

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 292 764 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
22.03.2006 Patentblatt 2006/12

(21) Anmeldenummer: **01944928.9**

(22) Anmeldetag: **15.05.2001**

(51) Int Cl.:
F02M 25/08 (2006.01) F02D 41/30 (2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2001/001837

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2001/094771 (13.12.2001 Gazette 2001/50)

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE**

METHOD FOR OPERATING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

PROCEDE POUR ACTIONNER UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR IT

(30) Priorität: **08.06.2000 DE 10028539**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.03.2003 Patentblatt 2003/12

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:

- **ESTEGHLAL, Gholamabas**
71638 Ludwigsburg (DE)
- **MALLEBREIN, Georg**
70825 Korntal-Muenchingen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 824 189 EP-A- 0 890 718
WO-A-00/09881 DE-A- 3 813 220

EP 1 292 764 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

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft ebenfalls ein entsprechendes Steuergerät für eine derartige Brennkraftmaschine.

[0002] Ein derartiges Verfahren, eine derartige Brennkraftmaschine und ein derartiges Steuergerät sind bspw. von einer sog. Benzin-Direkteinspritzung bekannt. Dort wird Kraftstoff in einem Homogenbetrieb während der Ansaugphase oder in einem Schichtbetrieb während der Verdichtungsphase in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt. Der Homogenbetrieb ist vorzugsweise für den Vollastbetrieb der Brennkraftmaschine vorgesehen, während der Schichtbetrieb für den Leerlauf und Teillastbetrieb geeignet ist. Der Schichtbetrieb zeichnet sich u.a. durch einen Motorbetrieb mit Luftüberschuss, also durch einen Magerbetrieb aus. In Abhängigkeit von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine wird bei einer derartigen Direkteinspritzung zwischen den genannten Betriebsarten umgeschaltet.

[0003] Als Betriebsarten der Brennkraftmaschine werden auch der Homogenbetrieb mit Lambda gleich Eins, ein magerer Homogenbetrieb bzw. homogener Magerbetrieb und gegebenenfalls noch weitere Betriebsweisen der Brennkraftmaschine verstanden.

[0004] Weiterhin ist bei derartigen Brennkraftmaschinen bekannt, eine Tankentlüftung vorzusehen, mit der ein Luft/Kraftstoff-Gemisch aus dem Kraftstofftank der Brennkraftmaschine über ein Tankentlüftungsventil zu dem Brennraum der Brennkraftmaschine geführt werden kann. Mit Hilfe der Tankentlüftung kann verhindert werden, dass unverbrannter Kraftstoff in die Atmosphäre abgegeben wird.

[0005] Die vorgenannte Tankentlüftung muss in die gesamte Steuerung und/oder Regelung der Brennkraftmaschine eingegliedert werden. Hierzu ist es insbesondere erforderlich, das Tankentlüftungsventil derart anzusteuern, dass einerseits eine möglichst maximale Entlüftung des Kraftstofftanks erreicht wird, dass dies aber andererseits keinerlei negativen Einfluss auf die Schadstoffentwicklung oder das von dem Fahrer des Kraftfahrzeugs erwünschte Drehmoment hat.

[0006] Weiterer Stand der Technik ist aus der EP 1 106 815 A1 bekannt.

Aufgabe und Vorteile der Erfindung

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine zu schaffen, mit dem eine optimale Tankentlüftung erreichbar ist.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren nach dem Anspruch 1 gelöst. Bei einem Steuergerät für eine Brennkraftmaschine wird die genannte Aufgabe erfindungsgemäß entsprechend gelöst.

[0009] Mit der spezifischen Soll-Kraftstoffrate des über das Tankentlüftungsventil fließenden Luft/Kraftstoff-Gemisches wird eine Größe zur Verfügung gestellt, mit der das jeweils aktuelle Lambda der Brennkraftmaschine bei der Steuerung und/oder Regelung der Tankentlüftung berücksichtigt werden kann. Die Tankentlüftung kann damit nicht nur bei einem Lambda von 1 eingesetzt werden, sondern bei jeglichem Luft/Kraftstoff-Verhältnis der Brennkraftmaschine. Damit ist der Einsatz der Tankentlüftung auch bei einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine, bei der Lambda auch ungleich 1 sein kann, möglich. Auf der Grundlage dieser spezifischen Soll-Kraftstoffrate wird dann die Tankentlüftung, insbesondere die Ansteuerung des Tankentlüftungsventils vorgenommen.

[0010] Die spezifische Soll-Kraftstoffrate wird auf einen Soll-Kraftstoffanteil des über das Tankentlüftungsventil fließenden Luft/Kraftstoff-Gemisches geregelt. Der genannte Soll-Kraftstoffanteil kann dabei insbesondere aus einem Kennfeld entnommen werden, das von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine abhängig ist. Die spezifische Soll-Kraftstoffrate kann mit einem Faktor gewichtet werden, der die Beladung eines Aktivkohlefilters darstellt, das in dem Kraftstofftank der Brennkraftmaschine enthalten ist.

[0011] Die spezifische Soll-Kraftstoffrate wird von einem Integrator erzeugt, wenn die spezifische Soll-Kraftstoffrate mit dem Soll-Kraftstoffanteil verglichen wird, und wenn das Vergleichsergebnis dem Integrator zurückgeführt wird. Damit wird letztlich das Vergleichsergebnis durch den Integrator ausgeregelt. Es entsteht somit eine Regelung der spezifischen Soll-Kraftstoffrate auf den Soll-Kraftstoffanteil. Wie bereits erwähnt wurde, ist die spezifische Soll-Kraftstoffrate und damit die gesamte, vorstehend beschriebene Regelung bei jeglichen Luft/Kraftstoff-Verhältnissen der Brennkraftmaschine einsetzbar. Die genannte Regelung ist damit nicht auf ein Lambda gleich 1 beschränkt.

[0012] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird ein Soll-Durchflussfaktor des über das Tankentlüftungsventil fließenden Luft/Kraftstoff-Gemisches erzeugt und gedämpft. Der Soll-Durchflussfaktor repräsentiert in etwa den Quotienten aus Soll-Durchfluss und maximalem Durchfluss. Mit diesem Soll-Durchflussfaktor kann letztlich das Tankentlüftungsventil angesteuert werden. Durch die Dämpfung des Soll-Durchflussfaktors wird erreicht, dass dieser Faktor sich in positiver Richtung nicht sprunghaft verändern kann. Damit wird erreicht, dass das Tankentlüftungsventil nur verzögert geöffnet werden kann. Auf diese Weise wird eine insgesamt genaue Steuerung und/oder Regelung der Brennkraftmaschine gewährleistet.

[0013] Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Soll-Durchflussfaktor von einem positiv rückgekoppelten Integrator erzeugt wird, und wenn der Soll-Durchflussfaktor von einem maximalen Durchflussfaktor begrenzt wird. Dieser maximale Durchflussfaktor kann insbesondere aus der spezifischen Soll-Kraftstoffrate ermit-

telt werden. Auf diese Weise wird erreicht, dass der Soll-Durchflussfaktor nur verzögert aufgesteuert, jedoch sprunghaft abgesteuert werden kann. Damit wird ein sprunghaftes Öffnen des Tankentlüftungsventils verhindert, wobei gleichzeitig jedoch ein sprunghaftes Schließen des Tankentlüftungsventils möglich ist.

[0014] Bei einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird ein Soll-Massenstrom über das Tankentlüftungsventil erzeugt und gedämpft. Damit wird wiederum erreicht, dass der Soll-Massenstrom sich zumindest in positiver Richtung nicht sprunghaft verändern kann. Damit werden positive Sprünge im Rahmen der Steuerung und/oder Regelung der gesamten Brennkraftmaschine sicher vermieden.

[0015] Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Soll-Durchflussfaktor in einen maximalen Massenstrom über das Tankentlüftungsventil umgewandelt wird, wenn der Soll-Massenstrom von einem positiv rückgekoppelten Integrator erzeugt wird, und wenn der Soll-Massenstrom von dem maximalen Massenstrom begrenzt wird. Damit wird einerseits erreicht, dass der Soll-Massenstrom nur verzögert aufgesteuert werden kann. Andererseits ist es jedoch möglich, dass der Soll-Massenstrom sprunghaft vermindert und damit abgesteuert werden kann.

[0016] Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Form eines Computerprogramms, das für das Steuergerät der Brennkraftmaschine vorgesehen ist. Das Computerprogramm ist auf einem Computer des Steuergeräts ablauf-
fähig und zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet. In diesem Fall wird also die Erfindung durch das Computerprogramm realisiert, so dass dieses Computerprogramm in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Computerprogramm geeignet ist. Das Computerprogramm kann auf einem Flash-Memory abgespeichert werden. Als Computer kann ein Mikroprozessor vorgesehen sein.

[0017] Weitere Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind.

Ausführungsbeispiele der Erfindung

[0018]

Figur 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine, und

Figur 2 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben der Brennkraftmaschine der Figur 1.

[0019] In der Figur 1 ist eine Brennkraftmaschine 1 eines Kraftfahrzeugs dargestellt, bei der ein Kolben 2 in

einem Zylinder 3 hin- und herbewegbar ist. Der Zylinder 3 ist mit einem Brennraum 4 versehen, der unter anderem durch den Kolben 2, ein Einlassventil 5 und ein Auslassventil 6 begrenzt ist. Mit dem Einlassventil 5 ist ein Ansaugrohr 7 und mit dem Auslassventil 6 ist ein Abgasrohr 8 gekoppelt.

[0020] Im Bereich des Einlassventils 5 und des Auslassventils 6 ragen ein Einspritzventil 9 und eine Zündkerze 10 in den Brennraum 4. Über das Einspritzventil 9 kann Kraftstoff in den Brennraum 4 eingespritzt werden. Mit der Zündkerze 10 kann der Kraftstoff in dem Brennraum 4 entzündet werden.

[0021] In dem Ansaugrohr 7 ist eine drehbare Drosselklappe 11 untergebracht, über die dem Ansaugrohr 7 Luft zuführbar ist. Die Menge der zugeführten Luft ist abhängig von der Winkelstellung der Drosselklappe 11. In dem Abgasrohr 8 ist ein Katalysator 12 untergebracht, der der Reinigung der durch die Verbrennung des Kraftstoffs entstehenden Abgase dient.

[0022] Von einem Aktivkohlefilter 14 eines Kraftstofftanks 15 führt eine Tankentlüftungsleitung 16 zu dem Ansaugrohr 7. In der Tankentlüftungsleitung 16 ist ein Tankentlüftungsventil 17 untergebracht, mit dem die Menge des dem Ansaugrohr 7 zugeführten Luft/Kraftstoff-Gemisches einstellbar ist. Das Aktivkohlefilter 14, die Tankentlüftungsleitung 16 und das Tankentlüftungsventil 17 bilden eine sogenannte Tankentlüftung.

[0023] Der Kolben 2 wird durch die Verbrennung des Kraftstoffs in dem Brennraum 4 in eine Hin- und Herbewegung versetzt, die auf eine nicht-dargestellte Kurbelwelle übertragen wird und auf diese ein Drehmoment ausübt.

[0024] Ein Steuergerät 18 ist von Eingangssignalen 19 beaufschlagt, die mittels Sensoren gemessene Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 darstellen. Beispielsweise ist das Steuergerät 18 mit einem Luftmassensensor, einem Lambda-Sensor, einem Drehzahlsensor und dergleichen verbunden. Des Weiteren ist das Steuergerät 18 mit einem Fahrpedalsensor verbunden, der ein Signal erzeugt, das die Stellung eines von einem Fahrer betätigbaren Fahrpedals und damit das angeforderte Drehmoment angibt. Das Steuergerät 18 erzeugt Ausgangssignale 20, mit denen über Aktoren bzw. Steller das Verhalten der Brennkraftmaschine 1 beeinflusst werden kann. Beispielsweise ist das Steuergerät 18 mit dem Einspritzventil 9, der Zündkerze 10 und der Drosselklappe 11 und dergleichen verbunden und erzeugt die zu deren Ansteuerung erforderlichen Signale.

[0025] Unter anderem ist das Steuergerät 18 dazu vorgesehen, die Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 zu steuern und/oder zu regeln. Beispielsweise wird die von dem Einspritzventil 9 in den Brennraum 4 eingespritzte Kraftstoffmasse von dem Steuergerät 18 insbesondere im Hinblick auf einen geringen Kraftstoffverbrauch und/oder eine geringe Schadstoffentwicklung gesteuert und/oder geregelt. Zu diesem Zweck ist das Steuergerät 18 mit einem Mikroprozessor versehen, der in einem Speichermedium, insbesondere in einem

Flash-Memory ein Programm abgespeichert hat, das dazu geeignet ist, die genannte Steuerung und/oder Regelung durchzuführen.

[0026] Die Brennkraftmaschine 1 der Figur 1 kann in einer Mehrzahl von Betriebsarten betrieben werden. So ist es möglich, die Brennkraftmaschine 1 in einem Homogenbetrieb, einem Schichtbetrieb, einem homogenen Magerbetrieb, einem Schichtbetrieb mit homogener Grundladung und dergleichen zu betreiben.

[0027] Im Homogenbetrieb wird der Kraftstoff während der Ansaugphase von dem Einspritzventil 9 direkt in den Brennraum 4 der Brennkraftmaschine 1 eingespritzt. Der Kraftstoff wird dadurch bis zur Zündung noch weitgehend verwirbelt, so dass im Brennraum 4 ein im Wesentlichen homogenes Kraftstoff/Luft-Gemisch entsteht. Das zu erzeugende Moment wird dabei im Wesentlichen über die Stellung der Drosselklappe 11 von dem Steuergerät 18 eingestellt. Im Homogenbetrieb werden die Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 derart gesteuert und/oder geregelt, dass Lambda gleich Eins ist. Der Homogenbetrieb wird insbesondere bei Vollast angewendet.

[0028] Der homogene Magerbetrieb entspricht weitgehend dem Homogenbetrieb, es wird jedoch das Lambda auf einen Wert größer Eins eingestellt.

[0029] Im Schichtbetrieb wird der Kraftstoff während der Verdichtungsphase von dem Einspritzventil 9 direkt in den Brennraum 4 der Brennkraftmaschine 1 eingespritzt. Damit ist bei der Zündung durch die Zündkerze 10 kein homogenes Gemisch im Brennraum 4 vorhanden, sondern eine Kraftstoffschichtung. Die Drosselklappe 11 kann, abgesehen von Anforderungen z.B. der Tankentlüftung, vollständig geöffnet und die Brennkraftmaschine 1 damit entdrosselt betrieben werden. Das zu erzeugende Moment wird im Schichtbetrieb weitgehend über die Kraftstoffmasse eingestellt. Mit dem Schichtbetrieb kann die Brennkraftmaschine 1 insbesondere im Leerlauf und bei Teillast betrieben werden.

[0030] Zwischen den genannten Betriebsarten der Brennkraftmaschine 1 kann in Abhängigkeit von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 hin- und her- bzw. umgeschaltet werden. Derartige Umschaltungen werden von dem Steuergerät 18 durchgeführt. Hierzu ist in dem Steuergerät 18 ein Betriebsartenkennfeld vorhanden, in dem für jeden Betriebspunkt der Brennkraftmaschine 1 eine zugehörige Betriebsart abgespeichert ist.

[0031] Die vorstehend beschriebene Tankentlüftung muss in die gesamte Steuerung und/oder Regelung der Brennkraftmaschine 1 mit einbezogen werden. Dabei sind eine Mehrzahl von Parametern der Tankentlüftung zu berücksichtigen, wie bspw. die Beladung des Aktivkohlefilters 14 mit Kohlenwasserstoffen, die Stellung des Tankentlüftungsventils 17, der momentane Betriebszustand der Brennkraftmaschine 1, insbesondere die momentane Betriebsart derselben, das von dem Fahrer angeforderte und von der Brennkraftmaschine 1 abzugebende Drehmoment, u.dgl. Für diese Einbeziehung der Tankentlüftung ist es erforderlich, einen Soll-Durchflussfaktor f_{tevfl} über das Tankentlüftungsventil 17 so-

wie einen Soll-Massenstrom $m_{stesoll}$ über das Tankentlüftungsventil 17 zu ermitteln.

[0032] An Hand der Figur 2 wird nachfolgend ein Verfahren erläutert, mit dem der genannte Soll-Durchflussfaktor f_{tevfl} und der genannte Soll-Massenstrom $m_{stesoll}$ ermittelt werden können.

[0033] Zu diesem Zweck ist in der Figur 2 ein Integrator 20 vorgesehen, dessen Ausgangssignal eine spezifische Soll-Kraftstoffrate f_{kastes} der Tankentlüftung darstellt. Diese spezifische Soll-Kraftstoffrate f_{kastes} wird mit der Beladung f_{ead} des Aktivkohlefilters 14 multiplikativ verknüpft. Das Ergebnis dieser Multiplikation wird mit einem Soll-Kraftstoffanteil f_{kates} der Tankentlüftung verglichen. Dieser Soll-Kraftstoffanteil f_{kates} wird von einem Block 22 ermittelt und stellt denjenigen erwünschten Kraftstoffanteil dar, der von der Tankentlüftung geliefert werden soll.

[0034] Das Ergebnis des vorgenannten Vergleichs kann ggf. noch zu Korrektur- oder Anpassungszwecken mit einem Faktor verknüpft werden, der von einem Block 23 geliefert wird. Das daraus resultierende Signal wird dann dem Integrator 21 als Eingangssignal zugeführt. Letztlich liegt also am Integrator 21 das vorgenannte Vergleichsergebnis in ggf. gewichteter Form an.

[0035] Von einem Block 24 wird ein Maximalwert f_{kastex} für die spezifische Kraftstoffrate der Tankentlüftung erzeugt und an den Integrator 21 weitergegeben. Durch diesen Maximalwert f_{kastex} wird das Ausgangssignal des Integrators 21, also die spezifische Soll-Kraftstoffrate f_{kastes} der Tankentlüftung begrenzt.

[0036] Der Integrator 21 mit der zugehörigen Rückkopplungsschleife stellt einen Regelkreis dar, mit dem die spezifische Soll-Kraftstoffrate f_{kastes} auf den Soll-Kraftstoffanteil f_{kates} der Tankentlüftung geregelt wird. Der Integrator 21 dieses Regelkreises wird dabei auf den Maximalwert f_{kastex} der spezifischen Kraftstoffrate für die Tankentlüftung begrenzt.

[0037] Das Ausgangssignal des vorgenannten Regelkreises, also die spezifische Soll-Kraftstoffrate f_{kastes} , wird in einen maximalen Durchflussfaktor $f_{tevflox}$ über das Tankentlüftungsventil 17 umgerechnet. Zu diesem Zweck wird zuerst die spezifische Soll-Kraftstoffrate f_{kastes} durch den Lambda-Sollwert λ_{msbg} dividiert. Die sich daraus ergebende Soll-Spülrate $f_{tefsoll}$ wird mit dem gesamten Massenstrom m_{ssgin} im Ansaugrohr 7 multipliziert. Der sich daraus ergebende Massenstrom wird schließlich durch denjenigen Massenstrom m_{steo} dividiert, der bei offenem Tankentlüftungsventil 17 vorhanden ist. Das Ergebnis dieser Schritte ist der bereits genannte Maximalwert für den Durchflussfaktor $f_{tevflox}$ über das Tankentlüftungsventil 17.

[0038] Der Maximalwert $f_{tevflox}$ für den Durchflussfaktor über das Tankentlüftungsventil 17 wird einem Integrator 25 zugeführt und begrenzt dessen Ausgangssignal. Bei diesem Ausgangssignal des Integrators 25 handelt es sich um den Soll-Durchflussfaktor f_{tevfl} über das Tankentlüftungsventil 17. Dieser Soll-Durchflussfaktor f_{tevfl} ist auf den Eingang des Integrators 25 zurück-

gekoppelt. In dieser Rückkoppelschleife kann eine Multiplikation mit einem Korrektur- oder sonstigem Faktor erfolgen, der von einem Block 26 erzeugt wird. Weiterhin ist es möglich, dass in der Rückkoppelschleife eine weitere Verknüpfung mit Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine in einen Block 27 erfolgt.

[0039] Der von dem Integrator 25 erzeugte Soll-Durchflussfaktor f_{tevfl} wird mit demjenigen Massenstrom m_{steo} multiplikativ verknüpft, der bei offenem Tankentlüftungsventil 17 vorhanden ist. Das Ergebnis dieser Multiplikation stellt einen maximalen Massenstrom m_{stemx} über das Tankentlüftungsventil 17 dar. Dieser maximale Massenstrom m_{stemx} ist einem weiteren Integrator 28 als Maximalwert zugeführt.

[0040] Der Integrator 28 erzeugt als Ausgangssignal den Soll-Massenstrom $m_{stesoll}$ über das Tankentlüftungsventil 17. Dieser Soll-Massenstrom $m_{stesoll}$ ist auf den Eingang des Integrators 28 zurückgekoppelt. Dabei ist es möglich, dass der Soll-Massenstrom $m_{stesoll}$ mit einem Faktor multiplikativ verknüpft wird, wobei dieser Faktor von einem Block 29 erzeugt wird. Weiterhin ist es möglich, dass in der Rückkoppelschleife weitere Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 mittels eines Blocks 30 Berücksichtigung finden.

[0041] Das Ausgangssignal des Integrators 28, also der Soll-Massenstrom $m_{stesoll}$ wird dabei auf den Maximalwert m_{stemx} des Massenstroms über das Tankentlüftungsventil 17 begrenzt.

[0042] Die beiden Integratoren 25 und 28 sind über ihre jeweiligen Rückkoppelschleifen positiv zurückgekoppelt. Dies bedeutet, dass beide Integratoren 25, 28 immer die Tendenz haben, ihr Ausgangssignal zu vergrößern. Die Steigung einer derartigen Erhöhung des jeweiligen Ausgangssignals hängt dabei von der Rückkoppelschleife, und dort insbesondere von Einflussnahmen auf das Rückkoppelsignal ab. Die genannte Steigung kann somit über die Blöcke 26, 27 sowie über die Blöcke 29, 30 auf gewünschte Werte eingestellt werden.

[0043] Gleichzeitig werden beide Integratoren 25, 28 jeweils durch einen Maximalwert begrenzt. Dies bedeutet, dass das Ausgangssignal der beiden Integratoren 25, 28 einerseits immer anwächst, andererseits jedoch von dem jeweils anliegenden Maximalwert immer begrenzt wird.

[0044] Daraus ergibt sich, dass die beiden Integratoren 25, 28 zusammen mit ihren Rückkoppelschleifen als Dämpfungsglieder wirken. Die Ausgangssignale der beiden Integratoren 25, 28 können einerseits sich in Richtung zu größeren Werten verändern, wobei - wie gesagt - die Steigung dieser Veränderung eingestellt werden kann, andererseits werden die Ausgangssignale dieser beiden Integratoren 25, 28 jedoch durch die jeweiligen Maximalwerte begrenzt, so dass eine Verminderung der Maximalwerte sofort und unmittelbar auch zu einer Verminderung des jeweiligen Ausgangssignals des zugehörigen Integrators 25, 28 führt.

[0045] Dies bedeutet mit anderen Worten, dass die Ausgangssignale der beiden Integratoren 25, 28 bei der

Aufsteuerung hin zu größeren Werten mit einer Begrenzung der Aufsteuergeschwindigkeit versehen sind, bei der Absteuerung hin zu kleineren Werten jedoch eine derartige Geschwindigkeitsbegrenzung nicht vorhanden ist, so dass die Absteuerung unverzüglich durchgreift.

[0046] Wie erwähnt, handelt es sich bei dem Ausgangssignal des Integrators 25 um den Soll-Durchflussfaktor f_{tevfl} für das Tankentlüftungsventil 17. Mit diesem Soll-Durchflussfaktor f_{tevfl} wird letztlich das Tankentlüftungsventil 17 angesteuert. Dies bedeutet, dass das Tankentlüftungsventil 17 nicht sprunghaft geöffnet werden kann, sondern dass bei einem Öffnen des Tankentlüftungsventils 17 hin zu einem größeren Durchfluss die genannte Geschwindigkeitsbegrenzung vorhanden ist. Gleichzeitig ist es jedoch möglich, das Tankentlüftungsventil 17 unverzüglich und damit sprunghaft zu schließen. Wie erläutert wurde, greift bei einem derartigen Schließen des Tankentlüftungsventil 17 keine Geschwindigkeitsbegrenzung ein.

[0047] Wie ebenfalls bereits erläutert wurde, handelt es sich bei dem Ausgangssignal des Integrators 28 um den Soll-Massenstrom $m_{stesoll}$ über das Tankentlüftungsventil 17. Dieser Soll-Massenstrom $m_{stesoll}$ kann sich damit nicht sprunghaft verändern. Stattdessen kann die Aufsteuerung des Soll-Massenstroms $m_{stesoll}$ nur mit der bereits genannten Geschwindigkeitsbegrenzung erfolgen. Umgekehrt ist es jedoch möglich, den Soll-Massenstrom $m_{stesoll}$ sprunghaft und damit unverzüglich abzusteuern. Hier greift keine Geschwindigkeitsbegrenzung ein.

[0048] Zusammengefasst wird damit von dem ersten Integrator 21 eine Regelung der spezifischen Soll-Kraftstoffrate f_{kastes} durchgeführt. Aus der spezifischen Soll-Kraftstoffrate f_{kastes} wird mit Hilfe des zweiten Integrators 25 ein gedämpfter Soll-Durchflussfaktor f_{tevfl} abgeleitet. Aus dem Soll-Durchflussfaktor f_{tevfl} wird schließlich mit Hilfe des dritten Integrators 28 ein gedämpfter Soll-Massenstrom $m_{stesoll}$ ermittelt. Dieses gesamte Verfahren ist dabei für jegliches Lambda verwendbar. Das Luft-Kraftstoffverhältnis wird über das Soll-Lambda λ_{msbg} bei dem beschriebenen Verfahren berücksichtigt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem Kraftstoff in mindestens zwei Betriebsarten in einen Brennraum (4) eingespritzt wird, und bei dem ein Luft/Kraftstoff-Gemisch über ein Tankentlüftungsventil (17) fließt und dem Brennraum (4) zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** von einem Integrator (21) ein Ausgangssignal erzeugt wird, das eine spezifische Soll-Kraftstoffrate (f_{kastes}) des über das Tankentlüftungsventil (17) fließenden Luft/Kraftstoff-Gemisches darstellt, mit der das jeweils aktuelle Lambda der Brennkraftmaschine (1) be-

rücksichtigt wird, dass ein Soll-Kraftstoffanteil (fkates) des über das Tankentlüftungsventil (17) fließenden Luft/Kraftstoff-Gemisches ermittelt wird, der denjenigen erwünschten Kraftstoffanteil darstellt, der über das Tankentlüftungsventil (17) geliefert werden soll, dass die spezifische Soll-Kraftstoffrate (fkastes) mit dem Soll-Kraftstoffanteil (fkates) verglichen wird, dass das Vergleichsergebnis dem Integrator (21) zugeführt wird, und dass die spezifische Soll-Kraftstoffrate (fkastes) damit auf den Soll-Kraftstoffanteil (fkates) des über das Tankentlüftungsventil (17) fließenden Luft/Kraftstoff-Gemisches geregelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die spezifische Soll-Kraftstoffrate (fkastes) von einem Integrator (25) erzeugt wird, dass die spezifische Soll-Kraftstoffrate (fkastes) mit dem Soll-Kraftstoffanteil (fkates) verglichen wird, und dass das Vergleichsergebnis dem Integrator (25) zurückgeführt wird.

3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die spezifische Soll-Kraftstoffrate (fkastes) auf einen Maximalwert (fkastex) für die spezifische Kraftstoffrate begrenzt wird.

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die spezifische Soll-Kraftstoffrate (fkastes) in einen maximalen Durchflussfaktor (ftevflox) des über das Tankentlüftungsventil (17) fließenden Luft/Kraftstoffgemisches umgewandelt wird.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Soll-Durchflussfaktor (ftevflos) des über das Tankentlüftungsventil (17) fließenden Luft/Kraftstoffgemisches erzeugt und gedämpft wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 und 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Soll-Durchflussfaktor (ftevflos) von einem positiv rückgekoppelten Integrator (25) erzeugt wird, und dass der Soll-Durchflussfaktor (ftevflos) von dem maximalen Durchflussfaktor (ftevflox) begrenzt wird.

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Soll-Massenstrom (mstesoll) über das Tankentlüftungsventil (17) erzeugt und gedämpft wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 und 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Soll-Durchflussfaktor (ftevflos) in einen maximalen Massenstrom (mstemx) über das Tankentlüftungsventil (17) umgewandelt wird, dass der Soll-Massenstrom (mstesoll) von ei-

nem positiv rückgekoppelten Integrator (28) erzeugt wird, und dass der Soll-Massenstrom (mstesoll) von dem maximalen Massenstrom (mstemx) begrenzt wird.

9. Computerprogramm, **dadurch gekennzeichnet, dass** es zur Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 programmiert ist.

10. Computerprogramm nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** es auf einem Speicher abgespeichert ist, insbesondere auf einem Flash-Memory.

11. Steuergerät (18) für eine Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, **dadurch gekennzeichnet, dass** es zur Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 hergerichtet ist.

Claims

1. Method for operating an internal combustion engine (1), in particular of a motor vehicle, in which fuel is injected into a combustion chamber (4) in at least two operating modes, and in which an air/fuel mix flows via a tank venting valve (17) and is fed to the combustion chamber (4), **characterized in that** an integrator (21) generates an output signal which represents a specific set fuel rate (fkastes) of the air/fuel mix flowing via the tank venting valve (17), which set fuel rate takes account of the current lambda of the internal combustion engine (1), **in that** a set fuel content (fkates) of the air/fuel mix flowing via the tank venting valve (17) is determined, which set fuel content represents the desired fuel content which is to be delivered via the tank venting valve (17), **in that** the specific set fuel rate (fkastes) is compared with the set fuel content (fkates), **in that** the result of the comparison is fed to the integrator (21), and **in that** the specific set fuel rate (fkastes) is in this way adjusted to the set fuel content (fkates) of the air/fuel mix flowing via the tank venting valve (17).

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the specific set fuel rate (fkastes) is generated by an integrator (25), **in that** the specific set fuel rate (fkastes) is compared with the set fuel content (fkates), and **in that** the result of the comparison is fed back to the integrator (25).

3. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the specific set fuel rate (fkastes) is limited to a maximum value (fkastex) for the specific fuel rate.

4. Method according to one of the preceding claims,

characterized in that the specific set fuel rate (fkastes) is converted into a maximum through-flow factor (ftevflox) for the air/fuel mix flowing via the tank venting valve (17).

5. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a set through-flow factor (ftevflos) for the air/fuel mix flowing via the tank venting valve (17) is generated and damped.
6. Method according to Claims 4 and 5, **characterized in that** the set through-flow factor (ftevflos) is generated by an integrator (25) with positive feedback, and **in that** the set through-flow factor (ftevflos) is limited by the maximum through-flow factor (ftevflox).
7. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a set mass flow (mstesoll) across the tank venting valve (17) is generated and damped.
8. Method according to Claims 6 and 7, **characterized in that** the set through-flow factor (ftevflos) is converted into a maximum mass flow (mstemx) across the tank venting valve (17), **in that** the set mass flow (mstesoll) is generated by an integrator (28) with positive feedback, and **in that** the set mass flow (mstesoll) is limited by the maximum mass flow (mstemx).
9. Computer program, **characterized in that** it is programmed to apply the method according to one of Claims 1 to 8.
10. Computer program according to Claim 9, **characterized in that** it is stored on a memory, in particular on a flash memory.
11. Control unit (18) for an internal combustion engine (1), in particular of a motor vehicle, **characterized in that** it is designed to apply the method according to one of Claims 1 to 8.

Revendications

1. Procédé de gestion d'un moteur à combustion interne (1), en particulier d'un véhicule automobile, selon lequel on injecte du carburant dans une chambre de combustion (4) suivant aux moins deux modes de fonctionnement, et un mélange air/carburant passe par une soupape de purge du réservoir (17) et est acheminé jusqu'à la chambre de combustion (4), **caractérisé en ce qu'** un intégrateur (21) génère un signal de sortie qui représente un débit de carburant de consigne spécifique (fkastes) du mélange air/carburant passant

par la soupape de purge du réservoir (17), avec lequel est pris en compte la valeur lambda actuelle respective du moteur à combustion interne (1), on détermine une proportion de carburant de consigne (fkates) du mélange air/carburant s'écoulant par la soupape de purge du réservoir (17), qui représente la part de carburant souhaitée devant être acheminée par la soupape de purge du réservoir (17), on compare le débit de carburant de consigne spécifique (fkastes) avec la proportion de carburant de consigne (fkates), le résultat de la comparaison est envoyé à l'intégrateur (21), et le débit de carburant de consigne spécifique (fkastes) est ainsi régulé sur la proportion de carburant de consigne (fkates) du mélange air/carburant s'écoulant par la soupape de purge du réservoir (17).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le débit de carburant de consigne spécifique (fkastes) est généré par un intégrateur (25) qui compare le débit de carburant de consigne spécifique (fkastes) avec la proportion de carburant de consigne (fkates), et le résultat de la comparaison est renvoyé à l'intégrateur (25).
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le débit de carburant de consigne spécifique (fkastes) est limité à une valeur maximale (fkastex) de débit de carburant spécifique.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le débit de carburant de consigne spécifique (fkastes) est converti en un coefficient de débit maximal (ftevflox) du mélange air/carburant s'écoulant par la soupape de purge du réservoir (17).
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'** on génère et on amortit un coefficient de débit de consigne (ftevflos) du mélange air/carburant s'écoulant par la soupape de purge du réservoir (17).
6. Procédé selon les revendications 4 et 5, **caractérisé en ce que** le coefficient de débit de consigne (ftevflos) est généré par un intégrateur à réaction positive (25), et le coefficient de débit de consigne (ftevflos) est limité par le coefficient de débit maximal (ftevflox).
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes,

tes,

caractérisé en ce qu'

on génère et on amortit un débit massique de consigne (mstesoll) par la soupape de purge du réservoir (17).

5

8. Procédé selon la revendication 6 ou 7,

caractérisé en ce que

le coefficient de débit de consigne (ftevflos) est converti en un débit massique maximal (mstemx) par la soupape de purge du réservoir (17),

10

le débit massique de consigne (mstesoll) est généré par un intégrateur à réaction positive (28), et

le débit massique de consigne (mstesoll) est limité par le débit massique maximal (mstemx).

15

9. Programme informatique,

caractérisé en ce qu'

il est programmé pour la mise en application du procédé selon l'une des revendications 1 à 8.

20

10. Programme informatique selon la revendication 9,

caractérisé en ce qu'

il est enregistré dans une mémoire, en particulier dans une mémoire flash.

25

11. Appareil de commande (18) pour moteur à combustion interne (1), en particulier d'un véhicule automobile,

caractérisé en ce qu'

30

il est conçu pour la mise en application du procédé selon l'une des revendications 1 à 8.

35

40

45

50

55

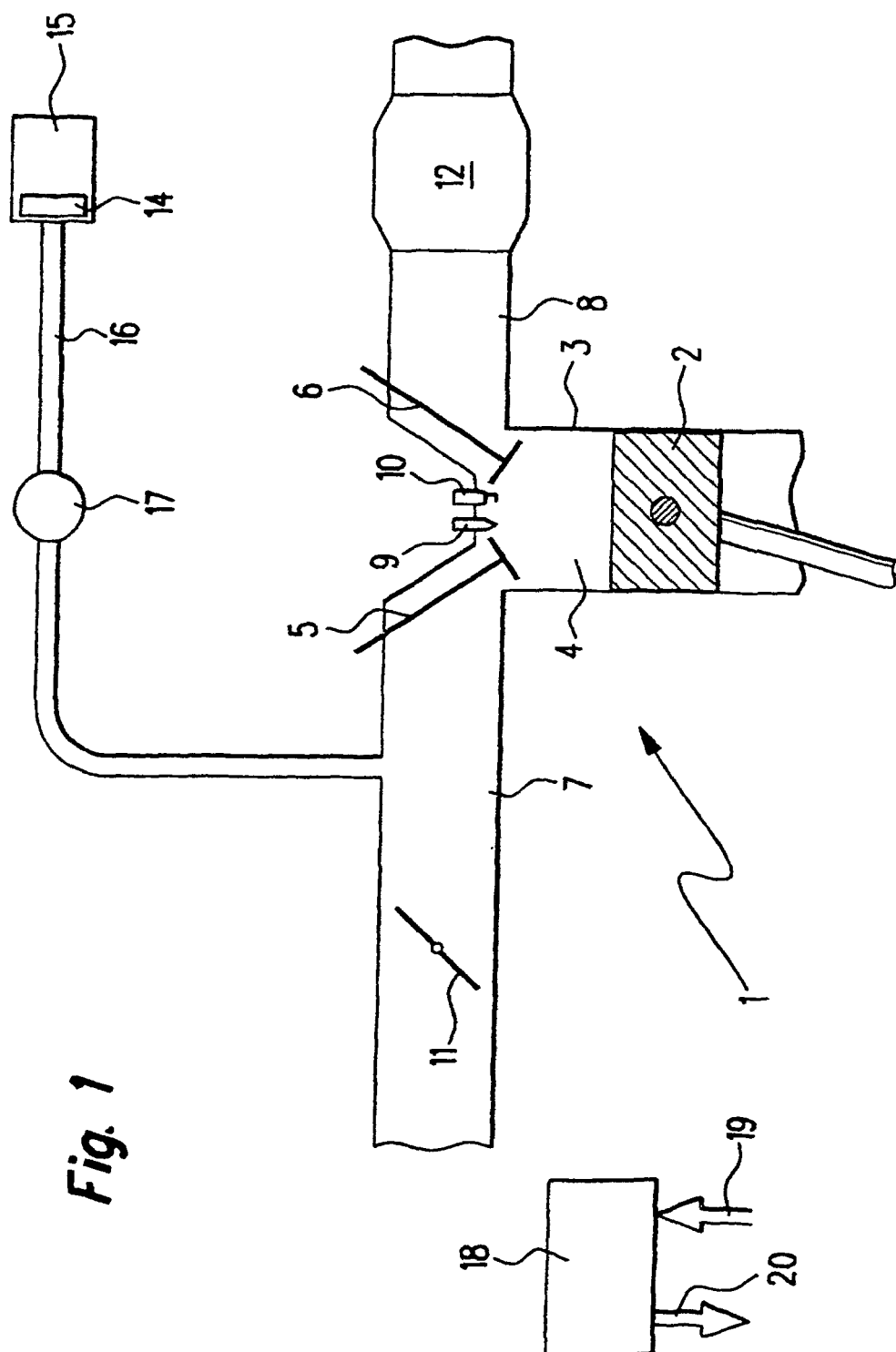


Fig. 1

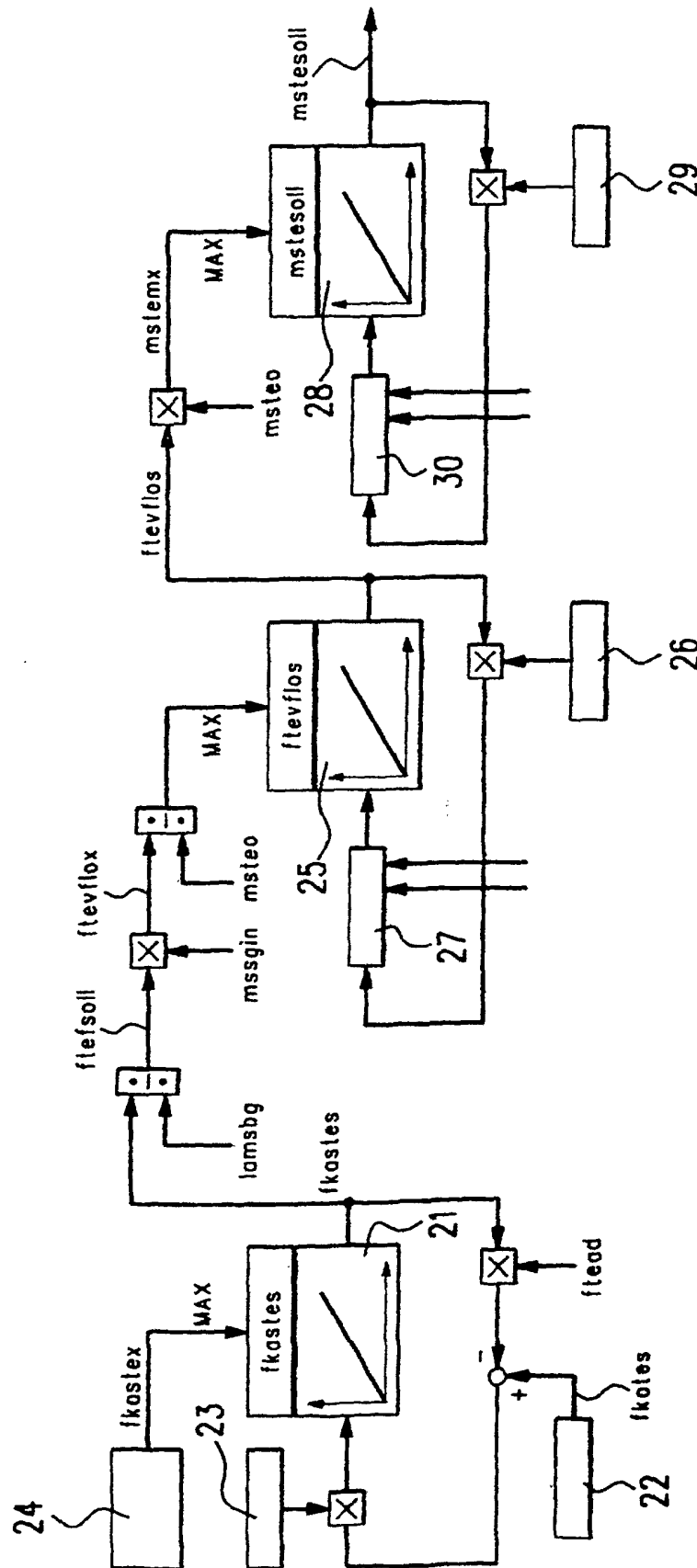


Fig. 2