



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.03.2005 Patentblatt 2005/12

(51) Int Cl.7: **F02D 11/10, F02D 41/14**

(21) Anmeldenummer: **03102363.3**

(22) Anmeldetag: **30.07.2003**

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

- **Moraal, Paul Eduard**
6291 VP, Vaals (NL)
- **Kuenstler, Johannes**
52064, Aachen (DE)

(71) Anmelder: **Ford Global Technologies, LLC, A subsidiary of Ford Motor Company Dearborn, MI 48126 (US)**

(74) Vertreter: **Drömer, Hans-Carsten, Dr.-Ing. et al Ford-Werke Aktiengesellschaft, Patentabteilung NH/DRP, Henry-Ford-Strasse 1 50725 Köln (DE)**

(72) Erfinder:
• **Yacoub, Yasser Mohammed Sayed**
50858, Köln (DE)

Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86 (2) EPÜ.

(54) **Verfahren zum Voreinstellen der Frischluftzufuhrdrosselung in einem Verbrennungsmotor**

(57) Im erfindungsgemäßen Verfahren zum Voreinstellen der Frischluftzufuhrdrosselung in einem Verbrennungsmotor, welcher mit einem Regelkreis zum Regeln der Drosselung der Frischluftzufuhr ausgestattet ist, wird ein Stellsignal (u_{fb}) des Regelkreises

mit einem Voreinstellsignal (u_{ff}) zu einem die Drosselung einstellenden Drosselsignal (u) kombiniert. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, daß ein Kalibrieren des Voreinstellsignals (u_{ff}) anhand des Stellsignals (u_{fb}) erfolgt.

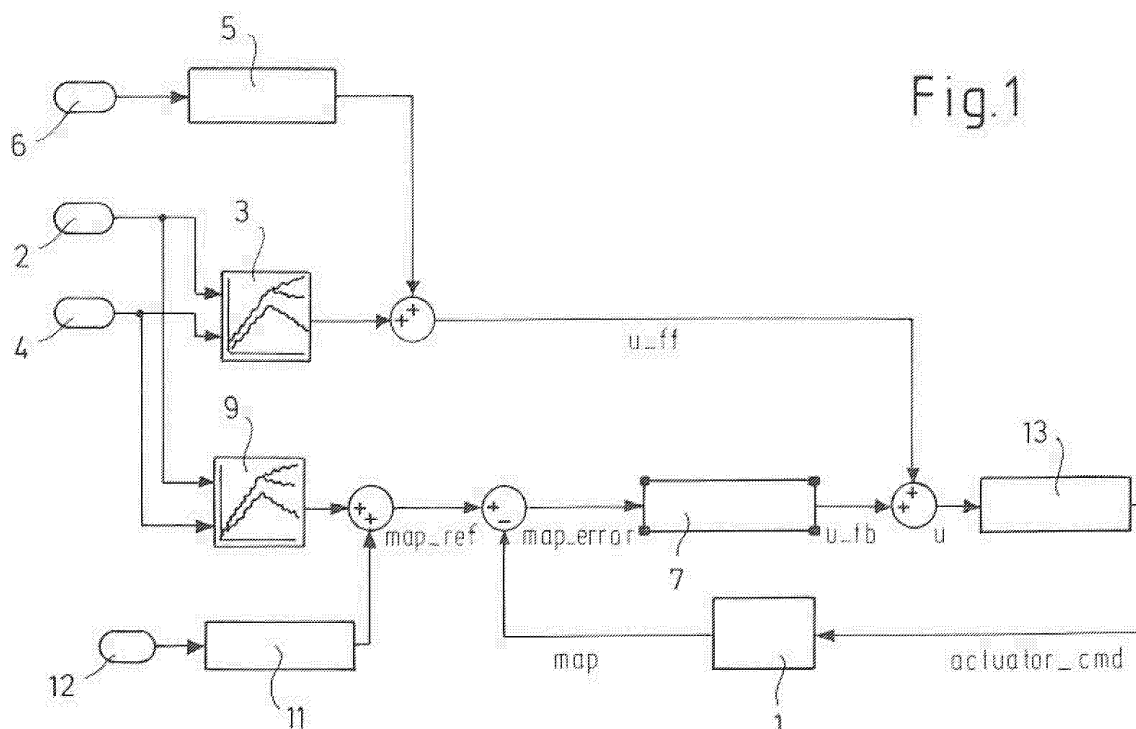


Fig.1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Voreinstellen der Frischluftzufuhrdrosselung in einem Verbrennungsmotor, insbesondere in einem Dieselmotor, welcher mit einem Regelkreis zum Regeln der Drosselung der Frischluftzufuhr ausgestattet ist, ein Verfahren zum Regenerieren einer Abgasreinigungseinrichtung eines Verbrennungsmotors, sowie einen Verbrennungsmotor.

[0002] Um schädliche Emissionen von Verbrennungsmotoren zu vermindern, kommen im Abgassystem angeordnete Partikelfilter zur Anwendung. Bspw. sammelt in einem Dieselmotor ein Partikelfilter (DPF, Diesel Particulate Filter) den im Dieselmotor erzeugten Ruß. Dabei sammeln sich kohlenstoffhaltige Filterrückstände an, die den Strömungswiderstand für die den Partikelfilter passierenden Abgase erhöhen. Daher muß ein derartiger Partikelfilter von Zeit zu Zeit regeneriert werden, damit sich der Kraftstoffverbrauch des Motors nicht aufgrund des Strömungswiderstandes in unerwünschter Weise erhöht. Das Regenerieren erfolgt durch einen Oxidationsprozeß, d. h. durch Verbrennen der Filterrückstände. Der in den Filterrückständen enthalten Kohlenstoff entzündet sich jedoch erst bei relativ hohen Temperaturen von ca. 550°C, sofern der Verbrennungsprozeß keine katalytische Unterstützung erfährt. Derart hohe Abgastemperaturen werden jedoch nur erreicht, wenn der Motor bei hoher Belastung oder im hohen Drehzahlbereich betrieben wird. Um ein Regenerieren des Partikelfilters unter allen Betriebsbedingungen, also auch dann, wenn der Motor nicht bei hoher Belastung oder im hohen Drehzahlbereich betrieben wird, gewährleisten zu können, muß daher die Möglichkeit geschaffen werden, ggf. die Abgastemperatur auf einen für die Regeneration des Partikelfilters ausreichenden Wert zu erhöhen.

[0003] Im Stand der Technik sind verschiedene Vorgehensweisen zum Erhöhen der Abgastemperatur vorgeschlagen worden. Eine Maßnahme zum Erhöhen der Abgastemperatur stellt dabei, ggf. im Zusammenspiel mit weiteren Maßnahmen, das Drosseln der Frischluftzufuhr des Motors dar, wie es bspw. in EP 1 205 647, EP 1 296 050 und EP 1 304 458 beschrieben ist.

[0004] Den genannten Vorgehensweisen ist gemeinsam, daß eine genaue Steuerung der Drosselung nötig ist, um die hohe Abgastemperatur auch im nicht-stationären Betrieb des Motors, d. h. beim Übergang zwischen verschiedenen Betriebszuständen, bspw. beim Fahren im Stadtverkehr mit häufigen Leerlaufbetrieb und häufigen Bremsvorgängen, aufrecht erhalten zu können. Die bisherigen Steuerungsstrategien für das Drosseln der Frischluftzufuhr bestehen typischerweise aus einem Steuerterm, auch Voreinstellterm genannt, der ein rasches Neueinstellen der Drosselung ermöglicht, sowie einem Regelterm, durch den Fehler im stationären Betrieb der Drosselung ausgeglichen werden. Der Steuerterm, der während des Entwicklungsprozesses eingestellt wird, spezifiziert eine Drosselstellung oder den Arbeitszyklus eines der Drossel zugeordneten Stellgliedes.

[0005] Alterungserscheinungen der Stalleinrichtung der Drossel, bspw. einer Unterdruck-Stalleinrichtung können bei an sich gleichen Drosselrichtungen zu signifikanten Abweichungen in den einem Arbeitszyklus zugeordneten Drosselstellungen führen. Ebenso können aufgrund von Herstellungstoleranzen signifikante Abweichungen in den effektiven Strömungsquerschnitten bei identischen Drosselstellungen auftreten. Daher kann eine Drosselsteuerung für einen Motor (mit nominellen Drosselkenngrößen) gut eingestellt sein, wohingegen sie bei anderen Motoren aufgrund von (summierten) Fertigungstoleranzen bei identischem Einstellsignal für die Drosselung zu einem höheren oder niedrigeren Fluß durch die Drosselklappe führt. Ein niedrigerer Fluß, d. h. eine stärkere Drosselung, kann zu Instabilitäten beim Verbrennungsprozeß im Motor oder zu Problemen im Fahrbetrieb führen (insbesondere bei Drosselplatten mit geringer Leckrate), wohingegen ein zu hoher Fluß, d. h. eine geringere Drosselung, negative Auswirkungen auf die erzielbare Abgastemperatur beim Regenerieren des Partikelfilters hat, was das Regenerieren des Partikelfilters erschwert. Die Bedeutung des letzten Punktes sollte nicht unterschätzt werden. Insbesondere, wenn man die Regenerationskennlinien katalytischer Filtersysteme oder von Partikelfiltern, bei denen die Regeneration ohne zusätzliche Kraftstoffeinspritzung erfolgt, betrachtet, ist zu erkennen, daß ein Verringern der Abgastemperatur um 10-20°C wegen der exponentiellen Abhängigkeit der Regenerationsrate von der Abgastemperatur zu einer Verdoppelung der benötigten Regenerationszeit führen kann.

[0006] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Verfahren zum Voreinstellen der Frischluftzufuhrdrosselung in einem Verbrennungsmotor zu Verfügung zu stellen.

[0007] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Verfahren zum Regenerieren eines Partikelfilters im Abgassystem eines Verbrennungsmotors zur Verfügung zu stellen.

[0008] Noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen verbesserten Verbrennungsmotor zur Verfügung zu stellen.

[0009] Die erste Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 zum Voreinstellen der Frischluftzufuhrdrosselung in einem Verbrennungsmotor, die zweite Aufgabe durch ein Verfahren nach Anspruch 12 zum Regenerieren eines Partikelfilters im Abgassystem eines Verbrennungsmotors und die dritte Aufgabe durch einen Verbrennungsmotor nach Anspruch 13 gelöst. Die Abhängigen Ansprüche repräsentieren vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

[0010] Im erfindungsgemäßen Verfahren zum Voreinstellen der der Frischluftzufuhrdrosselung in einem Verbrennungsmotor, welcher mit einem Regelkreis zum Regeln der Drosselung der Frischluftzufuhr ausgestattet ist, wird

ein Stellsignal des Regelkreises mit einem Voreinstellsignal zu einem die Drosselung einstellenden Drosselsignal kombiniert. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, daß ein Kalibrieren des Voreinstellsignals anhand des Stellsignals erfolgt.

5 Die Erfindung beruht auf den folgenden Überlegungen:

[0011] Würde ein hinreichend eingestelltes Drosselungssystem nominelle Drosselkenngößen aufweisen, so würde das Voreinstellsignal das korrekte Drosselsignal darstellen, d. h. es würde kein Regelungsbedarf bestehen. Tatsächlich treten jedoch Fehler auf, die insbesondere auf Herstellungstoleranzen oder Alterungserscheinungen bei Komponenten zurückzuführen sind. Der Regelkreis dient daher dazu, im stationären Betrieb der Drosselung diese Fehler mittels eines mit dem Voreinstellsignal zu kombinierenden Stellsignals auszugleichen.

[0012] Das erfindungsgemäße Kalibrieren des Voreinstellsignals anhand des Stellsignals ermöglicht es nun, die Herstellungstoleranzen oder Alterungserscheinungen bereits im Voreinstellsignal zu berücksichtigen und so den Beitrag des Stellsignals zum Drosselsignal zu verringern. Das Resultat ist ein an die im jeweiligen Motor vorliegenden Kenngrößen angepasstes Voreinstellsignal. Im Ergebnis ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren aufgrund des verbesserten Voreinstellsignals insbesondere beim nicht-stationären Betrieb des Verbrennungsmotors eine verbesserte Steuerung der Frischluftzufuhr.

[0013] Mit der verbesserten Steuerung der Frischluftzufuhr können insbesondere auch verbesserte Strategien zum Regenerieren von Partikelfiltern im Abgassystem des Verbrennungsmotors verwirklicht werden.

[0014] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht eine adaptive Steuerungsstrategie für die Drosselung, in der das Voreinstellsignal immer wieder aktualisiert, d. h. an die aktuellen Toleranzen oder Alterungserscheinungen angepasst wird. In einer Ausgestaltung der Erfindung erfolgt daher ein wiederholtes Kalibrieren des Voreinstellsignals anhand des Stellsignals. Das Anpassen kann als "Lernprozeß" angesehen werden, in dem die Drosselung "lernt" sich verändernde Toleranzen oder Alterungserscheinungen zu berücksichtigen. Die adaptive Steuerungsstrategie kann Positionssensoren für die Drosselklappe überflüssig machen. Außerdem können die Herstellungskosten für die Drossel- und Stelleinrichtung verringert werden, da weniger stringente Anforderungen an die Spezifikationen für die Herstellungstoleranzen gestellt werden können.

[0015] In einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt das Kalibrieren anhand eines aus dem Stellsignal und dem Voreinstellsignal ermittelten Korrekturterms. In einer einfach zu realisierenden Weiterbildung kann der Korrekturterm insbesondere anhand eines zum Voreinstellsignal hinzu zu addierenden und auf dem Stellsignal basierenden Offsets ermittelt werden.

[0016] Der Offset kann insbesondere definiert sein durch

- den Wert des Stellsignals abzüglich eines positiven Grenzwertes, falls der Wert des Stellsignals größer als der Grenzwert ist,
- durch den Wert des Stellsignals zuzüglich des Grenzwertes, falls der Wert des Stellsignals kleiner als das Negative des Grenzwertes ist, und
- durch den Wert Null, falls der Betrag des Stellsignals kleiner als oder gleich dem Grenzwert ist.

[0017] Mittels des Grenzwertes kann ein Bereich festgelegt werden, in welchem das Stellsignal variieren kann, ohne daß eine Kalibrierung des Voreinstellsignals erfolgt. D. h. eine Kalibrierung erfolgt bei Vorhandensein eines solchen Grenzwertes nur dann, wenn die mit den Toleranzen und/oder Alterungserscheinungen einhergehenden Fehler ein nicht mehr akzeptables, durch den Grenzwert definiertes Maß übersteigen.

[0018] Der Korrekturterm kann in einer Ausgestaltung des Verfahrens insbesondere durch den Offset selbst gegeben sein. Falls der Korrekturterm durch den Offset selbst gegeben ist, erfolgt eine rasche Reaktion des Voreinstellsignals auf den Offset, d. h. es erfolgt eine rasche Kalibrierung. Wenn ein großer Offset vorliegt, kann es dabei jedoch zu einem großen Sprung im Voreinstellsignal kommen. Alternativ kann der Korrekturterm daher auch durch einen Bruchteil des Offsets gegeben sein, wobei das Kalibrieren dann in mehreren, der Anzahl der Bruchteile entsprechenden Kalibrierungsschritten erfolgt. So lassen sich große Sprünge im Voreinstellsignal vermieden.

[0019] Vor dem Kalibrieren des Voreinstellsignals kann eine Prüfung dahingehend erfolgen, ob sich der Regelkreis in einem stationären Betriebszustand befindet, wobei das Kalibrieren des Voreinstellsignals nur dann stattfindet, wenn ein stationärer Betriebszustand des Regelkreises festgestellt wird. Dadurch kann ein fehlerhaftes Kalibrieren in einem nicht-stationären Zustand vermieden werden. In einer Ausgestaltung kann der stationäre Betriebszustand festgestellt werden, wenn ausgesuchte Motorparameter, bspw. über eine vorbestimmte Zeitdauer nahezu konstant sind.

[0020] Das Ermitteln des Voreinstellsignals für die Drosselung kann anhand einer Abbildungsvorschrift erfolgen, welche einen Wert für das Voreinstellsignal in Abhängigkeit von Motorparametern des Verbrennungsmotors liefert. Ggf. können zum so ermittelten Voreinstellsignal noch Korrekturen für Umgebungs- und/oder Motorbedingungen hinzukommen. Im Stand der Technik erfolgt das Ermitteln des Voreinstellsignals in der Regel anhand einer solchen Ab-

bildungsvorschrift. Das Kalibrieren des Voreinstellsignals kann daher in einer einfachen Weise dadurch realisiert werden, daß die Abbildungsvorschrift aktualisiert wird. Beim Kalibrieren kann entweder die gesamte Abbildungsvorschrift aktualisiert werden, d. h. es erfolgt ein Aktualisieren der Abbildungsvorschrift für alle Motorparameter, oder es kann lediglich ein Aktualisieren desjenigen Teils der Abbildungsvorschrift erfolgen, dessen Motorparameter dem stationären Betriebszustand entsprechen.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Voreinstellen der Frischluftzufuhrdrosselung in einem Verbrennungsmotor kann insbesondere als Teil eines Verfahrens zum Regenerieren eines Partikelfilters unter Erhöhung der Abgastemperatur im Abgassystem eines Verbrennungsmotors durch Drosseln der Frischluftzufuhr zur Anwendung kommen.

[0021] Ein erfindungsgemäßer Verbrennungsmotor umfaßt:

- eine Drosseleinrichtung zum Drosseln der Frischluftzufuhr,
- einen Regelkreis, der zur Ausgabe eines Stellsignals zum Regeln der Drosselung der Frischluftzufuhr ausgestaltet ist,
- eine Steuereinheit, die zur Ausgabe eines Voreinstellsignals zum Voreinstellen der Drosselung der Frischluftzufuhr ausgestaltet ist,
- einer Kombiniereinheit, die zum Erzeugen eines die Drosselung einstellenden Drosselsignal anhand einer Kombination des Voreinstellsignals mit dem Stellsignal ausgestaltet ist, und
- eine Kalibriereinheit zum Kalibrieren des Voreinstellsignals, die zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Voreinstellen der der Frischluftzufuhrdrosselung ausgestaltet ist.

[0022] Er kann zudem insbesondere auch einen im Abgassystem angeordneten Partikelfilter und eine Regenerationseinrichtung zum Regenerieren des Partikelfilters unter Drosselung der Frischluftzufuhr umfassen.

[0023] Weitere Merkmale, Vorteile und Eigenschaften der Erfindung werden nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen erläutert.

Fig. 1 zeigt die typische Struktur einer Steuerung/Regelung für die Drosselung der Frischluftzufuhr in einem Verbrennungsmotor.

Fig. 2 stellt das erfindungsgemäße Verfahren anhand eines Flußdiagramms dar.

[0024] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird zuerst anhand von Fig. 1 die typische Struktur einer Steuerung/Regelung für die Frischluftzufuhrdrossel 1, im Folgenden kurz Drossel genannt, in einem Verbrennungsmotor beschrieben. Mittels der Drossel 1 wird der Ansaugdruck im Ansaugkrümmer des Motors eingestellt.

[0025] Die Steuerung/Regelung umfaßt eine Steuerung, die ein Steuersignal oder Voreinstellsignal u_{ff} zur Beeinflussung der Drossel 1 ausgibt. Das Ermitteln des Voreinstellsignals u_{ff} erfolgt anhand einer kalibrierten Abbildungsvorschrift 3, die das Stellsignal u_{fb} in Abhängigkeit von der Motordrehzahl 2 und dem Motordrehmoment 4 ausgibt. Der anhand der Abbildungsvorschrift 3 ermittelte Wert für das Voreinstellsignal u_{ff} kann mittels einer Korrektureinheit 5 in Abhängigkeit von weiteren Betriebszuständen 6 des Motors korrigiert werden.

[0026] Außerdem umfaßt die Steuerung/Regelung einen Regelkreis mit einem Regler 7, der ein Stellsignal u_{fb} zum Beeinflussen der Drossel 1 ausgibt. Der Regler 7 erzeugt das Stellsignal u_{fb} als Antwort auf die Abweichung map_error des im Ansaugkrümmer gemessenen tatsächlichen Drucks map von einem Sollwert map_ref . Der Sollwert map_ref für den Druck im Ansaugkrümmer wird anhand einer kalibrierten Abbildungsvorschrift 9 ermittelt, die den Sollwert map_ref in Abhängigkeit von der Motordrehzahl 2 und dem Motordrehmoment 4 ausgibt. Mittels einer Sollwertkorrektureinheit 11 kann, um Umgebungszustände und weitere Motorbetriebszustände 12 zu berücksichtigen, der anhand der Abbildungsvorschrift 11 ermittelte Sollwert eine Korrektur erfahren, bevor die Abweichung map_error des tatsächlichen Drucks map im Ansaugkrümmer vom Sollwert map_ref bestimmt wird. Die Abweichung map_error wird schließlich in den Regler eingegeben, der auf der Basis der Abweichung map_error das Stellsignal u_{fb} berechnet.

[0027] In der Steuerung/Regelung wird das Stellsignal u_{fb} zum Voreinstellsignal u_{ff} hinzuaddiert, um ein Drosselsignal u als Einstellsignal $actuator_cmd$ für den Stellantrieb der Drossel 1 zu erhalten. Wie in Fig. 1 dargestellt, kann das Drosselsignal u in einer optionalen Skaliereinheit 13 noch eine Skalierung erfahren, so daß das skalierte Drosselsignal das eigentliche Einstellsignal $actuator_cmd$ für den Stellantrieb der Drossel 1 darstellt.

[0028] Im Stand der Technik dient die Steuerung dazu, ein rasches Einstellen der Drossel 1 im nicht-stationären Betrieb des Motors zu ermöglichen, während die Regelung im stationären Betrieb des Motors das Korrigieren von Fehlern übernimmt, die aufgrund von Alterungseffekten oder Fertigungstoleranzen auftreten.

[0029] Im erfindungsgemäßen Verfahren wird nun das Stellsignal u_{fb} der Regelung herangezogen, um das Voreinstellsignal u_{ff} bspw. mittels eines Offsets ff_offset insbesondere wiederholt zu kalibrieren und so das Voreinstellsignal u_{ff} an veränderte Betriebsbedingungen des Motors, bspw. aufgrund von Alterungserscheinungen, anzupassen. Das derart angepasste bzw. aktualisierte Voreinstellsignal u_{ff} ermöglicht dann ein präziseres Einstellen der Drosse-

lung.

[0030] Eine mögliche Vorgehensweise beim Kalibrieren des Voreinstellsignals u_{ff} wird nachfolgend mit Bezug auf das in Fig. 2 gezeigte Flußdiagramm beschrieben.

[0031] Nachdem der das Verfahren im Schritt 20 gestaltet worden ist, erfolgt zunächst in Schritt 22 eine Abfrage, ob eine Regelung der Drossel stattfindet. Falls dies verneint wird, kehrt das Verfahren an seinen Ausgangspunkt zurück. Wird die Abfrage nach der Regelung bejaht, so erfolgt im nächsten Schritt 24 eine Abfrage, ob das Kalibrieren des Voreinstellsignals zugelassen ist. Falls nicht, kehrt das Verfahren an seinen Ausgangspunkt zurück. Beide Bedingungen, d. h. Regelung der Drossel und Zugelassensein der Kalibrierung, müssen erfüllt sein, bevor das eigentliche Kalibrierungsverfahren in Schritt 26 beginnen kann. Falls keine Regelung der Drossel stattfindet, steht die notwendige Information zum Kalibrieren des Voreinstellsignals u_{ff} nicht zur Verfügung. Mittels der zweiten Bedingung kann ein Ausschalten der Kalibrierung, bspw. während der Aufwärmphase des Motors oder bei Betriebszuständen des Motors, in denen ein Kalibrieren nicht nötig ist, etwa während des Hochlastbetriebs des Motors, Berücksichtigung finden.

[0032] Zwar erfolgt im vorliegenden Ausführungsbeispiel die Abfrage, ob eine Regelung der Drossel stattfindet, vor der Abfrage, ob das Kalibrieren des Voreinstellsignals zugelassen ist, jedoch ist diese Reihenfolge willkürlich gewählt kann und kann genauso gut umgedreht werden

[0033] Sind beide Bedingungen erfüllt, so erfolgt in Schritt 26 eine Abfrage dahingehend, ob sich die Regelung und/oder der Motor in einem stationären Zustand befinden. Ein stationärer Zustand des Motors läßt sich bspw. feststellen, indem Grenzwerte für die Ableitungen der Motordrehzahl und des Drehmoments festgesetzt werden, bei deren Erreichen oder Unterschreiten ein stationärer Zustand des Motors vorliegt.

[0034] Ein stationärer Zustand des Motors zeichnet sich streng genommen dadurch aus, daß die Motordrehzahl und das Drehmoment konstant sind, d. h. die Ableitungen der Motordrehzahl und des Drehmoments nach der Zeit den Wert Null besitzen. Daher sollten die festgesetzten Grenzwerte nahe bei Null liegen. Je näher die Grenzwerte bei Null liegen, desto exakter ist ein stationärer Zustand beim Unterschreiten der Grenzwerte erreicht. Die Grenzwerte sollten daher insbesondere in Abhängigkeit davon gewählt werden, wie exakt der stationäre Zustand erreicht sein muß, um ein sinnvolles Kalibrieren des Voreinstellsignals u_{ff} zu ermöglichen.

[0035] Ein stationärer Zustand der Regelung ist gegeben, wenn das Stellsignal u_{fb} einen stationären (konstanten) Wert erreicht hat, d. h. die Abweichung map_error des tatsächlichen Drucks map im Ansaugkrümmer vom Sollwert map_ref den Wert Null erreicht hat. Aus Gründen der Praktikabilität reicht es aus, wenn die Abweichung map_error einen Grenzwert nahe Null erreicht oder unterschritten hat. Der Grenzwert sollte in Abhängigkeit davon gewählt werden, wie exakt der stationäre Zustand der Regelung erreicht sein muß, um ein sinnvolles Kalibrieren des Voreinstellsignals u_{ff} zu ermöglichen.

[0036] Wenn die beschriebenen Werte und ggf. die Werte weiterer relevanter Signale über eine bestimmte Zeitdauer konstant sind, wird in Schritt 26 das Vorliegen des stationären Zustandes festgestellt. Die Zeitdauer, über die die Konstanz vorliegen muß, kann frei gewählt werden. Wenn sie jedoch zu lange gewählt wird, kann dies dazu führen, daß selten stationäre Zustände festgestellt werden, so daß das Kalibrieren nur selten erfolgen kann. In der Regel beträgt die Zeitdauer wenige Sekunden.

[0037] Wenn in Schritt 26 der stationäre Zustand nicht festgestellt wird, kehrt das Verfahren an seinen Ausgangspunkt zurück. Wird hingegen das Vorliegen eines stationären Zustandes festgestellt, so wird als nächstes in Schritt 28 der zum Voreinstellsignal u_{ff} hinzu zu addierende Offset ff_offset berechnet.

[0038] Das Berechnen des Offsets ff_offset geschieht wie folgt: Angenommen, das Voreinstellsignal besitze den Wert $u_{ff} = x\%$ und das Stellsignal den Wert $u_{fb} = y\%$. Im idealen Fall, d. h. ohne Störungen oder veränderte Kenngrößen der Drossel, ist $u_{fb} = 0$, bei Vorliegen von Störungen oder veränderte Kenngrößen der Drossel hingegen nicht. Der Offset bei Vorliegen von Störungen oder veränderte Kenngrößen wird nun so ermittelt, daß im Wesentlichen $u_{fb} = 0$ hergestellt wird, d. h. das Voreinstellsignal den Wert $u_{ff} = x\% + y\%$ annimmt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel muß nicht streng $u_{fb} = 0$ gelten. Stattdessen ist ein durch einen Wert α definierter Bereich zugelassen, in dem sich der Wert $y\%$ des Stellsignals u_{fb} bewegen darf, ohne daß ein Offset zum Voreinstellsignal hinzuaddiert wird. Der Wert des Offsets ff_offset berechnet sich dann folgendermaßen:

$$ff_offset = \begin{array}{ll} y - \alpha & \text{für } y > \alpha \\ y + \alpha & \text{für } y < -\alpha \\ 0 & \text{für } |y| \leq \alpha \end{array}$$

wobei α ein einstellbarer Wert ist, der typischerweise bei ca. 3% bis 5% liegt.

[0039] Im auf das Berechnen des Offsets folgenden Schritt 30 erfolgt das Berechnen eines Korrekturterms für die kalibrierte Abbildungsvorschrift 3 (Fig. 1), die das Stellsignal u_{ff} in Abhängigkeit von der Motordrehzahl 2 und dem Motordrehmoment 4 ausgibt. In Schritt 32 wird die kalibrierte Abbildungsvorschrift 3 dann anhand des Korrekturterms aktualisiert bzw. korrigiert.

[0040] Der Korrekturterm kann bspw. der Gesamtwert des in Schritt 28 berechneten Offsets ff_{offset} sein. In einer alternativen Ausgestaltung des Verfahrens kann das Aktualisieren, d. h. das Korrigieren, der kalibrierten Abbildungsvorschrift 3 in Schritten erfolgen, die in ihrer Schrittweite nach oben begrenzt sind. Beträgt bspw. der Wert des Voreinstellsignals 50% in der Grundkalibrierung, obwohl er unter den aktuellen Betriebsbedingungen 65% betragen sollte, um den erwünschten Grad an Drosselung (wie er im Sollwert map_{ref} festgelegt ist) zu erzielen, so erfolgt in der einen Ausgestaltung das Aktualisieren der Abbildungsvorschrift von 50% auf 65% in einem einzigen Aktualisierungsschritt, wohingegen das Aktualisieren der kalibrierten Abbildungsvorschrift 3 in der alternativen Ausgestaltung in mehreren kleinen Aktualisierungsschritten erfolgt, etwa in drei Schritten zu je 5% pro Schritt.

[0041] Das Aktualisieren der kalibrierten Abbildungsvorschrift 3 kann die gesamte kalibrierten Abbildungsvorschrift 3 betreffen, d. h. es erfolgt ein Aktualisieren der kalibrierten Abbildungsvorschrift 3 für alle Motorparameter. Alternativ kann es jedoch auch lediglich ein Aktualisieren desjenigen Teils der kalibrierten Abbildungsvorschrift 3 erfolgen, dessen Motorparameter dem stationären Betriebszustand entsprechen.

[0042] Nach dem Aktualisieren der kalibrierten Abbildungsvorschrift ist das Kalibrieren des Voreinstellsignals beendet und das Verfahren kehrt in seinen Ausgangszustand zurück. Falls zum Feststellen des stationären Zustandes in Schritt 26 ein Timer Verwendung findet, wird dieser vor der Rückkehr in den Ausgangszustand zurückgesetzt.

[0043] Das erfindungsgemäße Verfahren kann sowohl in Form einer Hardwarelösung als auch in Form einer Softwarelösung realisiert werden. In einer Softwarelösung kann bspw. der folgende Algorithmus zur Anwendung kommen:

```

1      IF (throttle control in closed loop) AND (adaption is allowed)
2          THEN (check for steady state operation)
3          IF (steady state operation = True)
4              THEN calculate throttle command offset
5                  calculate adaptive correction
6                  update throttle feedforward map
7              reset steady state timer
8          END
9      END
10     END

```

Patentansprüche

1. Verfahren zum Voreinstellen der der Frischluftzufuhrdrosselung in einem Verbrennungsmotor, welcher mit einem Regelkreis zum Regeln der Drosselung der Frischluftzufuhr ausgestattet ist, wobei ein Stellsignal (u_{fb}) des Regelkreises mit einem Voreinstellsignal (u_{ff}) zu einem die Drosselung einstellenden Drosselsignal (u) kombiniert wird,
dadurch gekennzeichnet, daß
ein Kalibrieren des Voreinstellsignals (u_{ff}) anhand des Stellsignals (u_{fb}) erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Kalibrieren des Voreinstellsignals anhand des Stellsignals wiederholt erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Kalibrieren anhand eines aus dem Stellsignal (u_{ff}) und dem Voreinstellsignals (u_{ff}) ermittelten Korrekturterms erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Korrekturterm anhand eines zum Voreinstellsignal (u_{ff}) hinzu zu addierenden und auf dem Stellsignal (u_{fb}) basierenden Offsets (ff_offset) ermittelt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Offset definiert ist durch
den Wert des Stellsignals (u_{fb}) abzüglich eines positiven Grenzwertes (α), falls der Wert des Stellsignals (u_{fb}) größer als der Grenzwert (α) ist,
 - durch den Wert des Stellsignals (u_{fb}) zuzüglich des Grenzwertes (α), falls der Wert des Stellsignals (u_{fb}) kleiner als das Negative des Grenzwertes (α) ist, und
 - durch den Wert Null, falls der Betrag des Stellsignals (u_{fb}) kleiner als oder gleich dem Grenzwert (α) ist.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Korrekturterm durch den Offset (ff_offset) gegeben ist.
7. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, daß
Korrekturterm durch einen Bruchteil des Offsets (ff_offset) gegeben ist und das das Kalibrieren in mehreren, der Anzahl der Bruchteile entsprechenden Kalibrierungsschritten erfolgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, daß
vor dem Kalibrieren des Voreinstellsignals (u_{ff}) eine Prüfung dahingehend erfolgt, ob sich der Regelkreis in einem stationären Betriebszustand befindet und das Kalibrieren des Voreinstellsignals (u_{ff}) nur dann erfolgt, wenn ein stationärer Betriebszustand des Regelkreises festgestellt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Ermitteln des Voreinstellsignals (u_{ff}) anhand einer Abbildungsvorschrift erfolgt, welche einen Wert für das Voreinstellsignal (u_{ff}) in Abhängigkeit von Motorparametern des Verbrennungsmotors liefert, und daß zum Kalibrieren des Voreinstellsignals (u_{ff}) die Abbildungsvorschrift aktualisiert wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, daß
zum Kalibrieren ein Aktualisieren der Abbildungsvorschrift für alle Motorparameter erfolgt.
11. Verfahren nach Anspruch 8 und Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, daß
zum Kalibrieren ein Aktualisieren desjenigen Teils der Abbildungsvorschrift erfolgt, dessen Motorparameter dem stationären Betriebszustand entsprechen.
12. Verfahren zum Regenerieren eines Partikelfilters im Abgassystem eines Verbrennungsmotors unter Erhöhung der Abgastemperatur durch Drosseln der Frischluftzufuhr zum Verbrennungsmotor,
dadurch gekennzeichnet, daß
ein Voreinstellen der Frischluftzufuhrdrosselung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche erfolgt
13. Verbrennungsmotor mit
 - einer Drosseleinrichtung zum Drosseln der Frischluftzufuhr,

- einem Regelkreis, der zur Ausgabe eines Stellsignals (u_{fb}) zum Regeln der Drosselung der Frischluftzufuhr ausgestaltet ist,
- einer Steuereinheit, die zur Ausgabe eines Voreinstellsignals (u_{ff}) zum Voreinstellen der Drosselung der Frischluftzufuhr ausgestaltet ist, und
- einer Kombiniereinheit, die zum Erzeugen eines die Drosselung einstellenden Drosselsignal (u) anhand einer Kombination des Voreinstellsignals (u_{ff}) mit dem Stellsignal (u_{fb}) ausgestaltet ist,

gekennzeichnet durch eine Kalibriereinheit zum Kalibrieren des Voreinstellsignals (u_{ff}), die zum Ausführen des Verfahrens zum Voreinstellen der der Frischluftzufuhrdrosselung nach einem der Ansprüche 1 bis 11 ausgestaltet ist.

14. Verbrennungsmotor nach Anspruch 13, der außerdem einen im Abgassystem angeordneten Partikelfilter und eine Regenerationseinrichtung zum Regenerieren des Partikelfilters nach dem Verfahren gemäß Anspruch 12 aufweist.

Geänderte Patentansprüche gemäß Regel 86(2) EPÜ.

1. Verfahren zum Regenerieren eines Partikelfilters im Abgassystem eines mit einem Regelkreis zum Regeln der Drosselung der Frischluftzufuhr ausgestatteten Verbrennungsmotors unter Erhöhung der Abgastemperatur durch Drosseln der Frischluftzufuhr, wobei ein Stellsignal (u_{fb}) des Regelkreises mit einem Voreinstellsignal (u_{ff}) zu einem die Drosselung einstellenden Drosselsignal (u) kombiniert wird,

dadurch gekennzeichnet, daß

ein Kalibrieren des Voreinstellsignals (u_{ff}) anhand des Stellsignals (u_{fb}) erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß

das Kalibrieren des Voreinstellsignals anhand des Stellsignals wiederholt erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, daß

das Kalibrieren anhand eines aus dem Stellsignal (u_{fb}) und dem Voreinstellsignals (u_{ff}) ermittelten Korrekturterms erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet, daß

der Korrekturterm anhand eines zum Voreinstellsignal (u_{ff}) hinzu zu addierenden und auf dem Stellsignal (u_{fb}) basierenden Offsets (ff_offset) ermittelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet, daß

der Offset definiert ist durch
den Wert des Stellsignals (u_{fb}) abzüglich eines positiven Grenzwertes (α), falls der Wert des Stellsignals (u_{fb}) größer als der Grenzwert (α) ist,

- durch den Wert des Stellsignals (u_{fb}) zuzüglich des Grenzwertes (α), falls der Wert des Stellsignals (u_{fb}) kleiner als das Negative des Grenzwertes (α) ist, und
- durch den Wert Null, falls der Betrag des Stellsignals (u_{fb}) kleiner als oder gleich dem Grenzwert (α) ist.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,

dadurch gekennzeichnet, daß

der Korrekturterm durch den Offset (ff_offset) gegeben ist.

7. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,

dadurch gekennzeichnet, daß

Korrekturterm durch einen Bruchteil des Offsets (ff_offset) gegeben ist und das das Kalibrieren in mehreren, der Anzahl der Bruchteile entsprechenden Kalibrierungsschritten erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet, daß

vor dem Kalibrieren des Voreinstellsignals (u_{ff}) eine Prüfung dahingehend erfolgt, ob sich der Regelkreis in einem stationären Betriebszustand befindet und das Kalibrieren des Voreinstellsignals (u_{ff}) nur dann erfolgt, wenn ein stationärer Betriebszustand des Regelkreises festgestellt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

dadurch gekennzeichnet, daß

das Ermitteln des Voreinstellsignals (u_{ff}) anhand einer Abbildungsvorschrift erfolgt, welche einen Wert für das Voreinstellsignal (u_{ff}) in Abhängigkeit von Motorparametern des Verbrennungsmotors liefert, und daß zum Kalibrieren des Voreinstellsignals (u_{ff}) die Abbildungsvorschrift aktualisiert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet, daß

zum Kalibrieren ein Aktualisieren der Abbildungsvorschrift für alle Motorparameter erfolgt.

11. . Verfahren nach Anspruch 8 und Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet, daß

zum Kalibrieren ein Aktualisieren desjenigen Teils der Abbildungsvorschrift erfolgt, dessen Motorparameter dem stationären Betriebszustand entsprechen.

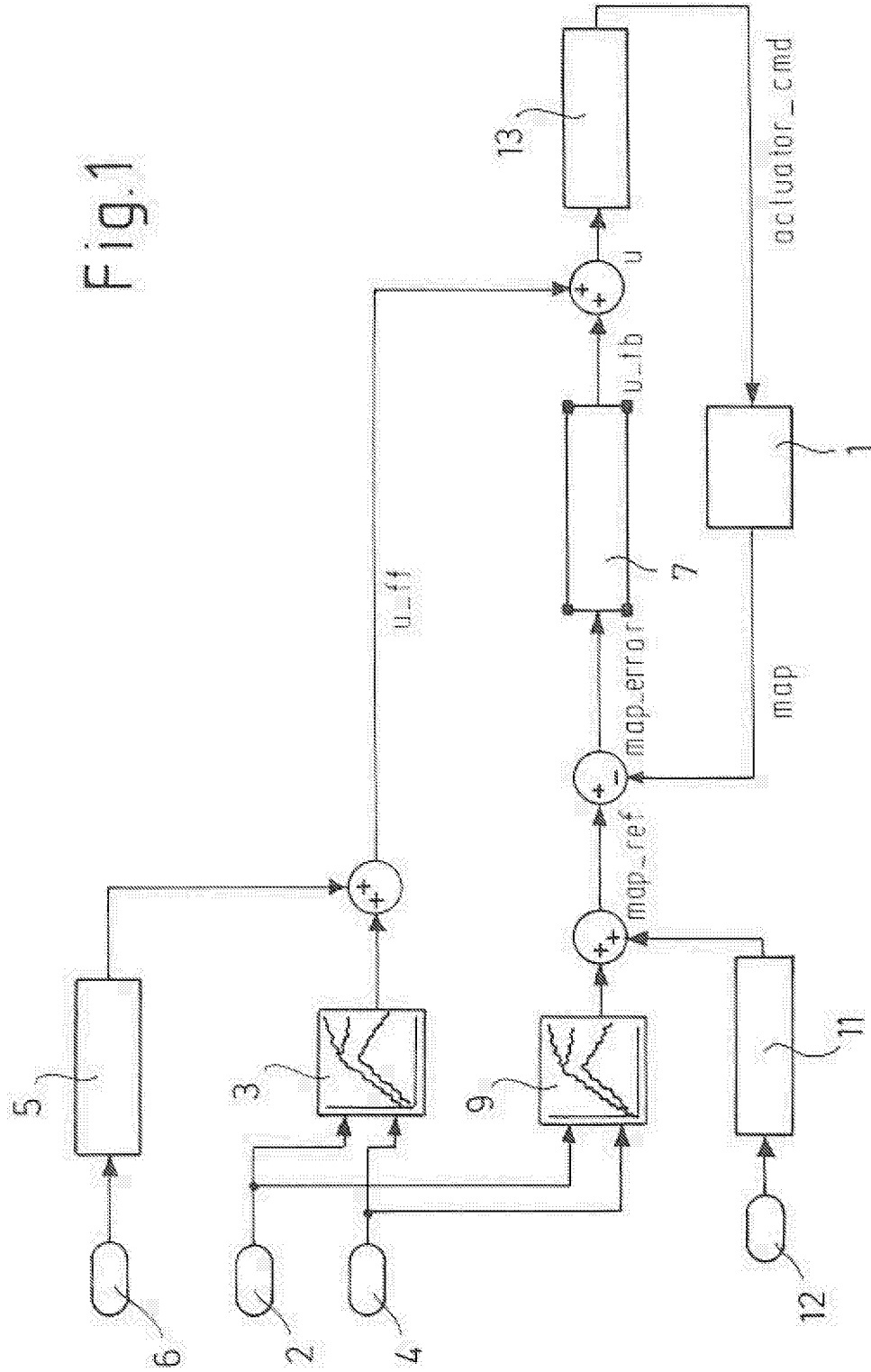
12. Verbrennungsmotor mit

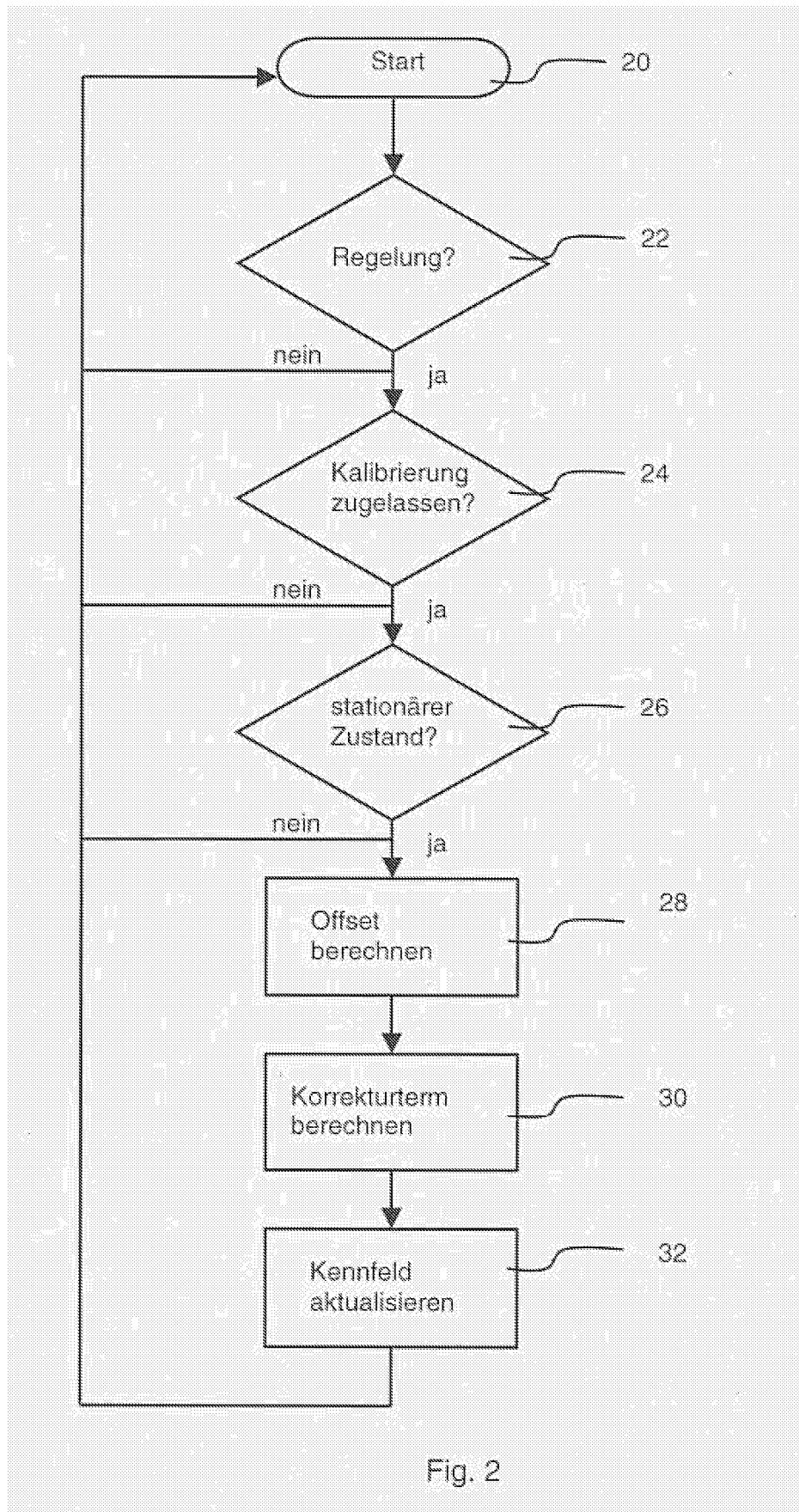
- einer Drosseleinrichtung zum Drosseln der Frischluftzufuhr,
- einem Regelkreis, der zur Ausgabe eines Stellsignals (u_{fb}) zum Regeln der Drosselung der Frischluftzufuhr ausgestaltet ist,
- einer Steuereinheit, die zur Ausgabe eines Voreinstellsignals (u_{ff}) zum Voreinstellen der Drosselung der Frischluftzufuhr ausgestaltet ist, und
- einer Kombiniereinheit, die zum Erzeugen eines die Drosselung einstellenden Drosselsignals (u) anhand einer Kombination des Voreinstellsignals (u_{ff}) mit dem Stellsignal (u_{fb}) ausgestaltet ist,
- einem im Abgassystem angeordneten Partikelfilter, welcher unter Erhöhung der Abgastemperatur durch Drosselung der Frischluftzufuhr regenerierbar ist, und
- einer Regenerationseinrichtung zum Regenerieren des Partikelfilters durch Drosselung der Frischluftzufuhr unter Erhöhung der Abgastemperatur

gekennzeichnet

durch eine Kalibriereinheit zum Kalibrieren des Voreinstellsignals (u_{ff}), die zum Ausführen des Verfahrens zum Regenerieren eines Partikelfilters nach einem der Ansprüche 1 bis 11 ausgestaltet ist.

Fig.1







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 10 2363

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
Y	WO 03 012559 A (MOTOROLA INC A CORP OF THE STA) 13. Februar 2003 (2003-02-13) * Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildungen 1-3 * * Seite 3, Zeile 23 - Seite 4, Zeile 20 * * Seite 1, Zeile 13 - Seite 2, Zeile 17 * ---	1-4,6-9	F02D11/10 F02D41/14
Y	DE 38 16 520 A (BOSCH GMBH ROBERT) 23. November 1989 (1989-11-23) * Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildung 2 * * Spalte 2, Zeile 23 - Spalte 2, Zeile 61 * * Spalte 4, Zeile 37 - Spalte 7, Zeile 8 * * Spalte 10, Zeile 43 - Spalte 10, Zeile 65 * * Spalte 14, Zeile 2 - Spalte 14, Zeile 47 * ---	1-4,6-9	
A	EP 0 976 922 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 2. Februar 2000 (2000-02-02) * Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildung 1 * * Absätze [0005], [0006], [0012], [0013], [0028], [0046] - [0051] * ---	1-4,6,8-11,13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F02D
A	EP 0 221 386 A (BOSCH GMBH ROBERT) 13. Mai 1987 (1987-05-13) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Seite 4, Zeile 18 - Seite 5, Zeile 4 * ---	1-7	
A	DE 41 42 155 A (BOSCH GMBH ROBERT) 24. Juni 1993 (1993-06-24) * Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildung 1 * * Spalte 5, Zeile 1 - Spalte 5, Zeile 42 * -----	1-11,13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 17. Dezember 2003	Prüfer VAN DER STAAY, F
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

2
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 10 2363

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

17-12-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 03012559 A	13-02-2003	US 2003023365 A1 WO 03012559 A1	30-01-2003 13-02-2003
DE 3816520 A	23-11-1989	DE 3816520 A1 WO 8911032 A1 DE 58900305 D1 EP 0370091 A1 JP 2504538 T JP 3048588 B2 KR 141370 B1 US 5079691 A	23-11-1989 16-11-1989 24-10-1991 30-05-1990 20-12-1990 05-06-2000 01-07-1998 07-01-1992
EP 0976922 A	02-02-2000	EP 0976922 A2 US 6186116 B1	02-02-2000 13-02-2001
EP 0221386 A	13-05-1987	DE 3539395 A1 DE 3681555 D1 EP 0221386 A2 JP 62150047 A	14-05-1987 24-10-1991 13-05-1987 04-07-1987
DE 4142155 A	24-06-1993	DE 4142155 A1 GB 2262627 A ,B JP 3295469 B2 JP 5282007 A	24-06-1993 23-06-1993 24-06-2002 29-10-1993

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82