



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.03.2002 Patentblatt 2002/11

(51) Int Cl.7: **F02D 41/14**, F02D 41/02,
F01N 9/00

(21) Anmeldenummer: **01118933.9**

(22) Anmeldetag: **04.08.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **Bayerische Motoren Werke**
Aktiengesellschaft
80809 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Kemethofer, Gerhard**
1090 Wien (AT)
• **Mattes, Wolfgang**
4432 Ersthofen (AT)

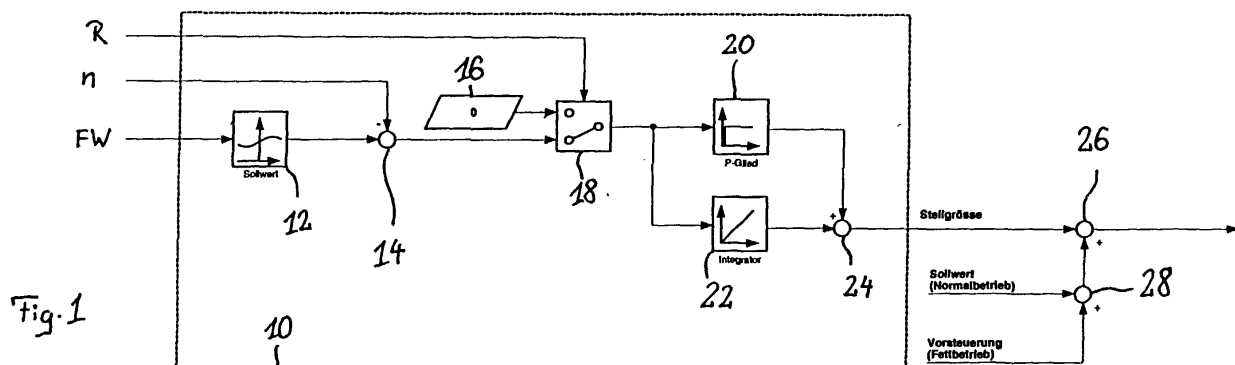
(30) Priorität: **08.09.2000 DE 10044411**

(54) **Verfahren zur Steuerung eines Verbrennungsmotors bei einem Regenerationszyklus**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Verbrennungsmotors der überwiegend in einer Betriebsart mit einem mageren Luft-Kraftstoff-Gemisch ($\lambda > 1$), zur Regeneration seines Speicherkatalysators jedoch zyklisch mit einem fetten Luft-Kraftstoff-Gemisch ($\lambda < 1$) betrieben wird.

Zur Vermeidung von Komforteinbußen infolge der Wirkungsgradänderung beim Umschalten von der Betriebsart mit magerem Luft-Kraftstoff-Gemisch in dieje-

nige mit fettem Luft-Kraftstoff-Gemisch wird vorgeschlagen, einen Fahrerwunsch zu ermitteln, einen Drehzahl-Sollwert aus dem Fahrerwunsch zu generieren, einen Drehzahl-Istwert zu bestimmen, eine Differenzdrehzahl aus dem Drehzahl-Sollwert und dem Drehzahl-Istwert zu ermitteln, eine Korrekturgröße in Abhängigkeit von der Differenzdrehzahl zu ermitteln und einen Wert für die Einspritzmenge und/oder die Luftmasse in Abhängigkeit von der Korrekturgröße zu ermitteln.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Verbrennungsmotors, der überwiegend in einer Betriebsart mit einem mageren Luft-Kraftstoff-Gemisch, zur Regeneration seines Speicherkatalysators jedoch zyklisch mit einem fetten Luft-Kraftstoff-Gemisch betrieben wird.

[0002] Für mager betriebene Verbrennungskraftmaschinen ($\lambda > 1$), insbesondere im geschichteten Betrieb, ist ein Dreiwegekatalysator zur Abgasreinigung nicht geeignet. Bekannterweise kann man die notwendige Stickoxidreduktion mittels eines sog. NO_x -Speicherkatalysators erreichen. Solche Katalysatoren müssen zyklisch in einer sog. Regenerierungsphase von den darin aufgenommenen und gespeicherten Schadstoffen gereinigt werden. In diesen Regenerierungsphasen wird der Verbrennungsmotor kurzzeitig mit einem fetten Luft-Kraftstoffverhältnis ($\lambda < 1$) betrieben.

[0003] Der Wechsel zwischen den beiden Betriebsarten "Mager" und "Fett" hat jedoch eine Wirkungsgradänderung des Motors zur Folge. Da zur Vermeidung einer übermäßigen Verbrauchsverschlechterung bzw. Verschlechterung von Emissionsdaten, die Perioden für den "fetten" Betrieb der Brennkraftmaschine sowie die Übergangszeiten möglichst kurz sein sollen, kann es bei bisherigen Systemen zu Komforteinbußen kommen, die sich insbesondere in Form von Unstetigkeiten im Motormomentenverlauf zeigen. Herkömmlicherweise werden während der Umschaltphasen zwischen den verschiedenen Betriebsarten Steuerungsverfahren verwendet, die sich in Ermangelung von Momentensensoren auf Kennfeld- und Rechengrößen stützen. Diese Verfahren sind jedoch in hohem Masse gegen Störgrößen empfindlich.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Steuerung eines Verbrennungsmotors anzugeben, mit dem Komforteinbußen infolge der Wirkungsgradänderung beim Umschalten von einer Betriebsart mit einem mageren Luft-Kraftstoff-Gemisch in einem Betrieb mit einem fetten Luft-Kraftstoff-Gemisch vermieden werden.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst.

[0006] Mit der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, die Motordrehzahl im Fettbetrieb als Regelgröße zu verwenden. Dafür ist es notwendig, aus dem Fahrerwunsch zunächst einen Drehzahl-Sollwertverlauf abzuleiten. Dieser Drehzahl-Sollwertverlauf dient als Führungsgröße.

[0007] Der Drehzahl-Sollwertverlauf wird mit dem tatsächlichen Drehzahl-Istwert verglichen, und es wird ein Korrekturwert derart erzeugt, dass bei einer damit geänderten Einspritzmenge oder Luftmasse sich eine Drehzahl gemäß dem Drehzahl-Sollwertverlauf einstellt. Die Stellgrößen bei diesem Regelungsverfahren sind also die Kraftstoffmenge und/oder die Luftmenge. Als Stellglieder dienen die Kraftstoffeinspritzanlage

und/oder eine Ansaugdrosselklappe bzw. ein Abgasrückführventil.

[0008] Durch die vorliegende Erfindung wird eine sogenannte "Closed-Loop"-Regelung möglich, mit der sich durch genaue Einregelung der Drehzahl auf einen Drehzahl-Sollwertverlauf Komforteinbußen vermeiden lassen. Als vorteilhaft wirkt sich dabei aus, dass Drehzahlsensoren in der Regel recht zuverlässig arbeiten. Überdies sind sie meist im Fahrzeug vorhanden. Damit fallen keine zusätzlichen Kosten an, wie dies beispielsweise bei einer Lambda-Regelung notwendig wäre, die einen zusätzlichen Lambda-Sensor vor den Katalysatoren erfordert.

[0009] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Fahrerwunsch zumindest aus der Fahrpedalbetätigung ermittelt. Natürlich können auch andere Parameter herangezogen werden, die über den Fahrerwunsch Aufschluß geben, wie beispielsweise Rückschaltvorgänge beim Übersetzungsgetriebe.

[0010] Eine einfache Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Drehzahl-Sollwert aus einer Kennlinie oder einem Kennfeld ausgelesen wird, in dem die Daten zumindest in Abhängigkeit von dem Fahrerwunsch angegeben sind. Aufgrund des vorliegenden Fahrerwunsches erhält man somit, möglicherweise in Abhängigkeit von anderen Zusatzbedingungen, den einzuregelnden Drehzahl-Sollwertverlauf.

[0011] Eine besondere Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass der Regler als sog. PI-Regler ausgebildet ist, also mit einem Proportional- und einem Integralglied, deren Ausgangswerte die Korrekturgröße angeben.

[0012] In einer einfachen Ausführungsform wird eine Korrekturgröße so bestimmt, dass sie einfach einem Normalwert für die Einspritzmenge und/oder einem Normalwert für die Luftmasse hinzuaddiert werden muss. Als Normalbetrieb ist dabei der magere Betrieb bezeichnet. Damit gibt die Korrekturgröße gerade den im fetten Betrieb sich verändernden Kraftstoff- oder Luftanfall an.

[0013] Um insbesondere den Übergang von der mageren Betriebsphase in den fetten Betrieb ohne Unstetigkeiten im Momenten- oder Drehzahlverlauf realisieren zu können, kann zudem eine Vorsteuerung durchgeführt werden, bei der ein Vorsteuerwert bestimmt wird, der zu dem Normalwert für die Einspritzmenge und/oder die Sollluftmasse beim Übergang der Betriebsarten hinzugefügt wird. Damit lässt sich eine Regelverzögerung vermeiden.

[0014] Weitere Vorteile und Merkmale sind den übrigen Unteransprüchen zu entnehmen.

[0015] Ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Die Zeichnungen zeigen in

55 Fig. 1 ein Regeldiagramm für ein Regelverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 ein Diagramm, welches eine Steuerung gemäß dem Stand der Technik darstellt und

Fig. 3a bis 3e Diagramme, welche die Luftmasse, den Kraftstoff, den λ -Wert, die Motordrehzahl und das Motormoment über einen bestimmten zeitlichen Verlauf zeigen.

[0016] Zunächst wird das Steuerverfahren gemäß dem Stand der Technik, welches in Figur 2 dargestellt ist, erläutert.

[0017] Die Steuerung, welche symbolhaft durch das strichlinierte Kästchen 58 angegeben ist, umfasst als Eingangsgrößen ein Regenerationssignal R, ein Drehzahl-Ist-Signal n sowie ein Signal, welches die Kraftstoffmenge KM bezeichnet. Das Regenerationssignal R gibt das Vorliegen einer Regenerationsphase an. Aus den beiden Größen Drehzahl n und Kraftstoffmenge KM wird über ein Kennfeld 50, dem die vorgenannten Größen als Eingangsgrößen zur Verfügung gestellt werden, ein Korrekturwert für den Fettbetrieb ermittelt. Dieser Korrekturwert stellt eine zusätzliche Kraftstoffmenge dar, die den Zylindern zusätzlich zu der beim normalen mageren Betrieb zugeteilten Kraftstoffmenge zugeführt wird.

[0018] Je nachdem, ob ein Regenerationssignal R an einem Umschalter 54 anliegt, wird entweder ein Nullsignal 52 oder das Korrektursignal an den Ausgang des Umschalters 54 weitergeleitet. Mit diesem Ausgangssignal wird in einem Addierer 56 der Sollwert für den Normalbetrieb verändert. Aus dem Addierer erhält man dann den korrigierten Kraftstoffeinspritzwert, mit dem der Verbrennungsmotor in der fetten Betriebsart gefahren wird.

[0019] Liegt dagegen kein Regenerationssignal R am Umschalter 54 an, so befindet sich das Fahrzeug nicht in einer Regenerationsphase und am Ausgang des Addierers 56 liegt der Kraftstoffeinspritzwert für den normalen mageren Betrieb an.

[0020] Dieses Steuerfahren ist jedoch empfindlich gegenüber Störgrößen, so dass Unstetigkeiten im Motor-momentenverlauf auftreten können.

[0021] Ein Regelverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 1 dargestellt. Dieses Verfahren ermöglicht eine "Closed-Looping"-Regelung. Der Regler ist dabei ebenfalls als strichliniertes Kästchen dargestellt und mit der Bezugsziffer 10 gekennzeichnet. Der Regler 10 erhält als Eingangsgrößen wiederum das Re-generationssignal R sowie einen Drehzahl-Istwert n . Zusätzlich erhält der Regler 10 eine Information über den Fahrerwunsch FW, welcher vorliegend aus der Fahrpedalbetätigung ermittelt wird. Verfahren dafür sind aus dem Stand der Technik bekannt. Aufgrund des Fahrerwunsch-Signals FW wird aus einem Kennfeld 12 ein Drehzahl-Sollwert ausgelesen. Von diesem Drehzahl-Sollwert wird der tatsächlich vorliegende Drehzahl-Ist-

wert n abgezogen, was zu einer Differenzdrehzahl führt. Diese Differenzdrehzahl wird einem Eingang eines Umschalters 18 zugeführt. An dem anderen Eingang des Umschalters 18 liegt - wie beim Ausführungsbeispiel aus dem Stand der Technik gemäß Fig. 2 - ein Nullsignal 16 an.

[0022] Abhängig von dem Regenerationssignal R schaltet der Umschalter 18 einen der beiden Eingänge auf seinen Ausgang. Liegt ein Regenerationszyklus vor, so wird die Differenzdrehzahl durchgeschaltet. Diese Information wird nun dem Eingang eines Proportionalgliedes 20 sowie eines Integralgliedes 22 zugeführt, deren Ausgangssignale wiederum einem Summierer 24 zugeleitet werden. Im Summierer 24 ergibt sich damit eine Korrekturstellgröße, mit der in einem weiteren Summierer 26 der Sollwert der Luftmenge oder der Kraftstoffmenge korrigiert wird. Dies führt zu dem entsprechenden Sollwert für die fette Betriebsart.

[0023] Zusätzlich ist in Fig. 1 noch ein Vorsteuerwert für den Fettbetrieb einem Summierer 28 zugeführt, so dass die Übergangsphase zwischen den beiden Betriebsarten mager und fett ohne Regelungsverzögerung kompensiert werden kann.

[0024] Insgesamt stellt das vorliegende Regelverfahren sicher - und dies ist in den verschiedenen Fig. 3 auch dargestellt -, dass aufgrund der eingeregelter Motordrehzahl n_{Motor} ein stetiges Motormoment realisierbar ist. In den Figuren 3a bis 3e sind die während den verschiedenen Betriebsphasen auftretenden Motorgrößen Luftmasse (Fig. 3a), Kraftstoffmenge (Fig. 3b), λ -Wert (Fig. 3c), Motordrehzahl (Fig. 3d) und Motormoment (Fig. 3e) dargestellt. In den Figuren 3 ist zu erkennen, wie sich die Luft- und Kraftstoffdaten während der Regenerationsphasen RP bei einem Konstantbetrieb sowie bei einem Betrieb mit geringer Lastanforderung verändern. Aufgrund der erfindungsgemäßen Steuerung tritt jedoch keine Veränderung in der Motordrehzahl n_{Motor} auf, was insgesamt zu einem stetigen Motormoment M_{Motor} führt. Dies bedeutet, dass keine Komforteinbußen beim Übergang zwischen den einzelnen Betriebsarten hinzunehmen sind.

45 Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Verbrennungsmotors der überwiegend in einer Betriebsart mit einem mageren Luft-Kraftstoff-Gemisch ($\lambda > 1$), zur Regeneration seines Speicherkatalysators jedoch zyklisch mit einem fetten Luft-Kraftstoff-Gemisch ($\lambda < 1$) betrieben wird, bei dem im Regenerationsbetrieb folgende Schritte durchgeführt werden:

- Ermitteln eines Fahrerwunsches,
- Ermitteln eines Drehzahl-Sollwertes aus dem Fahrerwunsch,
- Ermitteln eines Drehzahl-Istwertes,

- Bestimmen einer Differenzdrehzahl aus dem Drehzahl-Sollwert und dem Drehzahl-Istwert,
 - Bestimmen einer Korrekturgröße in Abhängigkeit von der Differenzdrehzahl,
 - Korrigieren eines Wertes für die Einspritzmenge und/oder die Luftmasse in Abhängigkeit von der Korrekturgröße. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, 10
dass der Fahrerwunsch zumindest aus der Fahrpedalbetätigung ermittelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, 15
dass der Drehzahl-Sollwert aus einer Kennlinie oder einem Kennfeld ausgelesen wird, die bzw. das als Eingangsgröße zumindest den Fahrerwunsch enthält. 20
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Korrekturgröße als Ausgangswert eines Proportional- und/oder Integralgliedes bestimmt ist, denen als Eingangswert die Differenzdrehzahl zur Verfügung gestellt wird. 25
5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Korrekturgröße als Summe der Ausgangswerte des Proportional- und Integralgliedes bestimmt ist. 30
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, 35
dass die Korrekturgröße zu einem Normalwert für die Einspritzmenge und/oder die Sollluftmasse addiert wird. 40
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Vorsteuerwert bestimmt wird, der zu Beginn der Regenerationsphase zum Normalwert für die Einspritzmenge und/oder die Sollluftmasse addiert wird. 45
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, 50
dass die Drehzahldifferenz als Eingangssignal einem Umschalter zugeführt wird, an dessen anderen Eingang ein Nullsignal anliegt und dass der Schaltzustand in Abhängigkeit von einer Information über eine stattfindende Regeneration bestimmt wird. 55

