



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2005 001 144 A1 2006.08.03

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2005 001 144.6

(22) Anmeldetag: 11.01.2005

(43) Offenlegungstag: 03.08.2006

(51) Int Cl.⁸: F02D 41/06 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Mehnert, Jens, Dr.-Ing., 08468 Heinsdorfergrund,
 DE**

(72) Erfinder:

gleich Anmelder

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

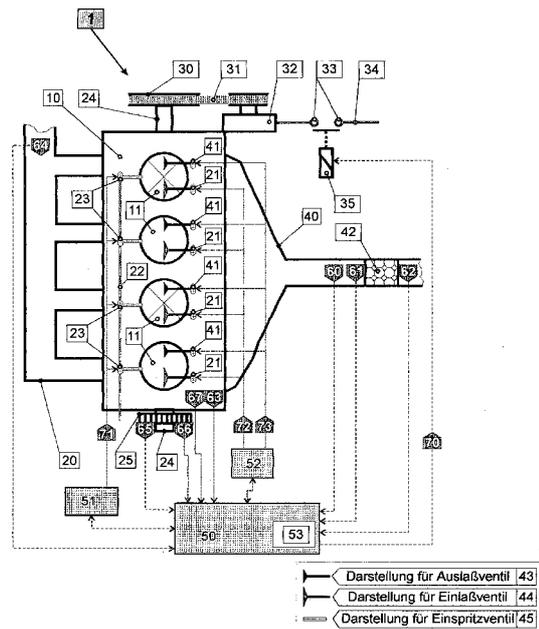
DE 199 41 539 C1
 DE 196 32 074 C2
 DE 38 29 546 C1
 DE 199 38 749 B4
 DE 199 57 185 A1
 DE 199 39 560 A1
 DE 198 49 328 A1
 DE 198 48 368 A1
 DE 198 30 974 A1
 DE 103 05 451 A1
 DE 102 22 769 A1
 DE 101 30 360 A1
 DE 698 20 436 T2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung der Inbetriebnahme von Verbrennungskraftmaschinen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Inbetriebnahme von Verbrennungskraftmaschinen. Die Inbetriebnahme wird dabei drehzahl-, temperatur- und lastabhängig in Inbetriebnahmeregime gegliedert und mit Hilfe erfindungsgemäßer Algorithmen gesteuert. Eine derart betriebene Verbrennungskraftmaschine ist durch eine leistungsschwächere Anlaßeinrichtung, geringere Schadstoffemission und reduzierten Kraftstoffverbrauch sowie eine kürzere Dauer bis zum Erreichen einer vorgegebenen Betriebstemperatur gekennzeichnet.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Verbrennungskraftmaschine, insbesondere nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Stand der Technik

Hintergrund der Erfindung

[0002] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Inbetriebnahme von Verbrennungskraftmaschinen mit den in den Oberbegriffen der Ansprüche x bis y genannten Merkmalen. Aus dem Stand der Technik sind eine Reihe von Lösungen bekannt, welche speziell bei dem Betriebszustand "Inbetriebnahme" der Verbrennungskraftmaschine entsprechende Verfahren beschreiben und Vorrichtungen bereitstellen. Der Problembereich für den speziellen Betriebszustand "Anlassen bei nicht vorhandener Betriebstemperatur der Verbrennungskraftmaschine" (im folgenden als "Kaltstart" bezeichnet) liegt zusätzlich darin, dass kein optimaler Verbrennungsprozess stattfindet. Dadurch entsteht beim Kaltstart eine höhere Schadstoffemission in Kombination mit einem vergleichsweise deutlich höherem Kraftstoffverbrauch, da eine zusätzliche Menge Kraftstoff je Arbeitsspiel der Verbrennungskraftmaschine zugeführt werden muss. Die Ursachen dafür liegen in einer schlechteren Aufbereitung des Verbrennungsgemisches als Folge einer verminderten Aerosolbildung. Zur Verringerung dieses Effektes sind aus dem Stand der Technik eine Reihe von Maßnahmen bekannt. Aus der DE 199 41 539 C1 ist ein Verfahren zum Anlassen von direktinspritzenden fremdgezündeten Verbrennungskraftmaschinen mit mehreren Zylinderbänken bekannt, bei dem der Startvorgang auf nur einer Zylinderbank abgewickelt wird, dass heißt, die anderen Zylinderbänke bleiben unbefeuert. In der Offenlegungsschrift DE 102 22 769 A1 wird das wechselseitige, arbeitsspielabhängige und an bestimmten Betriebsparametern der Verbrennungskraftmaschine abhängige Abschalten von Zylinderbänken dargestellt. Mit Hilfe der in der Offenlegungsschrift DE 199 57 185 A1 dargestellten Wirkungsweise erfolgt über die Definition von Lastphasen während der Aufheizphase des Katalysators (während des Kaltstarts) de facto eine Motorlastbegrenzung zur Verkürzung dieser sowie zur Verbrauchsreduktion. In der Offenlegungsschrift DE 199 39 560 A1 ist der Einsatz einer Heizvorrichtung vorgesehen, welche in Zusammenarbeit mit einer Abgasrückführung das Temperaturniveau des der Verbrennungskraftmaschine wieder zurückgeführten Abgases anhebt. Die Offenlegungsschrift DE 103 05 451 A1 2004.0729 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung, wodurch speziell der Startvorgang von Verbrennungskraftmaschinen, durch ein Temperaturmo-

dell des Katalysators in Verbindung mit einer vorgegebenen dynamischen Verteilungsfunktion der lokalen Temperatur im Katalysatorvolumen, verbessert wird. Weitere Möglichkeiten, speziell zur Verbesserung des Kaltstarts von Verbrennungskraftmaschinen, stellen Verfahren zur Erhöhung des Drucks im Abgassystem durch Schließen von Auspuffbremsklappen oder aber auch die Kombination von Auspuffbremsklappen mit einem EGR-Ventil (Abgasrückführ-Ventil) gemäß DE 698 20 436 T2 2004.10.14 dar.

[0003] Zusammenfassend ist festzustellen, dass sich die bekannten Maßnahmen zur Kraftstoffverbrauchssenkung und Schadstoffreduktion für die Inbetriebnahme und insbesondere beim Kaltstart einer Verbrennungskraftmaschine durch aufwendige technische Lösungen und meist Konzentration auf eine Zielgröße (Kraftstoffverbrauchssenkung, Schadstoffreduktion, Anlaßzeit, Mehrzylinder-Bauart) auszeichnen. Ebenfalls ist bei speziellen Verfahren auch eine deutliche Verlängerung des Startvorgangs festzustellen, wodurch eine zusätzliche Belastung der Anlaßkomponenten (beispielsweise des Anlassers und der Akkumulatoren) eintritt. Andere derzeitige Lösungen eignen sich beispielsweise lediglich für Verbrennungskraftmaschinen mit mehreren Zylindern. Generell ist zum Stand der Technik bezüglich der Inbetriebnahme von Verbrennungskraftmaschinen festzustellen, dass ein hoher kurzzeitiger Strombedarf zur Überwindung der Reibungs- und innermotorischen Widerstände notwendig ist. Insbesondere bei Kaltstart und niedrigem Ladungsniveau der Akkumulatoren führen diese hohen Widerstände zur teilweisen oder sogar vollständigen Aufhebung der getroffenen Maßnahmen zur Verringerung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemission.

Aufgabenstellung

Aufgabe der Erfindung

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine sichere, emissionsarme und kraftstoffverbrauchsreduzierte Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine, auch bei Kaltstart und niedrigem Ladungszustand des Akkulators, zu ermöglichen. Außerdem soll keine signifikante Verlängerung des Startvorgangs eintreten sowie die Leistungsaufnahme des Hilfsaggregates zum Antrieb der Verbrennungskraftmaschine während des Anlassens gesenkt werden.

Darstellung der Erfindung

[0005] Die Aufgabe der Erfindung wird durch ein Verfahren und eine Vorrichtung gemäß den in den Ansprüchen genannten Merkmalen gelöst. Dabei erstreckt sich der betrachtete Betriebszustand "Inbetriebnahme" vom Anlassen der Verbrennungskraft-

maschine bis zum Zeitpunkt des Erreichens der Betriebstemperatur der Verbrennungskraftmaschine und/oder des Katalysators. Erfindungsgemäß ist demnach vorgesehen, den Vorgang der Inbetriebnahme in drei Inbetriebnahmeregime zu gliedern:

- (1) Startregime (Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine bei betriebswarmen Katalysator)
- (2) Kaltstartregime (Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine mit Umgebungstemperatur)
- (3) Aufwärmregime (Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine bei nicht betriebswarmen Katalysator)

[0006] Das Startregime nach (1) ist dadurch gekennzeichnet, dass unmittelbar bei Anlassen der Verbrennungskraftmaschine von einer Ausgangsdrehzahl n_0 ($n_0 \geq 0$) bis zu einer Enddrehzahl n_1 ($n_1 > n_0$) eine arbeitsspiel- und zylinderabhängige Ansteuerung eines Dekompressionsventils im Brennraum jedes Zylinders der Verbrennungskraftmaschine erfolgt, sodass keine Kompression des Zylinderinhaltes während der Kolbenbewegung vom unterem (UT) zum oberem Totpunkt (OT) sowie ebenfalls keine Entspannung des Zylinderinhaltes zwischen OT und UT einsetzt. Gleichzeitig erfolgt während dieses Startzeitraumes t_s (dieser repräsentiert den Zeitfortschritt von n_0 bis n_1) keine Kraftstoffzufuhr und auch keine Einleitung von Zündsignalen bei Ausführungen von Verbrennungskraftmaschinen mit Fremdzündung. Der Starter, welcher zum Anlassen der Verbrennungskraftmaschine eingesetzt wurde, wird nach dem Erreichen der Enddrehzahl n_1 von der Verbrennungskraftmaschine bei Bedarf entkoppelt und als Antrieb abgeschaltet. Der eigentliche Start der Verbrennungskraftmaschine, bei welchem ein Übergang vom unbefeuerten in den befeuerten Betriebszustand erfolgt, wird durch die Ausnutzung der vorhandenen Massenträgheit der beweglichen Bauteile der Verbrennungskraftmaschine (zum Beispiel Kurbelwelle, Schwungrad) vollzogen. Dabei entsteht bis zum Einsetzen eines stabilen Leerlaufs der Verbrennungskraftmaschine ein Drehzahlabfall n_s von der Enddrehzahl n_1 bis zur Leerlaufdrehzahl n_L ($n_1 > n_L$ und $n_1 = n_s + n_L$). Mit dem Erreichen der Enddrehzahl n_1 erfolgt ein arbeitsspielabhängiges und zylinderselektives Schließen der zugeordneten Dekompressionsventile der Zylinder verbunden mit dem Einstellen entsprechender Motorbetriebsparameter (beispielsweise Beginn der Kraftstoffzufuhr je Zylinder, Menge des zugeführten Kraftstoffs, Zündwinkel) zur Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine, wodurch die arbeitsspiel- und zylinderspezifische Befuerung durch eine kennfeldgeregelte Kraftstoffzufuhr und gegebenenfalls Fremdzündung begonnen wird. Die Reihenfolge der stattfindenden Befuerung richtet sich nach der jeweils definierten Zündreihenfolge der Verbrennungskraftmaschine und beginnt nach dem Erreichen der Enddrehzahl mit dem Zylinder, welcher zuerst den erforderlichen Verdichtungstakt mit dement-

sprechend angesteuerten Steuerorganen und geschlossenem Dekompressionsventil erreicht hat.

[0007] Das Kaltstartregime nach (2) ist dadurch gekennzeichnet, dass die Enddrehzahl um einen Drehzahlbetrag n_D bis zu einer Kaltstartdrehzahl n_K überschritten wird ($n_K > n_1$ und $n_K = n_1 + n_D$). Dabei erfolgt in gleicher Weise wie beim Startregime, jedoch bis zum Erreichen der Kaltstartdrehzahl, eine arbeitsspiel- und zylinderabhängige Ansteuerung eines Dekompressionsventils im Brennraum jedes Zylinders der Verbrennungskraftmaschine, sodass keine Kompression des Zylinderinhaltes während der Kolbenbewegung vom unteren (UT) zum oberen Totpunkt (OT) sowie ebenfalls keine Entspannung des Zylinderinhaltes zwischen OT und UT einsetzt. Gleichzeitig erfolgt während dieses Kaltstartzeitraumes t_K (dieser repräsentiert den Zeitfortschritt von n_0 bis n_K) keine Kraftstoffzufuhr und auch keine Einleitung von Zündsignalen bei Ausführungen von Verbrennungskraftmaschinen mit Fremdzündung. Der eingestellte Drehzahlüberschuß n_D dient zur Vorwärmung der Verbrennungsluft und der Verbrennungsraumoberflächen der Verbrennungskraftmaschine, wofür die (oder das) folgenden Arbeitsspiele bis zum Absinken der Drehzahl auf den Wert der Enddrehzahl genutzt werden. Im Rahmen des Kaltstartregimes wird der Starter erst mit Erreichen der Kaltstartdrehzahl n_K von der Verbrennungskraftmaschine bei Bedarf entkoppelt und als Antrieb abgeschaltet. Gleichzeitig werden das (oder die) Dekompressionsventil(e) geschlossen. Bei Ausführungsarten von Verbrennungskraftmaschinen mit variabel ansteuerbaren Steuerorganen werden das (oder die) Auslaßorgan(e) ebenfalls mit den Dekompressionsventilen geschlossen, wodurch eine Kompression und anschließende Entspannung, entsprechend den Kolbenbewegungen bei den zu durchlaufenden Arbeitsspielen, der angesaugten Luft in den Zylindern erfolgt. Bei dieser speziellen Ausführungsart der Steuerorgane wird das (oder die) Einlaßorgan(e) ebenfalls nach dem Erreichen der Kaltstartdrehzahl zylinderselektiv geschlossen, um ein Rückströmen der verdichteten Luft beim darauffolgenden Arbeitsspiel in das Ansaugsystem zu vermeiden. Durch Absinken der Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine wird automatisch wieder der Enddrehzahlwert n_1 erreicht. Mit dem Erreichen des Enddrehzahlwertes erfolgt die bereits beschriebene Verfahrensweise zum Starten der Verbrennungskraftmaschine entsprechend dem bereits beschriebenen Startregime (1).

[0008] Das Aufwärmregime (3) ist durch zwei optional ausführbare Unterregime gekennzeichnet. Diese können in

- (3.1) Abgasaufwärmregime und
- (3.2) Verbrennungsluftvorwärmregime

eingeteilt werden. Im Rahmen des Abgasaufwärmre-

gimes (3.1) erfolgt durch eine temperaturabhängige Schließdaueranpassung des (oder der) Auslaßorgans(e) der Verbrennungskraftmaschine während jedes Ausstoßtaktes eine Steigerung der Abgastemperatur und der Brennraumboberflächen, indem die Abgase nicht zu Beginn jedes Ausstoßtaktes ausgeschoben, sondern last- und katalysatortemperaturabhängig wieder komprimiert werden. In diesem Zusammenhang besteht ein proportionales Verhalten zwischen dem Temperaturniveau der Abgase und der Schließdauerverlängerung des (oder der) Auslaßorgans(e) jedes Zylinders während des Ausstoßtaktes. Dabei gilt, je geringer das Temperaturniveau des Katalysators ist, desto näher sollte sich der Kolben während des Ausstoßtaktes am oberen Totpunkt bei Öffnung des (oder der) Auslaßorgans(e) befinden. Das bedeutet, dass sich die Öffnungsdauer des (oder der) Auslaßorgans(e) entsprechend der gewünschten Temperatursteigerung der Abgase proportional verändert und in der Folge bei einem kaltem Katalysator näher am OT liegt. Durch eine derartige Steuerung des Ausschleibezeitpunktes der Abgase kann deren Temperatur entsprechend den aktuellen Betriebsparametern der Verbrennungskraftmaschine eingestellt werden. Im Ergebnis dieser Maßnahme steigt proportional zur Schließdauerverlängerung auch die Motorlast, wodurch eine zusätzliche Erhöhung des thermischen Niveaus der Abgase eintritt. In der Folge verkürzt sich zusätzlich die Aufwärmzeit des (oder der) Katalysators(e). Mit Einstellung der Betriebstemperatur der Verbrennungskraftmaschine und/oder des (oder der) Katalysators(en) endet diese Ansteuerung des (oder der) Auslaßorgans(e) der Verbrennungskraftmaschine.

[0009] Ebenfalls ist es möglich und sinnvoll, das Abgasaufwärmregime (3.1) generell in die Motorsteuerung aufzunehmen, damit auch bei Betriebszuständen außerhalb der Inbetriebnahme die Schließdauer des (oder der) Auslaßorgans(e) an das Temperaturniveau des (oder der) Katalysators(en) dynamisch angepaßt und in dessen Abhängigkeit gesteuert werden kann. Dadurch wird es möglich, das erforderliche Temperaturniveau des (oder der) Katalysators(en) auch während des Einsatzes der Verbrennungskraftmaschine zu steuern.

[0010] Das Verbrennungsluftvorwärmregime (3.2) kann als eigenständiges Regime zur Verkürzung der Aufwärmzeit des (oder der) Katalysators(en) oder aber auch in Verbindung mit bereits beschriebenen, beispielsweise dem Abgasaufwärmregime (3.1), eingesetzt werden. Dabei wird mit Hilfe einer definierten Öffnung des (oder der) Auslaßorgans(e) jedes Zylinders während des Ansaugtaktes der Verbrennungskraftmaschine eine gezielte Zufuhr (Ansaugen) von Abgasen in den Verbrennungsraum ermöglicht. Dabei empfiehlt es sich, die jeweiligen Einlaßventile geschlossen zu halten. Auf Grund der Trägheit der Luftmassenströme ist eine Ventilüberschneidung von

Auslaß schließt und Einlaß öffnet im Ansaugtakt möglich und sinnvoll In Kombination mit dem Abgasaufwärmregime (3.1) kann dabei das Auslaßorgan auch nach Überschreiten des OT und dem dadurch vollzogenem Übergang vom Ausstoß- in den Ansaugtakt geöffnet bleiben. Mit dieser gesteuerten Rückführung von Abgasen wird eine Erhöhung des thermischen Niveaus der Frischladung im Ansaugtakt bewirkt, welche sich im Ergebnis der Vermischung von Frisch- mit Abgas automatisch einstellt. In der Folge erhöht sich das thermische Kreisprozessniveau, wodurch auch das Temperaturniveau der Abgase steigt und die Aufwärmzeit des (oder der) Katalysators(en) verkürzt werden kann. Zur Gewährleistung dieses Effektes ist neben einer Steuerdiagramm unabhängigen Ansteuerungsmöglichkeit zur zylinder- und arbeitstaktweisen Betätigung der Einlaß- und Auslaßorgane auch eine gleichzeitige und wechselseitige Ansteuerung dieser Ladungswechselorgane während des Ansaugtaktes notwendig. Die Öffnungsdauer und der Öffnungszeitpunkt des (oder der) Auslaßorgans(e) richtet sich nach einer Vielzahl von Motorbetriebsparametern entsprechend definierter Kennfeldbereiche last- und katalysatortemperaturgeführt aus. Zu diesen Parametern zählen unter anderem das aktuelle Lastniveau der Verbrennungskraftmaschine und/oder die Stellung des Fahrpedals und/oder die Katalysatortemperatur und/oder die Kühlmittel-, Kraftstoff- und/oder Ansauglufttemperatur und/oder der Drehzahl. Eine generelle und Verbrennungskraftmaschinen unabhängige Vorgabe dieser Steuerungsparameter für das (oder die) Ein- und/oder Auslaßorgans(e) ist auf Grund der sehr unterschiedlichen Ausführungsformen verbrennungskraftmaschinenbezogen zu ermitteln und in die jeweilige Motorsteuerungscharakteristik einzubinden.

[0011] Generell werden zur Sicherung einer unter allen Betriebsbedingungen der Verbrennungskraftmaschine erfolgreichen Inbetriebnahme eine Reihe von Umgebungs- und Verbrennungskraftmaschinenparametern vor Beginn des Inbetriebnahmeregimes erfaßt, damit die vorzuzugenden Werte für Enddrehzahl und/oder Kaltstartdrehzahl für einen sicheren Startvorgang ausreichen. Zu diesen Parametern, welche für die Bestimmung des jeweiligen Enddrehzahl- und möglicherweise Kaltstartdrehzahlwertes zu berücksichtigen sind, gehören die Verbrennungskraftmaschinen abhängige Leerlaufdrehzahl n_L , die Motoröltemperatur und/oder Kühlmitteltemperatur und/oder Ansauglufttemperatur (Umgebungstemperatur). Eine kombinierte Ermittlung mehrerer dieser und/oder weiterer Parameter, beispielsweise des Umgebungsluftdruckes, der Katalysatortemperatur oder der Kraftstofftemperatur, ist ebenfalls denkbar und sinnvoll. Generell besitzt die Startsickeit Vorrang vor der Kraftstoff- und/oder Emissionsminderung, weshalb der Ladezustand des (oder der) Akkumulators(en) über die Bordnetzspannung ebenfalls berücksichtigt wird. Sowohl die End- als auch die

Kaltstartdrehzahl sind somit von den jeweils ermittelten Randbedingungen und von der konkreten Ausführungsart der Verbrennungskraftmaschine abhängig und daher nicht allgemeingültig definierbar.

[0012] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführung der Erfindung können auch die vorhandenen Einlaß- und/oder Auslaßorgane der Verbrennungskraftmaschine zur Steuerung der beschriebenen Startregime (1) bis (3) Anwendung finden, indem mit Öffnung der vorhandenen Einlaß- und/oder Auslaßorgane die erforderlichen Dekompressions- und/oder Kompressionsvorgänge gesteuert werden.

[0013] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird ferner durch eine Vorrichtung nach den Ansprüchen x1 bis y3 gelöst, welche sich außerdem durch einen modularen und an die beschriebenen Inbetriebnahmeregime (1) bis (3) angelehnten Aufbau optionaler Regimmodule auszeichnet. Vorzugsweise ist die erfindungsgemäße Vorrichtung als eine in ein vorhandenes Motorsteuergerät integrierte Steuereinheit gekennzeichnet, welche entsprechende Algorithmen umfaßt. Das jeweilige Inbetriebnahmeregime wird dabei in Abhängigkeit relevanten Motorparameter abgerufen und gesteuert. Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Ansprüchen genannten Merkmalen.

Zeichnung

[0014] Fig. 1 zeigt die Prinzipdarstellung einer Verbrennungskraftmaschine mit Kraftstoffdirekteinspritzung und variablen Steuerungsorganen sowie Mitteln zur Umsetzung der Inbetriebnahmeregime.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0015] Fig. 1 zeigt in schematisierter Darstellung eine Verbrennungskraftmaschine 1, die zum Antrieb eines nicht dargestellten Kraftfahrzeuges bestimmt ist und die aus einer Zylinderbank 10 mit vier in Reihe angeordneten Zylindern 11 besteht. Die Verbrennungskraftmaschine 1 kann in einer fremd- oder selbstzündenden Bauart ausgeführt sein, wobei in Fig. 1 keine Komponenten des Zündsystems dargestellt sind. Die Verbrennungskraftmaschine 1 verfügt über eine Kraftstoff-Direkteinspritzung, bestehend aus einem Kraftstoffleitungssystem 22 mit daran angeschlossenen Einspritzventilen 45 sowie einer Stelleinrichtung für diese Einspritzventile 23, durch welche der Kraftstoff direkt in die Brennräume der Zylinder 11 eingespritzt wird. Bei fremdgezündet ausgeführten Verbrennungskraftmaschinen 1 kann es sich alternativ auch um eine Ansaugrohreinspritzung handeln, bei welcher der Kraftstoff in das Ansaugrohr 20, über welches die Luftversorgung der Zylinder 11 erfolgt, eingespritzt wird. Sowohl die Kraftstoffmenge als auch der Zeitpunkt der Kraftstoffzuführung kann in jedem Fall zylinderselektiv und arbeitsspielindivi-

duell, durch das Motorsteuergerät 50 in Kombination mit der Einspritzsteuereinrichtung 51, gesteuert werden. Die der Verbrennungskraftmaschine 1 zugeführte Luftmenge kann über ein nicht dargestelltes, im Ansaugrohr 20 angeordnetes Drosselventil, oder aber über eine Ansteuerung der Einlaßventile 44, im Falle einer fremdgezündeten Ausführungsart, gesteuert werden. Ein die Verbrennungskraftmaschine 1 verlassendes Abgas wird durch einen Abgaskrümmer mit Abgaskanal 40 und optional anschließend über einen nicht in Fig. 1 dargestellten Turbolader an einen (oder auch mehrere) Katalysatoren 42 geleitet und mittels diesem gereinigt. Die Steuerung von Betriebsparametern der Verbrennungskraftmaschine 1, wie beispielsweise Menge und Einspritzbeginn des zugeführten Kraftstoffes, Luftmenge und Zündung sowie Motordrehzahl und Ventilsteuerzeiten erfolgt über ein Motorsteuergerät 50, welches wiederum die Ventilsteuereinrichtung 52 und/oder die Einspritzsteuereinrichtung 51 ansteuert, wobei die Ansteuer-signal 71, 72, 73 über einen CAN-Bus realisiert werden. Das Motorsteuergerät 50 erfaßt mit Hilfe geeigneter Sensoren 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67 alle relevanten Betriebsparameter, welche zur Inbetriebnahmesteuerung der Verbrennungskraftmaschine 1 notwendig sind. In das Motorsteuergerät 50 ist eine integrierte Steuereinheit 53 eingebunden, welche die entsprechenden Algorithmen zur Durchführung der Inbetriebnahmeregime (1), (2), (3) der Verbrennungskraftmaschine 1 gemäß der vorliegenden Erfindung umfaßt.

[0016] Wie in der Erfindungsdarstellung bereits erläutert, besteht insbesondere beim Anlassen von Verbrennungskraftmaschinen 1 das Problem einer hohen Leistungsaufnahme durch den Startergenerator 32, meist repräsentiert in Form von hohen Anlaßstromstärken. Erfindungsgemäß wird diese Problem deutlich reduziert, indem während des Anlassens der Verbrennungskraftmaschine 1 das Motorsteuergerät 50 das Startregime (1) der integrierten Steuereinheit 53 aktiviert. Im Rahmen dieses Ausführungsbeispiels besitzt die Verbrennungskraftmaschine 1 eine vollvariable Auslaßventilbetätigung 41, deren Ansteuerung mittels einer Ventilsteuereinrichtung 52 erfolgt und über das Motorsteuergerätes 50 gemanagt wird. Mit Betätigung eines nicht dargestellten Anlaß-tasters werden über die integrierte Steuereinheit 53 und die Ventilsteuereinrichtung 52 sowohl die Stelleinrichtungen für die Auslaß- 41 als auch die Stelleinrichtungen für die Einlaßventile 21 angesteuert, damit im Rahmen des durch den angesteuerten Magnetschalters 35 und die im Ergebnis geschlossenen Kontaktstücken für die Anlaßstromsteuerung 33 der Startvorgang eingeleitet werden kann. Wegen der zuvor angesteuerten Stelleinrichtungen für die Auslaß- 41 und Einlaßventile 21 erfolgt erfindungsgemäß keine Kompression der Zylinderinhalte während der Kolbenbewegung von UT nach OT sowie auch keine Entspannung der Zylinderinhalte während der an-

schließenden Kolbenbewegung von OT nach UT bis zur entsprechenden Enddrehzahl. Die jeweilige Enddrehzahl wird mit aktivieren des Startregimes (1) auf der Basis der abgerufenen Sensordaten **61**, **62**, **63**, **64**, **67** durch die integrierte Steuereinheit **53** vorgegeben. Mit Hilfe des Drehzahlsensors **65** erfolgt die Drehzahlerfassung in Verbindung mit der Gebereinheit für Kurbelwellendrehzahl und -stellung **25** einschließlich der Parameterweitergabe an das Motorsteuergerät **50** und somit an die integrierte Steuereinheit **53**. Außerdem erfolgt während des Startregimes (1) durch das Motorsteuergerät **50** eine Signalausgabe an die Kraftstoffregelvorrichtung **51**, welche ein Ansteuersignal an die Stelleinrichtungen für die Einspritzventile **23** zur Kraftstoffabschaltung ausgibt, wodurch keine Kraftstoffzufuhr über die Einspritzdüsen **71** in die Zylinder **11** erfolgt. Ebenfalls erfolgt auch eine Signalausgabe zur Abschaltung der Zündsignale bei Ausführungen von Verbrennungskraftmaschinen mit Fremdzündung (in [Fig. 1](#) nicht dargestellt). Der Startergenerator **32**, welcher zum Anlassen der Verbrennungskraftmaschine **1** eingesetzt wird, weist in diesem Ausführungsbeispiel eine permanente Verbindung mittels eines Zahnriemens **31** mit der Verbrennungskraftmaschine **1** auf, welche durch ein Kurbelwellenabtriebsrad **30** umgesetzt wird. Die Stromzufuhr zum Startergenerator **32** wird nach dem Erreichen der Enddrehzahl durch einen Magnetschalter **35** abgeschaltet, welcher ein entsprechendes Ansteuersignal für den Startergenerator **70** von der integrierten Steuereinheit **53** erhält. Der sich nun anschließende Start der Verbrennungskraftmaschine **1**, bei welchem ein Übergang vom unbefeuerten in den befeuerten Betriebszustand erfolgt, wird durch ein arbeitsspielabhängiges und zylinderselektives Ansteuern der Steuerorgane entsprechend der Zündfolge 1-3-4-2 und der im Motorsteuerdiagramm definierten Steuerzeiten eingeleitet. Dies wird im Ausführungsbeispiel laut [Fig. 1](#) in der Art umgesetzt, dass im Moment des Signaleingangs Enddrehzahl im Motorsteuergerät **50** über die integrierte Steuereinheit **53** ein Ansteuersignal für den Startergenerator **70** an den Magnetschalter **35** ausgegeben wird, wodurch der Magnetschalter **35** öffnet und die Stromzufuhr in der elektrischen Leitung für den Anlaßstrom **34** über die Kontaktstücke für die Anlaßstromsteuerung **33** unterbricht. Auf Basis der durch den Sensor für Kurbelwellenstellung **66** ausgegebenen Stellung der Kurbelwelle **24** beginnt unter Beachtung der Zündfolge die Signalausgabe des Motorsteuergerätes **50** an die Ventilsteuereinrichtung **52** und die Einspritzsteuereinrichtung **51**, damit zylinderindividuell eine Befuerung nach durchlaufenem Ansaugtakt beginnt. Damit verbunden ist die Einstellung entsprechender Motorbetriebsparameter (beispielsweise Beginn der Kraftstoffzufuhr je Zylinder, Menge des zugeführten Kraftstoffs, Zündwinkel) zur Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine **1** durch Ausgangssignale des Motorsteuergerätes **50** an die jeweiligen Stelleinrichtungen **51**, **52**, **23**, **21**, **41**. Die

Befuerung der Zylinder **11**, unter Beachtung der vorgegebenen Zündfolge, pflanzt sich bis zur vollständigen Befuerung aller Zylinder **11** der Verbrennungskraftmaschine **1** fort. Mit dem Einstellen der Leerlaufdrehzahl und vollständiger Befuerung der Verbrennungskraftmaschine **1** deaktiviert das Motorsteuergerät **50** das Startregime (1) der integrierten Steuereinheit **53**.

[0017] Für die Beschreibung des Kaltstartregimes (2) wird ebenfalls die in [Fig. 1](#) dargestellte Verbrennungskraftmaschine **1** genutzt. Der Anstoß für das Aufrufen des Kaltstartregimes (2) ist die Betätigung eines in [Fig. 1](#) nicht dargestellten Anlaßstasters in Verbindung mit einer erfaßten Temperaturdifferenz am Katalysator **42** zwischen Ist- und im Motorsteuergerät **50** abgelegten Betriebstemperatur. Die Temperatursensoren am Katalysatorein- **61** und -austritt **62** liefern dabei dem Motorsteuergerät **50** die vorhandenen Temperaturwerte. Im Ergebnis einer festgestellten Temperaturdifferenz aktiviert das Motorsteuergerät **50** das Kaltstartregime (2) in der integrierten Steuereinheit **53**. Auf der Grundlage der Sensordaten **61**, **62**, **63**, **64**, **65**, **66**, **67** wird durch die integrierte Steuereinheit **53** die erforderliche Kaltstart- und Enddrehzahl bestimmt. Die Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine **1** erfolgt anschließend in gleicher Weise wie beim zuvor beschriebenen Startregime (1), jedoch wird die Kurbelwelle **24** durch den Startergenerator **32** über den Enddrehzahlwert hinaus bis zur Kaltstartdrehzahl angetrieben. Mit Erreichen der Kaltstartdrehzahl, welche durch den Sensor für die Kurbelwellendrehzahl **65** gemessen und an das Motorsteuergerät **50** übertragen wurde, wird die Stromzufuhr zum Startergenerator **32** durch einen Magnetschalter **35** abgeschaltet, welcher in diesem Moment ein entsprechendes Ansteuersignal für den Startergenerator **70** von der integrierten Steuereinheit **53** erhält. Dies wird im Ausführungsbeispiel laut [Fig. 1](#) in der Art umgesetzt, dass im Moment des Eingangssignals der Kaltstartdrehzahl im Motorsteuergerät **50** über die integrierte Steuereinheit **53** ein Ansteuersignal für den Startergenerator **70** an den Magnetschalter **35** ausgegeben wird, wodurch der Magnetschalter **35** öffnet und die Stromzufuhr in der elektrischen Leitung für den Anlaßstrom **34** über die Kontaktstücke für die Anlaßstromsteuerung **33** unterbrochen wird. Die sich anschließende Vorwärmphase der Verbrennungsluft beginnt durch ein arbeitsspielabhängiges und zylinderselektives Ansteuern der Steuerorgane entsprechend der Zündfolge 1-3-4-2. Dies erfolgt in der Art, dass die integrierte Steuereinheit **53** die Ventilsteuereinrichtung **52** zum Zeitpunkt der Kaltstartdrehzahl ansteuert, so das generell, also bei allen Kolbenbewegungen von UT nach OT, die Auslaßventile **43** geschlossen bleiben. Die Einlaßventile **44** zum Zeitpunkt der Kaltstartdrehzahl durch eine Signalvorgabe der integrierten Steuereinheit **53** an die Ventilsteuereinrichtung **52** so angesteuert, dass lediglich eine Öffnung zum Ansaugen von Luft

während der ersten vollständigen Kolbenbewegung vom OT zum UT nach Erreichen der Kaltstartdrehzahl erfolgt. Danach bleiben auch die Einlaßventile **44** bis zum Erreichen der Enddrehzahl geschlossen. Wird durch den Sensor für Kurbelwellendrehzahl **65** der Enddrehzahlwert gemessen, erfolgt über das Motorsteuergerät **50** eine Information an die integrierte Steuereinheit **53**. Diese ruft weiterhin die Stellung der Kurbelwelle **24** über den Sensor für Kurbelwellenstellung **66** ab und beginnt entsprechend der Zündfolge die Signalausgabe zum Start der Befeuerung der Verbrennungskraftmaschine. Dies erfolgt in der Art, dass über das Motorsteuergeräte **50** zur Einspritzsteuereinrichtung **51** ein Signalausgabe stattfindet, wodurch eine sequentielle zylinderindividuelle Befeuerung entsprechend der Zündfolge und unter Beachtung der Kolbenstellung auf Basis des erfaßten Wertes für die Kurbelwellenstellung durch den Sensor für Kurbelwellenstellung **66** beginnt. Damit verbunden ist die Einstellung entsprechender Motorbetriebsparameter (beispielsweise Beginn der Kraftstoffzufuhr je Zylinder, Menge des zugeführten Kraftstoffs, Zündwinkel) zur Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine **1** durch Ausgangssignale des Motorsteuergerätes **50** an die entsprechenden Stelleinrichtungen **51**, **52**, **23**, **21**, **41**. Mit dem ersten befeuerten Arbeitstakt eines Zylinders **11** wird das Kaltstartregime (2) durch das Motorsteuergerät **50** deaktiviert.

[0018] Für die Beschreibung des Aufwärmregimes (3) wird ebenfalls die in Fig. 1 dargestellte Verbrennungskraftmaschine **1** genutzt. Im Ausführungsbeispiel sind beide Aufwärmunterregime, das Abgasaufwärmregime (3.1) und das Verbrennungsluftvorwärmregime (3.2), in der integrierten Steuereinheit **53** vorhanden. Den Anstoß für das Aufrufen beider Aufwärmunterregime (3.1 und 3.2) bildet eine erfaßte Temperaturdifferenz am Katalysator **42** zwischen Ist- und im Motorsteuergerät **50** abgelegter Betriebstemperatur, welche durch die Temperatursensoren am Katalysatorein- **61** und -austritt **62** gemessen wurde. Im Ergebnis ruft das Motorsteuergerät **50** das Aufwärmregime (3) in der integrierten Steuereinheit **53** ab. Auf der Grundlage der Sensordaten **60**, **61**, **62**, **63**, **64**, **65**, **66**, **67** wird durch die integrierte Steuereinheit **53** die temperaturabhängige Schließdaueranpassung der Auslaßventile **43** für jeden Ausstoßtakt zylinderindividuell bestimmt und mit Hilfe der Ventilsteuereinrichtung **52** an die Stelleinrichtungen für die Auslaßventile **41** übertragen und durch diese eingestellt. Dabei richtet sich die eingestellte Verkürzung der Öffnungsdauer der Auslaßventile **43** im Ausstoßtakt nach der anliegenden Temperaturdifferenz am Katalysatorein- und -ausgang bezüglich der durch das Motorsteuergerät **50** vorgegebenen Betriebstemperatur. Mit Einstellung der Betriebstemperatur am Katalysatorein- und -ausgang deaktiviert das Motorsteuergerät **50** das Abgasaufwärmregime (3.1) der integrierten Steuereinheit **53** und übernimmt wieder die Ansteuerung der Auslaßventile **43** der Verbren-

nungskraftmaschine **1**.

[0019] Das Verbrennungsluftvorwärmregime (3.2) wird im Ausführungsbeispiel entsprechend Fig. 1 zeitgleich zum vorangegangenen beschriebenen Abgasaufwärmregime (3.1) durch das Motorsteuergerät **50** in der integrierten Steuereinheit **53** aktiviert. Dabei bildet ebenfalls die erfaßte Temperaturdifferenz am Katalysator **42** zwischen Ist- und der im Motorsteuergerät **50** abgelegten Betriebstemperatur, welche durch die Temperatursensoren am Katalysatorein- **61** und -austritt **62** gemessen wurde, das Aktivierungsereignis. Entsprechend des festgestellten Wertes der Tempera-

[0020] turdifferenz sendet die integrierte Steuereinheit **53** Signale an die Ventilsteuereinrichtung **52**.

[0021] Dadurch erfolgt eine Öffnung der Auslaßventile **43** durch die Stelleinrichtung für die Auslaßventile **41** im jeweiligen Ansaugtakt, wodurch für die Dauer der Auslaßöffnung Abgas angesaugt wird. Die Öffnungsdauer ist abhängig von der festgestellten Temperaturdifferenz und um so größer, je größer auch diese Temperaturdifferenz ist. Bis auf einen definierten Bereich der Ventilüberschneidung, auf Grund der Trägheit der Gase, erfolgt erst mit der Ansteuerung der Stelleinrichtung für die Auslaßventile **41** im jeweiligen Ansaugtakt eine Ansteuerung durch die integrierte Steuereinheit **53** über die Ventilsteuereinrichtung **52** zu den Stelleinrichtungen für die Einlaßventile **21** zur Öffnung im jeweiligen Ansaugtakt. In diesem Zusammenhang wird die Öffnungsdauer der Auslaßventile **43** während des Ansaugtaktes zusätzlich durch die Motorlast beeinflusst. Dies erfolgt in der Art, dass mit hoher Motorlast die Öffnungsdauer der Auslaßventile **43** im Ansaugtakt sinkt. Somit steuert die integrierte Steuereinheit **53** die Öffnungsdauern sowohl der jeweiligen Auslaß- **43** als auch der Einlaßventile **44** in Abhängigkeit einer Vielzahl von Motorbetriebsparametern entsprechend definierter Kennfeldbereiche last- und katalysatortemperaturgeführt. Zu diesen Parametern zählen unter anderem das aktuelle Lastniveau der Verbrennungskraftmaschine **1**, die Stellung eines nicht in Fig. 1 dargestellten Fahrpedals, der Katalysatortemperatur sowie der Drehzahl. Die relevanten Größen für die Ansteuerung der Stelleinrichtungen für die Einlaßventile **21** und die Stelleinrichtungen für die Auslaßventile **41** werden kennfeldbezogen durch die integrierte Steuereinheit **53** bereitgestellt. Mit Einstellung der Betriebstemperatur am Katalysatorein- und -ausgang deaktiviert das Motorsteuergerät **50** das Verbrennungsluftvorwärmregime (3.2) der integrierten Steuereinheit **53** und übernimmt wieder die Ansteuerung der Auslaß- **43** und Einlaßventile **44** der Verbrennungskraftmaschine **1**.

Bezugszeichenliste

1	schematische Darstellung einer Verbrennungskraftmaschine
10	Zylinderbank der Verbrennungskraftmaschine
11	Zylinder
20	Ansaugrohr
21	Stelleinrichtung für Einlaßventil
22	Kraftstoffleitungssystem
23	Stelleinrichtung für Einspritzventil
24	Kurbelwelle
25	Gebereinheit für Kurbelwellendrehzahl und -stellung
30	Kurbelwellenabtriebsrad
31	Verbindungsriemen Kurbelwellenabtriebsrad – Startergenerator
32	Startergenerator
33	Kontaktstücke für Anlaßstromsteuerung
34	elektrische Leitung für Anlaßstrom
35	Magnetschalter
40	Abgaskrummer mit Abgaskanal
41	Stelleinrichtung für Auslaßventil
42	Katalysator
43	Darstellung Auslaßventil
44	Darstellung Einlaßventil
45	Darstellung Einspritzventil
50	Motorsteuergerät
51	Kraftstoffregeleinrichtung
52	Ventilsteuereinrichtung
53	Integrierte Steuereinheit
60	Gassensor
61	Temperatursensor am Katalysatoreintritt
62	Temperatursensor am Katalysatoraustritt
63	Temperatursensor für Motoröltemperatur
64	Temperatursensor für Ansauglufttemperatur
65	Sensor für Kurbelwellendrehzahl
66	Sensor für Kurbelwellenstellung
67	Temperatursensor für Kühlwassertemperatur
70	Ansteuersignal für Startergenerator
71	Ansteuersignal für Einspritzventile
72	Ansteuersignal für Einlaßventilsteuerung
73	Ansteuersignal für Auslaßventilsteuerung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Inbetriebnahme von Verbrennungskraftmaschinen mit einer zylinderselektiv und arbeitsspielindividuell steuerbaren Kraftstoffeinspritzung und/oder Ladungswechselsteuerung, **dadurch gekennzeichnet**, dass während der Inbetriebnahme Temperaturparameter und/oder Motorlast- und/oder Drehzahlwerte ermittelt und die Inbetriebnahmemaßnahmen je nach ermittelten Parametern in Inbetriebnahmeregime eingeordnet und abgerufen werden, die eine Änderung in der Ansteuerung einer Dekompressionseinrichtung und/oder der Steuerungsorgane bewirken.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktionen der Dekompressi-

onseinrichtung durch die Steuerorgane der Verbrennungskraftmaschine übernommen werden können, wodurch die Dekompressionseinrichtung entfällt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb der Funktionen der integrierten Steuereinheit die relevanten Signale an die Stelleinrichtungen für die Einlaß- und Auslaßventile sowie für die Einspritzventile mittels einer als CAN-Datenbus oder bitseriellen Schnittstelle ausgeführten elektronischen Schnittstelle eingekoppelt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ansteuersignal für die Starteinrichtung der Verbrennungskraftmaschine nach Durchlauf nachfolgender Verfahrensschritte generiert wird:

- dem Übermitteln eines Startwunsches an das Motorsteuergerät,
- dem Verarbeiten von Temperatursignalen in einer integrierten Steuereinheit,
- dem Generieren voneinander entkoppelter Ansteuersignale für die Ventilsteuerung, der Steuerung für die Dekompressionseinrichtung, der Kraftstoffregel-einrichtung, der Fremdzündsteuer-Einrichtung und der Energiezufuhr zur Starteinrichtung,
- der Bereitstellung von Werten für die End- und/oder Kaltstartdrehzahl in Abhängigkeit der erfaßten Temperatursignale.

5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Einleiten der Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine zuerst die Temperaturen des Kühlmittels und/oder der Ansaugluft und/oder des Motoröls und/oder des Katalysators ermittelt werden und auf dieser Grundlage durch die integrierte Steuereinheit ein Enddrehzahlwert bestimmt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Einleiten der Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine zuerst die Temperaturen des Kühlmittels und/oder der Ansaugluft und/oder des Motoröls und/oder des Katalysators ermittelt werden und auf dieser Grundlage durch die integrierte Steuereinheit ein End- und ein Kaltstart-Drehzahlwert bestimmt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Einleiten der Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine und bis zum Erreichen eines Enddrehzahlwertes eine Dekompressionseinrichtung angesteuert wird, wodurch keine Kompression und Entspannung des oder der Zylinderinhalte erfolgt.

8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Einleiten der Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine und bis zum

Erreichen eines Kaltstart-Drehzahlwertes eine Dekompressionseinrichtung angesteuert wird, wodurch keine Kompression und Entspannung des oder der Zylinderinhalte erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Einleiten der Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine und bis zum Erreichen eines Enddrehzahlwertes keine Zuführung von Kraftstoff und keine Einleitung von Zündsignalen erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Einleiten der Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine und bis zum Erreichen eines Kaltstart-Drehzahlwertes keine Zuführung von Kraftstoff und keine Einleitung von Zündsignalen erfolgt.

11. Verfahren nach Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Einleiten der Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine und mit Erreichen eines Enddrehzahlwertes in Abhängigkeit von der Kurbelwellenstellung die Dekompressionseinrichtung geschlossen wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Einleiten der Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine und mit Erreichen eines Kaltstart-Drehzahlwertes in Abhängigkeit von der Kurbelwellenstellung die Dekompressionseinrichtung geschlossen wird.

13. Verfahren nach Anspruch 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Einleiten der Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine und mit Erreichen eines Enddrehzahlwertes in Abhängigkeit von der Kurbelwellenstellung die Ansteuerung der Steuerungsorgane laut Steuerdiagramm erfolgt.

14. Verfahren nach Anspruch 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass mittels eines Diagnosefunktionsmoduls erfaßte Fehlfunktionen im Inbetriebnahmeregime in einer Datensicherung der integrierten Steuereinheit auslesbar archiviert werden.

15. Verfahren nach Anspruch 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Einleiten der Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine und mit Erreichen eines Enddrehzahlwertes die Strom- oder Medienzufuhr zur Anlaßeinrichtung unterbrochen wird.

16. Verfahren nach Anspruch 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Einleiten der Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine und mit Erreichen eines Kaltstart-Drehzahlwertes die Strom- oder Medienzufuhr zur Anlaßeinrichtung unterbrochen wird.

17. Verfahren nach Anspruch 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Einleiten der Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine und mit Erreichen eines Enddrehzahlwertes in Abhängigkeit von der Kurbelwellenstellung die Befeuerung entsprechend der Zündfolge mit dem Zylinder beginnt, welcher als erster einen vollständigen Ansaugtakt durchlaufen hat.

18. Verfahren nach Anspruch 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Übergang vom Enddrehzahlwert in den befeuerten Zustand der Verbrennungskraftmaschine unter Ausnutzung der durch eine Starteinrichtung eingetragenen kinetischen Energie erfolgt.

19. Verfahren nach Anspruch 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Übergang vom Kaltstart-Drehzahlwert in den befeuerten Zustand der Verbrennungskraftmaschine unter Ausnutzung der durch eine Starteinrichtung eingetragenen kinetischen Energie erfolgt.

20. Verfahren nach Anspruch 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass mit erreichter Kaltstartdrehzahl die Dekompressionseinrichtungen aller Zylinder in der Zündreihenfolge geschlossen werden, wobei mit dem Zylinder begonnen wird, welcher zuerst einen vollständigen Ansaugtakt durchlaufen hat.

21. Verfahren nach Anspruch 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass mit erreichter Kaltstartdrehzahl die Auslaßventile bei der ersten vollständigen Kolbenbewegung vom UT nach OT geschlossen werden.

22. Verfahren nach Anspruch 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Auslaßventile genau dann geschlossen werden, wenn das für den Leerlauf der Verbrennungskraftmaschine erforderliche Luftvolumen durch die Kolbenstellung eingestellt ist.

23. Verfahren nach Anspruch 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass mit erreichter Kaltstartdrehzahl die Einlaßventile in zeitlicher Folge nach den Auslaßventilen geschlossen werden.

24. Verfahren nach Anspruch 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlaßventile genau dann geschlossen werden, wenn das für den Leerlauf der Verbrennungskraftmaschine erforderliche Luftvolumen durch die Kolbenstellung eingestellt ist.

25. Verfahren nach Anspruch 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass bis zum Erreichen des Enddrehzahlwertes mögliche Drosseleinrichtungen im Ansaugsystem vollständig geöffnet sind.

26. Verfahren nach Anspruch 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass bis zum Erreichen des Kalt-

start-Drehzahlwertes mögliche Drosseleinrichtungen im Ansaugsystem vollständig geöffnet sind.

27. Verfahren nach Anspruch 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass Drosseleinrichtungen im Ansaugsystem nach dem Erreichen der Enddrehzahl so angesteuert werden, dass das für einen stabilen Leerlauf der Verbrennungskraftmaschine erforderliche Luftvolumen durch die Drosselklappenstellung eingestellt ist.

28. Verfahren nach Anspruch 1 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass Drosseleinrichtungen im Ansaugsystem nach dem Erreichen der Kaltstartdrehzahl so angesteuert werden, dass das für einen stabilen Leerlauf der Verbrennungskraftmaschine erforderliche Luftvolumen durch die Drosselklappenstellung eingestellt ist.

29. Verfahren nach Anspruch 1 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass mit Absinken der Kaltstartdrehzahl auf den Enddrehzahlwert das Einleiten der Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine beginnt und mit Erreichen des Enddrehzahlwertes in Abhängigkeit von der Kurbelwellenstellung die Befeuerng entsprechend der Zündfolge mit dem Zylinder beginnt, welcher als erster einen vollständigen Ansaugtakt durchlaufen hat.

30. Verfahren nach Anspruch 1 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Kolbenbewegungen vom unteren zum oberen Totpunkt nach dem Erreichen der Kaltstartdrehzahl bis zum Erreichen der Enddrehzahl zur Vorwärmung der Verbrennungsluft genutzt werden.

31. Verfahren nach Anspruch 1 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass der Wert der Enddrehzahl in Abhängigkeit des Raildruckes während des Startzeitraumes korrigiert werden kann.

32. Verfahren nach Anspruch 1 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass sich der einzustellende Enddrehzahlwert umgekehrt proportional zur Katalysator und/oder Kühlmitteltemperatur verhält.

33. Verfahren nach Anspruch 1 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass sich der einzustellende Kaltstart-Drehzahlwert umgekehrt proportional zur Katalysator- und/oder Kühlmitteltemperatur verhält.

34. Verfahren nach Anspruch 1 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Aktivierung des Kaltstartregimes nach einer vorgegebenen Temperaturdifferenz am Katalysator zwischen erfaßter Ist- und vorgegebener Soll-Temperatur richtet.

35. Verfahren nach Anspruch 1 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass mit Unterschreiten eines Temperaturgrenzwertes der Katalysator- und/oder Kühl-

mitteltemperatur durch die Motorsteuerung ein Aufwärmregime aktiviert wird, welches die Öffnungsdauer der Auslaßventile im Ausstoßtakt entsprechend der einzustellenden Zieltemperatur steuert.

36. Verfahren nach Anspruch 1 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass mit Unterschreiten eines Temperaturgrenzwertes der Katalysator- und/oder Kühlmitteltemperatur durch die Motorsteuerung ein Aufwärmregime aktiviert wird, welches die Öffnungsdauer der Auslaßventile im Ausstoßtakt entsprechend der einzustellenden Motorlast steuert.

37. Verfahren nach Anspruch 1 bis 36, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Öffnungsdauer der Auslaßventile im Ausstoßtakt proportional zum Betrag der Temperaturunterschreitung zwischen der ermittelten Ist-Temperatur des Katalysators und/oder des Kühlmittels zur vorgegebenen Soll-Temperatur verhält.

38. Verfahren nach Anspruch 1 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass eine zusätzliche Aufheizung der Verbrennungsgase im Anschluß an den Arbeitstakt dadurch erreicht wird, indem das oder die Auslaßventil(e) während des Ausstoßtaktes für einen definierten Kolbenweg vom unteren zum oberen Totpunkt geschlossen bleiben.

39. Verfahren nach Anspruch 1 bis 38, dadurch gekennzeichnet, dass durch die zusätzliche Kompression der Verbrennungsgase im Ausstoßtakt eine Erhöhung der Motorlast zur Verkürzung der Aufheizphase des Katalysators erreicht wird.

40. Verfahren nach Anspruch 1 bis 39, dadurch gekennzeichnet, dass bis zum Erreichen des Enddrehzahlwertes mögliche Drosseleinrichtungen im Abgassystem vollständig geöffnet sind und auch das Wast-Gate eines optional vorhandenen Turboladers vollständig geöffnet ist.

41. Verfahren nach Anspruch 1 bis 40, dadurch gekennzeichnet, dass bis zum Erreichen des Kaltstart-Drehzahlwertes mögliche Drosseleinrichtungen im Abgassystem vollständig geöffnet sind und auch das Wast-Gate eines optional vorhandenen Turboladers vollständig geöffnet ist.

42. Verfahren nach Anspruch 1 bis 41, dadurch gekennzeichnet, dass die Auslaßventile temperatur- und motorlastgeführt zu Beginn des Ansaugtaktes während der Kolbenbewegung vom oberen zum unteren Totpunkt geöffnet werden und die Einlassventile geschlossen bleiben, um ein Rückströmen der Abgase in den Brennraum über die Dauer der Öffnung zu steuern.

43. Verfahren nach Anspruch 1 bis 42, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlaßventile der Verbren-

nungskraftmaschine während des Verbrennungsluftvorwärmregimes im Ansaugtakt in Abhängigkeit vom Schließzeitpunkt der Auslaßventile gesteuert werden und erst dann geöffnet werden, wenn ein Rückströmen von Abgasen in das Ansaugsystem ausgeschlossen werden kann.

44. Vorrichtung zur Steuerung der Inbetriebnahme von Verbrennungskraftmaschinen mit einer zylinderselektiv und arbeitsspielindividuell steuerbaren Kraftstoffeinspritzung und Dekompressionsöffnung und/oder vollvariabel ansteuerbaren Steuerungsorganen, dadurch gekennzeichnet, dass die vorangegangenen Ansprüche zur Inbetriebnahme als Algorithmen einer integrierte Steuereinheit in ein Motorsteuergerät eingebunden sind und über dieses in Form von optional ausführbaren Inbetriebnahmeregimen aufgerufen werden können.

45. Vorrichtung nach Anspruch 44, dadurch gekennzeichnet, dass zum Starten der Verbrennungskraftmaschine das Motorsteuergerät Signale an eine Stelleinrichtung ausgibt, welche die Dekompressionsöffnung und/oder die Auslassventile jedes Zylinders öffnet, sodass bei jeder Kolbenbewegung vom unteren zum oberen Totpunkt keine Kompressions- und/oder Dekompressionsarbeit verrichtet wird.

46. Vorrichtung nach Anspruch 44 und 45, dadurch gekennzeichnet, dass das Motorsteuergerät erst nach Beendigung der Energiezufuhr an die Starteinrichtung Signale an eine Kraftstoffregelrichtung ausgibt, wodurch über Einspritzventile der Verbrennungskraftmaschine Kraftstoff zugeführt wird und die Steuerungsorgane der jeweiligen Zylinder einen Arbeitstakt vor der Kraftstoffeinspritzung durch Signale des Motorsteuergerätes an eine Ventilstelleinrichtung in der An gesteuert werden, dass die Öffnungs- und Schließzeiten den im Motorsteuergerät gespeicherten Steuerzeiten und Ventilhuben entsprechen.

47. Vorrichtung nach Anspruch 44 bis 46, dadurch gekennzeichnet, dass das Motorsteuergerät zum Starten der Verbrennungskraftmaschine erst dann Signale an die Stelleinrichtungen für die Steuerungsorgane und die Kraftstoffregelrichtung ausgibt, wenn von einem Drehzahlsensor eine Enddrehzahl- und/oder ein Kaltstartdrehzahlwert der Kurbelwelle erfasst wurde.

48. Vorrichtung nach Anspruch 44 bis 47, dadurch gekennzeichnet, dass durch das Motorsteuergerät die Ansteuerung einer Dekompressionseinrichtung und/oder der Stelleinrichtungen für die Steuerungsorgane durch einen Soll-Ist-Vergleich erfolgt, wobei durch einen im Abgassystem befindlichen Temperatursensor die Ist-Abgastemperatur mit einer im Motorsteuergerät vorgegebenen Solltemperatur verglichen und/oder die Motorlast durch die zuge-

führte Kraftstoffmenge und die zugehörige Kurbelwellendrehzahl durch das Motorsteuergerät bestimmt ist.

49. Vorrichtung nach Anspruch 44 bis 48, dadurch gekennzeichnet, dass das Starten der Verbrennungskraftmaschine in der Art erfolgt, dass zuerst das Motorsteuergerät einen End- und/oder Kaltstartdrehzahlwert bestimmt, dann die Dekompressionsöffnungen und/oder die Steuerungsorgane jedes Zylinders über Stelleinrichtungen durch Signal des Motorsteuergerätes geöffnet werden, das Motorsteuergerät keine Signale zur Kraftstoffeinspritzung an die Kraftstoffregelrichtung ausgibt und dann der Startvorgang durch die Signalausgabe des Motorsteuergerätes an die Starteinrichtung eingeleitet wird und die Starteinrichtung erst dann vom Motorsteuergerät Signale zur Beendigung des Startvorganges erhält, wenn ein Drehzahlsensor die vorher bestimmte End- und/oder Kaltstartdrehzahl ermittelt hat.

50. Vorrichtung nach Anspruch 44 bis 49 dadurch gekennzeichnet, dass das Motorsteuergerät den Kaltstart- und/oder den Enddrehzahlwert auf der Grundlage von ermittelten Temperaturwerten bestimmt, die durch Temperatursensoren im Kühlsystem und/oder Abgassystem und/oder Kraftstoffsystem und/oder Ansaugsystem und/oder Abgassystem und/oder Schmierstoffsystem erfasst wurden.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

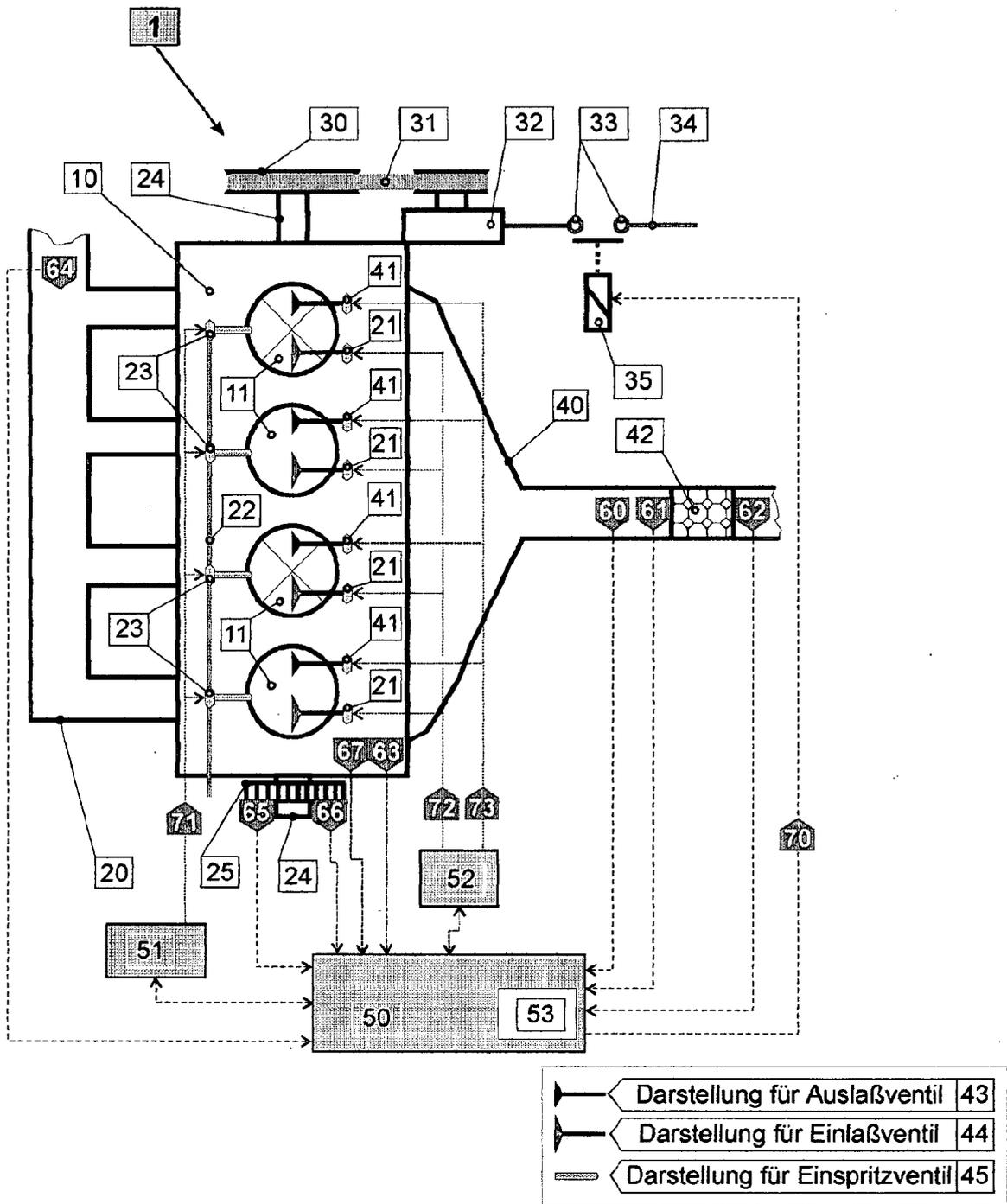


Fig. 1