

(19)



(11)

**EP 1 288 471 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**23.04.2008 Patentblatt 2008/17**

(51) Int Cl.:  
**F02D 41/06** <sup>(2006.01)</sup> **F02D 37/02** <sup>(2006.01)</sup>  
**F02D 31/00** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **02018054.3**

(22) Anmeldetag: **13.08.2002**

(54) **Verfahren zum Starten eines Ottomotors**

Method for starting a spark-ignition engine

Méthode pour démarrer un moteur à allumage commandé

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CZ DE ES FR GB IT**

(30) Priorität: **28.08.2001 DE 10141929**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**05.03.2003 Patentblatt 2003/10**

(73) Patentinhaber: **Volkswagen Aktiengesellschaft**  
**38436 Wolfsburg (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Herding, Gerald, Dr.**  
**38444 Wolfsburg (DE)**  
• **Brömer, Arne**  
**38531 Rötgesbüttel (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 654 593** **DE-A1- 3 842 075**  
**US-A- 5 483 935** **US-A- 5 497 752**  
**US-A- 5 819 714**

**EP 1 288 471 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Starten eines Ottomotors, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, wobei zum Sicherstellen eines Hochlaufens des Ottomotors das Kraftstoff-Luft-Gemisch in der Startphase angefettet wird, wobei sich Kraftstoff als Wandfilm in einem Saugrohr abgelagert, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Bei Ottomotoren kann es im Nachstartbereich nach einem Kaltstart zu erheblichen HC-Emissionen im Bereich der Abregelung eines Drehzahlüberschwingers kommen. Um das Hochlaufen der Drehzahl eines Ottomotors im Kaltstart bei verschiedenen Kraftstoffqualitäten, Fertigungstoleranzen etc. zu gewährleisten ist eine rechnerisch hohe Anfettung des Kraftstoff-Luft-Gemisches notwendig. Durch diese starke Anfettung baut sich an einer Saugrohrwand ein Wandfilm aus Kraftstoff auf. Nach dem erfolgreichen Hochlauf des Ottomotors beim Start kommt es zu dem sogen. Drehzahlüberschwinger, der notwendig ist, um die angestrebte Leerlaufdrehzahl sicher zu erreichen. Der Drehzahlüberschwinger wird mit einer bestimmten, einstellbaren Zeitkonstante abgeregelt, bis die stationäre Leerlaufdrehzahl erreicht ist. Wird die Drehzahl vorwiegend mit dem Luftpfad abgeregelt, so führt dies zu einer geringeren Füllung und der Saugrohrdruck fällt schnell ab. Dies führt dann zu einer hohen Abdampfrate des Wandfilms und zu einer höheren, internen Abgasrückführrate. Die Verbrennung ist entsprechend schlecht. Die Anfettung im Start hat einen entscheidenden Einfluss auf den Wandfilmaufbau. Je höher die Anfettung, desto mehr Kraftstoff lagert sich an der Saugrohrwand an und dampft während des Übergangs im Nachstart ab. Je schneller der Saugrohrdruck abfällt, desto mehr Kraftstoff wird bei Annahme eines konstanten Wandfilmes kurzfristig freigesetzt. Dies führt zu einem extrem fetten Motorbetrieb und einer schlechten Verbrennung. Ein geringer Saugdruck bewirkt eine hohe interne Abgasrückführung. Dies kann, insbesondere in Verbindung mit einem extrem fetten Motorbetrieb, ebenfalls zu einer schlechten Verbrennung führen.

**[0003]** Aus der US 5 479 752 ist eine Vorrichtung zum Steuern einer Kraftstoffzufuhr für eine Brennkraftmaschine bekannt, bei der ein übermäßiges Anfetten des Kraftstoff-Luftgemisches nach dem Starten der Brennkraftmaschine verhindert ist. Hierzu wird die eingespritzte Kraftstoffmenge reduziert, wenn die Anzahl der Motorumdrehungen einen vorbestimmten Wert überschritten hat.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der obengenannten Art dahingehend zu verbessern, dass im frühen Nachstart einer Brennkraftmaschine nach Startende Kohlenwasserstoffemissionen deutlich reduziert sind.

**[0005]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren der o.g. Art mit den in Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0006]** Dazu ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass in der Startphase und der Nachstartphase eine Drosselklappe auf eine konstante Stellung geöffnet wird, wobei die Drosselklappe weiter geöffnet ist, als für den Start notwendig, so dass während einer Startphase und einer Nachstartphase ein Saugrohrdruck derart gesteuert wird, dass ein spontanes Abdampfen des Wandfilms vermieden ist.

**[0007]** Dies hat den Vorteil, dass sich eine Abdampfrate des Kraftstoffwandfilms im Saugrohr reduziert, so dass sich deutlich geringere HC-Emissionen ergeben, da der Saugrohrdruck wegen der nachströmenden Luft nur langsam abfällt.

**[0008]** Es wird beispielsweise bereits während des Hochlaufens des Ottomotors der Zündwinkel derart nach spät verstellt, dass die Drehzahl des Ottomotors abgeregelt und der Drehzahlgradient begrenzt wird.

**[0009]** Um eine Gemischüberfettung zu vermeiden, wird während der Nachstartphase eine Einspritzmenge von Kraftstoff unter Berücksichtigung eines Kraftstoffwandfilms im Saugrohr derart abgesenkt, dass eine Summe aus eingespritztem Kraftstoff und Kraftstoff aus dem Wandfilm einer gewünschten Kraftstoffmenge im Zylinder entspricht.

**[0010]** In einer bevorzugten Ausführungsform wird bei jedem Start des Ottomotors während der Startphase sowie der Nachstartphase der Drehzahlverlauf überwacht sowie aufgezeichnet, der Drehzahlverlauf mit einem Grenzdrehzahlverlauf verglichen und die Abregelung der Drehzahl mittels des Zündwinkels nur dann durchgeführt, wenn sich der Drehzahlverlauf um einen vorbestimmten Wert an den Grenzdrehzahlverlauf annähert, wobei der Grenzdrehzahlverlauf derart bestimmt ist, dass sich unterhalb des Grenzdrehzahlverlaufes Nachstartemissionen unterhalb eines vorbestimmten Wertes ergeben. Der Grenzdrehzahlverlauf wird beispielsweise durch Vermessen eines Versuchsmotors mit Zulasungskraftstoff bestimmt. Hierdurch wird das motorische Luftverhältnis berechenbar. Durch Gegenmessen mit einem Fast-FID, Indiziermesstechnik oder Ionenstromsonde wird der Grenzbereich der noch tolerierbaren Überfettung bestimmt. Saugrohrdruckverläufe und Drehzahlverläufe werden in Abhängigkeit von Nachstartemissionen gemessen und aufgezeichnet.

**[0011]** In einer alternativen, bevorzugten Ausführungsform wird bei jedem Start des Ottomotors während der Startphase sowie der Nachstartphase der Drehzahlverlauf überwacht sowie aufgezeichnet, wird aus den aufgezeichneten Drehzahlverläufen und dem Drehzahlverlauf des aktuellen Starts für die Zukunft des aktuellen Starts berechnet, ob es zu einer Überfettung des Ottomotors kommt, und wird die Abregelung der Drehzahl mittels des Zündwinkels nur dann durchgeführt, wenn es ohne diese Maßnahme zu einer Überfettung des Ottomotors kommen würde. Bei der Berechnung werden Modelle für die motorische Anfettung und/oder des Saugrohrdruckabfalls einbezogen.

**[0012]** Zum Sicherstellen eines verlässlichen Starts wird für die Abregelung der Drehzahl mittels der Zündwinkelverstellung eine Mindestdrehzahl vorgegeben und die Zündwinkelverstellung auf einen maximalen Wert begrenzt.

**[0013]** Weitere Merkmale, Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, sowie aus der nachstehenden Beschreibung der Erfindung.

**[0014]** Die Erfindung ist auf alle Ottomotoren anwendbar und umfasst Motorsteuerungsmaßnahmen, die ohne Hardwareänderung durchgeführt werden können. Erfindungsgemäß wird im wesentlichen ein Saugrohrdruckverlauf gesteuert. Hierzu wird der bisherige Drehzahlverlauf inkl. des aktuellen Drehzahlgradienten benutzt, um durch ein Modell und Kenntnis des Motors den Saugrohrdruckverlauf in der Zukunft vorherzusagen. Diese Kenntnis und die Kenntnis, wie der Saugrohrdruckverlauf aussehen muss, damit kein spontanes Abdampfen des Kraftstofffilms an der Saugrohrwand erfolgt, wird benutzt, um frühzeitig Gegenmaßnahmen zu treffen. Diese Maßnahmen betreffen bevorzugt Zündwinkelmaßnahmen und ggf. Sekundärmaßnahmen, wie beispielsweise Absenkung der Einspritzmenge und Betätigen der Drosselklappe.

**[0015]** Der Saugrohrdruck lässt sich durch eine Bilanzierung der zu- und abfließenden Luftmassenströme sowie der im Saugrohr gespeicherten Luftmassen berechnen. Die durch den Motor angesaugte Luftmasse  $\dot{m}_{l,Br}$  wird durch die folgende Gleichung 1 beschrieben:

$$\dot{m}_{l,Br} = m_{l,Br} \cdot n = \frac{(p_s - p_{rg}) \cdot V_{heff}}{R \cdot T_{Br}} \cdot n \quad (1)$$

wobei  $n$  = Motordrehzahl,  $p_{rg}$  = Restgaspartialdruck,  $V_{heff}$  = effektives Hubvolumen,  $R$  = Gaskonstante und  $T_{Br}$  = Brennraumtemperatur ist.

**[0016]** Der über die Drosselklappe nachströmende Luftmassenstrom  $\dot{m}_{DK}$  wird in folgender Gleichung 2 wiedergegeben:

$$\dot{m}_{DK} = \varphi_{DK} \sqrt{2 \cdot \rho_{l,DK} \cdot (p_a - p_s)} \quad (2)$$

wobei  $\varphi_{DK}$  = Durchflußbeiwert der Drossel,  $\rho_{l,DK}$  = Luftdichte,  $p_a$  = Umgebungsdruck und  $p_s$  = Saugrohrdruck ist.

**[0017]** Bei konstanter Saugrohrtemperatur  $T_s$  ist die zeitliche Ableitung der im Saugrohr gespeicherte Luftmasse  $\dot{m}_s$  gemäß folgender Gleichung 3 berechenbar:

$$\dot{m}_s = \frac{V_s}{R \cdot T_s} \cdot \frac{dp_s}{dt} \quad (3)$$

wobei  $V_s$  = Saugrohrvolumen und  $T_s$  = Saugrohrtemperatur ist.

**[0018]** Die Massenerhaltung am Saugrohr fordert:  $\dot{m}_s = \dot{m}_{DK} - \dot{m}_{l,Br}$

**[0019]** Es ergibt sich hieraus der Saugrohrdruckgradient

$$\frac{dp_s}{dt} = \frac{R \cdot T_s}{V_s} \cdot \varphi_{DK} \cdot \sqrt{2 \cdot \rho_{l,DK} \cdot (p_a - p_s)} - (p_s - p_{rg}) \cdot \frac{V_{heff}}{V_s} \cdot \frac{T_s}{T_{Br}} \cdot n$$

**[0020]** Bei konstanter Geometrie und im Kaltstart lässt sich dies zu Gleichung 4 vereinfachen:

$$\frac{dp_s}{dt} = C_1 \cdot f(DK) \cdot \sqrt{(p_a - p_s)} - C_2 \cdot n \cdot (p_s - p_{rg}) \quad (4)$$

wobei  $C_1$  und  $C_2$  Konstanten sind.

**[0021]** Der Saugrohrdruckgradient ergibt sich demnach aus zwei Summanden, die beide von der Geometrie, der Temperatur und dem Saugrohrdruck abhängen. Der erste Summand zeigt, daß der Saugrohrdruck um so langsamer abfällt, je weiter die Drosselklappe aufgezo-

gen wird und je mehr Luft in das Saugrohr nachströmt. Der zweite Summand zeigt, daß der Saugrohrdruck um so schneller abfällt, je höher die Drehzahl ist und je höher der durch den Motor abgepumpte Luftmassenstrom ist.

**[0022]** Teile des eingespritzten Kraftstoffes lagern sich im Saugrohr und in den Einlaßkanälen als Wandfilm ab. Die im Wandfilm gespeicherte Kraftstoffmasse hängt im wesentlichen von der Geometrie des Saugrohres, dem motorischen Luftverhältnis und dem Saugrohrunterdruck ab. Ändert sich der Betriebspunkt des Motors, so wird entsprechend folgender Gleichung 5 entweder Kraftstoff abdampfen oder sich anlagern:

$$\Delta m_{K,W} = F_{TL} \cdot F_{AW} \cdot (\alpha_{Tw,p} \cdot \Delta p_S + \alpha_{Tw,\lambda} \cdot \Delta \lambda) \quad (5) \quad FVV$$

wobei  $F_{TL}$  = Ansauglufttemperaturfaktor,  $F_{AW}$  = Wandflächefaktor,  $\alpha_{Tw,p}$  = Druckkoeffizient (Wandtemperatur),  $\alpha_{Tw,\lambda}$  = Druckkoeffizient (Luftverhältnis),  $\Delta p_S$  = Saugrohrdruckänderung und  $\Delta \lambda$  = Luftverhältnisänderung ist.

**[0023]** Es gibt auch einen mathematischen Zusammenhang für die zeitliche Änderung, für die es eine Kraftstoffabhängigkeit gibt:

$$m_{W,v} = \Delta m_{K,W} \left[ 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right] \quad (6) \quad FVV$$

wobei beispielsweise:

$$\tau = 1.72 \cdot p_S^2 - 4.58 \cdot p_S + 3.48$$

$p_S = 0.4 \text{ bar} : \tau = 1.92 \text{ s}$

$p_S = 1.0 \text{ bar} : \tau = 0.62 \text{ s}$

**[0024]** Die Güte der innermotorischen Verbrennung wird wesentlich von dem motorischen Luftverhältnis gemäß Gleichung 7 bestimmt:

$$\lambda_{mot} = \frac{\dot{m}_{L,Br}}{L_{St} \cdot \dot{m}_{Kr,Br}} \quad (7)$$

wobei Kr für Kraftstoff, Br für Brennraum und mot für Motor steht. Bei Betrieb des Motors in einem eingeschwungenen Punkt ist die im Wandfilm gespeicherte Kraftstoffmasse konstant und die Masse des in den Brennraum eingebrachten Kraftstoffs entspricht der im Zyklus eingespritzten Masse  $m_{Br,EV}$ . Ändert sich der Betriebspunkt, so führen Wandfilmeffekte zu einem Abweichen der in den Brennraum eingebrachten Kraftstoffmasse von der eingespritzten Kraftstoffmasse. Stark vereinfacht gibt die folgende Gleichung 8 die eingebrachte Kraftstoffmasse wieder:

$$m_{Kr,Br} = m_{Kr,EV} + \Delta m_{Kr,Br,WF} \quad (8)$$

wobei EV für Einlaßventil und WF für Wandfilm steht. Der Ausdruck  $\Delta m_{Kr,Br,WF}$  bezeichnet die dem Wandfilm zugeführte oder abgeführte Kraftstoffmasse im Zyklus.

**[0025]** Das motorische Luftverhältnis ergibt sich demnach entsprechend Gleichung 9:

$$\lambda_{mot} = \frac{\dot{m}_{L.Br}}{L_{St} \cdot [m_{Kr,EV} + \Delta m_{Kr,Br,WF}]} \quad (9)$$

5

**[0026]** Dies zeigt deutlich die Dramatik im Nachstart, wo einerseits die in den Brennraum nachströmende Luft durch das leergesaugte Saugrohr stark abnimmt und es andererseits zu einem plötzlichen Abdampfen des Kraftstoffes entsprechend Gleichung 5 und 6 kommt. Einen zusätzlichen negativen Effekt auf die Verbrennungsgüte hat ggf. die erhöhte interne Abgasrückführung durch die geringe Last. Der dargestellte Ablauf führt dann zu einer Überfettung und einem Fettod des Motors. Es kommt zu unvollständiger Verbrennung bis zu Zündaussetzern.

10

**[0027]** Erfindungsgemäß wird auf den zweiten Term der Gleichung 4 dadurch eingewirkt, daß bereits während des Hochlaufens der Zündwinkel nach spät verstellt wird. Dadurch wird das indizierte Drehmoment und der Anstieg der Drehzahl verringert. Da in der Anfangsphase der Saugrohrdruck hoch ist, kommt es nach Gleichung 4 besonders hier zu einem schnellen Druckabfall. Die erfindungsgemäß mittels Spätverstellung des Zündwinkels durchgeführte frühzeitige Abregelung der Drehzahl ist daher eine effektive Gegenmaßnahme.

15

**[0028]** Eine weitere effektive Maßnahme gegen eine Überfettung des Motors liegt darin, die Drosselklappe beim Start nicht so weit wie üblich zu schließen oder sogar nach dem Start zu öffnen. Dies führt zu einer Steigerung der Motorluftmasse im Brennraum  $\dot{m}_{L.Br}$ . Bevorzugt wird die Drosselklappe während der Startphase und der Nachstartphase konstant gehalten, beispielsweise indem der I-Anteil einer Leerlaufregelung speziell für den Start auf null gesetzt wird. Im Start wird dann zusätzlich die Drosselklappe weiter geöffnet, als dies zum starten des Motors notwendig wäre. Gleichzeitig fällt der Saugdruck wegen der nachströmenden Luft nicht so schnell ab. Bei der Nachstartleerlaufregelung sind sanfte Übergänge vorgesehen, um ein plötzliches Betätigen der Drosselklappe zu vermeiden.

20

**[0029]** Eine weitere Maßnahme betrifft das Kraftstoffgemisch. Hierbei erfolgt eine Absenkung der eingespritzten Kraftstoffmenge  $m_{Kr,EV}$ , so daß die Summe in Gleichung 8 trotz abdampfen aus dem Wandfilm konstant bleibt.

25

**[0030]** Durch die angegebenen Formeln läßt sich der Saugrohrdruck bestimmen. Ein entsprechendes Saugrohrmodell ist bereits in modernen Steuergeräten vorhanden. Die nachfolgend beschriebenen zwei Alternativen für eine Steuerungsstrategie werden auf Basis des motorischen Luftverhältnisses oder des Saugrohrdruckabfalls durchgeführt.

**[0031]** In einer ersten Alternative wird ein Versuchsmotor mit einem US- oder Europa-Zulassungskraftstoff vermessen und so ein Wandfilmmodell abgestimmt sowie das motorische Luftverhältnis berechenbar. Durch Gegenmessen mit einem Fast-FID, Indiziermeßtechnik oder Ionenstromsonden läßt sich ein Grenzbereich der noch tolerierbaren Überfettung bestimmen. An einem Versuchsmotor werden Saugrohrdruck- und Drehzahlverläufe vermessen, die zu niedrigen oder zu hohen Nachstartemissionen führen. Es wird ein Grenzdrehzahlverlauf bestimmt, der sicher zu tolerierbaren Emissionen führt. An jedem Serienmotor werden Drehzahlverläufe in Start- und Nachstartzeit aufgezeichnet. Nähert sich der Drehzahlverlauf dem Grenzverlauf, so wird der Zündwinkel nach spät verstellt.

30

35

**[0032]** In einer zweiten Alternative wird an jedem Serienmotor die Drehzahl bei jedem Start- und Nachstartvorgang verfolgt. Auf dieser Basis und aus der Kenntnis der Starts aus der Vergangenheit wird in die Zukunft des aktuellen Starts gerechnet. Diese Berechnung beinhaltet auch Modelle für die motorische Anfettung oder des Saugrohrdruckabfalls. Ergibt diese Berechnung, daß es ohne Maßnahmen zu einer Überfettung kommen würde, ggf. unterstützt durch kritische Werte von einem Versuchsmotor oder einem vergleichbaren Motor, wird der Zündwinkel zur Abregelung der Drehzahl benutzt. Zum Sicherstellen eines verlässlichen Starts wird eine Mindestdrehzahl vorgegeben und die Zündwinkelverstellung begrenzt.

40

**[0033]** Sollte es nicht möglich sein, eine Überfettung des Motors zu verhindern, so ist in einer bevorzugten Weiterbildung bei Sekundärluftkonzepten beispielsweise vorgesehen, das Wandfilmbdampfen zu verzögern. Eine solche Verzögerung verbessert wesentlich die Bedingungen für eine Nachoxidation der unverbrannten und teiloxidierten Bestandteile des Kraftstoffes. Eine Verzögerung des Abdampfens wird ebenfalls durch Einflußnahme auf den Saugrohrdruck erreicht. Da jedoch ein Vermeiden des Abdampfens nicht mehr angestrebt wird, eröffnen sich mehr Freiheitsgrade. Beispielsweise ist ein länger währender Drehzahlüberschwinger nicht derart kritisch zu betrachten, wenn dieser zwar zu einer Überfettung des Motors führt, jedoch die Nachoxidation der unverbrannten und teiloxidierten Bestandteile des Kraftstoffes durch Sekundärluft besonders effektiv ist.

50

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Starten eines Ottomotors, wobei zum Sicherstellen eines Hochlaufens des Ottomotors das Kraftstoff-Luft-Gemisch in der Startphase angefettet wird, wobei sich Kraftstoff als Wandfilm in einem Saugrohr ablagert, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Startphase und der Nachstartphase eine Drosselklappe auf eine konstante Stellung geöffnet wird, wobei die Drosselklappe weiter geöffnet ist, als für den Start notwendig, so dass während

55

einer Startphase und einer Nachstartphase ein Saugrohrdruck derart gesteuert wird, dass ein spontanes Abdampfen des Wandfilms vermieden ist.

- 5     **2.** Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Nachstartphase eine Einspritzmenge von Kraftstoff unter Berücksichtigung eines Kraftstoffwandfilms im Saugrohr derart abgesenkt wird, dass eine Summe aus eingespritztem Kraftstoff und Kraftstoff aus dem Wandfilm einer gewünschten Kraftstoffmenge im Zylinder entspricht.
- 10    **3.** Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bereits während des Hochlaufens des Ottomotors der Zündwinkel derart nach spät verstellt wird, dass die Drehzahl des Ottomotors abgeregelt und der Drehzahlgradient begrenzt wird.
- 15    **4.** Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei jedem Start des Ottomotors während der Startphase sowie der Nachstartphase der Drehzahlverlauf überwacht sowie aufgezeichnet wird, dass der Drehzahlverlauf mit einem Grenzdrehzahlverlauf verglichen wird und dass die Abregelung der Drehzahl mittels des Zündwinkels nur dann durchgeführt wird, wenn sich der Drehzahlverlauf um einen vorbestimmten Wert an den Grenzdrehzahlverlauf annähert, wobei der Grenzdrehzahlverlauf derart bestimmt ist, dass sich unterhalb des Grenzdrehzahlverlaufes Nachstartemissionen unterhalb eines vorbestimmten Wertes ergeben.
- 20    **5.** Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Grenzdrehzahlverlauf durch Vermessen eines Versuchsmotors mit Zulassungskraftstoff bestimmt wird.
- 25    **6.** Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Bestimmen des Grenzdrehzahlverlaufs mit einem Fast-FID, Indiziermesstechnik oder Ionenstromsonde gegen gemessen wird.
- 30    **7.** Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Bestimmen des Grenzdrehzahlverlaufs Saugrohrdruckverläufe und Drehzahlverläufe in Abhängigkeit von Nachstartemissionen gemessen und aufgezeichnet werden.
- 35    **8.** Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei jedem Start des Ottomotors während der Startphase sowie der Nachstartphase der Drehzahlverlauf überwacht sowie aufgezeichnet wird, dass aus den aufgezeichneten Drehzahlverläufen und dem Drehzahlverlauf bzw. einem Drehzahlgradient des aktuellen Starts für die Zukunft des aktuellen Starts berechnet wird, ob es zu einer Überfettung des Ottomotors kommt, und dass die Abregelung der Drehzahl mittels des Zündwinkels nur dann durchgeführt wird, wenn es ohne diese Maßnahme zu einer Überfettung des Ottomotors kommen würde.
- 40    **9.** Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Berechnung Modelle für die motorische Anfettung und/oder des Saugrohrdruckabfalls einbezogen werden.
- 45    **10.** Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus den aufgezeichneten Drehzahlverläufen und dem Drehzahlgradient des aktuellen Starts ein Saugrohrdruckverlauf für die Zukunft des aktuellen Starts berechnet wird.
- 50    **11.** Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 3 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zündwinkelverstellung auf einen maximalen Wert begrenzt wird.
- 55    **12.** Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 3 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Abregelung der Drehzahl mittels der Zündwinkelverstellung eine Mindestdrehzahl vorgegeben wird.

## Claims

- 55    **1.** Method for starting a spark ignition engine, wherein, in order to ensure running up of the spark ignition engine, the fuel/air mixture is enriched in the starting phase, wherein fuel is deposited as wall film in an intake manifold, **characterized in that** a throttle valve is opened to a constant setting in the starting phase and the post-starting phase, wherein the throttle valve is opened further than is necessary for starting so that during a starting phase and a post-starting phase an intake manifold pressure is controlled in such a way that spontaneous vaporization of the wall film is avoided.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** during the post-starting phase an injection quantity of fuel is reduced while taking into account a wall film of fuel in the intake manifold in such a way that a sum of the injected fuel and fuel from the wall film corresponds to a desired fuel quantity in the cylinder.
- 5 3. Method according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** even during the running up of the spark ignition engine the ignition angle is adjusted in the retarded direction in such a way that the rotational speed of the spark ignition engine is reduced and the rotational speed gradient is limited.
- 10 4. Method according to Claim 3, **characterized in that** whenever the spark ignition engine starts the rotational speed profile is monitored and recorded during the starting phase and the post-starting phase, **in that** the rotational speed profile is compared with a limiting rotational speed profile, and **in that** the reduction of the rotational speed is carried out by means of the ignition angle only if the rotational speed profile approaches the limiting rotational speed profile by a predetermined value, wherein the limiting rotational speed profile is determined in such a way that below the limiting rotational speed profile post-starting emissions below a predetermined value are produced.
- 15 5. Method according to Claim 4, **characterized in that** the limiting rotational speed profile is determined by measuring a test engine with approved fuel.
- 20 6. Method according to Claim 4 or 5, **characterized in that** in order to determine the limiting rotational speed profile, verifying measurements are carried out using a fast FID, indicating measuring technique or ion current probe.
7. Method according to at least one of Claims 4 to 6, **characterized in that**, in order to determine the limiting rotational speed profile, intake manifold pressure profiles and rotational speed profiles are measured and recorded as a function of post-starting emissions.
- 25 8. Method according to Claim 3, **characterized in that** whenever the spark ignition engine starts, the rotational speed profile is monitored and recorded during the starting phase and the post-starting phase, **in that** on the basis of the recorded rotational speed profiles and the rotational speed profile or a rotational speed gradient of the current start it is calculated, for the future of the current start, whether over-enrichment of the spark ignition engine will occur, and **in that** the reduction in the rotational speed by means of the ignition angle is carried out only if over-enrichment of the spark ignition engine would occur without this measure.
- 30 9. Method according to Claim 8, **characterized in that** models for enrichment of the engine and/or the pressure drop in the intake manifold are included in the calculation.
- 35 10. Method according to Claim 8 or 9, **characterized in that** an intake manifold pressure profile for the future of the current start is calculated on the basis of the recorded rotational speed profiles and the rotational speed gradient of the current start.
- 40 11. Method according to at least one of Claims 3 to 10, **characterized in that** the ignition angle adjustment is limited to a maximum value.
- 45 12. Method according to at least one of Claims 3 to 11, **characterized in that** a minimum rotational speed is predefined for the reduction in the rotational speed by means of the ignition angle adjustment.

## Revendications

- 50 1. Procédé pour démarrer un moteur à allumage commandé, dans lequel, pour garantir une accélération de démarrage du moteur à allumage commandé, le mélange air-carburant est enrichi dans la phase de démarrage, du carburant se déposant sous forme de film de paroi dans un conduit d'admission, **caractérisé en ce que** dans la phase de démarrage et la phase post-démarrage, un papillon est ouvert à une position constante, le papillon étant ouvert plus que nécessaire pour le démarrage, de sorte que pendant une phase de démarrage et une phase de post-démarrage, une pression dans le conduit d'admission soit commandée de telle sorte qu'une évaporation spontanée du film de paroi soit évitée.
- 55 2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** pendant la phase de post-démarrage, une quantité d'injection de carburant est réduite dans le conduit d'admission en tenant compte d'un film de paroi de carburant,

de telle sorte qu'une somme du carburant injecté et du carburant constitué par le film de paroi corresponde à une quantité de carburant souhaitée dans le cylindre.

3. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** déjà pendant l'accélération de démarrage du moteur à allumage commandé, l'angle d'allumage est retardé de telle sorte que le régime du moteur à allumage commandé soit régulé et que le gradient de régime soit limité.
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** pour chaque démarrage du moteur à allumage commandé pendant la phase de démarrage ainsi que pendant la phase de post-démarrage, l'allure du régime est contrôlée et enregistrée, **en ce que** l'allure du régime est comparée avec une allure de régime limite et **en ce que** la régulation du régime est alors réalisée au moyen de l'angle d'allumage uniquement si l'allure du régime s'approche de l'allure de régime limite dans une valeur prédéterminée, l'allure de régime limite étant déterminée de telle sorte que les émissions de post-démarrage soient en dessous d'une valeur prédéterminée en dessous de l'allure de régime limite.
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'allure de régime limite est déterminée en mesurant un moteur d'essai avec du carburant d'admission.
6. Procédé selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** pour déterminer l'allure de régime limite on effectue une contre-mesure avec un Fast-FID, une technique de mesure par indigage ou une sonde de courants ioniques.
7. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications 4 à 6, **caractérisé en ce que** pour la détermination de l'allure de régime limite, on mesure et enregistre des allures de pression dans le conduit d'admission et des allures de régime en fonction des émissions de post-démarrage.
8. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** pour chaque démarrage du moteur à allumage commandé, pendant la phase de démarrage ainsi que la phase de post-démarrage, on contrôle et on enregistre l'allure du régime, **en ce qu'**à partir des allures de régime enregistrées et de l'allure du régime ou d'un gradient de régime du démarrage actuel, on calcule pour la suite du démarrage actuel, s'il se produit un surenrichissement du moteur à allumage commandé, et **en ce que** la régulation du régime est alors réalisée au moyen de l'angle d'allumage uniquement si l'on devait obtenir sans cette mesure un surenrichissement du moteur à allumage commandé.
9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** lors du calcul, on inclut des modèles pour un enrichissement du moteur et/ou des modèles de la chute de pression dans le conduit d'admission.
10. Procédé selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce que** l'on calcule à partir des allures de régime enregistrées et du gradient de régime du démarrage actuel, une allure de pression dans le conduit d'admission pour la suite du démarrage actuel.
11. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications 3 à 10, **caractérisé en ce que** le réglage de l'angle d'allumage est limité à une valeur maximale.
12. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications 3 à 11, **caractérisé en ce que** pour le réglage du régime au moyen du réglage de l'angle d'allumage, on prédéfinit un régime minimal.



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- US 5479752 A [0003]