



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
21.12.94 Patentblatt 94/51

⑤① Int. Cl.⁵ : **F02D 35/00**

②① Anmeldenummer : **89902932.6**

②② Anmeldetag : **04.03.89**

⑧⑥ Internationale Anmeldenummer :
PCT/DE89/00137

⑧⑦ Internationale Veröffentlichungsnummer :
WO 89/10472 02.11.89 Gazette 89/26

⑤④ **VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUM STELLEN EINES TANKENTLÜFTUNGSVENTILES.**

③⑩ Priorität : **20.04.88 DE 3813220**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
25.04.90 Patentblatt 90/17

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
21.12.94 Patentblatt 94/51

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
DE FR

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 191 170
DE-A- 3 623 894
GB-A- 2 178 107
US-A- 4 741 318

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
Patent Abstracts of Japan, Band 12, Nr. 260
(M-720)(3107) 21. Juli 1988 & JP, A, 6341632
(MAZDA) 22. Februar 1988
Patent Abstracts of Japan, Band 12, Nr. 260
(M-720)(3107) 21. Juli 1988 & JP, A, 6341642
(MAZDA) 22. Februar 1988

⑦③ Patentinhaber : **ROBERT BOSCH GMBH**
Postfach 30 02 20
D-70442 Stuttgart (DE)

⑦② Erfinder : **STEINBRENNER, Ulrich**
Aspenwaldstr. 38
D-7000 Stuttgart 1 (DE)
Erfinder : **PLAPP, Günther**
Gymnasiumstr. 26
D-7024 Filderstadt 1 (DE)
Erfinder : **WAGNER, Wolfgang**
Hindenburgstr. 46
D-7015 Korntal-Münchingen (DE)

EP 0 364 522 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

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Stellen eines Tankentlüftungsventiles, das einen Behälter, in dem Kraftstoffdämpfe zwischengespeichert werden, mit dem Saugstutzen einer Brennkraftmaschine verbindet.

Stand der Technik

Ein Verfahren und eine Einrichtung zum Stellen eines Tankentlüftungsventiles sind aus der DE-A1-35 02 573 (US-Patentanmeldung 822.012/86) bekannt. Das dort beschriebene Verfahren nutzt den Lambda-Regelfaktor, der von einer Lambda-Regler-Funktionseinheit zum Regeln des Lambdawertes des der Brennkraftmaschine zuzuführenden Luft/Kraftstoff-Gemisches geliefert wird. Dieser Faktor dient dazu, Werte einer Vorsteuergröße für ein Tastverhältnis zum Ansteuern des Tankentlüftungsventiles zu modifizieren, die in einem Speicher adressierbar über die Drehzahl und eine lastabhängige Größe abgelegt sind.

Das bekannte Verfahren setzt voraus, daß auf der Unterdruckseite des Tankentlüftungsventiles, also an der Einmündung der Tankentlüftung in die Luftführung der Brennkraftmaschine, im wesentlichen dauernd derselbe Unterdruck herrscht. Dies setzt voraus, daß die genannte Einmündung vor der Drosselklappe liegt. Treten doch unterschiedliche Unterdrücke abhängig von unterschiedlichen Lasten auf, wird dies durch die lastabhängig gespeicherten Werte der Vorsteuergröße berücksichtigt. In der genannten Schrift wird jedoch ausdrücklich erwähnt, daß größere Druckunterschiede zwischen unterschiedlichen Lastzuständen nicht ausreichend berücksichtigt werden können.

Hinter der Drosselklappe herrscht im Saugrohr vor allem bei nicht ganz geöffneter Klappe ein wesentlich stärkerer Unterdruck als davor. Dies hat zur Folge, daß dann, wenn die Tankentlüftung hinter der Drosselklappe statt vor dieser in die Luftführung, also ins Saugrohr, mündet, bei gleichen Querschnitten der Tankentlüftungsleitungen wesentlich höhere Gasdurchsätze erzielt werden können und so der Zwischenspeicher, der in der Regel mit Aktivkohle gefüllt ist, schneller und besser regeneriert werden kann. Das bekannte Verfahren und die bekannte Einrichtung sind jedoch nicht in der Lage, in diesem Fall eine zufriedenstellende Regelung der der Brennkraftmaschine zuzuführenden Kraftstoffmenge vorzunehmen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Einrichtung zum Stellen eines Tankentlüftungsventiles anzugeben, welches Verfahren bzw. welche Einrichtung auch dann zu guten Regelergebnissen für die einer Brennkraftmaschine zuzuführende Gesamtkraftstoffmenge führen, wenn das Verfahren bzw. die Einrichtung Anwendung an einem System finden soll, bei dem die Tankentlüftung hinter der Drosselklappe in die Luftführung einer Brennkraftmaschine geführt ist.

Vorteile der Erfindung

Die Erfindung ist für das Verfahren durch die Merkmale von Anspruch 1 und für die Einrichtung durch die Merkmale des Anspruchs 2 gegeben. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Einrichtung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Für das erfindungsgemäße Verfahren ist von besonderer Bedeutung, daß es den maximal möglichen Gasstrom durch das Tankentlüftungsventil bei den in einem jeweiligen Betriebszustand herrschenden Druckverhältnissen berechnet. Dieser Maximalgasstrom wird zur Modifizierung von vorgegebenen Vorsteuerwerten einer Größe berücksichtigt, die ein Maß für die gewünschte Regenerierkraftstoffmenge ist. Diese Vorsteuerwerte werden vorteilhafterweise in umgekehrt proportionale Abhängigkeit zum berechneten Maximalgasstrom gesetzt. Das Abhängigmachen kann entweder dadurch erfolgen, daß ein Speicher mit dort abgelegten Vorsteuerwerten über den für den jeweils vorliegenden Betriebszustand berechneten Maximalgasstrom adressiert wird, oder dadurch, daß ein ohne die Abhängigkeit zum Maximalgasstrom bestimmter Vorsteuerwert durch den Wert des jeweils vorliegenden Maximalgasstromes dividiert wird. Die Vorsteuerwerte werden außerdem in proportionale Abhängigkeit zum Luftmassenstrom durch das Saugrohr gesetzt. Auch dieses Abhängigmachen kann durch eine der eben beschriebenen zwei Arten erfolgen.

Die Vorsteuerwerte werden durch Division mit einem Beladungsfaktor modifiziert, der ausgehend von seinem jeweils vorliegenden Wert vorzugsweise schrittweise abhängig vom jeweils vorliegenden Wert des Lambda-Regelfaktors so verändert wird, daß er zu einer Änderung der auszugebenden Regenerierkraftstoffmenge in derjenigen jeweiligen Richtung führt, die eine Änderung des Lambda-Regelfaktors auf einen Regelfaktor-Sollwert hin zur Folge hat. Der Sollwert ist typischerweise der Wert Eins. Zum Modifizieren gehört weiter eine Regelung auf den dividierten Wert. Das genannte Modifizieren kann an den Vorsteuerwerten erfolgen, bevor diese in die im vorigen Abschnitt genannte Abhängigkeit gesetzt sind oder auch danach.

Die modifizierten und in Abhängigkeit gesetzten Werte werden schließlich in einen Stellwert für das Tank-

entlüftungsventil, typischerweise ein Tastverhältnis, umgerechnet.

Wenn einer Brennkraftmaschine Kraftstoff über ein Tankentlüftungsventil und nicht nur über eine Kraftstoff-Zumeßeinrichtung, typischerweise eine Einspritzventilanordnung, zugeführt wird, hat dies zur Folge, daß für ordnungsgemäßen Betrieb die beiden Kraftstoff-Teilmen-
 5 gen aneinander anzupassen sind. Zu diesem Zweck wird beim erfindungsgemäßen Verfahren der der Kraftstoff-Zumeßeinrichtung zuzuführende Stellwert verringert, um die von dieser Einrichtung der Brennkraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge im Vergleich zu demjenigen Zustand zu verringern, in dem kein Kraftstoff über das Tankentlüftungsventil zugeführt wird. Das Verringern erfolgt jeweils in einem Umfang, daß die Zumeßeinrichtung der Brennkraftmaschine im wesentlichen diejenige Menge an Kraftstoff weniger zuführt, die ihr über das Tankentlüftungsventil mehr zuge-
 10 führt wird.

Zum Ausführen des genannten Verfahrens benötigt eine erfindungsgemäße Einrichtung zumindest einen Regenerier-Vorsteuerwertspeicher, ein Durchfluß-Bestimmungsmittel, ein Beladungsreglermittel, ein Umrechnungsmittel und ein Kompensationsmittel. Der Regenerier-Vorsteuerwertspeicher speichert adressierbar über Werte der Drehzahl, des Luftstromes und des maximal möglichen Gasstromes durch das Tankentlüftungsventil vorläufige Werte für den Regeneriergasstrom. Die maximal möglichen Werte für den Gasstrom durch das Tankentlüftungsventil werden für den jeweils vorliegenden Betriebszustand durch das Durchfluß-Bestimmungsmittel bestimmt. Das Beladungsreglermittel bestimmt den oben genannten Beladungsfaktor und dividiert die für einen jeweils vorliegenden Satz von Werten von Adressierbetriebsgrößen ausgelesenen Vorsteuerwertedurch diesen Beladungsfaktor. In einem anschließenden Schritt innerhalb dem Beladungsreglermittel wird dann auf den dividierten Wert geregelt. Der geregelte Wert wird vom Umrechnungsmittel in einen Stellwert für das Stellglied des Tankentlüftungsventiles umgerechnet. Das Kompensationsmittel nimmt das genannte Verringern des der Kraftstoff-Zumeßeinrichtung zuzuführenden Stellwertes vor.

Die genannten Mittel der Einrichtung können durch einzelne hardwaremäßig realisierte spezielle Baugruppen oder durch die bekannten Funktionen eines entsprechend programmierten Mikrocomputers realisiert sein, wobei die zweite Möglichkeit nach heutiger Technologie vorzuziehen ist.

Statt mit der genannten Minimalanzahl von Funktionsmitteln kann das erfindungsgemäße Verfahren auch mit einer größeren Anzahl solcher Mittel realisiert werden, und zwar mit umsomehr, je weniger Information bereits im Regenerier-Vorsteuerwertspeicher berücksichtigt ist. Die nicht berücksichtigten Abhängigkeiten müssen dann in besonderen Funktionsmitteln hergestellt werden.

Von besonderem Vorteil ist eine Einrichtung, die einen Regenerier-Vorsteuerwertspeicher aufweist, der adressierbar über Werte der Drehzahl und einer lastabhängigen Größe Kraftstoff-Verhältniszahlen für das Verhältnis Regenerierkraftstoffmasse/Gesamtkraftstoffmasse speichert.

Die in diesem Fall im Speicher abzulegenden Werte entsprechen genau dem, was letztendlich gewünscht ist, nämlich einen gewissen Anteil am Gesamtkraftstoff durch Regenerierkraftstoff zu ersetzen. Um den jeweils ausgelesenen Wert in einen Regeneriergasstrom umzuwandeln, also in eine Größe, die vom Tankentlüftungsventil steuerbar ist, weist die Einrichtung direkt hinter dem Vorsteuerwertspeicher ein Beladungsreglermittel auf, das durch Dividieren der Kraftstoff-Verhältniszahl durch den Beladungsfaktor eine Gas-Verhältniszahl gewinnt. Aus dieser Verhältniszahl wird durch Multiplizieren mit dem Luftstrom durch das Saugrohr und einer Konstanten in einem Multiplizierschritt der tatsächlich erforderliche Regeneriergasstrom gewonnen. In einem Dividierschritt wird dann noch der zum gerade vorliegenden Zeitpunkt mögliche Maximalgasstrom berücksichtigt, dessen Wert von einem Durchfluß-Bestimmungsmittel bestimmt wird. Ein Umrechnungsmittel errechnet einen Stellwert für das Stellglied des Tankentlüftungsventiles. Ein Kompensationsmittel verringert entsprechend der zugeführten Regenerierkraftstoffmenge den Stellwert, der der Kraftstoff-Zumeßeinrichtung zugeführt wird.

Die mit diesen Mitteln arbeitende Einrichtung läßt sich in der Praxis besonders gut an unterschiedliche Motorsysteme anpassen, da sie wichtige Größen, die für die Funktion der Gesamteinrichtung von Bedeutung sind, jeweils in gesonderten Rechenschritten berücksichtigt.

Als Tankentlüftungsventil kann jedes in seinem Durchfluß steuerbare Ventil Verwendung finden. Besonders vorteilhaft ist die Anwendung eines getakteten Ventiles. Die bereits eingangs genannte DE-A1-35 02 573 nennt eine Taktfrequenz von 10 Hz als vorteilhaft. Ohne Veränderung der Frequenz wird dort das Tastverhältnis zum Eisstellen eines geforderten Gasstrom variiert. Die Öffnungszeiten und Schließzeiten des Ventiles bewegen sich daher in weiten Grenzen.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung erfindungsgemäßer Einrichtungen, die jedoch auch bei beliebigen anderen Einrichtungen zum Steuern eines Tankentlüftungsventiles verwendet werden kann, wird dagegen die Öffnungszeit oder die Schließzeit, je nach gerade gefordertem Tastverhältnis, auf den minimalen Wert gesetzt, bei dem noch ordnungsgemäßer Betrieb des Tankentlüftungsventiles möglich ist. Es wird also nicht die Taktfrequenz konstant gehalten, sondern die Öffnungszeit bei überwiegend geschlossenem Ventil. Dies hat den Vorteil, daß auch bei ungünstigen Tastverhältnissen immer möglichst schnelle Wechsel zwischen Öffnen und

Schließen und damit gute Fahreigenschaften des Fahrzeugs, in dem die Einrichtung angewandt wird, erzielt werden. Erst bei extremen Tastverhältnissen wird die Taktfrequenz so gering, daß z. B. die Öffnungszeit so groß wird, daß sie mit den Ansaugperioden mehrerer Zylinder überlappt. Um dies zu verhindern, wird gemäß einer vorteilhaften weiteren Ausgestaltung die Taktfrequenz auf einen minimalen Wert begrenzt. Ist dieser Wert erreicht, bleibt die Frequenz erhalten und die Schließ- oder Öffnungszeit des Tankentlüftungsventiles wird unter denjenigen Wert gesetzt, der eigentlich für ordnungsgemäßen Betrieb erforderlich ist. Dies führt zwar zu Abweichungen von den gewünschten Werten, was jedoch weniger schwerwiegend ist als ein durch eine zu niedrige Taktfrequenz bedingtes schlechtes Fahrverhalten.

10 Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine in Blockschaltbildform ausgeführte Funktionsdarstellung eines Verfahrens zum Stellen eines Tankentlüftungsventiles, mit einem Beladungsreglermittel und einem Durchflußbestimmungsmittel;
- Fig. 2 eine in Blockschaltbildform ausgeführte Funktionsdarstellung des Beladungsreglermittels im Verfahren von Fig. 1;
- Fig. 3 eine in Blockschaltbildform ausgeführte Funktionsdarstellung des Durchflußbestimmungsmittels im Verfahren von Fig. 1; und
- Fig. 4 eine in Blockschaltbildform ausgeführte Funktionsdarstellung einer anderen Ausführungsform eines Verfahrens zum Stellen eines Tankentlüftungsventiles, mit einem Regenerier-Vorsteuerwertspeicher, der unter anderem mit dem Ausgangswert von einem Durchflußbestimmungsmittel adressiert wird.

25 Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Fig. 1 zeigt eine Brennkraftmaschine 10 mit Regelung der Einspritzzeit T_I eines Einspritzventiles 11 und Regelung des Tastverhältnisses TAU eines Tankentlüftungsventiles 12.

- Die Regelung der Einspritzzeit geschieht wie folgt. Aus einem Einspritz-Vorsteuerwertspeicher 13 werden vorläufige Einspritzzeiten T_{IV} abhängig von der Drehzahl n und einer lastabhängigen Größe TL ausgelesen. Die Werte gelangen zu einem Kompensier-Multiplizierschritt 14, auf dessen Funktion in Zusammenhang mit der Regelung des Tankentlüftungsventiles eingegangen wird. Nach diesem Multiplizierschritt gelangen die modifizierten Werte zu einem Regelfaktor-Multiplizierschritt 15, wo sie mit einem Regelfaktor FR multipliziert werden, der von einem Lambda-Regelungsmittel 16 abhängig von einer Soll/Ist-Differenz geliefert wird. Der Istwert wird mit Hilfe einer Lambda-Sonde 17 gewonnen. Der Sollwert stammt aus einem Lambda-Sollwertspeicher 18, der über die Drehzahl n und die lastabhängige Größe TL adressierbar ist. Erfolgt Regelung nicht auch auf magere Werte, sondern nur auf den Lambdawert Eins, ist der Lambda-Sollwertspeicher 18 nicht vorhanden. Der Regelfaktor ist außer zum Regelfaktor-Multiplizierschritt 15 noch zu einem Einspritz-Adaptionsmittel 19 geführt, das ein Lernverfahren ausführt, wenn eine entsprechende Adaptionsanweisung erfüllt ist, was durch einen schließbaren Einspritz-Adaptionsschalter 20 angedeutet ist. Das Ausgangssignal des Einspritz-Adaptionsmittels 19 modifiziert ebenfalls die Einspritzzeit. Dies erfolgt in einem Verknüpfungsmittel 21, das z. B. multiplikativ oder auch multiplikativ und additiv arbeitet, je nach Aufbau und Funktion des Einspritz-Adaptionsmittels 19.

- Der beschriebene Regelkreis für die Einspritzzeit funktioniert so, daß für den jeweils vorliegenden Betriebszustand eine Einspritz-Vorsteuerzeit T_{IV} aus dem Einspritz-Vorsteuerwertspeicher 13 ausgelesen wird. Diese Zeit wird durch die oben genannten Rechenschritte mit Hilfe des Regelfaktors FR so modifiziert, daß sich der für den betreffenden Betriebszustand vorgegebene Lambda-Sollwert einstellt.

- Es wurde bereits der Kompensier-Multiplizierschritt 14 erwähnt. Dieser dient dazu, die Einspritz-Vorsteuerzeit dann zu verringern, wenn dem Saugrohr 22 der Brennkraftmaschine 10 Kraftstoff nicht nur über das Einspritzventil 11, sondern auch über ein Tankentlüftungsrohr 23 zugeführt wird.

- Die Tankentlüftung verfügt über einen Zwischenspeicher 24, der in der Regel mit Aktivkohle gefüllt ist. Sein Entlüftungseinlaß 25E ist mit dem Kraftstofftank verbunden. Beim Regenerieren strömt Luft durch einen Belüftungseinlaß 25B beim Umgebungsdruck P_{AMB} in ihn. Sein Auslaß 26 führt zum Tankentlüftungsventil 23, das über das Tankentlüftungsrohr 23 mit dem Saugrohr 22 in Verbindung steht. In beiden genannten Rohren herrscht der Saugdruck $PSAUG$. Das Tankentlüftungsrohr 23 mündet hinter einer Drosselklappe 27 in das Saugrohr. Dadurch ist der saugende Unterdruck besonders stark, was zu einem hohen Gasstrom durch den Zwischenspeicher 24 und damit zu guten Regeneriierungsergebnissen der Aktivkohle führt.

Außer dem Einspritzventil 11 und der Drosselklappe 27 ist in der Luftführung noch ein Luftmassenmesser

28 angeordnet, der den Luftstrom, also die Luftmasse pro Zeiteinheit, durch die Luftführung mißt. Das Ausgangssignal vom Luftmassenmesser 28 wird durch ein Auswertemittel 29, dem auch das Drehzahlsignal n zugeführt wird, in ein Luftstromsignal ML und das bereits erwähnte Lastsignal TL umgewandelt, wobei letzteres proportional zum Quotienten von Luftstrom und Drehzahl ist.

5 Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß die Lasterfassung nicht durch einen Luftmassenmesser erfolgen muß, sondern auf beliebige Weise erfolgen kann, z. B. durch Messen der Stellung des Fahrpedales oder der Drosselklappe.

Bevor auf die Rechenschritte zum Ansteuern des Tankentlüftungsventiles 12 näher eingegangen wird, sei zunächst erläutert, welche Überlegungen sich die Erfindung zunutze macht.

10 Das Tankentlüftungsventil 12 ist nicht dazu in der Lage, direkt die Regenerierkraftstoffmasse zu steuern, sondern es kann direkt nur Einfluß auf den Regeneriergasstrom nehmen. Eigentlich gewünscht ist jedoch für jeden Betriebszustand eine bestimmte Menge Kraftstoff vom Einspritzventil 11 und eine bestimmte Menge Kraftstoff aus dem Tankentlüftungsrohr 23. Vorgegebene Werte müssen also immer ein Maß für das Verhältnis von Regenerierkraftstoffmasse/Gesamtkraftstoffmasse sein. Was für ein Regeneriergasstrom der gewünschten Kraftstoffmasse entspricht, hängt vom Beladungsfaktor FTEAD des Regeneriergases ab, d. h. vom Verhältnis Masse Regenerierkraftstoff/Masse Regeneriergas. Wenn das gesamte Regeneriergas aus Kraftstoffgas besteht, ist der Beladungsfaktor Eins; besteht das Regeneriergas nur aus Luft, ist der Beladungsfaktor Null.

Der jeweils vorliegende Beladungsfaktor wird dadurch bestimmt, daß für ihn zunächst die Annahme eines bestimmten Wertes gemacht wird und mit dieser Annahme der Regeneriergasstrom bestimmt wird. War die Annahme falsch, wird der Brennkraftmaschine 10 eine andere Gesamtkraftstoffmasse zugeführt als angenommen. Dies führt zu einer Abweichung des Regelfaktors FR von Eins. Je nachdem, nach welcher Richtung der Regelfaktor FR von Eins abweicht, wird der zunächst angenommene Beladungsfaktor FTEAD verändert, und zwar jeweils in der Richtung, die der gemessenen Abweichung des Regelfaktors FR von Eins entgegenwirkt. So wird ausgehend vom zunächst angenommenen Wert des Beladungsfaktors FTEAD der für die vorliegenden Betriebsbedingungen zutreffende Beladungsfaktor eingeregelt.

25 Von besonderer Bedeutung für die Funktion der Einrichtung zum Stellen des Tankentlüftungsventiles 12 ist die Erkenntnis, daß der Gasstrom durch das Tankentlüftungsventil vom Druckverhältnis zwischen einlaßseitigem Druck PAMB und auslaßseitigem Druck PSAUG abhängt. Für jedes Verhältnis ergibt sich ein bestimmter maximal möglicher Gasstrom durch das Ventil, der bei dauernd ganz geöffnetem Ventil vorliegt. Dieser maximal mögliche Strom wird durch Einstellen eines Tastverhältnisses auf den gewünschten Wert verringert. Der in einem jeweiligen Betriebszustand, d. h. bestimmten Druckverhältnissen mögliche Maximalgasstrom ist zu berechnen.

Beim Bestimmen des Regeneriergasstromes ist außerdem zu berücksichtigen, daß dieser zum Erhalten eines gewünschten Verhältnisses Regenerierkraftstoffmasse/Gesamtkraftstoffmasse proportional mit dem Luftstrom ML durch das Saugrohr 22 zu ändern ist.

30 Zur Einrichtung zum Stellen des Tankentlüftungsventiles gehören ein Regenerier-Vorsteuerwertspeicher 30, ein Beladungsreglermittel 31, dessen Funktion in Fig. 2 in Einzelheiten dargestellt ist, ein Luftmassen-Multipliziermittel 32, ein Durchflußbestimmungsmittel 33, dessen Funktion in Fig. 3 in Einzelheiten dargestellt ist, ein Durchflußdividiermittel 34, ein Normierungsmultipliziermittel 35, ein Umrechnungsmittel 36 und ein Kompensationsmittel, das als Beladungsmultipliziermittel 37, Subtrahiermittel 38 und bereits genanntes Kompensier-Multipliziermittel 14 wirkt.

Der Regenerier-Vorsteuerwertspeicher speichert Kraftstoff-Verhältniszahlen für das Verhältnis Regenerierkraftstoffmasse/Gesamtkraftstoffmasse adressierbar über Werte der Drehzahl n und der lastabhängigen Größe TL, z. B. den Wert 0,1 für mittlere Drehzahl und mittlere Last. Diese Beispielszahl bedeutet, daß beim Eintreten eines Betriebszustandes mit denjenigen vorgegebenen Werten von Drehzahl und Last, für die der Wert 0,1 abgespeichert ist, bis zu 10 % der Gesamtkraftstoffmasse durch Regenerierkraftstoffmasse eingebracht werden dürfen. Für die weiteren Ausführungen sei zunächst angenommen, daß der Regeneriergasstrom einen ausreichenden Anteil an Kraftstoffgas enthält, daß die zulässigen 10 % geliefert werden können.

Die für den jeweils vorliegenden Betriebszustand ausgelesene Kraftstoff-Verhältniszahl FTEFMA wird an das Beladungsreglermittel 31 gegeben, dem auch der Regelfaktor FR von der Lambda-Reglerstufe 16 zugeführt wird. Das Beladungsreglermittel 31 arbeitet in zwei Teilschritten, nämlich einem Rekursionsmittel 39 und einem Regelungsmittel 40, was nun anhand von Fig. 2 näher erläutert wird.

Das Rekursionsmittel 39 verfügt über einen Abtast/Halte-Schritt 41, der z. B. durch eine Speicherzelle in einem Mikrorechner ausgeführt werden kann. Dieser Schritt 41 speichert einen angenommenen Wert für den Beladungsfaktor FTEAD, z. B. den Wert Null bei erster Inbetriebnahme oder denjenigen Wert, der zuletzt berechnet wurde. Bei jedem Programmdurchlauf i , falls die Einrichtung durch einen Mikrorechner realisiert ist, wird ein neuer Beladungsfaktor FTEAD ($i - 1$) aus dem im vorigen Zyklus berechneten Beladungsfaktor FTEAD ($i - 1$) nach folgender Rekursionsformel berechnet:

$$\text{FTEAD}(i) = \text{FTEAD}(i - 1) - \Delta\text{FR} * \text{LEKTE}$$

wobei ΔFR die positive oder negative Abweichung des Regelfaktors FR vom Sollwert Eins ist. Diese Differenz wird durch einen Sollwert-Subtrahierschritt 42 im Rekursionsmittel 39 gebildet. LEKTE ist ein Abschwächungsfaktor, der dazu führt, daß, je nach dem für ihn festgelegten Wert, der Adaptionsprozeß für die Ansteuerung des Tankentlüftungsventiles nicht zu schnell, sondern sozusagen gedämpft erfolgt, um Regelschwingungen zu vermeiden.

Um die genannte Rekursion durchzuführen, arbeitet das Rekursionsmittel 39 mit einem Rekursions-Subtrahierschritt 43, dem der Beladungsfaktor FTEAD (i - 1) vom vorigen Rechenzyklus und die Größe $\Delta\text{FR} * \text{LEKTE}$ zugeführt werden und der den neu berechneten Wert FTEAD (i) für den Beladungsfaktor an den Abtast/Halte-Schritt 41 weitergibt.

Aus der Kraftstoff-Verhältniszahl FTEFMA und dem Beladungsfaktor FTEAD wird durch Division eine Gas-Verhältniszahl gewonnen, die das Verhältnis von Masse Regeneriergas zu wiederum Masse von Gesamtkraftstoff darstellt. Wenn der Beladungsfaktor FTEAD zu Beginn des Betriebes der Einrichtung auf den Wert Null oder auf einen sehr kleinen Wert gesetzt ist, ergäbe sich eine hohe Gasverhältniszahl und damit ein sinnlos hoher Wert für den Gasstrom, der das Tankentlüftungsventil durchsetzen sollte. Sehr hohe Werte für den geforderten Gasdurchsatz können auch während des Betriebes dann auftreten, wenn sich der Betriebszustand plötzlich ändert und damit die aus dem Regenerier-Vorsteuerwertspeicher 30 ausgelesene Kraftstoff-Verhältniszahl einen Sprung gegenüber der zuvor ausgelesenen Zahl ausführt. Um sprunghafte Änderungen im geforderten Wert für den Regeneriergasstrom und insbesondere den Sprung auf unsinnig hohe Werte zu vermeiden, schließt sich an das Rekursionsmittel 39 das genannte Regelungsmittel 40 an. In den dortigen Rechenschritten wird der Quotient aus ausgelesener Kraftstoff-Verhältniszahl FTEFMA und durch die Rekursionsformel bestimmtem Beladungsfaktor FTEAD gebildet. Diese Größe wird als Sollwert über einen Soll/Ist-Vergleichsschritt 44 einem I-Regelungsschritt zugeführt, der über einen normierenden Komparatorschritt 45 und einen Integratorschritt 46 verfügt. Erst der vom Integrator schritt 46 gelieferte Ausgangswert wird als Gasverhältniszahl FTEFVA gewertet. Diese Ausgangsgröße wird im Soll/Ist-Vergleichsschritt 44 vom genannten Sollwert abgezogen. Ist die Differenz positiv, gibt der normierende Komparatorschritt 45 das Signal "plus 1" aus, was zu weiterem Hochintegrieren der Gasverhältniszahl FTEFVA durch den Integratorschritt 46 führt. Erreicht der ausgegebene Istwert schließlich den Sollwert und übersteigt diesen sogar, kippt das Ergebnis des normierenden Komparatorschrittes 45 auf das Ausgangssignal "minus 1", woraufhin jeder Integratorschritt 46 abwärts integriert, also die Gasverhältniszahl FTEFVA wieder erniedrigt.

Die Gasverhältniszahl wird an den Luftmassen-Multiplizierschritt 32 geliefert, wo sie mit dem gerade vorliegenden Wert für die Luftmasse ML multipliziert wird. Fände an dieser Stelle zugleich eine Multiplizierung mit einem Normierungsfaktor statt, läge eine Größe vor, die direkt ein Maß für den geforderten Regeneriergasstrom beim gerade vorliegenden Luftstrom ML wäre. Im dargestellten Ausführungsbeispiel findet diese Normierung jedoch erst hinter dem Durchflußdividierschritt 34 im Normierungsmultiplizierschritt 35 statt, damit in diesem zugleich eine Normierung auf einen vorgegebenen Maximalgasstrom erfolgen kann.

Das Durchflußbestimmungsmittel 33 weist gem. Fig. 3 einen Saugdruck-Kennlinienspeicher 47, einen Druck-Dividierschritt 48, einen Durchfluß-Kennlinienspeicher 49 und einen Druck-Multiplizierschritt 50 auf. Diese Rechenschritte bilden- den folgenden physikalischen Zusammenhang nach:

$$\text{VREGNULL} = \text{PAMB} \times \text{F}(\text{PSAUG}(\text{TL})/\text{PAMB})$$

Der Saugrohrdruck PSAUG liegt über das Tankentlüftungrohr 23 am Auslaß 26 des Tankentlüftungsventiles 12 an und ändert sich im wesentlichen proportional mit dem Wert der lastanzeigenden Größe TL. Dieser proportionale Zusammenhang ist im Saugdruck-Kennlinienspeicher 47 abgelegt. Er könnte auch berechnet werden, was jedoch zusätzliche Rechenzeit erfordern würde. Der Zusammenhang zwischen dem maximal möglichen Gasstrom VREGNULL durch das dauernd geöffnete Tankentlüftungsventil 12 und dem Quotienten QUOP zwischen Saugdruck PSAUG und Umgebungsdruck PAMB ist komplex und läßt sich nur schwierig berechnen. Der Zusammenhang ist daher im Durchfluß-Kennlinienspeicher 49 abgelegt.

Dem Durchfluß-Bestimmungsmittel 33 werden jeweils vorliegende Werte der lastanzeigenden Größe TL und des Umgebungsdruckes PAMB zugeführt. Es entnimmt dem Saugdruck-Kennlinienspeicher 47 den zur vorgegebenen Lastgröße gültigen Saugdruck und dividiert diesen durch den Umgebungsdruck PAMB, um mit Hilfe des so gewonnenen Quotienten dem Durchfluß-Kennlinienspeicher 49 einen vorläufigen Wert für den Maximalgasstrom durch das Tankentlüftungsventil 12 entnehmen zu können. Dieser Wert wird dann noch mit dem Umgebungsdruck PAMB im Druck-Multiplizierschritt 50 multipliziert und im bereits genannten Normierungs-Multiplizierschritt 35 auf denjenigen Umgebungsdruck normiert, für den die übrigen Kennlinien- und Kennfeldwerte der gesamten Einrichtung bestimmt sind.

An das Umrechnungsmittel 36 gelangt nach all diesen Maßnahmen ein Signal, das ein direktes Maß für die Offenzeit des Tankentlüftungsventiles 12 ist. Der jeweils vorliegende Wert wird durch das Umrechnungsmittel 36 in ein Tastverhältnis TAU für das Stellglied 51 des Tankentlüftungsventiles 12 umgerechnet. Dabei

ist mit Hilfe des Durchflußbestimmungsmittels 33 bereits berücksichtigt, daß zum Erzielen ein und desselben Gasstromes bei unterschiedlichen Druckverhältnissen unterschiedliche Tastverhältnisse erforderlich sind. Das Durchflußbestimmungsmittel 33 steht somit funktionsmäßig dem Umrechnungsmittel 36 näher als denjenigen Rechenschritten, die zum eigentlichen Berechnen des gewünschten Regenerierstromes dienen. Dieser Wert würde bereits am Ausgang des Luftmassen-Multiplizierschrittes 32 vorliegen, wenn dort bereits die oben genannte Normierung vorgenommen wäre.

Die Funktion der bisher beschriebenen Funktionsgruppen der Einrichtung zum Stellen des Tankentlüftungsventiles 12 ist die folgende: Es sei angenommen, daß das ganze System im Gleichgewicht sei, also die Einspritzzeit TI genau richtig gewählt sei und durch das Tankentlüftungsrohr 23 genau die gewünschte Menge Regenerierkraftstoff im Verhältnis zur Gesamtkraftstoffmenge zugeführt werde. Nun verringere sich plötzlich der Beladungsfaktor des Regeneriergasstromes, z. B. dadurch, daß die Aktivkohle im Zwischenspeicher 24 weitgehend regeneriert ist. Dies führt dazu, daß der Brennkraftmaschine 10 ein zu mageres Gemisch zugeführt wird. Daraufhin steigt der Regelfaktor FR über den Wert Eins, wodurch die Differenz ΔFR zum Sollwert Eins positiv wird. Dieser positive Wert wird von dem im Abtast/Halte-Schritt noch gespeicherten Wert FTEAD(i - 1) für den Beladungsfaktor abgezogen, wodurch ein neuer, kleinerer Wert FTEAD(i) erhalten wird. Durch diesen kleineren Wert wird die unverändert ausgelesene Kraftstoff-Verhältniszahl FTEFMA im Beladungs-Dividierschritt 52 dividiert, wodurch der dem Soll/Ist-Vergleichsschritt 44 zugeführte Wert grösser wird. Die Gas-Verhältniszahl FTEFVA wird dadurch auf einen höheren als den bisherigen Wert integriert, und zwar so lange, bis sie den genannten Sollwert einnimmt. Durch dieses Erhöhen der Gas-Verhältniszahl FTEFVA wird der Regeneriergasstrom und damit die durch das Tankentlüftungsrohr 23 dem Saugrohr 22 zugeführte Regenerierkraftstoffmenge so weit erhöht, daß die Brennkraftmaschine 10 wieder mit dem vorgegebenen Lambda-Sollwert betrieben wird, bei dem erneut der Regelfaktor FR Eins ist.

Um die Funktionsbeschreibung des Systemes abzuschließen, sei nun noch die Funktion des Kompensationsmittels erläutert.

Sobald durch das Beladungsreglermittel 31 der Beladungsfaktor FTEAD auf denjenigen Wert eingeregelt ist, der im Regeneriergasstrom tatsächlich gilt, ergibt das Produkt aus seinem Wert und dem Wert der Gas-Verhältniszahl FTEFVA definitionsgemäß genau das Verhältnis von Regenerierkraftstoffmasse zu Gesamtkraftstoffmasse, also im Beispiel den Wert 0,1. Dieser Wert vom Beladungs-Multiplizierschritt 37 wird im Subtrahierschritt 38 vom festen Wert Eins abgezogen, wodurch dem Kompensier-Multiplizierschritt 14 ein Differenzwert, im Beispiel der Wert 0,9, zugeführt wird, mit dem die vorläufige Einspritzzeit TIV multipliziert wird. Diese wird somit erniedrigt, im Beispielsfall um 10 %. Der dem Einspritzventil 11 zugeführte Stellwert wird also so weit verringert, daß der vom Einspritzventil der Brennkraftmaschine 10 zugeführte Kraftstoff im Vergleich zu demjenigen Zustand, in dem keinerlei Kraftstoff über das Tankentlüftungsventil 12 zugeführt wird, jeweils in dem Umfang verringert wird, daß das Einspritzventil 11 der Brennkraftmaschine 10 im wesentlichen diejenige Menge an Kraftstoff weniger zuführt, die ihr über das Tankentlüftungsventil 12 mehr zugeführt wird.

Beim Betrieb der genannten Einrichtung können verschiedene Sonderzustände auftreten. Solche Sonderbedingungen werden beim Ausführungsbeispiel gesondert berücksichtigt. Während die Adaption der Einspritzzeit stattfindet, darf keine Tankentlüftung stattfinden und umgekehrt. Zu diesem Zweck sind der bereits genannte Einspritz-Adaptionsschalter 20, ein Entlüftungs-Adaptionsschalter 53 und ein Stellgliedschalter 54 vorhanden. Die Funktion des Entlüftungs-Adaptionsschalters 53 wirkt zwischen dem Beladungs-Multiplizierschritt 37 und dem Subtrahierschritt 38, was dazu führt, daß er in geöffnetem Zustand den Sollwert Eins auf den Kompensier-Multiplizierschritt 14 gibt. Die Funktion des Stellgliedschalters 54 ist die, das Stellglied 51 für das Tankentlüftungsventil 12 so zu schalten, daß das Tankentlüftungsventil bei geöffnetem Schalter dauernd geschlossen ist. Während einer Adaptionsperiode für die Einspritzzeit sind der Entlüftungs-Adaptionsschalter 53 und der Stellgliedschalter 54 geöffnet (die Adaption des Beladungsfaktors FTEAD durch das Rekursionsmittel 39 wird angehalten), und der Einspritz-Adaptionsschalter 20 ist geschlossen, während es in Perioden für die Adaptionentlüftung genau umgekehrt ist. Die Periode für die Einspritzzeitadaption beträgt z. B. etwa eine Minute, die Periode für die Adaption der Tankentlüftung z. B. zwei Minuten. Bei Vollast wird dauernd regeneriert, wobei der Beladungsfaktor unverändert bleibt und vorübergehend $FTEFVA = FTEFMA$ gesetzt wird.

Als Sonderbedingungen, wie sie durch eine Sonderbedingungsstufe im Regelungsmittel 40 berücksichtigt werden, gelten insbesondere folgende Zustände. Wenn das Tankentlüftungsventil 12 ganz geöffnet ist, gibt der normierende Komparatorschritt 45 zwangszweise den Wert "minus 1" aus, damit der Integratorschritt 46 wieder nach unten integriert. Dadurch findet eine Grenzwertregelung statt. Entsprechendes gilt dann, wenn der Regelfaktor FR an Grenzwerte für fetten oder mageren Betrieb, z. B. an die Werte 0,8 bzw. 1,2 läuft. In anderen Sonderbedingungen beeinflusst das Sonderbedingungsmitel 55 direkt den Integratorschritt 46. Z. B. setzt es dessen Ausgangswert direkt auf den Quotienten aus der Kraftstoff-Verhältniszahl FTEFMA und den Beladungsfaktor FTEAD, wenn dieser Quotient kleiner wird als der aktuell vorliegende Ausgangswert FTEFVA, was bei Lastverringern der Fall ist. In diesem Fall soll nämlich schlagartig weniger Kraftstoff geliefert wer-

den. Eine weitere Maßnahme besteht in der Beeinflussung der Integrationsgeschwindigkeit. Die Integrationsgeschwindigkeit ist normalerweise relativ niedrig gewählt, damit es in Überlagerung mit dem Integrationsverhalten des Lambda-Regelungsmittels 16 nicht zu Schwingungen kommt. Schnelle Integration wird jedoch zu Beginn jeder Adaptionsperiode für die Tankentlüftung gewählt, und zwar so lange, bis der Regelfaktor FR an eine der bereits genannten Grenzen läuft oder das Tankentlüftungsventil ganz geöffnet ist.

Um bei besonderen Betriebsbedingungen schnell reagieren zu können, ist auch im Rekursionsmittel 39 eine besondere Maßnahme ergriffen. Dort wird nämlich ein Lernfaktor-Dividierschritt 56 angewandt, der eine vorgegebene abschwächende Konstante KONSTL für das Lernen durch den Ausgangswert FTEFVA des Integratorschrittes 46 dividiert und so den Abschwächungsfaktor LEKTE gewinnt. Dies hat den Effekt, daß dann, wenn der Gasdurchsatz durch die Tankentlüftung noch relativ niedrig ist, der Lernvorgang schnell erfolgt, dagegen der Lernvorgang, also die Rekursion im Rekursionsmittel 39 zunehmend langsamer erfolgt, wenn der Regeneriergasstrom zunimmt. Auch dies verringert die Neigung zu Regelschwingungen.

In Fig. 4 ist eine Variante desjenigen Teiles des Funktionsablaufes von Fig. 1 dargestellt, der in Fig. 1 unterhalb der dort gezogenen waagerechten strichpunktiierten Linie liegt. Es handelt sich um die Rechenschritte zwischen dem Auslesen von Werten aus dem Regenerier-Vorsteuerwertspeicher 30 und dem Umrechnungsmittel 36. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4 sind nur vier Rechenschrittgruppen vorhanden, nämlich das Durchflußbestimmungsmittel 33, ein Auslesen aus einem modifizierten Regenerier-Vorsteuerwertspeicher 30.4, das Beladungsreglermittel 31 und das Umrechnungsmittel 36.

Der Regenerier-Vorsteuerwertspeicher 30.4 der Ausführungsform gemäß Fig. 4 ist im Gegensatz zu dem der Ausführungsform gemäß Fig. 1 nicht nur über Werte von zwei Betriebsgrößen, sondern über Werte von vier Betriebsgrößen ansteuerbar, nämlich über Werte der lastanzeigenden Größe TL, der Drehzahl n, des Luftstromes ML und des Maximalgasstromes VREGNULL. Von den beiden Adressiergrößen lastanzeigende Größe TL und Luftstrom ML kann eine weggelassen werden, da diese Größen mit Hilfe der Drehzahl n und einer Konstanten ineinander umgerechnet werden können. Dadurch, daß die im genannten Speicher 30.4 abgelegten Werte bereits den Luftstrom ML und den Maximalgasstrom VREGNULL berücksichtigen, sind der Luftmassen-Multiplizierschritt 32, der Durchflußdividierschritt 34 und der Normierungs-Multiplizierschritt 35 im Vergleich zur Ausführungsform gemäß Fig. 1 entfallen. Das Beladungsreglermittel 31 erhält dadurch nicht mehr Kraftstoff-Verhältniszahlen, sondern vorläufige Werte für Tastverhältnisse, und zwar dadurch, daß die Tastverhältnisabhängigkeit von Druckverhältnissen für vorgegebene Regeneriergasströme bereits über Werte für den Maximalgasstrom VREGNULL durch das Tankentlüftungsventil 12 berücksichtigt ist. Das Beladungsreglermittel 31 verwertet diese komplexeren Werte statt der Kraftstoff-Verhältniszahlen.

Die Ausführungsart gemäß Fig. 4 hat den Vorteil sehr geringer Rechenzeit, da weniger arithmetische Rechenschritte als bei der Ausführungsart gemäß Fig. 1 durchzuführen sind. Dafür wird ein größerer Regenerier-Vorsteuerwertspeicher 30.4 benötigt und das Verfahren ist weniger gut an unterschiedliche Einsatzbedingungen anpassbar.

Einen Schritt in der entgegengesetzten Richtung würde es bedeuten, wenn statt des Regenerier-Vorsteuerwertspeichers 30 der Ausführungsform gemäß Fig. 1 ein Speicher verwendet würde, in dem lediglich der Zusammenhang zwischen Kraftstoff-Verhältniszahlen und der Lastgröße TL abgelegt ist, während die Abhängigkeit der Drehzahl n durch einen anschließenden Multiplizierschritt berücksichtigt werden würde. Bei noch weiterem Fortschreiten in Richtung Arithmetik könnte auch auf den soeben genannten Speicher verzichtet werden und eine für jeden Wert der Lastgröße TL erforderliche Kraftstoff-Verhältniszahl aus einer mathematischen Funktion berechnet werden.

Welche arithmetischen Funktionen tatsächlich durchgeführt werden, und welche Funktionen bereits vorab in gespeicherten Werten berücksichtigt werden, bleibt dem Fachmann überlassen. Die Ausführungsform gemäß Fig. 1 bildet eine gute Optimierung. Alle erfindungsgemäßen Verfahren zeichnen sich jedoch dadurch aus, daß sie ein Durchflußbestimmungsmittel und ein Beladungsreglermittel zum Modifizieren ausgelesener oder berechneter Werte aufweisen.

Das Umwandlungsmittel 36 beim Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 1 und 4 arbeitet nach einem für die vorliegende Anwendung besonders vorteilhaften Verfahren zum Festlegen des Tastverhältnisses. Es wird nämlich so gearbeitet, daß die Offen- bzw. Schließzeiten des Tankentlüftungsventiles 12 jeweils möglichst gering sind.

Es sei angenommen, daß das Tankentlüftungsventil 12 bei zuverlässigem Betrieb eine minimale Offenzeit von 5 ms und eine Schließzeit von gleichem Wert aufweise. Werden diese Zeiten verkürzt, z. B. auf 3 ms, ist nicht mehr gewährleistet, daß die gewählte Zeit wirklich eingehalten wird. Ist ein Tastverhältnis von 50 % einzustellen, wird eine Offenzeit von 5 ms und eine Schließzeit von 5 ms gewählt. Für ein Tastverhältnis von 4:1 werden 20 ms Offenzeit und 5 ms Schließzeit verwendet, umgekehrt für ein Tastverhältnis von 1:4 eine Offenzeit von 5 ms und eine Schließzeit von 20 ms. Die Frequenz beträgt somit beim Tastverhältnis 1:1 100 Hz, in den beiden anderen Beispielfällen dagegen 40 Hz. Ist eine Minimalfrequenz, z. B. 10 Hz erreicht, wird diese

nicht mehr weiter verringert, sondern die Offen- oder Schließzeit wird nun unter den Wert für zuverlässigen Betrieb gesenkt, bei einem Tastverhältnis von 20:1 wird also für eine Offenzeit von etwa 99 ms und eine Schließzeit von etwa 1 ms verwendet. Wegen der unzuverlässigen Arbeitsweise bei dieser kurzen Schließzeit ist zwar nicht gewährleistet, daß das gewünschte Tastverhältnis wirklich eingestellt wird, jedoch sind in diesen extremen Fällen Abweichungen für den praktischen Betrieb unerheblich.

Die genannte Maßnahme bewirkt, daß keinesfalls Taktfrequenzen und Offen- bzw. Schließzeiten erhalten werden, bei denen das abwechselnde Öffnen und Schließen des Tankentlüftungsventiles zu merkbaren Drehmomentänderungen führt.

In dem für die Erfindung besonders wichtigen Verfahrensschritt des Berücksichtigens der Druckverhältnisse am Tankentlüftungsventil durch die Durchfluß-Bestimmungsstufe wird der äußere Luftdruck PAMB verwendet. Dieser kann entweder direkt gemessen werden, oder er kann aus Adaptionen der Einspritz-Adaptionenstufe 19 berechnet werden. Letzterem liegt die Erkenntnis zugrunde, daß Adaption der Vorsteuerwerte für die Einspritzung insbesondere wegen Luftdruckschwankungen erforderlich ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ansteuerung eines Tankentlüftungsventils (12), das mit dem Ansaugrohr einer Brennkraftmaschine verbunden ist, deren Luft/Kraftstoffgemischversorgung mit Hilfe einer Lambdaregelung eingestellt wird, die mit einem Lambda Regelfaktor (FR) eine Kraftstoffzumeßeinrichtung (11) beeinflusst, bei welchem Verfahren folgende, in ihrer Reihenfolge nur dort, wo ausdrücklich angegeben, festgelegte Verfahrensschritte durchgeführt werden:

- Berechnen des maximal möglichen Gasstromes (VREGNULL) durch das vollständig geöffnete Tankentlüftungsventil (12) bei den in einem jeweiligen Betriebszustand herrschenden Druckverhältnissen von Saug- zu Umgebungsdruck (PSAUG/PAMB),
- Vorgeben von Vorsteuerwerten (FTEFMA) einer Größe, die ein Maß für eine gewünschte Regenerierkraftstoffmenge, d.h. eine über die Tankentlüftung zuzuführende Kraftstoffmenge ist, in Abhängigkeit von zumindest einer lastabhängigen Größe (TL) und der Drehzahl (n),
- Multiplizieren der ggf. modifizierten Vorsteuerwerte mit einem Wert für den der Brennkraftmaschine durch das Ansaugrohr zugeführten Luftstrom (ML),
- Umrechnen des ggf. weiter modifizierten Vorsteuerwerts in ein Tastverhältnis zur Ansteuerung des Tankentlüftungsventils,
- Kompensieren des zu erwartenden Einflusses der über die Tankentlüftung zugeführten Kraftstoffmenge auf die Gesamtkraftstoffbilanz durch einen zusätzlich zum Lambda-Regeleingriff (Mittel 16) auf ein der Kraftstoffzumeßeinrichtung (11) zuzuführendes Kraftstoffzumeßsignal erfolgenden Kompensationsschritt (Mittel 14), der ein Verringern des der Kraftstoffzumeßeinrichtung (11) zuzuführenden Stellwertes (TI) bewirkt, wodurch die von der Kraftstoffzumeßeinrichtung (11) der Brennkraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge im Vergleich zu demjenigen Zustand, in dem kein Kraftstoff über das Tankentlüftungsventil (12) zugeführt wird, jeweils in einem Umfang verringert wird, daß die Kraftstoffzumeßeinrichtung (11) der Brennkraftmaschine diejenige Menge an Kraftstoff weniger zuführt, die ihr bei dem zu erwartenden Einfluss der über die Tankentlüftung zugeführten Kraftstoffmenge auf die Gesamtkraftstoffbilanz über das Tankentlüftungsventil (12) mehr zugeführt wird,
- Erfassen der sich bei geöffnetem Tankentlüftungsventil einstellenden Gesamtgemischzusammensetzung,

gekennzeichnet durch folgende weitere Schritte:

- Modifizieren der Vorsteuerwerte durch Division mit einem zunächst angenommenen Beladungsfaktor (FTEAD), der den Anteil der Kraftstoffmasse (Regenerierkraftstoffmenge) an der Masse des Tankentlüftungsgemisches (Gasstrom durch das Tankentlüftungsventil) bezeichnet,
- Dividieren der ggf. modifizierten und multiplizierten Vorsteuerwerte durch den maximal möglichen Gasstrom (VREGNULL) durch das Tankentlüftungsventil (12),
- parallel zum Lambda-Regeleingriff (Mittel 16) auf ein der Kraftstoffzumeßeinrichtung (11) zuzuführendes Kraftstoffzumeßsignal erfolgendes Verändern des Beladungsfaktors (FTEAD), ausgehend von seinem vorliegenden Wert, abhängig vom jeweils vorliegenden Wert des Lambda Regelfaktors (FR) so, daß er dann, wenn sich bei geöffnetem Tankentlüftungsventil ein mageres Gesamtgemisch ($FR > 1$) einstellt, verkleinert wird, und daß er dann, wenn sich bei geöffnetem Tankentlüftungsventil ein fettes Gesamtgemisch ($FR < 1$) einstellt, vergrößert wird.

2. Einrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 1, mit

- Mitteln (17, 16, 15) zur Lambdaregelung
 - einem Durchflußbestimmungsmittel (33) zum Bestimmen des maximal möglichen Gasstroms durch das vollständig geöffnete Tankentlüftungsventil bei den in einem jeweiligen Betriebszustand herrschenden Druckverhältnissen von Saug- zu Umgebungsdruck (PSAUG/PAMB),
 - einem Regenerier-Vorsteuerwertspeicher (30), der in Abhängigkeit von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine (n, TL) Vorsteuerwerte einer Größe speichert, die ein Maß für eine gewünschte Regenerierkraftstoffmenge, d.h. eine über die Tankentlüftung zuzuführende Kraftstoffmenge ist,
 - einem Kompensationsmittel (37, 38, 14) zum Kompensieren des bei richtig angenommenem Beladungsfaktor (FTEAD) zu erwartenden Einflusses der über die Tankentlüftung zugeführten Kraftstoffmenge auf die Gesamtkraftstoffbilanz durch einen zusätzlich zum Lambda-Regeleingriff (Mittel 16) erfolgenden Kompensationsschritt (Mittel 14),
 - einem Umrechnungsmittel (36), das die modifizierten Vorsteuerwerte in einen Stellwert (TAU) für das Stellglied (51) für das Tankentlüftungsventil umrechnet,
- gekennzeichnet durch folgende weitere Mittel
- ein Beladungsregelungsmittel (31), das einen zunächst angenommenen Beladungsfaktor (FTEAD) ausgibt, der den Anteil der Kraftstoffmasse (Regenerierkraftstoffmenge) an der Menge des Tankentlüftungsgemisches (Gasstrom durch das Tankentlüftungsventil) bezeichnet und welches Beladungsregelungsmittel die genannten Vorsteuerwerte durch Division mit dem genannten Beladungsfaktor modifiziert und welches Beladungsregelungsmittel den genannten Beladungsfaktor (FTEAD), ausgehend von seinem vorliegenden Wert, abhängig vom jeweils vorliegenden Wert eines Lambdaregelfaktors (FR) so verändert, daß er dann, wenn sich bei geöffnetem Tankentlüftungsventil ein mageres Gesamtgemisch ($FR > 1$) einstellt, verkleinert wird, und daß er dann, wenn sich bei geöffnetem Tankentlüftungsventil ein fettes Gesamtgemisch ($FR < 1$) einstellt, vergrößert wird,
 - ein Divisionsmittel (34), das die modifizierten Vorsteuerwerte durch den maximal möglichen Gasstrom VREGO durch das Tankentlüftungsventil dividiert.
3. Einrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Durchflußbestimmungsmittel (33) einen Durchfluß-Kennlinienspeicher (49) aufweist, der Werte für den maximal möglichen Gasstrom bei einem vorgegebenen Druckverhältnis (PSAUG PAMB) adressierbar über vorgegebene Werte des Druckverhältnisses speichert.
 4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 - 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Durchflußbestimmungsmittel (33) einen Saugdruck-Kennlinienspeicher (47) aufweist, der Werte für den Saugdruck (PSAUG) hinter der Drosselklappe (27) adressierbar über vorgegebene Werte einer Lastgröße (TL) speichert.
 5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 - 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Durchflußbestimmungsmittel (33) den Umgebungsdruck (PAMB) anzeigende Werte zugeführt werden.
 6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2-5, **gekennzeichnet durch** eine Sonderbedingungsstufe (55), die bei Eintritt vorgegebener Betriebszustände das Beladungsreglermittel (31, 40) auf vorgegebene Betriebsbedingungen setzt.
 7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Umrechnungsmittel (36) Tastverhältniswerte (TAU) berechnet, und zwar so, daß bei einem Öffnungstastverhältnis größer 50 % die Öffnungszeit für das Tankentlüftungsventil auf dem minimal möglichen Wert für ordnungsgemäßen Betrieb gehalten wird und die Schließzeit variiert wird und daß bei einem Öffnungstastverhältnis kleiner 50 % die Schließzeit auf dem minimal möglichen Wert für ordnungsgemäßen Betrieb gehalten wird und die Offenzeit variiert wird.
 8. Einrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Umrechnungsmittel (36) die Taktfrequenz auf einen minimalen Wert begrenzt und dann, wenn dieser erreicht ist, die Offenzeit oder die Schließzeit, je nach dem gerade geforderten Tastverhältnis unter den genannten jeweiligen minimalen Wert für ordnungsgemäßen Betrieb senkt.

Claims

1. Method of actuating a tank venting valve (12), which is connected to the intake stub of an internal-com-

bustion engine, the supply of which with air/fuel mixture is set with the aid of a lambda control which influences a fuel metering device (11) via a lambda control factor (FR), in which method the following method steps are carried out, the order of which is fixed only where expressly specified:

- 5 - Calculating the maximum possible gas flow (VREGNULL) through the completely opened tank venting valve (12) under the pressure conditions prevailing in their respective operating state, from intake pressure to ambient pressure (PSAUG/PAMB),
- Predetermining pre-control values (FTEFMA) of a variable which is a measure of a required regenerating fuel quantity, i.e. a quantity of fuel to be supplied via the tank venting, in dependence on at least one load-dependent variable (TL) and the rotational speed (n),
- 10 - Multiplying the possibly modified pre-control values by a value for the airflow (ML) supplied to the internal-combustion engine through the intake stub,
- Recalculating the possibly further modified pre-control value into a pulse duty factor for actuating the tank venting valve,
- 15 - Compensating for the influence to be expected of the quantity of fuel supplied via the tank venting on the overall fuel balance by a compensation step (means 14) performed in addition to the lambda control intervention (means 16) on a fuel metering signal to be supplied to the fuel metering device (11), which compensation step effects a reducing of the setting value (TI) to be supplied to the fuel metering device (11), as a result of which the quantity of fuel supplied from the fuel metering device (11) to the internal-combustion engine is reduced in comparison with the state in which no fuel is supplied via the tank venting valve (12), in each case to such an extent that the fuel metering device (11) supplies to the internal-combustion engine that quantity of fuel less which is supplied to it more via the tank venting valve (12) in the case of the influence to be expected of the quantity of fuel supplied via the tank venting on the overall fuel balance,
- 20 - Sensing of the overall mixture composition resulting when the tank venting valve is open,
- 25 characterized by the following further steps:
 - Modifying the pre-control values by division by an initially assumed loading factor (FTEAD), which designates the proportion of the fuel mass (regenerating fuel quantity) of the mass of the tank venting mixture (gas flow through the tank venting valve),
 - 30 - Dividing the possibly modified and multiplied pre-control values by the maximum possible gas flow (VREGNULL) through the tank venting valve (12)
 - parallel to the lambda control intervention (means 16) on a fuel metering signal to be supplied to the fuel metering device (11), changing of the loading factor (FTEAD), starting from its present value, in a manner dependent on the respectively present value of the lambda control factor (FR), in such a way that it is reduced whenever a lean overall mixture ($FR > 1$) results when the tank venting valve is open and that it is increased whenever a rich overall mixture ($FR < 1$) results when the tank venting valve is open.

2. Device for carrying out the method according to Claim 1, having

- 40 - Means (17, 16, 15) for lambda control
- a flow-determining means (33) for determining the maximum possible gas flow through the completely opened tank venting valve under the pressure conditions prevailing in a respective operating state, from intake pressure to ambient pressure (PSAUG/PAMB),
- a regenerating pre-control value memory (30), which in dependence on operating parameters of the internal-combustion engine (n, TL) stores pre-control values of a variable which is a measure of a required regenerating fuel quantity, i.e. a quantity of fuel to be supplied via the tank venting,
- 45 - a compensating means (37, 38, 14) for compensating for the influence to be expected in the case of a correctly assumed loading factor (FTEAD) of the quantity of fuel supplied via the tank venting on the overall fuel balance by a compensation step (means 14) performed in addition to the lambda control intervention (means 16),
- 50 - a recalculating means (36) which recalculates the modified pre-control values into a setting value (TAU) for the actuator (51) for the tank venting valve,
- characterized by the following further means
 - 55 - a loading control means (31), which outputs an initially assumed loading factor (FTEAD), which designates the proportion of the fuel mass (regenerating fuel quantity) of the quantity of the tank venting mixture (gas flow through the tank venting valve) and which loading control means modifies the said pre-control values by division by the said loading factor and which loading control means changes the said loading factor (FTEAD), starting from its present value, in a manner dependent on the respectively present value of a lambda control factor (FR) in such a way that it is reduced whenever a

lean overall mixture ($FR > 1$) results when the tank venting valve is open, and that it is increased whenever a rich overall mixture ($FR < 1$) results when the tank venting valve is open,

- a division means (34), which divides the modified pre-control values by the maximum possible gas flow (VREGO) through the tank venting valve.

5

3. Device according to Claim 2, characterized in that the flow-determining means (33) exhibits a flow characteristics memory (49) which stores values for the maximum possible gas flow at a predetermined pressure ratio (PSAUG/PAMB), addressibly via predetermined values of the pressure ratio.

10

4. Device according to one of Claims 2-3, characterized in that the flow-determining means (33) exhibits an intake pressure characteristics memory (47) which stores values for the intake pressure (PSAUG) behind the throttling valve (27), addressibly via predetermined values of a load variable (TL).

15

5. Device according to one of Claims 2-4, characterized in that the flow determining means (33) is supplied with values indicating the ambient pressure (PAMB).

6. Device according to one of Claims 2-5, characterized by a special-condition stage (55) which sets the loading control means (31, 40) to predetermined operating conditions when predetermined operating conditions occur.

20

7. Device according to one of Claims 1-6, characterized in that the recalculating means (36) calculates pulse duty factor values (TAU) in such a manner that, with an opening pulse duty factor of greater than 50 %, the opening time for the tank venting valve is kept at the minimum possible value for proper operation and the closing time is varied and that, with an opening pulse duty factor of less than 50 %, the closing time is kept at the minimum possible value for proper operation and the open time is varied.

25

8. Device according to Claim 7, characterized in that the recalculating means (36) limits the pulse frequency to a minimum value and, when it is reached, lowers the open time or the closing time below the said respective minimum value for proper operation, depending on the pulse duty factor which is currently required.

30

Revendications

35

1. Procédé de commande d'une soupape de dégazage de réservoir (12) relié à la tubulure d'aspiration d'un moteur à combustion interne, dont l'alimentation en mélange air/carburant se règle par une régulation lambda qui influence une installation de dosage de carburant (11) par un coefficient de régulation lambda (FR), procédé selon lequel on exécute la succession d'étapes de procédé fixées seulement lorsqu'elles sont expressément indiquées:

40

- on calcule le débit de gaz maximum possible (VREGNULL) par la soupape de dégazage de réservoir (12) complètement ouverte pour les conditions de pression qui règnent dans chaque état de fonctionnement entre la pression d'aspiration et la pression ambiante (PSAUG/PAMB),

45

- on prédétermine des valeurs de pré-commande (FTEFMA) d'une grandeur qui est une mesure de la quantité souhaitée de carburant de régénération, c'est-à-dire d'une quantité de carburant que doit fournir le dégazage de réservoir en fonction d'au moins une grandeur (TL) dépendant de la charge ou du régime (n),

50

- on multiplie les valeurs de pré-commande éventuellement modifiées par une valeur pour le courant d'air (ML) fourni au moteur à combustion interne par la tubulure d'aspiration,
- on convertit la valeur de pré-commande modifiée le cas échéant en un rapport de travail pour commander la soupape de dégazage de réservoir,

55

- on compense l'influence prévisible de la quantité de carburant fournie par le dégazage de réservoir sur le bilan total en carburant, par une action de régulation lambda, supplémentaire (moyen 16) sur un signal de dosage de carburant destiné à l'installation de dosage de carburant 11 par une étape de compensation (moyen 14) qui réduit la valeur de réglage (TI) fournie à l'installation de dosage de carburant (11), si bien que la quantité de carburant fournie par l'installation de dosage (11) au moteur à combustion interne soit diminuée par rapport à celle fournie lorsque la soupape de dégazage (12) ne fournit pas de carburant, pour que la quantité de carburant fournie au moteur par l'installation de dosage (11) soit diminuée de la quantité de carburant fournie par la soupape de dégazage de réservoir (12) suivant l'influence de la quantité de carburant prévisible en provenance du dégazage du

réservoir sur le bilan total de carburant,

- on détecte la composition du mélange total qui s'établit lorsque la soupape de dégazage est ouverte, procédé caractérisé par les étapes suivantes :

- 5 - on modifie les valeurs de pré-commande par division par un coefficient de charge (FTEAD) pris par hypothèse et qui représente la fraction de la masse de carburant (quantité de carburant de régénération) sur la masse du mélange de dégazage du réservoir (courant de gaz traversant la soupape de dégazage),
- on divise les valeurs de pré-commande le cas échéant modifiées et multipliées par un courant de gaz maximum possible (VREGNULL) par la soupape de dégazage de réservoir (12),
- 10 - parallèlement à l'action de la régulation lambda (moyen 16) sur le signal de dosage de carburant fourni à l'installation de dosage de carburant (11), et qui modifie le coefficient de charge (FTEAD) en partant de sa valeur instantanée et en fonction de la valeur respective instantanée du coefficient de régulation lambda (FR), pour que lorsqu'il s'établit un mélange total maigre ($FR > 1$) lorsque la soupape de dégazage est ouverte, le coefficient soit diminué et lorsqu'il s'établit un mélange total riche ($FR < 1$) lorsque la soupape de dégazage est ouverte, cette valeur soit augmentée.

2. Installation pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, comprenant :

- des moyens (17, 16, 15) de régulation lambda,
- un moyen de détermination de débit (33) pour déterminer le courant de gaz maximum possible à travers la soupape de dégazage complètement ouverte pour les conditions de pression entre la pression d'aspiration et la pression ambiante (PSAUG-PAMB) qui règne dans chaque état de fonctionnement,
- une mémoire de valeurs de pré-commande de régénération (30) qui, en fonction des paramètres de fonctionnement du moteur à combustion interne (n, TL) enregistre des valeurs de pré-commande d'une grandeur qui et une mesure d'une quantité de carburant de régénération souhaitée, c'est-à-dire d'une quantité de carburant à fournir par la régénération du réservoir,
- un moyen de compensation (37, 38, 14) pour compenser le coefficient de charge (FTEAD) admis comme correct pour une influence prévisible de la quantité de carburant fournie par le dégazage du réservoir dans le bilan total de carburant par une étape de compensation (moyen 14) qui se fait en plus de l'action de régulation lambda (moyen 16),
- 30 - un moyen de conversion (36) qui convertit les valeurs de pré-commande modifiées en une valeur de réglage (TAU) de l'élément de réglage (51) de la soupape de dégazage de réservoir,

installation caractérisée par les moyens suivants :

- un moyen de régulation de charge (31) qui émet le coefficient de charge (FTEAD) admis tout d'abord et qui désigne la fraction de la masse de carburant (quantité de carburant de régénération) dans la quantité du mélange de dégazage (courant de gaz à travers la soupape de dégazage) et ce moyen de régulation de charge modifie les valeurs de pré-commande, mentionnées par division par le coefficient de charge et qui partant de sa valeur présente modifie le coefficient de charge (FTEAD) en fonction d'une valeur respectivement appliquée d'un coefficient de régulation lambda (FR) de façon à diminuer lorsqu'il s'établit un mélange total pauvre ($FR > 1$) lorsque la soupape de dégazage est ouverte, et qui augmente lorsqu'il s'établit un mélange total riche ($FR < 1$) lorsque la soupape de dégazage est ouverte,
- un moyen de division (34) qui divise les valeurs de pré-commande, modifiées par le courant de gaz maximum possible VREGO à travers la soupape de dégazage.

3. Installation selon la revendication 2, caractérisée en ce que le moyen de détermination de débit (33) comprend une mémoire de courbe caractéristique de débit (49) contenant des valeurs du courant de gaz maximum possible pour un rapport de pression prédéterminé (PSAUG/PAMB), adressable par des valeurs prédéterminées du rapport de pression.

4. Installation selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisée en ce que le moyen déterminant le débit (33) comporte une mémoire de caractéristiques de pression d'aspiration (47) qui enregistre des valeurs de la pression d'aspiration (PSAUG) en aval du papillon d'étranglement (27) et qui peuvent être adressées par les valeurs précédentes d'une grandeur de charge réelle.

5. Installation selon l'une des revendications 2 et 4, caractérisée en ce que le moyen de détermination de débit (33) reçoit des valeurs correspondant à la pression ambiante (PAMB).

6. Installation selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisée par un étage de conditions particulières (55)

qui fixe le moyen de régulation de charge (31, 40) sur des conditions de fonctionnement prédéterminées lorsque s'établissent les conditions de fonctionnement prédéterminées.

5 7. Installation selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que le moyen de conversion (36) calcule des valeurs de rapport de travail (TAU) de façon que pour un rapport de travail d'ouverture supérieur à 50 %, la durée d'ouverture de la soupape de dégazage soit maintenue à une valeur minimale permettant un fonctionnement correct et on modifie la durée de fermeture et en ce que pour un rapport de travail d'ouverture inférieur à 50 %, la durée de fermeture est maintenue à une valeur minimale permettant un fonctionnement correct et on modifie la durée d'ouverture.

10 8. Installation selon la revendication 7, caractérisée en ce que le moyen de conversion (36) limite la fréquence d'horloge à une valeur minimale et lorsque celle-ci est atteinte il abaisse la durée d'ouverture ou la durée de fermeture suivant le rapport de travail demandé, en dessous de la valeur minimale respective indiquée pour le fonctionnement correct.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

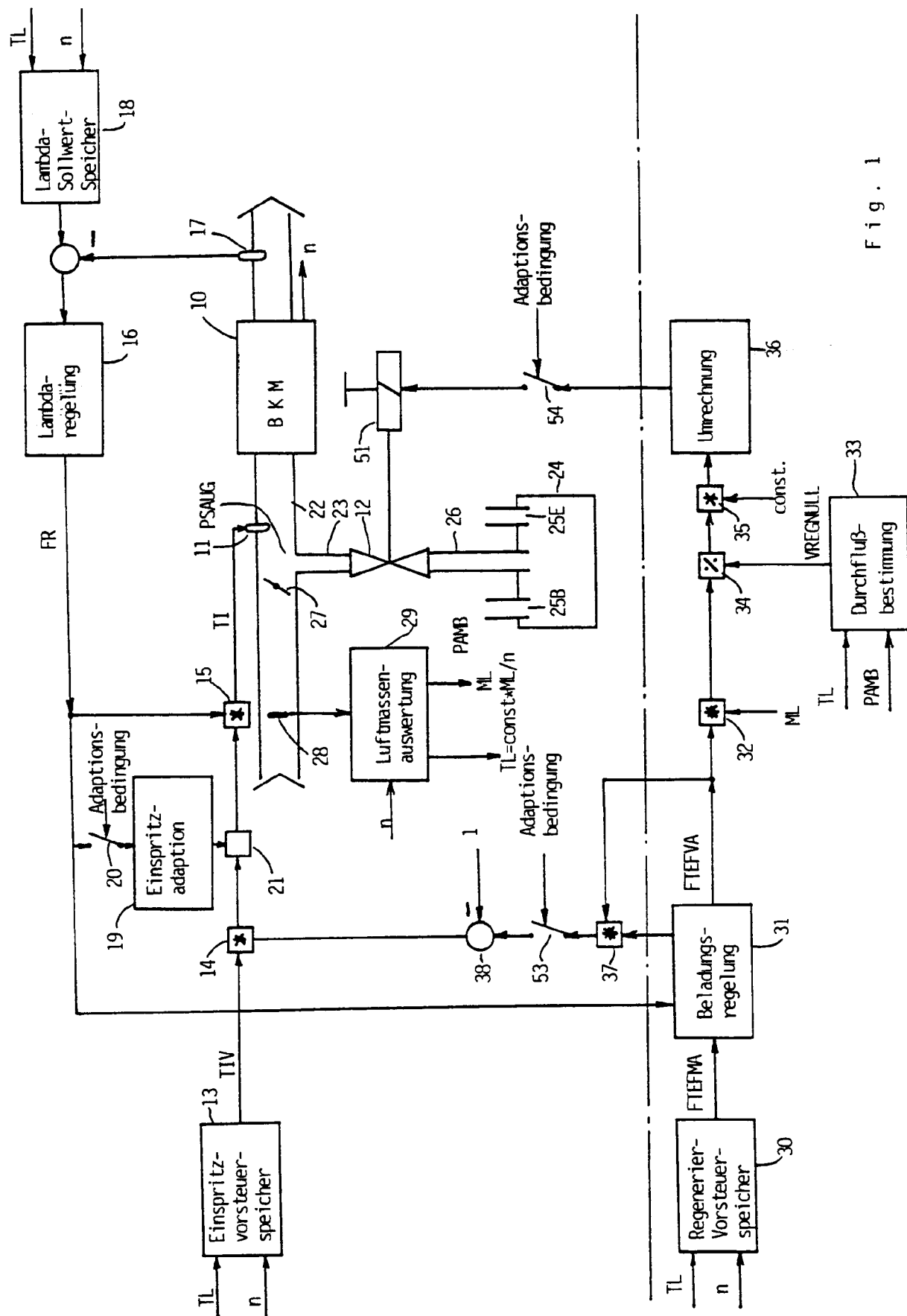


Fig. 1

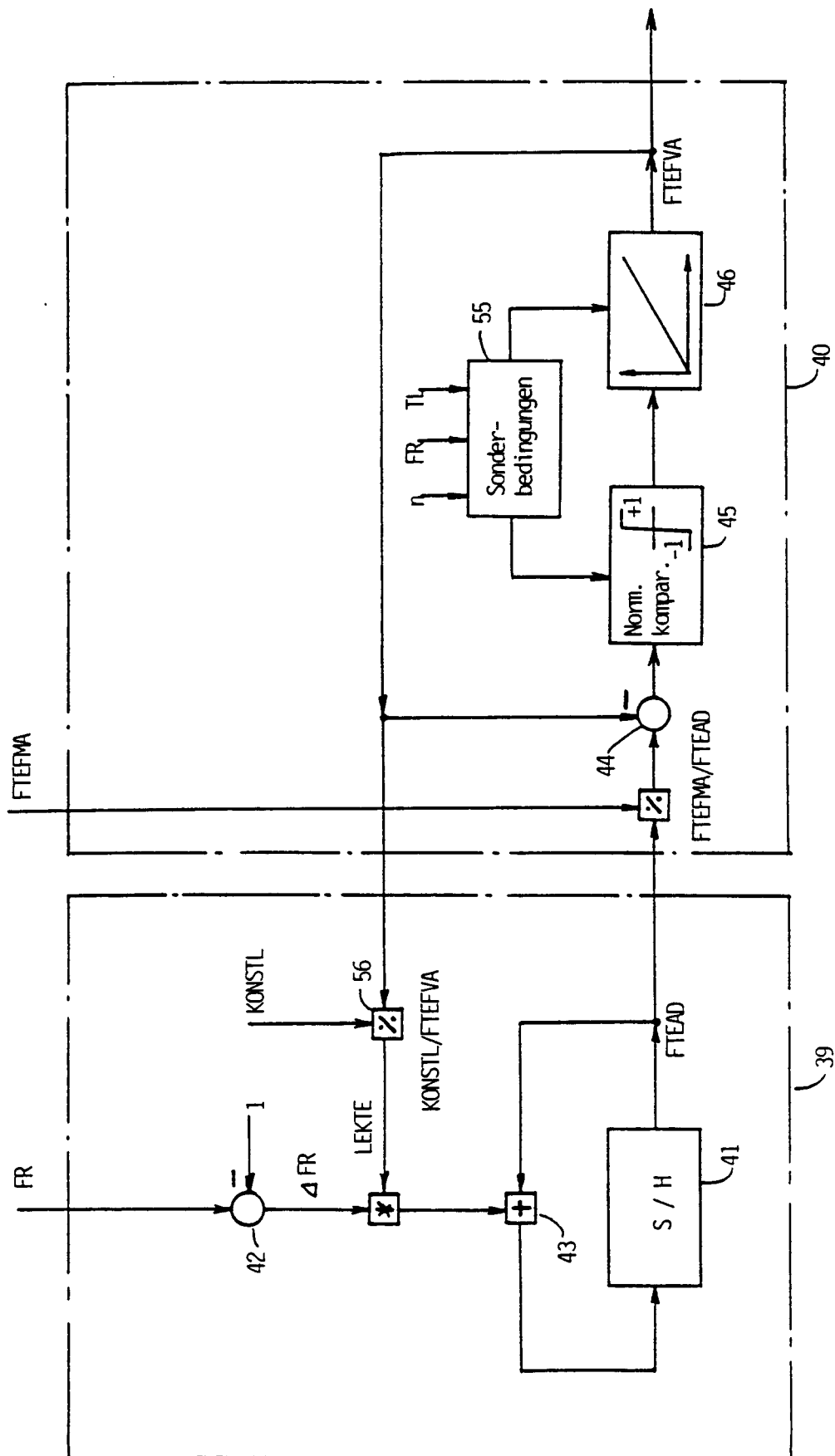


Fig. 2

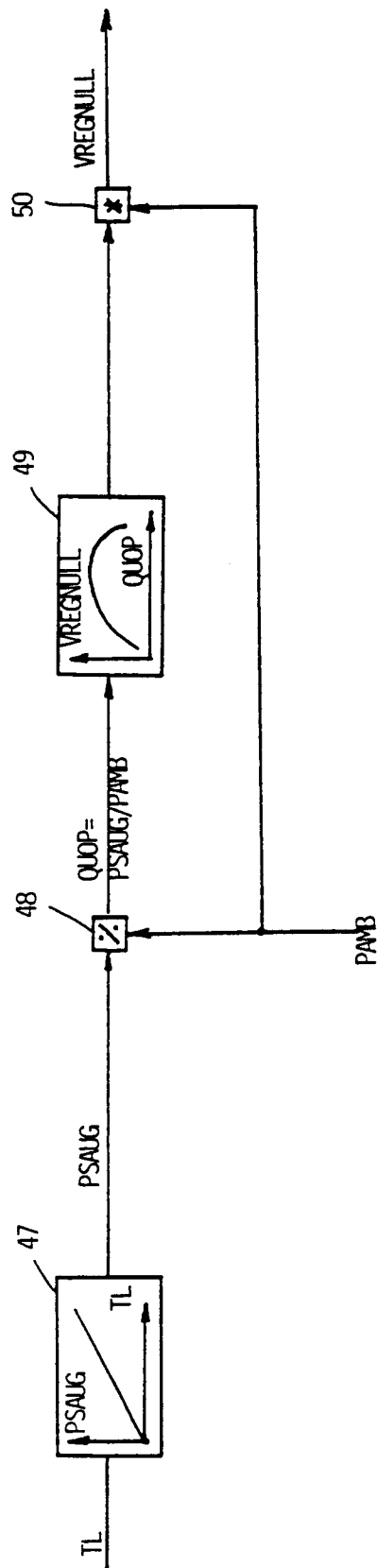


Fig. 3

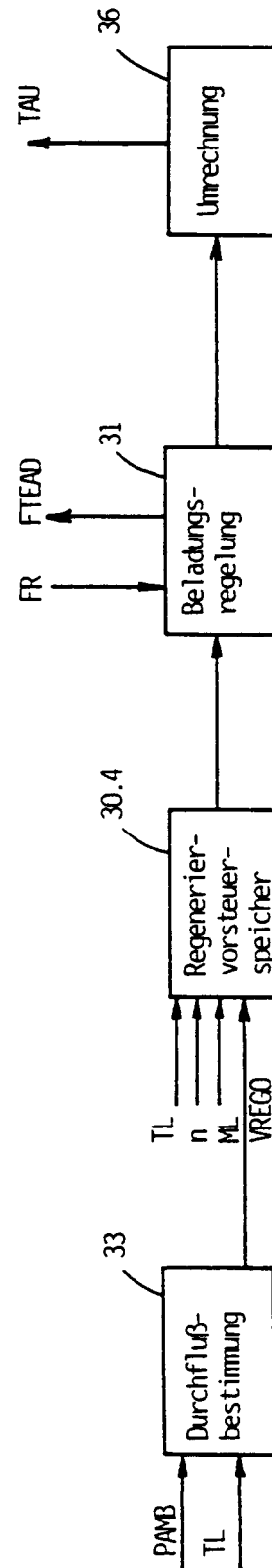


Fig. 4