(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 045 968 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.04.2004 Patentblatt 2004/17

(21) Anmeldenummer: **99957951.9**

(22) Anmeldetag: **29.10.1999**

(51) Int Cl.[7]: **F02D 41/30**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE1999/003463

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2000/026525 (11.05.2000 Gazette 2000/19)

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

METHOD FOR OPERATING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

MODE DE FONCTIONNEMENT D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR IT

(30) Priorität: **03.11.1998 DE 19850587**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.10.2000 Patentblatt 2000/43

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

(72) Erfinder:
- **WILD, Ernst**
  D-71739 Oberriexingen (DE)
- **PANTRING, Juergen**
  D-71701 Schwieberdingen (DE)
- **STEGER, Mirjam**
  D-71665 Vaihingen (DE)
- **REUSCHENBACH, Lutz**
  D-70469 Stuttgart (DE)
- **ODER, Michael**
  D-75428 Illingen (DE)
- **HESS, Werner**
  D-70499 Stuttgart (DE)
- **ROOS, Bernd**
  D-70469 Stuttgart (DE)
- **MALLEBREIN, Georg**
  D-70825 Korntal-Münchingen (DE)
- **KOEHLER, Christian**
  D-74391 Erligheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 831 220 **EP-A- 0 849 457**

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

EP 1 045 968 B1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem Kraftstoff in mindestens zwei Betriebsarten in einen Brennraum eingespritzt wird, und bei dem zwischen den Betriebsarten umgeschaltet wird. Ebenfalls betrifft die Erfindung ein Steuergerät für eine Brennkraftmaschine und eine Brennkraftmaschine insbesondere für ein Kraftfahrzeug.

[0002] Ein derartiges Verfahren, ein derartiges Steuergerät und eine derartige Brennkraftmaschine sind aus der EP 849 457 A2 bekannt.

[0003] Bei der sogenannten Benzin-Direkteinspritzung wird Kraftstoff in einem Homogenbetrieb während der Ansaugphase oder in einem Schichtbetrieb während der Verdichtungsphase in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt. Der Homogenbetrieb ist vorzugsweise für den Vollastbetrieb der Brennkraftmaschine vorgesehen, während der Schichtbetrieb für den Leerlauf- und Teillastbetrieb geeignet ist. Beispielsweise in Abhängigkeit von dem angeforderten Drehmoment wird bei einer derartigen direkteinspritzenden Brennkraftmaschine zwischen den genannten Betriebsarten umgeschaltet.

[0004] Bei dem genannten Homogenbetrieb kann zwischen einem normalen Homgenbetrieb und einem mageren Homgenbetrieb unterschieden werden. Im ersten Fall wird die Brennkraftmaschine etwa bei Lambda = 1 betrieben, während im zweiten Fall Lambda > 1 sein kann. Auch zwischen diesen beiden Betriebsarten ist eine Umschaltung erforderlich.

[0005] Derartige Umschaltungen zwischen unterschiedlichen Betriebsarten der Brennkraftmaschine sind mit einer Mehrzahl von Problemen verbunden. So ist es beispielsweise erforderlich, dass das Umschalten ruckfrei und damit für einen Fahrer des Kraftfahrzeugs nicht spürbar erfolgt. Ebenfalls muss gewährleistet sein, dass in jedem Zeitpunkt in die für die Brennkraftmaschine korrekte Betriebsart umgeschaltet werden kann.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine zu schaffen, mit dem das Umschalten zwischen den Betriebsarten flexibel und problemlos möglich ist.

[0007] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß bei einem Umschalten zwischen den Betriebsarten in einen Zwischenzustand übergegangen wird, wobei in dem Zwischenzustand die Stellfunktionen auf diejenige Betriebsart eingestellt werden, in die umgeschaltet werden soll. Bei einem Steuergerät und einer Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art wird die Aufgabe erfindungsgemäß entsprechend gelöst.

[0008] Die Erfindung schafft somit einen Zwischenzustand zwischen den umzuschaltenden Betriebsarten, in dem die Stellfunktionen auf diejenige Betriebsart eingestellt werden, in die umgeschaltet werden soll. Durch die Einführung des Zwischenzustands ist es möglich, jeden Übergang zwischen irgendwelchen Betriebsarten in diesem Zwischenzustand durchzuführen. Der Zwischenzustand stellt somit dasjenige Programm in dem Steuergerät der Brennkraftmaschine dar, durch das die Umschaltung zwischen den Betriebsarten realisiert ist. Damit ist es möglich, diese Umschaltungen flexibel an die jeweiligen Betriebsarten anzupassen. Ebenfalls wird dadurch erreicht, dass die Programme für die Umschaltungen klar und übersichtlich aufgebaut und strukturiert werden können. Es ist nicht mehr erforderlich, bei einer Veränderung einer Betriebsart sämtliche Programme des Steuergeräts im Hinblick auf eventuell durchzuführende Änderungen bei Übergängen in diese Betriebsart zu überprüfen, sondern die erforderlichen Änderungen können direkt in dem Programm des Zwischenzustands durchgeführt werden. Damit wird die gesamte Programmierung des Steuergerätes vereinfacht und die Fehleranfälligkeit vermindert. Ebenfalls ist es dadurch möglich, äußerst flexibel und schnell jegliche Änderungen bei den Betriebsarten und den Umschaltungen vorzunehmen.

[0009] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird bei einem Umschalten zwischen verschiedenen Betriebsarten in verschiedene Zwischenzustände übergegangen.

[0010] In diesem Fall ist also insbesondere für jeden der Übergänge zwischen zwei beliebigen Betriebsarten ein separater Zwischenzustand vorgesehen. Damit wird die Modularität der zugehörigen Programme weiter erhöht. Es ist damit möglich, äußerst schnell und einfach Änderungen bei den einzelnen Umschaltungen einzuführen. Ebenfalls ist es möglich, jede einzelne Umschaltung zwischen zwei Betriebsarten individuell an die jeweiligen Betriebsarten anzupassen. Die Flexibilität und die Betriebssicherheit werden dadurch wesentlich erhöht.

[0011] Bei einer Weiterbildung der Erfindung werden der Zwischenzustand bzw. die Zwischenzustände eigenständig oder im Rahmen einer Betriebsart ausgeführt. Es ist also einerseits möglich, dass der Zwischenzustand bzw. die Zwischenzustände jeweils als eigenständige Programme realisiert sind, die unabhängig von den Betriebsarten und deren Programmen vorhanden sind. Es ist aber andererseits ebenfalls möglich, dass der Zwischenzustand bzw. die Zwischenzustände programmtechnisch im Rahmen einer der Betriebsarten vorhanden sind. Im letzteren Fall ist es beispielsweise möglich, dass derjenige Zwischenzustand, der für eine Umschaltung in den Schichtbetrieb vorgesehen ist, als Programm im Rahmen der den Schichtbetrieb betreffenden Programme vorhanden ist. Im letzteren Fall ist es somit möglich, dass der Zwischenzustand programmtechnisch der zugehörigen Betriebsart untergeordnet ist.

[0012] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung werden in dem Zwischenzustand den Zwischen-

zuständen die Maßnahmen durchgeführt, die für die Umschaltung zwischen den Betriebsarten erforderlich sind. Besonders vorteilhaft ist es, wenn von dem Zwischenzustand bzw. von den Zwischenzuständen die Abläufe für das Umschalten ausgeführt werden, insbesondere die für das Umschalten erforderliche Kommunikation.

[0013] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird von einer Betriebsart in einen Zwischenzustand und dann in eine andere Betriebsart übergegangen. Dieser Fall stellt den Übergang von einer ersten Betriebsart in eine zweite Betriebsart dar, ohne dass während dieser Umschaltung eine Anforderung zur Umschaltung in eine dritte Betriebsart eingeht.

[0014] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird von einer Betriebsart in einen Zwischenzustand und dann in einen anderen Zwischenzustand übergegangen. In diesem Fall geht während der Umschaltung in die zweite Betriebsart eine Anforderung zur Umschaltung in eine dritte Betriebsart ein. Dies hat zur Folge, daß von dem Zwischenzustand, der den Übergang in die zweite Betriebsart realisieren würde, in einen anderen Zwischenzustand übergegangen wird, der die Umschaltung in die dritte Betriebsart durchführt. Die Erfindung stellt somit die Möglichkeit zur Verfügung, daß auch während einer momentan durchgeführten Umschaltung eine weitere, abweichende Anforderung für eine Umschaltung ausgeführt werden kann. Dies wird durch den Übergang von dem momentanen Zwischenzustand in den anderen Zwischenzustand in besonders einfacher, aber trotzdem äußerst flexibler Weise erreicht.

[0015] In dem letztgenannten Fall kann gegebenenfalls von dem anderen Zwischenzustand in einen weiteren Zwischenzustand übergegangen werden. Dies wird dann durchgeführt, wenn eine erneute Anforderung einer anderen, vierten Betriebsart eingeht, bevor in die bisher angeforderte dritte Betriebsart umgeschaltet worden ist. Damit können auch mehrere kurzzeitig aufeinanderfolgende Anforderungen unterschiedlicher Betriebsarten von der Erfindung verarbeitet werden, ohne daß dies zu irgendwelchen Ablaufoder sonstigen Problemen führt.

[0016] Ebenfalls ist es in dem letztgenannten Fall möglich, daß in eine andere Betriebsart übergegangen wird. Dies bedeutet, daß durch die Erfindung letztlich in die angeforderte Betriebsart übergegangen wird.

[0017] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung bilden die Betriebsarten, die Zwischenzustände und die Übergänge zwischen den Betriebsarten und den Zwischenzuständen einen durch das Steuergerät ausführbaren Schaltautomaten. Dieser Schaltautomat steuert und kontrolliert sämtliche Übergänge zwischen den Betriebsarten der Brennkraftmaschine. Die einzelnen Betriebsarten, Zwischenzustände und Übergänge sind vorzugsweise als modulartige Programme realisiert, wodurch die Flexibilität und gleichzeitig die Übersichtlichkeit erhöht und die Fehleranfälligkeit vermindert wird.

[0018] Besonders vorteilhaft ist es, wenn in dem Steuergerät eine erwünschte Soll-Betriebsart und eine momentane Ist-Betriebsart in der Form von binären Datenwörtern abgespeichert sind, wobei jede Betriebsart durch ein bestimmtes Bit in den binären Datenwörtern repräsentiert ist. Auf dieses binäre Datenwort kann jedes Programm und jede Funktion des Steuergeräts zugreifen. Damit ist es auf besonders einfache Weise möglich, jederzeit die momentanen Ist-Betriebsart und die erwünschte Soll-Betriebsart festzustellen.

[0019] Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Form eines Steuerelements, das für ein Steuergerät einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, vorgesehen ist. Dabei ist auf dem Steuerelement ein Programm abgespeichert, das auf einem Rechengerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist. In diesem Fall wird also die Erfindung durch ein auf dem Steuerelement abgespeichertes Programm realisiert, so daß dieses mit dem Programm versehene Steuerelement in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Programm geeignet ist. Als Steuerelement kann insbesondere ein elektrisches Speichermedium zur Anwendung kommen, beispielsweise ein Read-Only-Memory.

[0020] Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung.

Figur 1	zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine, und
Figuren 2 und 3	zeigen ein schematisches Blockschaltbild bzw. eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben der Brennkraftmaschine der Figur 1.

[0021] In der Figur 1 ist eine Brennkraftmaschine 1 eines Kraftfahrzeugs dargestellt, bei der ein Kolben 2 in einem Zylinder 3 hin- und herbewegbar ist. Der Zylinder 3 ist mit einem Brennraum 4 versehen, der unter anderem durch den Kolben 2, ein Einlaßventil 5 und ein Auslaßventil 6 begrenzt ist. Mit dem Einlaßventil 5 ist ein Ansaugrohr 7 und mit dem Auslaßventil 6 ist ein Abgas-

rohr 8 gekoppelt.

[0022] Im Bereich des Einlaßventils 5 und des Auslaßventils 6 ragen ein Einspritzventil 9 und eine Zündkerze 10 in den Brennraum 4. Über das Einspritzventil 9 kann Kraftstoff in den Brennraum 4 eingespritzt werden. Mit der Zündkerze 10 kann der Kraftstoff in dem Brennraum 4 entzündet werden.

[0023] In dem Ansaugrohr 7 ist eine drehbare Drosselklappe 11 untergebracht, über die dem Ansaugrohr 7 Luft zuführbar ist. Die Menge der zugeführten Luft ist abhängig von der Winkelstellung der Drosselklappe 11. In dem Abgasrohr 8 ist ein Katalysator 12 untergebracht, der der Reinigung der durch die Verbrennung des Kraftstoffs entstehenden Abgase dient.

[0024] Von dem Abgasrohr 8 führt eine Abgasrückführrohr 13 zurück zu dem Ansaugrohr 7. In dem Abgasrückführrohr 13 ist ein Abgasrückführventil 14 untergebracht, mit dem die Menge des in das Ansaugrohr 7 rückgeführten Abgases eingestellt werden kann. Das Abgasrückführrohr 13 und das Abgasrückführventil 14 bilden eine sogenannte Abgasrückführung.

[0025] Von einem Kraftstofftank 15 führt eine Tankentlüftungsleitung 16 zu dem Ansaugrohr 7. In der Tankentlüftungsleitung 16 ist ein Tankentlüftungsventil 17 untergebracht, mit dem die Menge des dem Ansaugrohr 7 zugeführten Kraftstoffdampfes aus dem Kraftstofftank 15 einstellbar ist. Die Tankentlüftungsleitung 16 und das Tankentlüftungsventil 17 bilden eine sogenannte Tankentlüftung.

[0026] Der Kolben 2 wird durch die Verbrennung des Kraftstoffs in dem Brennraum 4 in eine Hin- und Herbewegung versetzt, die auf eine nicht-dargestellte Kurbelwelle übertragen wird und auf diese ein Drehmoment ausübt.

[0027] Ein Steuergerät 18 ist von Eingangssignalen 19 beaufschlagt, die mittels Sensoren gemessene Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 darstellen. Beispielsweise ist das Steuergerät 18 mit einem Luftmassensensor, einem Lambda-Sensor, einem Drehzahlsensor und dergleichen verbunden. Des weiteren ist das Steuergerät 18 mit einem Fahrpedalsensor verbunden, der ein Signal erzeugt, das die Stellung eines von einem Fahrer betätigbaren Fahrpedals und damit das angeforderte Drehmoment angibt. Das Steuergerät 18 erzeugt Ausgangssignale 20, mit denen über Aktoren bzw. Steller das Verhalten der Brennkraftmaschine 1 beeinflußt werden kann. Beispielsweise ist das Steuergerät 18 mit dem Einspritzventil 9, der Zündkerze 10 und der Drosselklappe 11 und dergleichen verbunden und erzeugt die zu deren Ansteuerung erforderlichen Signale.

[0028] Unter anderem ist das Steuergerät 18 dazu vorgesehen, die Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 zu steuern und/oder zu regeln. Beispielsweise wird die von dem Einspritzventil 9 in den Brennraum 4 eingespritzte Kraftstoffmasse von dem Steuergerät 18 insbesondere im Hinblick auf einen geringen Kraftstoffverbrauch und/oder eine geringe Schadstoffentwicklung gesteuert und/oder geregelt. Zu diesem Zweck ist das Steuergerät 18 mit einem Mikroprozessor versehen, der in einem Speichermedium, insbesondere in einem Read-Only-Memory ein Programm abgespeichert hat, das dazu geeignet ist, die genannte Steuerung und/oder Regelung durchzuführen.

[0029] In einer ersten Betriebsart, einem sogenannten Homogenbetrieb "hom" der Brennkraftmaschine 1, wird die Drosselklappe 11 in Abhängigkeit von dem erwünschten Drehmoment teilweise geöffnet bzw. geschlossen. Der Kraftstoff wird von dem Einspritzventil 9 während einer durch den Kolben 2 hervorgerufenen Ansaugphase in den Brennraum 4 eingespritzt. Durch die gleichzeitig über die Drosselklappe 11 angesaugte Luft wird der eingespritzte Kraftstoff verwirbelt und damit in dem Brennraum 4 im wesentlichen gleichmäßig verteilt. Danach wird das Kraftstoff/Luft-Gemisch während der Verdichtungsphase verdichtet, um dann von der Zündkerze 10 entzündet zu werden. Durch die Ausdehnung des entzündeten Kraftstoffs wird der Kolben 2 angetrieben. Das entstehende Drehmoment hängt im Homogenbetrieb im wesentlichen von der Stellung der Drosselklappe 11 ab. Im Hinblick auf eine geringe Schadstoffentwicklung wird das Kraftstoff/Luft-Gemisch möglichst auf Lambda = 1 oder Lambda < 1 eingestellt.

[0030] In einer zweiten Betriebsart, einem sogenannten homogenen Magerbetrieb "hmm" der Brennkraftmaschine 1, wird der Kraftstoff wie bei dem Homogenbetrieb während der Ansaugphase in den Brennraum 4 eingespritzt. Im Unterschied zu dem Homogenbetrieb kann das Kraftstoff/Luft-Gemisch jedoch auch mit Lambda > 1 auftreten.

[0031] In einer dritten Betriebsart, einem sogenannten Schichtbetrieb "sch" der Brennkraftmaschine 1, wird die Drosselklappe 11 weit geöffnet. Der Kraftstoff wird von dem Einspritzventil 9 während einer durch den Kolben 2 hervorgerufenen Verdichtungsphase in den Brennraum 4 eingespritzt, und zwar örtlich in die unmittelbare Umgebung der Zündkerze 10 sowie zeitlich in geeignetem Abstand vor dem Zündzeitpunkt. Dann wird mit Hilfe der Zündkerze 10 der Kraftstoff entzündet, so daß der Kolben 2 in der nunmehr folgenden Arbeitsphase durch die Ausdehnung des entzündeten Kraftstoffs angetrieben wird. Das entstehende Drehmoment hängt im Schichtbetrieb weitgehend von der eingespritzten Kraftstoffmasse ab. Im wesentlichen ist der Schichtbetrieb für den Leerlaufbetrieb und den Teillastbetrieb der Brennkraftmaschine 1 vorgesehen.

[0032] In einer vierten Betriebsart, einem sogenannten Homogen-Schicht-Betrieb "hos" der Brennkraftmaschine 1, erfolgt eine Doppeleinspritzung in demselben Arbeitsspiel. Es wird Kraftstoff von dem Einspritzventil 9 während der Ansaugphase und während der Verdichtungsphase in den Brennraum 4 eingespritzt. Der Homogen-Schicht-Betrieb verknüpft damit die Eigenschaften des Schichtbetriebs und des Homogenbetriebs. Mit Hilfe des Homogen-Schicht-Betriebs kann beispielsweise ein besonders weicher Übergang von dem Schicht-

betrieb in den Homogenbetrieb und umgekehrt erreicht werden.

[0033] In einer fünften Betriebsart, einem sogenannten Schicht-Katheizen "skh" der Brennkraftmaschine 1, erfolgt ebenfalls eine Doppeleinspritzung. Es wird Kraftstoff von dem Einspritzventil 9 während der Verdichtungsphase und während der Arbeitsphase in den Brennraum 4 eingespritzt. Auf diese Weise wird im wesentlichen kein zusätzliches Drehmoment erreicht, sondern es wird durch den in der Arbeitsphase eingespritzten Kraftstoff eine schnelle Erwärmung des Katalysators 12 bewirkt. Dies ist beispielsweise bei einem Kaltstart der Brennkraftmaschine 1 von Bedeutung.

[0034] Zwischen den beschriebenen Betriebsarten der Brennkraftmaschine 1 kann hin- und her- bzw. umgeschaltet werden. Derartige Umschaltungen werden von dem Steuergerät 18 durchgeführt. Die Auslösung einer Umschaltung erfolgt durch einen Betriebszustand der Brennkraftmaschine 1 bzw. durch dessen ausführende Funktion des Steuergeräts 18. Beispielsweise kann bei einem Kaltstart die fünfte Betriebsart, nämlich das Schicht-Katheizen ausgelöst werden, mit dem der Katalysator 12 schnell auf eine Betriebstemperatur erwärmt wird.

[0035] In den Figuren 2 und 3 ist ein Verfahren dargestellt, das von dem Steuergerät 18 ausgeführt werden kann, und das dazu geeignet ist, zwischen den verschiedenen Betriebsarten der Brennkraftmaschine 1 hin- und herzuschalten. Der in der Figur 2 gezeigte Block 21 stellt dabei einen Platzhalter dar für die Darstellung der Figur 3. Die in der Figur 3 gezeigten Kreise stellen die beschriebenen fünf Betriebsarten der Brennkraftmaschine 1 dar, die gezeigten Ellipsen stellen sogenannte Zwischenzustände dar, und die durchgezogenen und gestrichelten Pfeile sowie die Doppelpfeile stellen Übergänge zwischen den Betriebsarten und den Zwischenzuständen dar.

[0036] Die in der Figur 3 dargestellten Betriebsarten, Zwischenzustände und Übergänge sind in dem Steuergerät 18 durch Programme repräsentiert. Insbesondere die zeitlichen Abfolgen der Übergänge zwischen den Betriebsarten und den Zwischenzuständen werden damit durch die Programme des Steuergeräts 18 vorgegeben und kontrolliert.

[0037] In der Figur 2 ist ein Sollbyte 22 dargestellt, das der Abspeicherung der beschriebenen Betriebsarten der Brennkraftmaschine 1 in dem Steuergerät 18 dient. Das Sollbyte 22 besitzt acht Bits, von denen drei Bits nicht besetzt sind. An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, daß die anhand der Figur 1 beschriebene Brennkraftmaschine 1 und das anhand der Figuren 2 und 3 beschriebene Verfahren auch mit weniger oder mit mehr als fünf verschiedenen Betriebsarten durchgeführt werden kann. In diesem Fall sind in dem Sollbyte 22 mehr oder weniger Bits nicht besetzt.

[0038] Der Homogenbetrieb "hom", der homogene Magerbetrieb "hmm", der Schichtbetrieb "sch", der Homogen-Schicht-Betrieb "hos" und das Schicht-Katheizen "skh" sind durch jeweils eines der verbleibenden fünf Bits des Sollbytes 22 repräsentiert.

[0039] Das in der Figur 2 dargestellte Sollbyte 22 ist dazu vorgesehen, die Soll-Betriebsart, also die erwünschte Betriebsart der Brennkraftmaschine 1 zu kennzeichnen. Soll die Brennkraftmaschine 1 beispielsweise im Homogenbetrieb als erwünschter Soll-Betriebsart betrieben werden, so ist in dem Sollbyte 22 das Bit "hom" auf "1" gesetzt, während die Bits "hmm", "sch", "hos" und "skh" alle auf "0" gesetzt sind. In dem Sollbyte 22 ist somit immer eines der relevanten fünf Bits auf "1" gesetzt, während die anderen Bits auf "0" gesetzt sind. Das auf "1" gesetzte Bit kennzeichnet dabei die erwünschte Soll-Betriebsart der Brennkraftmaschine 1.

[0040] An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, daß es im vorliegenden Zusammenhang nicht darauf ankommt, auf welche Art und Weise oder durch welche Betriebszustände bzw. Funktionen die Soll-Betriebsart gesetzt wird. Stattdessen wird vorliegend davon ausgegangen, daß das Sollbyte 22 wie vorstehend beschrieben in dem Steuergerät 18 vorhanden ist und entsprechend der Figur 2 den Block 21 beaufschlagt.

[0041] Weicht die von dem Sollbyte 22 gesetzte erwünschte Soll-Betriebsart von der momentanten Ist-Betriebsart der Brennkraftmaschine 1 ab, so ist eine Umschaltung der Betriebsart erforderlich. Diese Umschaltung erfolgt durch das Steuergerät 18 entsprechend dem in den Figuren 2 und 3 dargestellten Verfahren.

[0042] Die Ist-Betriebsart kann dabei in einem dem Sollbyte 22 entsprechenden Istbyte in dem Steuergerät 18 abgespeichert sein, wie dies in der Figur 2 angedeutet ist. In diesem letztgenannten Istbyte ist dann nur dasjenige Bit gesetzt, das die Betriebsart repräsentiert, in der sich die Brennkraftmaschine 1 momentan tatsächlich befindet.

[0043] Bei dem Sollbyte 22 für die Soll-Betriebsart und dem entsprechenden Istbyte für die Ist-Betriebsart handelt es sich jeweils um ein binäres Datenwort, wobei jede der Betriebsarten durch ein bestimmtes Bit an derselben Stelle des jeweiligen binären Datenwortes repräsentiert ist. Es ist zu beachten, daß das Sollbyte 22 und das Istbyte sich wie beschrieben voneinander unterscheiden und entsprechend auseinandergehalten werden müssen.

[0044] Es wird nachfolgend beispielhaft davon ausgegangen, daß sich die Brennkraftmaschine 1 in der momentanen Ist-Betriebsart des Schichtbetriebs "sch" befindet, und daß in dem Sollbyte 22 der Homogenbetrieb "hom" als erwünschte Soll-Betriebsart gesetzt ist. In der Darstellung der Figur 3 befindet sich die Brennkraftmaschine 1 damit in dem Kreis 23 und soll in den Kreis 24 übergehen.

[0045] Im Schichtbetrieb wird die Brennkraftmaschine 1 auf eine vorgegebene Art und Weise gesteuert und/oder geregelt. Im Homogenbetrieb wird die Brennkraftmaschine 1 auf eine davon abweichende Art und Weise gesteuert und/oder geregelt. Beispielsweise ist im Schichtbetrieb die Drosselklappe 11 üblicherweise weit

geöffnet, während im Homogenbetrieb das entstehende Drehmoment durch eine Drosselung der Luftzufuhr über die Drosselklappe 11 beeinflußt wird. Des weiteren ist z.B. das Abgasrückführventil 14 im Schichtbetrieb üblicherweise weiter geöffnet als im Homogenbetrieb und auch das Tankentlüftungsventil 17 wird in den genannten Betriebsarten unterschiedlich angesteuert.

[0046] Es ist damit erforderlich, eine Reihe von Maßnahmen durchzuführen, um von dem Schichtbetrieb in den Homogenbetrieb zu gelangen. Diese Maßnahmen werden in einem Zwischenzustand "zhom" durchgeführt, der in der Figur 3 als Ellipse 25 dargestellt ist.

[0047] Für die Umschaltung der Brennkraftmaschine 1 von dem Schichtbetrieb "sch", Kreis 23, in den Homogenbetrieb "hom", Kreis 24, wird also zuerst entsprechend dem Pfeil 26 der Figur 3 von dem Schichtbetrieb "sch" in den Zwischenzustand "zhom", Ellipse 25, übergegangen. In dem Zwischenzustand "zhom" werden dann alle Maßnahmen durchgeführt, die für die genannte Umschaltung erforderlich sind. Wenn alle erforderlichen Maßnahmen durchgeführt sind, wird entsprechend dem Pfeil 27 der Figur 3 von dem Zwischenzustand "zhom" in den Homogenbetrieb "hom" übergegangen.

[0048] Wird von dem Steuergerät 18 anhand des Sollbytes 22 erkannt, daß die momentane Ist-Betriebsart, also der Schichtbetrieb, von der erwünschten Soll-Betriebsart, also dem Homogenbetrieb, abweicht, so wird von der Ist-Betriebsart "sch" in den Zwischenzustand "zhom" übergegangen.

[0049] Dieser Zwischenzustand kann dabei ein eigenständiges Programm sein, das nur dazu vorgesehen ist, den Zwischenzustand zu realisieren. Ebenfalls ist es möglich, daß der Zwischenzustand programmtechnisch einer Betriebsart zugeordnet ist. So ist es möglich, daß der Zwischenzustand ein Programm im Rahmen der Ist-Betriebsart oder Soll-Betriebsart darstellt.

[0050] Unabhängig von der programmtechnischen Ausgestaltung des Zwischenzustands beinhaltet dieser die Abläufe für die Umschaltung von der Ist-Betriebsart in die Soll-Betriebsart. Der Zwischenzustand ist somit für die Umschaltung verantwortlich. Insbesondere wird von dem Zwischenzustand all diejenige Kommunikation mit externen Funktionen und dergleichen durchgeführt, die für die Umschaltung erforderlich ist.

[0051] In dem Zwischenzustand "zhom" werden gemäß dem Block 21 der Figur 2 Anforderungen erzeugt, die beispielsweise an Stellfunktionen wie die Abgasrückführung und/oder die Tankentlüftung abgegeben werden. Als weitere Möglichkeiten können die Anforderungen an Stellfunktionen für schnelle Momenteneingriffe und/oder für Füllungseingriffe und/oder dergleichen weitergegeben werden. Mit den ausgesendeten Anforderungen werden die genannten Stellfunktionen darauf hingewiesen, daß eine erwünschte Soll-Betriebsart angefordert ist.

[0052] Die Stellfunktionen prüfen daraufhin das Sollbyte 22, um daraus die erwünschte Soll-Betriebsart zu entnehmen. Dann stellen sich die Stellfunktionen auf die erwünschte Soll-Betriebsart ein. Sobald eine der Stellfunktionen diese Einstellung durchgeführt hat, sendet sie gemäß der Figur 2 eine Quittung an den Zwischenzustand "zhom".

[0053] Aufgrund der Anforderung des Homogenbetriebs wird beispielsweise die Abgasrückführung von einem geöffneten Zustand in einen eher geschlossenen Zustand überführt. Sobald dieser Zustand erreicht ist, gibt die Abgasrückführung eine Quittung an den Zwischenzustand "zhom" ab. Ähnlich wird bei der Tankentlüftung oder bei der Stellung der Drosselklappe 11 verfahren. In all diesen Fällen wird von der entsprechenden Stellfunktion die erwünschte Soll-Betriebsart aus dem Sollbyte 22 ausgelesen. Danach wird die jeweilige Stellfunktion auf diese Soll-Betriebsart eingestellt. Sobald die jeweilige Stellfunktion auf die erwünschte Soll-Betriebsart eingestellt ist, wird die zugehörige Quittung erzeugt.

[0054] Sind die erforderlichen Quittungen von den Stellfunktionen bei dem Zwischenzustand "zhom" eingegangen. so bedeutet dies, daß die Stellfunktionen für den Übergang in die erwünschte Soll-Betriebsart bereit sind. Es wird daraufhin gemäß der Figur 3 von dem Zwischenzustand "zhom" in die Soll-Betriebsart "hom" übergegangen.

[0055] Die Anforderungen können von dem Zwischenzustand "zhom" gegebenenfalls nur an bestimmte der vorhandenen Stellfunktionen abgegeben werden. Ebenfalls können von dem Zwischenzustand "zhom" gegebenenfalls nur bestimmte der eingehenden Quittungen verwertet werden. Die Anforderungen können somit von dem Zwischenzustand "zhom" an alle oder nur an einzelne Stellfunktionen abgegeben werden. Entsprechend können alle oder nur einzelne Quittungen von dem Zwischenzustand "zhom" verwertet werden.

[0056] Die Anforderungen können von dem Zwischenzustand "zhom" in einer zeitlichen Abfolge an die verschiedenen Stellfunktionen abgegeben werden. So ist es möglich, daß die Anforderung an eine bestimmte Stellfunktion erst abgegeben wird, wenn die Quittung einer anderen Stellfunktion eingegangen ist. Die Anforderungen können somit von dem Zwischenzustand "zhom" in zeitlicher Hinsicht parallel und/oder seriell abgegeben werden.

[0057] Bei der Verwertung der Quittungen der Stellfunktionen durch den Zwischenzustand "zhom" kann deren einzelne Antwortzeitdauern und/oder deren zeitliche Reihenfolge von Bedeutung sein. So ist es möglich, daß nur dann in die erwünschte Soll-Betriebsart übergegangen wird, wenn bestimmte Quittungen in jedem Fall innerhalb einer bestimmten Zeitdauer eingegangen sind.

[0058] Vorstehend wurde beispielhaft ein Übergang der Brennkraftmaschine 1 von dem Schichtbetrieb "sch" über den Zwischenzustand "zhom" in den Homogenbe-

trieb "hom" erläutert.

[0059] Entsprechend der Figur 3 ist ein derartiger Übergang von jeder der vier Betriebsarten "hom", "hmm", "hos" und "sch" in jede der anderen Betriebsarten möglich. Dabei ist bei jedem dieser Übergänge ein Zwischenzustand vorhanden.

[0060] Bei einem Übergang in die Betriebsart "hom" handelt es sich um den im obigen Beispielfall bereits genannten zugehörigen Zwischenzustand "zhom". Bei einem Übergang in die Betriebsart "hmm" handelt es sich um den zugehörigen Zwischenzustand "zhmm". Bei einem Übergang in die Betriebsart "hos" handelt es sich um den zugehörigen Zwischenzustand "zhos" und bei einem Übergang in die Betriebsart "sch" handelt es sich um den zugehörigen Zwischenzustand "zsch".

[0061] Diese Möglichkeiten von Übergängen sind in der Figur 3 dadurch dargestellt, daß von jeder der vier Betriebsarten ein durchgezogener Pfeil zu jedem der nicht-zugehörigen drei Zwischenzuständen eingezeichnet ist. Von der Betriebsart "sch" sind beispielsweise durchgezogene Pfeile zu den nicht-zugehörigen Zwischenzuständen "zhom", "zhmm" und "zhos" eingezeichnet.

[0062] Des weiteren ist in der Figur 3 von jedem der vier Zwischenzustände jeweils ein Doppelpfeil zu der zugehörigen Betriebsart eingezeichnet. So ist beispielsweise von dem Zwischenzustand "zhom" ein Doppelpfeil zu der zugehörigen Betriebsart "hom" eingezeichnet.

[0063] Der beschriebene Übergang von einer der Betriebsarten in eine andere der Betriebsarten über einen der Zwischenzustände erfordert eine bestimmte Zeitdauer. Während dieser Zeitdauer besteht die Möglichkeit, daß sich die erwünschte Soll-Betriebsart ändert. Es ist also möglich, daß eine Soll-Betriebsart vorgegeben wird, daß jedoch vor einem Übergang in diese Soll-Betriebsart bereits eine andere Soll-Betriebsart erwünscht wird.

[0064] In diesem Fall hat die Vorgabe einer ersten Soll-Betriebsart entsprechend der Figur 3 einen Übergang in einen ersten Zwischenzustand zur Folge. In diesem ersten Zwischenzustand werden die für die erste Soll-Betriebsart erforderlichen Maßnahmen durchgeführt. Geht nun während der Durchführung dieser Maßnahmen die Anforderung einer anderen, zweiten Soll-Betriebsart ein, so können die zu dieser zweiten Soll-Betriebsart erforderlichen Maßnahmen nicht von dem ersten Zwischenzustand durchgeführt werden.

[0065] Wie aus der Figur 3 ersichtlich ist, ist jeder der vier Zwischenzustände mit jedem anderen der Zwischenzustände verbunden. Es ist somit ein Übergang möglich von jedem Zwischenzustand in jeden anderen Zwischenzustand. Dies ist in der Figur 3 durch gestrichelte Pfeile dargestellt.

[0066] Liegt der zuvor genannte Fall vor, geht also während der Durchführung der für die erste Soll-Betriebsart erforderlichen Maßnahmen durch den ersten Zwischenzustand die Anforderung der zweiten Soll-Betriebsart ein, so erfolgt ein Übergang von dem ersten Zwischenzustand in den zugehörigen zweiten Zwischenzustand. Es wird also entsprechend der Figur 3 von dem momentanen ersten Zwischenzustand in denjenigen zweiten Zwischenzustand übergegangen, der für die Durchführung der Maßnahmen für die zweite Soll-Betriebsart erforderlich ist.

[0067] Dieser Übergang von einem ersten Zwischenzustand in einen zweiten Zwischenzustand kann sich aufgrund von entsprechenden dritten und weiteren Anforderungen jeweils verschiedener Soll-Betriebsarten wiederholen. Liegt keine Anforderung zur Umschaltung in eine andere Soll-Betriebsart vor, so wird von dem zuletzt durchgeführten Zwischenzustand in die zuletzt erwünschte Soll-Betriebsart übergegangen.

[0068] Die Betriebsart Schicht-Katheizen "skh", die in der Figur 3 durch den Kreis 28 gekennzeichnet ist, stellt eine Ausnahme dar. Zu dieser Betriebsart "skh" kann ohne die Zwischenschaltung eines Zwischenzustands direkt von dem Schichtbetrieb "sch" übergegangen werden. Entsprechend kann von dem Schicht-Katheizen "skh" direkt in den Schichtbetrieb "sch" umgeschaltet werden.

[0069] Der Grund hierfür liegt in der weitgehenden Übereinstimmung der beiden Betriebsarten des Schichtbetriebs und des Schicht-Katheizens. In der letztgenannten Betriebsart wird in der gleichen Art und Weise wie bei dem Schichtbetrieb Kraftstoff während der Verdichtungsphase in den Brennraum 4 eingespritzt. Der Unterschied zum Schichtbetrieb besteht nur darin, daß bei dem Schicht-Katheizen zusätzlich Kraftstoff während der Arbeitsphase in den Brennraum 4 der Brennkraftmaschine 1 eingespritzt wird. Da sich hierdurch das entstehende Drehmoment im wesentlichen nicht ändert, ist es nicht erforderlich, die Stellfunktionen oder sonstige Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 bei einem Übergang von dem Schichtbetrieb in das Schicht-Katheizen oder umgekehrt zu verändern. Ein hierzu erforderlicher Zwischenzustand ist somit nicht notwendig.

[0070] Die Betriebsarten "hom", "hmm", "hos", "sch" und "skh", die Zwischenzustände "zhom", "zhmm", "zhos" und "zsch" und die Übergänge zwischen diesen Betriebsarten und den Zwischenzuständen entsprechend der Figur 3 bilden einen sogenannten Schaltautomaten, der durch das Steuergerät 18 ausgeführt und damit realisiert ist. Der Schaltautomat steuert und kontrolliert den Ablauf bei einem Umschalten zwischen den Betriebsarten. Der Schaltautomat der Figur 3 ist dabei ohne weiteres auf mehr oder weniger Betriebsarten oder Zwischenzustände erweiterbar oder reduzierbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem Kraftstoff in mindestens zwei Betriebsarten in einen

Brennraum (4) eingespritzt wird, und bei dem zwischen den Betriebsarten umgeschaltet wird, wobei bei einem Umschalten zwischen den Betriebsarten (23, 24) in einen Zwischenzustand (25) übergegangen wird (26), **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Zwischenzustand die Stellfunktionen auf diejenige Betriebsart eingestellt werden, in die umgeschaltet werden soll.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem Umschalten zwischen verschiedenen Betriebsarten in verschiedene Zwischenzustände übergegangen wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zwischenzustand (25) bzw. die Zwischenzustände eigenständig oder im Rahmen einer Betriebsart (23, 24) ausgeführt werden

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** in dem Zwischenzustand bzw. in den Zwischenzuständen die Maßnahmen durchgeführt werden, die für die Umschaltung zwischen den Betriebsarten erforderlich sind.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** von dem Zwischenzustand (25) bzw. von den Zwischenzuständen die Abläufe für das Umschalten ausgeführt werden, insbesondere die für das Umschalten erforderliche Kommunikation.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** von einer Betriebsart (23) in einen Zwischenzustand (25) und dann in eine andere Betriebsart (24) übergegangen wird (26, 27).

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** von einer Betriebsart in einen Zwischenzustand und dann in einen anderen Zwischenzustand übergegangen wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** von dem anderen Zwischenzustand in einen weiteren Zwischenzustand oder in eine andere Betriebsart übergegangen wird.

9. Elektronisches Speichermedium für ein Steuergerät (18) einer Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, auf dem ein Programm abgespeichert ist, das zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 - 8 programmiert ist.

10. Steuergerät (18) für eine Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, das zur Anwendung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 - 8 hergerichtet ist.

11. Brennkraftmaschine (1) insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit einem Steuergerät (18), das zur Anwendung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 - 8 hergerichtet ist.

12. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betriebsarten, die Zwischenzustände und die Übergänge zwischen den Betriebsarten und den Zwischenzuständen einen durch das Steuergerät (18) ausführbaren Schaltautomaten bilden.

13. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Steuergerät (18) eine erwünschte Soll-Betriebsart und eine momentane Ist-Betriebsart in der Form von binären Datenwörtern abgespeichert sind, wobei jede Betriebsart durch ein bestimmtes Bit in den binären Datenwörtern repräsentiert ist.

Claims

1. Method for operating an internal combustion engine (1), in particular of a motor vehicle, in which fuel is injected into a combustion chamber (4) in at least two operating modes, and in which there is a changeover between the operating modes, there being a transition (26) into an intermediate state (25) in the event of a changeover between the operating modes (23, 24), **characterized in that**, in the intermediate state, the setting functions are adjusted to that operating mode to which the changeover is to be effected.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** there is a transition into various intermediate states in the event of a changeover between various operating modes.

3. Method according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** the intermediate state (25) or the intermediate states is/are executed independently or in the context of an operating mode (23, 24).

4. Method according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** those measures which are necessary for the changeover between the operating modes are carried out in the intermediate state or in the intermediate states.

5. Method according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the sequences for the changeover, in particular the communication required for the changeover, are executed by the intermediate state (25) or by the intermediate states.

6. Method according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** there is a transition (26, 27) from one operating mode (23) into an intermediate state (25) and then into another operating mode (24).

7. Method according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** there is a transition from one operating mode into an intermediate state and then into another intermediate state.

8. Method according to Claim 7, **characterized in that** there is a transition from the other intermediate state into a further intermediate state or into another operating mode.

9. Electronic storage medium for a controller (18) of an internal combustion engine (1), in particular of a motor vehicle, on which storage medium a program is stored which is programmed to execute a method according to one of Claims 1 to 8.

10. Controller (18) for an internal combustion engine (1), in particular of a motor vehicle, which controller (18) is configured for application of a method according to one of Claims 1 to 8.

11. Internal combustion engine (1), in particular for a motor vehicle, having a controller (18) which is configured for application of a method according to one of Claims 1 to 8.

12. Internal combustion engine (1) according to Claim 11, **characterized in that** the operating modes, the intermediate states and the transitions between the operating modes and the intermediate states form an automatic switching routine which can be executed by the controller (18).

13. Internal combustion engine (1) according to either of Claims 11 and 12, **characterized in that** a required desired operating mode and an instantaneous actual operating mode are stored in the controller (18) in the form of binary data words, each operating mode being represented by a specific bit in the binary data words.

Revendications

1. Procédé pour le fonctionnement d'un moteur à combustion interne (1), en particulier d'un véhicule automobile, selon lequel le carburant est injecté dans une chambre de combustion (4) au moins selon deux modes de fonctionnement et on commute entre les modes de fonctionnement, en transitant (26) par un état intermédiaire (25), lors d'une commutation entre les modes de fonctionnement (23, 24), **caractérisé en ce que**
dans l'état intermédiaire, les fonctions de réglage sont réglées sur le mode de fonctionnement vers lequel il doit être commuté.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**
on passe en différents états intermédiaires lors d'une commutation entre différents modes de fonctionnement.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que**
l'état intermédiaire (25) ou les états intermédiaires sont exécutés de façon autonome ou dans le cadre d'un mode de fonctionnement (23, 24).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que**
dans l'état intermédiaire (25), ou les états intermédiaires on réalise les mesures nécessaires pour la commutation entre les modes de fonctionnement.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'**
à partir de l'état intermédiaire (25) ou des états intermédiaires, on exécute les lancements pour commuter, en particulier la communication nécessaire à la commutation.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'**
on passe (26, 27) d'un mode de fonctionnement (23) en un état intermédiaire (25) puis en un autre mode de fonctionnement (24)

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'**
on passe d'un mode de fonctionnement en un état intermédiaire, puis en un autre état intermédiaire.

8. Procédé selon la revendication7, **caractérisé en ce qu'**
on passe de l'autre état intermédiaire en un autre état intermédiaire encore ou en un autre mode de fonctionnement.

9. Support de mémoire électronique pour un appareil de commande (18) d'un moteur à combustion interne (1), en particulier celui d'un véhicule automobile, dans lequel on enregistre un programme programmé pour l'exécution d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.

10. Appareil de commande (18) pour un moteur à combustion interne (1), en particulier celui d'un véhicule automobile, qui est orienté vers l'application d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.

11. Moteur à combustion interne (1), en particulier pour un véhicule automobile, comportant un appareil de commande (18) orienté vers l'application d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.

12. Moteur à combustion interne (1) selon la revendication 11,
caractérisé en ce que
les modes de fonctionnement, les états intermédiaires et les transitions entre les modes de fonctionnement et les états intermédiaires forment un automate de commutation exécutable par l'appareil de commande (18).

13. Moteur à combustion interne (1) selon l'une quelconque des revendications 11 ou 12,
caractérisé en ce qu'
un mode de fonctionnement de consigne souhaité et un mode de fonctionnement effectif instantané sont enregistrés sous la forme de mots machine binaires, chaque mode de fonctionnement étant représenté par un certain bit des mots machine binaires.

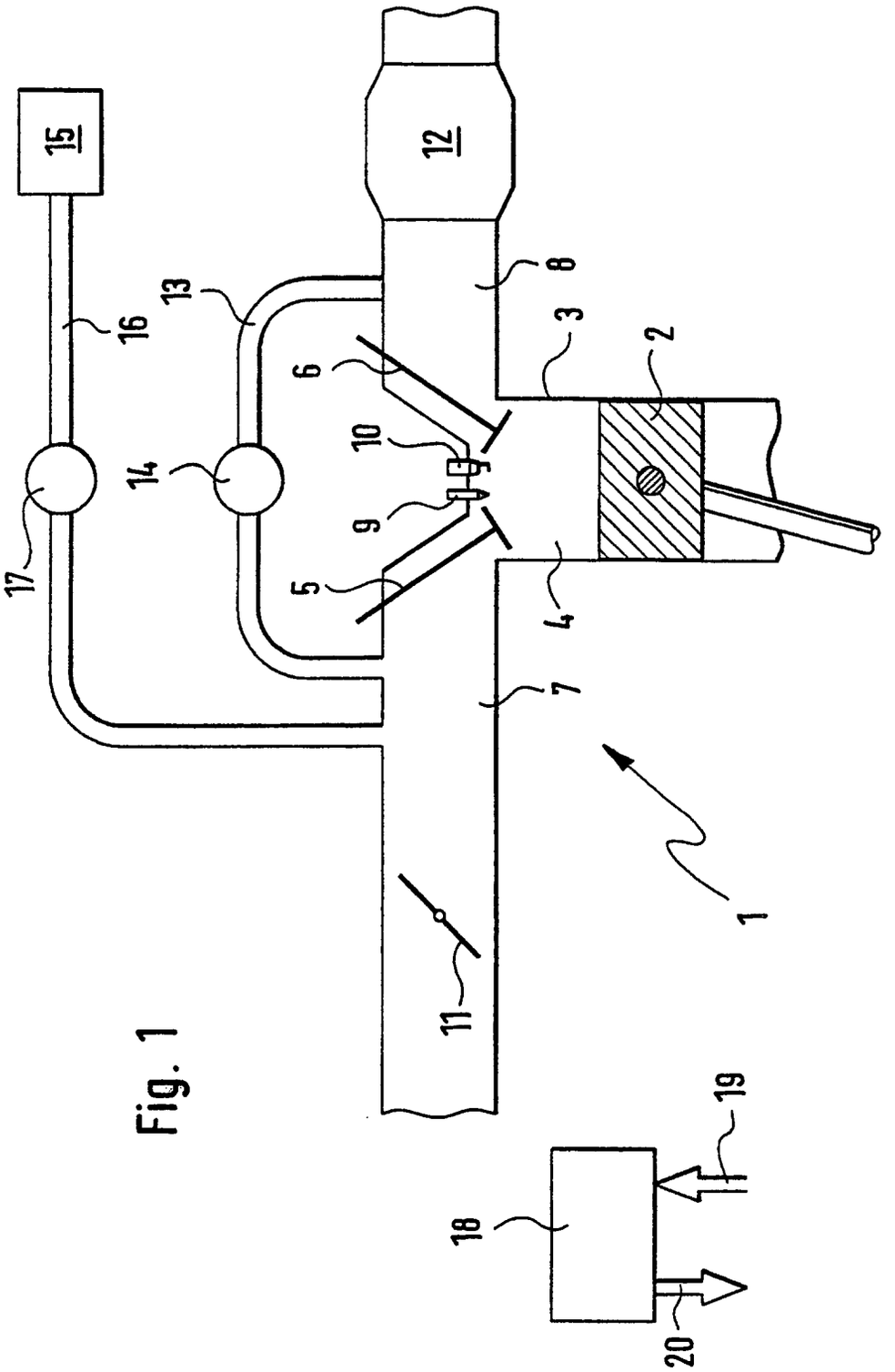
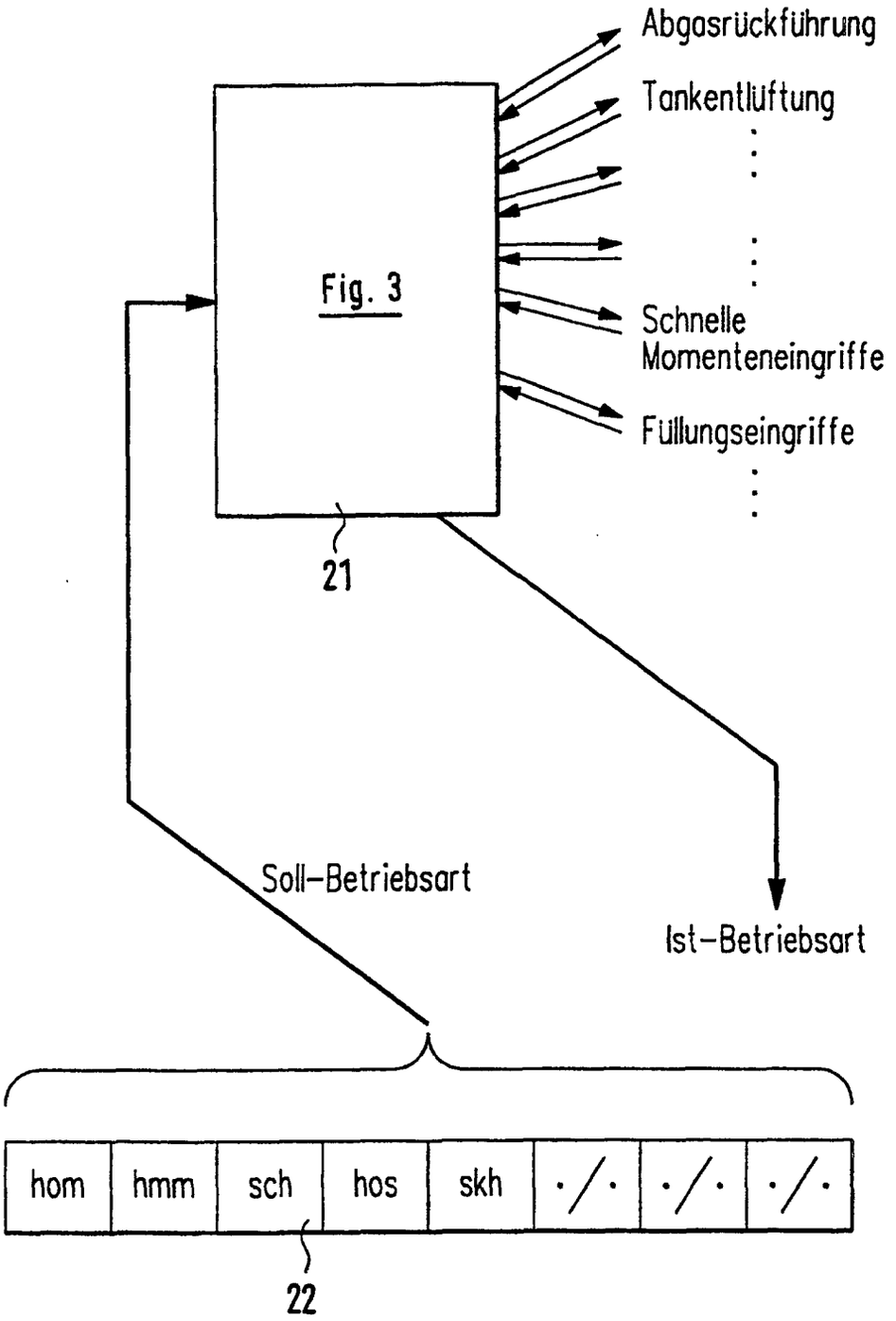


Fig. 1

Fig. 2


Abgasrückführung
Tankentlüftung
Schnelle Momenteneingriffe
Füllungseingriffe
Fig. 3
21
Soll-Betriebsart
Ist-Betriebsart
hom
hmm
sch
hos
skh
·/·
·/·
·/·
22

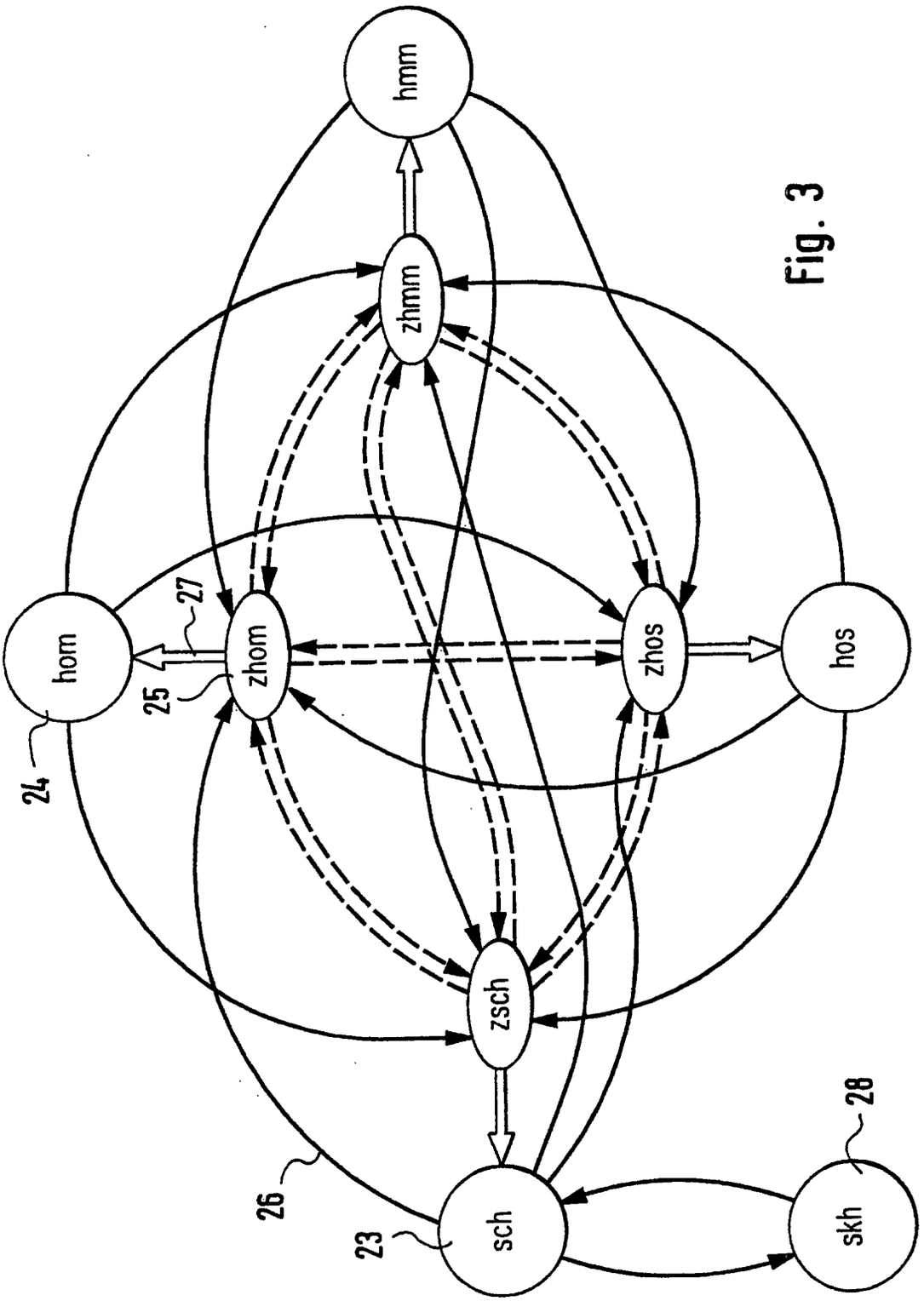


Fig. 3