



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2009 028 932 A1 2010.03.04**

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 028 932.1**

(22) Anmeldetag: **27.08.2009**

(43) Offenlegungstag: **04.03.2010**

(51) Int Cl.⁸: **F02D 21/08 (2006.01)**
F01P 7/14 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

12/199,342 27.08.2008 US

(71) Anmelder:

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

(74) Vertreter:

Dörfler, T., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Ass., 50374 Erftstadt

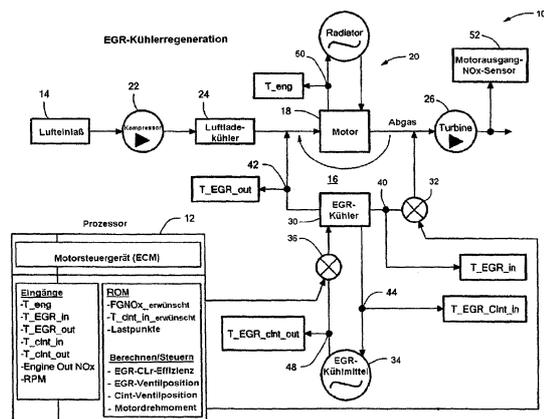
(72) Erfinder:

Webb, Timothy, Ann Arbor, Mich., US; Schneyer, Jeffrey B., Farmington Hills, Mich., US; Murphy, Kevin R., Troy, Mich., US; Oberski, Christopher, Plymouth, Mich., US; Lyon, Peter Mitchell, Birmingham, Mich., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Abgas-Rückführsystem**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotor-Abgas-Rückführsystems (AGR), das Folgendes beinhaltet: Erzeugen eines AGR-Ventilpositionssignals zum Verringern der Menge an Abgas, die an den AGR-Kühler geschickt wird, wenn ein Prozessor bestimmt, dass die AGR-Kühlereffizienz unter dem vorbestimmten Niveau liegt, und Erzeugen eines AGR-Kühlmittelventilpositionssignals, um die Menge an Kühlmittel zu verringern, die zu dem AGR-Kühler geschickt wird, wenn dieser Prozessor bestimmt, dass die AGR-Kühlereffizienz unter dem vorbestimmten Niveau liegt. Das vom Prozessor erzeugte AGR-Ventil- und das AGR-Kühlmittelventilpositionssignal führen zur Regeneration innerhalb des Kühlers, wodurch die Effektivität des Kühlers zu einem fast "sauberen" Zustand zurückgeführt wird (Fig. 1).



Beschreibung

ERFINDUNGSGEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Abgas-Rückführsysteme (AGR) und insbesondere AGR-Systeme mit AGR-Regeneration (entsprechend EGR Exhaust Gas Recirculation).

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0002] Wie in der Technik bekannt ist, verschlechtert sich die Wirksamkeit der AGR-Kühler als Funktion der Motorlaufzeit, dem Kühlgrad und der AGR-Rate. Insbesondere verlieren die AGR-Kühler an Wirksamkeit beim Aufbau von Ruß auf der Oberfläche der Kühler. Die Rußschicht wirkt als Isolator, die einen Wärmetransfer von dem Gas zu dem Kühlmittel behindert. Unter den Motorbetriebsbedingungen, die für 2010-Diesel-Anwendungen erwartet werden, kann die Höhe und die Rate an Verschmutzung des AGR-Kühlers eine Serviceprozedur oder einen eingreifenden „Kühlerregenerations“modus erforderlich machen. Den Kühler beim Autohaus warten zu lassen, wäre für den Kunden sehr teuer und unzweckmäßig.

KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0003] Gemäß der Erfindung wird ein Verfahren bereitgestellt zum Betreiben eines Verbrennungsmotor-Abgas-Rückführsystems (AGR), wobei dieses System folgendes aufweist: einen Lufteinlaß zu dem Motor; einen Abgas-Rückführweg (AGR) zum Lenken eines Teils des von dem Motor erzeugten Abgases in den Lufteinlaß; wobei dieser Abgas-Rückführweg folgendes umfaßt: einen AGR-Kühler zum Kühlen des Abgases, wenn dieses Abgas den AGR-Weg zu dem Lufteinlaß durchläuft; ein AGR-Ventil, das als Reaktion auf ein von dem Prozessor erzeugtes AGR-Ventilpositionssignal dahingehend arbeitet, die Menge des den AGR-Kühler zugeführten Abgases zu steuern. Das Verfahren beinhaltet: Erzeugen des AGR-Ventilpositionssignals gemäß einer Differenz zwischen einer tatsächlichen Motorabgas-NOx- und einem voreingestellten NOx-Niveau.

[0004] Bei einer Ausführungsform erzeugt das Verfahren das AGR-Ventilpositionssignal gemäß einer Differenz zwischen dem tatsächlichen Motorabgas-NOx- und einem ersten, relativ niedrigen voreingestellten NOx-Niveau, wenn der Prozessor bestimmt, daß die AGR-Kühlereffizienz über einem vorbestimmten Niveau liegt; und, wenn der Prozessor bestimmt, daß die AGR-Kühlereffizienz unter dem vorbestimmten Niveau liegt, das AGR-Ventilpositionssignal gemäß einer Differenz zwischen einem tatsächlichen Motorabgas-NOx- und einem zweiten, relativ hohen voreingestellten NOx-Niveau liegt, und ein AGR-Kühlmittelventilpositionssignal erzeugt, um

die Menge an Kühlmittel zu verringern, die an den AGR-Kühler weitergeschickt wird, wenn der Prozessor bestimmt, daß die tatsächliche AGR-Gasauslaßtemperatur unter der voreingestellten AGR-Gasauslaßtemperatur liegt, wobei die AGR-Ventilposition und AGR-Kühlerventilposition dahingehend betätigt werden, die Menge an Abgas zu verringern, die an den AGR-Kühler weitergeschickt wird, und die Menge an Kühlmittel zu verringern, die an den AGR-Kühler geschickt wird.

[0005] Bei einer Ausführungsform wird ein Verfahren bereitgestellt zum Betreiben eines Verbrennungsmotor-Abgas-Rückführsystems (AGR). Das System enthält folgendes: einen Prozessor, einen Lufteinlaß zu dem Motor; einen Abgas-Rückführweg (AGR) zum Lenken eines Teils des von dem Motor erzeugten Abgases in den Lufteinlaß; wobei dieser Abgas-Rückführweg folgendes umfaßt: einen AGR-Kühler zum Kühlen des Abgases, wenn dieses Abgas den AGR-Weg zu dem Lufteinlaß durchläuft; ein AGR-Ventil, das als Reaktion auf ein von dem Prozessor erzeugtes AGR-Ventilpositionssignal dahingehend arbeitet, die Menge des dem AGR-Kühler zugeführten Abgases zu steuern. Das Verfahren umfaßt: Erzeugen des AGR-Ventilpositionssignals gemäß einer Differenz zwischen einem tatsächlichen Motorabgas-NOx- und einem voreingestellten NOx-Niveau, wenn dieser Prozessor bestimmt, daß die AGR-Kühlereffizienz unter dem vorbestimmten Niveau liegt, wobei das so erzeugte AGR-Ventilpositionssignal dahingehend arbeitet, die Menge an Abgas zu verringern, die an den AGR-Kühler weitergeleitet wird.

[0006] Bei einer Ausführungsform, bei der der Motor folgendes enthält: einen AGR-Kühlmittelvorrat zum Liefern eines Kühlmittels an den AGR-Kühler; und ein AGR-Kühlmittelventil, das als Reaktion auf ein von dem Prozessor erzeugtes AGR-Kühlmittelventilpositionssignal arbeitet, um die Menge des dem AGR-Kühler zugeführten Kühlmittels zu steuern. Das Verfahren beinhaltet das Erzeugen des AGR-Kühlmittelventilpositionssignals gemäß einer Differenz zwischen der tatsächlichen AGR-Kühlergasauslaßtemperatur und einer voreingestellten AGR-Kühlergasauslaßtemperatur, wobei dieses erzeugte AGR-Kühlmittelventilpositionssignal dahingehend arbeitet, die Menge an an den AGR-Kühler geleiteten Kühlmittels herabzusetzen, wenn dieser Prozessor bestimmt, daß die AGR-Kühlereffizienz unter dem vorbestimmten Niveau liegt.

[0007] Bei einer Ausführungsform wird ein AGR-System bereitgestellt, das folgendes aufweist: einen Prozessor; einen Lufteinlaß zu dem Motor und einen AGR-Weg zum Lenken eines Teils des von dem Motor erzeugten Abgases in den Lufteinlaß. Der AGR-Weg enthält folgendes: einen AGR-Kühler zum Kühlen des Abgases, wenn dieses Abgas den

AGR-Weg zu dem Lufteinlaß durchläuft; ein AGR-Ventil, das als Reaktion auf ein von dem Prozessor erzeugtes AGR-Ventilpositionssignal arbeitet, um die Menge des dem AGR-Kühler zugeführten Abgases zu steuern; einen AGR-Kühlmittelvorrat zum Liefern eines Kühlmittels an den AGR-Kühler; und ein AGR-Kühlmittelventil, das als Reaktion auf ein von dem Prozessor erzeugtes AGR-Kühlmittelventilpositionssignal arbeitet, um die Menge des dem AGR-Kühler zugeführten Kühlmittels zu steuern. Der Prozessor erzeugt das AGR-Ventil- und das AGR-Kühlmittelventilpositionssignal, wenn dieser Prozessor bestimmt, daß die AGR-Kühlereffizienz unter einem vorbestimmten Niveau liegt. Das vom Prozessor erzeugte AGR-Ventil- und das AGR-Kühlmittelventilpositionssignal führen zur Regeneration innerhalb des Kühlers, wobei bei dieser Regeneration in dem Kühler angesammelter überschüssiger Ruß verbrannt wird, wobei dieser angesammelte Ruß die Effizienz des Kühlers reduziert.

[0008] Bei einer derartigen Anordnung wird ein passiver Rußregenerierungsmodus aktiviert, wobei der Prozessor bestimmt, daß die Effizienz des AGR-Kühlers unter einem vorbestimmten Niveau liegt. Die passive Rußregeneration (oder Verbrennung) erfolgt in einer NO_x -reichen Umgebung (Verhältnis NO_x zu Ruß > 8) bei Motorkühlmitteltemperaturen über 300 Grad Celsius. Durch Motorkalibrierungs- und Kühlmittelflußmodulation ist es auch möglich, diesen Zustand in dem AGR-Kühler zu erzeugen und die Effektivität des Kühlers fast wieder zu einem „sauberen Zustand“ wiederherzustellen.

[0009] Bei einer Ausführungsform enthält der AGR-Weg folgendes: einen AGR-Kühlereingangstemperatursensor zum Erzeugen eines Signals in dem Prozessor, das die Temperatur des dem AGR-Kühler zugeführten Teils des Abgases darstellt; einen AGR-Kühlerausgangstemperatursensor zum Erzeugen eines Signals an den Prozessor, das die Temperatur des den AGR-Kühler verlassenden Teils des Abgases darstellt; einen AGR-Eingangskühlmitteltemperatursensor zum Erzeugen eines Signals an den Prozessor, das die Temperatur des von dem AGR-Kühlmittelvorrat in den AGR-Kühler eintretenden AGR-Kühlmittels darstellt; und einen AGR-Auslaßkühlmitteltemperatursensor zum Erzeugen eines Signals an den Prozessor, das die Temperatur des den AGR-Kühler zu dem AGR-Kühlmittelvorrat verlassenden AGR-Kühlmittels darstellt. Der Prozessor bestimmt die AGR-Kühlereffizienz als Reaktion auf die Temperatur des dem AGR-Kühler zugeführten Teils des Abgases, die Temperatur des den AGR-Kühler verlassenden Teils des Abgases, die Temperatur des in den AGR-Kühler eintretenden AGR-Kühlmittels und die Temperatur des den AGR-Kühler verlassenden AGR-Kühlmittels.

[0010] Bei einer Ausführungsform steht das

AGR-Ventilpositionssignal zum Motor- NO_x in Beziehung.

[0011] Bei einer Ausführungsform steht das AGR-Kühlmittelventilpositionssignal zu der Temperatur des aus dem AGR-Kühler austretenden AGR-Gases in Beziehung.

[0012] Die Einzelheiten von einer oder mehreren Ausführungsformen der Erfindung sind in den beiliegenden Zeichnungen und der Beschreibung unten dargelegt. Weitere Merkmale, Aufgaben und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und den Zeichnungen und aus den Ansprüchen.

BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0013] [Fig. 1](#) ist ein Blockdiagramm eines Verbrennungsmotor-Abgas-Rückführungssystems (AGR) gemäß der Erfindung,

[0014] [Fig. 2](#) ist ein Gesamtflußdiagramm des Verfahrens, das das System von [Fig. 1](#) betreibt, gemäß der Erfindung; und

[0015] [Fig. 3](#) ist ein detaillierteres Gesamtflußdiagramm des Verfahrens, das das System von [Fig. 1](#) betreibt, gemäß der Erfindung.

[0016] Gleiche Bezugssymbole in den verschiedenen Zeichnungen bezeichnen gleiche Elemente.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0017] Nunmehr unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) wird ein Verbrennungsmotor-Abgas-Rückführungssystem (AGR) **10** gezeigt. Das System enthält einen Prozessor (Motorsteuergerät (ECM – Engine Control Module)) **12**; einen Lufteinlaß zu dem Motor **14**; einen Abgas-Rückführweg (AGR) **16** zum Lenken eines Teils des von einem Motor **18** erzeugten Abgases in den Lufteinlaß **14** und ein Motorkühlsystem **20**. Hier ist der Motor **18** ein Dieselmotor mit einem Kompressor **22**, einem Ladeluftkühler **24** und einer Turbine **26**, die auf herkömmliche Weise angeordnet sind, wie gezeigt.

[0018] Der Abgas-Rückführweg **16** enthält: einen AGR-Kühler **30** (EGR-Kühler) zum Kühlen des Abgases, wenn dieses Abgas den AGR-Weg **16** zu dem Lufteinlaß **14** durchläuft; ein AGR-Ventil **32**, das als Reaktion auf ein von dem Prozessor **12** erzeugtes AGR-Ventilpositionssignal betätigt wird, um die Menge des Abgases zu steuern, die dem AGR-Kühler **30** zugeführt wird; einen AGR-Kühlmittelvorrat **34** zum Liefern eines Kühlmittels an den AGR-Kühler **30**; ein AGR-Kühlmittelventil **36**, das als Reaktion auf ein von dem Prozessor **12** erzeugtes AGR-Kühlmittelventilpositionssignal betätigt wird, um die Menge an dem Kühlmittel zu steuern, das dem AGR-Kühler **30** zuge-

führt wird; einen AGR-Kühlereingangstemperatursensor **40** zum Erzeugen eines Temperatursignals (T_EGR_in) zu dem Prozessor, das die Temperatur des dem AGR-Kühler **30** zugeführten Teils des Abgases darstellt; einen AGR-Kühlerausgangstemperatursensor **42** zum Erzeugen eines Temperatursignals (T_EGR_out) an den Prozessor **12**, das die Temperatur des aus dem AGR-Kühler **30** austretenden Teils des Abgases darstellt; einen AGR-Eingangskühlmitteltemperatursensor **44** zum Erzeugen eines Temperatursignals (T_EGR_CInt_in) zu dem Prozessor **12**, das die Temperatur des aus dem AGR-Kühler **30** zu dem AGR-Kühlmittelvorrat **34** austretenden AGR-Kühlmittels darstellt; und einen AGR-Auslaßkühlmitteltemperatursensor **48** zum Erzeugen eines Temperatursignals (T_EGR_CInt_out) zu dem Prozessor **12**, das die Temperatur des von dem AGR-Kühlmittelvorrat **34** in den AGR-Kühler eintretenden AGR-Kühlmittels darstellt. Ein Temperatursensor **50** wird verwendet, um die Motorkühlmitteltemperatur ECT (T_eng) zu messen. Der Sollpunkt für das aus dem Kühler austretende AGR-Abgas ist im Reinigungsmodus höher als im normalen Modus.

[0019] Der Prozessor **12** erzeugt das Positionssignal des AGR-Ventils **32** und das Positionssignal des AGR-Kühlmittelventils **34**, wenn dieser Prozessor **12** bestimmt, daß die AGR-Kühlereffizienz unter einem vorbestimmten Niveau liegt. Die vom Prozessor **12** erzeugten Positionssignale für das AGR-Ventil **32** und das AGR-Kühlmittelventil **34** führen zur Regeneration innerhalb des Kühlers **32**, wobei diese Regeneration in dem Kühler **30** angesammelten überschüssigen Ruß verbrennt, wobei dieser angesammelte Ruß die Effizienz des Kühlers **30** reduziert.

[0020] Insbesondere, und wie in Verbindung mit [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) ausführlicher beschrieben werden wird, arbeitet der Prozessor **12** dahingehend, das Positionssignal des AGR-Ventils **32** gemäß einer Differenz zwischen dem tatsächlichen Motorabgas (d. h. Einsatzgas (FG)NOx, FGNOx_actual, gemessen mit einem NOx-Sensor **52**, wie gezeigt, oder an Hand von Wertetabellen bestimmt, die für den Motor **18** als eine Funktion von gemessenen Betriebsparametern des Motors **18** generiert sind), und einem ersten, relativ niedrigen voreingestellten NOx-Niveau (FGNOx_eingestellt) zu erzeugen, wenn die Effizienz des Kühlers **30** über einem vorbestimmten Effizienzniveau liegt, und das Positionssignal des AGR-Ventils **32** gemäß einer Differenz zwischen dem tatsächlichen Motorabgas-NOx- und einem zweiten, relativ hohen voreingestellten NOx-Niveau zu erzeugen, wenn dieser Prozessor **12** bestimmt, daß die Effizienz des AGR-Kühlers **30** unter dem vorbestimmten Niveau liegt. Das so erzeugte Positionssignal des AGR-Ventils **32** wird dahingehend eingesetzt, die Menge an Abgas zu verringern, die an den AGR-Kühler **30** geschickt wird, wenn dieser Prozessor **12** bestimmt, daß die Effizienz des AGR-Kühlers **30** unter

dem vorbestimmten Niveau liegt und das tatsächliche Motorabgas-NOx unter einem zweiten, relativ hohen voreingestellten NOx-Niveau liegt. Weiter erzeugt der Prozessor **12** das Positionssignal des AGR-Kühlmittelventils **32** gemäß einer Differenz zwischen der tatsächlichen AGR-Kühlergasauslaßtemperatur (T_EGR_out) und einer voreingestellten AGR-Kühlergasauslaßtemperatur (T_EGR_out_eingestellt, bestimmt durch eine Motorkalibrierung und dann Erzeugen aus dieser Kalibrierung einer Wertetabelle, die ein eingestelltes abgegebenes AGR-Kühlergas von beispielsweise 300 Grad Celsius bis 450 Grad Celsius als Funktion der Drehzahl n des Motors **18** und einem gemessenen oder berechneten Motordrehmoment oder einer gemessenen oder berechneten Motorlast (z. B. Luftmasse) besitzt), wobei dieses erzeugte Positionssignal für das AGR-Kühlmittelventil **32** dahingehend arbeitet, die Menge an Kühlmittel zu verringern, die an den AGR-Kühler **30** geschickt wird, wenn dieser Prozessor bestimmt, daß die AGR-Kühlereffizienz unter dem vorbestimmten Niveau liegt und die tatsächliche AGR-Kühlerauslaßgastemperatur unter einer voreingestellten AGR-Kühlerauslaßgastemperatur liegt. Die vom Prozessor **12** erzeugten Positionssignale für das AGR-Ventil **32** und das AGR-Kühlmittelventil **34** führen zur Regeneration innerhalb des Kühlers **30**, wobei diese Regeneration in dem Kühler **30** angesammelten überschüssigen Ruß verbrennt, wobei dieser angesammelte Ruß die Effizienz des Kühlers **30** reduziert.

[0021] Nunmehr unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) wird ein Flußdiagramm des zum Steuern des AGR-Systems **10** von [Fig. 1](#) verwendeten Verfahrens gezeigt. Das durch ein derartiges Flußdiagramm dargestellte Programm ist hier in einem ROM oder in einem anderen Speichermedium im Prozessor **12** gespeichert. Das Verfahren erzeugt das AGR-Ventilpositionssignal gemäß einer Differenz zwischen dem tatsächlichen Motorabgas-NOx- und einem voreingestellten NOx-Niveau, wenn dieser Prozessor bestimmt, daß die AGR-Kühlereffizienz unter dem vorbestimmten Niveau liegt, wobei das so erzeugte AGR-Ventilpositionssignal dafür eingesetzt wird, die Menge an Abgas zu verringern, die an den AGR-Kühler geschickt wird, wenn dieser Prozessor bestimmt, daß die AGR-Kühlereffizienz unter dem vorbestimmten Niveau liegt und das tatsächliche Motorabgas-NOx unter dem zweiten, relativ hohen voreingestellten NOx-Niveau liegt. Hierbei ist das zweite, relativ hohe voreingestellte NOx-Niveau derart, daß das Verhältnis NOx zu Teilchenmasse größer oder gleich 8 ist.

[0022] Insbesondere erzeugt, wie in [Fig. 2](#) gezeigt, das Verfahren das AGR-Ventilpositionssignal gemäß einer Differenz zwischen dem tatsächlichen Motorabgas-NOx- und einem ersten, relativ niedrigen voreingestellten NOx-Niveau, wenn der Prozessor bestimmt, daß die AGR-Effizienz über einem vorbe-

stimmten Niveau liegt; und erzeugt, wenn der Prozessor bestimmt, daß die AGR-Effizienz unter dem vorbestimmten Niveau liegt, das AGR-Ventilpositionssignal gemäß einer Differenz zwischen dem tatsächlichen Motorabgas-NOx und einem zweiten, relativ hohen voreingestellten NOx-Niveau und erzeugt ein AGR-Kühlmittelventilpositionssignal, um die Menge an Kühlmittel zu verringern, die zu dem AGR-Kühler geschickt wird, wenn dieser Prozessor bestimmt, daß die tatsächliche AGR-Kühlergasauslaßtemperatur unter der voreingestellten AGR-Kühlergasauslaßtemperatur liegt, wobei diese AGR-Ventilposition und AGR-Kühlerventilposition dahingehend eingesetzt werden, die Menge an Abgas zu verringern, die an den AGR-Kühler geschickt wird, und die Menge an Kühlmittel zu verringern, die an AGR-Kühler geschickt wird.

[0023] Weiterhin erzeugt das Verfahren das AGR-Kühlmittelventilpositionssignal gemäß einer Differenz zwischen der tatsächlichen AGR-Kühlergasauslaßtemperatur und einer voreingestellten AGR-Kühlergasauslaßtemperatur, in der Regel 300 Grad Celsius bis 450 Grad Celsius, wobei dieses erzeugte AGR-Kühlmittelventilpositionssignal dahingehend eingesetzt wird, die Menge an Kühlmittel zu verringern, die an den AGR-Kühler geschickt wird, wenn dieser Prozessor bestimmt, daß die AGR-Kühlereffizienz unter dem vorbestimmten Niveau liegt und die tatsächliche AGR-Kühlergasauslaßtemperatur kleiner oder gleich der voreingestellten AGR-Kühlergasauslaßtemperatur ist.

[0024] Unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) wird ein ausführlicheres Flußdiagramm des Verfahrens gezeigt. Das Verfahren bestimmt, ob die Reinigungsbedingungen für den Kühler **30** erfüllt sind, Schritt **300**. Das heißt, der Prozessor **12** untersucht die Motorkühlmitteltemperatur (ECT) T_{eng} , bestimmt, ob es irgendwelche On-Board-Fehler (OBD) gibt und ob der Motor in einem relativ eingeschwungenen Zustand arbeitet (Motorlast). Wenn sich die Motortemperatur auf einer normalen Betriebstemperatur befindet, wenn es keine On-Board-Fehler gibt und wenn sich der Motor in einem eingeschwungenen Betriebszustand befindet, berechnet der Prozessor **12** die Effizienz des AGR-Kühlers **30**; wobei die Effizienz eine Funktion des Verhältnisses des Abgastemperaturabfalls an dem AGR-Kühler ($T_{EGR_in} - T_{EGR_out}$) zu einem idealen Temperaturabfall ($T_{EGR_in} - T_{EGR_Clnt_in}$) vom Temperatursensor **40** (T_{EGR_in}), dem Temperatursensor **42** T_{EGR_out} und vom Temperatursensor **44** $T_{EGR_Clnt_in}$ bei einem vorbestimmten Motorlastpunkt wie etwa einer Motordrehzahl von 2000 min^{-1} und einem Drehmoment von 300 Nm ist, Schritt **302**.

[0025] Wenn der Prozessor **12** bestimmt, daß die Effizienz des AGR-Kühlers **30** unter einem vorbestimmten Niveau liegt, Schritt **304**, wird ein Flag ge-

setzt, $EGR_Clr_Reinigen$ **306**, und der Reinigungsprozeß für den AGR-Kühler **30** beginnt, wenn ein Reinigungsfreigabekriterium erfüllt ist, Schritt **308**. Hierbei ist das Kriterium, daß sich der Motor **18** auf einer normalen Betriebstemperatur befindet, daß keine OBD-Fehler vorliegen, das Motordrehmoment größer als ein vorbestimmtes Niveau ist, beispielsweise 15% des maximalen Drehmoments, und eine vorbestimmte Periode seit dem letzten Reinigungsprozeß für den AGR-Kühler **30** verstrichen ist, beispielsweise 1000 Meilen.

[0026] Wenn das Reinigungsfreigabekriterium erfüllt ist, beginnt der Prozeß des AGR-Kühlers **30**, Schritt **312**. Insbesondere vergleicht der Prozessor **12** das tatsächliche Motor-NOx, $FGNOx$, mit dem voreingestellten $FGNOx_eingestellt$. Wie oben angemerkt wird $FGNOx_eingestellt$ bestimmt durch eine Motorkalibrierung und dann Erzeugen einer Wertetabelle **450** aus dieser Kalibrierung, die ein eingestelltes $FGNOx$ so in Beziehung setzt, daß ein NOx zu Teilchenmasse, beispielsweise ein Verhältnis von 15, im Gegensatz zu einem Verhältnis von < 4 , in dem normalen Motorbetriebsmodus zum Steuern des AGR-Ventils **32** verwendet. Wenn das tatsächliche Motor-NOx ($FGNOx$ tatsächlich) kleiner ist als $FGNOx_eingestellt$, verringert das AGR-Ventil **32** den AGR-Fluß, wohingegen, wenn das tatsächliche Motor-NOx größer als $FGNOx_eingestellt$ ist, das AGR-Ventil **32** den AGR-Fluß heraufsetzt.

[0027] Außerdem wird das Kühlerventil **34** gesteuert, um die AGR-Kühlergasauslaßtemperatur von beispielsweise zwischen 300 Grad Celsius und 450 Grad Celsius aufrechtzuerhalten. Wie oben angemerkt wird T_{EGR_out} eingestellt bestimmt durch eine Motorkalibrierung und dann Erzeugen einer Karte **402** aus dieser Kalibrierung, die eine eingestellte AGR-Kühlergasauslaßtemperatur von beispielsweise 300 Grad Celsius bis 450 Grad Celsius als Funktion der Drehzahl n des Motors **18** und einem gemessenen oder berechneten Motordrehmoment oder einer gemessenen oder berechneten Motorlast in Beziehung setzt (z. B. Luftmasse). Wenn die tatsächliche AGR-Kühlergasauslaßtemperatur größer als $T_{EGR_out_eingestellt}$ ist, vergrößert das Kühlerventil **36** den Kühlmittelfluß zu dem Kühler **30**, wohingegen, wenn die tatsächliche AGR-Kühlergasauslaßtemperatur ($T_{EGR_out_tatsächlich}$) kleiner als $T_{EGR_out_eingestellt}$ ist, das Kühlerventil **36** den Kühlmittelfluß zu dem Kühler **30** herabsetzt. Alternativ kann als Regelgröße die Ausgangstemperatur $T_{EGR_Clnt_out}$ des Sensors **48** des Kühlmittels verwendet bzw. mit berücksichtigt werden.

[0028] Der Reinigungsprozeß in Schritt **312** wird für eine vorbestimmte Zeit oder einen vorbestimmten Fahrzeugweg fortgesetzt, wonach der Reinigungsprozeß endet und zu Schritt **300** zurückkehrt.

[0029] Es wurden eine Reihe von Ausführungsformen der Erfindung beschrieben. Dennoch versteht sich, daß verschiedene Modifikationen vorgenommen werden können, ohne von dem Gedanken und Schutzbereich der Erfindung abzuweichen. Beispielsweise kann ein Katalysator, wie etwa beispielsweise ein Dieseloxydationskatalysator, in dem Abgas-Rückführweg vor dem AGR-Ventil enthalten sein, um die Regeneration und somit das Rußverbrennen in dem AGR-Kühler heraufzusetzen. Dementsprechend liegen andere Ausführungsformen innerhalb des Schutzbereichs der folgenden Ansprüche.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotor-Abgas-Rückführsystems (AGR), wobei dieses System (10) folgendes aufweist: einen Lufteinlaß (14) zu dem Motor (18); einen Abgas-Rückführweg (AGR) (16) zum Lenken eines Teils des von dem Motor erzeugten Abgases in den Lufteinlaß; wobei dieser Abgas-Rückführweg folgendes umfaßt: einen AGR-Kühler (30) zum Kühlen des Abgases, wenn dieses Abgas den AGR-Weg zu dem Lufteinlaß durchläuft; ein AGR-Ventil (32), das als Reaktion auf ein von dem Prozessor (12) erzeugtes AGR-Ventilpositionssignal dahingehend arbeitet, die Menge des dem AGR-Kühler zugeführten Abgases zu steuern, wobei das Verfahren folgendes umfaßt: Erzeugen des AGR-Ventilpositionssignals gemäß einer Differenz zwischen einer tatsächlichen Motorabgas-NOx- und einem voreingestellten NOx-Niveau.

2. Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotor-Abgas-Rückführsystems (AGR) (10), wobei dieses System folgendes aufweist: einen Prozessor (12); einen Lufteinlaß (14) zu dem Motor (18); einen Abgas-Rückführweg (AGR) (16) zum Lenken eines Teils des von dem Motor erzeugten Abgases in den Lufteinlaß; wobei dieser Abgas-Rückführweg folgendes umfaßt: einen AGR-Kühler (30) zum Kühlen des Abgases, wenn dieses Abgas den AGR-Weg zu dem Lufteinlaß durchläuft; ein AGR-Ventil (32), das als Reaktion auf ein von dem Prozessor erzeugtes AGR-Ventilpositionssignal dahingehend arbeitet, die Menge des dem AGR-Kühler zugeführten Abgases zu steuern, wobei das Verfahren folgendes umfaßt: Erzeugen des AGR-Ventilpositionssignals gemäß einer Differenz zwischen einem tatsächlichen Motorabgas-NOx- und einem voreingestellten NOx-Niveau, wenn dieser Prozessor bestimmt, daß die AGR-Kühlereffizienz unter dem vorbestimmten Niveau liegt, wobei das so erzeugte AGR-Ventilpositionssignal, dahingehend arbeitet, die Menge an Abgas zu verringern, die an den AGR-Kühler weitergeleitet wird, wenn dieser Prozessor bestimmt, daß die AGR-Kühlereffizienz unter dem vorbestimmten Niveau liegt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der Motor

folgendes enthält:

einen AGR-Kühlmittelvorrat (34) zum Liefern eines Kühlmittels an den AGR-Kühler; und ein AGR-Kühlmittelventil (36), das als Reaktion auf ein von dem Prozessor erzeugtes AGR-Kühlmittelventilpositionssignal arbeitet, um die Menge des dem AGR-Kühler zugeführten Kühlmittels zu steuern, und folgendes enthaltend:

Erzeugen des AGR-Kühlmittelventilpositionssignals gemäß einer Differenz zwischen der tatsächlichen AGR-Kühlergasauslaßtemperatur und einer voreingestellten AGR-Kühlergasauslaßtemperatur, wobei dieses erzeugte AGR-Kühlmittelventilpositionssignal dahingehend arbeitet, die Menge an an den AGR-Kühler geleitetem Kühlmittel herabzusetzen, wenn dieser Prozessor bestimmt, daß die AGR-Kühlereffizienz unter dem vorbestimmten Niveau liegt.

4. Verbrennungsmotor-Abgas-Rückführsystem (AGR), umfassend:

einen Prozessor (12);

einen Lufteinlaß (14) zu dem Motor (18);

einen Abgas-Rückführweg (AGR) (16) zum Lenken eines Teils des von dem Motor erzeugten Abgases in den Lufteinlaß; wobei dieser Abgas-Rückführweg folgendes umfaßt: einen AGR-Kühler zum Kühlen des Abgases, wenn dieses Abgas den AGR-Weg zu dem Lufteinlaß durchläuft;

ein AGR-Ventil (32), das als Reaktion auf ein von dem Prozessor erzeugtes AGR-Ventilpositionssignal dahingehend arbeitet, die Menge des dem AGR-Kühler zugeführten Abgases zu steuern; und wobei der Prozessor das AGR-Ventilpositionssignal erzeugt, wenn dieser Prozessor bestimmt, daß die AGR-Kühlereffizienz unter einem vorbestimmten Niveau liegt, wobei dieses AGR-Ventilpositionssignal eine Funktion des Motorabgas-NOx ist.

5. System nach Anspruch 4, wobei das System folgendes enthält: einen AGR-Kühlmittelvorrat (34) zum Liefern eines Kühlmittels an den AGR-Kühler; ein AGR-Kühlmittelventil (36), das als Reaktion auf ein von dem Prozessor erzeugtes AGR-Kühlmittelventilpositionssignal dahingehend arbeitet, die Menge des dem AGR-Kühler zugeführten Kühlmittel zu steuern; und

wobei der Prozessor das AGR-Ventilpositionssignal erzeugt, wenn dieser Prozessor bestimmt, daß die AGR-Kühlereffizienz unter einem vorbestimmten Niveau liegt, wobei dieses AGR-Ventilpositionssignal eine Funktion des Motorabgas-NOx und der AGR-Kühlmitteltemperatur ist.

6. System nach Anspruch 5, wobei das vom Prozessor erzeugte AGR-Ventil- und das AGR-Kühlmittelventilpositionssignal zur Regeneration innerhalb des Kühlers führen, wobei diese Regeneration in dem Kühler angesammelten überschüssigen Ruß verbrennt, wobei dieser angesammelte Ruß die Effizienz des Kühlers reduziert.

7. System nach Anspruch 5, wobei das vom Prozessor erzeugte AGR-Ventil- und das AGR-Kühlmittelventilpositionssignal zur Regeneration innerhalb des Kühlers führen, wobei diese Regeneration in dem Kühler angesammelten überschüssigen Ruß verbrennt, wobei dieser angesammelte Ruß die Effizienz des Kühlers reduziert.

8. Verbrennungsmotor-Abgas-Rückführsystem (AGR), umfassend:
 einen Prozessor (12);
 einen Lufteinlaß (14) zu dem Motor (18);
 einen Abgas-Rückführweg (AGR) (16) zum Lenken eines Teils des von dem Motor erzeugten Abgases in den Lufteinlaß; wobei dieser Abgas-Rückführweg folgendes umfaßt: einen AGR-Kühler (30) zum Kühlen des Abgases, wenn dieses Abgas den AGR-Weg zu dem Lufteinlaß durchläuft;
 ein AGR-Ventil (32), das als Reaktion auf ein von dem Prozessor erzeugtes AGR-Ventilpositionssignal dahingehend arbeitet, die Menge des dem AGR-Kühler zugeführten Abgases zu steuern;
 einen AGR-Kühlmittelvorrat (34) zum Liefern eines Kühlmittels an den AGR-Kühler;
 ein AGR-Kühlmittelventil (36), das als Reaktion auf ein von dem Prozessor erzeugtes AGR-Kühlmittelventilpositionssignal dahingehend arbeitet, die Menge des dem AGR-Kühler zugeführten Kühlmittel zu steuern; und
 wobei der Prozessor das AGR-Ventilpositionssignal und das AGR-Kühlmittelventilpositionssignal erzeugt, wenn dieser Prozessor bestimmt, daß die AGR-Kühlereffizienz unter einem vorbestimmten Niveau liegt.

9. System nach Anspruch 8, wobei das vom Prozessor erzeugte AGR-Ventil- und das AGR-Kühlmittelventilpositionssignal zur Regeneration innerhalb des Kühlers führen, wobei diese Regeneration in dem Kühler angesammelten überschüssigen Ruß verbrennt, wobei dieser angesammelte Ruß die Effizienz des Kühlers reduziert.

10. System nach Anspruch 8, wobei der AGR-Weg folgendes enthält:
 einen AGR-Kühlereingangstemperatursensor zum Erzeugen eines Signals in dem Prozessor, das die Temperatur des dem AGR-Kühler zugeführten Teils des Abgases darstellt;
 einen AGR-Kühlerausgangstemperatursensor zum Erzeugen eines Signals an den Prozessor, das die Temperatur des den AGR-Kühler verlassenden Teils des Abgases darstellt;
 einen AGR-Eingangskühlmitteltemperatursensor zum Erzeugen eines Signals an den Prozessor, das die Temperatur des von dem AGR-Kühlmittelvorrat in den AGR-Kühler eintretenden AGR-Kühlmittels darstellt; und
 einen AGR-Auslaßkühlmitteltemperatursensor zum Erzeugen eines Signals an den Prozessor, das die

Temperatur des den AGR-Kühler zu dem AGR-Kühlmittelvorrat verlassenden AGR-Kühlmittels darstellt; und
 wobei der Prozessor die AGR-Kühlereffizienz als Reaktion auf die Temperatur des dem AGR-Kühler zugeführten Teils des Abgases, die Temperatur des den AGR-Kühler verlassenden Teils des Abgases, die Temperatur des in den AGR-Kühler eintretenden AGR-Kühlmittels und die Temperatur des den AGR-Kühler verlassenden AGR-Kühlmittels bestimmt.

11. System nach Anspruch 10, wobei das AGR-Ventilpositionssignal zu dem Motor-NOx in Beziehung steht.

12. System nach Anspruch 7, wobei das AGR-Kühlmittelventilpositionssignal zu der Temperatur des in die AGR eintretenden AGR-Kühlmittels in Beziehung steht.

13. System nach Anspruch 11, wobei das AGR-Kühlmittelventilpositionssignal zu der Temperatur des in die AGR eintretenden AGR-Kühlmittels in Beziehung steht.

14. System nach Anspruch 10, wobei der AGR-Weg folgendes enthält:
 einen AGR-Kühlereingangstemperatursensor zum Erzeugen eines Signals an den Prozessor, das die Temperatur des dem AGR-Kühler zugeführten Teils des Abgases darstellt;
 einen AGR-Kühlerausgangstemperatursensor zum Erzeugen eines Signals an den Prozessor, das die Temperatur des den AGR-Kühler verlassenden Teils des Abgases darstellt; und
 wobei der Prozessor die AGR-Kühlereffizienz als Reaktion auf die Temperatur des dem AGR-Kühler zugeführten Teils des Abgases und die Temperatur des den AGR-Kühler verlassenden Teils des Abgases bestimmt.

15. System nach Anspruch 14, wobei das AGR-Ventilpositionssignal zu dem Motor-NOx in Beziehung steht.

16. System nach Anspruch 8, wobei der AGR-Weg folgendes enthält:
 einen AGR-Eingangskühlmitteltemperatursensor zum Erzeugen eines Signals an den Prozessor, das die Temperatur des von dem AGR-Kühlmittelvorrat in den AGR-Kühler eintretenden AGR-Kühlmittels darstellt; und
 einen AGR-Auslaßkühlmitteltemperatursensor zum Erzeugen eines Signals an den Prozessor, das die Temperatur des den AGR-Kühler zu dem AGR-Kühlmittelvorrat verlassenden AGR-Kühlmittels darstellt; und
 wobei der Prozessor die AGR-Kühlereffizienz als Reaktion auf die Temperatur des in den AGR-Kühler ein-

tretenden AGR-Kühlmittels und die Temperatur des aus dem AGR-Kühler austretenden AGR-Kühlmittels bestimmt.

17. System nach Anspruch 16, wobei das AGR-Kühlmittelventilpositionssignal zu der Temperatur des in die AGR eintretenden AGR-Kühlmittels in Beziehung steht.

18. System nach Anspruch 16, wobei das AGR-Ventilpositionssignal zu dem Motor-NOx in Beziehung steht.

19. System nach Anspruch 9, wobei der AGR-Weg folgendes enthält:

einen AGR-Kühlereingangstemperatursensor zum Erzeugen eines Signals an den Prozessor, das die Temperatur des dem AGR-Kühler zugeführten Teils des Abgases darstellt;

einen AGR-Kühlerausgangstemperatursensor zum Erzeugen eines Signals an den Prozessor, das die Temperatur des den AGR-Kühler verlassenden Teils des Abgases darstellt;

einen AGR-Eingangskühlmitteltemperatursensor zum Erzeugen eines Signals an den Prozessor, das die Temperatur des von dem AGR-Kühlmittelvorrat in den AGR-Kühler eintretenden AGR-Kühlmittels darstellt; und

einen AGR-Auslaßkühlmitteltemperatursensor zum Erzeugen eines Signals an den Prozessor, das die Temperatur des den AGR-Kühler zu dem AGR-Kühlmittelvorrat verlassenden AGR-Kühlmittels darstellt; und

wobei der Prozessor die AGR-Kühlereffizienz als Reaktion auf die Temperatur des dem AGR-Kühler zugeführten Teils des Abgases, die Temperatur des den AGR-Kühler verlassenden Teils des Abgases, die Temperatur des in den AGR-Kühler eintretenden AGR-Kühlmittels und die Temperatur des den AGR-Kühler verlassenden AGR-Kühlmittels bestimmt.

20. System nach Anspruch 19, wobei das AGR-Ventilpositionssignal zu dem Motor-NOx in Beziehung steht.

21. System nach Anspruch 19, wobei das AGR-Kühlmittelventilpositionssignal zu der Temperatur des in die AGR eintretenden AGR-Kühlmittels in Beziehung steht.

22. System nach Anspruch 20, wobei das AGR-Kühlmittelventilpositionssignal zu der Temperatur des in die AGR eintretenden AGR-Kühlmittels in Beziehung steht.

23. System nach Anspruch 9, wobei der AGR-Weg folgendes enthält:

einen AGR-Kühlereingangstemperatursensor zum Erzeugen eines Signals an den Prozessor, das die

Temperatur des dem AGR-Kühler zugeführten Teils des Abgases darstellt;

einen AGR-Kühlerausgangstemperatursensor zum Erzeugen eines Signals an den Prozessor, das die Temperatur des den AGR-Kühler verlassenden Teils des Abgases darstellt; und

wobei der Prozessor die AGR-Kühlereffizienz als Reaktion auf die Temperatur des dem AGR-Kühler zugeführten Teils des Abgases und die Temperatur des den AGR-Kühler verlassenden AGR-Kühlmittels bestimmt.

24. System nach Anspruch 23, wobei das AGR-Ventilpositionssignal zu dem Motor-NOx in Beziehung steht.

25. Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotor-Abgas-Rückführsystems (AGR) (10), wobei dieses System folgendes aufweist: einen Prozessor (12); einen Lufteinlaß (14) zu dem Motor (18);

einen Abgas-Rückführweg (AGR) (16) zum Lenken eines Teils des von dem Motor erzeugten Abgases in den Lufteinlaß; wobei dieser Abgas-Rückführweg folgendes umfaßt: einen AGR-Kühler (30) zum Kühlen des Abgases, wenn dieses Abgas den AGR-Weg zu dem Lufteinlaß durchläuft; ein AGR-Ventil (32), das als Reaktion auf ein von dem Prozessor erzeugtes AGR-Ventilpositionssignal dahingehend arbeitet, die Menge des dem AGR-Kühler zugeführten Abgases zu steuern, wobei das Verfahren folgendes umfaßt:

Erzeugen des AGR-Ventilpositionssignals gemäß einer Differenz zwischen einem tatsächlichen Motorabgas-NOx- und einem ersten, relativ niedrigen voreingestellten NOx-Niveau, wenn der Prozessor bestimmt, daß die AGR-Effizienz über einem vorbestimmten Niveau liegt; und

Erzeugen, wenn der Prozessor bestimmt, daß die AGR-Effizienz unter dem vorbestimmten Niveau liegt, des AGR-Ventilpositionssignals gemäß einer Differenz zwischen dem tatsächlichen Motorabgas-NOx- und einem zweiten, relativ hohen voreingestellten NOx-Niveau und Erzeugen eines AGR-Kühlmittelventilpositionssignals zum Verringern der Menge an Kühlmittel, die an den AGR-Kühler geleitet wird, wenn dieser Prozessor bestimmt, daß die tatsächliche AGR-Kühlergasauslaßtemperatur unter einer voreingestellten AGR-Kühlergasauslaßtemperatur liegt, wobei diese AGR-Ventilposition und AGR-Kühlerventilposition betätigt werden, um die Menge an Abgas zu verringern, die an den AGR-Kühler geschickt wird, und um die Menge an Kühlmittel zu verringern, die an den AGR-Kühler geschickt wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

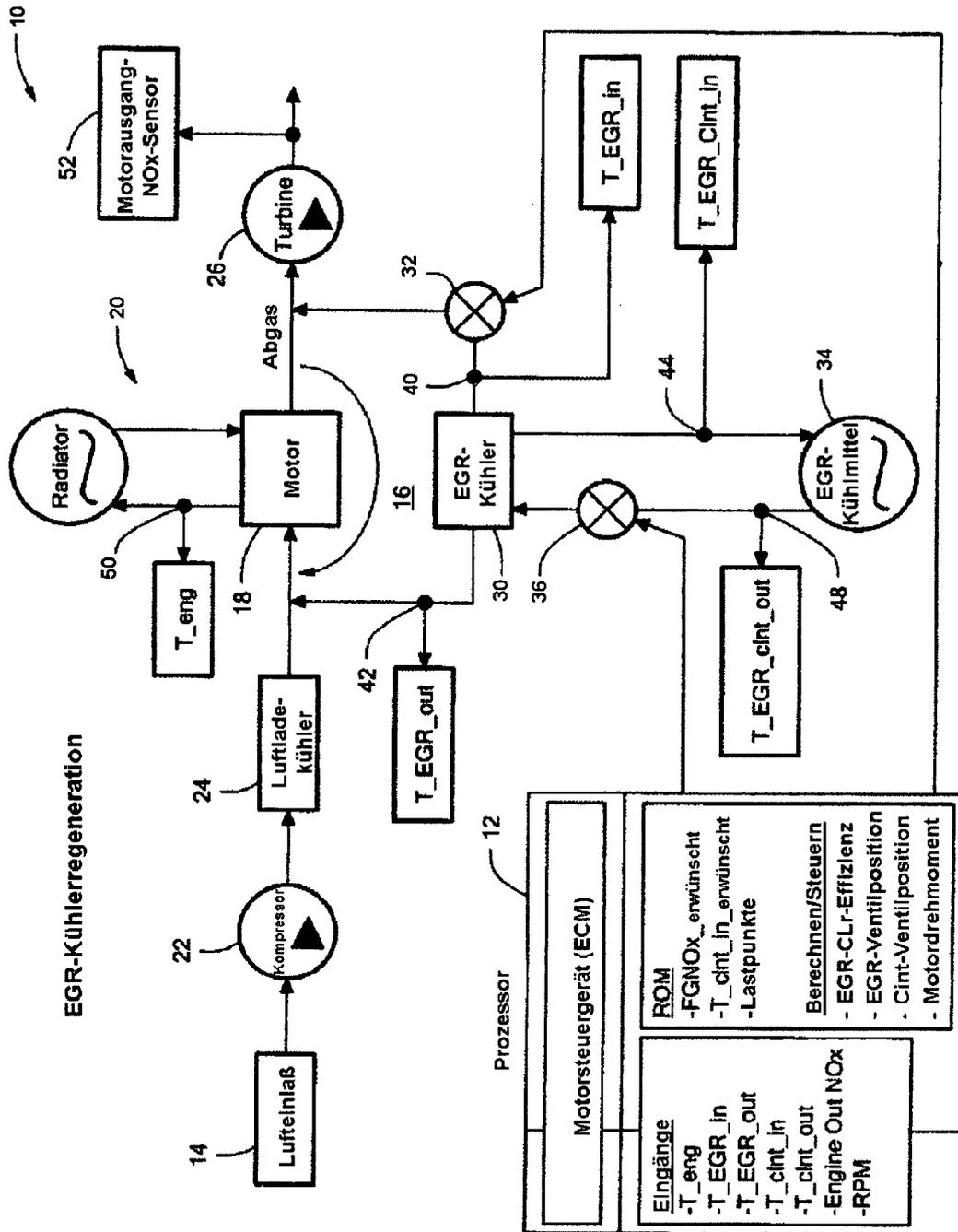


FIG. 1

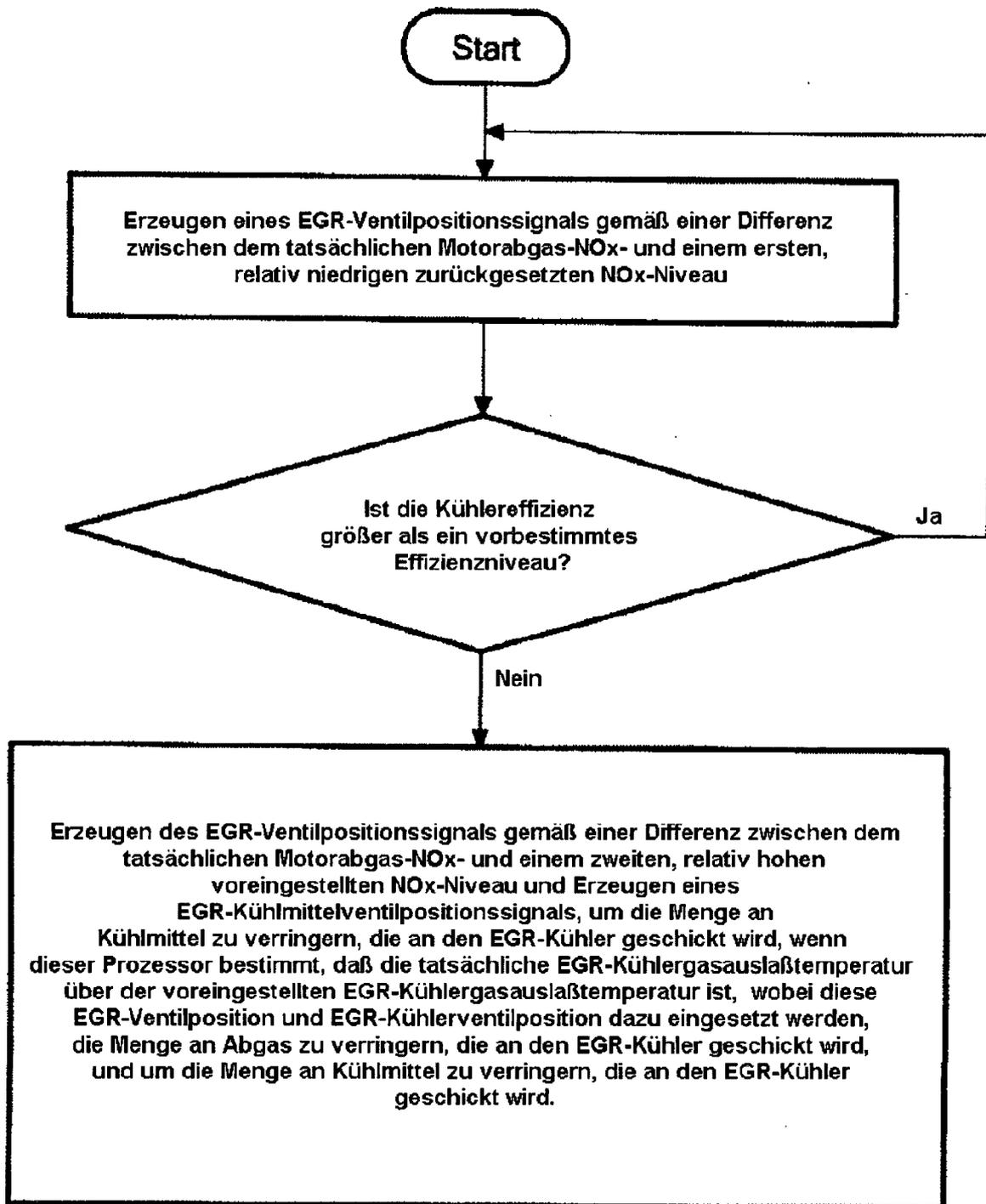


FIG.2

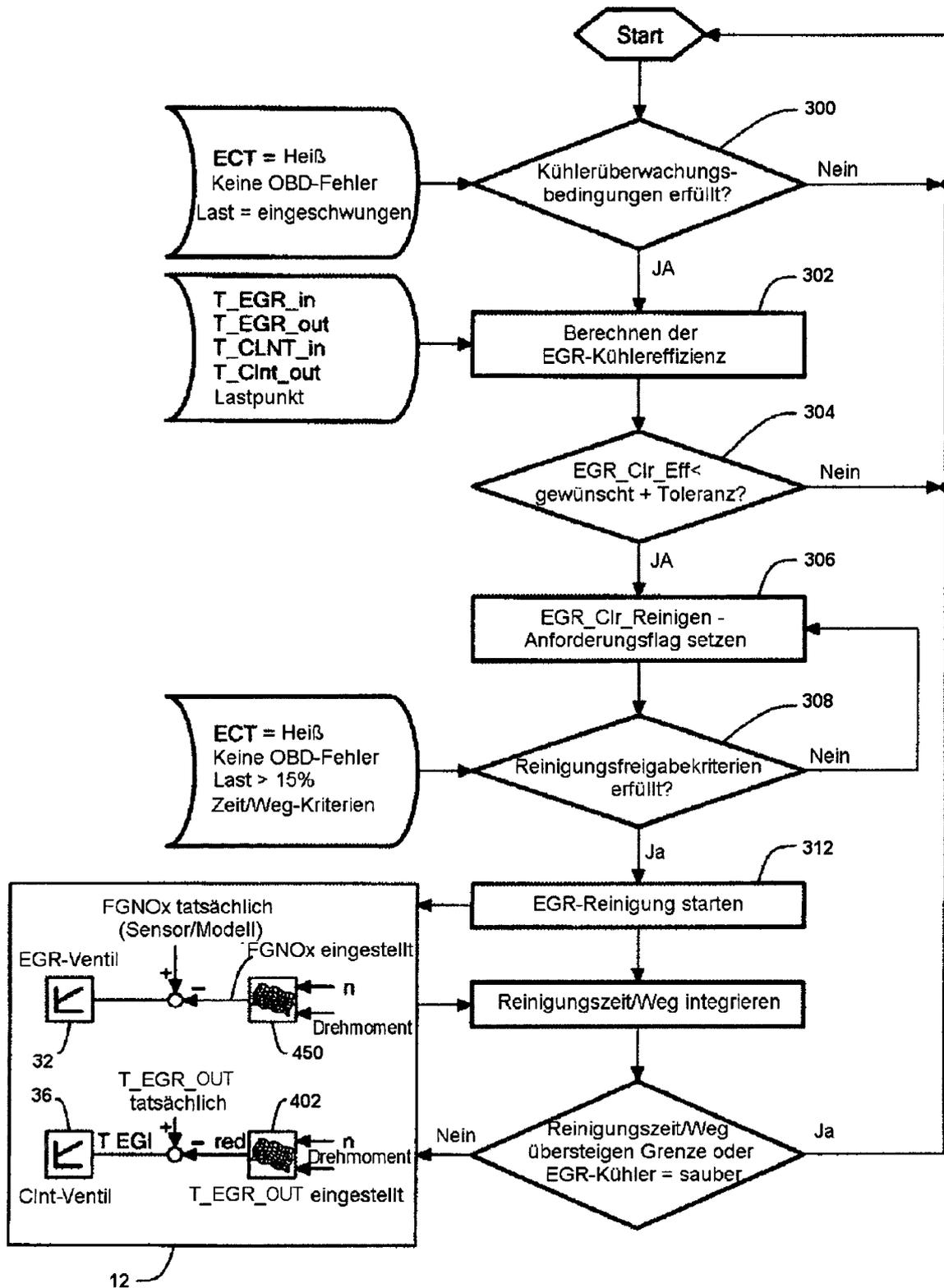


FIG. 3