

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. Juli 2006 (20.07.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/074636 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 41/30 (2006.01) F02D 35/00 (2006.01)
F02D 41/40 (2006.01) F02D 9/02 (2006.01)
F02D 41/34 (2006.01) F02P 1/00 (2006.01)
F02D 13/02 (2006.01)

AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2006/000011

(22) Internationales Anmeldedatum:

7. Januar 2006 (07.01.2006)

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2005 044 144.6 11. Januar 2005 (11.01.2005) DE
10 2005 001 245.0 11. Januar 2005 (11.01.2005) DE

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-
öffentlichen nach Erhalt des Berichts

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: MEHNERT, Jens [DE/DE]; Buchenweg 38,
08468 Heinsdorfergrund (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING INTERNAL COMBUSTION ENGINES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND EINE VORRICHTUNG ZUR STEUERUNG VON VERBRENNUNGSKRAFTMA-
SCHINEN

(57) Abstract: The invention relates to a method and to a device for controlling internal combustion engines. Said internal combustion engine (2) which is provided with an electromotor can be connected to a hybrid drive system (1). Sensor signals are detected by means of an integrated control unit (53) which is connected in an advantageous manner to the engine control device (50) and the operational state of the internal combustion engine or the hybrid drive system for each rotation is determined according to said sensor signals. A microprocessor is programmed in the integrated control unit such that control variables such as desired values for controlling control elements for the starter generator (30), the throttle valve (26), the injection valve (42), the inlet valve(44), the outlet valve (43) and/or a decompression device are determined and, if required, are output. The operation state of the internal combustion engine or the hybrid drive system is modified according to the invention.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung von Verbrennungskraftmaschinen, wobei die Verbrennungskraftmaschine (2) mit einem Elektromotor zu einem sogenannten hybriden Antriebssystem (1) verbunden sein kann. Mit Hilfe einer integrierten Steuereinheit (53), welche zweckmäßigerweise in das Motorsteuergerät (50) eingebunden ist, werden Sensorsignale erfasst und in Abhängigkeit dieser der Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine oder des hybriden Antriebssystems für jede Umdrehung der Kurbelwelle bestimmt. Ein Mikroprozessor in der integrierten Steuereinheit ist so programmiert, dass Stellgrößen als Sollwerte zur Ansteuerung von Stellgliedern für den Startergenerator (30), der Drosselklappe (26), die Einspritzventile (42), die Einlaß(44)-, Auslassventile (43) und/oder einer Dekompressionseinrichtung ermittelt und bei Erfordernis ausgegeben werden, wodurch der Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine oder des hybriden Antriebssystem erfindungsgemäß geändert wird.



WO 2006/074636 A2

Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung von Verbrennungskraftmaschinen

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine sichere und emissionsarme Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine bei minimalem Kraftstoffverbrauch, insbesondere bei Kaltstart und niedrigem Ladungszustand des Akkumulators sowie innerhalb eines hybriden Antriebssystems, zu ermöglichen. Außerdem soll keine signifikante Verlängerung des Startvorgangs eintreten sowie die Leistungsaufnahme des Hilfsaggregates zum Antrieb der Verbrennungskraftmaschine während des Anlassens gesenkt werden. Zusätzlich ist von Vorteil, dass sich das Ansprechverhalten der Verbrennungskraftmaschine, welche zu einem hybriden Antriebssystem gehört, insbesondere beim schnellen Wechsel vom unbefeuerten in den befeuerten Betriebszustand gegenüber derzeitigen Lösungen verkürzt, wodurch in der Folge auch kurze Schubbetriebsphasen der Verbrennungskraftmaschine zur Erzeugung und Speicherung von Energie genutzt und im Ergebnis der Kraftstoffverbrauch gesenkt werden kann. Darüber hinaus zeichnet sich die mitdrehende Verbrennungskraftmaschine innerhalb eines hybriden Antriebssystems durch eine minimale Aufnahme von kinetischer Energie aus dem Antriebsstrang während des unbefeuerten Betriebszustandes aus.

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 direkteinspritzenden 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 De-

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 Temperaturmodell 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.

Der Antrieb von Fahrzeugen durch ein hybrides Antriebssystem, bestehend aus der Kopplung von Verbrennungs- und Elektromotor(en), führt zu einer Reihe von Verbesserungen. Beim Antrieb eines Fahrzeugs durch den Elektromotor entstehen keine direkten Schadstoffemissionen. Wird darüber hinaus bei einem hybrid angetriebenem Fahrzeug ein Teil der kinetischen Energie während der Fahrzeugverzögerung in elektrische Energie umgewandelt und in Batterien gespeichert, sinkt zusätzlich der Kraftstoffverbrauch, da diese gespeicherte Energie wieder zum Antrieb des Fahrzeuges genutzt werden kann. Ausführungsbeispiele für hybride Antriebssysteme werden beispielsweise in der europäischen Patentschrift EP 0762957B1 mit dem Ziel der Verkleinerung der Größe des Verbrennungsmotors, in der europäischen Patentschrift EP 0648635B1 mit dem Ziel eines optimalen Zusammenschaltens der Antriebsaggregate durch Zusammenführung des Reihen- und Paralleltyps oder in der europäischen Patentschrift EP 0848671B1 mit dem Ziel einer optimalen Lastverteilung zwischen der Verbrennungskraftmaschine und der Batterie zur Verbesserung des Wirkungsgrades und Verlängerung der Lebensdauer, beschrieben. Die Ausnutzung der Bremsenergie zur Batterieladung ist insbesondere in der Offenlegungsschrift DE 19958403A1 Gegenstand, wobei mit unbefuerter Verbrennungskraftmaschine das Ziel besteht, Zuckbewegungen der Kurbelwelle aus ihrer Stillstands-Drehwinkelposition heraus zu verhindern oder zu reduzieren.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sich die bekannten Maßnahmen zur Kraftstoffverbrauchssenkung und Schadstoffreduktion für die betrachteten Betriebszustände 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 Start- oder Mitlaufvorgangs 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 festzustellen, dass ein hoher kurzzeitiger Strombedarf zur Überwindung der Reibungs- und innermotorischen Widerstände notwendig ist. Insbesondere bei Kaltstart und niedrigem Ladungsniveau der Akkumulatoren sowie bei kurzzeitigen Schubbetriebsphasen führen diese hohen Widerstände zur teilweisen oder sogar vollständigen Aufhebung der getroffenen Maßnahmen zur Verringerung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemission.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch ein Verfahren und eine Vorrichtung gemäß den in den Ansprüchen genannten Merkmalen gelöst. Die im Rahmen der Erfindung betrachteten Betriebszustände können in "Inbetriebnahme", welcher mit dem Anlassen der Verbrennungskraftmaschine einsetzt und bis zum Zeitpunkt des Erreichens der Betriebstemperatur der Verbrennungskraftmaschine und/oder des Katalysators andauert sowie in ein Mitlaufstart-Regime und in ein Mitlaufbeendigungs-Regime, welches den Übergang der Verbrennungskraftmaschine innerhalb eines hybriden Antriebssystems vom Last- in den Schubetrieb, wobei der Wechsel vom befeuerten in den unbefeuerten Betriebszustand (und umgekehrt) gesteuert wird, unterteilt werden. Erfindungsgemäß ist demnach vorgesehen, dass durch eine integrierte Steuereinheit Sensordaten erfasst werden, welche ein Mikroprozessor verarbeitet und im Ergebnis Sollwerte für Stellglieder bereitstellt. Erfindungsgemäß werden folgende Varianten in der integrierten Steuereinheit bereitgestellt:

- (1) Startregime (Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine bei betriebswarmen Katalysator)
- (2) Kaltstartregime (Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine mit Umgebungstemperatur)
- (3) Aufwärmregime (Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine bei nicht betriebswarmen Katalysator)
- (4) Mitlaufstart-Regime
- (5) Mitlaufbeendigungs-Regime

Das Startregime (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 so erfolgt, dass 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 Δn_s von der Enddrehzahl n_1 bis zur Leerlaufdrehzahl n_L ($n_1 > n_L$ und $n_1 = \Delta n_s + n_L$). 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 dementsprechend angesteuerten Steuerorganen und geschlossenem Dekompressionsventil erreicht hat.

Das Kaltstartregime (2) ist dadurch gekennzeichnet, dass die Enddrehzahl um einen Drehzahlbeitrag 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 des 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 Verbren-

nungskraftmaschinen 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 Steuerungsorganen 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 jeweils erstem durchlaufenem Ansaugtakt 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 n_1 erfolgt die bereits beschriebene Verfahrensweise zum Starten der Verbrennungskraftmaschine entsprechend dem beschriebenen Startregime (1).

Das Aufwärmregime (3) ist durch zwei optional ausführbare Unterregime gekennzeichnet. Diese können als

(3.1) Abgasaufwärmregime und

(3.2) Verbrennungsluftvorwärmregime

bezeichnet werden. Im Rahmen des Abgasaufwärmregimes (3.1) erfolgt durch eine temperaturabhängige Schließdaueranpassung des (oder der) Auslaßorgans(e) der Verbrennungskraftmaschine während jedes Ausstoßtaktes eine Steigerung der Abgastemperatur und der Brennraumoberflächen, indem die Abgase nicht zu Beginn jedes Ausstoßtaktes ausgeschoben, sondern last- und katalysatortemperaturabhängig wieder komprimiert werden. Bei dieser Verfahrensweise besteht ein proportionales Verhalten zwischen dem Temperaturniveau der Abgase und der Schließdauererlängerung 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 bewirkt, 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.

Ebenfalls ist es möglich und sinnvoll, das Abgasaufwärmregime (3.1) erfindungsgemäß 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) zusätzlich auch während des Einsatzes der Verbrennungskraftmaschine außerhalb der erfindungsgemäßen Regime zu steuern.

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 Öff-

nungszeitpunkt 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 für alle Ausführungsarten von Verbrennungskraftmaschinen einheitliche Vorgabe dieser Steuerungsparameter für das (oder die) Ein- und/oder Auslaßorgans(e) ist auf Grund der sehr unterschiedlichen Gestaltungsformen nicht umsetzbar und jeweils unter Beachtung der Randbedingungen zu ermitteln und in die integrierte Steuereinheit einzubinden.

Erfindungsgemäß werden zur Sicherung einer unter allen Betriebsbedingungen der Verbrennungskraftmaschine erfolgreichen Inbetriebnahme eine Reihe von Umgebungs- und Verbrennungskraftmaschinenparametern vor Beginn des Inbetriebnahmeregims erfaßt, damit die vorzugebenden 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 Starticherheit 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.

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.

Das Mitlaufstart-Regime (4) steuert den Übergang der Verbrennungskraftmaschine vom Last- in den Schubetrieb, somit den Wechsel vom befeuerten in den unbefeuerten Betriebszustand, wobei die Verbrennungskraftmaschine Bestandteil eines hybriden Antriebssystems ist. In Erweiterung auf eine Fahrpedalstellung, welche eine Beendigung der Kraftstoffzufuhr zur Verbren-

nungskraftmaschine signalisiert, erfolgt zunächst in Abhängigkeit vom Ladezustand der Batterien und dem eventuellem Vorliegen eines Schaltungssignals für einen Gangwechsel die Entscheidung, ob das Mitlaufstart-Regime durch die integrierte Steuereinheit aufgerufen wird. Ist dies der Fall, bleibt die Verbindung Kurbelwelle - Antriebsstrang bestehen und auch die mögliche Einstellung eines Drehzahlschlupfes zwischen Kurbelwellen- und Antriebsstrangdrehzahl an der entsprechenden Kopplungsstelle erhält die Drehzahl der Kurbelwelle auf einem gleichem oder größerem Drehzahlwert als der jeweilige Leerlauf-Drehzahlwert der Verbrennungskraftmaschine. Vielmehr führt eine Fahrpedalstellung in der Nulllage in Kombination mit dem Aktivieren des Mitlaufstart-Regimes durch die integrierte Steuereinheit dazu, dass zuerst die Kraftstoffzufuhr abgeschaltet und gegebenenfalls die Einleitung von Zündsignalen unterbunden wird. Im Anschluß werden mit Hilfe einer im Brennraum jedes Zylinders befindlichen Dekompressionseinrichtung durch Öffnung dieser im Verdichtungs- und Verbrennungstakt die arbeitsprinzipbedingten Kompressions- und Entspannungstakte unterbunden, so dass es zu keiner Kompression oder Entspannung der Ansaugluft kommt. Bei Ausführungen von Verbrennungskraftmaschinen mit variabel ansteuerbaren Steuerorganen kann die Dekompressionseinrichtung entfallen und deren Aufgabe durch eine entsprechende Ansteuerung der Steuerorgane übernommen werden. Zeitgleich erfolgt die vollständige Öffnung von eventuell vorhandenen Drosseleinrichtungen im Ansaug- und Abgassystem. Ebenfalls wird ein möglicher Turboladerbypass (Waste Gate) vollständig geöffnet. Liegt eine einlaßventilgesteuerte Ausführungsart einer Verbrennungskraftmaschine vor, so erfolgt die Ansteuerung der Öffnungszeiten der Einlaßventile in der Art, dass beim Ansaugtakt eine vollständige Öffnung beim unteren Totpunkt vorgenommen wird und das Einlaßventil erst mit Erreichen des oberen Totpunktes wieder schließt. Im Ergebnis dieser Maßnahmen führt das Mitlaufstart-Regime dazu, dass die Verbrennungskraftmaschine in einen geschleppten Betriebszustand übergeht, welcher dadurch gekennzeichnet ist, dass sich die Verbrennungskraftmaschine ohne Kompressions- und Entspannungsarbeit zu verrichten mit minimalem Energieeinsatz in Bezug auf den Ladungswechsel dreht. Zur Sicherung einer sofortigen Inbetriebnahme ist dennoch der erforderliche Luftmengenumsatz vorhanden. Außerdem bleibt auf Grund des Mitdrehens der Verbrennungskraftmaschine der Raildruck bei entsprechenden Ausführungsformen auf einem Niveau, welches auch eine sofortige Inbetriebnahme sicherstellt. Ebenfalls wird die Rotationsbewegung des Laufzeugs eines möglicherweise vorhandenen Turboladers durch den Luftmengenumsatz erhalten und in Folge dessen ist ein kurzfristiges Ansprechen gewährleistet. Darüber hinaus trägt die kinetische Energie der Verbrennungskraftmaschine zum Zeitpunkt der Aktivierung des Mitlaufstart-Regimes zusätzlich zur Erzeugung elektrischer

Energie bei und bleibt nicht ungenutzt oder muss sogar durch zusätzlichen Aufwand abgebaut werden.

Das Mitlaufbeendigungs-Regime (5) steuert den Übergang der Verbrennungskraftmaschine vom Mitlaufstart-Regime in den befeuerten Betriebszustand, somit vom Schub- in den Lastbetrieb, wobei die Verbrennungskraftmaschine Bestandteil eines hybriden Antriebssystems ist. In Erwiderung auf eine Fahrpedalstellung, welche eine Leistungsanforderung durch Betätigung signalisiert, erfolgt zunächst eine Überprüfung, ob die angeforderte Last allein durch eine Umwandlung der in den Batterien gespeicherten elektrischen Energie in Antriebsenergie möglich und durch den Startergenerator auch umsetzbar ist. In diesem Fall kann die vorgegebene Lastanforderung ausschließlich durch den Startergenerator umgesetzt werden. Eine weitere und über die Kapazität des elektrischen Antriebsaggregates hinausgehende Lasterhöhung führt zur Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine. Dadurch erfolgt mit Überschreiten dieser Lastschwelle die Deaktivierung des Mitlaufstart-Regimes durch die integrierte Steuereinheit und gleichzeitig wird das Mitlaufbeendigungs-Regime aktiviert. Im Ergebnis werden zuerst die geöffneten Dekompressionseinrichtungen geschlossen und die Steuerorgane entsprechend der im Steuerdiagramm vorgegebenen Zeiten sowie in Abhängigkeit von der Kurbelwellenstellung angesteuert. Möglicherweise im Ansaug- und Abgassystem vorhandene Drosseleinrichtungen werden ebenso in eine entsprechende Lage eingestellt wie der Turboladerbypass (Waste Gate) bei derart ausgeführten Verbrennungskraftmaschinen. Die einzustellende Lastanforderung wird durch die Stellung des Fahrpedals und die anliegende Kurbelwellendrehzahl repräsentiert und stellt einen einzustellenden Betriebspunkt im Motorenkennfeld dar. Dieser einzustellende Betriebspunkt liefert die Werte für die einzustellenden Betriebsparameter für die Verbrennungskraftmaschine, wie Einspritzmenge und -zeitpunkt, Öffnungs- und Schließzeiten der Steuerorgane, Einstellungswinkel für Drosselelemente im Ansaug- und/oder Abgassystem, Zündzeitpunkt und/oder Stellung des Waste-Gates. Dies führt somit dazu, dass wegen der erhöhten Lastanforderung die Befeuerung mit dem Zylinder der Verbrennungskraftmaschine beginnt, welcher als erster einen dem Betriebspunkt entsprechenden Ansaugtakt durchlaufen hat und dadurch ein entsprechendes Verbrennungsluftvolumen angesaugt hat. In Analogie zur Zündfolge der Verbrennungskraftmaschine werden dann nacheinander alle weiteren Zylinder wieder befeuert, indem die integrierte Steuereinheit dem Betriebspunkt repräsentierende Betriebsparameter ansteuert. Bei Ausführungen mit Fremdzündung werden außerdem mit dem Durchlaufen der Ansaugtakte auch die Ansteuerungen für die Zündeinrichtungen aktiviert und Zündimpulse entsprechend dem Betriebspunkt durch die integrierte Steuereinheit für alle Zylinder ausgegeben. Mit dem Übergang zu

einer vollständigen Befeuerung der Verbrennungskraftmaschine deaktiviert die integrierte Steuereinheit das Mitlaufbeendigungs-Regime. Die Maximaldauer, um die Verbrennungskraftmaschine durch das Mitlaufbeendigungs-Regime in den befeuerten Betriebszustand zu überführen, beträgt somit für eine nach dem Vier-Takt-Verfahren arbeitende Verbrennungskraftmaschine mit vier Zylindern maximal drei Umdrehungen der Kurbelwelle.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird ferner durch eine Vorrichtung gelöst, welche sich außerdem durch einen modularen und an die beschriebenen Regimevarianten (1) bis (5) angelehnten Aufbau optionaler Regimemodule auszeichnet. Vorzugsweise ist die erfindungsgemäße Vorrichtung als eine in ein vorhandenes Motorsteuergerät integrierte Steuereinheit gekennzeichnet, welche entsprechende Verarbeitungsfunktionen für Sensordaten umfaßt. Die jeweilige Regimevariante wird dabei in Abhängigkeit relevanter Motorparameter mit Hilfe eines Mikroprozessors abgerufen, wobei die Motorparameter von Sensoren permanent erfasst werden und im Anschluß durch Stelleinrichtungen in Richtung vorgegebener Sollwerte unter Nutzung der im Mikroprozessor gespeicherten Programme gesteuert. Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

Die Erfindung wird durch folgende Abbildungen (Fig.) beispielhaft veranschaulicht. Diese zeigen:

Fig. 1: Prinzipdarstellung einer Verbrennungskraftmaschine mit Kraftstoffdirekteinspritzung und variablen Steuerungsorganen sowie Mitteln zur Umsetzung der Inbetriebnahmeregime.

Fig. 2: Schematisierte Darstellung eines hybriden Antriebssystems 1, bestehend aus einer Verbrennungskraftmaschine 2 und einem Startergenerator 30, welches zum Antrieb eines nicht dargestellten Kraftfahrzeuges bestimmt ist sowie Mitteln zur Umsetzung des Mitlaufstart- und Mitlaufbeendigungsregimes.

Fig. 1 zeigt in schematisierter Darstellung eine Verbrennungskraftmaschine 2, die zum Antrieb eines nicht dargestellten Kraftfahrzeuges bestimmt ist und die aus einer Zylinderbank 10 mit vier in Reihe angeordneten Zylindern 11 besteht. Für die Beschreibung des Startregimes (1) kann die Verbrennungskraftmaschine 2 in einer fremd- oder selbstzündenden Bauart ausgeführt sein, wobei in Fig. 1 keine Komponenten des Zündsystems dargestellt sind. Die Verbrennungskraftmaschine 2 verfügt über eine Kraftstoff-Direkteinspritzung, bestehend aus einem Kraftstoffleitungssystem 22 mit daran angeschlossenen Einspritzventilen 42 sowie einer Stelleinrichtung für diese Einspritzventile 23, durch welche der Kraftstoff direkt in die Brennräume der Zylinder 11 eingespritzt wird. Bei fremdgezündet ausgeführten Verbrennungskraftmaschinen 2 kann es sich alter-

nativ 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 arbeitsspielindividuell, durch das Motorsteuergerät 50 in Kombination mit der Einspritzsteuereinrichtung 51, gesteuert werden. Die der Verbrennungskraftmaschine 2 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 2 verlassendes Abgas wird durch einen Abgaskrümmter mit Abgaskanal 40 und optional anschließend über einen nicht in Fig. 1 dargestellten Turbolader an einen (oder auch mehrere) Katalysator(en) 47 geleitet und mittels diesem gereinigt. Die Steuerung von Betriebsparametern der Verbrennungskraftmaschine 2, 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 Ansteuersignale 70, 72, 71 über einen CAN-Bus realisiert werden. Das Motorsteuergerät 50 erfaßt mit Hilfe geeigneter Sensoren 66, 81, 82, 83, 84, 61, 62, 67 alle relevanten Betriebsparameter, welche zur Inbetriebnahmesteuerung der Verbrennungskraftmaschine 2 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 2 gemäß der vorliegenden Erfindung umfaßt.

Wie in der Erfindungsdarstellung bereits erläutert, besteht insbesondere beim Anlassen von Verbrennungskraftmaschinen 2 das Problem einer hohen Leistungsaufnahme durch den Startergenerator 30, meist repräsentiert in Form von hohen Anlaßstromstärken. Erfindungsgemäß wird dieses Problem deutlich reduziert, indem während des Anlassens der Verbrennungskraftmaschine 2 das Motorsteuergerät 50 das Startregime (1) der integrierten Steuereinheit 53 aktiviert. Im Rahmen dieses Ausführungsbeispiels besitzt die Verbrennungskraftmaschine 2 eine vollvariable Auslaßventilbetätigung 41, deren Ansteuerung mittels einer Ventilsteuereinrichtung 52 erfolgt und über das Motorsteuergerät 50 gemanagt wird. Mit Betätigung eines nicht dargestellten Anlaßtasters 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 anschließenden Kolbenbewegung von OT nach UT bis zur entsprechenden Enddrehzahl. Die jeweilige Enddrehzahl wird mit aktivieren des Startregimes (1) auf der Basis der abgerufenen Sensordaten 81, 82, 83, 84, 67 durch die integrierte Steuereinheit 53 vorgegeben. Mit Hilfe des Drehzahlsensors 61 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 Kraftstoffregelung 51, welche ein Ansteuersignal an die Stelleinrichtungen für die Einspritzventile 23 zur Kraftstoffabschaltung ausgibt, wodurch keine Kraftstoffzufuhr über die Einspritzdüsen 70 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 30, welcher zum Anlassen der Verbrennungskraftmaschine 2 eingesetzt wird, weist in diesem Ausführungsbeispiel eine permanente Verbindung mittels eines Zahnriemens 37 mit der Verbrennungskraftmaschine 2 auf, welche durch ein Kurbelwellenabtriebsrad 36 umgesetzt wird. Die Stromzufuhr zum Startgenerator 30 wird nach dem Erreichen der Enddrehzahl durch einen Magnetschalter 35 abgeschaltet, welcher ein entsprechendes Ansteuersignal für den Startergenerator 74 von der integrierten Steuereinheit 53 erhält. Der sich nun anschließende Start der Verbrennungskraftmaschine 2, 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 Signalseingangs Enddrehzahl im Motorsteuergerät 50 über die integrierte Steuereinheit 53 ein Ansteuersignal für den Startergenerator 74 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 62 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 Befeuerung 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 2 durch Ausgangssignale des Motorsteuergerä-

tes 50 an die jeweiligen Stelleinrichtungen 51, 52, 23 21, 41. Die Befeuerung der Zylinder 11, unter Beachtung der vorgegebenen Zündfolge, pflanzt sich bis zur vollständigen Befeuerung aller Zylinder 11 der Verbrennungskraftmaschine 2 fort. Mit dem Einstellen der Leerlaufdrehzahl und vollständiger Befeuerung der Verbrennungskraftmaschine 2 deaktiviert das Motorsteuergerät 50 das Startregime (1) der integrierten Steuereinheit 53.

Für die Beschreibung des Kaltstartregimes (2) wird ebenfalls die in Fig. 1 dargestellte Verbrennungskraftmaschine 2 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 47 zwischen Ist- und im Motorsteuergerät 50 abgelegten Betriebstemperatur. Die Temperatursensoren am Katalysatorein- 81 und -austritt 82 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 81, 82, 83, 84, 61, 62, 67 wird durch die integrierte Steuereinheit 53 die erforderliche Kaltstart- und Enddrehzahl bestimmt. Die Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine 2 erfolgt anschließend in gleicher Weise wie beim zuvor beschriebenen Startregime (1), jedoch wird die Kurbelwelle 24 durch den Startergenerator 30 über den Enddrehzahlwert hinaus bis zur Kaltstartdrehzahl angetrieben. Mit Erreichen der Kaltstartdrehzahl, welche durch den Sensor für die Kurbelwellendrehzahl 61 gemessen und an das Motorsteuergerät 50 übertragen wurde, wird die Stromzufuhr zum Startergenerator 30 durch einen Magnetschalter 35 abgeschaltet, welcher in diesem Moment ein entsprechendes Ansteuersignal für den Startergenerator 74 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 74 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 dass 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 Kolben-

bewegung 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 61 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 62 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 62 beginnt. Damit verbunden ist die Einstellung entsprechender Motorbetriebsparameter (beispielsweise Beginn der Kraftstoffzufuhr je Zylinder, Menge des zugeführten Kraftstoffs, Zündwinkel) zur Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine 2 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.

Für die Beschreibung des Aufwärmregimes (3) wird ebenfalls die in Fig. 1 dargestellte Verbrennungskraftmaschine 2 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 47 zwischen Ist- und im Motorsteuergerät 50 abgelegter Betriebstemperatur, welche durch die Temperatursensoren am Katalysatorein- 81 und –austritt 82 gemessen wurde. Im Ergebnis ruft das Motorsteuergerät 50 das Aufwärmregime (3) in der integrierten Steuereinheit 53 ab. Auf der Grundlage der Sensordaten 66, 81, 82, 83, 84, 61, 62, 67 wird durch die integrierte Steuereinheit 53 die temperaturabhängige Schließduranpassung 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 Verbrennungskraftmaschine 2.

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 47 zwischen Ist- und der im Motorsteuergerät 50 abgelegten Betriebstemperatur, welche durch die Temperatursensoren am Katalysatorein- 81 und –austritt 82 gemessen wurde, das Aktivierungsereignis. Entsprechend des festgestellten Wertes der Temperaturdifferenz sendet die integrierte Steuereinheit 53 Signale an die Ventilsteuereinrichtung 52. 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 katalysatortemperaturegeführt. Zu diesen Parametern zählen unter anderem das aktuelle Lastniveau der Verbrennungskraftmaschine 2, die Stellung eines nicht in Fig. 1 dargestellten Fahrpedals, der Katalysator-temperatur 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 2.

Fig. 2 zeigt in schematisierter Darstellung ein hybrides Antriebssystem 1, bestehend aus einer Verbrennungskraftmaschine 2 und einem Startergenerator 30, welches zum Antrieb eines nicht dargestellten Kraftfahrzeuges bestimmt ist. Die Verbrennungskraftmaschine 2 besteht aus einer Zylinderbank 10 mit vier in Reihe angeordneten Zylindern 11. Die Verbrennungskraftmaschine 2 kann in einer fremd- oder selbstzündenden Bauart ausgeführt sein, wobei in Fig. 2 keine Kom-

ponenten des Zündsystems dargestellt sind. Die Verbrennungskraftmaschine 2 verfügt über eine Kraftstoff-Direkteinspritzung, bestehend aus einem Kraftstoffleitungssystem 22 mit daran angeschlossenen Einspritzventilen 42 sowie einer Stelleinrichtung für diese Einspritzventile 23, durch welche der Kraftstoff direkt in die Brennräume der Zylinder 11 eingespritzt wird. Bei fremdgezündet ausgeführten Verbrennungskraftmaschinen 2 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 arbeitsspielindividuell durch das Motorsteuergerät 50 in Kombination mit der Einspritzsteuereinrichtung 51 gesteuert werden. Die der Verbrennungskraftmaschine 2 zugeführte Luftmenge wird über eine im Ansaugrohr 20 angeordnete Drosselklappe 26 gesteuert. Die Stellung der Drosselklappe 26 wird durch den Sensor für Drosselklappenstellung 60 und die der Verbrennungskraftmaschine 2 zugeführte Luftmenge über den Sensor zur Luftmassenmessung 63 erfasst und an das Motorsteuergerät 50 übertragen. Die Einstellung des Drosselklappenwinkels erfolgt durch das Motorsteuergerät 50 durch das Ansteuersignal für Drosselklappenstellung 73. Ein die Verbrennungskraftmaschine 2 verlassendes Abgas wird durch einen Abgaskrümmern mit Abgaskanal 40 und optional anschließend über einen nicht in Fig. 2 dargestellten Turbolader an einen (oder auch mehrere) ebenfalls nicht in Fig. 2 dargestellten Katalysator(en) geleitet und mittels diesem gereinigt. Die Steuerung von Betriebsparametern der Verbrennungskraftmaschine 2, wie beispielsweise Menge und Einspritzbeginn des zugeführten Kraftstoffes, Ansaugluftmenge, Zündzeitpunkt sowie Motordrehzahl und Ventilsteuerzeiten, erfolgt über ein Motorsteuergerät 50, welches wiederum die Ventilsteuereinrichtung 52 und/oder die Einspritzsteuereinrichtung 51 ansteuert, wobei die Ansteuersignale 70, 71, 72 über einen CAN-Bus realisiert werden. Das Motorsteuergerät 50 erfasst mit Hilfe geeigneter Sensoren 60, 61, 62, 63, 64, 65 relevante Betriebsparameter, welche zur Steuerung des Mitlaufstart- und Mitlaufbeendigungs-Regimes der Verbrennungskraftmaschine 2 notwendig sind. In das Motorsteuergerät 50 ist eine integrierte Steuereinheit 53 eingebunden, welche Algorithmen zur Steuerung der Verbrennungskraftmaschine 2 gemäß der erfindungsgemäßen Regime umfaßt.

Das Mitlaufstart-Regime (4) steuert den Übergang der Verbrennungskraftmaschine vom Last- in den Schubetrieb und somit vom befeuerten in den unbefeuerten Betriebszustand. In Erwiderung auf eine Fahrpedalstellung 64, welche eine Beendigung der Kraftstoffzufuhr zur Verbrennungskraftmaschine 2 signalisiert, erfolgt zunächst in Abhängigkeit vom Ladezustand 65 der Batterien 46 und dem Vorliegen eines Schaltungssignals für einen Gangwechsel die Entscheidung, ob das

Mitlaufstart-Regime durch das Motorsteuergerät 50 aufgerufen wird. Die Aktivierung des Mitlaufstart-Regimes unterbleibt, wenn der Ladezustand der Batterien 46 über einem Schwellwert liegt oder durch Kupplungs- oder Schaltgeberbetätigung ein Gangwechsel bevorsteht. Ist dies nicht der Fall, bleibt die Kopplungsstelle Verbrennungskraftmaschine – Startergenerator 32 bestehen und auch die mögliche Einstellung eines Drehzahlschlupfes zwischen Kurbelwellen- und Antriebsstrangdrehzahl an der entsprechenden Kopplungsstelle 32 erhält die Drehzahl der Kurbelwelle 24 auf einem gleichem oder größerem Drehzahlwert als der jeweilige Leerlauf-Drehzahlwert der Verbrennungskraftmaschine 2. Vielmehr führt die Aktivierung des Mitlaufstart-Regimes dazu, dass durch die integrierte Steuereinheit 53 zuerst die Kraftstoffzufuhr durch die Kraftstoffregleinrichtung 51 abgeschaltet und gegebenenfalls die Einleitung von Zündsignalen unterbunden wird. Im Anschluß werden mit Hilfe der Ventilsteuereinrichtung 52 sowohl die Auslaßventile 43 jedes Zylinders 11 bei jeder Kolbenbewegung vom unteren zum oberen Totpunkt als auch die Einlassventile 44 jedes Zylinders 11 bei jeder Kolbenbewegung vom oberen zum unteren Totpunkt geöffnet. Gleichzeitig erhält die Drosselklappe 26 von der integrierten Steuereinheit 53 ein Ansteuersignal für die Drosselklappenstellung 73, welches zur vollständigen Öffnung führt. Die komplette Umsetzung der von der integrierten Steuereinheit 53 ausgegebenen Steuerbefehle bewirkt, dass die Verbrennungskraftmaschine 2 in einen geschleppten Betriebszustand übergeht, welcher dadurch gekennzeichnet ist, dass sich die Verbrennungskraftmaschine 2 ohne Kompressions- und Entspannungsarbeit zu verrichten mit minimalem Energieeinsatz dreht. Auf Grund dieses Mitdrehens der Verbrennungskraftmaschine 2 bleibt auch der Raildruck im Kraftstoffleitungssystem 22 auf einem Niveau, welches eine sofortige Wiederinbetriebnahme sicherstellt.

In Erwiderung auf eine Fahrpedalstellung 64, welche eine Lastanforderung durch Betätigung des Fahrpedals 45 signalisiert und durch die elektrische Antriebseinheit 30, 31, 46 allein nicht umsetzbar ist, wird zuerst das Mitlaufstart-Regime durch das Motorsteuergerät 50 in der integrierten Steuereinheit 53 deaktiviert und das Mitlaufbeendigungs-Regime (5) in der integrierten Steuereinheit 53 aktiviert. Im Anschluß werden die Einlaß- 44 und Auslassventile 43 durch die Ventilsteuereinrichtung 52 entsprechend der im Steuerdiagramm vorgegebenen Zeiten in Abhängigkeit von der ermittelten Kurbelwellenstellung 62 angesteuert. Die Drosselklappe 26 wird in Reaktion auf die Lastanforderung durch die integrierte Steuereinheit 53 durch ein Ansteuersignal für Drosselklappenstellung 73 in eine der Lastanforderung entsprechende Lage eingestellt. Dies führt dazu, dass mit der Betätigung des Fahrpedals 45 die Befuerung mit dem Zylinder 11 beginnt, welcher als erster einen dem Betriebspunkt entsprechenden Ansaugtakt durchlaufen hat,

bei welchem sowohl die Ventilsteuereinrichtung 52 das Einlassventil 44 über die Stelleinrichtung für Einlassventil 21 während der gesamten Kolbenbewegung vom oberen zum unteren Totpunkt unter Berücksichtigung des Steuerdiagramms gesteuert hat als auch die Drosselklappe 26 durch ein Ansteuersignal für Drosselklappenstellung 73 in eine dem Betriebspunkt entsprechende Stellung gebracht wurde. Der sich anschließende Verdichtungstakt dieses Zylinders 11 leitet den Wiederbeginn des befeuerten Betriebszustandes ein. Dabei wird durch die integrierte Steuereinheit 53 über die Kraftstoffregeleinrichtung 51 eine dem Betriebspunkt repräsentierende Kraftstoffmenge bei einer definierten Kurbelwellenstellung zur Einspritzung durch die Stelleinrichtungen für die Einspritzventile 51 eingestellt und diese über das Einspritzventil 42 eingespritzt. Dieser Wiederinbetriebnahme-Prozess pflanzt sich entsprechend der Zündfolge bis zur Befeuerung aller Zylinder 11 der Verbrennungskraftmaschine 2 fort. Mit dem Durchlaufen der Ansaugtakte erfolgen auch die Ansteuerungen für die nicht in Fig. 2 dargestellten Zündeinrichtungen, wodurch entsprechend dem einzustellendem Betriebspunkt durch das Motorsteuergerät 50 Zündimpulse für alle Zylinder 11 ausgegeben werden. Mit dem Übergang zu einer vollständigen Befeuerung aller Zylinder 11 der Verbrennungskraftmaschine 2 deaktiviert das Motorsteuergerät 50 das Mitlaufbeendigungs-Regime der integrierten Steuereinheit 53.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung von Verbrennungskraftmaschinen mit einer zylinderselektiv und arbeitsspielindividuell steuerbaren Kraftstoffeinspritzung und/oder Ladungswechselsteuerung, dadurch gekennzeichnet, dass eine integrierte Steuereinheit den Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine charakterisierende Sensordaten erfasst und daraus den Betriebszustand dieser bestimmt, wodurch Sollwerte für Stelleinrichtungen zum Öffnen und/oder Schließen der Dekompressionseinrichtung jedes Zylinders, zum Öffnen und/oder Schließen der Ladungswechselsteuerungsorgane jedes Zylinders, zum Öffnen und/oder Schließen der Einspritzventile jedes Zylinders, zum Öffnen und/oder Schließen der Drosselklappe, zum Öffnen und/oder Schließen der Energiezuführung zur Anlasseinrichtung ausgegeben werden und dadurch der ermittelte Soll-Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine eingestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktionen der Dekompressionseinrichtung durch die Steuerorgane der Verbrennungskraftmaschine übernommen werden, wodurch die Dekompressionseinrichtungen entfallen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass mittels eines Diagnosefunktionsmoduls erfasste Fehlfunktionen in der Signalverarbeitung innerhalb der integrierten Steuereinheit in einer Datensicherung durch das Motorsteuergerät auslesbar archiviert werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass während der Inbetriebnahme Temperaturparameter und/oder Motorlast- und/oder Drehzahlwerte durch die integrierte Steuereinheit abgefragt werden, um Sollwerte für die Stelleinrichtungen je nach ermittelten Eingangsdaten unter Nutzung gespeicherter Betriebszustandsvarianten innerhalb der integrierten Steuereinheit aufzurufen.
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ansteuersignal für die Starteinrichtung der Verbrennungskraftmaschine nach Durchlauf nachfolgender Verfahrensschritte durch die integrierte Steuereinheit 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 Kraftstoffregelung, der Fremdzündsteuerung und der Energiezufuhr zur Starteinrichtung, der Bereitstellung von Sollwerten für die End- und/oder Kaltstartdrehzahl in Abhängigkeit der erfassten Temperatursignale.
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 dieser Sensordaten durch die integrierte Steuereinheit ein End- und/oder Kaltstart-Drehzahlwert bestimmt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Einleiten der Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine und bis zum Erreichen eines Enddrehzahlwertes und/oder Kaltstart-Drehzahlwertes keine Zuführung von Kraftstoff und keine Einleitung von Zündsignalen erfolgt.

8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Einleiten der Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine und mit Erreichen eines Enddrehzahlwertes und/oder Kaltstart-Drehzahlwertes in Abhängigkeit von der Kurbelwellenstellung die Dekompressionseinrichtung geschlossen wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Einleiten der Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine und mit Erreichen eines Enddrehzahlwertes und/oder Kaltstart-Drehzahlwertes die Strom- oder Medienzufuhr zur Anlasseinrichtung unterbrochen wird und die Befeuerung der Verbrennungskraftmaschine ohne ein im Eingriff stehende Anlasseinrichtung erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, 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.

11. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Übergang vom End und/oder Kaltstart-Drehzahlwertes in den befeuerten Zustand der Verbrennungskraftmaschine unter Ausnutzung der durch eine Starteinrichtung eingetragenen kinetischen Energie erfolgt.

12. Verfahren nach Anspruch 1 bis 11, 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.

13. Verfahren nach Anspruch 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass mit erreichter Kaltstartdrehzahl die Auslaßventile bei der ersten vollständigen Kolbenbewegung vom UT nach OT geschlossen werden.

14. Verfahren nach Anspruch 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Auslaßventile genau dann geschlossen werden, wenn das für den Leerlauf der Verbrennungskraftmaschine erforderliche Luftvolumen durch die Kolbenstellung eingestellt ist.

15. Verfahren nach Anspruch 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass mit erreichter Kaltstartdrehzahl die Einlaßventile in zeitlicher Folge nach den Auslaßventilen geschlossen werden.
16. Verfahren nach Anspruch 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlaßventile genau dann geschlossen werden, wenn das für den Leerlauf der Verbrennungskraftmaschine erforderliche Luftvolumen durch die Kolbenstellung eingestellt ist.
17. Verfahren nach Anspruch 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass bis zum Erreichen des Enddrehzahlwertes und/oder Kaltstart-Drehzahlwertes mögliche Drosseleinrichtungen im Ansaugsystem vollständig geöffnet sind.
18. Verfahren nach Anspruch 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass Drosseleinrichtungen im Ansaugsystem nach dem Erreichen der Enddrehzahl und/oder Kaltstart-Drehzahlwertes so angesteuert werden, dass das für einen stabilen Leerlauf der Verbrennungskraftmaschine erforderliche Luftvolumen durch die Drosselklappenstellung eingestellt ist.
19. Verfahren nach Anspruch 1 bis 18, 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 Befeuerung entsprechend der Zündfolge mit dem Zylinder beginnt, welcher als erster einen vollständigen Ansaugtakt durchlaufen hat.
20. Verfahren nach Anspruch 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Wert der Enddrehzahl in Abhängigkeit des Raildruckes während des Startzeitraumes durch die integrierte Steuereinheit korrigiert werden kann.
21. Verfahren nach Anspruch 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Aktivierung des Kaltstartregimes danach richtet, ob eine in der integrierten Steuereinheit gespeicherte Temperaturdifferenz am Katalysator zwischen erfaßter Ist- und vorgegebener Soll-Temperatur vorliegt.
22. Verfahren nach Anspruch 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass mit Unterschreiten eines in der integrierten Steuereinheit gespeicherten Temperaturgrenzwertes der Katalysator- und/oder Kühlmitteltemperatur das Aufwärmregime aktiviert wird, welches die Öffnungsdauer der Auslaßventile im Ausstoßtakt entsprechend der einzustellenden Zieltemperatur und/oder Motorlast steuert.
23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass im Anschluß an den Arbeitstakt die Auslaßventil(e) während des Ausstoßtaktes für einen durch die integrierte Steuereinheit berechneten Kolbenweg vom unteren zum oberen Totpunkt geschlossen bleiben.
24. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass bis zum Erreichen des Enddrehzahlwertes und/oder Kaltstart-Drehzahlwertes mögliche Drosseleinrichtungen im Abgassys-

tem vollständig geöffnet sind und auch das Wast-Gate eines optional vorhandenen Turboladers vollständig geöffnet ist.

25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die integrierte Steuereinheit die Aus- und/oder Einlaßventilöffnungsdauer in Abhängigkeit der erfassten Sensordaten so steuert, dass zu Beginn des Ansaugtaktes während der Kolbenbewegung vom oberen zum unteren Totpunkt für einen ermittelten Kolbenweg die Auslaßventile geöffnet und die Einlassventile geschlossen bleiben, bis ein in der integrierten Steuereinheit gespeicherter Sollwert der Katalysatortemperatur erreicht ist.

26. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, dass zur Steuerung einer in ein hybrides Antriebssystem eingebundenen Verbrennungskraftmaschine während des Betriebszustandwechsels vom Last- in den Schubetrieb oder umgekehrt der Verbrennungskraftmaschine eine Ansteuerung einer Dekompressionseinrichtung für jeden Zylinder durch die integrierte Steuereinheit erfolgt, wobei mittels erfasster Sensordaten entsprechende Sollwerte in Form eines Mitlaufstart-Regimes und/oder eines Mitlaufbeendigungs-Regime bereitgestellt werden.

27. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3 und 26, dadurch gekennzeichnet, dass durch eine integrierte Steuereinheit Ansteuersignale für die Kraftstoffregelung, Ventilsteuereinrichtung und Zündeinrichtung nach Durchlauf nachfolgender Verfahrensschritte generiert werden:
der Ausgabe eines Nulllast-Signals vom Sensor für die Fahrpedalstellung an die integrierte Steuereinrichtung, dem Abgleich der Batterie-Ist- mit der Batterie-Sollspannung durch die integrierte Steuereinheit und dem Ausschluß eines bevorstehenden Wechsels in der Getriebeübersetzung durch ein Sensorsignal der Kupplung, wodurch die Kraftstoffregelung die Kraftstoffeinspritzung in die Zylinder unterbindet, die Ventilsteuereinrichtungen in der Art angesteuert werden, dass die Einlassventile bei jeder Kolbenbewegung vom oberen zum unteren Totpunkt und die Auslassventile bei jeder Kolbenbewegung vom unteren zum oberen Totpunkt geöffnet sind, die Zündeinrichtung keine Zündimpulse erzeugt, alle im Ansaug- und Abgassystem befindlichen Drosseleinrichtungen geöffnet sind und die Stelleinrichtung einen durch die integrierte Steuereinrichtung vorgegebenen Soll-Raildruck im Einspritzsystem gewährleistet.

28. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, 26 und 27, dadurch gekennzeichnet, dass mit der Aktivierung des Mitlaufbeendigungs-Regimes die Kraftstoffeinspritzung mit dem Zylinder der Verbrennungskraftmaschine in Abhängigkeit von der Kurbelwellenstellung beginnt, welcher als erster einen vollständigen durch die Ventilsteuereinrichtung entsprechend des durch die integrierte Steuereinrichtung vorgegebenen Betriebspunktes gesteuerten Ansaugtakt mit Einstellung eines erforderlichen Volumenstromes von Ansaugluft- und/oder Ansaugluft-Abgasgemisch durchlau-

fen hat und sich anschließend die weiterführende Befeuerung der Verbrennungskraftmaschine entsprechend der Zündfolge zylinderweise fortpflanzt.

29. Verfahren nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass die einzustellende Luftmenge während des Mitlaufbeendigungs-Regimes durch die integrierte Steuereinheit auf Basis der Sensordaten Fahrpedalstellung und Kurbelwellendrehzahl bereitgestellt wird und einzustellende Sollwerte an die jeweiligen Stelleinrichtungen ausgegeben werden.

30. Verfahren nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass eine Leistungsanforderung während des eingestellten Mitlaufstart-Regimes nur dann durch die integrierte Steuereinheit zur Aktivierung des Mitlaufbeendigungs-Regime führt, wenn die ermittelte Fahrpedalstellung den gespeicherten Maximalwert der Kapazität des oder der Elektromotors(en) übersteigt.

31. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3 und 26 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass mit der Aktivierung des Mitlaufstart-Regimes durch die integrierte Steuereinheit die Mitlaufdrehzahl der Verbrennungskraftmaschine auf einen Drehzahlwert gleich oder größer der Leerlaufdrehzahl der Verbrennungskraftmaschine eingestellt wird.

32. Vorrichtung zum Steuern einer Dekompressionseinrichtung für jeden Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine, wobei die Verbrennungskraftmaschine eine Ausführungsform mit direkter Kraftstoffeinspritzung aufweist und durch eine integrierte Steuereinrichtung gesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, dass die integrierte Steuereinheit einen Mikroprozessor aufweist, welcher derart programmiert ist, dass Eingangsdaten von Sensoren der Verbrennungskraftmaschine aufgenommen und dadurch der Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine ermittelt sowie Sollwerte für Stelleinrichtungen ausgegeben werden.

33. Vorrichtung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass beim Starten der Verbrennungskraftmaschine die integrierte Steuereinheit Sollwerte bereitstellt und an eine Stelleinrichtung ausgibt, welche die Dekompressionseinrichtung jedes Zylinders derart öffnet und schließt, dass bei jeder Kolbenbewegung vom unteren zum oberen Totpunkt keine Kompression und bei jeder Kolbenbewegung vom oberen zum unteren Totpunkt keine Dekompression erfolgt.

34. Vorrichtung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die integriert Steuereinheit von einem Drehzahlsensor die Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine aufnimmt und einen Enddrehzahlwert durch den Mikroprozessor ermittelt, welcher als Sollwertvorgabe dient und die Energiezufuhr an die Starteinrichtung steuert sowie die Kraftstoffregleinrichtung ansteuert, damit über Einspritzventile der Verbrennungskraftmaschine Kraftstoff zugeführt wird und die Dekompressionseinrichtung für jeden Zylinder ansteuert, damit diese geschlossen bleiben.

35. Vorrichtung nach Anspruch 32 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass durch die integrierte Steuereinheit mit jeder Kurbelwellenumdrehung Sensordaten erfasst und durch einen Mikropro-

zessor ausgewertet werden, wodurch der jeweils aktuelle Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine bestimmt ist und somit die integrierte Steuereinheit Sollwerte an die Stelleinrichtungen auszugeben hat.

36. Vorrichtung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass beim Starten der Verbrennungskraftmaschine die integrierte Steuereinrichtung einen End- und/oder Kaltstartdrehzahlwert ermittelt, die Dekompressionseinrichtungen und/oder die Steuerungsorgane jedes Zylinders über Stelleinrichtungen öffnet, die Kraftstoffzufuhr unterbindet und die Energiezufuhr zur Starteinrichtung gewährleistet, wodurch die Starteinrichtung den Verbrennungsmotor bis zum von der integrierten Steuereinheit vorgegebenen Soll-Drehzahlwert beschleunigt und mit Erreichen des vorgegebenen Soll-Drehzahlwertes die integrierte Steuereinheit die Energiezufuhr zur Starteinrichtung unterbindet.

37. Vorrichtung nach Anspruch 32 zur Steuerung einer in ein hybrides Antriebssystem eingebundenen Verbrennungskraftmaschine bestehend aus einer Zylinderbank, einzelnen Zylindern, Ansaugrohr und/oder Stelleinrichtung für Einlaßventile und/oder Kraftstoffleitungssystem und/oder Stelleinrichtung für Einspritzventile und/oder Kurbelwelle und/oder Gebereinheit für Kurbelwellendrehzahl und –stellung und/oder Startergenerator und/oder elektrische Verbindungsleitung Startergenerator – Batterie und/oder Kopplungsstelle Verbrennungskraftmaschine - Startergenerator und/oder Abgaskrümmen mit Abgaskanal und/oder Stelleinrichtung für Auslassventile und/oder Einspritzventile für Kraftstoff und/oder Auslassventilen und/oder Einlassventilen und/oder Fahrpedal und/oder elektrische Energiespeicher und/oder Motorsteuergerät und/oder Kraftstoffregleinrichtung und/oder Ventilsteuereinrichtung und integrierter Steuereinheit und/oder Sensor für Drosselklappenstellung und/oder Sensor für Kurbelwellendrehzahl und/oder Sensor für Kurbelwellenstellung und/oder Sensor zur Luftmassenmessung und/oder Sensor für Fahrpedalposition und/oder Sensor zur Erfassung Ladezustand elektrischer Energiespeicher und/oder Drosselklappe, dadurch gekennzeichnet, dass die integrierte Steuereinheit den Zustand der Energiespeicher mit einem Sensor ermittelt, über einen Sensor die Anforderung nach einen Gangwechsel erfasst, wodurch der Mikroprozessor die Sensordaten auswertet und Sollwerte für Stelleinrichtungen ausgibt.

38. Vorrichtung gemäß Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, dass die integrierte Steuereinheit das im Mikroprozessor programmierte Mitlaufbeendigungs-Regime mit Vorliegen einer durch den Sensor für Fahrpedalstellung aufgenommenen Lastanforderung erst dann aufruft, wenn durch die integrierte Steuereinheit ein Sensordatenvergleich erfolgt ist, ob der durch den Fahrpedalsensor erfasste Wert der Lastanforderung über einem gespeicherten Schwellwert liegt.

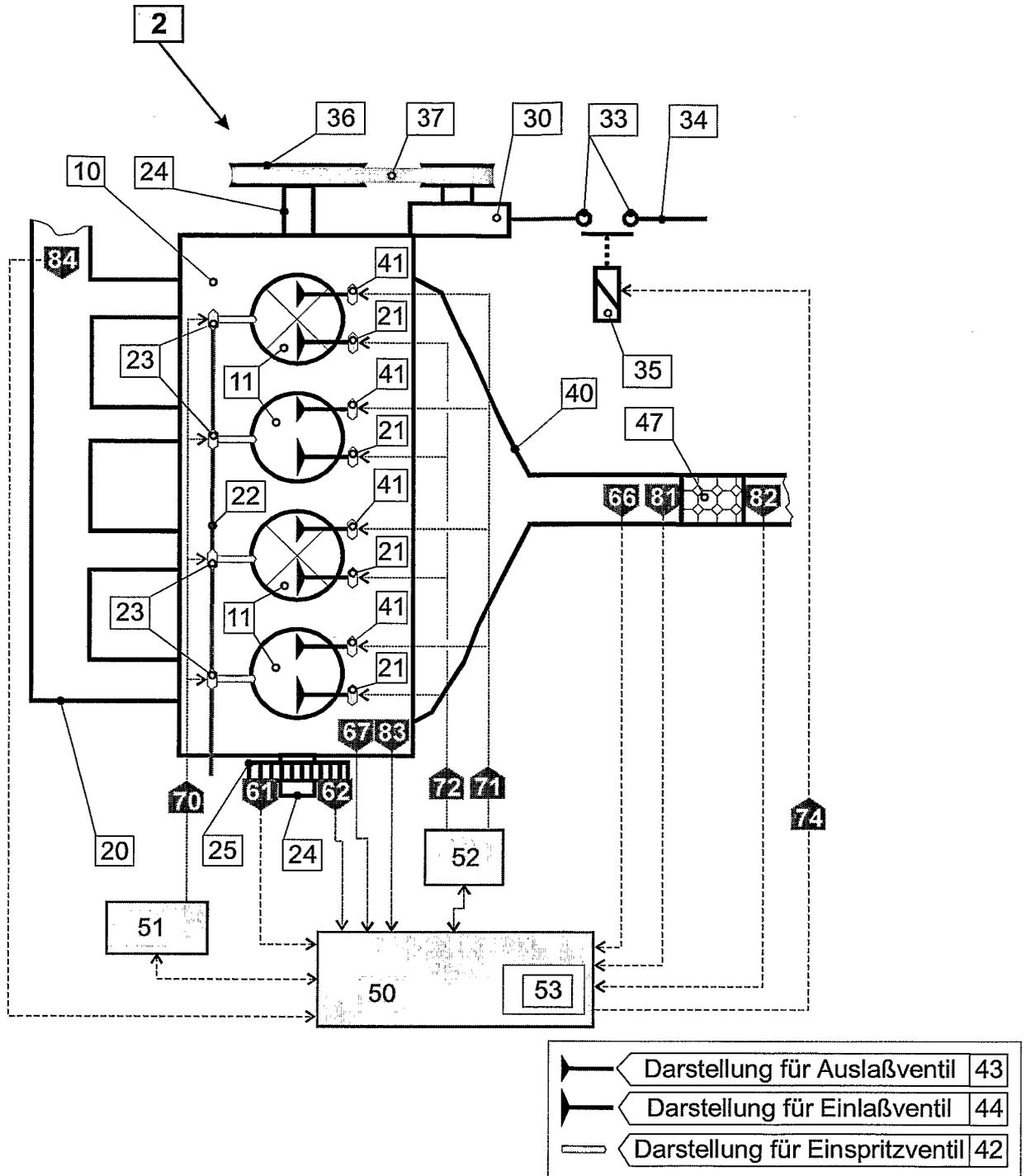


Fig. 1

