

(19)



(11)

**EP 1 247 015 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**03.03.2010 Patentblatt 2010/09**

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

(21) Anmeldenummer: **00988674.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2000/004276**

(22) Anmeldetag: **01.12.2000**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2001/050001 (12.07.2001 Gazette 2001/28)**

(54) **VERFAHREN ZUM WARMLAUFEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE**

METHOD FOR WARMING-UP AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

PROCEDE POUR METTRE EN ACTION UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

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

(30) Priorität: **31.12.1999 DE 19963931**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**09.10.2002 Patentblatt 2002/41**

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:  
• **GRASS, Gerd**  
**71701 Schwieberdingen (DE)**  
• **WEISS, Ruediger**  
**71159 Moetzingen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 831 227 EP-A- 0 919 711**  
**WO-A-98/01659 US-A- 4 440 136**  
**US-A- 4 543 937 US-A- 4 711 217**  
**US-A- 5 564 406**

**EP 1 247 015 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

### Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Warmlaufen einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem Kraftstoff in ein Ansaugrohr oder in einen Brennraum eingespritzt wird, und bei dem unterhalb einer Betriebstemperatur der Brennkraftmaschine ein Warmlauffaktor zur Erhöhung der eingespritzten Kraftstoffmenge ermittelt wird. Die Erfindung betrifft ebenfalls eine entsprechende Brennkraftmaschine sowie ein entsprechendes Steuergerät für eine derartige Brennkraftmaschine.

**[0002]** Ein derartiges Verfahren, eine derartige Brennkraftmaschine und ein derartiges Steuergerät sind beispielsweise von einer sogenannten Saugrohreinjection wie z.B. US-A-4 711 217 bekannt. Dort wird Kraftstoff in einem Homogenbetrieb während der Ansaugphase in das Ansaugrohr der Brennkraftmaschine eingespritzt, um dann in den Brennraum derselben angesaugt zu werden. Entsprechend wird bei sogenannten direkt einspritzenden Brennkraftmaschinen der Kraftstoff direkt während der Ansaugphase oder während der Verdichtungsphase in den Brennraum eingespritzt und dort verbrannt.

**[0003]** Beim Warmlaufen muß bei nicht-betriebswarmer Brennkraftmaschine eine erhöhte Kraftstoffmenge in das Ansaugrohr bzw. in den Brennraum eingespritzt werden. Dies wird bekannterweise mit Hilfe eines Warmlauffaktors durchgeführt, der unterhalb der Betriebstemperatur der Brennkraftmaschine die einzuspritzende Kraftstoffmenge beeinflusst.

**[0004]** Die bekannte Ermittlung des Warmlauffaktors basiert auf Saugrohreinjectionen und ist damit nicht flexibel einsetzbar. Insbesondere kann die bekannte Ermittlung des Warmlauffaktors nur bedingt für direkt einspritzende Brennkraftmaschinen verwendet werden.

### Aufgabe und Vorteile der Erfindung

**[0005]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Warmlaufen einer Brennkraftmaschine zu schaffen, mit dem eine größere Flexibilität und insbesondere eine vereinfachte Applikation bei gleichzeitig verbessertem Warmlaufverhalten der Brennkraftmaschine erreichbar ist.

**[0006]** Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Warmlauffaktor aus einem Grundfaktor und einem lastabhängigen Faktor ermittelt wird. Bei einer Brennkraftmaschine und einem Steuergerät der eingangs genannten Art wird die Aufgabe erfindungsgemäß entsprechend gelöst.

**[0007]** Durch die erfindungsgemäße Trennung des Grundfaktors und des lastabhängigen Faktors kann der zuletzt genannte Faktor für verschiedene Betriebsarten unabhängig von dem Grundfaktor ermittelt werden. Da-

mit ist ein einfacher Einsatz der erfindungsgemäßen Ermittlung des Warmlauffaktors bei direkt einspritzenden Brennkraftmaschinen möglich.

**[0008]** Ebenfalls ist es durch die erfindungsgemäße Trennung möglich, den Grundfaktor und den lastabhängigen Faktor unabhängig voneinander zu applizieren. Entsprechendes gilt auch für die Ermittlung des lastabhängigen Faktors in den unterschiedlichen Betriebsarten einer direkt einspritzenden Brennkraftmaschine.

**[0009]** Insbesondere ist es bei der Erfindung nicht erforderlich, die Ermittlung des Grundfaktors nachträglich in Abhängigkeit von einer an der Brennkraftmaschine anliegenden Last zu verändern.

**[0010]** Durch die erfindungsgemäße erreichbare Flexibilität ist die Erfindung auch ohne weiteres bei Saugrohreinjectionen anwendbar. Hier macht sich vor allem die voneinander unabhängige Applikation des Grundfaktors und des lastabhängigen Faktors vorteilhaft bemerkbar.

**[0011]** Bei vorteilhaften Weiterbildungen der Erfindungen wird der lastabhängige Faktor in Abhängigkeit von einer integrierten Luftmasse und/oder einer integrierten Kraftstoffmasse und/oder einer Motortemperatur der Brennkraftmaschine ermittelt und/oder es wird der lastabhängige Faktor in Abhängigkeit von einer relativen Luftfüllung und/oder einer relativen Kraftstoffmenge und/oder eines Ist- oder Soll-Lambdas und/oder eines Ist- oder Sollmoments der Brennkraftmaschine ermittelt.

**[0012]** Wesentlich dabei ist, daß der lastabhängige Faktor möglichst schnell und flexibel auf Laständerungen der Brennkraftmaschine und/oder auf sonstige Änderungen von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine reagiert. Daraus resultiert dann der Vorteil einer subjektiv guten "Fahrbarkeit" der Brennkraftmaschine auch bei niedriger Betriebstemperatur.

**[0013]** Bei einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird der Grundfaktor in Abhängigkeit von der Motortemperatur ermittelt. Dies stellt eine besonders einfache, aber trotzdem ausreichende Möglichkeit zur Ermittlung des Grundfaktors dar.

**[0014]** Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden der lastabhängige Faktor und der Grundfaktor additiv miteinander verknüpft. Damit werden die erfindungsgemäß unabhängig voneinander ermittelten Faktoren wieder zu dem Warmlauffaktor zusammengefaßt.

**[0015]** Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der lastabhängige Faktor oder die Summe aus dem lastabhängigen Faktor und dem Grundfaktor in Abhängigkeit von der Drehzahl der Brennkraftmaschine gewichtet. Die Wichtung wirkt also entweder auf den lastabhängigen Faktor alleine ein oder auf die Summe aus dem lastabhängigen Faktor und dem Grundfaktor. Damit ist es möglich, in Abhängigkeit von dem Typ der Brennkraftmaschine entsprechende Anpassungen im Hinblick auf die Drehzahlwichtung durchzuführen.

**[0016]** Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Form eines

Steuerelements, das für ein Steuergerät einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, vorgesehen ist. Dabei ist auf dem Steuerelement ein Programm abgespeichert, das auf einem Rechnergerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist. In diesem Fall wird also die Erfindung durch ein auf dem Steuerelement abgespeichertes Programm realisiert, so daß dieses mit dem Programm versehene Steuerelement in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Programm geeignet ist. Als Steuerelement kann insbesondere ein elektrisches Speichermedium zur Anwendung kommen, beispielsweise ein Read-Only-Memory oder ein Flash-Memory.

**[0017]** Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung.

Ausführungsbeispiele der Erfindung

#### **[0018]**

Figur 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine, und

Figur 2 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Warmlaufen der Brennkraftmaschine der Figur 1.

**[0019]** In der Figur 1 ist eine Brennkraftmaschine 1 eines Kraftfahrzeugs dargestellt, bei der ein Kolben 2 in einem Zylinder 3 hin- und herbewegbar ist. Der Zylinder 3 ist mit einem Brennraum 4 versehen, der unter anderem durch den Kolben 2, ein Einlaßventil 5 und ein Auslaßventil 6 begrenzt ist. Mit dem Einlaßventil 5 ist ein Ansaugrohr 7 und mit dem Auslaßventil 6 ist ein Abgasrohr 8 gekoppelt.

**[0020]** Im Bereich des Einlaßventils 5 und des Auslaßventils 6 ragen ein Einspritzventil 9 und eine Zündkerze 10 in den Brennraum 4. Über das Einspritzventil 9 kann Kraftstoff in den Brennraum 4 eingespritzt werden. Mit der Zündkerze 10 kann der Kraftstoff in dem Brennraum 4 entzündet werden.

**[0021]** In dem Ansaugrohr 7 ist eine drehbare Drosselklappe 11 untergebracht, über die dem Ansaugrohr 7 Luft zuführbar ist. Die Menge der zugeführten Luft ist abhängig von der Winkelstellung der Drosselklappe 11.

In dem Abgasrohr 8 ist ein Katalysator 12 untergebracht, der der Reinigung der durch die Verbrennung des Kraftstoffs entstehenden Abgase dient.

**[0022]** Von dem Abgasrohr 8 führt eine Abgasrückführrohr 13 zurück zu dem Ansaugrohr 7. In dem Abgasrückführrohr 13 ist ein Abgasrückführventil 14 untergebracht, mit dem die Menge des in das Ansaugrohr 7 rückgeführten Abgases eingestellt werden kann. Das Abgasrückführrohr 13 und das Abgasrückführventil 14 bilden eine sogenannte Abgasrückführung.

**[0023]** Von einem Kraftstofftank 15 führt eine Tankentlüftungsleitung 16 zu dem Ansaugrohr 7. In der Tankentlüftungsleitung 16 ist ein Tankentlüftungsventil 17 untergebracht, mit dem die Menge des dem Ansaugrohr 7 zugeführten Kraftstoffdampfes aus dem Kraftstofftank 15 einstellbar ist. Die Tankentlüftungsleitung 16 und das Tankentlüftungsventil 17 bilden eine sogenannte Tankentlüftung.

**[0024]** Der Kolben 2 wird durch die Verbrennung des Kraftstoffs in dem Brennraum 4 in eine Hin- und Herbewegung versetzt, die auf eine nicht-dargestellte Kurbelwelle übertragen wird und auf diese ein Drehmoment ausübt.

**[0025]** Ein Steuergerät 18 ist von Eingangssignalen 19 beaufschlagt, die mittels Sensoren gemessene Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 darstellen. Beispielsweise ist das Steuergerät 18 mit einem Luftmassensensor, einem Lambda-Sensor, einem Drehzahlsensor und dergleichen verbunden. Des weiteren ist das Steuergerät 18 mit einem Fahrpedalsensor verbunden, der ein Signal erzeugt, das die Stellung eines von einem Fahrer betätigbaren Fahrpedals und damit das angeforderte Drehmoment angibt. Das Steuergerät 18 erzeugt Ausgangssignale 20, mit denen über Aktoren bzw. Stellern das Verhalten der Brennkraftmaschine 1 beeinflusst werden kann. Beispielsweise ist das Steuergerät 18 mit dem Einspritzventil 9, der Zündkerze 10 und der Drosselklappe 11 und dergleichen verbunden und erzeugt die zu deren Ansteuerung erforderlichen Signale.

**[0026]** Unter anderem ist das Steuergerät 18 dazu vorgesehen, die Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 zu steuern und/oder zu regeln. Beispielsweise wird die von dem Einspritzventil 9 in den Brennraum 4 eingespritzte Kraftstoffmasse von dem Steuergerät 18 insbesondere im Hinblick auf einen geringen Kraftstoffverbrauch und/oder eine geringe Schadstoffentwicklung gesteuert und/oder geregelt. Zu diesem Zweck ist das Steuergerät 18 mit einem Mikroprozessor versehen, der in einem Speichermedium, insbesondere in einem Flash-Memory ein Programm abgespeichert hat, das dazu geeignet ist, die genannte Steuerung und/oder Regelung durchzuführen.

**[0027]** Die Brennkraftmaschine 1 der Figur 1 kann in einer Mehrzahl von Betriebsarten betrieben werden. So ist es möglich, die Brennkraftmaschine 1 in einem Homogenbetrieb, einem Schichtbetrieb, einem homogenen Magerbetrieb, einem betrieb mit Doppeleinspritzung und dergleichen zu betreiben.

**[0028]** Im Homogenbetrieb wird der Kraftstoff während der Ansaugphase von dem Einspritzventil 9 direkt in den Brennraum 4 der Brennkraftmaschine 1 eingespritzt. Der Kraftstoff wird dadurch bis zur Zündung noch weitgehend verwirbelt, so daß im Brennraum 4 ein im wesentlichen homogenes Kraftstoff/Luft-Gemisch entsteht. Das zu erzeugende Moment wird dabei im wesentlichen über die Stellung der Drosselklappe 11 von dem Steuergerät 18 eingestellt. Im Homogenbetrieb werden die Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 derart gesteuert und/oder geregelt, daß Lambda gleich Eins ist. Der Homogenbetrieb wird insbesondere bei Vollast angewendet.

**[0029]** Der homogene Magerbetrieb entspricht weitgehend dem Homogenbetrieb, es wird jedoch das Lambda auf einen Wert größer Eins eingestellt.

**[0030]** Im Schichtbetrieb wird der Kraftstoff während der Verdichtungsphase von dem Einspritzventil 9 direkt in den Brennraum 4 der Brennkraftmaschine 1 eingespritzt. Damit ist bei der Zündung durch die Zündkerze 10 kein homogenes Gemisch im Brennraum 4 vorhanden, sondern eine Kraftstoffschichtung. Die Drosselklappe 11 kann, abgesehen von Anforderungen z.B. der Abgasrückführung und/oder der Tankentlüftung, vollständig geöffnet und die Brennkraftmaschine 1 damit entdrosselt betrieben werden. Das zu erzeugende Moment wird im Schichtbetrieb weitgehend über die Kraftstoffmasse eingestellt. Mit dem Schichtbetrieb kann die Brennkraftmaschine 1 insbesondere im Leerlauf und bei Teillast betrieben werden.

**[0031]** Zwischen den genannten Betriebsarten der Brennkraftmaschine 1 kann hin- und her- bzw. umgeschaltet werden. Derartige Umschaltungen werden von dem Steuergerät 18 durchgeführt.

**[0032]** Wird die Brennkraftmaschine 1 bei einer Temperatur gestartet, die unterhalb einer Betriebstemperatur der Brennkraftmaschine 1 liegt, wird die Brennkraftmaschine 1 z.B. bei tiefen Außentemperaturen nach längerem Stillstand gestartet, so wird die in den Brennraum 4 eingespritzte Kraftstoffmenge erhöht. Auf diese Weise wird nicht nur ein zündfähiges Luft/Kraftstoff-Gemisch im Brennraum 4 zur Verfügung gestellt, sondern es werden auch diejenigen Verluste an Kraftstoff ausgeglichen, die durch die Eintragung von Kraftstoff in das Motoröl und/oder durch den Aufbau eines Wandfilms aus Kraftstoff im Brennraum 4 entstehen.

**[0033]** Durch jede Verbrennung wird die Brennkraftmaschine 1 erwärmt, so daß die Erhöhung der Kraftstoffmenge langsam zurückgenommen werden kann. Wird die Betriebstemperatur der Brennkraftmaschine 1 erreicht, so wird die eingespritzte Kraftstoffmenge zumindest insoweit nicht mehr erhöht.

**[0034]** Die Erhöhung der eingespritzten Kraftstoffmenge beim Kaltstart der Brennkraftmaschine 1 und deren langsame Rücknahme wird mit Hilfe eines Warmlaufkoeffizienten fWL von dem Steuergerät 18 durchgeführt. Dieser Warmlaufkoeffizient fWL kann noch mit einem sogenannten Nachstartfaktor multiplikativ verknüpft werden, um danach die in den Brennraum 4 einzuspritzende Kraftstoff-

menge zu beeinflussen.

**[0035]** In der Figur 2 ist die Ermittlung des Warmlaufkoeffizienten fWL dargestellt. Der Warmlaufkoeffizient fWL wird aus einem Grundfaktor fG und einem lastabhängigen Faktor fLA ermittelt. Es wird also zwischen einem im wesentlichen nur den Leerlauf betreffenden Faktor, dem Grundfaktor fG, und einem nur unter Last auftretenden Faktor, dem lastabhängigen Faktor fLA, unterschieden. Der Grundfaktor fG und der lastabhängige Faktor fLA sind damit unabhängig voneinander und können separat appliziert werden.

**[0036]** Der Grundfaktor fG wird mittels eines Leerlaufkennfelds 10 ermittelt, dem eine Motorstarttemperatur TMS und eine Motortemperatur TM eingegeben wird. Durch das Leerlaufkennfeld 10 wird der Grundfaktor fG derart eingestellt, daß sich ein erwünschter Lambdaverlauf für den Leerlauf bzw. bei einer kleinen anliegenden Last ergibt.

**[0037]** Bei der Motorstarttemperatur TMS handelt es sich um diejenige Temperatur der Brennkraftmaschine 1, die diese beim Starten aufweist. Damit werden unterschiedliche Startstrategien für einen Neustart bei kalten Außentemperaturen und einem Wiederstart bei warmer, jedoch nicht betriebswarmer Brennkraftmaschine unterschieden. Bei der Motortemperatur TM handelt es sich um die aktuelle Motortemperatur, die durch jede Verbrennung ansteigt. Beim Starten der Brennkraftmaschine 1 sind Motorstarttemperatur TMS und Motortemperatur TM zumindest kurzzeitig gleich.

**[0038]** Zur Ermittlung des lastabhängigen Faktors fLA wird die Motorstarttemperatur TMS mit einer relativen Luftfüllung rl über ein Kennfeld 11 verknüpft. Durch die relative Luftfüllung rl im Brennraum 4 wird die Lastabhängigkeit des Faktors fLA erreicht. Es versteht sich, daß anstelle der relativen Luftfüllung rl auch eine relative Kraftstoffmenge und/oder ein Ist- oder Soll-Lambda und/oder ein Ist- oder Sollmoment oder dergleichen stehen können.

**[0039]** Ebenfalls wird die Motorstarttemperatur TMS mit einer integrierten Luftmasse mli über ein Kennfeld 12 verknüpft. Hierdurch wird der aus dem Kennfeld 11 gewonnene Wert mit sich erwärmender Brennkraftmaschine 1 erniedrigt. Die integrierte Luftmasse mli ist ein Maß für die im Brennraum 4 umgesetzte Energie, die ihrerseits über die damit verbundenen Verbrennungen eine Erhöhung der Temperatur der Brennkraftmaschine 1 zur Folge hat. Es versteht sich, daß anstelle der integrierten Luftmasse mli auch eine integrierte Kraftstoffmasse und/oder im einfachsten Fall die Motortemperatur TM stehen können.

**[0040]** Die Ausgangswerte der beiden Kennfelder 11, 12 werden multiplikativ miteinander verknüpft, woraus dann der lastabhängige Faktor fLA entsteht. Der lastabhängige Faktor fLA wird additiv mit dem Grundfaktor fG verknüpft, woraus dann der Warmlaufkoeffizient fWL entsteht.

**[0041]** Des weiteren wird eine Drehzahlwichtung fn der Warmlaufanreicherung der Brennkraftmaschine 1 über

eine Kennlinie 13 ermittelt. Anstelle der Kennlinie 13 kann auch ein Kennfeld vorgesehen sein, das zusätzlich zur Drehzahlabhängigkeit noch von einer Temperatur oder der relativen Luftmasse oder der relativen Kraftstoffmasse abhängig ist.

**[0042]** Diese Drehzahlwichtung  $f_n$  kann einerseits, wie in der Figur 2 mit durchgezogener Linie dargestellt, über eine multiplikative Verknüpfung direkt auf den lastabhängigen Faktor  $f_{LA}$  einwirken. Als Alternative ist es andererseits möglich, daß die Drehzahlwichtung  $f_n$  multiplikativ erst auf die Summe aus dem lastabhängigen Faktor  $f_{LA}$  und dem Grundfaktor  $f_G$  einwirkt, wie dies in der Figur 2 gestrichelt dargestellt ist.

**[0043]** Zusätzlich ist es möglich, in einem weiteren Zweig der Figur 2 eine Kennlinie oder ein Kennfeld vorzusehen, das von  $\lambda$  abhängig ist, und das multiplikativ oder additiv mit einem der anderen, vorstehend beschriebenen Zweige verknüpft ist.

**[0044]** Der Warmlauffaktor  $f_{WL}$  wird bei einer direkt-einspritzenden Brennkraftmaschine 1 auf die vorstehend beschriebene Art und Weise in Abhängigkeit von der Betriebsart der Brennkraftmaschine 1 ermittelt. Dies bedeutet, daß die Kennfelder 10, 11, 12 bzw. die Kennlinie 13 der Figur 2 für jede der Betriebsarten der Brennkraftmaschine 1 vorhanden sind, also insbesondere für den Schichtbetrieb und den Homogenbetrieb.

**[0045]** Wird die Brennkraftmaschine 1 während des Warmlaufens zwischen den verschiedenen Betriebsarten umgeschaltet, so erfolgt auch eine Umschaltung im Hinblick auf die Ermittlung des Warmlauffaktors  $f_{WL}$ . Nähert sich die Motortemperatur  $T_M$  der Betriebstemperatur der Brennkraftmaschine 1, so geht der Warmlauffaktor  $f_{WL}$  gegen Eins und sein Einfluß auf die einzuspritzende Kraftstoffmenge geht gegen Null.

**[0046]** Wird der anhand der Figur 2 beschriebene Warmlauffaktor  $f_{WL}$  - abweichend von der Figur 1 - bei Brennkraftmaschinen mit Saugrohreinspritzung verwendet, so sind die Kennfelder 10, 11, 12 bzw. die Kennlinie 13 der Figur 2 nur einmalig vorhanden, und zwar für den Homogenbetrieb. Ein Umschalten zwischen Betriebsarten erfolgt nicht.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Warmlaufen einer Brennkraftmaschine (1), bei dem Kraftstoff in einen Brennraum (4) eingespritzt wird, und bei dem unterhalb einer Betriebstemperatur der Brennkraftmaschine (1) ein Warmlauffaktor ( $f_{WL}$ ) zur Erhöhung der eingespritzten Kraftstoffmenge ermittelt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Warmlauffaktor ( $f_{WL}$ ) aus einem Grundfaktor ( $f_G$ ) und einem lastabhängigen Faktor ( $f_{LA}$ ) ermittelt wird, wobei der lastabhängige Faktor ( $f_{LA}$ ) für verschiedene Betriebsarten unabhängig von dem Grundfaktor ( $f_G$ ) ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-**

**zeichnet, daß** der lastabhängige Faktor ( $f_{LA}$ ) in Abhängigkeit von einer integrierten Luftmasse ( $m_{li}$ ) und/oder einer integrierten Kraftstoffmasse und/oder einer Motortemperatur ( $T_M$ ) der Brennkraftmaschine (1) ermittelt wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der lastabhängige Faktor ( $f_{LA}$ ) in Abhängigkeit von einer relativen Luftfüllung ( $r_l$ ) und/oder einer relativen Kraftstoffmenge und/oder eines Ist- oder Soll- $\lambda$  und/oder eines Ist- oder Sollmoments der Brennkraftmaschine (1) ermittelt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der lastabhängige Faktor ( $f_{LA}$ ) durch eine multiplikative Verknüpfung ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Grundfaktor ( $f_G$ ) in Abhängigkeit von der Motortemperatur ( $T_M$ ) ermittelt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der lastabhängige Faktor ( $f_{LA}$ ) und der Grundfaktor ( $f_G$ ) additiv miteinander verknüpft werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** der lastabhängige Faktor ( $f_{LA}$ ) oder die Summe aus dem lastabhängigen Faktor ( $f_{LA}$ ) und dem Grundfaktor ( $f_G$ ) in Abhängigkeit von der Drehzahl ( $n$ ) der Brennkraftmaschine (1) gewichtet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der lastabhängige Faktor ( $f_{LA}$ ) und/oder der Grundfaktor ( $f_G$ ) und/oder der Warmlauffaktor ( $f_{WL}$ ) in Abhängigkeit von einer Motorstarttemperatur ( $T_{MS}$ ) ermittelt werden.

9. Steuerelement, insbesondere Read-Only-Memory oder Flash-Memory, für ein Steuergerät (18) einer Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, auf dem ein Programm abgespeichert ist, das auf einem Rechenggerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 geeignet ist.

10. Brennkraftmaschine (1), bei der beim Warmlaufen Kraftstoff in einen Brennraum (4) einspritzbar ist, und mit einem Steuergerät (18) zur Ermittlung eines Warmlauffaktors ( $f_{WL}$ ) zur Erhöhung der eingespritzten Kraftstoffmenge unterhalb einer Betriebstemperatur der Brennkraftmaschine (1), **dadurch gekennzeichnet, dass** durch das Steuergerät (18)

der Warmlauffaktor (fWL) aus einem Grundfaktor (fG) und einem lastabhängigen Faktor (fLA) ermittelbar ist, wobei der lastabhängige Faktor (fLA) für verschiedene Betriebsarten unabhängig von dem Grundfaktor (fG) ermittelbar ist.

11. Steuergerät (18) für eine Brennkraftmaschine (1), wobei bei der Brennkraftmaschine (1) beim Warmlaufen Kraftstoff in einen Brennraum (4) einspritzbar ist, und wobei das Steuergerät (18) zur Ermittlung eines Warmlauffaktors (fWL) zur Erhöhung der eingespritzten Kraftstoffmenge unterhalb einer Betriebstemperatur der Brennkraftmaschine (1) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch das Steuergerät (18) der Warmlauffaktor (fWL) aus einem Grundfaktor (fG) und einem lastabhängigen Faktor (fLA) ermittelbar ist, wobei der lastabhängige Faktor (fLA) für verschiedene Betriebsarten unabhängig von dem Grundfaktor (fG) ermittelbar ist.

## Claims

1. Method for warming up an internal combustion engine (1), in which method fuel is injected into a combustion chamber (4), and in which method, below an operating temperature of the internal combustion engine (1), a warm-up factor (fWL) for increasing the injected fuel quantity is determined, **characterized in that** the warm-up factor (fWL) is determined from a base factor (fG) and from a load-dependent factor (fLA), with the load-dependent factor (fLA) being determined independently of the base factor (fG) for different operating modes.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the load-dependent factor (fLA) is determined as a function of an integrated air mass (mli) and/or an integrated fuel mass and/or an engine temperature (TM) of the internal combustion engine (1).
3. Method according to one of Claims 1 or 2, **characterized in that** the load-dependent factor (fLA) is determined as a function of a relative air charge (rl) and/or a relative fuel quantity and/or an actual or nominal lambda value and/or an actual or nominal torque of the internal combustion engine (1).
4. Method according to one of Claims 2 or 3, **characterized in that** the load-dependent factor (fLA) is determined by multiplicative combination.
5. Method according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the base factor (fG) is determined as a function of the engine temperature (TM).
6. Method according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the load-dependent factor (fLA) and

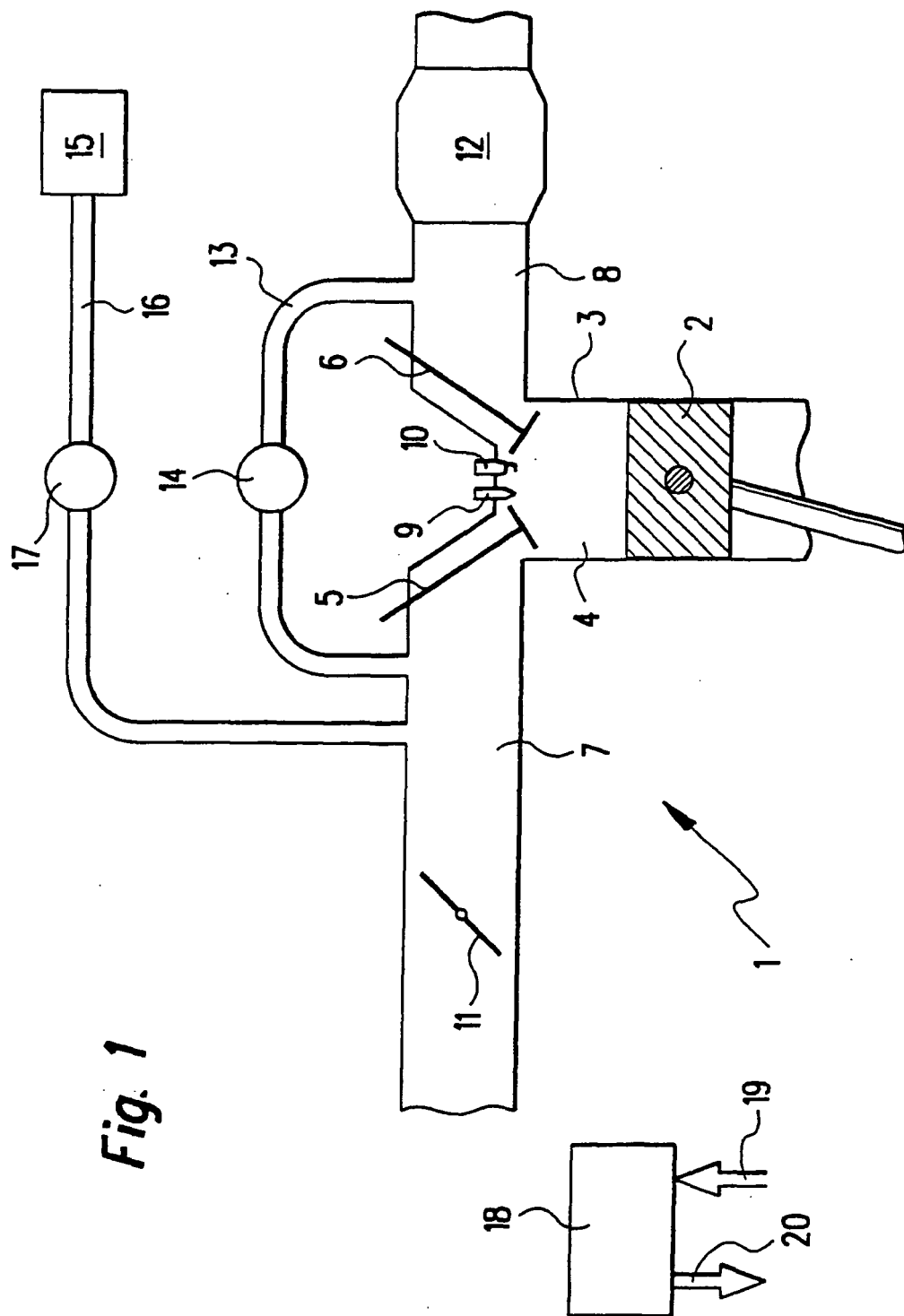
the base factor (fG) are combined with one another by addition.

7. Method according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the load-dependent factor (fLA) or the sum of the load-dependent factor (fLA) and the base factor (fG) is weighted as a function of the rotational speed (n) of the internal combustion engine (1).
8. Method according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** the load-dependent factor (fLA) and/or the base factor (fG) and/or the warm-up factor (fWL) are determined as a function of an engine start temperature (TMS).
9. Control element, in particular read-only memory or flash memory, for a control unit (18) of an internal combustion engine (1), in particular of a motor vehicle, on which control element is stored a program which can be executed on a computer, in particular on a microprocessor, and which is suitable for carrying out a method according to one of Claims 1 to 8.
10. Internal combustion engine (1) in which fuel can be injected into a combustion chamber (4) during the warming-up, and having a control unit (18) for determining a warm-up factor (fWL) for increasing the injected fuel quantity below an operating temperature of the internal combustion engine (1), **characterized in that** the warm-up factor (fWL) can be determined by the control unit (18) from a base factor (fG) and a load-dependent factor (fLA), with it being possible for the load-dependent factor (fLA) to be determined independently of the base factor (fG) for different operating modes.
11. Control unit (18) for an internal combustion engine (1), in which internal combustion engine (1) fuel can be injected into a combustion chamber (4) during the warming-up, with the control unit (18) being provided for determining a warm-up factor (fWL) for increasing the injected fuel quantity below an operating temperature of the internal combustion engine (1), **characterized in that** the warm-up factor (fWL) can be determined by the control unit (18) from a base factor (fG) and a load-dependent factor (fLA), with it being possible for the load-dependent factor (fLA) to be determined independently of the base factor (fG) for different operating modes.

## Revendications

1. Procédé pour chauffer un moteur à combustion interne (1), dans lequel du carburant est injecté dans une chambre de combustion (4) et dans lequel, en dessous d'une température de fonctionnement du

- moteur à combustion interne (1), un facteur de chauffage (fWL) est déterminé pour augmenter la quantité de carburant injectée, **caractérisé en ce que** le facteur de chauffage (fWL) est déterminé à partir d'un facteur de base (fG) et d'un facteur dépendant de la charge (fLA), le facteur dépendant de la charge (fLA) étant déterminé pour différents modes de fonctionnement indépendamment du facteur de base (fG). 5
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le facteur dépendant de la charge (fLA) est déterminé en fonction d'une masse d'air intégrée (mli) et/ou d'une masse de carburant intégrée et/ou d'une température du moteur (TM) du moteur à combustion interne (1). 10
  3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le facteur dépendant de la charge (fLA) est déterminé en fonction d'un remplissage d'air relatif (r1) et/ou d'une quantité de carburant relative et/ou d'une valeur lambda réelle ou de consigne et/ou d'un couple réel ou de consigne du moteur à combustion interne (1). 20
  4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, **caractérisé en ce que** le facteur dépendant de la charge (fLA) est déterminé par une liaison multiplicative. 25
  5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le facteur de base (fG) est déterminé en fonction de la température du moteur (TM). 30
  6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le facteur dépendant de la charge (fLA) et le facteur de base (fG) sont reliés l'un à l'autre par addition. 35
  7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le facteur dépendant de la charge (fLA) ou la somme du facteur dépendant de la charge (fLA) et du facteur de base (fG) est pondéré (e) en fonction du régime (n) du moteur à combustion interne (1). 40
  8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le facteur dépendant de la charge (fLA) et/ou le facteur de base (fG) et/ou le facteur de chauffage (fWL) sont déterminés en fonction d'une température de démarrage du moteur (TMS). 50
  9. Élément de commande, en particulier une mémoire morte ou une mémoire flash, pour un appareil de commande (18) d'un moteur à combustion interne (1), en particulier d'un véhicule automobile, sur lequel est mémorisé un programme, qui est capable 55
- de tourner sur un ordinateur, en particulier un microprocesseur, et qui est approprié pour mettre en oeuvre un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.
10. Moteur à combustion interne (1) dans lequel, lors du chauffage, du carburant peut être injecté dans une chambre de combustion (4), et comprenant un appareil de commande (18) pour déterminer un facteur de chauffage (fWL) pour augmenter la quantité de carburant injectée en dessous d'une température de fonctionnement du moteur à combustion interne (1), **caractérisé en ce que** le facteur de chauffage (fWL) peut être déterminé par l'appareil de commande (18) à partir d'un facteur de base (fG) et d'un facteur dépendant de la charge (fLA), le facteur dépendant de la charge (fLA) pouvant être déterminé indépendamment du facteur de base (fG) pour différents modes de fonctionnement.
  11. Appareil de commande (18) pour un moteur à combustion interne (1), dans lequel, dans le moteur à combustion interne (1), lors du chauffage, du carburant peut être injecté dans une chambre de combustion (4), et dans lequel l'appareil de commande (18) est prévu pour déterminer un facteur de chauffage (fWL) pour augmenter la quantité de carburant injectée en dessous d'une température de fonctionnement du moteur à combustion interne (1), **caractérisé en ce que** l'appareil de commande (18) permet de déterminer le facteur de chauffage (fWL) à partir d'un facteur de base (fG) et d'un facteur dépendant de la charge (fLA), le facteur dépendant de la charge (fLA) pouvant être déterminé pour différents modes de fonctionnement indépendamment du facteur de base (fG).



**Fig. 1**

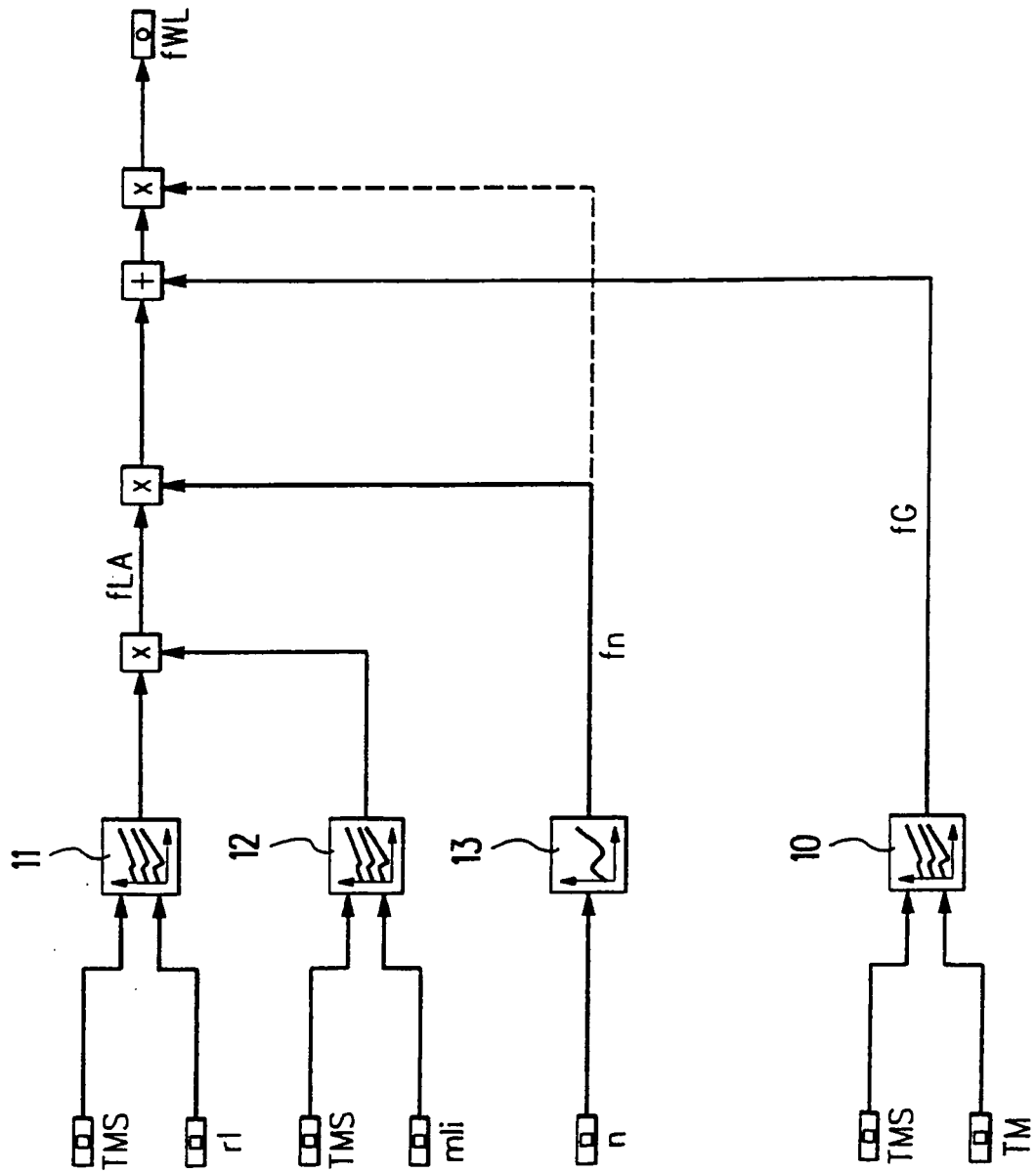


Fig. 2

**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 4711217 A [0002]