkt; und 20
- eine Vergleichs/Beurteilungs-Einrichtung (26) zum Vergleichen des Wertes der Beurteilungsgröße mit einem Schwellenwert und zum Beurteilen der Anlage als nicht funktionsfähig, wenn der Wert der Beurteilungsgröße und der Schwellenwert eine vorgegebene Beziehung erfüllen. 25 30

Claims

1. Procedure for checking the ability to function of a tank venting system in a vehicle with an internal combustion engine, which tank venting system has a tank with a tank pressure sensor, an adsorption filter connected to the tank via a tank connection line, and a tank venting valve which is connected to the adsorption filter via a valve line, in which system the adsorption filter has a vent line which can be closed by means of a shut-off valve, the procedure having the following steps: 35 40 45
 - closure of the shut-off valve;
 - opening of the tank venting valve;
 - determination of the build-up gradient ($\dot{p}+$) of the vacuum building up in the tank; 50
 - closure of the tank venting valve;
 - determination of the reduction gradient ($\dot{p}-$) of the decreasing vacuum in the tank;
 - mathematical combination of the build-up and reduction gradients in a manner such that the influence of the filling level has as little effect as possible on the 55

assessment variable (Q) formed by means of the combination;

- comparison of the value of the assessment variable with a threshold value (Q_{SW}) and assessment of the system as non-functional if the value of the assessment variable and the threshold value fulfil a specified relationship.

2. Procedure according to Claim 1, characterized in that the assessment variable is formed by a quotient which comprises the build-up and the reduction gradient.
3. Procedure according to either of Claims 1 or 2, characterized in that a check is made to determine whether a lambda controller interacting with the internal combustion engine has to perform a leanness correction greater than a threshold leanness correction in the period during which the tank venting valve is open, and the checking procedure is aborted without a result if the leanness correction ascertained is greater than the threshold leanness correction.
4. Procedure according to one of Claims 1 to 3, characterized in that a check is made to determine whether a lambda controller interacting with the internal combustion engine has to carry out a leanness correction greater than a threshold leanness correction in the period during which the tank venting valve is open, and the checking procedure is concluded with the result that the system is not leaktight if the leanness correction ascertained is less than the threshold leanness correction and the build-up gradient is smaller than a threshold value ($\dot{p}+ < \dot{p}+_{SW}$).
5. Procedure according to one of Claims 1 to 4, characterized in that, after the last pressure measurement required to determine the reduction gradient, the tank venting valve is opened and a check is made to determine whether a lambda controller interacting with the internal combustion engine has to carry out a leanness correction greater than a threshold leanness correction, and the checking procedure is aborted without a result if the leanness correction ascertained is greater than the threshold leanness correction.
6. Procedure according to one of Claims 1 to 5, characterized in that, from the closing point of the tank venting valve, at least one operating parameter of the vehicle is checked, the measured values of this operating parameter in-

dicating whether the vehicle and hence the contents of the tank are moving, and the checking procedure is aborted without a result if the measured value of the operating parameter is higher than a specified threshold value (step s5.1).

7. Procedure according to one of Claims 1 to 6, characterized in that the gas throughput through the tank venting valve is determined in the time period during which the said valve is open and the build-up gradient is normalized with respect to a specified gas throughput.
8. Apparatus for checking the ability to function of a tank venting system in a vehicle with an internal combustion engine (17), which tank venting system has a tank (10) with a tank pressure sensor (11), an adsorption filter (13) connected to the tank via a tank connection line, and a tank venting valve (TEV) which is connected to the adsorption filter via a valve line (15), in which system the adsorption filter has a vent line which can be closed by means of a shut-off valve (AV), with:
 - a sequence controller (19) for activating the shut-off valve and the tank venting valve; characterized by
 - a gradient determination device (24) for the determination of the build-up gradient of the vacuum which builds up in the tank when the shut-off valve is closed and the tank venting valve is open and for the determination of the reduction gradient of the decreasing vacuum in the tank after a closure of the tank venting valve;
 - an assessment-variable calculation device (25) for the mathematical combination of the build-up and reduction gradients in a manner such that the influence of the filling level has as little effect as possible on the assessment variable (Q) formed by the combination; and
 - a comparison/assessment device (26) for comparing the value of the assessment variable with a threshold value and for assessing the system as non-functional if the value of the assessment variable and the threshold value fulfil a specified relationship.

Revendications

1. Procédé pour vérifier l'aptitude à fonctionner d'une installation de dégazage de réservoir d'un véhicule équipé d'un moteur à combus-

tion, cette installation de dégazage comprenant un réservoir équipé d'un capteur de pression de réservoir, d'un filtre d'adsorption relié au réservoir par une conduite de raccordement et une soupape de dégazage de réservoir reliée par une conduite de soupape au filtre d'adsorption, installation dans laquelle le filtre d'adsorption comprend une conduite de ventilation susceptible d'être fermée par un robinet d'arrêt, procédé comprenant les étapes suivantes :

- fermeture du robinet d'arrêt,
- ouverture de la soupape de dégazage du réservoir,
- détermination du gradient d'établissement ($\dot{p}+$) de la dépression qui s'établit dans le réservoir,
- fermeture de la soupape de dégazage du réservoir,
- détermination des gradients de diminution ($\dot{p}-$) de la dépression qui diminue dans le réservoir,
- combinaison mathématique du gradient d'établissement et du gradient de diminution de façon que l'influence du niveau de remplissage se répercute aussi faiblement que possible sur la grandeur de jugement (Q) formée par la combinaison,
- comparaison de la valeur de la grandeur de jugement à une valeur de seuil (Q_SW) et évaluation de l'installation comme non apte à fonctionner si la valeur de la grandeur de jugement et le seuil satisfont une relation prédéterminée.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la grandeur de jugement est formée par un quotient du gradient d'établissement et du gradient de diminution.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'on vérifie si un régulateur Lambda coopérant avec le moteur à combustion interne doit exécuter une correction de mélange maigre dans l'intervalle pendant lequel la soupape de dégazage de réservoir est ouverte, correction qui est plus forte qu'une correction de seuil maigre et on interrompt le procédé de vérification sans résultat si la correction de mélange maigre, constatée est plus forte que la correction de seuil maigre.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on vérifie si un régulateur Lambda coopérant avec le moteur à combustion doit effectuer une correction de mélange maigre pendant l'intervalle de temps lorsque la soupape de ventilation du réservoir est ouver-

te, correction qui est plus forte qu'une correction de seuil maigre et en ce qu'on arrête le procédé de vérification avec pour résultat l'existence d'une installation non étanche si la correction maigre, constatée, est plus faible que la correction de seuil maigre et si le gradient d'établissement est inférieur à un seuil ($\dot{p}^+ < \dot{p}^+_{SW}$).

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'après la dernière mesure de pression nécessaire pour déterminer les gradients de diminution, on ouvre la soupape de dégazage du réservoir et on vérifie si un régulateur Lambda coopérant avec le moteur à combustion doit exécuter une correction de mélange maigre qui est plus forte qu'une correction de seuil maigre et on arrête le procédé de vérification sans résultat si la correction de mélange maigre, constatée est plus forte que la correction de seuil maigre. 10 15 20
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'à partir de l'instant de la fermeture de la soupape de dégazage du réservoir on vérifie au moins un paramètre de fonctionnement du véhicule dont les valeurs de mesure indiquent si le véhicule et ainsi le contenu du réservoir sont en mouvement et on arrête sans résultat le procédé de vérification si la valeur de mesure du paramètre de fonctionnement est supérieure à une valeur de seuil prédéterminée (étape s5.1). 25 30
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que dans la période pendant laquelle la soupape de dégazage de réservoir est ouverte, on détermine le débit de gaz à travers celle-ci et on normalise le gradient d'établissement sur un débit de gaz prédéterminé. 35 40
8. Dispositif pour vérifier l'aptitude à fonctionner d'une installation de dégazage de réservoir d'un véhicule équipé d'un moteur à combustion (17), cette installation de dégazage comprenant un réservoir (10) avec un capteur de pression de réservoir (11), un filtre d'adsorption (13) relié par une conduite de raccordement au réservoir et une soupape de dégazage de réservoir (TEV) elle-même reliée au filtre d'adsorption par une conduite de soupape (15), installation dont le filtre d'adsorption comporte une conduite de ventilation qui se ferme par un robinet d'arrêt (AV), comprenant : 45 50 55
 - une commande de procédé (19) pour commander le robinet d'arrêt et la soupape de dégazage,

caractérisé par,

- une installation (24) pour déterminer le gradient d'établissement de la dépression dans le réservoir lorsque le robinet d'arrêt est fermé et lorsque la soupape de dégazage est ouverte ainsi que pour déterminer les gradients de diminution de la dépression qui diminue après la fermeture de la soupape de dégazage du réservoir,
- une installation de calcul (25) d'une grandeur de jugement pour combiner mathématiquement les gradients d'établissement et de diminution de façon que l'influence du niveau de remplissage sur la grandeur de jugement (Q), formée par combinaison se répercute d'une manière aussi réduite que possible et,
- une installation de comparaison/appréciation (26) pour comparer la valeur de la grandeur de jugement à un seuil et pour juger l'installation comme non apte à fonctionner si la valeur de la grandeur de jugement et le seuil satisfont une relation prédéterminée.

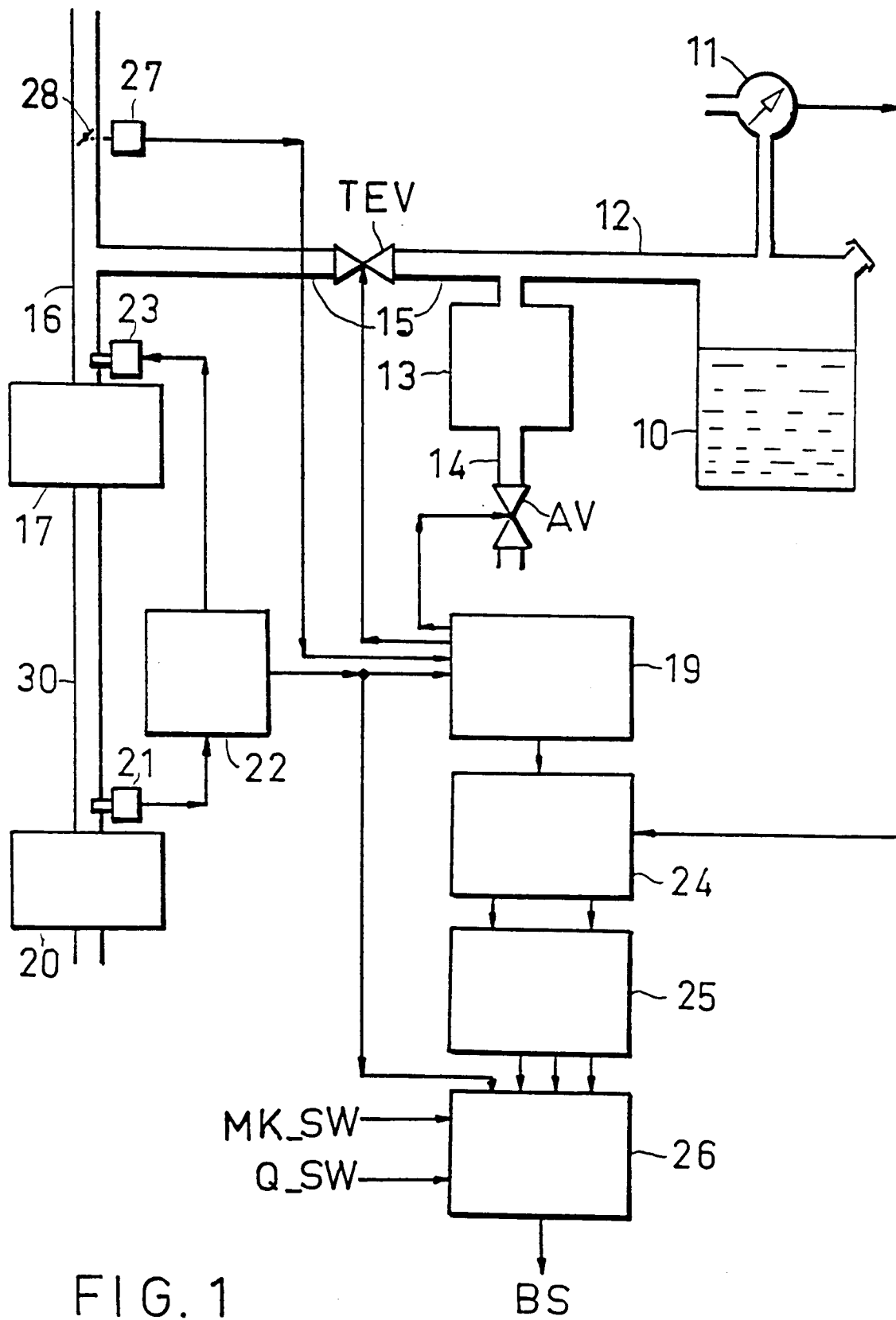


FIG. 1

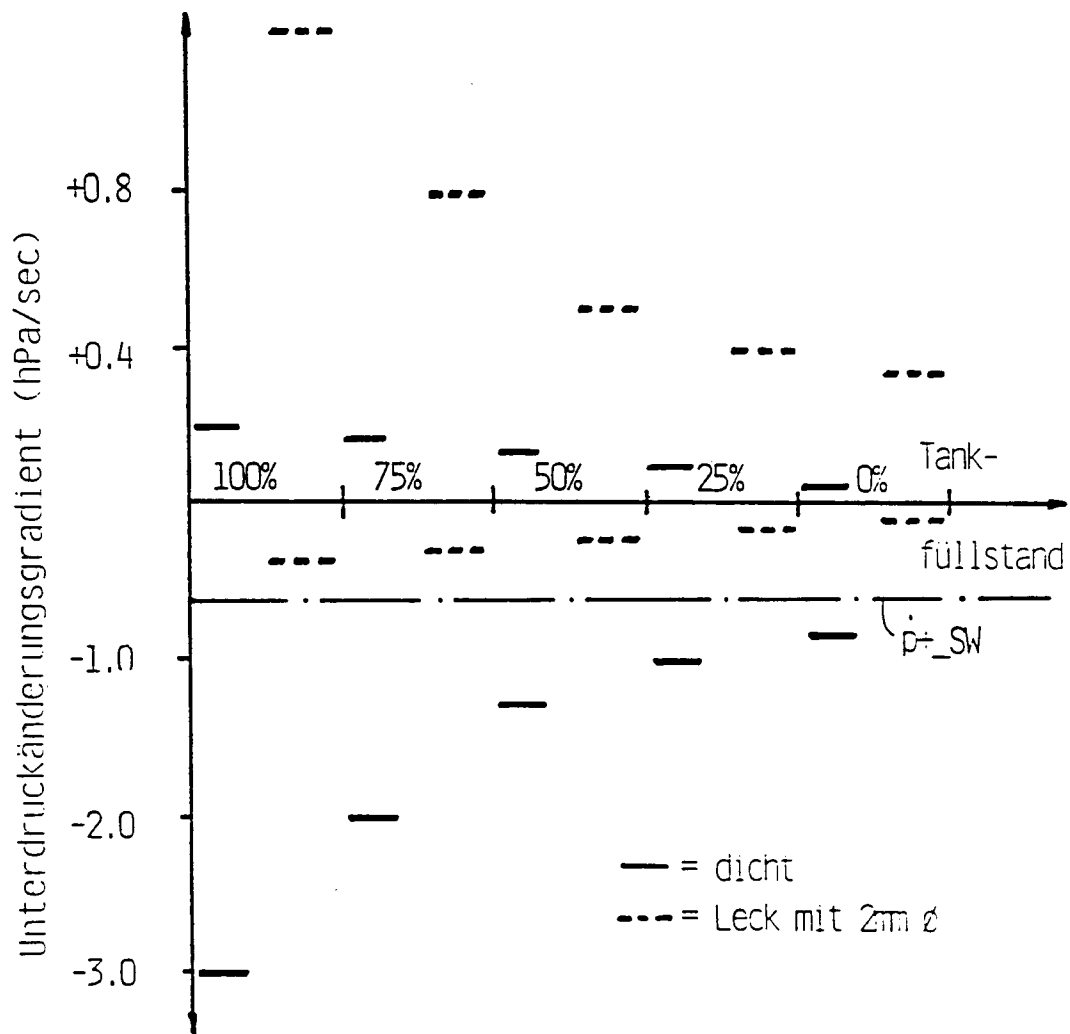


FIG. 2a

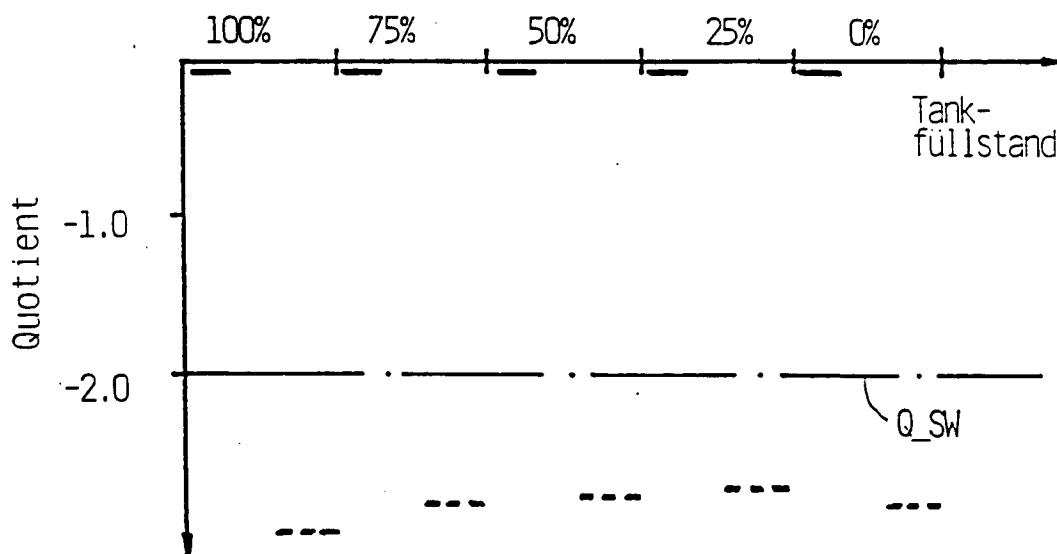


FIG. 2b

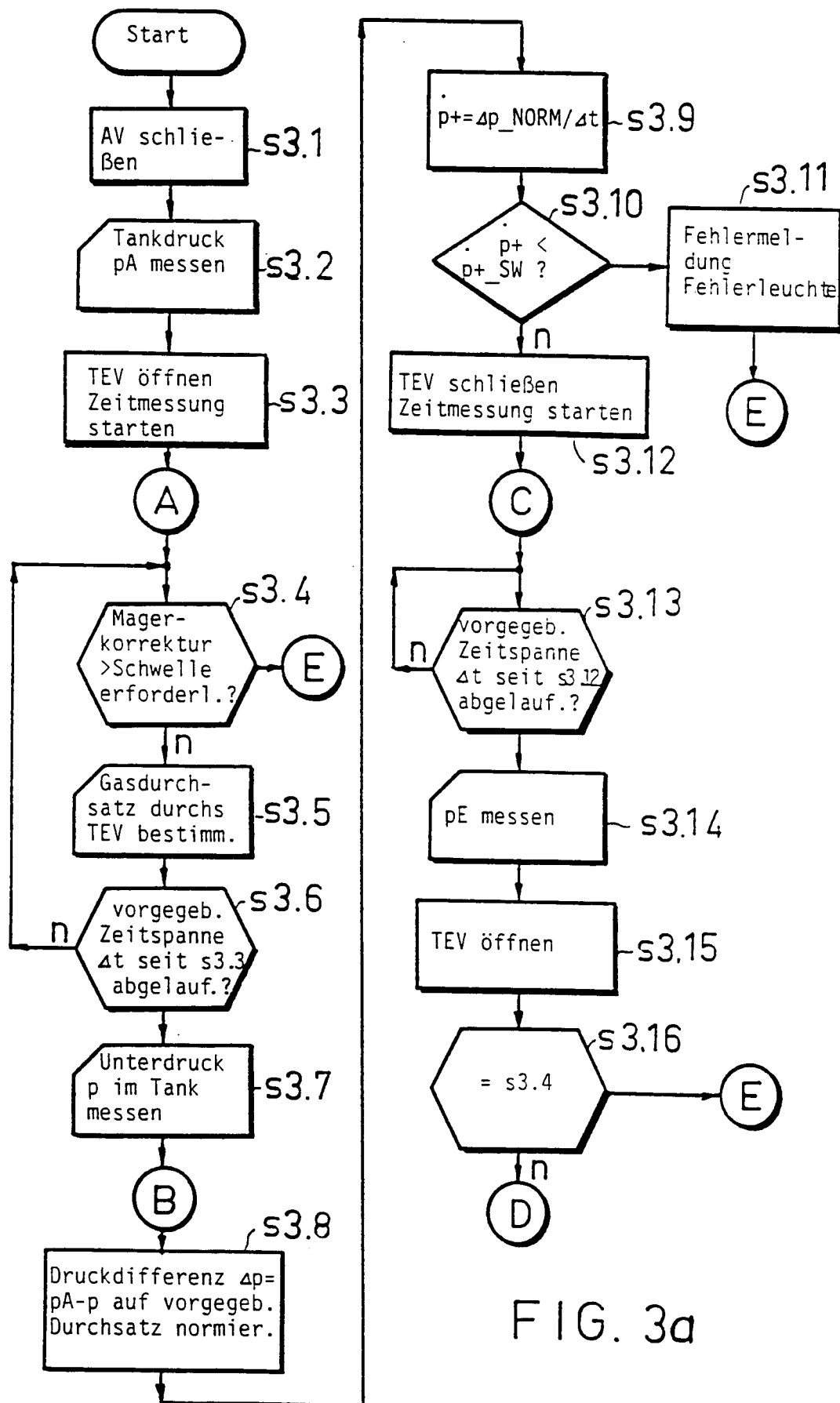


FIG. 3a

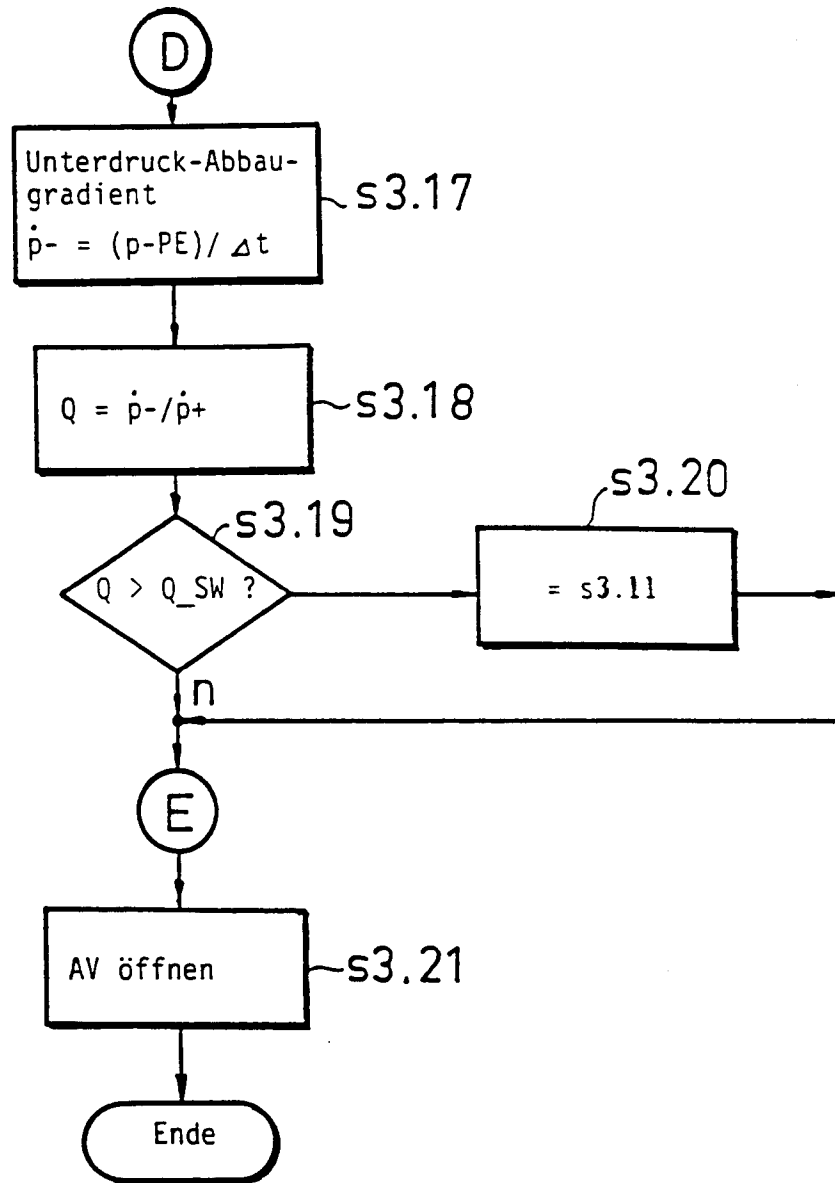


FIG. 3b

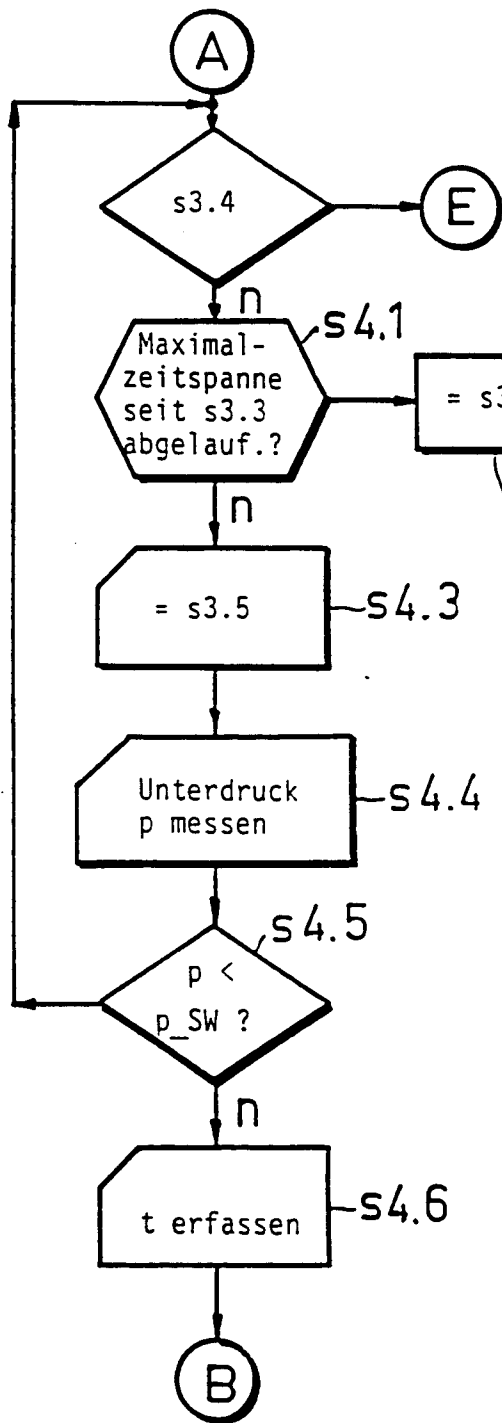


FIG. 4

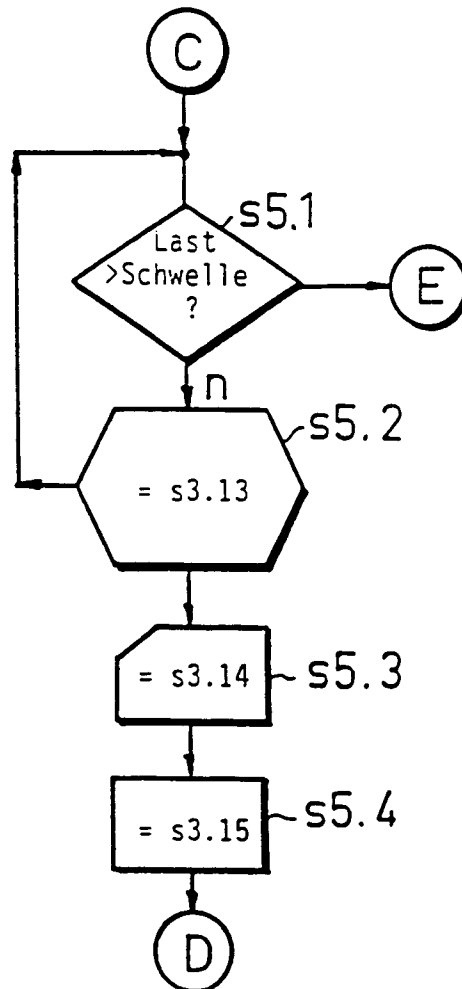


FIG. 5