



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 285 159 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
30.03.2005 Patentblatt 2005/13

(21) Anmeldenummer: **01931666.0**

(22) Anmeldetag: **28.04.2001**

(51) Int Cl.7: **F02D 41/02**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2001/004798

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2001/092706 (06.12.2001 Gazette 2001/49)

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES DIESELMOTORS UND DIESELMOTOR**

METHOD FOR OPERATING A DIESEL MOTOR AND A DIESEL MOTOR

PROCEDE DE FONCTIONNEMENT D'UN MOTEUR DIESEL, ET MOTEUR DIESEL CORRESPONDANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
FR GB

(30) Priorität: **31.05.2000 DE 10026806**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.02.2003 Patentblatt 2003/09

(73) Patentinhaber: **DaimlerChrysler AG**
70567 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **ADLER, Holger**
70197 Stuttgart (DE)
• **FEKETE, Nicholas**
70734 Fellbach (DE)

- **LENZ, Michael**
70734 Fellbach (DE)
- **LIEBSCHER, Thomas**
70736 Fellbach (DE)
- **MERTEN, Ulrich**
70771 Leinfelden-Echterdingen (DE)
- **PFÖRTSCH, Sven**
80939 München (DE)
- **RUZICKA, Norbert**
71144 Steinenbronn (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 872 633 **EP-A- 0 916 829**
DE-A- 19 913 949 **DE-C- 19 824 915**

EP 1 285 159 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

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors, bei dem zwischen einem Magerbetrieb mit überstöchiometrischem Verbrennungsluftverhältnis $\lambda > 1$ und einem Fettbetrieb mit unterstöchiometrischem Verbrennungsluftverhältnis $\lambda < 1$ umgeschaltet wird.

[0002] Zur Abgasreinigung von Dieselmotoren werden Adsorptionseinrichtungen für Stickoxide (NO_x) verwendet. NO_x -Adsorbensysteme speichern unter bestimmten Voraussetzungen, z.B. freie Speicherkapazität, aktives Temperaturfenster, die Stickoxide von Verbrennungskraftmaschinen bei magerer Verbrennung, d. h. überstöchiometrischer Verbrennung mit $\lambda > 1$ und Restsauerstoff im Abgas. NO_x -Adsorbensysteme speichern auch den im Kraftstoff und Motoröl enthaltenen Schwefel in Form von Sulfaten (SO_x). Die Sulfate belegen durch die höheren chemischen Bindungskräfte unerwünscht die Speicherstellen für die Stickoxide. Zur Regeneration solcher NO_x -Adsorbensysteme, also eine Desorption von NO_x und ein gleichzeitiger NO_x -Umsatz sowie eine Desorption von SO_x und gleichzeitiger SO_x -Umsatz, wird sauerstoffreiches Abgas mit $\lambda < 1$ und möglichst hohem Reduktionsmittelgehalt benötigt. Eine solche Regeneration eines NO_x -Adsorbensystems kann durch zeitweisen fetten Motorbetrieb, d.h. mit unterstöchiometrischer Verbrennung mit $\lambda < 1$, realisiert werden.

[0003] In der Patentschrift DE 195 43 219 C1 ist ein Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors beschrieben, bei dem zwischen einem Magerbetrieb mit überstöchiometrischem Verbrennungsluftverhältnis $\lambda > 1$ und einem Fettbetrieb mit unterstöchiometrischem Verbrennungsluftverhältnis $\lambda < 1$ umgeschaltet wird. Die Umschaltung erfolgt zur Regeneration einer Abgasreinigungsanlage mit einem NO_x -Adsorbensystem. Das Umschalten von Magerbetrieb auf Fettbetrieb erfolgt durch elektronisch geregelte Abgasrückführung, Ansaugluftdrosselung, zusätzliche Nacheinspritzung von Kraftstoff sowie Erhöhung des Abgasgedrucks.

[0004] In der Patentschrift DE 197 50 226 C1 ist ein Motorregelsystem für einen Dieselmotor beschrieben, bei dem mit dem Umschalten zwischen Magerbetrieb und Fettbetrieb gleichzeitig zwischen gespeicherten Kennfeldern für den Magerbetrieb und Kennfeldern für den Fettbetrieb umgeschaltet wird. Damit soll unter anderem erreicht werden, dass der Fahrer das Umschalten zwischen Magerbetrieb und Fettbetrieb nicht als störend empfindet bzw. nicht bemerkt. Der Dieselmotor liefert aber nur in einem begrenzten Bereich des Fettbetriebes etwa die gleiche Leistung wie in dem entsprechenden Magerbetrieb, so dass ein unbemerkter Wechsel zwischen den Betriebsarten nur in diesem begrenzten Bereich erfolgen kann.

[0005] In der Patentschrift DE 197 53 718 C1 ist ein Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors beschrieben, bei dem nur bei Vorliegen eines stationären oder

quasi stationären Motorbetriebszustandes von Magerbetrieb auf Fettbetrieb des Dieselmotors umgeschaltet wird. Dadurch soll erreicht werden, dass beim Umschalten hinsichtlich der Leistungsentfaltung des Dieselmotors vom Fahrer keine Veränderung bemerkt wird. Bei Vorliegen eines instationären Motorbetriebszustandes im Fettbetrieb wird vom Fettbetrieb in den Magerbetrieb zurückgeschaltet. In einem Speicher der Motorsteuerung sind sowohl Kennfelder für den Magerbetrieb als auch für den Fettbetrieb des Dieselmotors abgespeichert.

[0006] Die Offenlegungsschrift DE 196 36 790 A1 beschreibt das Einstellen eines fetten Abgasgemisches eines Dieselmotors, wobei eine Leistungseinbuße dadurch verhindert werden soll, dass das fette Abgasgemisch lediglich bei niedriger Belastung, in Schubphasen oder im Leerlauf eingestellt wird.

[0007] In der Offenlegungsschrift DE 196 36 040 A1 wird vorgeschlagen, ein fettes Abgasgemisch zur Regeneration eines NO_x -Speichers durch Anheben einer Abgasrückführungsrate zu erreichen. Bei höheren Lasten der Brennkraftmaschine, insbesondere $\geq 20\%$ der Nennleistung, wird vorgeschlagen, das Verhältnis von rückgeführtem Abgasstrom zur Ansaugluft zu verkleinern, um einem Leistungsabfall entgegenzuwirken.

[0008] Die Offenlegungsschrift DE 199 14 787 A1 beschreibt ein Abgasreinigungssystem für einen Dieselmotor, bei dem zur Regeneration eines NO_x -Speichers Reduktionsmittel in den Abgasstrang eingespritzt wird und eine Abgasdurchflussmenge mit einer Abgasdrosselklappe reduziert wird. Da ein solcher Regenerationsbetrieb den Pumpverlust des Motors erhöht, die Motorleistung reduziert und dadurch einen Drehmomentstoß verursacht, wird die in die Verbrennungskammer eingespritzte Kraftstoffmenge sowie ein Öffnungsgrad eines Abgasrückführungsventils erhöht, um dieselbe Motorleistung wie vor der Reduzierung der Abgasdurchflussmenge sicherzustellen.

[0009] Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors und einen Dieselmotor anzugeben, bei denen eine Umschaltung zwischen einem Magerbetrieb und einem Fettbetrieb des Dieselmotors für den Fahrer unbemerkt und ohne Einbußen an Fahrkomfort geschehen kann.

[0010] Erfindungsgemäß ist hierzu ein Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors mit den Merkmalen von Anspruch 1 und ein Dieselmotor mit den Merkmalen von Anspruch 13 vorgesehen.

[0011] Indem Motormomentschwankungen während des Umschaltens bestimmt werden, kann unmittelbar auf den Fahrkomfort beeinträchtigende Drehmomentstöße reagiert werden. In Verbindung mit dem Konstanthalten des Motormoments mittels einer Motormomentregelung während des Umschaltens durch Einstellen von das Motormoment beeinflussende Parametern ist es möglich, auch bei hoher Motorlast und instationären Betriebszuständen in den Fettbetrieb umzuschal-

ten, ohne dass dies von einem Fahrer bemerkt wird. Durch die Bestimmung tatsächlich auftretender Motormomentschwankungen können auch die Auswirkungen von Fertigungstoleranzen und Verschleiß auf Drehmomentstöße beim Umschalten ausgeglichen werden.

[0012] Durch Erfassen eines Fahrzustandes im Fettbetrieb, Ermitteln eines bei dem erfassten Fahrzustand im Magerbetrieb abgegebenen Motormoments und Einstellen eines bei dem erfassten Fahrzustand im Fettbetrieb abgegebenen Motormoments auf das für den Magerbetrieb ermittelte Motormoment ist ein Vergleich zwischen Fettbetrieb und Magerbetrieb ermöglicht. Indem die das Motormoment beeinflussenden Parameter eingestellt werden, kann im Fettbetrieb das gleiche Motormoment wie bei einem entsprechenden Fahrzustand im Magerbetrieb erreicht werden, so dass ein Fahrer die eingestellte Betriebsart nicht bemerkt. Der Fahrzustand kann dabei durch die Drehzahl und die Fahrpedalstellung bestimmt sein. Ein solches Verfahren ermöglicht es auch, Fertigungstoleranzen zwischen verschiedenen Motoren und Verschleiß durch einen Vergleich von Magerbetrieb und Fettbetrieb zu detektieren.

[0013] Indem beim Umschalten von Magerbetrieb auf Fettbetrieb der Wechsel von einem kraftstoffgeführten Gemischbildungsverfahren auf ein luftmassengeführtes Gemischbildungsverfahren erfolgt, kann auch im Fettbetrieb eine Laständerung in weiten Bereichen erreicht werden. Eine Regelung im Fettbetrieb über die Einstellung der Luftmasse, anstatt über die Einstellung der Kraftstoffmenge wie im Magerbetrieb, ist vorteilhaft, da bei einem Dieselmotor im Fettbetrieb kaum noch Laständerungen durch eine Variation der Kraftstoffmasse erreichbar sind. Der Wechsel zwischen kraftstoffgeführtem Gemischbildungsverfahren und luftmassengeführtem Gemischbildungsverfahren kann dabei kontinuierlich oder diskontinuierlich erfolgen.

[0014] Das Einstellen der das Motormoment beeinflussenden Parameter beinhaltet das Einstellen einer zugeteilten Luftmasse. Dies kann über eine Drosseleinrichtung im Ansaugweg, z.B. ein elektrisch oder pneumatisch betätigtes Ventil oder eine Drosselklappe, bewirkt werden. Eine Vorrichtung zur Bestimmung der Luftmasse, z.B. ein Heißfilm-Luftmassen-Durchflußmesser, kann vorgesehen sein.

[0015] Ein weiterer das Motormoment beeinflussender Parameter ist eine Abgasrückführrate, die über ein elektrisch oder pneumatisch betätigtes Abgasrückführventil eingestellt werden kann. Ein Abgasrückführungskühler kann ebenfalls vorgesehen sein.

[0016] Das Motormoment wird auch durch die Einstellung eines Saugrohrdrucks beeinflusst, der beispielsweise durch eine Drosseleinrichtung im Ansaugweg, eine Abgasrückführung und eine Aufladeeinrichtung, wie ein Turbolader, eingestellt wird.

[0017] Weitere, das Motormoment beeinflussende Parameter sind Abgasgegendruck, Einspritzbeginn und Einspritzmenge. Variationsmöglichkeiten des Einspritzvorgangs bestehen bezüglich einer Vor-, Haupt- und

Nacheinspritzung, beispielsweise so, dass nacheingespritzter Kraftstoff nicht mehr an einer Verbrennung teilnehmen kann.

[0018] Ein komfortabler Fahrbetrieb wird auch dadurch erreicht, dass bei Vorliegen ungünstiger Randbedingungen das Umschalten zwischen Magerbetrieb und Fettbetrieb zeitlich verzögert wird.

[0019] Ein neutraler Übergang wird dadurch begünstigt, dass vor dem Wechsel von dem kraftstoffgeführten Gemischbildungsverfahren auf das luftmassengeführte Gemischbildungsverfahren eine Einstellung von einen Luftpfad betreffenden Parametern erfolgt. So werden beispielsweise eine Drosselklappe und ein Abgasrückführventil bereits vor dem Wechsel auf das luftmassengeführte Gemischbildungsverfahren in die dann benötigte Stellung gefahren.

[0020] Indem das Verändern der das Motormoment beeinflussenden Parameter durch eine adaptive Regelung oder eine adaptive Steuerung erfolgt, kann eine schnellere Anpassung des Motormoments erreicht werden, da bereits von durch Adaption voreingestellten Werten ausgegangen werden kann.

[0021] Ein erfindungsgemäßer Dieselmotor weist einen Drehzahlsensor und/oder einen Motormomentsensor auf. Damit, insbesondere mit einem hochauflösenden Drehzahlsensor, ist die Ausgangsbasis für eine genaue Bestimmung von Motormomentschwankungen vorhanden. Mit einer Drosseleinrichtung mit einem ersten Stellglied im Ansaugweg und/oder einer Abgasrückführeinrichtung mit einem Abgasrückführventil mit einem zweiten Stellglied können die zugeteilte Luftmasse, der Saugrohrdruck und/oder die Abgasrückführrate beeinflusst werden. Motormomentschwankungen und die für das Konstanthalten des Motormoments notwendigen Einstellungen der das Motormoment beeinflussenden Parameter werden in einer Motorsteuerungseinheit bestimmt, die auch die Stellglieder durch entsprechende Signale steuert, zwischen Magerbetrieb und Fettbetrieb umschaltet, Motormomentschwankungen bestimmt und das Motormoment regelt. Das Abgasrückführventil kann stromaufwärts oder stromabwärts der Drosseleinrichtung im Ansaugweg angeordnet sein. Indem die Motorsteuerungseinheit mittels der Motormomentregelung während des Umschaltens zwischen Magerbetrieb und Fettbetrieb das Motormoment konstant hält, kann ein Wechsel zwischen den Betriebsarten Magerbetrieb und Fettbetrieb für einen Fahrer unmerklich durchgeführt werden.

[0022] Vorteilhafterweise weist der Dieselmotor eine mit dem Ansaugweg verbundene Aufladeeinrichtung, beispielsweise einen Turbolader, mit einem dritten Stellglied auf, das von der Motorsteuerungseinheit ansteuerbar ist. Über die Motorsteuerungseinheit und das dritte Stellglied kann bei einem Abgasturbolader beispielsweise ein Ladedruck im Ansaugweg, ein Abgasgegendruck, ein durchströmter Querschnitt und ein durchströmendes Abgasvolumen eingestellt werden.

[0023] Eine genaue Einstellung der zugeteilten Luft-

masse wird durch eine Vorrichtung zum Verändern eines Ansaugquerschnitts eines jeden Zylinders mit einem vierten Stellglied, das von der Motorsteuerungseinheit ansteuerbar ist, begünstigt. Eine solche Vorrichtung kann beispielsweise als Einzeldrosselklappe im Ansaugtrakt jedes Zylinders realisiert sein.

[0024] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung im Zusammenhang mit den beigefügten Zeichnungen, die folgendes zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Dieselmotors gemäß der vorliegenden Erfindung und

Fig. 2 eine schematische Darstellung von Schritten des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0025] Der in der Fig. 1 schematisch dargestellte Dieselmotor 10 weist einen Drehzahlsensor 12 und einen Motormomentsensor 14 auf. Der Drehmomentsensor 12 und der Motormomentsensor 14 sind mit einer Motorsteuerungseinheit 16 verbunden. Anhand der Signale von dem Drehzahlsensor 12 und dem Motormomentsensor 14 bestimmt die Motorsteuerungseinheit 16 eventuell auftretende Motormomentschwankungen.

[0026] Die Motorsteuerungseinheit 16 steuert eine Einspritzanlage 18, über ein erstes Stellglied 20 eine Drosselklappe 22, über ein zweites Stellglied 24 ein Abgasrückführungsventil 26, über ein drittes Stellglied 28 die Abgasturbine 30 eines Abgasturboladers 31 und über ein viertes Stellglied 32 Einzeldrosselklappen 34 im Ansaugweg jedes Zylinders. Das Abgasrückführungsventil 26 öffnet und verschließt einen Abgasrückführungsventilkanal 36, der von einem Auspuffkrümmer 38 ausgeht, einen Abgasrückführungskühler 40 durchläuft und im Ansaugweg 42 des Dieselmotors 10 mündet. Der Eintritt von Frischluft in den Ansaugweg 42 des Dieselmotors 10 ist mit einem Pfeil 44 bezeichnet. Die bei 44 eintretende Frischluft passiert eine Verdichterturbine des Abgasturboladers 31, passiert die Drosselklappe 22 und das Abgasrückführungsventil 26 und gelangt vorbei an den Einzeldrosselklappen 34 im Ansaugtrakt jedes Zylinders in die Verbrennungsräume der Zylinder. Aus dem Verbrennungsraum ausgestoßenes Abgas gelangt in den Auspuffkrümmer 38, in die Abgasturbine 30, passiert einen NO_x -Adsorber 46 und verlässt den Dieselmotor 10 an der mit einem Pfeil 48 bezeichneten Stelle.

[0027] Mit Hilfe der Motorsteuerung 16 kann der Dieselmotor 10 zwischen einem Magerbetrieb mit überstöchiometrischem Verbrennungsluftverhältnis $\lambda > 1$ und einem Fettbetrieb mit unterstöchiometrischem Verbrennungsluftverhältnis $\lambda < 1$ umgeschaltet werden. Hierzu erhöht die Motorsteuerung 16 beispielsweise die von der Einspritzanlage 18 eingespritzte Kraftstoffmenge und verringert gleichzeitig über das Stellglied 20 und die Drosselklappe 22 die zugeführte Luftmasse. Ein zeitweiser Fettbetrieb des Dieselmotors 10 ist für eine Re-

generation des NO_x -Adsorbers 46 erforderlich. Damit eine solche Umschaltung zwischen Magerbetrieb und Fettbetrieb für den Fahrer unbemerkt geschehen kann, bestimmt die Motorsteuerung 16 aus den Signalen des Drehzahlsensors 12 und/oder den Signalen des Motormomentsensors 14 Motormomentschwankungen, die während des Umschaltens auftreten. Detektiert die Motorsteuerungseinheit 16 auftretende Schwankungen des Motormoments, so hält sie das Motormoment während des Umschaltens konstant, indem sie zur Einstellung von das Motormoment beeinflussenden Parametern Signale an das erste, zweite, dritte und vierte Stellglied 20, 24, 28, 32 und an die Einspritzanlage 18 aus gibt.

[0028] Solche Parameter sind eine zugeteilte Luftmasse, die durch Einstellung der Drosselklappe 22, der Einzeldrosselklappen 34, des Abgasrückführungsventils 26 sowie des Abgasturboladers 31 verändert werden kann. Eine Messung der zugeteilten Luftmasse erfolgt beispielsweise über einen nicht dargestellten Heißfilm-Luftmassen-Durchflußmesser im Ansaugweg 42. Das Motormoment wird auch durch den Saugrohrdruck im Ansaugweg 42 beeinflusst, der von der Motorsteuerungseinheit 16 durch Einstellung des Abgasrückführungsventils 26, der Drosselklappe 22, der Einzeldrosselklappen 34 und des Abgasturboladers 31 verändert wird. Weiter wird das Motormoment durch die Abgasrückföhrtrate beeinflusst, die von der Motorsteuerungseinheit 16 durch Einstellung des Abgasrückführungsventils 26, der Drosselklappe 22 und des Abgasturboladers 31 verändert werden kann. Als weitere Parameter, die das Motormoment beeinflussen, werden von der Motorsteuerungseinheit 16 über die Einspritzanlage 18 ein Einspritzbeginn und eine Einspritzmenge des Kraftstoffs einer Vor-, Haupt- und Nacheinspritzung verändert. Schließlich beeinflusst ein Abgasgegendruck das Motormoment, der von der Motorsteuerungseinheit 16 mit Hilfe des Stellglieds 28 an der Abgasturbine 30 eingestellt werden kann.

[0029] Im Magerbetrieb wird der Dieselmotor 10 durch die Motorsteuerungseinheit 16 mit einem kraftstoffgeführten Gemischbildungsverfahren betrieben. Dabei erfolgt eine Regelung des Motormoments durch Einstellung der zugeteilten Kraftstoffmenge. Beim Umschalten von Magerbetrieb auf Fettbetrieb des Dieselmotors 10 stellt die Motorsteuerungseinheit 16 auf ein luftmassengeführtes Gemischbildungsverfahren um. Dabei erfolgt die Regelung des Motormoments über eine Einstellung der zugeteilten Luftmasse. Im Fettbetrieb des Dieselmotors 10 ermöglicht erst ein solches luftmassengeführtes Gemischbildungsverfahren die Regelung des Motormoments im gesamten Betriebsbereich des Dieselmotors 10, da im Fettbetrieb eine Laständerung des Dieselmotors kaum noch durch eine Variation der Kraftstoffmasse erreichbar ist. Damit kann die Motorsteuerungseinheit 16 auch bei instationären Betriebszuständen und/oder hoher Motorlast zwischen Magerbetrieb und Fettbetrieb umschalten, ohne dass

durch das Umschalten ein Drehmomentstoß spürbar würde. Der Übergang von dem kraftstoffmassengeführten auf das luftmassengeführte Gemischbildungsverfahren und zurück erfolgt durch kontinuierliches Nachführen aller oder einzelner Stellglieder 20, 24, 28, 32.

[0030] Auch nach dem Umschalten auf den Fettbetrieb wertet die Motorsteuerungseinheit 16 die Signale von dem Drehzahlsensor 12 und dem Motormomentensensor 14 aus und ordnet das so ermittelte Motormoment dem gerade aktuellen Fahrzustand, beispielsweise Drehzahl und Fahrpedalstellung, zu. Dieses bei einem bestimmten Fahrzustand ermittelte Motormoment im Fettbetrieb wird mit einem Motormoment verglichen, das bei dem erfassten Fahrzustand im Magerbetrieb abgegeben würde. Stellt die Motorsteuerungseinheit eine Abweichung des Motormoments im Fettbetrieb im Vergleich zum Magerbetrieb fest, wird das im Fettbetrieb bei dem erfassten Fahrzustand abgegebene Motormoment auf das für den Magerbetrieb ermittelte Motormoment eingestellt. Durch einen solchen Vergleich der beiden Betriebsarten können sowohl Fertigungstoleranzen von Motoren als auch langfristige Verschiebungen aufgrund von Alterungs- oder Verschleißvorgängen detektiert werden. Auch bemerkt ein Fahrer nicht, ob der Dieselmotor 10 gerade im Magerbetrieb oder im Fettbetrieb läuft.

[0031] Fig. 2 verdeutlicht schematisch den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben des Dieselmotors 10. Im Schritt 50 werden von der Motorsteuerungseinheit 16 Umschaltkriterien für die Umschaltung zwischen Magerbetrieb und Fettbetrieb und umgekehrt abgeprüft. Diese betreffen beispielsweise die vorhandene Speicherkapazität des NO_x -Adsorbers 46 und die vorliegende Abgastemperatur, die beide über geeignete Sensoren bestimmt und der Motorsteuerungseinheit 16 übermittelt werden. Sind die Umschaltkriterien nicht erfüllt, wird der Dieselmotor 10, wie im Schritt 52 dargestellt, von der Motorsteuerungseinheit 16 weiter im Magerbetrieb betrieben. Die im Magerbetrieb erfolgende Regelung des Motormoments ist durch Schritte 54, 56 ... 58 angedeutet, in denen einzelne, das Motormoment beeinflussende Parameter, wie Saugrohrdruck im Ansaugweg 42 und Menge des von der Einspritzanlage 18 eingespritzten Kraftstoffs entsprechend dem bei Magerbetrieb angewandten kraftstoffgeführten Gemischbildungsverfahren eingestellt werden.

[0032] Sind dagegen die Umschaltkriterien im Schritt 50 erfüllt, schaltet die Motorsteuerungseinheit 16 im Schritt 52 auf Fettbetrieb des Dieselmotors 10 um und wechselt auf ein luftmassengeführtes Gemischbildungsverfahren über. Die Regelung des Motormoments während des Umschaltens, d.h. bis zum Erreichen eines unterstöchiometrischen Luftverhältnisses $\lambda < 1$, und im Fettbetrieb durch Einstellen von das Motormoment beeinflussenden Parametern, wie die zugeteilte Luftmasse und die Abgasrückführungsrate, entsprechend dem bei Fettbetrieb angewandten luftmassengeführten Gemischbildungsverfahren, ist durch die Schritte 60,

62 ... 64 angedeutet. Ergibt die fortlaufende Überprüfung der Umschaltkriterien im Schritt 50, dass die Umschaltkriterien nicht mehr erfüllt sind, schaltet die Motorsteuerungseinheit 16 im Schritt 52 wieder auf Magerbetrieb des Dieselmotors 10 um. Auch bei dieser Rückumschaltung wird das Motormoment konstant gehalten, so dass der Umschaltvorgang vom Fahrer nicht bemerkt wird.

[0033] Die Regelung des Motormoments in den Schritten 54, 56, 58 bzw. 60, 62, 64 erfolgt in adaptiver Weise. Durch Adaption werden die einzustellenden Parameter auf Werte aus einem zu erwartenden Bereich voreingestellt, so dass zur Regelung kleine Veränderungen genügen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors, bei dem zwischen einem Magerbetrieb mit überstöchiometrischem Verbrennungsluftverhältnis $\lambda > 1$ und einem Fettbetrieb mit unterstöchiometrischem Verbrennungsluftverhältnis $\lambda < 1$ umgeschaltet wird,
gekennzeichnet durch
die Schritte:

- Bestimmen von Motormomentschwankungen während des Umschaltens und
- Konstanthalten des Motormoments mittels einer Motormomentregelung während des Umschaltens **durch** Einstellen von das Motormoment beeinflussenden Parametern.

2. Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors nach Anspruch 1,
gekennzeichnet durch
die Schritte:

- Erfassen eines Fahrzustandes im Fettbetrieb
- Ermitteln eines bei dem erfassten Fahrzustand im Magerbetrieb abgegebenen Motormoments und
- Einstellen eines bei dem erfassten Fahrzustand im Fettbetrieb abgegebenen Motormoments auf das für den Magerbetrieb ermittelte Motormoment **durch** Einstellen der das Motormoment beeinflussenden Parameter.

3. Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
beim Umschalten von Magerbetrieb auf Fettbetrieb der Wechsel von einem kraftstoffgeführten Gemischbildungsverfahren auf ein luftmassengeführtes Gemischbildungsverfahren erfolgt.

4. Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors nach

- einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Einstellen der das Motormoment beeinflussenden Parameter das Einstellen einer zugeteilten Luftmasse beinhaltet. 5
5. Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Einstellen der das Motormoment beeinflussenden Parameter das Einstellen einer Abgasrückführ-
rate beinhaltet. 10
6. Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Einstellen der das Motormoment beeinflussenden Parameter das Einstellen eines Saugrohr-
drucks beinhaltet. 15
7. Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Einstellen der das Motormoment beeinflussenden Parameter das Einstellen eines Abgasgegen-
drucks beinhaltet. 20
8. Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Einstellen der das Motormoment beeinflussenden Parameter das Einstellen eines Einspritzbe-
ginnns beinhaltet. 25
9. Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Einstellen der das Motormoment beeinflussenden Parameter das Einstellen einer Einspritzmenge
beinhaltet. 30
10. Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Umschalten zwischen Magerbetrieb und Fett-
betrieb bei Vorliegen ungünstiger Randbedingun-
gen zeitlich verzögert wird. 35
11. Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors nach Anspruch 3 und einem der vorstehenden Ansprü-
che,
dadurch gekennzeichnet, dass
vor dem Wechsel von dem kraftstoffgeführten Ge-
mischbildungsverfahren auf das luftmassengeführ-
te Gemischbildungsverfahren eine Einstellung von
einen Luftpfad betreffenden Parametern erfolgt. 40
12. Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors nach
- einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Einstellen der das Motormoment beeinflussenden Parameter durch eine adaptive Regelung oder
eine adaptive Steuerung erfolgt. 5
13. Dieselmotor zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch
einen Drehzahlsensor (12) und/oder einen Motor-
momentsensor (14), eine Drossleinrichtung (22)
mit einem ersten Stellglied (20) im Ansaugweg (42)
und/oder eine Abgasrückführeinrichtung (36, 40)
mit einem Abgasrückführungsventil (26) mit einem
zweiten Stellglied (24) und eine Motorsteuerungs-
einheit (16), die mit dem Drehzahlsensor (12) und/
oder dem Motormomentsensor (14) sowie dem er-
sten Stellglied (20) und dem zweiten Stellglied (24)
gekoppelt ist, und zum Umschalten zwischen Ma-
gerbetrieb und Fettbetrieb, und zum Bestimmen von
Motormomentschwankungen sowie zum Regeln ei-
nes Motormoments ausgelegt ist, wobei während
des Umschaltens zwischen Magerbetrieb und Fett-
betrieb das Motormoment mittels der Motormo-
mentregelung konstant gehalten wird.
14. Dieselmotor nach Anspruch 13,
gekennzeichnet durch
eine mit dem Ansaugweg (42) verbundene Auflade-
einrichtung (30) mit einem dritten Stellglied (28),
das von der Motorsteuerungseinheit (16) ansteuer-
bar ist.
15. Dieselmotor nach Anspruch 13 oder 14,
gekennzeichnet durch
eine Vorrichtung (34) zum Verändern eines An-
saugquerschnitts eines jeden Zylinders mit einem
vierten Stellglied (32), das von der Motorsteue-
rungseinheit (16) ansteuerbar ist.

Claims

1. A process for operating a diesel engine which switches between lean operation with a combustion air ratio ($\lambda > 1$) lean of stoichiometry and rich operation with a combustion air ratio ($\lambda < 1$) rich of stoichiometry,
characterised by
the following steps:
- determination of engine torque fluctuations during the switch and
 - maintenance of a constant engine torque by means of an engine torque regulation system during the switch by setting parameters influencing engine torque.

2. A process for operating a diesel engine in accordance with claim 1,
characterised by
the following steps:
- detection of a driving status in rich operation,
 - determination of an engine torque developed in lean operation in the driving status detected,
 - setting of an engine torque developed in lean operation in the driving status detected to the engine torque determined for lean operation by setting the parameters influencing engine torque.
3. A process for operating a diesel engine in accordance with claim 1 or 2,
characterised in that
when switching from lean operation to rich operation a change from a fuel-led carburetion process to an air mass-led carburetion process takes place.
4. A process for operating a diesel engine in accordance with one of the preceding claims,
characterised in that
the setting of the parameters influencing the engine torque includes the setting of a apportioned air mass.
5. A process for operating a diesel engine in accordance with one of the preceding claims,
characterised in that
the setting of the parameters influencing the engine torque includes the setting of an exhaust gas recirculation rate.
6. A process for operating a diesel engine in accordance with one of the preceding claims,
characterised in that
the setting of the parameters influencing the engine torque includes the setting of an induction pipe pressure.
7. A process for operating a diesel engine in accordance with one of the preceding claims,
characterised in that
the setting of the parameters influencing the engine torque includes the setting of an exhaust gas backpressure.
8. A process for operating a diesel engine in accordance with one of the preceding claims,
characterised in that
the setting of the parameters influencing the engine torque includes the setting of an injection start point.
9. A process for operating a diesel engine in accordance with one of the preceding claims,
characterised in that
- the setting of the parameters influencing the engine torque includes the setting of an injection quantity.
10. A process for operating a diesel engine in accordance with one of the preceding claims,
characterised in that
the switch between lean operation and rich operation is time-delayed in the presence of unfavourable boundary conditions.
11. A process for operating a diesel engine in accordance with claim 3 and one of the preceding claims,
characterised in that
prior to the switch from the fuel-led carburetion process to the air mass-led carburetion process parameters relating to an air path are set.
12. A process for operating a diesel engine in accordance with one of the preceding claims,
characterised in that
the setting of the parameters influencing the engine torque takes the form of an adaptive regulation process or an adaptive control process.
13. A diesel engine for carrying out a process in accordance with one of the preceding claims,
characterised by
an engine speed sensor (12) and/or an engine torque sensor (14), a throttle device (22) with a first actuator (20) in the induction path (42) and/or an exhaust gas recirculation device (36, 40) with an exhaust gas recirculation valve (26) with a second actuator (24) and an engine control unit (16) which is linked to the engine speed sensor (12) and/or the engine torque sensor (14) and to the first actuator (20) and the second actuator (24) and is designed for switching between lean operation and rich operation, for determining engine torque fluctuations and for regulating an engine torque, the engine torque being held constant by means of the engine torque regulation system during the switch between lean operation and rich operation.
14. A diesel engine in accordance with claim 13,
characterised by
a supercharger (30) connected to the induction path (42) with a third actuator (28) which can be actuated by the engine control unit (16).
15. A diesel engine in accordance with claim 13 or 14,
characterised by
a device (34) for changing an induction cross-section of each cylinder with a fourth actuator (32) which can be actuated by the engine control unit (16).

Revendications

1. Procédé pour le fonctionnement d'un moteur diesel, dans lequel on passe entre un fonctionnement pauvre présentant un rapport d'air de combustion sur-stoechiométrique $\lambda > 1$ et un fonctionnement riche présentant un rapport d'air de combustion sous-stoechiométrique $\lambda < 1$, **caractérisé par** les étapes suivantes :
 - on évalue des fluctuations du couple moteur pendant le passage, et
 - on maintient constant le couple moteur au moyen d'une régulation de couple moteur pendant le passage, par réglage de paramètres qui influencent le couple moteur.

2. Procédé pour le fonctionnement d'un moteur diesel selon la revendication 1, **caractérisé par** les étapes suivantes :
 - on détecte un état de circulation pendant le fonctionnement riche,
 - on détermine un couple moteur fourni en fonctionnement pauvre dans l'état de circulation détecté,
 - on règle un couple moteur fourni en fonctionnement riche dans l'état de circulation détecté pour le faire passer au couple moteur déterminé pour le fonctionnement pauvre, par réglage des paramètres qui influencent le couple moteur.

3. Procédé pour le fonctionnement d'un moteur diesel selon l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** lors du passage depuis le fonctionnement pauvre vers le fonctionnement riche, il s'effectue un changement pour passer d'un processus de formation de mélange dicté par le carburant vers un processus de formation de mélange dicté par la masse d'air.

4. Procédé pour le fonctionnement d'un moteur diesel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le réglage des paramètres qui influencent le couple moteur inclut le réglage d'une masse d'air attribuée.

5. Procédé pour le fonctionnement d'un moteur diesel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le réglage des paramètres qui influencent le couple moteur inclut le réglage d'un taux de recirculation de gaz d'échappement.

6. Procédé pour le fonctionnement d'un moteur diesel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le réglage des paramètres qui influencent le couple moteur inclut le réglage d'une pression dans la tubulure d'aspiration.

7. Procédé pour le fonctionnement d'un moteur diesel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le réglage des paramètres qui influencent le couple moteur inclut le réglage d'une contre-pression des gaz d'échappement.

8. Procédé pour le fonctionnement d'un moteur diesel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le réglage des paramètres qui influencent le couple moteur inclut le réglage d'un début d'injection.

9. Procédé pour le fonctionnement d'un moteur diesel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le réglage des paramètres qui influencent le couple moteur inclut le réglage d'une quantité injectée.

10. Procédé pour le fonctionnement d'un moteur diesel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le passage entre le fonctionnement pauvre et le fonctionnement riche est retardé dans le temps en présence de conditions aux limites défavorables.

11. Procédé pour le fonctionnement d'un moteur diesel selon la revendication 3 et selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'avant** le changement pour passer d'un processus de formation de mélange dicté par le carburant vers un processus de formation de mélange dicté par la masse d'air, il s'effectue un réglage des paramètres relatifs à un trajet d'air.

12. Procédé pour le fonctionnement d'un moteur diesel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le réglage des paramètres qui influencent le couple moteur s'effectue par une régulation adaptative ou par une commande adaptative.

13. Moteur diesel pour mettre en oeuvre le procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par** un détecteur de vitesse de rotation (12) et/ou par un détecteur de couple moteur (14), un dispositif d'étranglement (22) comportant un premier organe de positionnement (20) dans le trajet d'aspiration (42) et/ou par un dispositif de recirculation de gaz d'échappement (36, 40) comportant une valve de recirculation de gaz d'échappement (26) avec un deuxième organe de positionnement (24) et une unité de commande moteur (16) qui est couplée au détecteur de vitesse de rotation (12) et/ou au détecteur de couple moteur (14) ainsi qu'au premier organe de positionnement (20) et au deuxième or-

gane de positionnement (24), et qui, pour le passage entre un fonctionnement pauvre et un fonctionnement riche, est conçue pour évaluer des fluctuations de couple moteur ainsi que pour régler un couple moteur, et pendant le passage entre le fonctionnement pauvre et le fonctionnement riche, le couple moteur est maintenu constant au moyen de la régulation de couple moteur.

5

14. Moteur diesel selon la revendication 13, **caractérisé par** un dispositif de suralimentation (30) relié au trajet d'aspiration (42) et comportant un troisième organe de positionnement (28) qui est susceptible d'être piloté par l'unité de commande moteur (16).

10

15

15. Moteur diesel selon l'une ou l'autre des revendications 13 et 14, **caractérisé par** un dispositif (34) pour modifier une section transversale d'aspiration de chaque cylindre, comportant un quatrième organe de positionnement (32) qui est susceptible d'être piloté par l'unité de commande moteur (16).

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

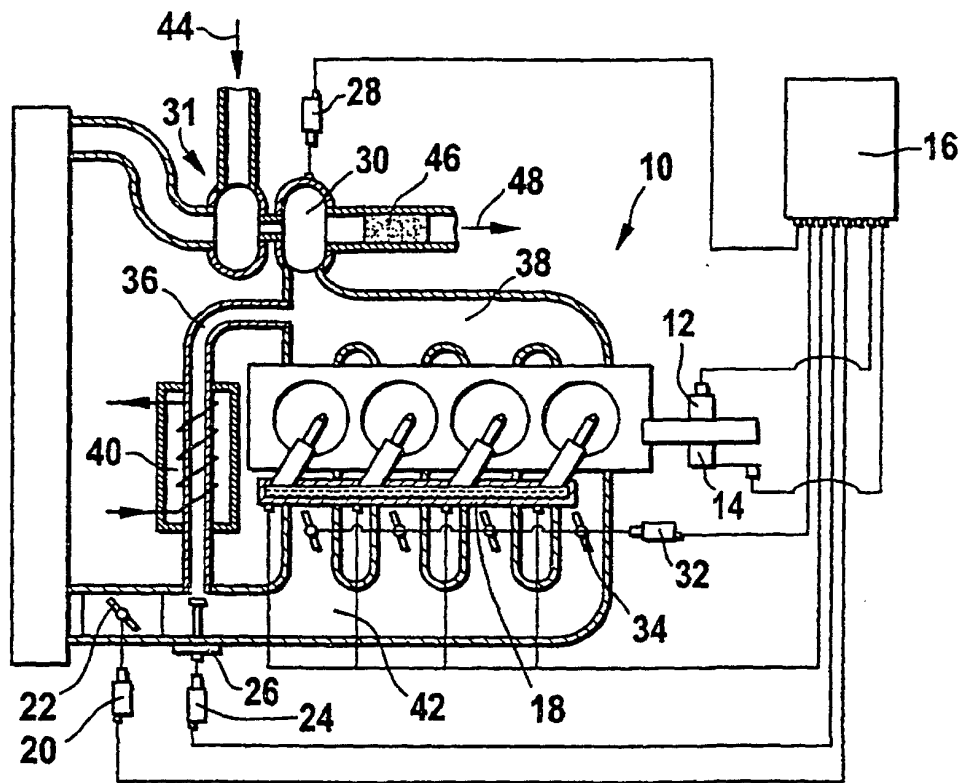


Fig. 2

