

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 132 604 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

12.09.2001 Patentblatt 2001/37(51) Int Cl.7: **F02D 41/22**(21) Anmeldenummer: **01104949.1**(22) Anmeldetag: **28.02.2001**

(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(30) Priorität: **06.03.2000 DE 10010847**(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:

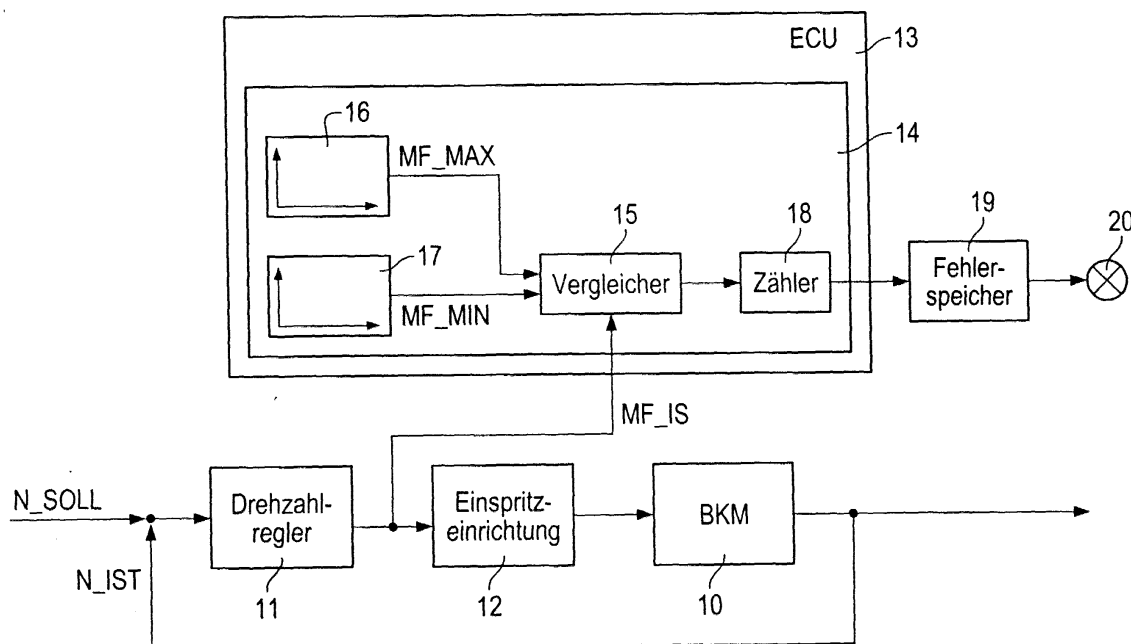
- Käsbauer, Michael, Dr.
93073 Neutraubling (DE)
- Przymusinski, Achim
93049 Regensburg (DE)

(54) **Verfahren zum Überwachen der Kraftstoffeinspritzung bei einer Brennkraftmaschine**

(57) In drehzahlgeregelten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine, z.B. im Leerlauf wird die einzuspritzende Kraftstoffmenge (MF_IS) über die Drehzahl (N_IST) der Brennkraftmaschine (10) geregelt und die einzuspritzende Kraftstoffmenge (MF_IS) mit vorgege-

benen Schwellenwerten (MF_MAX, MF_MIN) verglichen. Auf eine fehlerhafte Einspritzung wird geschlossen, wenn die eingespritzte Kraftstoffmenge (MF_IS) außerhalb eines durch die Schwellenwerte (MF_MAX, MF_MIN) begrenzten Bereiches liegt.

FIG 1



EP 1 132 604 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen der Kraftstoffeinspritzung bei einer Brennkraftmaschine, insbesondere bei einer Dieselmotorkraftmaschine, die im drehzahlgeregelten Bereich betrieben wird.

[0002] Neben Sicherheit und Komfort spielt die Umweltverträglichkeit von Kraftfahrzeugen, die mittels einer Brennkraftmaschine angetrieben werden, eine zunehmend stärkere Rolle. Auf dem Weg zu Kraftfahrzeugen mit geringen Emissionen bildet die Überwachung aller abgasrelevanter Teilsysteme der Brennkraftmaschine im Betrieb eine wichtige Säule. Zur Einhaltung der immer kleiner werdenden Grenzwerte für die ausgestoßenen Schadstoffe sind in Zukunft auch in Europa sogenannte On-Bord-Diagnosesysteme (OBD-Systeme) vorgeschrieben. Damit ist ein an Bord des Kraftfahrzeuges installiertes Diagnosesystem für die Emissionsüberwachung bezeichnet, das in der Lage ist, mit Hilfe rechnergespeicherter Fehlercodes Fehlfunktionen und deren wahrscheinliche Ursachen anzuzeigen.

[0003] Solche On-Bord-Diagnosesysteme sind nach der Richtlinie 98/69/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zukünftig auch für Dieselfahrzeuge erforderlich. Die Aufgabe hierbei ist neben der Überwachung des Wirkungsgrades eines eventuell vorhandenen Katalysators, eines Partikelfilters und eines elektronischen Kraftstoffmengenreglers des Kraftstoffeinspritzsystems auch die Überwachung der an einen Rechner angeschlossenen emissionsrelevanten Bauteile oder Teilsysteme des Antriebsstrangs, deren Ausfall bzw. Fehlfunktion dazu führen könnte, dass die Abgasemissionen die vorgegebene Grenzwerte überschreiten. Die Überwachung der tatsächlich eingespritzten Kraftstoffmenge stellt hierbei eine zentrale Anforderung dar.

[0004] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, mit dem auf einfache Weise die eingespritzte Kraftstoffmenge überwacht werden kann.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

[0006] In drehzahlgeregelten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine wird die einzuspritzende Kraftstoffmenge allein über die Drehzahl der Brennkraftmaschine geregelt. Bei fehlerfreiem Fahrzeugbetrieb und definierten Betriebsparametern bewegt sich die auf diese Weise eingeregelte Kraftstoffmenge zwischen applizierbaren Ober- und Untergrenzen. Diese Grenzen werden derart eingestellt, dass deren Überschreitung bzw. Unterschreitung als fehlerhafte Einspritzung diagnostiziert werden kann, welche eine Überschreitung der vom Gesetzgeber vorgegebenen Abgasgrenzwerte zur Folge haben kann. Es wird deshalb überprüft, ob die Kraftstoffmenge innerhalb des von einer Obergrenze und Untergrenze bestimmten Bereiches liegt.

[0007] Der drehzahlgeregelte Leerlaufbetrieb der

Brennkraftmaschine bei Fahrzeugstillstand stellt einen gut reproduzierbaren Betriebszustand dar, welcher in dem europäischen Testzyklus nach oben genannter Richtlinie einen prozentual bedeutenden Anteil einnimmt (Stadtfahrzyklus: 30%). Somit kann mit dem erfindungsgemäßen Überwachungsverfahren ohne zusätzliche Sensorik unter Ausnutzung der vorhandenen Drehzahlregelung der Brennkraftmaschine in bestimmten Betriebszuständen die eingespritzte Kraftstoffmenge überwacht werden. Sie ermöglicht die Erkennung von emissionsrelevanten Mehr- oder Mindereinspritzmengen an Kraftstoff, welche auch in anderen Betriebszuständen vorliegen können.

[0008] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Blockschaltbild einer Dieselmotorkraftmaschine mit einer Überwachungseinrichtung für die eingespritzte Kraftstoffmenge,

Figur 2 ein Diagramm, das den zeitlichen Verlauf der eingespritzten Kraftstoffmenge bei fehlerfreiem Betrieb der Brennkraftmaschine zeigt,

Figur 3 ein Diagramm, das den zeitlichen Verlauf der eingespritzten Kraftstoffmenge bei fehlerhaftem Betrieb der Brennkraftmaschine zeigt,

Figur 4 ein Diagramm, das die allmähliche Veränderung der Kraftstoffeinspritzmenge aufgrund von Systemalterung zeigt und

Figur 5 ein Ablaufdiagramm zum Überwachen der eingespritzten Kraftstoffmenge

[0009] In Figur 1 ist sehr vereinfacht eine Dieselmotorkraftmaschine (BKM) 10 mit einer ihr zugeordneten Dieselregeleinrichtung gezeigt, wobei nur diejenigen Teile dargestellt sind, die für das Verständnis der Erfindung notwendig sind. Insbesondere ist auf die Darstellung der Abgasnachbehandlungsanlage und des Kraftstoffkreislaufes verzichtet worden.

[0010] Die Dieselregeleinrichtung weist einen Drehzahlregler 11 auf, dem die Differenz zwischen einer vorgegebenen Soll-Drehzahl N_{SOLL} und der mittels eines nicht dargestellten Sensors erfaßten Ist-Drehzahl N_{IST} der Brennkraftmaschine 10 zugeführt wird. Der Drehzahlregler 11 wirkt auf eine Einspritzeinrichtung 12 ein, die beispielsweise als Einspritzpumpe oder als Speichereinspritzsystem (Common Rail System) ausgebildet sein kann. Durch den geschlossenen Regelkreis stellt sich eine bestimmte Kraftstoffmenge, beispielsweise im Leerlauf der Brennkraftmaschine 10 die Kraftstoffmenge MF_{IS} ein, die mittels der Einspritzeinrichtung 12 der Brennkraftmaschine 10 zugeführt wird.

[0011] Eine zur Überwachung der eingespritzten Kraftstoffmenge dienende Überwachungseinrichtung 14 weist einen Vergleicher 15 auf, der die vom Drehzahlregler 11 ausgegebene Kraftstoffmenge MF_IS in mg/Hub mit zwei vorgegebenen Schwellenwerten für die Kraftstoffmengen MF_MAX und MF_MIN vergleicht. Diese Schwellenwerte MF_MAX und MF_MIN werden in Abhängigkeit der vorgegebenen Emissionsgrenzwerte appliziert und sind in einem Speicher abgelegt. Sie können aber auch z.B. abhängig von der Temperatur des Kühlmittels der Brennkraftmaschine 10 als Kennlinien in Kennfelder 16, 17 abgelegt sein. Der Vergleicher 14 ist mit einem Eingangsport eines Zählers 18 verbunden, dessen Ausgangsport mit einem Fehlerspeicher 19 verbunden ist. Dem Fehlerspeicher 19 ist eine Fehlerwarnlampe 20 zugeordnet. Die Funktion der Überwachungseinrichtung 14 wird anhand der Beschreibung der Figuren 2-5 näher erläutert.

[0012] In der Figur 1 ist der Drehzahlregler 11 aus Gründen der Übersichtlichkeit als separate Komponente gezeichnet, er kann aber auch ebenso wie die Überwachungseinrichtung 14 in eine den Betrieb der Brennkraftmaschine 10 steuernde und regelnde Steuerungseinrichtung (ECU) 13 integriert sein.

[0013] Bei drehzahlgeregeltem Leerlaufbetrieb der Brennkraftmaschine und bei Fahrzeugstillstand wird die einzuspritzende Kraftstoffmenge allein über die Drehzahl geregelt. Dieser Betriebszustand tritt z.B. bei Ampelstopps des Fahrzeuges auf. Zum Einregeln der Leerlaufdrehzahl variiert der Drehzahlregler 11 die Kraftstoffmengenmenge solange, bis die gemessene Istdrehzahl gleich der vorgegebenen Solldrehzahl ist. Die dabei auftretende Leerlaufdrehzahl dient der Kompensation der Summe der externen Lastmomente und aller Drehmomentverluste an der Brennkraftmaschine selbst, wie z.B. der Kompensation interner Reibmomente.

[0014] Bei fehlerfreiem Fahrzeugbetrieb und definierten Betriebsparametern (z.B. Kühlmitteltemperatur größer als ein vorgegebener Schwellenwert, Klimaanlage ausgeschaltet, drehzahl geregelter Leerlauf, Fahrgeschwindigkeit gleich Null) bewegt sich die über die Drehzahl eingeregelter Kraftstoffmenge MF_IS zwischen einem oberen Schwellenwert MF_MAX und einem unteren Schwellenwert MF_MIN. Dieser Sachverhalt ist in dem Diagramm nach Figur 2 dargestellt. Auf der Abszisse ist dabei die Zeit t, auf der Ordinate die Kraftstoffmenge MF_IS aufgetragen. Die eingespritzte Kraftstoffmenge MF_IS schwankt innerhalb des durch die beiden Schwellenwerte MF_MAX, MF_MIN begrenzten Bereiches, ohne dass diese Schwellenwerte überschritten werden.

[0015] Wird dagegen der obere Schwellenwert MF_MAX überschritten oder der untere Schwellenwert MF_MIN unterschritten, so wird das System als fehlerhaft eingestuft. In dem Diagramm nach Figur 3 ist der Fall gezeigt, dass der obere Schwellenwert MF_MAX überschritten wird.

[0016] Die Ursachen für fehlerhafte Kraftstoffeinspritzungen können z.B. bei Defekten an den Einspritzdüsen, an der elektrischen Ansteuerung derselben oder an fehlerhaften Signalen eines Drucksensors liegen, der den Druck im Kraftstoffkreislauf erfasst. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist somit eine globale Diagnose der Kraftstoffeinspritzung bei einer Brennkraftmaschine möglich. Um die exakte Ursache der fehlerhaften Kraftstoffeinspritzung zu lokalisieren, können bekannte Diagnoseverfahren unterstützend eingesetzt werden.

[0017] Um die Diagnosesicherheit zu erhöhen, erfolgt gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung nicht sofort bei einem einmaligen Überschreiten bzw. Unterschreiten der Schwellenwerte ein Fehlereintrag in den Fehlerspeicher 19 und ein Ansteuern der Fehlerwarnlampe 20 (MIL, malfunction indication lamp). Das Überschreiten bzw. Unterschreiten der Schwellenwerte wird einer statistischen Auswertung unterzogen. Hierzu dient der Zähler 18, welcher die Anzahl der Überschreitungen bzw. Unterschreitungen aufsummiert und erst bei Erreichen eines vorgegebenen Zählerendstandes erfolgt ein Eintrag in den Fehlerspeicher 19 und das Aktivieren der Fehlerwarnlampe 20.

[0018] Eine allmähliche Veränderung der Kraftstoffeinspritzmenge über eine längere Zeitspanne aufgrund von Systemalterung kann durch eine langsame, noch emissionstolerable Kraftstoffmengenadaptation nachgeregelt werden, wenn die vorgegebenen Mindestfahrleistung des Fahrzeuges überschritten wurde. Die Schwellenwerte MF_MAX und MF_MIN für die Überwachung der eingespritzten Kraftstoffmenge werden dann in geeigneter Weise angepasst. Dies kann entweder durch Nachführen der Schwellenwerte (Offset-Kompensation) erfolgen, wie es in dem Diagramm nach Figur 4 dargestellt ist, oder durch Aufweiten des durch die Schwellenwerte begrenzten Bandes erreicht werden. Zur Darstellung nach Figur 4 ist anzumerken, dass hierbei die Einheit für die Zeitachse t ein Vielfaches der Einheit der Zeitachsen t in der Darstellung nach den Figuren 2-4 ist. Deshalb ist der Verlauf der eingespritzten Kraftstoffmenge MF_IS innerhalb der Schwellenwerte gegenüber den anderen Verläufen deutlich glatter.

[0019] In Figur 5 ist in Form eines Ablaufdiagrammes das Verfahren zur Überwachung der eingespritzten Kraftstoffmenge dargestellt. In einem ersten Verfahrensschritt S1 wird überprüft, ob die Brennkraftmaschine 10 im Leerlauf betrieben wird und die Fahrzeuggeschwindigkeit V des von der Brennkraftmaschine 10 angetriebenen Fahrzeuges gleich Null ist. Da Geschwindigkeiten $V=0$ nur mit relativ großem Aufwand erfaßt werden können, werden Fahrzeuggeschwindigkeiten, die zwar größer als Null sind, aber noch unterhalb eines bestimmten, vorgegebenen Grenzwertes liegen (z.B. 1,8 km/h) als Signal für $V=0$ behandelt und sind deshalb keine Garantie für absoluten Stillstand des Fahrzeuges. Ist die Abfrage in Verfahrensschritt S1 negativ, so wird zum Anfang des Verfahrens verzweigt, andernfalls wird

in einem Verfahrensschritt S2 abgefragt, ob vorgegebene Betriebsbedingungen erfüllt sind. Hierzu kann insbesondere überprüft werden, ob die Temperatur des Kühlmittels der Brennkraftmaschine 10 einen vorgegebenen Schwellenwert überschritten hat und keine störenden externen Lastmomente, verursacht beispielsweise durch eine eingeschaltete Klimaanlage, auftreten. Diese Abfrage dient dazu, reproduzierbare Zustände für die Überprüfung der eingespritzten Kraftstoffmenge zu erhalten.

[0020] Liefert die Abfrage in Verfahrensschritt S2 ein negatives Ergebnis, so wird zum Anfang des Verfahrens verzweigt. Sind die Bedingungen aber erfüllt, so wird in einem Verfahrensschritt S3 der aktuelle Wert für die eingespritzte Kraftstoffmenge MF_IS eingelesen und in einem Verfahrensschritt S4 überprüft, ob dieser Wert MF_IS innerhalb des durch die Schwellenwerte MF_MAX und MF_MIN begrenzten Bereiches liegt. Ist dies der Fall, so wird auf einen fehlerfreien Betrieb der Einspritzeinrichtung geschlossen und zum Anfang des Verfahrens verzweigt. Liegt der Wert für die eingespritzte Kraftstoffmenge MF_IS außerhalb des vorgegebenen Bereiches, wird im Verfahrensschritt S5 der Zählerstand des Zählers 18 (Fig. 1) inkrementiert. In einem Verfahrensschritt S6 wird anschließend überprüft, ob ein vorgegebener Endwert für den Zählerstand erreicht ist. Ist dies noch nicht der Fall, wird zum Anfang des Verfahrens verzweigt und eine weitere Überprüfungsroutine eingeleitet. Ist aber der Endwert bereits erreicht, d.h. die Anzahl der Überschreitungen bzw. Unterschreitungen für die eingespritzte Kraftstoffmenge ist nicht mehr tolerierbar, so erfolgt in einem Verfahrensschritt S7 ein Fehlereintrag in den Fehlerspeicher 19 und dem Führer des Fahrzeuges wird die Fehlfunktion mittels der Fehlerwarnlampe 20 angezeigt.

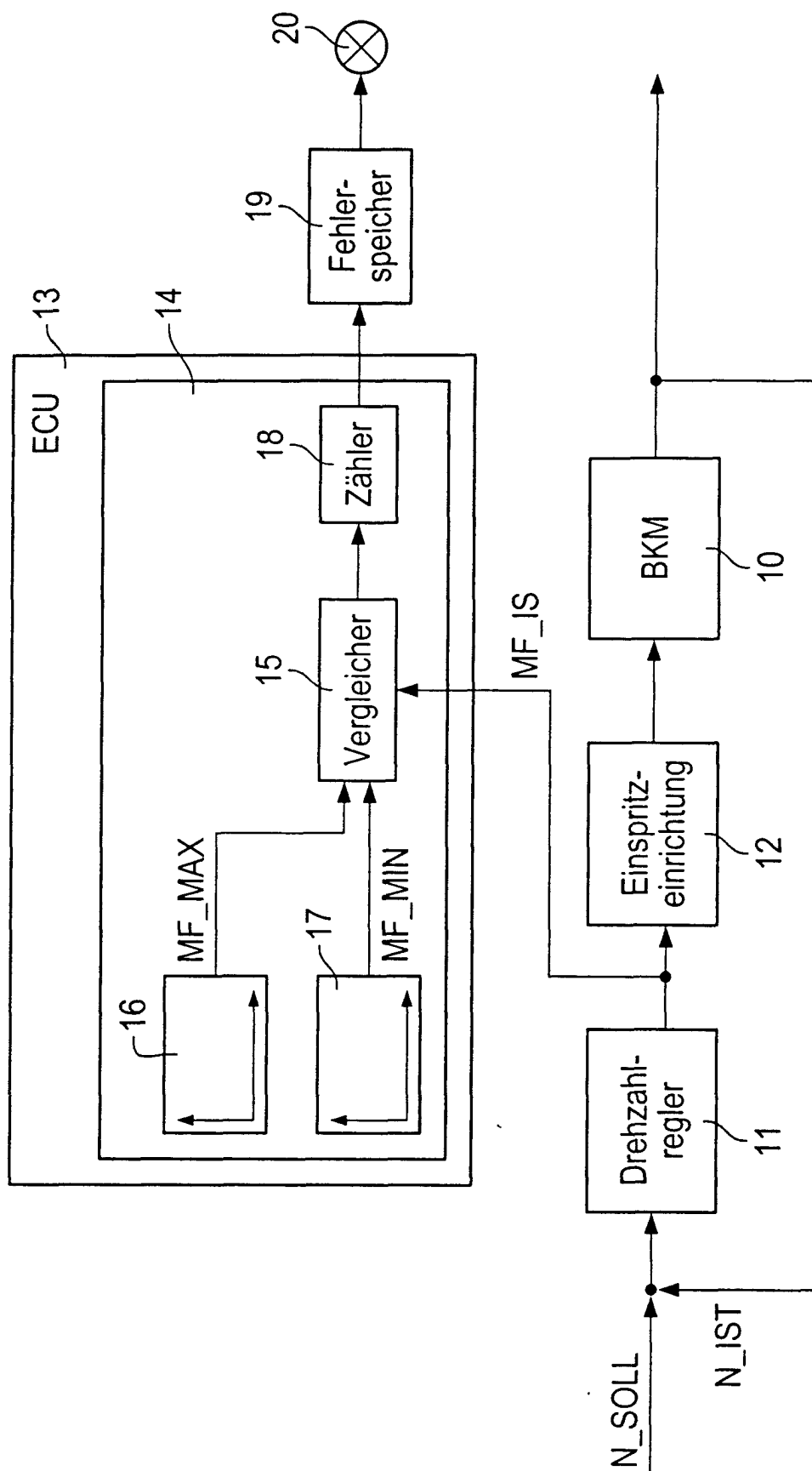
Patentansprüche

1. Verfahren zum Überwachen der Kraftstoffeinspritzung bei einer Brennkraftmaschine (10), wobei
 - in drehzahlgeregelten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine (10) die einzuspritzende Kraftstoffmenge (MF_IS) über die Drehzahl (N_IST) der Brennkraftmaschine (10) geregelt wird,
 - die einzuspritzende Kraftstoffmenge (MF_IS) erfasst und mit vorgegebenen Schwellenwerten (MF_MAX, MF_MIN) verglichen wird,
 - auf eine fehlerhafte Einspritzung geschlossen wird, wenn die eingespritzte Kraftstoffmenge (MF_IS) außerhalb eines durch die Schwellenwerte (MF_MAX, MF_MIN) begrenzten Bereiches liegt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der drehzahlgeregelte Betriebszu-

stand der Brennkraftmaschine der Leerlauf ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der drehzahlgeregelte Betriebszustand der Brennkraftmaschine ein drehzahlbegrenzter Bereich ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überprüfung bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit (V) erfolgt, die kleiner als ein vorgegebener Wert ist.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vorgegebene Wert Null ist.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf eine fehlerhafte Einspritzung geschlossen wird, wenn eine vorgegebene Anzahl von außerhalb des Bereiches liegenden Werte für die einzuspritzende Kraftstoffmenge erreicht ist.
7. Verfahren nach Anspruch 1 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Auftreten einer fehlerhaften Einspritzung ein Eintrag in einen Fehlerspeicher (19) erfolgt.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Auftreten einer fehlerhaften Einspritzung eine Fehlerwarnlampe (20) aktiviert wird.
9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwellenwerte (MF_MAX, MF_MIN) unter Berücksichtigung von vorgegebenen Emissionsgrenzwerten appliziert werden und in einem Speicher abgelegt sind.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwellenwerte (MF_MAX, MF_MIN) zusätzlich von der Temperatur des Kühlmittels der Brennkraftmaschine (10) abhängig in Kennfelder (16,17) abgelegt sind.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwellenwerte (MF_MAX, MF_MIN) nach Erreichen einer vorgegebenen Mindestfahrleistung des mittels der Brennkraftmaschine (19) angetriebenen Fahrzeuges angepasst werden, um die Veränderungen der einzuspritzenden Kraftstoffmenge (MF_IS) zu berücksichtigen.

FIG 1



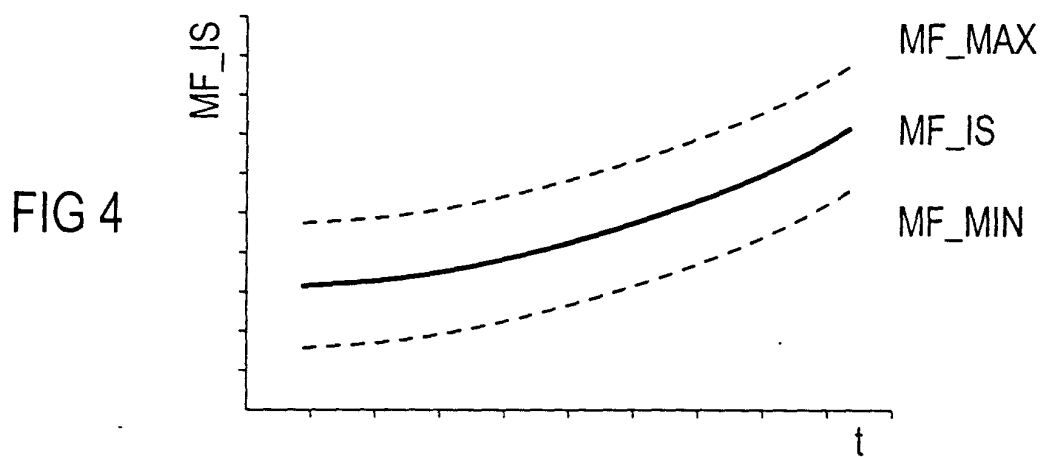
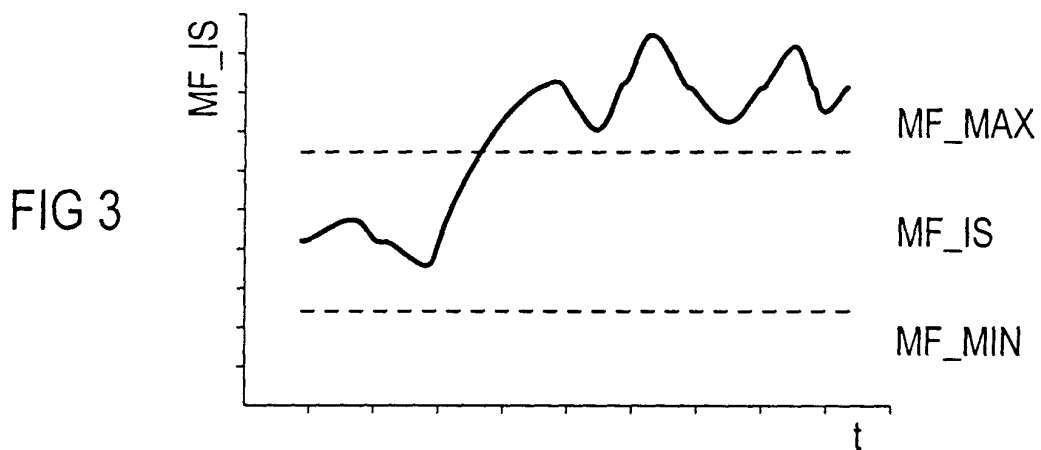
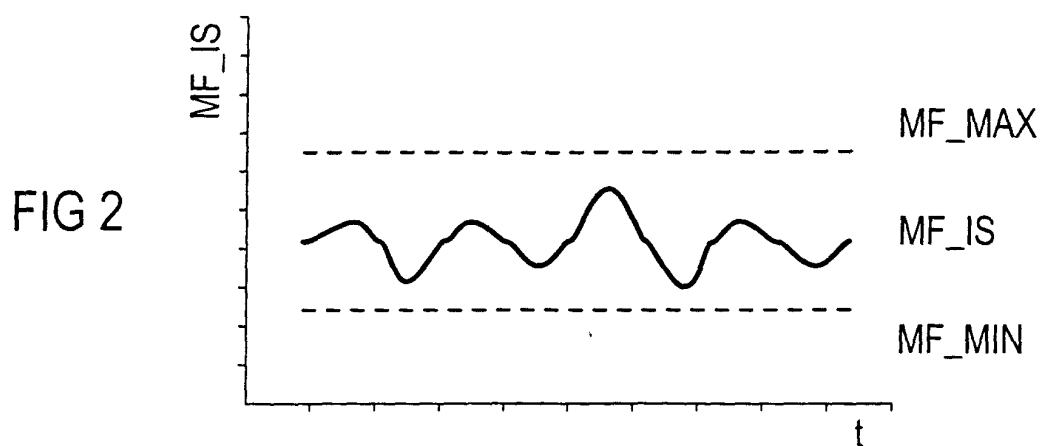


FIG 5

