



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 034 324 A1** 2005.04.28

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 034 324.1**

(22) Anmeldetag: **15.07.2004**

(43) Offenlegungstag: **28.04.2005**

(51) Int Cl.7: **F02D 41/34**

(30) Unionspriorität:

<b>10/678,409</b>	<b>02.10.2003</b>	<b>US</b>
<b>10/678,500</b>	<b>02.10.2003</b>	<b>US</b>
<b>10/678,197</b>	<b>02.10.2003</b>	<b>US</b>
<b>10/678,411</b>	<b>02.10.2003</b>	<b>US</b>

(71) Anmelder:

**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,  
US**

(74) Vertreter:

**Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel,  
80538 München**

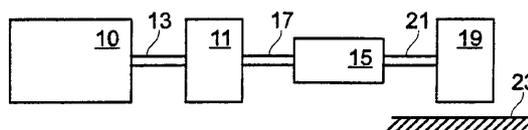
(72) Erfinder:

**Cullen, Michael J., Northville, Mich., US**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Luftfeuchtigkeit vorteilhaft nutzende Motorsteuerung**

(57) Zusammenfassung: Es werden ein System und ein Verfahren für das Nutzen eines Luftfeuchtigkeitssensors bei einem Verbrennungsmotor eines Fahrzeugs beschrieben. Im Einzelnen werden Angaben des Luftfeuchtigkeitssensors genutzt, um ein gewünschtes Kraftstoff-/Luft-Verhältnis so zu ändern, dass Zündaussetzer des Motors verringert werden, während gleichzeitig die Kraftstoffwirtschaftlichkeit des Fahrzeugs verbessert wird. Weiterhin werden diese Angaben auch dazu genutzt, die Steuerung und/oder den Hub des Ventils in dem Motorzylinder zu ändern. Schließlich werden auch Diagnoseroutinen beschrieben.



**Beschreibung**

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Das Gebiet der vorliegenden Erfindung betrifft im Allgemeinen die Steuerung des Motorbetriebs zur Verringerung von Zündaussetzerbedingungen bei gleichzeitiger Optimierung des Motorkraftstoffverbrauchs von im Straßenverkehr eingesetzten Personenkraftwagen.

## Hintergrund der Erfindung

**[0002]** Fahrzeugmotoren setzen verschiedene Sensoren zur Lieferung von Informationen ein, die dann aus verschiedenen Gründen zur Steuerung des Motorbetriebs genutzt werden. Ein in dem US-Patent 6,575,148 beschriebenes beispielhaftes System verwendet einen spezifischen Luftfeuchtigkeitssensor zur Abwandlung des Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses des Motors sowie anderer Motorparameter.

**[0003]** Die Erfinder dieser Erfindung haben bei diesem Vorgehen einen Nachteil ausgemacht. Ein solches System kann insbesondere aufgrund von Wechselbeziehungen zwischen Zündaussetzern des Motors, Luftfeuchtigkeit und der erzielbaren Kraftstoffwirtschaftlichkeitsleistung schlechtere Ergebnisse erzeugen. Im Einzelnen haben die Erfinder der vorliegenden Erfindung erkannt, dass die erreichbare Limitierung der Verbrennung eines mageren Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses abhängig von der Umgebungsluftfeuchtigkeit schwankt. Wenn mit anderen Worten ein mageres Kraftstoff-/Luft-Verhältnis für niedrigen Luftfeuchtigkeitsbedingungen optimiert ist (möglichst mager, um die Kraftstoffwirtschaftlichkeit bei niedriger Luftfeuchtigkeit zu optimieren), kann eine Zunahme der Luftfeuchtigkeit eine Änderung der Gemischverdünnung verursachen, was zu Zündaussetzern des Motors führt. Wenn analog das magere Kraftstoff-/Luft-Verhältnis für den schlimmsten Fall hoher Luftfeuchtigkeit eingestellt ist, wodurch Zündaussetzer des Motors verringert werden, führt dies an Tagen mit geringer Luftfeuchtigkeit zu höherem Kraftstoffverbrauch des Fahrzeugs und höheren Emissionen. Daher führt ein Betrieb nach vorbekannten Strategien entweder zu vermehrten Zündaussetzern des Motors oder zu einem Verlust der Kraftstoffwirtschaftlichkeit des Fahrzeugs und höheren Emissionen.

## Kurzbeschreibung der Erfindung

**[0004]** Die obigen Nachteile vorbekannter Strategien werden beseitigt, wenn man bei der Steuerung eines mageren Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses eines Motors die Umgebungsluftfeuchtigkeit berücksichtigt. Durch Festlegen des gewünschten mageren Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses für den Motorbetrieb beruhend auf Luftfeuchtigkeit ist es in einem Beispiel möglich, eine verbesserte Kraftstoffwirtschaftlichkeit

und verringerte Emissionen zu ermöglichen. In einem Beispiel ermöglicht das Verfahren im Einzelnen bei niedrigen Luftfeuchtigkeitsbedingungen ein mageres mageres Kraftstoff-/Luft-Verhältnis, wodurch eine verbesserte Kraftstoffwirtschaftlichkeit ermöglicht wird. Bei hohen Luftfeuchtigkeitsbedingungen reduziert das Verfahren analog Zündaussetzer des Motors, indem es mit einem weniger mageren mageren Kraftstoff-/Luft-Verhältnis arbeitet. Auf diese Weise wird der Betrieb des Fahrzeugmotors bei verschiedenen Bedingungen optimiert und berücksichtigt Schwankungen der Umgebungsluftfeuchtigkeit und deren Wirkung auf Zündaussetzer des Motors. Dadurch können selbst bei einem mageren Kraftstoff-/Luft-Betrieb verbesserte Kraftstoffwirtschaftlichkeit und verringerte Fahrzeugemissionen und Zündaussetzer verwirklicht werden.

**[0005]** Zu beachten ist, dass verschiedene Arten von Luftfeuchtigkeitssensoren verwendet werden können, um dem Motorsteuergerät Informationen zu liefern, wie zum Beispiel ein Sensor für absolute Feuchtigkeit, ein Sensor für relative Feuchtigkeit und verschiedene andere. Weiterhin ist zu beachten, dass verschiedene Arten von Parameter für die Motorzündaussetzer verwendet werden können, um das gewünschte magere Kraftstoff-/Luft-Verhältnis zu ändern. Es kann zum Beispiel ein Grenzwert für Motorzündaussetzer, über den hinaus das gewünschte magere Kraftstoff-/Luft-Verhältnis begrenzt wird, eingesetzt werden. Alternativ kann das gewünschte magere Kraftstoff-/Luft-Verhältnis eine Funktion der ermittelten Umgebungsluftfeuchtigkeit sein. Es sind noch weitere Optionen möglich.

**[0006]** Schließlich ist zu beachten, dass verschiedene Arten von Kraftstoffeinspritzänderungen dazu genutzt werden können, das gewünschte magere Kraftstoff-/Luft-Verhältnis zu liefern, welches auf der Grundlage von Angaben zu Motorzündaussetzern/Luftfeuchtigkeit geändert wird. Es können zum Beispiel sowohl eine Steuerung als auch eine Regelung des Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses eingesetzt werden. Ferner kann die Kraftstoffeinspritzung auf der Grundlage sowohl des gewünschten Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses als auch verschiedener Abgassauerstoffsensoren, die in der Abgasanlage des Motors angeschlossen sind, geändert werden.

## Beschreibung der Figuren

**[0007]** Die Fig. 1A, 1B und 4 sind schematische Diagramme eines Motors, bei dem die Erfindung vorteilhaft eingesetzt wird; und

**[0008]** die Fig. 2-3, 5-7 und 8A-8B sind Flussdiagramme der obersten Ebene, welche den Betrieb nach einer erfindungsgemäßen Beispielausführung veranschaulichen.

Eingehende Beschreibung einer Ausführung der Erfindung

**[0009]** Unter Bezug auf **Fig. 1A** wird ein Verbrennungsmotor **10**, welcher in dieser Anmeldung mit besonderem Bezug auf **Fig. 2** weiter beschrieben wird, mit einem Drehmomentwandler **11** über eine Kurbelwelle **13** gekoppelt gezeigt. Der Drehmomentwandler **11** ist weiterhin über eine Turbinenwelle **17** mit einem Getriebe **15** verbunden. Der Drehmomentwandler **11** weist eine (nicht abgebildete) Überbrückungskupplung auf, welche eingerückt, ausgerückt oder teilweise eingerückt werden kann. Wenn die Kupplung entweder ausgerückt oder teilweise eingerückt ist, bezeichnet man den Zustand des Drehmomentwandlers als nicht gesperrt. Die Turbinenwelle **17** ist auch als Getriebeeingangswelle bekannt. Das Getriebe **15** umfasst ein elektronisch gesteuertes Getriebe mit mehreren wählbaren einzelnen Übersetzungsverhältnissen. Das Getriebe **15** umfasst ferner verschiedene andere Fahrstufen, wie zum Beispiel eine (nicht abgebildete) Achsantriebsübersetzung. Das Getriebe **15** ist über eine Achse **21** weiterhin mit einem Reifen **19** verbunden. Der Reifen **19** stellt den Kontakt zwischen dem (nicht abgebildeten) Fahrzeug zur Straße **23** her.

**[0010]** Der Verbrennungsmotor **10** mit mehreren Zylindern, wovon einer in **Fig. 1B** gezeigt wird, wird durch ein elektronisches Motorsteuergerät **12** gesteuert. Der Motor **10** weist einen Brennraum **30** und Zylinderwände **32** mit einem darin angeordneten und mit der Kurbelwelle **13** verbundenen Kolben **36** auf. Der Brennraum **30** steht mit einem Ansaugkrümmer **44** und einem Abgaskrümmer **48** über ein Einlassventil **52** bzw. ein Auslassventil **54** in Verbindung. Ein Abgassauerstoffsensord **16** ist mit dem Abgaskrümmer **48** des Motors **10** stromauf des Katalysators **20** gekoppelt.

**[0011]** Der Ansaugkrümmer **44** steht über eine Drosselklappe **66** mit einem Drosselklappengehäuse **64** in Verbindung. Die Drosselklappe **66** wird durch einen Elektromotor **67** gesteuert, welcher ein Signal von einem Mitnehmer **69** einer elektronischen Drosselklappensteuerung erhält. Der Mitnehmer **69** der elektronischen Drosselklappensteuerung empfängt von dem Steuergerät **12** ein Steuersignal (DC). Der Ansaugkrümmer **44** wird ferner mit einem Einspritzventil **68** gezeigt, welches für das Zuführen von Kraftstoff im Verhältnis zur Impulsbreite des Signals (fw) von dem Steuergerät **12** daran gekoppelt ist. Durch ein (nicht abgebildetes) herkömmliches Kraftstoffsystem mit einem Kraftstofftank, einer Kraftstoffpumpe und einem (nicht abgebildeten) Verteilerrohr wird dem Einspritzventil **68** Kraftstoff zugeführt.

**[0012]** Der Motor **10** umfasst weiterhin eine herkömmliche verteilerlose Zündanlage **88**, um über eine Zündkerze **92** als Reaktion auf das Steuergerät

**12** dem Brennraum **30** einen Zündfunken zu liefern. In der hier beschriebenen Ausführung ist das Steuergerät **12** ein herkömmlicher Mikrocomputer mit: einem Mikroprozessor **102**, Eingang-/Ausgangports **104**, einem elektronischen Speicherchip **106**, welcher in diesem bestimmten Beispiel ein elektronisch programmierbarer Speicher ist, einem Schreib-Lese-Speicher **108** und einem herkömmlichen Datenbus.

**[0013]** Das Steuergerät **12** empfängt von den mit dem Motor **10** gekoppelten Sensoren verschiedene Signale zusätzlich zu den bereits erwähnten Signalen, wie: Messungen der eingeleiteten Luftmasse (MAF) von einem mit dem Drosselklappengehäuse **64** gekoppelten Luftmassensensor **110**; die Kühlmitteltemperatur (ECT) von einem mit einem Kühlmantel **114** gekoppelten Temperatursensor **112**; eine Messung der Drosselklappenposition (TP) von einem mit der Drosselklappe **66** gekoppelten Drosselklappenschalter **117**; eine Messung der Turbinendrehzahl (Wt) von einem Turbinendrehzahlsensor **119**, wobei die Turbinendrehzahl die Drehzahl der Welle **17** misst, und ein Zündungsprofilaufnehmersignal (PIP) von einem mit der Kurbelwelle **13** gekoppelten Hallgeber **118**, welches eine Motordrehzahl (N) angibt.

**[0014]** Weiter mit **Fig. 2** wird ein Gaspedal **130** gezeigt, welches mit dem Fuß **132** des Fahrers in Verbindung steht. Die Gaspedalposition (PP) wird durch den Pedalpositionssensor **134** gemessen und an das Steuergerät **12** geschickt.

**[0015]** In einer alternativen Ausführung, in der keine elektronisch gesteuerte Drosselklappe verwendet wird, kann ein (nicht abgebildetes) Luftbypassventil eingebaut werden, um eine gesteuerte Luftmenge an der Drosselklappe **62** vorbeizulassen. In dieser alternativen Ausführung empfängt das (nicht abgebildete) Luftbypassventil ein (nicht gezeigtes) Steuersignal von dem Steuergerät **12**.

**[0016]** Weiterhin wird ein Sensor **140** für absolute oder relative Luftfeuchtigkeit für das Messen der Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft gezeigt. Dieser Sensor kann entweder in dem in den Krümmer **44** eindringenden Einlassluftstrom angeordnet sein oder die durch Motorraum des Fahrzeugs strömende Umgebungsluft messen.

**[0017]** Weiterhin wird in einer alternativen Ausführung ein zweiter Luftfeuchtigkeitssensor **141** gezeigt, welcher sich im Inneren des Fahrzeugs befindet und mit einem zweiten Steuergerät **143** gekoppelt ist, welches über eine Leitung **145** mit dem Steuergerät **12** in Verbindung steht. Die hier nachstehend beschriebenen Diagnoseroutinen können im Steuergerät **12** oder im Steuergerät **143** oder in einer Kombination derselben angeordnet sein. Zu beachten ist weiterhin, dass der Innenraum-Luftfeuchtigkeitssensor in

einer Klimaautomatik eingesetzt werden kann, welche das Klima im Fahrgastraum des Fahrzeugs steuert. Insbesondere kann er zum Steuern der Klimaanlage genutzt werden und vor allem dafür, ob die Klimaanlage-Kompressorkupplung, welche den Kompressor zwecks Betrieb des Kompressors mit dem Motor koppelt, aktivieren oder deaktiviert werden soll.

**[0018]** Wie für den Fachmann auf dem Gebiet nachvollziehbar ist, können die nachstehend in den Flussdiagrammen beschriebenen jeweiligen Routinen eine oder mehrere aus einer Reihe von Verarbeitungsstrategien darstellen, wie zum Beispiel ereignisgesteuert, unterbrechungsgesteuert, Multitasking, Multithreading und dergleichen. Somit können verschiedene gezeigte Schritte oder Funktionen in der gezeigten Reihenfolge oder parallel ausgeführt werden und in manchen Fällen ganz unterbleiben. Analog ist die Verarbeitungsreihenfolge nicht unbedingt erforderlich, um die Merkmale und Vorteile der Erfindung zu verwirklichen, wird aber für eine einfache Veranschaulichung und Beschreibung gezeigt. Auch wenn dies nicht ausdrücklich gezeigt wird, wird ein Durchschnittsfachmann erkennen, dass einer oder mehrere der gezeigten Schritte oder Funktionen abhängig von der jeweils benutzten Strategie wiederholt ausgeführt werden kann. Weiterhin stellen diese Figuren einen Code graphisch dar, welcher in das rechnerlesbare Speichermedium in dem Steuergerät **12** zu programmieren ist.

**[0019]** Unter Bezug nun auf **Fig. 2** wird eine beispielhafte Routine für das Steuern der Motorkraftstoffspritzung beruhend auf Luftfeuchtigkeit beschrieben. Zuerst ermittelt die Routine bei Schritt **210**, ob die aktuellen Bedingungen für einen Motorkaltstart (im Gegensatz zu einem Warmneustart) sind. Die Routine ermittelt mit anderen Worten anhand von verschiedenen Faktoren wie zum Beispiel Kühlmitteltemperatur, Zeit seit Motoranlassen, Motordrehzahl, ob die aktuellen Bedingungen das Anlassen des Motors während nicht aufgewärmten Bedingungen oder Kombinationen davon darstellen. Lautet die Antwort auf Schritt **210** ja, geht die Routine weiter zu Schritt **212**. Bei Schritt **212** ermittelt die Routine einen anfänglichen Kraftstoff-/Luft-Verhältnis-Sollwert. Dieser Sollwert bzw. dieses erwünschte magere Kraftstoff-/Luft-Verhältnis dient wie hier nachstehend beschrieben zum Herstellen eines Gleichgewichts zwischen Motorkraftstoffwirtschaftlichkeit und verringerten Emissionen. Dieses erwünschte magere Kraftstoff-/Luft-Verhältnis wird insbesondere anhand verschiedener Motorbetriebsparameter wie zum Beispiel Kühlmitteltemperatur (ect), Motorluftstrom (oder Motorlast oder Motordrehmoment), gemessene Fahrzeugemission wie NOx, Zeit seit Motoranlassen (atmr1) und verschiedener anderer Parameter oder Kombinationen derselben ermittelt. In einem Beispiel wird das gewünschte Kraftstoff-/Luft-Verhältnis (lean\_AF\_desired) wie in der Gleichung 1 unten be-

schrieben ermittelt.

$$\text{lean\_AF\_desired} = \text{tableA}(\text{ect,load}) + \text{tableB}(\text{ect,atmr1})$$

GLEICHUNG 1

**[0020]** Zu beachten ist, dass dieses gewünschte Kraftstoff-/Luft-Verhältnis nachstehend abhängig von Luftfeuchtigkeit und in diesem bestimmten Beispiel von Umgebungsluftfeuchtigkeit abgewandelt wird. Zwar kann die exakte Beziehung zwischen Nockensteuerung und dem gewünschten mageren Kraftstoff-/Luft-Verhältnis von Motor zu Motor unterschiedlich sein, doch können verschiedene Tests vorgenommen werden, um diese Wirkung nachzuweisen und auch die Wirkung der variablen Nocken-Steuerung in Kombination mit Luftfeuchtigkeit auf das gewünschte magere Kraftstoff-/Luft-Verhältnis zu berücksichtigen. In dieser anderen Ausführung würde Gleichung 1 dahingehend abgewandelt werden, dass sie ein gewünschtes mageres Kraftstoff-/Luft-Verhältnis auch aufgrund der Position einer variablen Nocken-Steuerung umfasst.

**[0021]** Die Erfinder dieser Anmeldung haben auch erkannt, dass die Wirkung der Luftfeuchtigkeit auf den Restbruchteil in manchen Fällen im Wesentlichen linear zur Luftfeuchtigkeit ist. Daher kann, wie hier nachstehend beschrieben, ein linearer Modifikator für das gewünschte magere Kraftstoff-/Luft-Verhältnis verwendet werden. Zu beachten ist jedoch, dass verschiedene andere Abwandlungen abhängig von der jeweiligen Wirkung der Luftfeuchtigkeit auf das verwirklichtbare magere Kraftstoff-/Luft-Verhältnis verwendet werden können, während Zündaussetzer des Motors verringert werden.

**[0022]** Weiter mit **Fig. 2** ermittelt die Routine bei Schritt **214** einen Umgebungsluftfeuchtigkeitswert. In einem Beispiel ist dies die Umgebungsluftfeuchtigkeit gemessen mit einem oder mit beiden der Luftfeuchtigkeitssensoren. In einem anderen Beispiel können Angaben von einem Luftfeuchtigkeitssensor in Kombination mit verschiedenen anderen Sensoren dazu verwendet werden, einen abgewandelten oder geschätzten Luftfeuchtigkeitswert zu liefern. Dann berechnet die Routine bei Schritt **216** einen Grenzwert eines mageren Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses, welcher die Zündaussetzer des Motors beruhend auf Luftfeuchtigkeit und Motorbetriebsverhältnissen reduziert. Als Nächstes wird bei Schritt **218** das gewünschte magere Kraftstoff-/Luftverhältnis (in Schritt **212** ermittelt) abgelesen, wobei alle anderen Abänderungen des gewünschten mageren Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses aufgrund anderer Motorsysteme (wie zum Beispiel: Temperaturänderungen, Drehzahländerungen des Motors und verschiedene andere) berücksichtigt werden.

**[0023]** Bei Schritt **220** ermittelt die Routine, ob das magere Kraftstoff-/Luft-Verhältnis größer als der in

Schritt **216** errechnete Grenzwert ist. Wenn ja, wird das gewünschte magere Kraftstoff-/Luft-Verhältnis bei Schritt **222** auf den Grenzwert begrenzt. Auf diese Weise ist es möglich, das magere Kraftstoff-/Luft-Verhältnis unter Berücksichtigung der Luftfeuchtigkeit anhand eines Zündaussetzerparameters des Motors anzupassen. Das Ergebnis ist, dass eine verbesserte Kraftstoffwirtschaftlichkeit des Motors und gesenkte Emissionen bei einer Vielzahl von Umgebungsluftfeuchtigkeiten verwirklicht werden können, ohne Zündaussetzer des Motors zu riskieren.

**[0024]** In einer anderen Ausführung wird das gewünschte magere Kraftstoff-/Luft-Verhältnis so geändert, dass das gewünschte magere Kraftstoff-/Luft-Verhältnis unter Berücksichtigung von möglichen Zündaussetzern des Motors erzeugt wird. In diesem Fall erfolgt die Änderung wie nachstehend in Gleichung 2 beschrieben.

$$\text{lean\_AF\_misfire} = \text{lean\_AF\_desired} - [\text{FNAFHUM}(\text{N}, \text{load}) \cdot (\text{hum\_obs} - \text{NOMHUM})] \quad \text{GLEICHUNG 2}$$

wobei hum\_obs = Umgebungsluftfeuchtigkeit, NOMHUM = kalibrierbare Soll-Luftfeuchtigkeit, auf deren Grundlage das Schema optimiert ist, für gewöhnlich 50 Gramm, FNAFHUM (N,load) ist die Änderung des Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses über den Bereich der Luftfeuchtigkeit und N = RPM oder Drehzahl des Motors.

**[0025]** In diesem Fall wird die gemessene Abweichung der Luftfeuchtigkeit von einem Sollwert der Luftfeuchtigkeit (NOMHUM) als lineare Anpassung an eine Luftfeuchtigkeitsfunktion (FNAFHUM) verwendet, die als Funktion aktueller Motorbetriebsbedingungen der Motordrehzahl und Motorlast berechnet wird. Diese Funktion steht in einem Beispiel für eine Änderung des gewünschten mageren Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses über den Bereich der bei Fahrzeugbetrieb möglichen auftretenden Luftfeuchtigkeit. Zu beachten ist auch, dass diese Gleichung 2 so abgewandelt werden kann, dass sie eine Anpassung an das magere Kraftstoff-/Luft-Verhältnis beruhend auf der Abweichung der gemessenen Luftfeuchtigkeit von einem Sollwert der Luftfeuchtigkeit multipliziert mit einer Funktion abhängig von einer variablen Nockensteuerung beinhaltet.

**[0026]** Weiter mit **Fig. 2** ändert die Routine bei Schritt **224** die Kraftstoffeinspritzmenge an den Motor beruhend auf dem begrenzten gewünschten mageren Kraftstoff-/Luft-Verhältnis. Zu beachten ist, dass diese Änderung entweder in einer Steuerung oder in einer Regelung erfolgen kann. Insbesondere kann die Kraftstoffeinspritzmenge beruhend auf dem gewünschten mageren Kraftstoff-/Luft-Verhältnis sowie Rückmeldung von den in der Abgasanlage des Fahrzeugs angeordneten Abgassauerstoffsensoren ge-

ändert werden.

**[0027]** Unter Bezug nun auf **Fig. 3** wird eine andere erfindungsgemäße Ausführung für das Ändern eines gewünschten mageren Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses beruhend auf der Luftfeuchtigkeit außerhalb des Fahrzeugs beschrieben. In diesem Beispiel wird der Motor während verschiedener Betriebsbedingungen neben den Motorwarmlaufbedingungen nach einem Motorkaltstart bei einem mageren Kraftstoff-/Luft-Verhältnis betrieben. Die Routine ermittelt insbesondere bei Schritt **310**, ob der Magerbetrieb nach dem Motorwarmlaufzustand aktiviert wurde. Lautet die Antwort auf Schritt **310** JA, fährt die Routine mit Schritt **312** fort. Bei Schritt **312** ermittelt die Routine, ob der Schichtbetrieb erforderlich ist.

**[0028]** Zu beachten ist, dass der Schichtbetrieb bei Direkteinspritzmotoren verwendet werden kann, bei denen das Einspritzventil so positioniert ist, dass Kraftstoff direkt in den Motorzylinder gespritzt wird. Lautet die Antwort auf Schritt **312** JA, fährt die Routine mit Schritt **314** fort, um beruhend auf der Motordrehzahl ein gewünschtes mageres Kraftstoff-/Luft-Verhältnis wie in Gleichung 3 beschrieben zu berechnen.

$$\text{lean\_AF\_desired} = \text{tableA}(\text{n}, \text{load}) \quad \text{GLEICHUNG 3}$$

**[0029]** Wenn der homogene Magerbetrieb gewählt ist, dann wird alternativ das magere Kraftstoff-/Luft-Verhältnis beruhend auf Gleichung 4 in Schritt **316** mit Hilfe einer anderen Funktion von Drehzahl und Last berechnet.

$$\text{lean\_AF\_desired} = \text{tableB}(\text{n}, \text{load}) \quad \text{GLEICHUNG 4}$$

**[0030]** Als Nächstes wird bei Schritt **318** die Umgebungsluftfeuchtigkeit am Sensor abgelesen und beruhend auf anderen Sensorparametern und Betriebsbedingungen optional abgeändert. Dann passt die Routine bei Schritt **320** das gewünschte magere Kraftstoff-/Luft-Verhältnis beruhend auf Luftfeuchtigkeit an, um verringerte Zündaussetzer des Motors zu berücksichtigen, wie in Gleichung 5 gezeigt wird.

$$\text{lean\_AF\_misfire} = \text{lean\_AF\_desired} - [\text{FNAFHUM}(\text{n}, \text{load}) \cdot (\text{hum\_obs} - \text{NOMHUM})] \quad \text{GLEICHUNG 5}$$

**[0031]** Als Nächstes ermittelt die Routine bei Schritt **322**, ob das geänderte gewünschte magere Kraftstoff-/Luft-Verhältnis von Schritt **320** über den stöchiometrischen Punkt hinaus geändert wurde. Die Routine ermittelt mit anderen Worten, ob die Änderung beruhend auf der Luftfeuchtigkeit (auf das gewünschte magere Kraftstoff-/Luft-Verhältnis) ein Ändern des gewünschten mageren Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses auf einen fetten Wert bewirkt hat. Werden solche Bedingungen angezeigt, dann wird bei Schritt **324** das gewünschte Kraftstoff-/Luft-Verhältnis auf den stöchi-

ometrischen Wert begrenzt, um einen ungewollten fetten Betrieb einzuschränken. Dies wird wie in Gleich 6 beschrieben angezeigt.

lean\_AF\_misfire = MAX (lean\_AF\_misfire, 1.0)GLEICHUNG 6

**[0032]** Weiter mit **Fig. 3** ändert die Routine bei Schritt **326** die Kraftstoffeinspritzung in den Motor beruhend auf der begrenzten Änderung des gewünschten mageren Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses, wie dies oben beschrieben wird. Auf diese Weise werden eine verbesserte Kraftstoffwirtschaftlichkeit, weniger Zündaussetzer des Motors und verringerte Emissionen verwirklicht. Wenn schließlich der Magerbetrieb nicht aktiviert ist und die Antwort auf Schritt **310** nein lautet, fährt die Routine mit Schritt **328** fort, um den Motor zu veranlassen, um den stöchiometrischen Wert zu schwanken oder fett zu laufen, wie von den Motorbetriebsbedingungen gewünscht.

**[0033]** Zu beachten ist, dass die Änderung der Kraftstoffeinspritzung beruhend auf dem gewünschten Kraftstoff-/Luft-Verhältnis weiterhin eine Rückmeldung von den Abgassauerstoffsensoren berücksichtigen kann. Das gewünschte Kraftstoff-/Luft-Verhältnis wird mit anderen Worten zusammen mit der Rückmeldung von dem Sauerstoffsensoren in Kombination verwendet, um das tatsächliche Kraftstoff-/Luft-Verhältnis bei oder nahe dem gewünschten Wert zu halten und Änderungen des gewünschten Werts aufgrund von zum Beispiel Luftfeuchtigkeitsänderungen zu verfolgen.

**[0034]** Unter Bezug auf **Fig. 4** wird nun eine Routine für das Ändern der Nockensteuerung (und somit der Ventilsteuerung) beruhend auf Luftfeuchtigkeit, insbesondere Umgebungsluftfeuchtigkeit, beschrieben. Zu beachten ist, dass diese Ausführung auf das Ändern der Ventilsteuerung durch Ändern der Nockensteuerung gerichtet ist. Es können jedoch verschiedene andere Ventilsteuermechanismen verwendet werden. Die Routine könnte zum Beispiel auch den Einlass- oder Auslassventilhub, die Einlass- oder Auslassventilsteuerung (z. B. über einen elektromechanischen Ventilaktor), die Einlass- oder Auslassventil-Nockensteuerung verstellen oder eine duale gleiche Nockensteuerung ändern, was sowohl die Einlass- als auch die Auslassventilsteuerung über eine einzige obenliegende Nockenwelle ändert.

**[0035]** Wie vorstehend beschrieben ist es bei Verbrennungsmotoren wünschenswert, die Nockenwellensteuerung für beste Kraftstoffwirtschaftlichkeit und Emissionen zu auszulegen. Dies geschieht typischerweise bei einer Nockensteuerung, welche einem hohen Restbruchteil (RF) entspricht, der manchmal als innere AGR (Abgasrückführung) bezeichnet wird. Die Höhe des Restbruchteils wird auch als "Verdünnungs"-Wert der Füllung bezeichnet. Dieser Ver-

wendung hoher Verdünnung wirkt die Tendenz zu Zündaussetzern entgegen, wenn die Verdünnung die Fremdzündung beeinträchtigt. Daher liegt die für Kraftstoffwirtschaftlichkeit und Emissionen optimale variable Nockensteuerung für gewöhnlich auf einer Seite des Zündaussetzer-Grenzwerts.

**[0036]** Die Umgebungsluftfeuchtigkeit bewirkt auch eine Verdünnung des Füllungsgemisches des Motorzylinders. Wenn somit die variable Nockensteuerung für niedrige Luftfeuchtigkeit optimiert wurde, was dazu führt, dass sie direkt an der Grenze der Zündaussetzer liegt, würde das Hinzufügen von Luftfeuchtigkeit die Verdünnung über die Grenze in den Zustand möglicher Zündaussetzer schieben. Um dies zu vermeiden, werden Motoren typischerweise mit dem Schema für variable Nockensteuerung für einen Tag mit ungünstigster hoher Luftfeuchtigkeit kalibriert, was Zündaussetzer vermeidet. Dies führt natürlich an Tagen mit niedrigerer Luftfeuchtigkeit dazu, dass nicht die allerbeste Kraftstoffwirtschaftlichkeit erreicht wird.

**[0037]** Daher kann wie hier beschrieben ein Luftfeuchtigkeitssensor, wie zum Beispiel ein innerer Luftfeuchtigkeitssensor oder ein Umgebungsluftfeuchtigkeitssensor, verwendet werden. Wenn das Schema der variablen Nockensteuerung im Einzelnen bezüglich Luftfeuchtigkeit angepasst wird, dann kann bei verschiedenen Luftfeuchtigkeitswerten die optimale Zeitsteuerung für Kraftstoffwirtschaftlichkeit geboten werden, während Zündaussetzer verringert werden.

**[0038]** Zu beachten ist, dass die Nockensteuerung wie in U.S. 5,609,126, welches durch Erwähnung in seiner Gesamtheit Teil dieser Anmeldung wird, gesteuert werden kann. Sie wird aber wie in Bezug auf **Fig. 4** geändert. Ein Motor mit variabler Nockensteuerung wird in **Fig. 5** gezeigt.

**[0039]** Unter Bezug nun auf **Fig. 4** wird insbesondere die gewünschte Nockensteuerung von Schritt **225** des U.S. Patents Nr. 5,609,126 wie nachstehend beschrieben berechnet und beruhend auf der Luftfeuchtigkeit geändert. Zuerst berechnet die Routine in Schritt **410** eine Sollnockensteuerung (cam\_nom) beruhend auf Drehzahl (n) und Last. Dann berechnet die Routine in Schritt **412** eine Änderung der Nockensteuerung (vct\_hum\_adj) beruhend auf der Abweichung der gemessenen Luftfeuchtigkeit (hum\_obs) von einem Sollwert (NOMHUM). Die Änderung ist eine Funktion der Motorparameter wie Motordrehzahl und Last, wie in der **Fig. 4** gezeigt wird. Zu beachten ist, dass wie vorstehend durch Verwenden der Abweichung von einem Sollwert es eventuell möglich ist, dass der Kalibrierungsversuch eingeschränkt wird, wenn eine standardisierte Funktion FNVCTHUM beruhend auf Motoreigenschaften vorherbestimmt werden kann. Zu beachten ist wiederum, dass

eine lineare Änderung verwendet wird, aber auch verschiedene andere beruhend auf experimentellen Tests der jeweiligen Motoranwendung verwendet werden können.

**[0040]** Dann berechnet in Schritt **414** die Routine die geänderte gewünschte Nockensteuerung (vct\_adjusted) beruhend auf der Sollnockensteuerung und der Nockensteuerungsänderung, wie in **Fig. 4** gezeigt wird. Dann begrenzt die Routine bei Schritt **416** die geänderten Werte auf die bei den vorliegenden Motorverhältnissen verfügbare maximale und/oder minimale Nockensteuerung.

**[0041]** Auf diese Weise sind verbesserte Emissionen und Kraftstoffwirtschaftlichkeit möglich, die nicht aufgrund von Schwankungen der Umgebungsluftfeuchtigkeit beeinträchtigt werden.

**[0042]** In **Fig. 5** wird eine alternative Ausführung eines Verbrennungsmotors **10** gezeigt. Der Motor wird durch das elektronische Steuergerät **10** gesteuert. In dieser Ausführung umfasst der Motor **10** einen variablen Ventilstellmechanismus, welcher in diesem Beispiel ein variabler Nockensteuermechanismus ist. Wie in **Fig. 1** umfasst der Motor **10** einen Brennraum **30** und Zylinderwände **32** mit einem darin angeordneten und mit einer Kurbelwelle **40** verbundenen Kolben **36**. Der Brennraum **30** wird über ein Einlassventil **52** bzw. ein Auslassventil **54** mit einem Ansaugkrümmer **44** und einem Abgaskrümmer **48** verbunden gezeigt. Der Ansaugkrümmer **44** wird über eine Drosselklappe **62** mit einem Drosselklappengehäuse **64** verbunden gezeigt. Ein Drosselklappenpositionssensor **70** misst die Position der Drosselklappe **62**. Der Abgaskrümmer **48** wird gezeigt. Der Ansaugkrümmer **44** wird ferner mit einem damit gekoppelten Einspritzventil **80** für das Zuführen von flüssigem Kraftstoff im Verhältnis zur Impulsbreite des Signals FPW von dem Steuergerät **12** gezeigt. Durch ein (nicht abgebildetes) herkömmliches Kraftstoffsystem mit einem Kraftstofftank, einer Kraftstoffpumpe und einem (nicht abgebildeten) Verteilerrohr wird dem Einspritzventil **80** Kraftstoff zugeführt. Alternativ kann der Motor so konfiguriert sein, dass der Kraftstoff direkt in den Zylinder des Motors eingespritzt wird, was dem Fachmann auf dem Gebiet als Direkteinspritzer bekannt ist. Ferner kann wie in **Fig. 1** eine elektronisch gesteuerte Drosselklappe verwendet werden.

**[0043]** Eine verteilerlose Zündanlage **88** liefert als Reaktion auf das Steuergerät **12** dem Brennraum **30** über eine Zündkerze **92** einen Zündfunken. Ein Abgassauerstoffsensoren **16** mit zwei Zuständen wird mit dem Abgaskrümmer **48** stromauf des Katalysators **20** gekoppelt gezeigt. Der Sensor **16** liefert ein Signal EGO an das Steuergerät **12**, welches das Signal EGO in ein Signal EGOS mit zwei Zuständen umwandelt. Ein Hochspannungszustand des Signals EGOS zeigt an, dass die Abgase fetter als ein Be-

zugs-Kraftstoff-/Luft-Verhältnis sind, und ein Niedrigspannungszustand des umgewandelten Signals EGO zeigt an, dass die Abgase magerer als das Bezugs-Kraftstoff-/Luft-Verhältnis sind.

**[0044]** In **Fig. 1** wird das Steuergerät **12** als Mikrocomputer mit einem Mikroprozessor **102**, Eingang-/Ausgangports **104**, einem schreibgeschützten Chip **106**, einem Schreib-Lese-Speicher **108** und einem herkömmlichen Datenbus gezeigt. Das Steuergerät **12** wird gezeigt, wie es von den mit dem Motor **10** gekoppelten Sensoren verschiedene Signale zusätzlich zu den bereits erwähnten Signalen, empfängt, darunter: die Kühlmitteltemperatur (ECT) von einem mit einem Kühlmantel **114** gekoppelten Temperatursensor **112**; einen Messwert der Luftmassenmessung (MAF) von einem mit dem Ansaugkrümmer **44** gekoppelten Luftmassensensor **116** und ein Zündungsprofilaufnehmersignal (PIP) von einem mit der Kurbelwelle **40** gekoppelten Hallgeber **118**. In einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung erzeugt der Motordrehzahlsensor **119** eine vorbestimmte Anzahl gleich beabstandeter Impulse pro Umdrehung der Kurbelwelle.

**[0045]** Die Nockenwelle **130** des Motors **10** wird verbunden mit Kipphebeln **132** und **134** für das Betätigen des Einlassventils **52** und das Ablassventils **54** gezeigt. Die Nockenwelle **130** ist direkt mit dem Gehäuse **136** gekoppelt. Das Gehäuse **136** bildet ein Zahnrad mit mehreren Zähnen **138**. Das Gehäuse **136** ist mit einer (nicht abgebildeten) Innenwelle, welche wiederum über eine (nicht abgebildete) Steuerkette direkt mit der Nockenwelle **130** verbunden ist, hydraulisch gekoppelt. Daher drehen das Gehäuse **136** und die Nockenwelle **130** bei einer Geschwindigkeit, welche im Wesentlichen der der Innennockenwelle entspricht. Die Innennockenwelle dreht bei einem konstanten Drehzahlverhältnis zur Kurbelwelle **40**. Durch Einwirken auf die hydraulische Kopplung, was hier später beschrieben wird, kann aber die relative Position der Nockenwelle **130** zur Kurbelwelle **40** durch Hydraulikdrücke in einer Vorstellkammer **142** und einer Verzögerungskammer **144** verändert werden. Durch Eindringenlassen von unter hohem Druck stehenden Hydraulikfluid in die Vorstellkammer **142** wird die relative Beziehung zwischen der Nockenwelle **130** und der Kurbelwelle **40** vorverstellt. Somit öffnen und schließen das Einlassventil **52** und das Auslassventil **54** relativ zur Kurbelwelle **40** zu einem früheren Zeitpunkt als normal. Analog wird durch Eindringenlassen von unter hohem Druck stehenden Hydraulikfluid in die Verzögerungskammer **144** die relative Beziehung zwischen Nockenwelle **130** und Kurbelwelle **40** verzögert. Somit öffnen und schließen das Einlassventil **52** und das Auslassventil **54** relativ zur Kurbelwelle **40** zu einem späteren Zeitpunkt als normal.

**[0046]** Die Zähne **138**, welche mit dem Gehäuse

**136** und der Nockenwelle **130** gekoppelt sind, ermöglichen über einen Nockensteuersensor **150**, welcher ein Signal VCT an das Steuergerät **12** liefert, die Messung der relativen Nockenposition. Es werden vorzugsweise die Zähne **1**, **2**, **3** und **4** für die Messung der Nockensteuerung verwendet, welche gleichmäßig beabstandet sind (zum Beispiel in einem V-8-Motor mit zwei Zylinderbänken, welche voneinander bei 90 Grad beabstandet sind), während der Zahn **5** vorzugsweise für die Zylinderidentifikation verwendet wird, wie hier später beschrieben wird. Ferner schickt das Steuergerät **12** Signale (LACT, RACT) an (nicht abgebildete) herkömmliche Solenoidventile, um den Strom von Hydraulikfluid entweder in die Vorverstellkammer **142**, die Verzögerungskammer **144** oder in keine zu steuern.

**[0047]** Die relative Nockensteuerung wird mit Hilfe des Verfahrens gemessen, welches in dem US-Patent Nr. 5,548,995 beschrieben wird, welches durch Erwähnung hiermit Bestandteil dieser Anmeldung wird. Allgemein ausgedrückt gibt die Zeit bzw. der Drehwinkel zwischen der ansteigenden Kante des PIP-Signals und dem Empfang eines Signals von einem der mehreren Zähne **138** auf dem Gehäuse **136** ein Maß der relativen Nockensteuerung. Für das bestimmte Beispiel eines V-8-Motors mit zwei Zylinderbänken und einem Rad mit fünf Zähnen wird viermal pro Umdrehung eine Messung der Nockensteuerung für eine bestimmte Bank empfangen, wobei das Extrasignal für die Zylinderidentifikation verwendet wird.

**[0048]** Unter Bezug nun auf **Fig. 6** wird eine Routine für das Ergreifen von Standardmaßnahmen als Reaktion auf eine Funktionsminderung des Luftfeuchtigkeitssensors beschrieben. Zuerst ermittelt die Routine bei Schritt **610**, ob der Luftfeuchtigkeitssensor wie hier nachstehend unter besonderem Bezug auf **Fig. 7** beschrieben schlechter arbeitet.

**[0049]** Als Nächstes ermittelt die Routine bei Schritt **612**, ob der Sensor über ein vorbestimmtes Maß hinaus schlechter arbeitet. Lautet die Antwort auf Schritt **612** JA, fährt die Routine mit Schritt **614** fort. Bei Schritt **614** setzt die Routine den gemessenen Wert des Luftfeuchtigkeitssensors in dem Steuercode (hum\_obs) auf den Soll-Feuchtigkeitwert (NOM-HUM). Auf diese Weise werden Vorgabeeinstellungen zur Steuerung verschiedener Motorbetriebsbedingungen verwendet, wie zum Beispiel: Kraftstoff-/Luft-Verhältnis des Motors, Grenzwerte des Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses des Motors, variable Nockensteuerung, Abgasrückführung, Ventilhub und jede Kombination oder Unterkombination dieser Parameter. Da die Steuer Routinen unter Verwendung der Abweichung der gemessenen Luftfeuchtigkeit von einem Sollwert strukturiert sind, lässt dies insbesondere im Fall des Vorgabebetriebs vereinfachte Routinen zu. Wie vorstehend beschrieben, ist mit anderen Worten das einzige Vorgehen, das als Reakti-

on auf einen in der Funktion geminderten Luftfeuchtigkeitssensor ergriffen werden muss, das Setzen des gemessenen Werts auf den Sollwert. Auf diese Weise arbeiten die die verschiedenen Motorbetriebe steuernden Routinen einfach, als ob kein Feuchtigkeitssensor vorhanden ist. Auf diese Weise kann auch bei Funktionsminderung des Luftfeuchtigkeitssensors ein gleichmäßiger Motorbetrieb verwirklicht werden, wodurch ein kontinuierlicher Motorbetrieb ermöglicht wird.

**[0050]** Zu beachten ist, dass in einem Beispiel bei Funktionsminderung des Luftfeuchtigkeitssensors nicht nur Vorgabeeinstellung zur Steuerung der variablen Nockensteuerung und des Grenzwerts des Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses verwendet werden, sondern auch andere Parameter wie AGR. Wie in U.S. 6,062,204 (welches durch Erwähnung hier in seiner Gesamtheit Teil dieser Anmeldung wird) beschrieben wird insbesondere die AGR beruhend auf Luftfeuchtigkeit geplant. Nach Eintreten einer Sensorfunktionsminderung kann jedoch der für AGR verwendete Luftfeuchtigkeitswert auf einen Wert gesetzt werden, der Zündaussetzer des Motors senkt, zum Beispiel auf 50. Alternativ kann die Gleichung für AGR nach folgender Formel abgewandelt werden:

Adjusted\_egr = base\_egr + FN(hum\_for\_egr). GLEICHUNG 7

**[0051]** Unter Bezug nun auf die **Fig. 7**, **8A** und **8B** werden Routinen für das Ermitteln der Funktionsminderung des Luftfeuchtigkeitssensors **140** beschrieben. Ein hier beschriebenes Diagnosevorgehen weist zwei Luftfeuchtigkeitssensoren mit so unterschiedlicher Verschaltung, Anordnung und Fabrikherstellungschargennummer auf, dass die Wahrscheinlichkeit einer gleichzeitigen Funktionsminderung sehr unwahrscheinlich ist. Eine Diagnoseroutine besteht dann aus dem Überprüfen, dass die Sensoren den gleichen Messwert haben, wie nachstehend beschrieben wird. Wenn sich die Sensoren an separaten Orten in dem Fahrzeug befinden, können bestimmte Gatter zur Einengung der Diagnose auf bestimmte Betriebsbereiche, bei denen eine hohe Korrelation erwartet wird, verwendet werden, wie in den **Fig. 8A** und **8B** beschrieben wird. In diesem Beispiel werden die beiden Luftfeuchtigkeitssensoren zur Vereinfachung im Einzelnen als hum1 und hum2 bezeichnet. D.h. Sensor **140** liefert hum1 (oder hum\_obs) und Sensor **141** liefert hum2.

**[0052]** Unter Bezug nun auf **Fig. 7** wird eine Routine für das Überwachen der Sensoren **140** und/oder **141** beschrieben. Zu beachten ist, dass der Term HUM\_DELTA das kalibrierbare Delta zwischen den beiden Sensoren ist, um das Eintreten einer Funktionsminderung anzuzeigen. Es kann zum Beispiel auf 10 Körner gesetzt werden.

**[0053]** Zuerst ermittelt die Routine bei Schritt **710**, ob die Überwachung des bzw. der Luftfeuchtigkeitssensoren wie nachstehend in den beiden alternativen Ausführungen (**Fig. 8A** und **8B**) beschrieben aktiviert wurde. Bei Aktivieren der Überwachung ermittelt dann bei Schritt **720** die Routine, ob der absolute Wert von  $(hum1 - hum2)$  größer als **HUM\_DELTA** ist. Wenn ja, wird bei Schritt **730** eine Funktionsminderung angezeigt. Ansonsten wird bei Schritt **740** die Sensorbetriebsfähigkeit angezeigt.

**[0054]** Nun wird unter Bezug auf **Fig. 8A** eine erste Ausführung zur Ermittlung, ob die Luftfeuchtigkeitssensorüberwachung aktiviert werden soll, beschrieben. Hier wird die Diagnose durch Eingeben vorgeählter Motorbetriebsbedingungen ausgeführt, wie zum Beispiel: bei Zündschlüssel in Zündstellung nach langer Abschaltzeit (Motor Aus). In dieser Ausführung kann der zweite Sensor ein Innenraum-Luftfeuchtigkeitssensor des Fahrzeugs sein, wie in **Fig. 1** beschrieben. Zu beachten ist, dass bei kurzer Abschaltzeit oder bei Fahrzeuglaufbetrieb der Innenraum-Luftfeuchtigkeitssensor aufgrund eines schwitzenden Fahrens oder einer anderen Wasserdampfquelle im Fahrzeug einen hohen Ablesewert zeigen kann. Oder er kann aufgrund der Wirkung einer Klimaanlage niedrig sein. Daher ist nach langer Abschaltzeit ein zuverlässiger Vergleich möglich. Aber auch dann können mehrere Fahrten des Fahrzeugs dazu verwendet werden, die Zuverlässigkeit der Feststellung zu erhöhen. Auf diese Weise wird die Überwachung während ausgewählter Bedingungen aktiviert, bei denen beide Sensoren ähnliche Werte ergeben sollten, und somit kann eine verbesserte Feststellung verwirklicht werden. Zu beachten ist, dass in einer alternativen Ausführung ein (bzw. beide) Luftfeuchtigkeitssignale beruhend auf Motorbetriebsbedingungen geändert werden können, um einen genaueren Vergleich zu ermöglichen.

**[0055]** Unter Bezug nun im Einzelnen auf **Fig. 8A** ermittelt die Routine bei Schritt **810**, ob die Motorabschaltzeit länger als ein Schwellwert (**SOAK\_VALUE**) ist. Wenn ja, wird bei Schritt **820** die Diagnose aktiviert.

**[0056]** Zu beachten ist, dass der Motorabschalttimer ein Sensor ist, welcher die Zeit seit letztem Einschalten des Autos anzeigt. Dieser könnte zum Beispiel auf einem Timer im Steuergerät **12** basieren. Die Routine von **Fig. 8A** arbeitet in einer Ausführung nach Drehen des Fahrzeugzündschlüssels in Zündstellung nur an dem ersten Computer-Loop.

**[0057]** Eine zweite Ausführung führt die Diagnose kontinuierlich durch. Dies kann eingesetzt werden, wenn kontinuierliches Überwachen eventuell erforderlich ist, um eine Funktionsminderung während des gesamten Fahrzeugbetriebs zu ermitteln. In diesem Fall kann der Innenraum-Luftfeuchtigkeitssensor

nicht verwendet werden. Vielmehr wird der zweite Luftfeuchtigkeitssensor im Fahrzeug an einer Stelle eingebaut, wo er wie der erste Sensor nahe dem gleichen Luftstrom lesen würde, unabhängig davon, ob er sich in dem Motoransaugluftstrom oder dem Umgebungsstrom befindet. Die elektrischen Schaltkreise können wiederum so ausgelegt werden, dass das Potenzial einer gleichzeitigen gemeinsamen Funktionsminderung der Sensoren minimiert wird. Ferner kann die Routine von **Fig. 8B** die Ablesung der Sensoren für die Diagnose ausführen, wenn diese einen Gleichgewichtswert erreicht haben, indem zum Beispiel Filter verwendet werden.

**[0058]** Im Einzelnen nun unter Bezug auf **Fig. 8B** ermittelt die Routine bei Schritt **830**, ob die Zeit seit des Drehen des Zündschlüssels des Fahrzeugs in Zündstellung größer als ein Schwellwert (**TIME\_ON\_VALUE**) ist. Wenn ja, wird bei Schritt **840** die Diagnose aktiviert. Somit ist es möglich, durch Verwenden der Zeit seit Drehen des Zündschlüssels in Zündstellung von beiden Sensoren einen genauen Wert zum Durchführen der Diagnose zu erhalten.

**[0059]** Zu beachten ist, dass die Routinen zur Überwachung eines oder beider der Sensoren **141** und **143** verwendet werden können.

**[0060]** Dies schließt die Beschreibung der Erfindung ab. Deren Lesen würde einem Fachmann viele Änderungen und Abwandlungen vergegenwärtigen, ohne vom Wesen und Schutzzumfang der Erfindung abzuweichen.

**[0061]** Die folgenden Ausführungen und Kombinationen ermöglichen zum Beispiel anerkanntermaßen einen vorteilhaften Betrieb. In einem Beispiel ein System für das Steuern eines Verbrennungsmotors eines Fahrzeugs, wobei der Motor einen Luftfeuchtigkeitssensor aufweist und das Verfahren umfasst:

Ändern einer Kraftstoffeinspritzmenge in den Motor anhand des Luftfeuchtigkeitssensors;

Ändern des Stroms durch den Motor anhand des Luftfeuchtigkeitssensors;

Ermitteln der Funktionsminderung des Luftfeuchtigkeitssensors; und

Verwenden von Vorgabeeinstellungen als Reaktion auf eine Ermittlung einer Funktionsminderung des Luftfeuchtigkeitssensors.

**[0062]** Durch Verwenden der Luftfeuchtigkeitssensor-Angaben bei sowohl der Änderung der Kraftstoffeinspritzung als auch dem Strom durch den Motor ist es möglich, einen verbesserten Motorbetrieb insgesamt zu verwirklichen. Weiterhin ist es durch Überwachen des Sensorbetriebs auf Funktionsminderung möglich, Vorgabeeinstellungen bei Funktionsminderung des Luftfeuchtigkeitssensors zu verwenden. Auf diese Weise können auch bei Eintreten einer solchen Funktionsminderung Maßnahmen ergriffen werden,

um einen Verlust der Kraftstoffwirtschaftlichkeitsleistung zu verringern und einen Betrieb mit minimalen Zündaussetzern des Motors zu ermöglichen.

**[0063]** Auf diese Weise kann die Motorbetriebsleistung insgesamt verbessert werden.

**[0064]** In einem anderen Beispiel ein Verfahren für das Ändern des Motorbetriebs eines Fahrzeugs mit einem Luftfeuchtigkeitssensor. Das Verfahren umfasst:

Ermitteln eines Parameters, welcher Indikativ für eine Umgebungsluftfeuchtigkeit außerhalb des Fahrzeugs ist, anhand des Sensors;

Ermitteln eines gewünschten Zylinderventilzustands beruhend auf mindestens diesem Parameter; und

Ändern eines Steuersignals, um das Zylinderventil beruhend auf dem gewünschten Zylinderventilzustand zu ändern.

**[0065]** Durch Einstellen der Ventilzustände für den Motorbetrieb beruhend auf Luftfeuchtigkeit ist es möglich, verbesserte Kraftstoffwirtschaftlichkeit und verringerte Emissionen zu bieten. Auf diese Weise wird der Betrieb des Fahrzeugmotors über verschiedene Bedingungen hinweg verbessert, indem Schwankungen der Umgebungsluftfeuchtigkeit und deren Wirkung auf Zündaussetzer des Motors und den Restbruchteil berücksichtigt werden. Daher können auch bei magerem Kraftstoff-/Luft-Betrieb verbesserte Fahrzeugkraftstoffwirtschaftlichkeit und verringerte Fahrzeugemissionen und weniger Zündaussetzer verwirklicht werden.

**[0066]** In einem Beispiel lässt das Verfahren mit anderen Worten während Bedingungen niedriger Luftfeuchtigkeit eine weitere Änderung der Ventilsteuerung zu, wodurch eine verbesserte Kraftstoffwirtschaftlichkeit ermöglicht wird. Analog reduziert das Verfahren während Bedingungen hoher Luftfeuchtigkeit Zündaussetzer des Motors durch Arbeiten mit einer Änderung der Ventilsteuerung beruhend auf Luftfeuchtigkeit. Auf diese Weise wird der Betrieb des Fahrzeugmotors bei verschiedenen Bedingungen optimiert und berücksichtigt Schwankungen der Umgebungsluftfeuchtigkeit und deren Wirkung auf Zündaussetzer des Motors. Daher können verbesserte Fahrzeugwirtschaftlichkeit und verringerte Fahrzeugemissionen und Zündaussetzer verwirklicht werden.

**[0067]** Ein weiteres Beispiel umfasst ein Verfahren für das Ändern des Motorbetriebs eines Fahrzeugs, welches einen Luftfeuchtigkeitssensor aufweist, wobei das Verfahren umfasst:

Ermitteln eines Parameters, welcher Indikativ für eine Umgebungsluftfeuchtigkeit außerhalb des Fahrzeugs ist, anhand des Sensors;

Ermitteln einer gewünschten Zylindernockensteuerung beruhend auf mindestens diesem Parameter und einer Motorbetriebsbedingung; und

Ändern eines Steuersignals, um das Zylinderventil beruhend auf der gewünschten Zylindernockensteuerung zu ändern.

**[0068]** Ein noch weiteres Beispiel umfasst ein Verfahren zum Ermitteln der Funktionsminderung eines Luftfeuchtigkeitssensors, welcher für das Steuern eines Fahrzeugmotors verwendet wird, wobei sich der Luftfeuchtigkeitssensor außerhalb eines Fahrgastraums des Fahrzeugs befindet. Das Verfahren umfasst:

Ermitteln, ob das Überwachen des Sensors beruhend auf Fahrzeugbetriebsbedingungen aktiviert werden soll;

als Reaktion auf eine Entscheidung zur Aktivierung der Überwachung ein Vergleichen eines Signals von einem Luftfeuchtigkeitssensor innerhalb eines Fahrgastraums des Fahrzeugs mit einem Signal vom Luftfeuchtigkeitssensor außerhalb des Fahrgastraums des Fahrzeugs, um zu ermitteln, ob eine Funktionsminderung des Innen- oder Außensensors vorliegt.

**[0069]** Durch Verwenden des Innenraum-Luftfeuchtigkeitssensors, welcher in manchen Beispielen bereits für Klimaautomatikanlagen vorhanden ist, es ist möglich, den Außen-Luftfeuchtigkeitssensor bei niedrigen Fahrzeuggesamtkosten präzise zu überwachen. Durch Aktivieren der Überwachung beruhend auf Fahrzeugbetriebsbedingungen ist es weiterhin möglich, die Überwachung während Bedingungen auszuführen, bei denen erwartet wird, dass die Sensoren relativ einheitliche Angaben liefern, wodurch die Genauigkeit der Feststellung der Funktionsminderung verbessert wird.

**[0070]** Ein noch weiteres Beispiel umfasst ein Verfahren zur Ermittlung der Funktionsminderung eines Luftfeuchtigkeitssensors, welcher für das Steuern eines Fahrzeugmotors verwendet wird, wobei sich der Luftfeuchtigkeitssensor außerhalb eines Fahrgastraums des Fahrzeugs befindet und das Verfahren umfasst: Ermitteln, ob das Überwachen des Sensors beruhend auf der verstrichenen Zeit seit Fahrzeugbetrieb aktiviert werden soll; und als Reaktion auf eine Entscheidung zur Aktivierung der Überwachung ein Vergleichen eines Signals von einem zweiten Luftfeuchtigkeitssensor mit einem Signal vom Luftfeuchtigkeitssensor außerhalb des Fahrgastraums des Fahrzeugs, um zu ermitteln, ob eine Funktionsminderung eines der Sensoren vorliegt.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Motors in einem einen Luftfeuchtigkeitssensor aufweisenden Fahrzeug, wobei das Verfahren umfasst:

- Ermitteln eines Zündaussetzerparameters des Motors anhand des Luftfeuchtigkeitssensors;
- Einstellen eines gewünschten mageren Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses beruhend auf den Zündaus-

setzerparametern; und

– Ändern einer Kraftstoffeinspritzmenge in den Motor beruhend auf dem eingestellten gewünschten mageren Kraftstoff-/Luft-Verhältnis.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Luftfeuchtigkeitssensor ein absoluter Luftfeuchtigkeitssensor ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Luftfeuchtigkeitssensor ein relativer Luftfeuchtigkeitssensor ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ändern der Kraftstoffeinspritzmenge weiterhin auf einer Rückmeldung eines Abgassauerstoffsensors beruht.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Zündaussetzerparameter ein Grenzwert des Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses des Motors ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Zündaussetzerparameter weiterhin auf Motorbetriebsbedingungen beruht.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Zündaussetzerparameter darauf beruht, ob der Motor gerade in einem Anfahrzustand betrieben wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Zündaussetzerparameter darauf beruht, ob der Motor gerade in einem Kaltstartzustand betrieben wird.

9. Verfahren für das Ändern des Motorbetriebs eines Fahrzeugs, wobei das Verfahren umfasst:

– Ermitteln eines Parameters, welcher Indikativ für eine Umgebungsluftfeuchtigkeit außerhalb des Fahrzeugs ist;

– Ermitteln eines gewünschten mageren Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses beruhend auf mindestens einer Motorbetriebsbedingung;

– Berechnen einer Änderung des Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses beruhend auf dem Parameter, um das gewünschte magere Kraftstoff-/Luft-Verhältnis hin zur Stöchiometrie zu senken; und

– Begrenzen der Änderung des gewünschten mageren Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses beruhend auf dem Luftfeuchtigkeitsparameter auf in etwa ein stöchiometrisches Kraftstoff-/Luft-Verhältnis.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Parameter auf einem absoluten Luftfeuchtigkeitssensor beruht.

11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Parameter auf einem relativen

Luftfeuchtigkeitssensor beruht.

12. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Ändern der Kraftstoffeinspritzmenge weiterhin auf einer Rückmeldung von einem Abgassauerstoffsensor beruht.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Zündaussetzerparameter ein Grenzwert eines Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses eines Motors ist.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Zündaussetzerparameter weiterhin auf Betriebsparametern des Motors beruht.

15. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Zündaussetzerparameter darauf beruht, ob der Motor gerade in einem Anfahrzustand betrieben wird.

16. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Zündaussetzerparameter darauf beruht, ob der Motor gerade in einem Kaltstartzustand betrieben wird.

17. Rechnerspeichermittel mit darin kodierten Anweisungen für das Steuern eines Motors eines Antriebsstrangs in einem Fahrzeug auf der Straße, wobei das Medium umfasst:

– Code für das Ermitteln eines Parameters, welcher Indikativ für eine Umgebungsluftfeuchtigkeit außerhalb des Fahrzeugs ist;

– Code für das Ermitteln eines gewünschten mageren Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses beruhend auf mindestens einer Motorbetriebsbedingung;

– Code für das Berechnen einer Änderung eines Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses beruhend auf dem Parameter, um das gewünschte magere Kraftstoff-/Luft-Verhältnis hin zur Stöchiometrie zu senken; und

– Code für das Begrenzen der Änderung des gewünschten mageren Kraftstoff-/Luft-Verhältnisses beruhend auf dem Parameter der Luftfeuchtigkeit auf ein im Wesentlichen stöchiometrisches Kraftstoff-/Luft-Verhältnis.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Fig. 1A

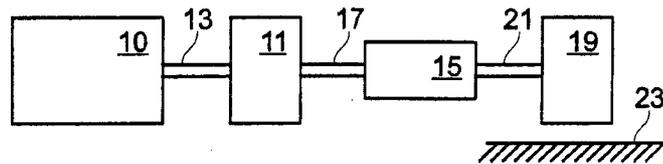
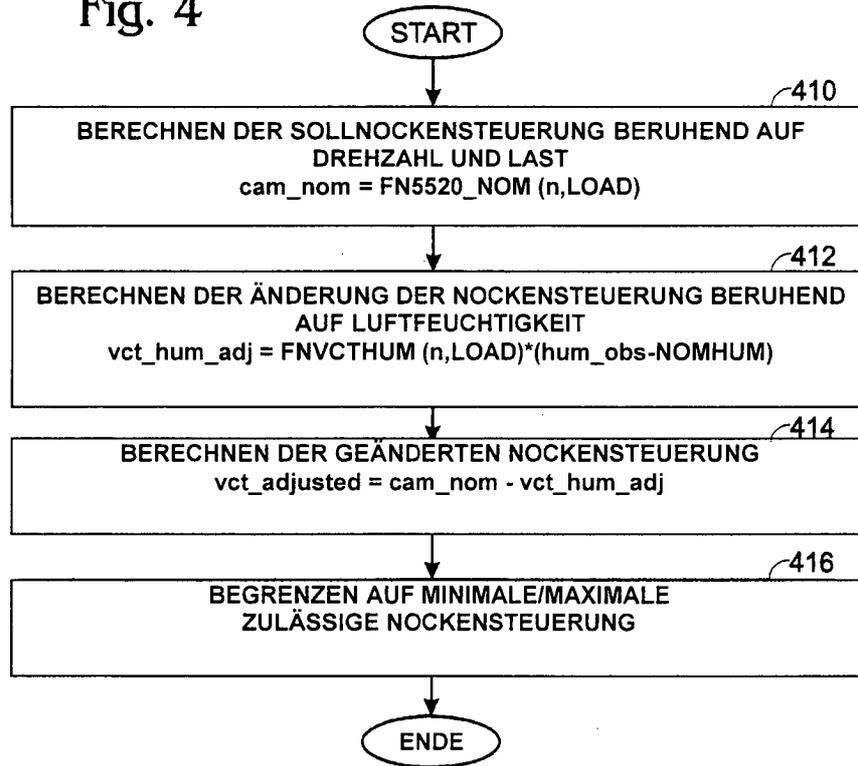


Fig. 4



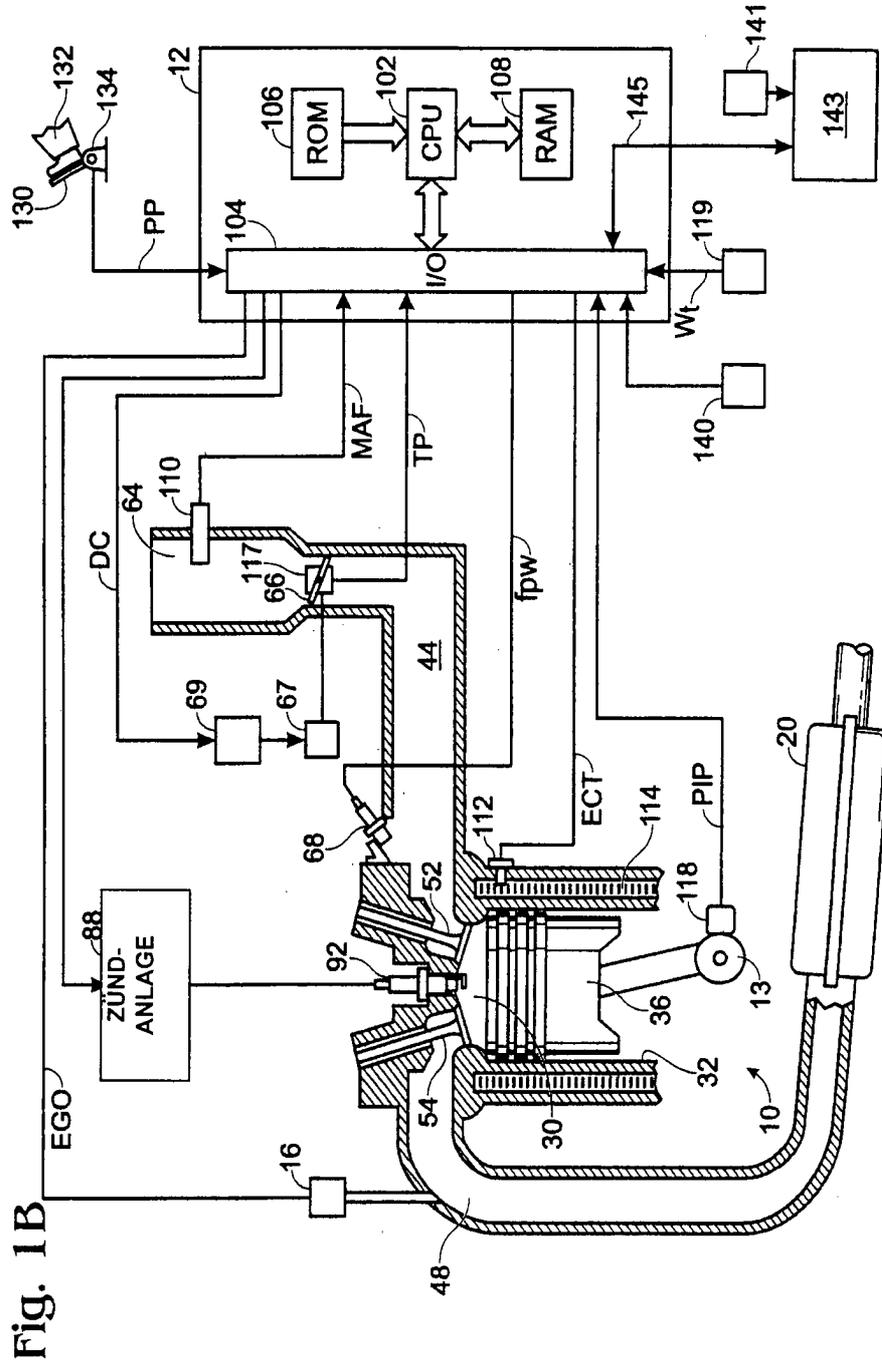


Fig. 2

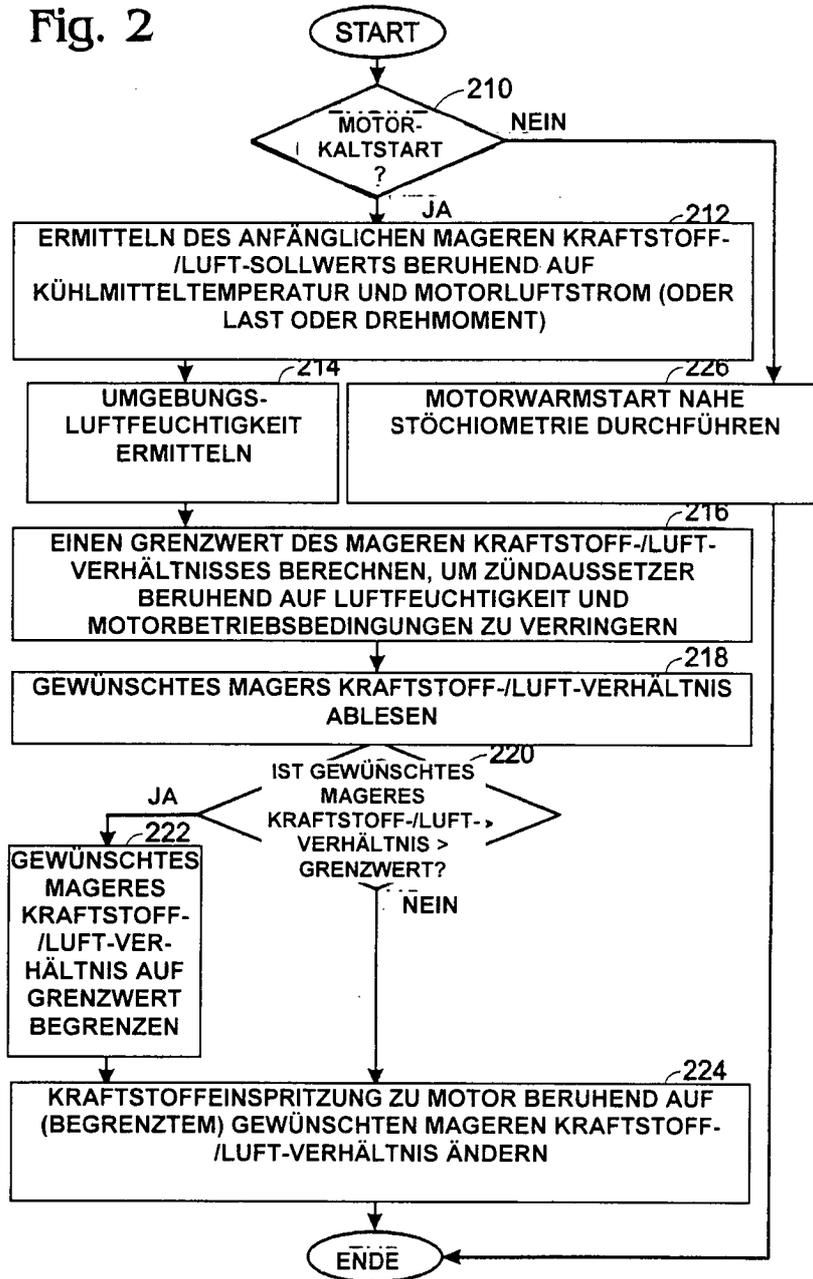
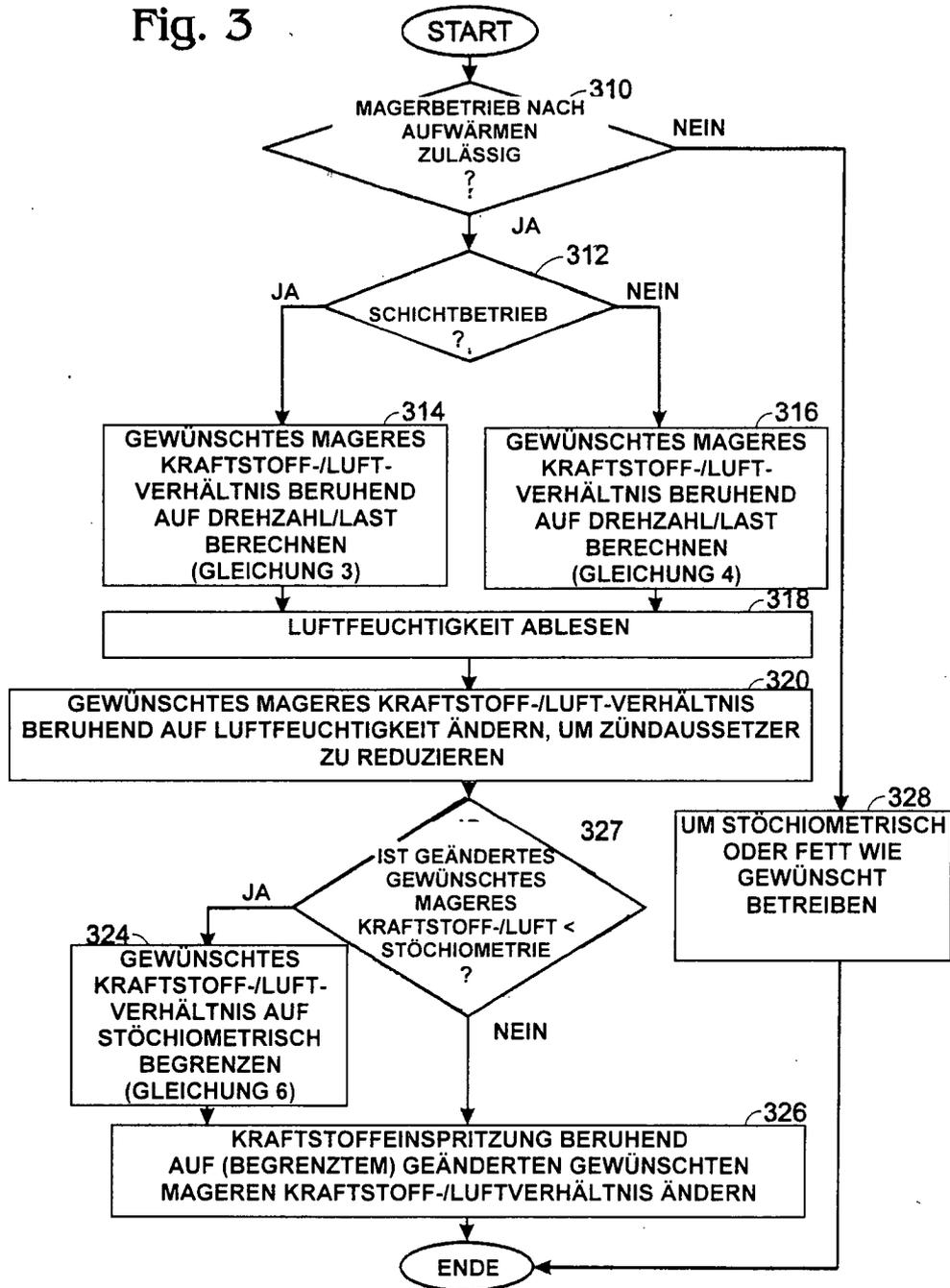


Fig. 3



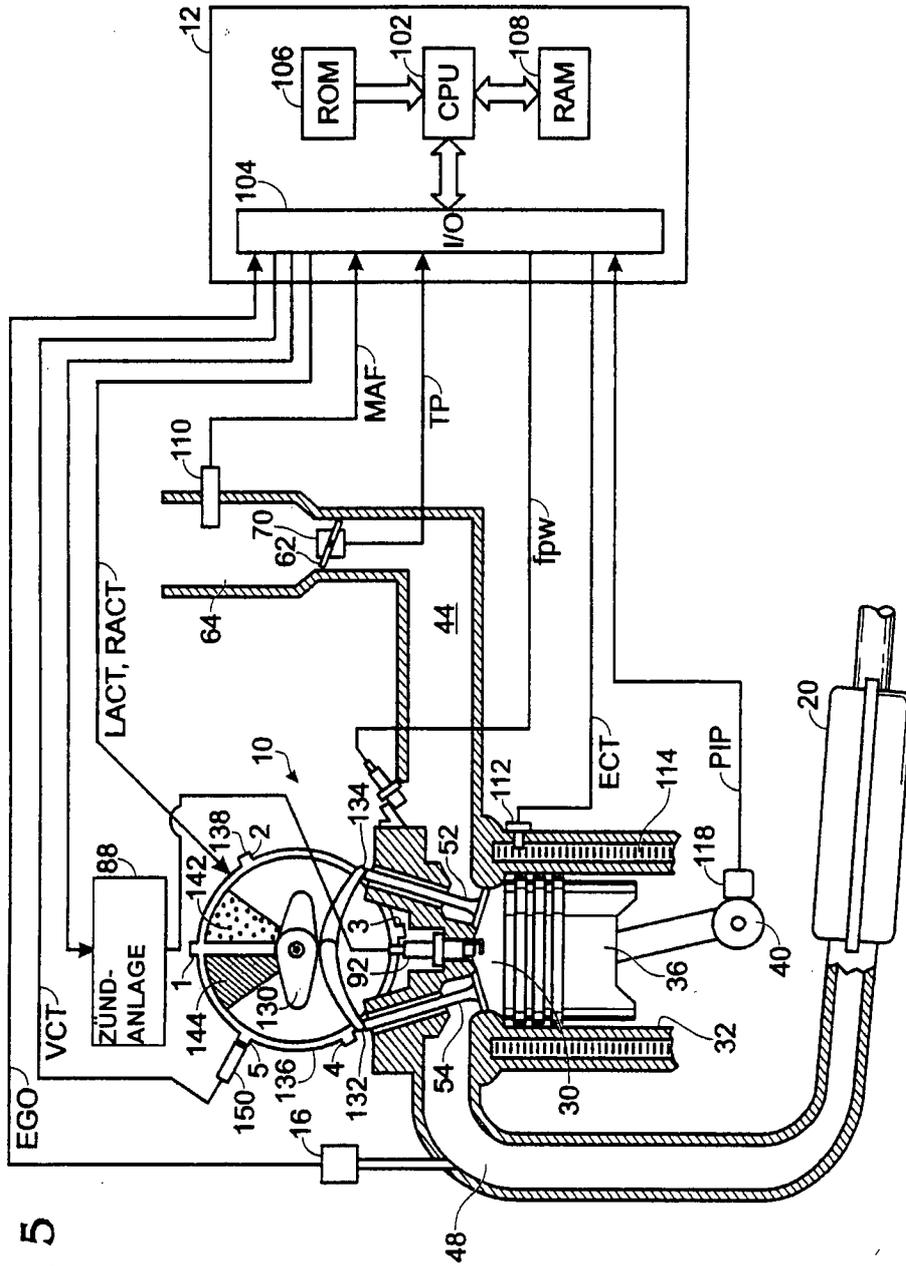


Fig. 5

Fig. 6

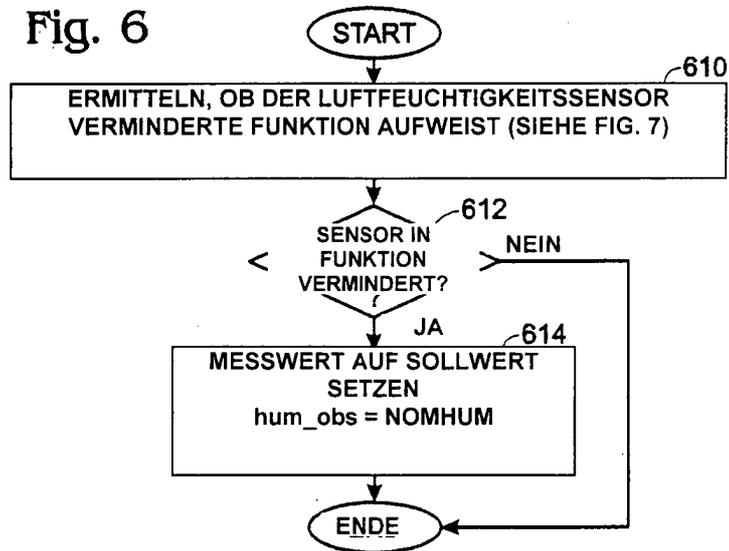


Fig. 7

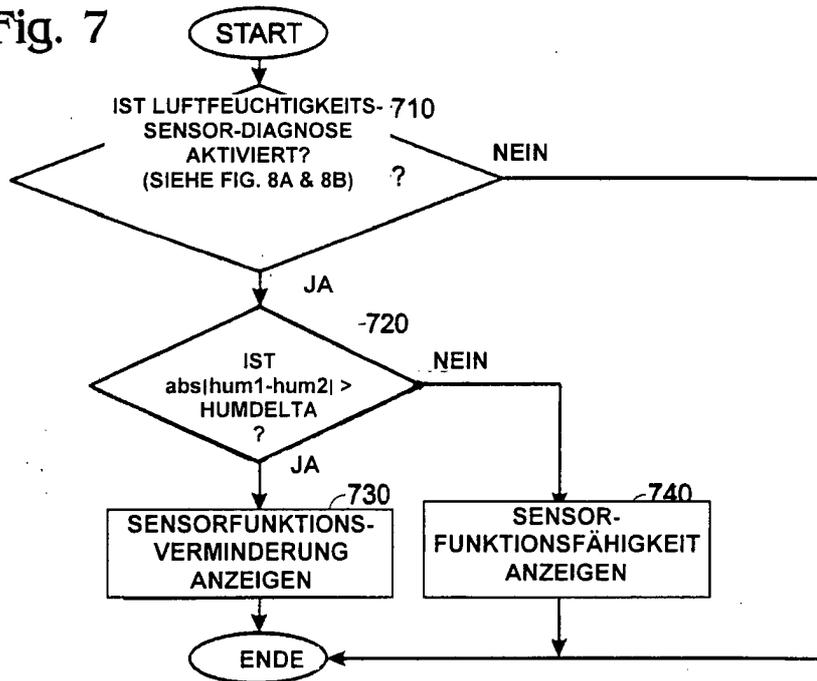


Fig. 8A

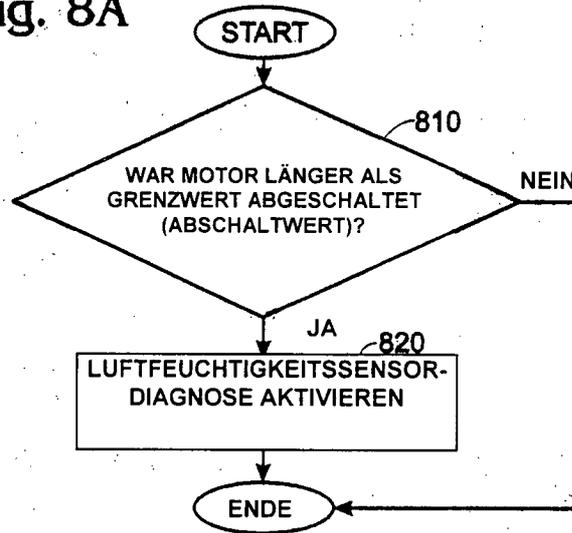


Fig. 8B

