



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 102 22 808 B4 2010.04.08

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 102 22 808.6
 (22) Anmeldetag: 17.05.2002
 (43) Offenlegungstag: 27.11.2003
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: 08.04.2010

(51) Int Cl.⁸: **F02D 41/14** (2006.01)
F02M 25/06 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**IAV GmbH Ingenieurgesellschaft Auto und
 Verkehr, 10587 Berlin, DE**

(72) Erfinder:
**Günther, Michael, 09122 Chemnitz, DE; Herrmann,
 Klaus, 08496 Neumark, DE; Nebel, Roland, 09353
 Oberlungwitz, DE; Stahr, Alexander, 09130
 Chemnitz, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

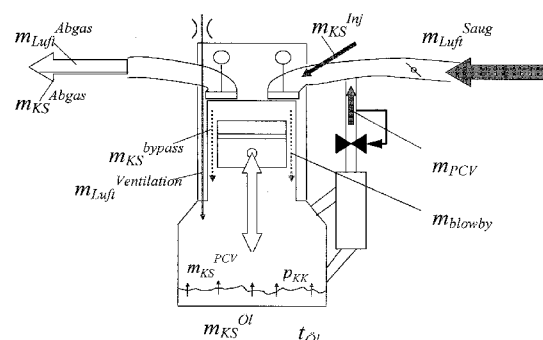
US	53 31 940	A
DE	100 36 128	A1
DE	198 14 667	A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Regelung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses für eine Brennkraftmaschine**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Regelung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses für eine Brennkraftmaschine, die folgenden Aufbau aufweist:

- eine aktive Zylinderkurbelgehäusedurchlüftung, die über einen Bypass mit der Außenluft in Verbindung steht und über Abscheideelemente einem Kanal und einem PCV-Ventil geführt mit dem Ansaugtrakt verbunden ist,
- ein Steuersystem, das in Übereinstimmung mit einem Betriebszustand der Brennkraftmaschine eine Kraftstoffmenge errechnet, die durch Kraftstoffeinspritzventile in den Ansaugtrakt oder Zylinder einzuspritzen ist und eine dem Motor zugeführte Luftmenge errechnet, die durch eine Drosselklappe geregelt über den Ansaugtrakt dem Motor zugeführt wird,

– einer dem Steuersystem angeschlossenen Lambdasonde, dadurch gekennzeichnet, dass während des jeweiligen Betriebszustandes des Motors über die erfassten Abgaswerte, die Betriebswerte des zugeführten Kraftstoffes, die Verbrennungsluft und die Motoröltemperatur im Steuergerät die auftretende Zusammensetzung der über das PCV-Ventil rückgeführten Gesamtmasse des Entlüftungsgases ermittelt wird und im Steuergerät zur Einstellung des dem Motor zugeführten Luft/Kraftstoff-Verhältnisses berücksichtigt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses für eine Brennkraftmaschine mit den im Oberbegriff des Patentanspruches 1 genannten Merkmalen.

[0002] Vorbekannt ist aus der DE 100 36 128 A1 eine Brennkraftmaschine und ein Verfahren zur aktiven Durchlüftung eines Zylinderkurbelgehäuses (PCV = Positive Crankcase Ventilation). Dabei ist ein Ansaugtrakt des Motors für Frischluft über einem Bypass mit dem Kanal der aktiven Durchlüftung des Zylinderkurbelgehäuses verbunden. Das Zylinderkurbelgehäuse ist über einen Ölabscheider, einem nachgeschaltetem PCV-Ventil über einem Kanal mit dem Saugrohr des Motors verbunden. Dem Saugrohr werden die aus dem Zylinderkurbelgehäuse abgesaugte, ölbeladene Luft und Blowby-Gase und auch rückgeführtes Abgas dem Ansaugtrakt zugeführt.

[0003] Vorbekannt ist es bei PCV-Systemen für die Regelung des dem Motor zugeführten Luft/Kraftstoff-Verhältnisses, den Kraftstoff als homogenes Medium zu betrachten, wobei eine simple Zählerfunktion je Kolbenhub für das Eintragen angewendet wird. Mit starker Vereinfachung motorischer Abhängigkeiten wie Blowby-Masse und Motortemperaturen wird ein Schätzwert für den Kraftstoffaustrag aus dem Schmieröl bestimmt und dieser von einem mit gleicher Ungenauigkeit ermittelten Eintrag und einer sich ergebenden Speichermenge abgezogen. Die Kraftstoffaustragsmenge führt zur Reduktion der Einspritzmenge für die folgende Verbrennung. Der PCV-Gasmassenstrom wird ebenfalls kompromissbelastet als homogen angesehen und seine Zusammensetzung mit Luft gleichgesetzt, obwohl er neben den Kraftstoffdämpfen auch Blowby-Gase enthält. Der Einfluss der Luftmassenänderung wird applikativ kompensiert, das heißt, der erhöhte Luftmassenstrom wird in die Motorsteuergerät-Rechnung additiv einbezogen. Die Motoröltemperatur wird entweder über die WIV-Funktion (Wartungs-Intervall-Verlängerung) vom entsprechenden Sensor erfasst oder stark abstrahiert modelliert.

[0004] Durch die Annahme des Kraftstoffes als homogenes Medium können erhebliche Temperaturabhängigkeiten der ausdampfenden Kraftstoffanteile nicht genau modelliert werden und führen zu großen Ungenauigkeiten in der Einspritzmassenberechnung. Die additive Luftkorrektur enthält keine Information über die Zusammensetzung des PCV-Gasmassenstromes, was vorrangig bei Motoren mit hohem Blowby-Anteil zu deutlichen Fehlern in der Luftmassenberechnung führt. Die Modellierung der Öltemperatur ist im hohen Maße unpräzise und gewährleistet keine reproduzierbaren Ergebnisse.

[0005] Aus der DE 198 14 667 A1 ist ein Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Steuersystem für eine Brennkraftmaschine unter Berücksichtigung der Entlüftung des Kraftstofftanks bekannt. Dabei ist der Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine mit der Entlüftungseinrichtung des Kraftstofftanks verbunden und umfasst zumindest ein Kraftstoffeinspritzventil, das Kraftstoff in die Brennkraftmaschine einspritzt. Das Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Steuersystem besitzt eine zwischen Kraftstofftank und Brennkraftmaschine angeordnete Adsorptionseinheit, die ein im Kraftstofftank erzeugtes Kraftstoffdampf-Emissionsgas adsorbiert. Zwischen Adsorptionseinheit und Brennkraftmaschine ist ein Saugsystem und ein Entlüftungsventil angeordnet, das vom Steuergerät einstellbar eine Fließrate des in der Adsorptionseinheit adsorbierten Gases steuert, um das Gas zur Brennkraftmaschine hin zu entlüften.

[0006] Das Steuersystem besteht aus einer ersten Berechnungseinrichtung, die eine einzuspritzende Kraftstoffmenge in Übereinstimmung mit einem Betriebszustand der Brennkraftmaschine berechnet, weiterhin aus einer Ermittlungseinrichtung, die eine zulässige Kraftstoffmenge ermittelt und einer zweiten Berechnungseinrichtung, die eine Menge des aus der Adsorptionseinheit zu entlüftenden Gases in Übereinstimmung mit der tatsächlichen Kraftstoffeinspritzmenge berechnet.

[0007] Bei diesem Luft/Kraftstoff-Verhältnis-Steuersystem wird nur die aus der Kraftstofftankentlüftung rückgeführte Kraftstoffmenge berücksichtigt. Eine aktive Durchlüftung des Zylinderkurbelgehäuses und damit eine Berücksichtigung der in diesem Zusammenhang zurückgeführten ölbeladenen Gase und den Blowby-Gasen ist nicht vorgesehen.

[0008] Aus der US 5 331 940 A ist ein Verfahren zur Regelung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses einer Brennkraftmaschine mit Kurbelgehäuse-Entlüftung bekannt. Dabei steht das Kurbelgehäuse mit einer ersten Leitung in Verbindung, mit der dem Kurbelgehäuse Außenluft zugeführt wird. Über eine zweite Leitung mit einem darin angeordneten PCV-Ventil ist das Zylinderkurbelgehäuse mit dem Ansaugkanal des Motors verbunden. Die aus dem Zylinderkurbelgehäuse abgesaugten und in den Ansaugkanal eingeleiteten Blowby-Gase werden zusammen mit dem Kraftstoff-Luftgemisch dem Motor zugeführt. Zur Kompensation des Einflusses der Blowby-Gase

wird bei der Lambda-Regelung der Einfluss der Entlüftungsgase in Abhängigkeit der Kraftstoffmenge, des Signals der Lambda-Sonde und der Luftmenge berechnet und bei der Einstellung der Kraftstoffmenge berücksichtigt.

[0009] Nachteilig bei diesem Verfahren ist, dass bei dieser Regelung eine qualitative und quantitative Beurteilung des rückgeführten PCV-Massenstroms nicht erfolgt. Somit können bei hohen Blowby-Anteilen ebenfalls deutliche Fehler in der Luftmassenberechnung auftreten.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Regelung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses für eine Brennkraftmaschine mit einem aktiv durchlüfteten Zylinderkurbelgehäuse zu schaffen, mit dem in Abhängigkeit von der aus dem Zylinderkurbelgehäuse zurückgeführten ölbeladenen Gase und den Blowby-Gasen die tatsächlich im Motorbetrieb benötigten Kraftstoff- und Luftstoffmengen eingestellt werden können und der rückgeführte PCV-Massenstrom qualitativ und quantitativ beurteilt werden kann.

[0011] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

[0012] Dadurch, dass während des jeweiligen Betriebszustandes des Motors über die erfassten Abgaswerte, die Betriebswerte des zugeführten Kraftstoffes, die Verbrennungsluft und die Motoröltemperatur im Steuergerät die auftretende Zusammensetzung der über das PCV-Ventil rückgeführten Gesamtmasse des Entlüftungsgases ermittelt wird und im Steuergerät zur Einstellung des dem Motor zugeführten Luft/Kraftstoff-Verhältnisses berücksichtigt wird, wird sowohl der rückgeführte Kraftstoffanteil als auch der Verbrennungsluftanteil der PCV-Gesamtmasse bei der Regelung des der Brennkraftmaschine zugeführten Luft/Kraftstoff-Verhältnisses berücksichtigt. Ungenauigkeiten in der Einspritzmassenberechnung der dem Motor zugeführten Kraftstoff- und Verbrennungsluftmenge werden weitestgehend ausgeschlossen. Mit der erfindungsgemäßen Lösung werden die dem Motor rückgeführten PCV-Gesamtmassen qualitativ und quantitativ beurteilt und bewertet.

[0013] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen beschrieben, sie werden in der Beschreibung zusammen mit ihren Wirkungen erläutert.

[0014] Anhand einer Zeichnung wird nachfolgend ein Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. In den dazugehörigen Zeichnungen zeigen:

[0015] Fig. 1: eine schematische Darstellung eines PCV-Motors,

[0016] Fig. 2: eine Darstellung der Siedekennlinien von Otto-Kraftstoffen,

[0017] Das Ausführungsbeispiel beinhaltet weiterhin folgende Tabellen:

Tabelle 1: eine Aufstellung der am PCV-Motor auftretenden Massen,

Tabelle 2: eine Aufstellung der vorhandenen Abhängigkeiten,

Tabelle 3: eine Aufstellung zur Kraftstoffmassenstromberechnung,

Tabelle 4: eine Aufstellung zur Luftmassenstromberechnung,

Tabelle 5: ein Modellprinzip der PCV-Adaption über Lambda,

Tabelle 6: eine Aufstellung über weitere Funktionen.

[0018] Inhalt der Erfindung ist ein Verfahren, das im Motorsteuergerät abläuft und das jederzeit die aktuelle Zusammensetzung der angesaugten Ladung und deren Luft- und Kraftstoffanteile bestimmt und entsprechend eine angepasste Einspritzmenge errechnet.

[0019] Dabei werden folgende Parameter im Ansatz berücksichtigt:

- das Siede- und Kondensationsverhalten des Kraftstoffes wird in mindestens 2, besser mehr Temperaturbereiche aufgeteilt, um den weiten Siedebereich der Kraftstoffkomponenten hinreichend genau darzustellen (siehe Fig. 2),
- der Erwärmungs-, Brenn- und Alterungsvorgang eines Verbrennungsmotors,
- den Anteil an Inertgas des Blowby-Gases,
- Verwendung des Öltemperatursignals aus der Ermittlung des Ölwechselintervalls,
- weitere motoreigene Funktionen, wie beispielsweise Motorverschleiß zur Modellpräzisierung.

Kraftstoffpfad – entsprechend der Tabelle 3

- In der Warmlaufphase eines Verbrennungsmotors steigt sein thermischer Umsetzungsgrad um ein Vielfaches schneller als die Motoröltemperatur.
- Die Motoröltemperatur ist maßgeblich für Ausdampfung des eingetragenen Kraftstoffes verantwortlich.
- Unterhalb eines Schwellwertes der dem Brennraum zugeführten Wärme kann man aufgrund der Leckage von reinem Kraftstoff und dessen vollständigen Eintrag in das Öl ausgehen. Dies wird mit einem Warmlaufkoeffizient F_{WL} gewichtet.
- Mit zunehmender Temperatur verbessert sich die Gemischaufbereitung, wodurch die leichtsiedenden Bestandteile überwiegend im Brennraum verbleiben und nur die schwersiedenden ins Öl gelangen. Daher muss F_{WL} für die n Temperaturbereiche abgelegt werden.
- Wird keine Wärme zugeführt, das heißt, der Anlasser dreht den Motor ohne einsetzende Verbrennung (Startprobleme), wird der Kraftstoffeintrag mit einem Startkoeffizient (F_{ST}) gegebenenfalls auch in Abhängigkeit von der Starttemperatur.
- Oberhalb des Wärmeschwellwertes ist der Kraftstoffeintrag nur noch von dem eingestellten Kraftstoff-Luftgemisch abhängig, da mehr Kraftstoffmasse im Ansaug- und Kompressionstrakt zur Verfügung steht. Dies wird mit einem Gemischkoeffizient F_G kompensiert. Aus o. g. Gründen wird auch er n -fach abgelegt.
- Alle eben genannten Effekte sind untrennbar an die Motorstarttemperatur gekoppelt und werden dementsprechend in Funktion dieser dargestellt.
- Sobald während der Erwärmung des Motoröls erste Kraftstoffanteile ihre Siedetemperatur erreichen, beginnen sie auszudampfen.
- Es bildet sich ein Kraftstoffdampfnebel, der durch den systemeigenen Durchlüftungsmassenstrom (m_{PCV}) in Richtung Saugrohr gerissen wird. (Fig. 1)
- Der Kraftstoffgehalt dieses Massenstromes ist von dessen relativer Sättigung abhängig und kann dabei die absolute Sättigung ($m_{KS_PCV_max}$) nicht übersteigen. Der Sättigungsfaktor F_S setzt sich zusammen aus:
 - Anteil nichtkondensierter KS aus Blowby F_{BB} ,
 - Verdampfungspotential aus akkumulierten Kraftstoffmassen in n Klassen F_{m_n} (je mehr Masse eingetragen wurde, um so mehr kann ausdampfen),
 - Destillationsbestreben der n Kraftstoffe bei $T_{Öl}$ (je größer $T_{Öl}$, desto stärker dampfen leicht siedende Anteile aus, während schwersiedende noch im Öl verbleiben und erst bei höheren Temperaturbereichen ausdampfen)
 - maximales Kraftstoff/Luft-Verhältnis (Sättigungsverhältnis) im PCV-Gas in Abhängigkeit von der Saugrohrtemperatur F_{FA} (Saugrohr ist kältester Teil auf dem Weg des Kraftstoffes zum Brennraum, und dieser wird deshalb dort auch schon zum Teil kondensieren).

Luftpfad – entsprechend der Tabelle 4

- Die über das PCV-System dem Saugrohr zugeführte Entlüftungsmasse wird über eine Drossel eines pneumatischen Ventils saugrohrdruckabhängig geregelt und der Frischluftzufluss limitiert. Dadurch ist diese Gesamtgasmasse im gesamten Betriebsbereich (Drehzahl, Last, Temperatur) definiert, reproduzierbar und somit für jeden einzelnen Betriebspunkt als konstant anzusehen.
- Diese Gasmasse wird in einem entsprechenden Model abgelegt.
- Die PCV-Gasmasse setzt sich zusammen aus Luft-(Ventilations- oder Durchlüftungsluft), Blowby- und Kraftstoffmasse.
- Während der Laufzeit sinkt anfänglich die Blowby-Masse (Einlaufeffekt). Bei erhöhtem Verschleiß (erhöhte Laufleistung) steigt sie über den Neuzustand.
- Die Zusammensetzung des Blowby aus Frischluft und aus der Verbrennung stammender Inertgase ist abhängig von Betriebspunkt und Verschleißbild.
- Wenn bei gleichbleibender PCV-Masse (s. o.) der Blowby-Anteil steigt, wird entsprechend der Ventilationsanteil sinken, somit ist der aus dem Blowby stammende Inertgasanteil am PCV-Massenstrom abhängig von Laufleistung und Betriebszustand. Dieser Zusammenhang wird mit dem Blowby-Faktor über Laufleistung (F_{LL}) dargestellt und der Frischluftanteil entsprechend erhöht bzw. reduziert.

Modellabgleich mittels Lambdareglung – entsprechend der Tabelle 5

- Durch die präzisiertere Modellierung der Effekte eines PCV-Systems auf Kraftstoff- und Luftpfad ist es möglich, auftretende Gemischabweichungen im Abgas (welches durch die Lambdasonde erfasst und dem Steuergerät als Wert zugeführt wird) besser den einzelnen Elementen der Motorperipherie und somit auch dem PCV-System zuzuordnen.

- Solange die aus der angesaugten Luftmasse berechnete Einspritzmasse dem gemessenen Lambda im Abgas entspricht, ist weder ein Kraftstoffeintrag noch -austrag festzustellen. Die berechneten und zugeführten Kraftstoffmassen bleiben unverändert.
 - Unterschreitet das IST_Lambda den Sollwert signifikant, so wird davon ausgegangen, dass die Gemischanfeuchtung im Abgas von ausgedampften Kraftstoffen aus dem Öl stammt. Es wird geprüft, ob sich das Motoröl oberhalb der der untersten Temperaturbereich begrenzenden Temperatur T1 liegt. Ist das nicht der Fall, so kann davon ausgegangen werden, dass noch kein KS-Verdampfungsprozess eingesetzt hat. Somit kann ein KS-Fluss über das PCV ausgeschlossen werden und der Fehler muss einem anderen System zugeordnet werden. Die berechneten n Kraftstoffmassen bleiben unverändert.
 - Liegt die Öltemperatur jedoch oberhalb der ersten Schwelle, so wird geprüft, ob sie auch die zweite übersteigt. Ist das nicht der Fall, so wird entsprechend des Lambdaversatzes und der berechneten Frischluftmasse eine Kraftstoffmassendifferenz ermittelt. Dieser Betrag entspricht dem PCV-KS-Massenfluss und wird in einen Speicher geschrieben. Gleichzeitig wird die Einspritzmasse der nachfolgenden Verbrennung und die akkumulierte Masse des untersten Temperaturbereiches um deren Betrag reduziert. Im nächsten Berechnungszyklus wird der Speicher aktualisiert.
- Analog verhält es sich mit allen n nachfolgenden Temperaturbereichen.
- Dabei wird jedoch in Abhängigkeit der Öltemperatur und der unter dem Punkt Kraftstoffpfad genannten Sättigungskriterien eine Wichtung der Massenanteile vorgenommen. Diese dienen wiederum der Speicheraktualisierung und werden selektiv von den entsprechenden Temperaturbereichen abgezogen.
 - Ergibt der Soll-Ist-Lambdavergleich ein zu mageres Gemisch im Abgas, so wurde der eingespritzte Kraftstoff nicht optimal durchgesetzt. Es wird davon ausgegangen, dass die zur Gemischabmagerung führende fehlende Kraftstoff-Masse über den Ringspalt zwischen Kolben und Zylinderwand in das Kurbelgehäuse gelangt ist. Es wird geprüft, ob die Temperatur des Motoröls oberhalb der der untersten Temperaturbereich begrenzenden Temperatur T1 liegt. Ist das nicht der Fall, so kann davon ausgegangen werden, dass noch kein Kraftstoff-Verdampfungsprozess eingesetzt hat. Somit kann ein Kraftstoff-Fluss über das PCV ausgeschlossen werden und die gesamte Kraftstoff-Fehlermasse wird auf die n Temperaturbereiche gleichmäßig verteilt. Es erfolgt eine Erhöhung der entsprechenden Speicherwerte, akkumulierten Massen und der Einspritzzeit.
 - Liegt die Öltemperatur jedoch oberhalb der ersten Schwelle, so wird geprüft, ob sie auch die zweite übersteigt. Ist das nicht der Fall, so wird die Kraftstoff-Fehlermasse auf die verbleibenden n – 1 Temperaturbereiche entsprechend der Öltemperatur und als Invertierung des unter dem Punkt Kraftstoffpfad genannten Ausdampfbestrebens gewichtet und verteilt.
- Analog verhält es sich mit allen n nachfolgenden Temperaturbereichen.
- Liegt die Motoröltemperatur jedoch über der den höchsten Temperaturbereich begrenzenden Schwelle, so muss der Fehler einem anderen System zugeordnet werden.

Weiter Funktionen – entsprechend der Tabelle 6

- Der Kraftstoffeintrag und -austrag ist dampfdruckabhängig. Je geringer der Dampfdruck, desto weniger Kraftstoff bleibt gasförmig im Brennraum. Dadurch zeugt ein erhöhter Kraftstoffeintrag von geringerem Dampfdruck und anders herum. Über die in der Modellgleichung mittels Lambdaeulegung beschriebene Funktion wird diese Abweichung ermittelt und als Dampfdruckänderung z. B. der Starteinspritzmengenkorrektur zur Verfügung gestellt.
- Weiterhin ist der Kraftstoffeintrag deutlich vom Blowby und somit dem Motorverschleiß abhängig. Somit wird über Laufzeit der gemittelte Kraftstoffeintrag mit einem Referenzwert verglichen. Daraus lässt sich eine Aussage über erhöhten oder verminderten Motorenverschleiß treffen.
- Unter gewissen Randbedingungen wie Verschleißzustand, Temperatur, und Drehzahl ist es möglich, dass sich bei Vollast im Kurbelgehäuse durch erhöhtes Blowby ein Überdruck aufbaut, der sich bis ins Saugrohr fortpflanzt. Damit wird der gemessene Saugrohrdruck größer als der Umgebungsdruck und führt zur Verfälschung der Umgebungsdruckberechnung. Dazu muss in Abhängigkeit von dem oben genannten Verschleiß eine entsprechende Reduzierung erfolgen.

Tabelle 1

Massen

$m_{\text{Luft}}^{\text{Abgas}}$	stöchiometrische Luftmasse im Abgas
$m_{\text{Luft}}^{\text{Saug}}$	gesamte angesaugte Luftmasse
$m_{\text{Luft}}^{\text{PCV}}$	über das PCV-System angesaugte Luftmasse
$m_{\text{Luft}}^{\text{Ventilation}}$	PCV-Spülfrischluft
$m_{\text{KS}}^{\text{Inj}}$	eingespritzte Kraftstoffmasse
$m_{\text{KS}}^{\text{Abgas}}$	stöchiometrische Kraftstoffmasse im Abgas
$m_{\text{KS}}^{\text{bypass}}$	durch Wandanlagerung abfließende Kraftstoffmasse
$m_{\text{KS}}^{\text{Öl}}$	Kraftstoffmasse im Öl
$m_{\text{KS}}^{\text{PCV}}$	Kraftstoffmasse aus dem Öl
m_{blowby}	Blowby-masse (Inertgas, HC, Wasser und Frischluft)
m_{PCV}	PCV-Gesamtmasse

Tabelle 2

Abhängigkeiten

$$m_{\text{Luft}}^{\text{Abgas}} = m_{\text{Luft}}^{\text{Saug}} - f_{\text{Luft}}(m_{\text{blowby}})$$

$$m_{\text{Luft}}^{\text{Saug}} = f(p_{\text{Atm}}, p_{\text{Saug}}, n; t_{\text{Luft}}, m_{\text{Luft}}^{\text{PCV}})$$

$$m_{\text{Luft}}^{\text{PCV}} = m_{\text{Luft}}^{\text{Ventilation}} + f_{\text{Luft}}(m_{\text{blowby}})$$

$$m_{\text{Luft}}^{\text{Ventilation}} = f(p_{\text{Atm}}, p_{\text{KK}}, p_{\text{Saug}}, n; t_{\text{Luft}})$$

$$m_{\text{KS}}^{\text{Inj}} = m_{\text{Luft}}^{\text{Saug}} / \lambda / A / F - \text{ratio} - m_{\text{KS}}^{\text{PCV}}$$

$$m_{\text{KS}}^{\text{Abgas}} - m_{\text{KS}}^{\text{Inj}} + m_{\text{KS}}^{\text{PCV}} - m_{\text{KS}}^{\text{bypass}} - f_{\text{KS}}(m_{\text{blowby}})$$

$$m_{\text{KS}}^{\text{bypass}} = f(p_{\text{Saug}}, n; t_{\text{mot}}, t_{\text{Öl}}, \text{km} - \text{LL})$$

$$m_{\text{KS}}^{\text{Öl}} = m_{\text{KS}}^{\text{Öl}} + m_{\text{KS}}^{\text{bypass}} + f_{\text{KS}}(m_{\text{blowby}}) - m_{\text{KS}}^{\text{PCV}}$$

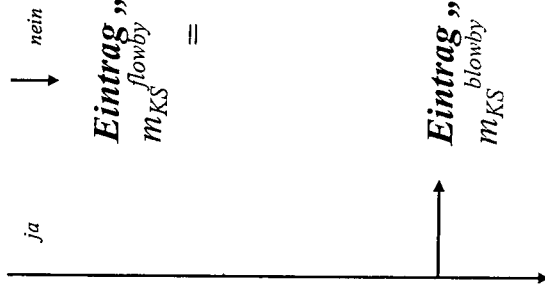
$$m_{\text{KS}}^{\text{PCV}} = f(m_{\text{PCV}}, m_{\text{KS}}^{\text{Öl}}, t_{\text{Öl}}, t_{\text{Luft}})$$

$$m_{\text{blowby}} = f(p_{\text{Saug}}, p_{\text{KK}}, n; t_{\text{mot}}, t_{\text{Öl}}, \text{km} - \text{LL})$$

$$m_{\text{PCV}} = (m_{\text{Luft}}^{\text{Ventilation}} + m_{\text{blowby}} + m_{\text{KS}}^{\text{PCV}})$$

Tabelle 3 Kraftstoffmassenstromberechnung

Q_{zu} bzw. $z_{Hub} > Schwelle f(T_{mol})$



Eintrag „Start / Warmlauf“

$$m_{KS}^{flowby} = m_{KS}^{bypass} + m_{KS}^{blowby} = F_{ST} * m_{KS}^{Start} + F_{WL_n} * m_{KS}^{Warmlauf}$$

KS- Eintrag ohne Verbrennung $f(T_{mol})$

KS- Eintrag mit Verbrennung $f(T_{mot}; Q_{zu}$ bzw. $z_{Hub})$ für n Temp.- Klassen

Eintrag „Betrieb“

$$m_{KS}^{blowby} = F_G * m_{KS_n}^\lambda$$

KS- Eintrag über Blowby $f(T_{mot}; \lambda)$ für n Temp.- Klassen

Austrag
 m_{KS}^{PCV}

$$= m_{KS}^{Abgas} - m_{KS}^\lambda \text{ Lambdafehler}$$

$= m_{PCV} * \text{Sättigungsfaktor } F_S \leq m_{KS}^{PCV_{max}}$ absolute Sättigung

- $F_S = F_{BB} * F_{m_n}$ Gasförmiger KS im Blowby (ohne Kondensation) $f(m_{PCV}; T_{mot}; \lambda)$
- $* F_{D_n}$ Kraftstoffmassen je n Temp.- Klassen
- $* F_{FA}$ Destillation $f(T_{öi})$ für n Temp.- Klassen
- Max. Kraftstoff / Luft- Verhältnis im PCV- Gas $f(T_{Luft})$

Tabelle 4

Luftmassenstromberechnung

$$m_{PCV} = (m_{Luft}^{Ventilation} + m_{blowby} + m_{KS}^{PCV}) = \text{konstant}$$

$$m_{blowby} = f(km - LL) \rightarrow \text{wenn } km - LL \uparrow$$

$\rightarrow m_{blowby} \uparrow$
 $\rightarrow m_{Luft}^{Ventilation} \downarrow$

$$m_{Luft}^{PCV} = m_{Luft}^{Ventilation} + f_{Luft}(m_{blowby})$$

$$m_{Luft}^{Ventilation} > f_{Luft}(m_{blowby}) \rightarrow \text{wenn } m_{blowby} \uparrow$$

$\rightarrow m_{Luft}^{PCV} \downarrow$

$$m_{Luft}^{PCV} = f[(km - LL)^{-1}]$$

$$= m_{PCV} * F_{LL} \text{ Luftgehalt über Laufleistung}$$

Tabelle 5
Modellprinzip PCV- Adaption über Lambda

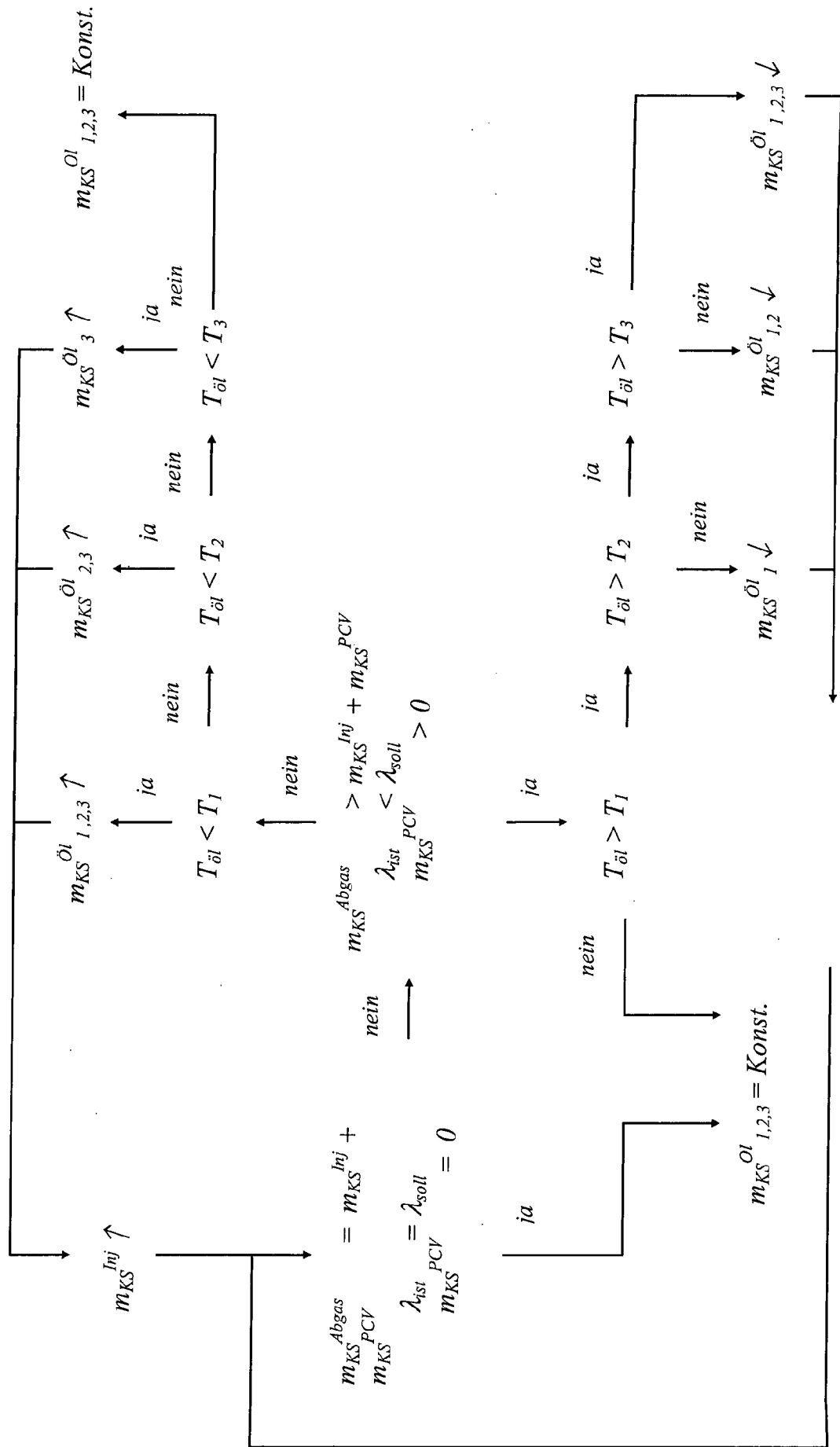


Tabelle 6

Weitere Funktionen

Kraftstofferkennung

da m_{KS}^{bypass} und m_{KS}^{PCV} abhängig vom KS-Dampfdruck

Blowby/Verschleißerkennung

da m_{KS}^{OI} und m_{KS}^{PCV} abhängig vom m_{blowby}

Korrektur Atmosphärendruck

[0020] Da p_{Saug} in Vollastnähe abhängig von m_{blowby} (alter Motor)**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Regelung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses für eine Brennkraftmaschine, die folgenden Aufbau aufweist:

- eine aktive Zylinderkurbelgehäusedurchlüftung, die über einen Bypass mit der Außenluft in Verbindung steht und über Abscheideelemente einem Kanal und einem PCV-Ventil geführt mit dem Ansaugtrakt verbunden ist,
- ein Steuersystem, das in Übereinstimmung mit einem Betriebszustand der Brennkraftmaschine eine Kraftstoffmenge errechnet, die durch Kraftstoffeinspritzventile in den Ansaugtrakt oder Zylinder einzuspritzen ist und eine dem Motor zugeführte Luftmenge errechnet, die durch eine Drosselklappe geregelt über den Ansaugtrakt dem Motor zugeführt wird,
- einer dem Steuersystem angeschlossenen Lambdasonde,

dadurch gekennzeichnet,

dass während des jeweiligen Betriebszustandes des Motors über die erfassten Abgaswerte, die Betriebswerte des zugeführten Kraftstoffes, die Verbrennungsluft und die Motoröltemperatur im Steuergerät die auftretende Zusammensetzung der über das PCV-Ventil rückgeführten Gesamtmasse des Entlüftungsgases ermittelt wird und im Steuergerät zur Einstellung des dem Motor zugeführten Luft/Kraftstoff-Verhältnisses berücksichtigt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die rückgeführten Fraktionsanteile des Kraftstoffes im Entlüftungsgas von der Temperatur des Öls und abhängig vom vorher ermittelten Eintrag von Fraktionsanteilen des Kraftstoffes in das Öl ermittelt werden.

3. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die rückgeführten Fraktionsanteile des Kraftstoffes und des Anteils an Inertgas im Blowby-Gas in Abhängigkeit des Erwärmungs-, Brenn- und Alterungsvorganges des Motors ermittelt werden.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für mehrere Temperaturbereiche des Öls bzw. Kraftstoffes jeweils ein Warmlauffaktor für das Siede- und Destillationsverhalten des Kraftstoffes im Speicher des Steuergerätes abgelegt und auslesbar ist.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass beim Starten des Motors ein gespeicherter Startfaktor berücksichtigt und ausgelesen wird.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass oberhalb eines Schwellwertes der Motortemperatur der Kraftstoffeintrag mit einem zur jeweiligen Motortemperatur bzw. zum jeweiligen Motortemperaturbereich abgelegten Gemischfaktor korrigiert wird.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffgehalt, in dem vom Motor über die vom PCV-Ventil zurückgeführte Gesamtmasse von Entlüftungsgas unter Berücksichtigung eines Sättigungsfaktor ermittelt wird, der abhängig aus

- dem Anteil des nichtkondensierten Kraftstoffes aus Blowby,
- den in das Öl eingetragenen Kraftstoffmassen sowie deren Siede- und Verdampfungsverhalten in festgesetz-

ten Temperaturbereichen,
– der jeweiligen Öl- und Saugrohrtemperatur gebildet wird.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- ein Wert im Speicher des Steuergerätes abgelegt wird, der für jeden Betriebspunkt konstant ist und die über das PCV-Ventil zurückgeführte Luftmasse charakterisiert,
 - ein Wert für die zurückgeführte Luftmasse in Abhängigkeit von der Laufzeit, vom Verschleißbild und vom jeweiligen Betriebspunkt des Motors im Steuergerät korrigiert wird,
- und mittels der im Steuergerät ermittelten Werte die Einstellung der dem Motor zugeführten Luftmassen erfolgt.

9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass über die Lambdaregelung die über das PCV-Ventil in Abhängigkeit von der Motoröltemperatur zurückgeführte Kraftstoffmasse entsprechend deren Siede- und Verdampfungsverhalten im jeweiligen Temperaturbereich ermittelt und in der dem Motor zuzuführende Gesamtbrennstoffmenge berücksichtigt wird.

10. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einstellung des dem Motor zugeführten Luft/Kraftstoffverhältnisses in Abhängigkeit des Dampfdruckes des Kraftstoffes, vom Motorverschleiß und des korrigierten Atmosphärendrucks erfolgt.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

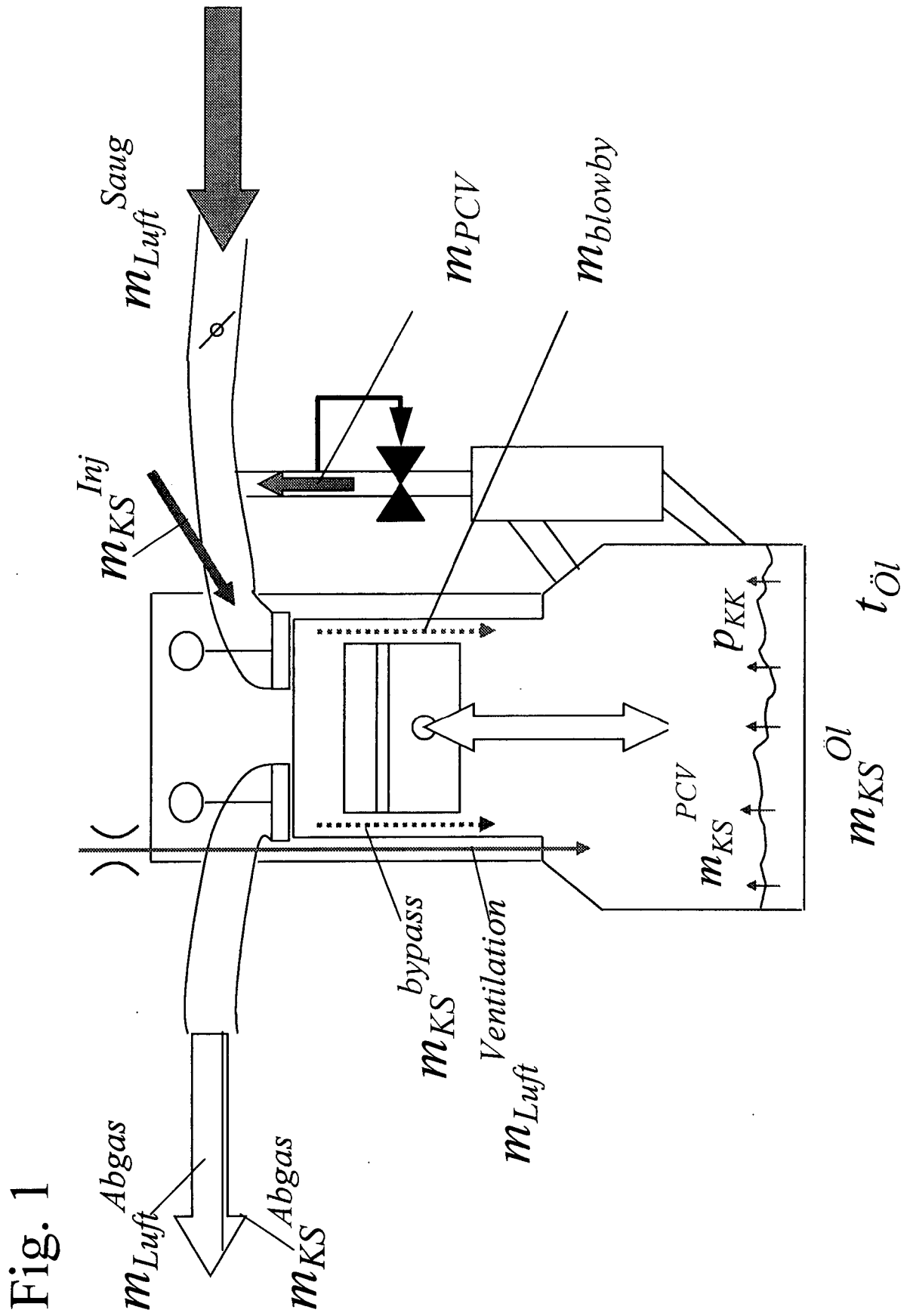


Fig. 1

Fig. 2

