



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 42 39 711 B4** 2005.03.31

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **P 42 39 711.1**  
 (22) Anmeldetag: **26.11.1992**  
 (43) Offenlegungstag: **01.06.1994**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **31.03.2005**

(51) Int Cl.7: **B60K 41/00**  
 // **B60K 31/00**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

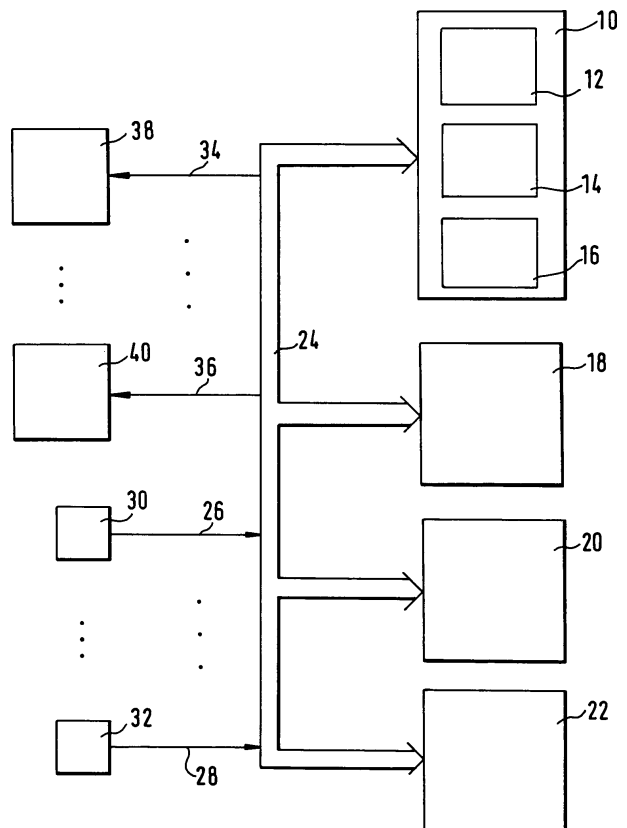
(71) Patentinhaber:  
**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:  
**Hess, Werner, Dipl.-Ing., 70499 Stuttgart, DE;**  
**Zhang, Hong, Dr., 74321 Bietigheim-Bissingen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 41 11 023 A1**  
**DE 40 37 237 A1**  
**DE 38 31 449 A1**  
**EP 02 16 372 B1**  
**DE Zeitung: Süddeutsche Zeitung Nr. 210, 11.**  
**Sept.**  
**1991, S. XII;**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung eines Fahrzeugs**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Steuerung eines Fahrzeugs mit einer Antriebseinheit,  
 – mit wenigstens zwei Teilsystemen (10, 18, 20, 22), welche über ein sie verbindendes Kommunikationssystem (24) Informationen austauschen,  
 – wobei wenigstens eines der Teilsysteme (10) eine Steuereinheit zur Steuerung der Antriebseinheit des Fahrzeugs ist,  
 – dieser Steuereinheit (10) in wenigstens einem Betriebszustand des Fahrzeugs über das Kommunikationssystem (24) von dem wenigstens einen weiteren Teilsystem (18, 20, 22) ein Vorgabewert (mokupsoll) für das von der Antriebseinheit abzugebende Drehmoment, für das von der Antriebseinheit zu erzeugende Verbrennungsmoment oder für die von der Antriebseinheit abzugebende Leistung zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (10) Informationen bezüglich des Istwertes der durch den Vorgabewert repräsentierten Größe dem wenigstens einen Teilsystem (18, 20, 22) übermittelt.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung eines Fahrzeugs gemäß den unabhängigen Patentansprüchen.

## Stand der Technik

**[0002]** Aus der Süddeutschen Zeitung Nr. 210 vom 11.11.1991 Seite XII ist es bekannt, mehrere Steuergeräte eines Kraftfahrzeugs mit einem Datenbus zu vernetzen. Diese Steuergeräte beeinflussen sich gegenseitig. So reduziert beispielsweise eine Antriebschlupfregelung bei Schlupf an den Antriebsrädern das Drehmoment über Eingriffe in die Zündung, also die elektronische Motorleistungssteuerung. Dies geschah zuvor alles über eine Vielzahl speziell zugeordneter Leitungen und vergrößerte damit den ebenso umfangreichen wie komplexen Kabelbaum. Um dem abzuhelfen, d.h. eine Vielfalt von Signalen über eine einzige Leitung zeitlich nacheinander zu übertragen, entwickelte man ein Multiplex-System in Form des sogenannten CAN-Busses.

**[0003]** Aus der DE 38 31 449 A1 ist ein elektronisches Betriebssteuersystem für einen Kraftfahrzeug-Antriebsstrang bekannt, bei dem der Betrieb des Fahrzeugs automatisiert von einer Elektronik geregelt und gesteuert erfolgt. Der Betrieb des Fahrzeugs richtet sich praktisch nur nach einer das Gelände-/Straßen-Vorfeld berücksichtigenden vorausschauenden Betätigung des Fahrpedals, des Bremspedals und des Motorbremsorgans durch den Fahrer. Letzterer wird mithin von jeglicher Schaltarbeit entlastet und kann sich daher voll auf die Fahrtstrecke und den Verkehr konzentrieren. Der Kraftfahrzeug-Antriebsstrang weist einen Antriebsmotor, eine automatisiert schaltbare, lastunterbrechende Kupplung und ein automatisiert schaltbares Getriebe mit ausgangsseitig angeschlossenem Achsantriebsstrang auf. Weiterhin ist wenigstens eine Elektronik vorgesehen, die einen Mikroprozessor, Ein- und Ausgabeperipherie sowie Programm- und Datenspeicher umfasst und auf der Basis signalisierter Mess- bzw. Betriebswerte per Programm die Berechnung von Sollwerten ermöglicht, die in entsprechende Befehle an das Fördermengenverstellorgan der Einspritzpumpe, das Betätigungsorgan der Kupplung und die Schalteinrichtung des Getriebes umgesetzt werden. Von der Elektronik wird das an der Kurbelwelle des Antriebsmotors im Zugbetrieb abgegebene bzw. im Schubbetrieb aufgenommene Drehmoment aus der in den Antriebsmotor eingespeisten Kraftstoffmenge und der Drehzahl des Antriebsmotors in Verbindung mit einem in einem Datenspeicher abgespeicherten Kennfeld des Antriebsmotors berechnet.

**[0004]** Aus der DE 41 11 023 A1 ist ein elektronisches System für ein Fahrzeug bekannt, das aus Elementen zur Durchführung von Steueraufgaben we-

nigstens bezüglich der Motorleistung, der Antriebsleistung und des Bremsvorgangs und Elementen, die das Zusammenwirken der Elemente zur Durchführung von Steueraufgaben koordinieren im Sinne einer Steuerung des Betriebsverhaltens des Fahrzeugs entsprechend dem Fahrerwunsch, besteht. Die Elemente sind dabei in Form einer Hierarchie angeordnet, wobei das wenigstens eine Koordinations-element einer Hierarchieebene bei der Umsetzung des Fahrerwunsches in ein entsprechendes Betriebsverhalten auf die Elemente der nächsten Hierarchieebene und damit auf ein vorgegebenes Untersystem des Fahrer-Fahrzeug-Systems unter Bereitstellung des jeweils von der höheren Hierarchieebene für dieses Untersystem geforderten Verhaltens eingreift.

**[0005]** Aus der DE 40 37 237 A1 ist ein Verfahren zum Betreiben einer aus Brennkraftmaschine und automatischen Getriebe bestehenden Antriebseinheit bekannt. Dabei stellt ein Getriebe-Steuergerät als Ausgangsgröße über einen Datenbus einen Sollwert für das Motordrehmoment zur Verfügung. Letzterer wird auch dem Motorsteuergerät zugeleitet. Ferner erhält das Motorsteuergerät als Eingangsgröße die Motordrehzahl. Das Motorsteuergerät berechnet aus den ihm zur Verfügung stehenden Informationen einen Drosselklappenwinkel-Sollwert, der über den Datenbus dem Motorleistungssteuergerät zugeleitet wird.

**[0006]** Aus der EP 0 216 372 B1 ist ein Datenbus-system bekannt, das im wesentlichen aus einem Datenbus und mehreren Teilnehmern besteht. Bei den Teilnehmern handelt es sich beispielsweise um Steuergeräte für Anzeigevorrichtungen oder Betriebssteuervorrichtungen eines Kraftfahrzeugs. Beispiele hierfür sind eine elektronische Motorleistungsregelung, eine elektronische Getriebesteuerung und ein Anti-Blockier-System. Jeder der Teilnehmer ist über eine zugeordnete Station mit dem Datenbus verbunden. Die Stationen steuern den in Form eines Austausches von Daten ablaufenden Datenverkehr auf dem Datenbus. Jeder der Teilnehmer verfügt einerseits über Daten, die er aufgrund von Eingangssignalen nicht dargestellter Sensoren, Schalter oder dergleichen gewinnt und benötigt, andererseits Daten, die bei einem oder mehreren der anderen Teilnehmer vorhanden sind.

**[0007]** Bereits heutige Fahrzeuge sind durch eine Vielzahl von elektronischen Systemen, wie z.B. elektronische Einspritz- und Zündungssteuerungen und/oder ABS-Systeme gekennzeichnet. Um die zukünftig sich noch weiter erhöhenden Anforderungen an Umweltverträglichkeit, Verbrauch, Sicherheit und/oder Komfort der Fahrzeuge erfüllen zu können, müssen verstärkt weitere elektronische Systeme eingeführt werden. Dabei sind in erster Linie elektronische Motorleistungssteuerungen (sogenannte

E-Gas-Systeme), Fahrgeschwindigkeitsregelsysteme, Antriebschlupf- bzw. Motorschleppmomentregelsysteme (ASR/MSR) und/oder elektronische Getriebebesteuersysteme, aber auch Fahrwerksteuersysteme, Lenksysteme, incl. elektronischer Hinterradlenkung, Abstandsregelsysteme, Navigationssysteme und/oder Verkehrsleitsysteme, zu erwähnen.

**[0008]** Dabei ist zu beachten, daß die obengenannten Teilsysteme zumindest in einigen Teilbereichen ihrer Funktion auf die Antriebsleistung des Fahrzeugs eingreifen, so z.B. die Getriebebesteuerung während des Schaltvorgangs, das ASR-System zur Schlupfregelung, ein Abstandregelsystem zur Regelung der Abstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeugs, etc. Daher erhöht sich die Komplexität des Gesamtsystems zur Steuerung des Fahrzeugs weiter. Um jedoch eine zufriedenstellende Steuerung des Fahrzeugs zu erreichen, ist ein optimales Zusammenwirken der Teilsysteme notwendig. Insbesondere ist es ein Ziel, die Querkopplungen zwischen den einzelnen Teilsystemen zu verringern und dadurch eine unabhängige Applikation und Beherrschung jedes Teilsystems zu erreichen.

**[0009]** Ein erster Schritt in diese Richtung wird in der DE-OS 41 11 023 vorgestellt. Dort wird ausgehend vom Fahrerwunsch eine hierarchisch angeordnete Systemstruktur vorgeschlagen, bei zwischen den einzelnen logischen Teilsystemen Schnittstellen definiert sind, über welche Informationen bezüglich einer von der nächst tieferen Hierarchieebene einzustellenden Größe übermittelt werden. Beispielsweise wird zur Einstellung der Motorleistung über die Steuerung der Luftzufuhr, der Kraftstoffzufuhr sowie des Zündzeitpunktes dem Teilsystem der Motorsteuerung eine Information bezüglich eines Motormomenten-vorgabewertes übermittelt. Eine nähere Beschreibung dieser Schnittstelle zur Motorsteuerung hin wird in der genannten Veröffentlichung nicht gegeben.

#### Aufgabenstellung

**[0010]** Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung eines Fahrzeugs mit wenigstens einem elektronischen Teilsystem neben einem Motorsteuersystem anzugeben, bei dem eine Schnittstelle zum Motorsteuersystem hin angegeben wird, welche von allen vorhandenen Teilsystemen bedient werden kann und die unabhängig vom Motortyp sowie den zur Verfügung stehenden Größen zur Motorbeeinflussung als auch unabhängig von den mit dem Motorsteuersystem kommunizierenden Teilsystemen angewendet werden kann.

**[0011]** Dies wird dadurch erreicht, daß dem Motorsteuersystem von dem wenigstens einen Teilsystem zumindest in wenigstens einem Betriebszustand wenigstens Werte bezüglich einer durch Einstellung wenigstens eines Leistungsparameter des Motor beein-

flußbaren Größe übermittelt und von dem Motorsteuersystem durch Einstellen von wenigstens einem der jeweils zur Verfügung stehenden Leistungsparametern bereitgestellt wird, wobei die Größe einen Parameter beschreibt, welcher ein Maß für das Leistungsvermögen des Motors, ein Maß für das vom Motor abgegebene Moment oder der vom Motor abgegebene Leistung darstellt.

**[0012]** Aus der deutschen Patentanmeldung DE-P 42 32 974.4 ist bekannt, ein gewünschtes Motordrehmoment durch Beeinflussung von Luftzufuhr und Zündung bereitzustellen unter Berechnung und Einstellung des dazu notwendigen Verbrennungsmoments.

**[0013]** Aus der deutschen Patentanmeldung DE-P 42 20 243.4 ist bekannt, bei der Einstellung der Motormoments Verlustmomente, Verbrauchsmomente von zusätzlichen Verbrauchern und Korrekturmomente z.B. eines Leerlaufreglers zu berücksichtigen und diese Momentenbeiträge zu adaptieren, d.h. mögliche Veränderungen dieser Beiträge zu berücksichtigen.

#### Vorteile der Erfindung

**[0014]** Die erfindungsgemäße Vorgehensweise stellt eine einheitliche Schnittstelle zum Motorsteuersystem hin zur Verfügung, welche Querkopplungen zwischen den Teilsystemen verringert und eine unabhängige Applikation und Beherrschung jedes Teilsystems erlaubt.

**[0015]** Besonders vorteilhaft der erfindungsgemäßen Vorgehensweise ist, daß die vorgeschlagene Schnittstelle modular aufgebaut ist, so daß bei Wegfall einer Substruktur des Motorsteuersystems (z.B. elektronische Steuerung der Luftzufuhr) die Schnittstelle nicht beeinträchtigt wird.

**[0016]** Besonders von Bedeutung ist, daß die vorgestellte Schnittstelle derart aufgebaut ist, daß eine Kommunikation zwischen unterschiedlichen Steuersystemtypen ohne Beeinflussung der Schnittstelle ermöglicht wird.

**[0017]** Durch den erfindungsgemäßen Aufbau der Schnittstelle ist vorteilhaft eine feine Dosierung des Leistungsvermögens des Motor, des von diesem abgegebenen Moments oder der abgegebenen Leistung, sowie eine Verringerung des beim Motoreingriff von Teilsystemen entstehenden zusätzlichen Abgasbelastung ermöglicht.

**[0018]** Ferner ist vorteilhaft, daß je nach Genauigkeitsanforderung Struktur und Kennfelder bzw. Kennlinien zur Realisierung der Schnittstelle im Bereich des Motorsteuersystems vereinfacht werden können.

**[0019]** Besondere Vorteile zeigt die erfindungsgemäße Schnittstelle in Verbindung mit einem ASR- und/oder MSR-Eingriff über Einspritzausblendung und/oder Zündwinkelkorrektur und/oder beim Motoringriff einer Getriebesteuerung während des Schaltvorgangs.

**[0020]** Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen sowie aus den abhängigen Ansprüchen.

#### Ausführungsbeispiel

##### Zeichnung

**[0021]** Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Dabei zeigt **Fig. 1** ein Blockschaltbild der Konfiguration eines modernen Steuersystems für ein Fahrzeug, während **Fig. 2** in Form eines Blockschaltbildes ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schnittstelle darstellt. Die **Fig. 3** beschreibt schließlich in Form eines Blockschaltbildes eine Realisierform der Schnittstelle. **Fig. 4** zeigt die reduzierte Schnittstelle, wenn lediglich ein Zündungseingriff vorgesehen ist,

**[0022]** **Fig. 5** die, reduzierte Schnittstelle bei anschließlichem Eingriff in die Kraftstoffzumessung und **Fig. 6** eine Schnittstelle mit Zündungs- und Kraftstoffzumessungseingriff.

#### Beschreibung von Ausführungsbeispielen

**[0023]** **Fig. 1** zeigt beispielhaft als Übersichtsblockschaltbild ein Steuersystem für ein Fahrzeug. Dabei ist mit **10** eine Steuereinheit zur Steuerung des Motors dargestellt, die mit den Bereichen Kraftstoffzumessung **12**, Luftzumessung **14** und/oder Zündungseinstellung **16** ausgestattet ist. Ferner ist eine Steuereinheit **18** zur Steuerung eines automatischen Getriebes, eine Steuereinheit **20** zur Steuerung der Bremsen sowie ggfs. zur Durchführung einer Antriebsschlupf- bzw. Motormomentenschleppregelung und/oder eine Steuereinheit **22** zur Fahrdynamikregelung bzw. zur Fahrwerkseinstellung vorgesehen. Diese Steuereinheiten sind über das Leitungssystem **24**, z.B. über den sogenannten CAN-Bus miteinander verbunden. An das Leitungssystem **24** sind ferner über entsprechende Leitungen **26–28** Meßeinrichtungen **30–32** angehängt, welche Betriebsgrößen von Motor, Antriebsstrang und/oder Fahrzeug erfassen. Die erfaßten Betriebsgrößen stellen dabei die im allgemeinen bekannte Betriebsgrößen wie beispielsweise Motordrehzahl, Motortemperatur, Batteriespannung, Raddrehzahl, Fahrgeschwindigkeit, Abtriebsdrehzahl, Getriebestellung, Turbinendrehzahl, etc., dar. Ferner sind an das Leitungssystem **24** über Leitungen **34–36** Stelleinrichtungen **38–40** zur Aus-

führung der verschiedenen Steuerfunktionen angebunden. Dabei handelt es sich beispielsweise um Kraftstoffeinspritzsysteme, Zündungssysteme, elektrisch steuerbare Drosselklappen, Stelleinrichtungen eines automatischen Getriebes wie z.B. Kupplungen, Stelleinrichtungen für das Fahrwerk (elektrisch steuerbare Feder-Dämpfer-Elemente) sowie Drucksysteme zur Bremsbetätigung.

**[0024]** Die in **Fig. 1** dargestellten Steuereinheiten führen die Ihnen zugeordneten Funktionen unter Erfassung der dazu notwendigen Betriebsgrößen durch und bilden Steuerwerte für die verschiedenen Stelleinrichtungen. Dabei sind Teilfunktionen beispielsweise in Verbindung mit einer Antriebsschlupf- bzw. Motorschleppmomentenregelung, einer Getriebe- steuerung zur Bewältigung des Schaltvorganges sowie bei der Fahrwerkregelung Eingriffe in die Antriebsleistung der Antriebseinheit und somit in das Motorsteuersystem **10** notwendig. Die Kommunikation zwischen den Steuereinheiten **18–22** und dem Motorsteuersystem **10** wird durch eine vorzuziehende Schnittstelle bestimmt. Eine einheitliche, übersichtliche und modular aufgebaute Schnittstelle mit den obengenannten Vorteilen wird durch die nachfolgend beschriebene erfindungsgemäße Vorgehensweise zur Verfügung gestellt.

**[0025]** **Fig. 2** zeigt die Verbindung zum Motorsteuersystem, wobei die beschriebene Ausgestaltung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt, welches die Obermenge der im Rahmen der erfindungsgemäßen Vorgehensweise möglichen Schnittstellen bildet.

**[0026]** In **Fig. 2** ist rechts das Motorsteuersystem **10** dargestellt, welches über das Leitungssystem **24** mit den einzelnen Steuereinheiten oder Teilsystemen **18–22**, welche im strichliert dargestellten Steuersystem **42** zusammengefaßt sind, verbunden ist. Über das Leitungssystem **24** werden zur Durchführung der Steuerfunktionen zwischen den Steuersystemen Informationen ausgetauscht. Dazu gehört zunächst ein Vorgabewert, welcher ein Maß für eine die Leistungsabgabe bzw. -vermögen des Motors charakterisierende Größe darstellt, beispielsweise ein Sollkupplungsmoment (mokusol), welches an der Kurbelwelle des Motors auftritt. Alternativ kann ein Vorgabewert für das indizierte Moment (Verbrennungsmoment movsol) übermittelt werden. Der Zusammenhang zwischen Verbrennungs- und Kupplungsmoment ist durch eine einfache Umrechnung gegeben, das Verbrennungsmoment entspricht dem Kupplungsmoment plus der Summe der durch die Massen der Antriebseinheit verbrauchten Verlustmomente (moverl) und weitere Momentenbeiträge von Verbrauchern (mona). Ferner kann auch ein Vorgabewert für die Leistung der Motors (Psol) übermittelt werden.

**[0027]** Je nach Konfiguration des Fahrzeugsteuersystems werden der Motorsteuerung **10** beispiels-

weise Statusinformationen bezüglich der Steuereinheiten **18–22** zugeführt und/oder der Fahrerwunsch (mokupf) zugeführt. Beinhaltet das Motorsteuerungssystem eine Aufbereitung des Fahrerwunsches, so kann auf die Übertragung dieser Information verzichtet bzw. die Übertragung vom Motorsteuersystem **10** zu den Teilsystemen **18–22** hin erfolgen. Ferner kann auf die Übermittlung einer Information bezüglich des Status der Teilsysteme **18–22** verzichtet werden, wenn diese derart miteinander verknüpft sind, daß der übermittelte Vorgabewert bereits alle Betriebszustände der Teilsysteme **18–22** berücksichtigt, d.h. wenn beispielsweise die Getriebesteuereinheit aus ihren eigenen, den Anforderungswünschen der ASR-/MSR-Regelung und/oder der Fahrwerkregelung im Sinne einer übergeordneten Steuereinheit einen entsprechenden Vorgabewert für die Motoreinstellung ermittelt. Vom Motorsteuerungssystem **10** zu dem Teilsystem **18–22** werden Informationen bezüglich des Istwerts der durch den Vorgabewert repräsentierten Größe, z.B. der Kupplungsmoment-Istwert (mokupist) bzw. der Ist-Wert der alternativ verwendeten Größen, Informationen bezüglich des Maximal- und Minimalwertes dieser Größe (mokupmin, mokupmax), einen durch die Verbrennung bereitgestellten Wert dieser Größe (mokupfü) sowie eine Statusinformation der Motorsteuerung, beispielsweise ob einen Eingriff in die Zündungseinstellung oder einen Eingriff in die Kraftstoffzumessung (z.B. Einspritzausblendung) möglich ist oder über den Betriebszustand des Motors (Leerlauf oder Schub).

**[0028]** Je nach Konfiguration des Fahrzeugssteuersystems, je nach Verfügbarkeit von Stellgrößen und Eingriffsmöglichkeiten und je nach der Notwendigkeit jeder Information kann die Zahl der übertragenen Informationen reduziert werden. Beispielsweise kann nur für eine ASR-Regelung mit Einspritz- und Zündungseingriff ohne Möglichkeit der elektronischen Beeinflussung der Luftzufuhr auf den Informationsaustausch des Fahrerwunsches, des Maximalkupplungsmoments und möglicherweise des Istkupplungsmoments verzichtet werden.

**[0029]** Eine einheitliche Motormomentenschnittstelle, die sowohl einen langsam veränderbaren Momenteneingriff über die Luftzufuhr als auch einen schnellen Momenteneingriff über Einspritzung und Zündwinkel realisiert, die ferner modular aufgebaut ist und bei fehlender Verfügbarkeit einer Stellgröße (z.B. nicht vorhandene Möglichkeit der elektrischen Einstellung der Luftzufuhr) nur diese Teilstruktur ohne weitere Eingriffe in die Schnittstelle nicht aktiv ist, kann durch die erfindungsgemäße Schnittstelle realisiert werden.

**[0030]** Grundidee dabei ist, die gewünschte Leistungsabgabe bzw. das gewünschte Leistungsvermögen, bevorzugt das gewünschte Motormoment durch Veränderung aller zur Verfügung stehender Motor-

stellgrößen (Luftzufuhr, Zündungseinstellung und Kraftstoffzufuhr) zu realisieren. Dabei ist bei heutigen Systemen die Luftzufuhr entweder direkt vom Fahrpedal bestimmt oder durch elektrische Entkopplung vom Fahrpedal elektrisch einstellbar. Im ersten Fall hat der Fahrer das Motormoment im stationären Zustand eingestellt, der Motoreingriff der ASR-Regelung oder der Getriebesteuerung erfolgt dann durch Veränderung der Zündungseinstellung und/oder der Kraftstoffzumessung, beispielsweise durch Einspritzausblendung. Bei elektronischer Beeinflussung der Luftzufuhr wird beispielsweise durch eine übergeordnete Instanz, einer Antriebsstrangsteuerung oder durch das Motorsteuersystem selbst, ein dem Fahrerwunsch entsprechendes Sollmotormoment mokupf vorgegeben.

**[0031]** Fig. 3 zeigt die Struktur eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der vereinheitlichten Motormomentenschnittstelle im Bereich der Motorsteuerung. Dabei werden an die Motorsteuerung ein Soll-Kupplungsmoment mokupf vom Fahrer und ein Eingriffsmoment mokupsol von den Teilsystemen **18–22** sowie Informationen bezüglich des Status der vorhandenen Teilsysteme, z.B. ob ASR oder MSR aktiv ist, übermittelt.

**[0032]** Aus Übersichtlichkeitsgründen wurde als Darstellungsmittel der Schnittstelle ein Blockschaltbild gewählt. In der Realität ist die erfindungsgemäße Schnittstelle als Rechenprogramm verwirklicht. In Fig. 3 werden an verschiedenen Stellen des Blockschaltbildes dieselben Parameter und Funktionen verwendet. Aus Gründen einer klaren Darstellung tragen diese dann dieselben Bezugszeichen, bzw. sind lediglich angedeutet. Selbstverständlich ist in der Realität lediglich ein Funktionselement mit der entsprechenden Funktion vorhanden, dessen Ergebnis an verschiedenen Stellen des Rechenprogramms Verwendung findet.

**[0033]** In Fig. 3 ist schematisch eine Antriebseinheit **100**, insbesondere eine Brennkraftmaschine, dargestellt, welcher symbolisch dargestellte Einrichtungen zur Steuerung Kraftstoffzumessung **102**, des Zündzeitpunkts **104** sowie der Luftzufuhr **106** über eine Drosselklappe zugeordnet sind. Alternativ kann es sich bei der Antriebseinheit um einen Dieselmotor, bei dem in der Regel auf die Beeinflussung des Luft verzichtet wird oder um einen Elektromotor mit den entsprechenden Eingriffsmöglichkeiten handeln.

**[0034]** Fig. 3 beschreibt die Schnittstelle zwischen dem Motorsteuersystem von den Teilsystemen zugeführten Werten, den vom Motorsteuersystem an die Teilsysteme abgegebenen Werten und der in der Regel vorhandenen Eingriffsmöglichkeiten auf Luftzufuhr, Kraftstoffzumessung und Zündzeitpunkt. Bei herkömmlichen Systemen wird die Luftzufuhr infolge der mechanischen Verbindung der Drosselklappe mit

dem Fahrpedal vom Fahrervorgegeben und kann daher nicht beeinflusst werden. Deshalb ist der "Luftpfad" **108**, welcher bei Systemen mit elektrischer Einstellmöglichkeit der Luftzufuhr vorhanden ist, strichliert umrandet.

**[0035]** Eine 1. Leitung **110** führt den Kupplungsmomentvorgabewert  $mokupsol$  eines der Teilsysteme einer Auswahleinheit **112** zu. Dieser Einheit wird ferner über eine Leitung **114** der Fahrervunsch  $mokupf$  sowie über eine Leitung **116** Statusinformationen der Teilsysteme zugeführt. Die Auswahlstufe **112** führt eine Minimal- bzw. Maximalwertauswahl (beispielsweise bei ASR Minimal- bei MSR Maximalauswahl) der von den Teilsystemen vorgegebenen Sollmomentenwerte und dem Fahrervunsch auf der Basis der Statusinformationen durch. Der Auswahlstufe nachgeschaltet sind die Korrekturstufen **118** und **120**, in denen der von der Auswahlstufe übermittelte Vorgabewert mit Verlustmomentbeiträgen  $moverl$  und den Verbrauchsmomentenbeiträgen  $mona$  zusätzlicher Verbraucher korrigiert wird. Die Verlustmomente werden dabei wie aus dem Stand der Technik bekannt aus einem adaptierbaren Kennfeld **122** aus Drehzahl und Motortemperatur ermittelt, die Verbrauchsmomente aus einem adaptierbaren Kennfeld **124** in Abhängigkeit von dem Betriebszustand von Zusatzaggregaten, wie Klimaanlage, Lenkung, Getriebe, etc. Verlustmoment  $moverl$  und Verbrauchsmoment  $mona$  werden in den Korrekturstufen **118** und **120** zum Sollwert  $mokupsol$  addiert, was einen Sollwert für das indizierte oder Verbrennungsmoment  $movsol$  ergibt. Dieser aufgrund von Fahrervunsch oder den Eingriffswerten von Teilsystemen ermittelte Sollverbrennungsmomentwert entspricht einem Sollwert, der unter idealen Bedingungen einzustellen ist. Daher wird in einer weiteren Korrekturstufe **126** der Soll-Verbrennungsmomentwert mit der aktuellen Zündungseinstellung korrigiert, so daß als Ergebnis der durch die Füllung (Luft- und Kraftstoffzufuhr bei  $\lambda = 1$ ) bereitzustellende Sollmomentenbeitrag  $movf\acute{u}sol$  erzielt wird. Die Korrektur erfolgt dabei durch Division des Momentensollwertes  $movsol$  mit einer von der Differenz zwischen einem optimalen Zündwinkel  $zwopt$  und dem aktuellen durch das Zündungskennfeld vorgegebenen Zündwinkel  $zkwf$  abhängigen Funktion  $F$ . Sowohl  $zwopt$  als auch  $zkwf$  werden last- und drehzahlabhängig aus einem nicht dargestellten Kennfeld ausgelesen.

**[0036]** Das auf diese Weise ermittelte Sollverbrennungsmomentanteil der Lufteinstellung  $movf\acute{u}sol$  wird zur füllungsseitigen Momenteneinstellung verwendet.

**[0037]** Der Sollmomentenwert  $movf\acute{u}sol$  wird in einem auf die Korrekturstufe **126** folgenden Kennfeld **128** in Verbindung mit der Motordrehzahl  $n$  in einen Luftmassensollwert  $tlisol$  umgewandelt. Einem Luftmassenregler **130** werden Sollwert  $tlisol$  und der z.B.

von einem Heißfilmluftmassenmesser erfaßten Luftmassenwert  $tlHFM$  zugeführt. Dieser bildet ein Maß für die Abweichung des Istwertes vom Sollwert, mit welchem in einer Korrekturstufe **132** der Sollwert  $tlisol$  vorzugsweise multiplikativ korrigiert wird. In einer auf die Stufe **132** folgenden Korrekturstufe **134** wird dieser Sollwert noch motortemperaturabhängig korrigiert und zum Drosselklappenstellungssollwertkennfeld **136** geführt. Dort wird auf der Basis des korrigierten Luftmassensollwertes ein Drosselklappenstellungssollwert  $DKsol$  für die Einstellung der Drosselklappe gebildet, welcher durch das elektronische Gaspedalsystem **138**, gegebenenfalls abhängig von weiteren Betriebsgrößen wie Drosselklappeniststellung, etc., eingestellt wird. Die Einstellung der zuzumessenden Kraftstoffmenge erfolgt in bekannter Weise auf der Basis des Luftmassenwertes  $tlHFM$  und der Drehzahl  $n$ .

**[0038]** Bei mechanischer Kopplung zwischen Fahrpedal und Drosselklappe ist der strichliert umrandete "Luftpfad" **108** nicht aktiv, der Fahrervunsch  $mokupf$  wird von dem Motorsteuersystem nicht mehr eingeleitet und der auf der Basis der vom Fahrer eingestellten Füllung der Brennkraftmaschine wie weiter unten beschrieben berechnete Momentenwert  $mokupf\acute{u}$ , der ein Maß für das durch die eingestellte Füllung bei vorgegebenen Luft-/Kraftstoffverhältnis erzeugte Verbrennungsmoment ist, wird den anderen Teilsystemen, wenn erforderlich, als Fahrervunsch übermittelt.

**[0039]** Für den schnellen Motoreingriff über Zündung und/oder Kraftstoffzumessung ist es ebenfalls zweckmäßig, das vom Motor zu realisierende Drehmoment in ein Verbrennungsmoment (durch die Verdichtungsphase erzeugte mechanische Energie) und in ein Verlustmoment (Schleppmoment, durch Reibung und Drosselverluste verbrauchte Energie) aufzuteilen.

**[0040]** Der Eingriff in die Kraftstoffzumessung erfolgt in der Regel durch Abschaltung der Kraftstoffzufuhr wenigstens zu einzelnen Zylindern während bestimmten Arbeitstakten. Dieses Vorgehen wird im folgenden Einspritzausblendung genannt. Die Einspritzausblendung und der Zündwinkleingriff beeinflussen hauptsächlich das Verbrennungsmoment  $mov$  des Motors, weniger das Verlust- oder Schleppmoment  $moverl$ , in welchem Reibungs- und Drosselverluste zusammengefaßt sind. Deshalb wird bei der nachfolgenden beschriebenen Bestimmung des Eingriffes in die Kraftstoffzumessung über Einspritzausblendung und in den Zündwinkel durch Zündwinkelkorrektur das Soll-Kupplungsmoment  $mokupsol$  mit dem Motorschleppmoment  $moverl$  und dem Verbrauchsmoment von Nebenaggregaten  $mona$  in ein Verbrennungsmomentsollwert  $movsol$  wie bereits anhand des Luftpfades erläutert umgewandelt.

**[0041]** Da das Motorschleppmoment und das Verbrauchsmoment im wesentlichen Konstanten sind bzw. durch bekannte Methoden adaptiert werden können (vgl. den eingangsgenannten Stand der Technik), kann die Bestimmung des Sollverbrennungsmoments  $m_{vsol}$  auch bereits in den Teilsystemen oder in einer übergeordneten Steuereinheit erfolgen, wodurch kein Kupplungsmomentensollwert, sondern ein Verbrennungsmomentensollwert zur Motorsteuerung übertragen wird. In analoger Weise kann bereits in den Teilsystemen oder in der übergeordneten Steuereinheit die abzugebende Motorleistung  $P_{sol}$  bestimmt und zum Motorsteuersystem übertragen werden. In den beiden letzteren Fällen arbeitet die Schnittstelle dann auf der Basis von Verbrennungsmomenten- bzw. Motorleistungswerten.

**[0042]** Die Berechnung des Sollverbrennungsmomentes ist in **Fig. 3** durch die Elemente mit dem Bezugszeichen **110a**, **118a**, **120a**, **122a** und **124a** dargestellt. Die Vorgehensweise entspricht der im Zusammenhang mit dem Luftpfad beschriebenen. In darauffolgenden Berechnungsblock **140** wird das Verbrennungssollmoment  $m_{vsol}$  unter Berücksichtigung der Statusinformationen der Teilsysteme (**116a**) und dem durch die Einstellung der Füllung erzeugten Verbrennungsmomentenbeitrag  $m_{vfü}$ , der über die Leitung **141** zugeführt und wie nachfolgend beschrieben bestimmt wird, in ein Maß für die Zündwinkelkorrektur  $d_{zw}$  und/oder in ein Maß für die Einspritzausblendung  $X$ , z.B. Ausblenden von  $X$  Zylindern innerhalb einer festvorgegebenen Anzahl von Kurbelwinkeldrehungen ( $X$  kann auch kleiner als 1 sein), umgewandelt. Die durch **140** beschriebene Funktion ist dabei eine allgemeine Funktion zur Bestimmung von Zündwinkel- und/oder Einspritzeingriff, welche in den vorteilhaften Ausführungsbeispielen gemäß **Fig. 4 bis 6** beispielhaft dargestellt ist.

**[0043]** Das durch die Füllung erzeugte Verbrennungsmoment  $m_{vfü}$  ist dabei ein für Normalbedingungen (Zündwinkel gemäß Drehzahl/Last-Kennfeld ohne Zündwinkeleingriff, Abgaszusammensetzung  $\lambda = 1$ ) wie folgt bestimmter Wert.

**[0044]** Ein aus dem eingangs genannten Stand der Technik der deutschen Patentanmeldung DE-P 42 32 974.4 bekanntes Kennfeld **142**, das sogenannte Füllungsmodell, bildet aus Drehzahl und Luftmassenmeßwert  $tHFM$  ein Maß für den zum Motor fließenden Luftmassenstrom  $t_{list}$ , welcher im darauffolgenden Motorkennfeld **144** in Verbindung mit der Drehzahl und bezogen auf den hinsichtlich der Leistungs- bzw. Momentenabgabe optimalen Zündwinkel  $z_{opt}$  in einen optimalen Verbrennungsmomentenwert  $m_{vopt}$  umgerechnet wird. Dieser Wert wird durch die folgende Multiplikationsstufe **146** mit einer Funktion  $F$  korrigiert, welche abhängig ist von der Differenz zwischen dem optimalen Zündwinkel  $z_{opt}$  und dem unter den gerade herrschenden Betriebsbedingungen

(kein Zündwinkeleingriff) zu wählenden Kennfeldzündwinkel  $z_{wkf}$  (vgl. Block **126**). Der so korrigierte Wert entspricht dem durch die Füllung unter Normalbedingungen erzeugten Verbrennungsmoment  $m_{vfü}$ , welcher dem Kennfeld **140** zugeführt wird.

**[0045]** Der auf diese Weise bestimmte Verbrennungsmomentenwert  $m_{vfü}$  wird unter Korrektur (Subtraktion) mit den wie oben dargelegt bestimmten Momentenbeiträge durch Verbraucher  $m_{vma}$  sowie des Momentenschleppwertes  $m_{vmerl}$  in den Korrekturstufen **118b** und **120b** in einen Kupplungsmomentenwert unter Kennfeldzündwinkel  $m_{okupfü}$  umgewandelt, welcher über die Leitung **148** den Teilsystemen zur Verfügung gestellt wird.

**[0046]** Ferner wird ausgehend von dem im Kennfeld **144** ermittelten optimalen Verbrennungsmomentenwert  $m_{vopt}$  durch Korrektur mit einer Funktion  $F$ , welche abhängig ist von der Differenz aus optimalem Zündwinkel  $z_{opt}$  und dem tatsächlich eingestellten Zündwinkel  $z_{wist}$  (d.h. gegebenenfalls unter Berücksichtigung von weiteren Korrekturen, wie z.B. von einer Klopf- oder Leerlaufregelung) in der Korrekturstufe **150**, durch Berücksichtigung der möglicherweise ausgeblendeten Einspritzungen in der Berechnungsstufe **152** sowie unter Subtraktion von Verbrauchsmomentenbeiträgen  $m_{vma}$  und Verlustmomentenbeiträgen  $m_{vmerl}$  in den Korrekturstufen **118c** und **120c** und unter Subtraktion der in einer Berechnungsstufe **154a** abhängig von der Motordrehzahländerung bestimmten Momentenbeitrag durch die bewegten Massen des Motors in einen Meßwert für das tatsächlich vorliegende Kupplungsmoment  $m_{okupist}$  umgewandelt und über die Leitung **156** gegebenenfalls an die Teilsysteme geführt.

**[0047]** Ferner wird der im Kennfeld **140** bestimmte Zahl der auszublendenden Einspritzungen an das Einspritzsystem **102** abgegeben, welches die Vorgabe beispielsweise durch ein rollierendes Ausblendmuster ausführt. Der Zündwinkelkorrekturwert  $d_{zw}$  wird in einer 1. Korrekturstufe **158** und einer 2. Korrekturstufe **160** durch Subtraktion des optimalen Zündwinkels  $z_{opt}$  und Addition des Kennfeldzündwinkels  $z_{wkf}$  in einen Korrekturbetrag des Kennfeldzündwinkels  $d_{zwkf}$  umgerechnet und dem Zündsystem **104** zur Einstellung zugeführt.

**[0048]** Dabei ist zu beachten, daß die in **Fig. 3** beschriebene Schnittstelle alle drei Einflußmöglichkeiten auf die Leistungsparameter des Motors beschreibt. In vorteilhaften Ausführungsbeispielen sind alle diese drei Leistungsparameter auf elektronischem Wege beeinflussbar, so daß die Schnittstelle in der dargestellte Art ausführbar ist. Für die Berechnungen im Block **140** zur Bestimmung der Zündungskorrektur und/oder der Ausblendungen gelten dabei die nachfolgend dargestellten Formeln.

**[0049]** In anderen Ausführungsbeispielen dagegen können jedoch lediglich Zündwinkeleingriff (vgl. **Fig. 4**) und/oder Einspritzausblendungen (vgl. **Fig. 5** und **6**) ohne elektrische Eingriffsmöglichkeit in die Luftzufuhr vorgesehen sein. Auch in diesen Ausführungsbeispielen ist die beschriebene in **Fig. 3** dargestellte Schnittstellenstruktur in vorteilhafter Weise bezüglich der vorhandenen Eingriffsmöglichkeiten unverändert anwendbar, wobei bei Verzicht auf die Luftbeeinflussung der strichliert dargestellte Block **108** wegfällt, bei ausschließlichen Zündungseingriff (vgl. **Fig. 4**) der Einspritzpfad sowie Block **152**, bei ausschließlichen Einspritzungseingriff (vgl. **Fig. 5**) die Korrektur des Zündwinkels (Blöcke **158**, **160** fallen weg, Block **150** und **146** werden zusammengezogen, da  $z_{wkf} = z_{wist}$ ) entfällt. Ist sowohl Einspritzausblendung und Zündwinkeleingriff vorgesehen, ergibt sich eine Konfiguration gemäß **Fig. 6**.

**[0050]** Da die Blöcke dieselben Funktionen wie in **Fig. 3** erfüllen, wurden sie mit den denselben Bezugszeichen versehen und auf eine erneute Beschreibung verzichtet, bezüglich der auf die Beschreibung zu **Fig. 3** verwiesen wird.

**[0051]** Eine Vereinfachung der Schnittstelle kann durch Reduzierung der Komplexität der Kennfelder und -linien (z.B. **122**, **124**, **128**, **130**, **140**, **142**, **144**, etc.) erreicht werden. Dadurch kann eine Schnittstelle beliebiger Komplexität realisiert werden, ohne Eingriffe in die Grundstruktur der Schnittstelle vornehmen zu müssen.

**[0052]** Im folgenden wird die Arbeitsweise der Schnittstelle anhand verschiedener Beispiele näher beschrieben.

**[0053]** Zunächst sei ein Momentenreduzierwunsch beschrieben. Wird ein schneller Momenteneingriff erforderlich, so erfolgt dieser durch Vergleich zwischen dem geforderten Verbrennungsmoment  $movsol$  und dem unter normalen Bedingungen durch die Füllung erzeugten Verbrennungsmoment  $movfü$ . Ist  $movsol$  kleiner als  $movfü$ , z.B. bei einem ASR-Eingriff oder infolge eines entsprechenden Reduzierwunsches der Getriebesteuerung, wird die Momentenreduzierung durch Veränderung des Zündwinkels und/oder durch Ausblendung von Einspritzimpulsen erfolgen. Ein langsamerer Eingriff zur Reduzierung erfolgt über die Einstellung der Luftzufuhr. Dabei können verschiedene Strategien für den Zündwinkeleingriff und für das Muster der Einspritzausblendung verfolgt werden. Eine Einstellung der Luftzufuhr gemäß  $movsol$  findet dabei bei vorhandener Eingriffsmöglichkeit parallel über den Luftpfad **108** statt, bei nicht vorhandener Eingriffsmöglichkeit entspricht die Luftzufuhr der Fahrervorgabe und wird in dem Wert  $movfü$  berücksichtigt.

**[0054]** Zunächst sei der Fall beschrieben, daß nur

der Zündwinkeleingriff möglich ist (vgl. **Fig. 4**). In diesem Fall ergibt sich die Beziehung zwischen dem Verbrennungsmomentensollwert  $movsol$  und der Zündwinkelkorrektur  $dzw$ , welche durch die Berechnungsstufe **140** ermittelt wird, durch die folgenden Gleichung:

$$movsol = movopt \cdot F(dzw) \quad (1)$$

wobei  $F(dzw)$  den Momentenreduktionsfaktor abhängig von der Zündwinkelkorrektur (in Form einer Kennlinie) bezogen auf den optimalen Zündwinkel darstellt und in einer Kennlinie abgelegt ist, wobei  $dzw$  die Differenz zwischen Soll-Zündwinkel und optimalen Zündwinkel darstellt. Dabei ist der Block **140** über die Leitung **141** mit der Ausgangsleitung des Blocks **144** verbunden. Dies entspricht der allgemeinen Darstellung nach **Fig. 3**, wo der Berechnung des Zündungs- bzw. Einspritzeingriffs  $movfü$  zugrundeliegt.

**[0055]** Der Zündwinkelkorrekturwert  $dzw$  bezogen auf den optimalen Zündwinkel  $z_{wopt}$  ergibt sich dann aus dem inversen Faktor gemäß der folgenden Gleichung:

$$dzw = F^{-1}(movsol/movopt) \quad (2)$$

**[0056]** Dieser berechnete Wert wird auf die maximal erlaubte Zündwinkelkorrektur  $dzw_{max}$ , welche eine Funktion der angesaugten Luftmasse und der Drehzahl ist, begrenzt, so daß sichergestellt ist, daß das vom Zylinder angesaugte Gemisch noch zündet. Daraufhin wird der Zündwinkelkorrekturwert  $dzw_{kf}$  bezogen auf den Kennfeldzündwinkel des Zündsystems  $z_{wkf}$  durch Subtraktion des optimalen und Addition des Kennfeldzündwinkels bestimmt (vgl. Gleichung 3). Dabei wird unter Kennfeldzündwinkel  $z_{wkf}$  der Zündwinkel verstanden, der sich ohne Zündwinkeleingriff durch die Momentenschnittstelle einstellen würde.

$$dzw_{kf} = dzw - z_{wopt} + z_{wkf} \quad (3)$$

**[0057]** Da durch die Zündwinkelkorrektur allein keine große Momentenänderung realisiert werden kann, ist eine Anwendung des Verfahrens mit ausschließlicher Zündwinkelkorrektur in Verbindung mit einem elektronischen Gaspedalsystem vorteilhaft, da in diesem Fall durch die Zündwinkelkorrektur lediglich eine schnelle Reaktion erreicht werden soll. Die Einstellung der Luftzufuhr und die Zündwinkelkorrektur erfolgen in diesem Fall gleichzeitig.

**[0058]** Als zweite Möglichkeit bietet sich die Momentenreduktion durch ausschließlichen Eingriff in die Kraftstoffzumessung durch Ausblendung von Einspritzimpulsen an (vgl. **Fig. 5**). Dabei ist eine gewisse Anzahl von sogenannten Ausblendstufen vorgesehen. Die  $Z$  Ausblendstufen bestimmen die Anzahl der maximal möglichen Stufen der Ausblendung der Zy-



lindern. Z.B. können bei einem Vier-Zylinder-Motor **8** Ausblendstufen vorgesehen sein, in welchen über vier Kurbelwellenumdrehungen einzelnen Zylinder je nach Ausblendstufen abgeschaltet werden (1. Stufe Abschaltung 0,5 Zylinder, 2. Stufe 1 Zylinder, 3. Stufe 1,5 Zylinder, etc.). Die achte Ausblendstufe kann einer kompletten Abschaltung entsprechen. Dabei ist jeder beliebige Faktor der Zylinderzahl möglich und wird je nach der gewünschten Drehmomentenlücke zwischen zwei Stufen, d.h der Differenz der Drehmomente in zwei benachbarten Stufen, gewählt.

**[0059]** Bei der Bestimmung des vom Motor abgegebene Verbrennungsmoments bei ausgeblendeten Zylindern muß dann über eine gewisse Anzahl von Kurbelwellenumdrehungen gemittelt werden, wobei die Anzahl der Kurbelwellenumdrehungen sich an der Zahl der vorhandenen Ausblendstufen orientiert. Im obigen Beispiel wären das vier Kurbelwellenumdrehungen.

**[0060]** Der Zusammenhang zwischen dem Sollverbrennungsmoment  $movsol$  und dem durch die eingestellte Luftzufuhr erzeugten Verbrennungsmoment  $movfü$  ergibt sich bei  $X$  ausgeblendeten Zylindern (Ausblendstufe  $X$ ) bei  $Z$  möglichen Ausblendstufen und bei zumindest bei den nicht ausgeblendeten Zylindern gleichbleibendem Kennfeldzündwinkel  $zkwf$  wie folgt:

$$movsol = (1 - X/Z) \cdot movfü \quad (4)$$

**[0061]** Dabei ist zu berücksichtigen, daß der Beitrag zum Verbrennungsmoment  $movfü$  von einem ausgeblendeten Zylinder 0 ist. Wird die obige Gleichung nach  $X$  aufgelöst, ergibt sich die zur Bereitstellung des Sollverbrennungsmoments geeignete Ausblendstufe bzw. die geeignete Zahl auszublendender Zylinder über einen vorgegebenen Kurbelwellenwinkel:

$$X = Z \cdot (movfü - movsol) / movfü \quad (5)$$

**[0062]** Der berechnete Wert von  $X$  (vgl. Block **140**) muß dabei möglicherweise aufgerundet (oder abgerundet) werden, um eine erlaubte bzw. vorhandene Ausblendstufe zu erhalten. Durch Aufrundung ergibt sich ein gegenüber der gewünschten Momentreduzierung etwas größere Reduzierung, so daß dies eine bevorzugten Maßnahme sein kann.

**[0063]** Das Einspritzausblendmuster wird meistens als ein rollierendes Muster ausgeführt sein, so daß jeder Zylinder innerhalb einer vorbestimmten Zeit je nach Ausmaß der Einspritzausblendung nicht mit Kraftstoff versorgt wird. Dies verbessert die Laufruhe des Motors und verhindert ein zu starkes Auskühlen der abgeschalteten Zylindern.

**[0064]** Als weiteres Beispiel zur der Momentenreduzierung sei der Eingriff in die Kraftstoffzumessung

und in den Zündwinkel vorgestellt (**Fig. 6**). Dabei ist zu beachten, daß in **Fig. 6** anstelle der Verwendung des Werte  $movfü$  im Block **140** ein effektives Verbrennungsmoment  $move$  verwendet wird, welches bezogen auf den optimalen Zündwinkel das Ausblenden von Zylindern bereits berücksichtigt. Dies stellt lediglich eine andere Möglichkeit der Berechnung dar. Die Berücksichtigung der ausgeblendeten Zylindern bei der Bestimmung des Verbrennungsmoments erfolgt bei der Darstellung nach **Fig. 3** im Block **140**.

**[0065]** Die Momentenreduzierung ergibt sich durch eine Kombination der oben dargestellten Fälle durch folgende Gleichung:

$$movsol = (1 - X/Z) \cdot movopt \cdot F(dzw) \quad (6)$$

**[0066]** Zur Bestimmung des Sollverbrennungsmoments können zwei Strategien verfolgt werden. Zum einen kann dem Zündwinkelingriff eine gegenüber der Einspritzausblendung höhere Priorität zugeordnet werden, um z. B. die Abgasemission zu reduzieren. Dies bedeutet, daß der Zündwinkelingriff je nach vorgegebenem Kupplungsmomentensollwert bis zu seiner maximal erlaubten Zündwinkeländerung  $dzwmax$  zugelassen wird und erst dann, wenn eine noch größere Momentenreduzierung angefordert wird, die Zylinderausblendung zugelassen wird. Daher wird zunächst die Anzahl der Reduzierstufen gemäß Gleichung (6) zu 0 gesetzt und die Zündwinkelkorrektur  $dzw$  wie im Falle der ausschließlich vorhandenen Zündwinkelkorrektur gemäß Gleichung (2) berechnet. Ist der Zündwinkelkorrekturwert kleiner als der vorgegebene Maximalwert, findet keine Einspritzausblendung statt und der Zündwinkelingriff erfolgt wie oben beschrieben. Wurde jedoch erkannt, daß der Zündwinkelkorrekturwert  $dzw$  größer als der maximal vorgegebene Korrekturwert ist, wird die Zahl der auszublendenden Zylinder gemäß Gleichung (6) durch Einsetzen des maximalen Zündwinkelkorrekturwertes  $dzwmax$  berechnet und durch folgende Gleichung dargestellt:

$$X = Z \cdot (movopt \cdot F(dzwmax) - movsol) / (movopt \cdot F(dzwmax)) \quad (7)$$

**[0067]** Nach Aufrunden und Auswahl des Ausblendmusters werden die vorgegebene Anzahl von Zylindern ausgeblendet. Wird eine sehr genaue Realisierung des Sollkupplungsmoments gefordert, wird der aufgerundete Wert der Zahl der ausgeblendeten Zylinder nochmals in obige Gleichung (6) eingesetzt und ein Zündwinkelkorrekturwert  $dzw$  gemäß der folgenden Gleichung bestimmt:

$$dzw = F^{-1}(movsol / (movopt \cdot (1 - X/Z))) \quad (8)$$

**[0068]** In diesem Fall kann das Einspritzausblendmuster grob sein, sich beispielsweise auf einer der Zylinderzahl entsprechenden Anzahl von Stufen be-

schränken. Die entstehende Momentenlücke zwischen zwei Ausblendstufen wird durch die Zündwinkelkorrektur kompensiert. Die oben beschriebene Gleichung (8) gilt nur, wenn die Zahl X kleiner als die Gesamtzahl Z der Ausblendstufen ist. Sind diese beiden Werte gleich, gibt es keine Zündwinkelkorrektur mehr und der Motor erreicht sein minimales Moment  $m_{kupmin}$ , welches gerade die Verlustmomente durch Schleppmoment und Nebenverbraucher beinhaltet. Eine weitere Reduzierung der Antriebsleistung ist durch Motoreingriff nicht möglich und muß z.B. durch Bremsen- oder Getriebeeingriff erfolgen, wobei zu berücksichtigen ist, daß bei Fahrzeugen mit elektrischer Beeinflussung der Luftzufuhr gleichzeitig zur Kraftstoff- und Zündungseinstellung eine Einstellung der Luftzufuhr erfolgt.

**[0069]** Eine zweite Möglichkeit ist, daß die Einspritzausblendung höhere Priorität als der Zündwinkelkorrektur besitzt. Bei dieser Strategie wird die Zündwinkelkorrektur nur zur feinen Dosierung der Motorleistung zwischen zwei Ausblendstufen verwendet.

**[0070]** Bei dieser Vorgehensweise wird in Gleichung (6) der Zündwinkelkorrekturwert  $d_{zw}$  auf die Differenz zwischen dem optimalen und dem Kennfeldzündwinkel gesetzt. Die Zahl der auszublendenden Zylinder X ergibt sich dann aus Gleichung (5). Dieser Wert wird auf eine ganze Zahl abgerundet und anschließend der Zündwinkelkorrekturwert  $d_{zw}$  aus Gleichung (8) durch Einsetzen der Zahl der auszublendenden Zylinder X berechnet. Der Zündwinkelkorrekturwert wird dann auf den Kennfeldzündwinkel bezogen und der Kennfeldwinkelkorrekturwert gemäß Gleichung (3). Aus der berechneten Zahl auszublendenden Zylinder wird ein Ausblendmuster ermittelt und vom Einspritzsystem realisiert. Dabei kann die Zahl der Stufen der Einspritzausblendung auch klein sein, insbesondere der Zylinderzahl entsprechen. Die Momentenlücke zwischen zwei Stufen wird die Zündwinkelkorrektur kompensiert.

**[0071]** Eine vergleichbare Vorgehensweise wird bei einem Momentenerhöhungswunsch, beispielsweise durch einen MSR-Eingriff oder die Getriebe Steuerung, vorgenommen.

**[0072]** Dabei ist das Kupplungssollmoment  $m_{kupsol}$  größer als der durch die Füllung unter Normalbedingungen erzeugte Momentenbeitrag  $m_{kupfü}$  ( $m_{kupfü}$ ). Der schnelle Momentenaufbau kann nur durch Zündwinkeländerung bis zum optimalen Zündwinkel  $z_{opt}$  bzw. bis zur Klopfgrenze erfolgen. Da der Kennfeldzündwinkel meistens schon nahe am optimalen Zündwinkel liegt, kann eine Momentenerhöhung über eine Zündwinkeländerung nicht mehr erzielt werden. Die Anforderung der schnellen Momentenerhöhung von MSR kann im Schub erreicht werden, indem die Anzahl der auszublendenden Zylinder gemäß Gleichung (5) berechnet wird und die

Differenz zwischen der maximalen Anzahl der Ausblendstufen und der Zahl der auszublendenden Zylinder eingesetzt wird. Durch MSR wird die Schubabschaltung aufgehoben.

**[0073]** Vorzugsweise kann die Anforderung der Momentenerhöhung dadurch realisiert werden, daß ein Kupplungsmoment  $m_{kupsol}$  über den Luftpfad (Leerlaufsteller oder E-Gas, siehe Fig. 3) eingestellt wird. Im Falle von Leerlauf ist grundsätzlich kein externer Motoreingriff erlaubt. Die Leerlaufinformation wird ebenso wie z.B. die Schubbetriebsinformation, während dessen kein ASR-Eingriff möglich ist, über die Schnittstelle an die Teilsysteme abgegeben.

**[0074]** Das Motorschleppmoment  $m_{overl}$  setzt sich aus Motorreibverlust und Motordrosselverlust zusammen und ist abhängig von Motortemperatur, Motordrehzahl und Saugrohrdruck. Dieser Wert kann vorteilhaft in ein Schleppmoment bei Saugrohrdruck Null (geschlossene Drosselklappe, Luftmasse Null) und in eine Momentenkorrektur  $d_{moverl}$  in Abhängigkeit vom Saugrohrdruck zerlegt werden:

$$m_{overl} = m_{overl}(P_s = 0) - d_{moverl}(P_s) \quad (9)$$

**[0075]** Das Schleppmoment bei geschlossener Drosselklappe kann ebenso vorteilhaft wieder in ein Schleppmoment abhängig von der Motordrehzahl und in ein Schleppmoment abhängig von der Motortemperatur zerlegt werden und wird im Leerlauf gemäß dem bekannten Stand der Technik adaptiert. Entsprechend diesem Stand der Technik wird der Momentenbedarf von Nebenaggregaten bestimmt. Die Korrekturgröße des Schleppmoments kann in Abhängigkeit vom Saugrohrdruck durch Interpolation einer Kennlinie bestimmt werden. Wenn kein Drucksensor zur Messung vom Saugrohrdruck vorhanden ist, kann der Saugrohrdruck durch Produkt der Saugrohrtemperatur und der Füllung ersetzt werden, da der Saugrohrdruck proportional zum Produkt von Füllung und Saugrohrtemperatur ist.

**[0076]** Das Istmotormoment  $m_{kupist}$  errechnet sich aus der tatsächlich realisierten Zahl der ausgeblendeten Zylinder X und dem Zündwinkelwert gemäß Gleichung (6) unter Berücksichtigung des Schleppmoments und des Momentenbeitrags der Nebenaggregaten bzw. des Trägheitsmoments des Motors.

**[0077]** Dieser Wert zusammen mit dem Minimalmoment  $m_{kupmin}$  ( $= -(m_{overl} + m_{ona})$ ) und dem durch die Füllung bereitgestellten Kupplungsmoment unter Normalbedingungen  $m_{kupfü}$  wird vorzugsweise an andere Steuergeräte mitgeteilt. Auch das maximal erreichbare Kupplungsmoment  $m_{kupmax}$  unter Berücksichtigung der momentanen Luftdichte wird an andere Steuergeräte mitgeteilt. Das Kupplungsmoment unter normalen Bedingungen  $m_{kupfü}$  dient

dabei als ein Bezugspunkt der Regelung in anderen Steuergeräten, z.B. wird bei ASR ein maximal zulässiges Kupplungsmoment  $m_{zul}$  aus dem Radschlupf berechnet. Wenn dieser Wert kleiner als das Kupplungsmoment unter Normalbedingungen ist, wird das ASR-Statusbit gesetzt und das zulässige Kupplungsmoment als Kupplungsmomentensollwert zur Motorsteuerung geschickt. Wenn das zulässige Motormoment größer als das unter Normalbedingungen vorhandene Kupplungsmoment ist, wird das ASR-Statusbit zurückgesetzt und der Eingriff beendet. Bei MSR wird umgekehrt wie bei ASR vorgegangen.

**[0078]** Bei der Getriebesteuerung kann in vorteilhafter Weise eine gewünschte schnelle Momentenerhöhung während der Schaltung dadurch realisiert werden, daß die Getriebesteuerung das nach dem Schaltvorgang gewünschte Moment über den Fahrerwunsch vorgibt, das tatsächlich während des Schaltvorgangs zu realisierende Kupplungsmoment aber über Momenteingriff  $m_{kupsol}$  ausgibt. Hier liegt das durch die Füllung unter normalen Bedingungen realisierte Kupplungsmoment  $m_{kupsol}$  oberhalb des momentan angeforderten Kupplungsmoments  $m_{kupsol}$ . Die Momentendifferenz zwischen diesen beiden Werten wird durch Zündwinkelkorrektur kompensiert und die Erhöhung des Istkupplungsmoments auf den Fahrerwunsch nach der Schaltung durch Zurücknahme der Zündwinkelkorrektur realisiert.

**[0079]** Die Berechnung des Verbrennungsmoments  $m_{opt}$  bei optimalem Zündwinkel aus einem Momentenkennfeld ist bei verschiedenen Motordrehzahlen in Abhängigkeit von der Füllung  $t_{list}$  im wesentlichen linear und kann vorteilhafterweise bei weniger hohen Genauigkeitsanforderungen wie folgt vereinfacht werden:

$$m_{opt} = t_{list} \cdot G(n) \quad (10)$$

$$\text{oder: } m_{opt} = t_{list} \cdot G \quad (11)$$

**[0080]** Dabei stellt  $G(n)$  einen drehzahlabhängigen Faktor dar, der im wesentlichen durch den drehzahlabhängigen Verbrennungswirkungsgrad bestimmt ist und bei weiterer Reduzierung der Genauigkeit durch einen mittleren Faktor ohne Drehzahlabhängigkeit ersetzt werden kann.

**[0081]** Eine entsprechende Vorgehensweise kann auch vorteilhaft in Verbindung mit alternativen Antriebskonzepten, wie Wasserstoffmotoren, Anwendung finden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Fahrzeugs mit einer Antriebseinheit,  
– mit wenigstens zwei Teilsystemen (10, 18, 20, 22),

welche über ein sie verbindendes Kommunikationssystem (24) Informationen austauschen,  
– wobei wenigstens eines der Teilsysteme (10) eine Steuereinheit zur Steuerung der Antriebseinheit des Fahrzeugs ist,  
– dieser Steuereinheit (10) in wenigstens einem Betriebszustand des Fahrzeugs über das Kommunikationssystem (24) von dem wenigstens einen weiteren Teilsystem (18, 20, 22) ein Vorgabewert ( $m_{kupsol}$ ) für das von der Antriebseinheit abzugebende Drehmoment, für das von der Antriebseinheit zu erzeugende Verbrennungsmoment oder für die von der Antriebseinheit abzugebende Leistung zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (10) Informationen bezüglich des Istwertes der durch den Vorgabewert repräsentierten Größe dem wenigstens einen Teilsystem (18, 20, 22) übermittelt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilsysteme (18, 20, 22) Systeme zur Durchführung einer Antriebsschlupfregelung, einer Motorschleppmomentregelung, einer Getriebesteuerung und/oder einer Fahrwerkregelung darstellen.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die von dem wenigstens einen Teilsystem (18, 20, 22) übermittelten Vorgabewerte in entsprechende Einstellwerte zur Steuerung von Zündung und/oder Kraftstoffzumessung und/oder Luftzufuhr umgewandelt werden im Sinne einer Einstellung des Vorgabewertes.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dem Antriebseinheitsteuersystem von dem wenigstens einen Teilsystem (18, 20, 22) Vorgabewerte bezüglich des von der Antriebseinheit abzugebenden Moments übermittelt werden und das diesem Momentenwunsch entsprechende Moment durch Ausblenden oder Aktivieren einer ermittelten Zahl von Einspritzungen und/oder durch Korrektur des eingestellten Zündwinkel und/oder durch Einstellung der Luftzufuhr unabhängig von Fahrerwunsch eingestellt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuereinheit (10) von dem wenigstens einen Teilsystem (18, 20, 22) eine Statusinformation übermittelt wird, nach deren Maßgabe die Steuereinheit (10) die Einstellung des Momentenwunsches vornimmt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dem wenigstens einen Teilsystem (18, 20, 22) eine Statusinformation der Steuereinheit (10) über den aktuellen Betriebszustand der Antriebseinheit übermittelt wird.

7. Vorrichtung zur Steuerung eines Fahrzeugs

mit einer Antriebseinheit,  
– mit wenigstens zwei Teilsystemen (**10, 18, 20, 22**), welche über ein sie verbindendes Kommunikationssystem (**24**) Informationen austauschen,  
– wobei wenigstens eines der Teilsysteme (**10**) eine Steuereinheit zur Steuerung der Antriebseinheit des Fahrzeugs ist,  
– dieser Steuereinheit (**10**) in wenigstens einem Betriebszustand des Fahrzeugs über das Kommunikationssystem (**24**) von dem wenigstens einen weiteren Teilsystem (**18, 20, 22**) ein Vorgabewert (mokusoll) für das von der Antriebseinheit abzugebende Drehmoment, für das von der Antriebseinheit zu erzeugende Verbrennungsmoment oder für die von der Antriebseinheit abzugebende Leistung zuführbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (**10**) Informationen bezüglich des Istwertes der durch den Vorgabewert repräsentierten Größe dem wenigstens einen Teilsystem (**18, 20, 22**) übermittelt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Teilsystem (**18, 20, 22**) eine Antriebsschlupfregelung, eine Motorschleppmomentregelung, eine Getriebesteuerung und/oder eine Fahrwerkregelung ist, die einen Momentenwunsch für das von der Antriebseinheit abzugebende Moment abgeben, der durch Korrektur von Zündung und/oder Einspritzung und/oder Einstellung der Luftzufuhr bereitgestellt wird.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

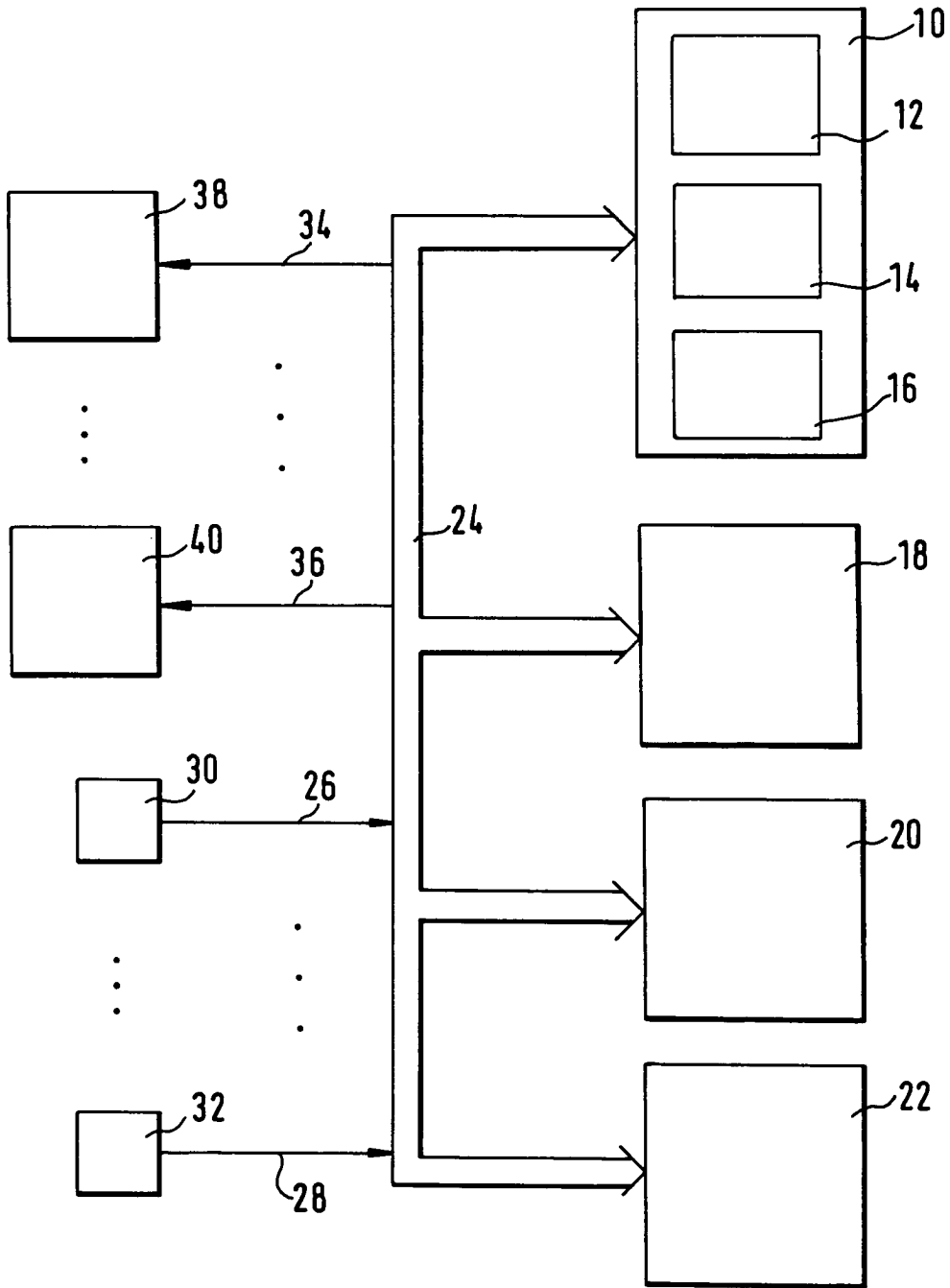
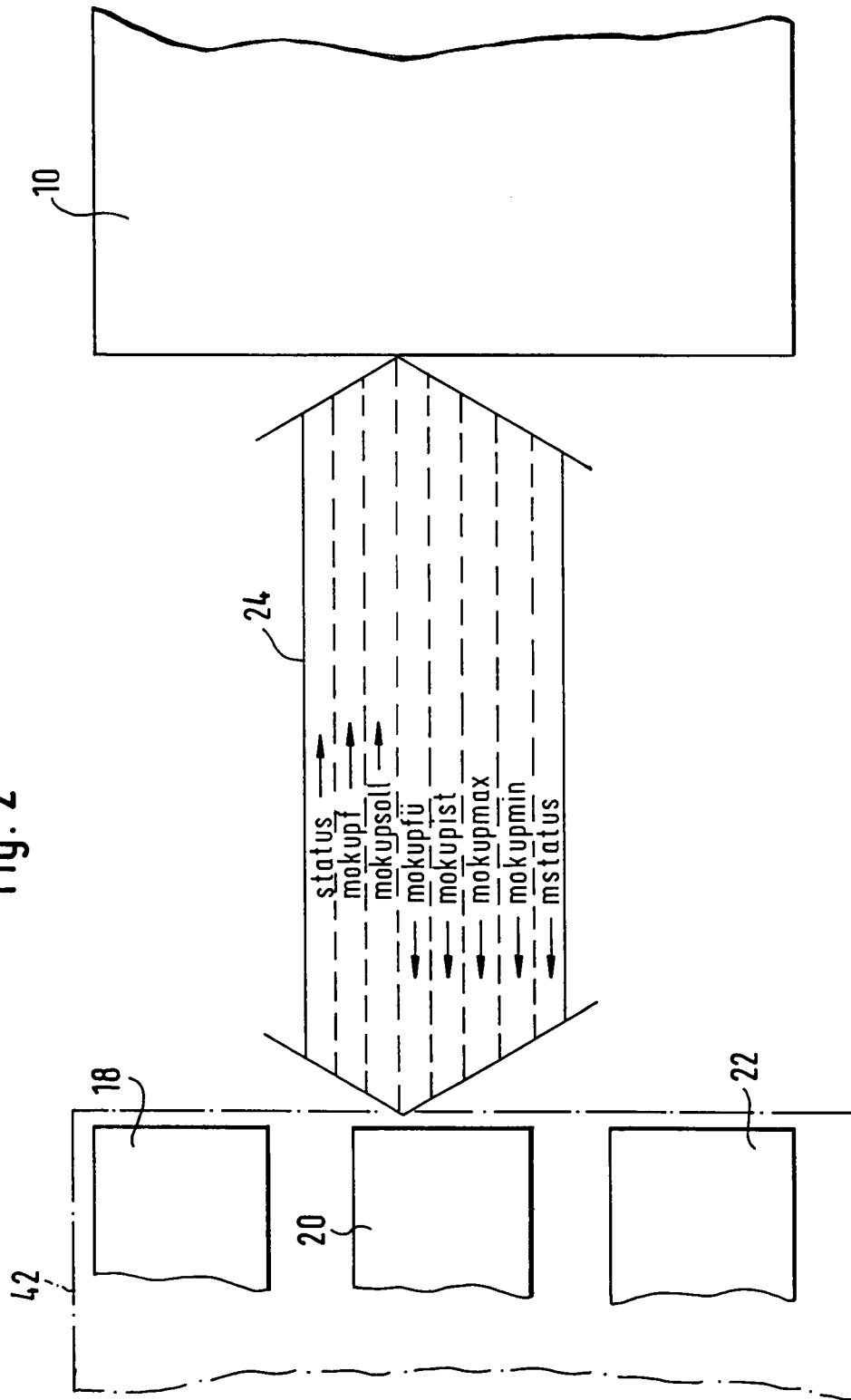


Fig. 2



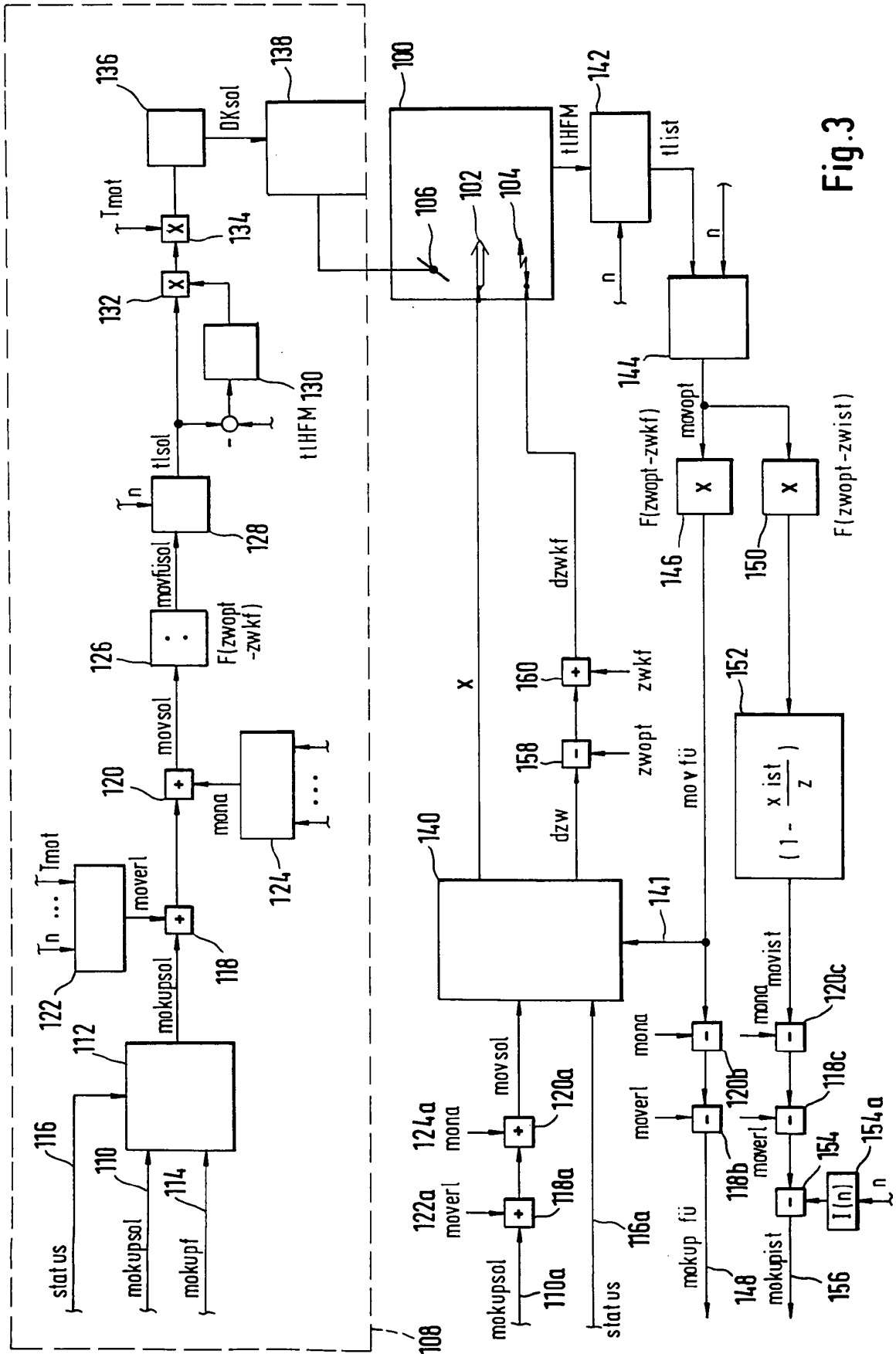


Fig. 3

Fig. 4

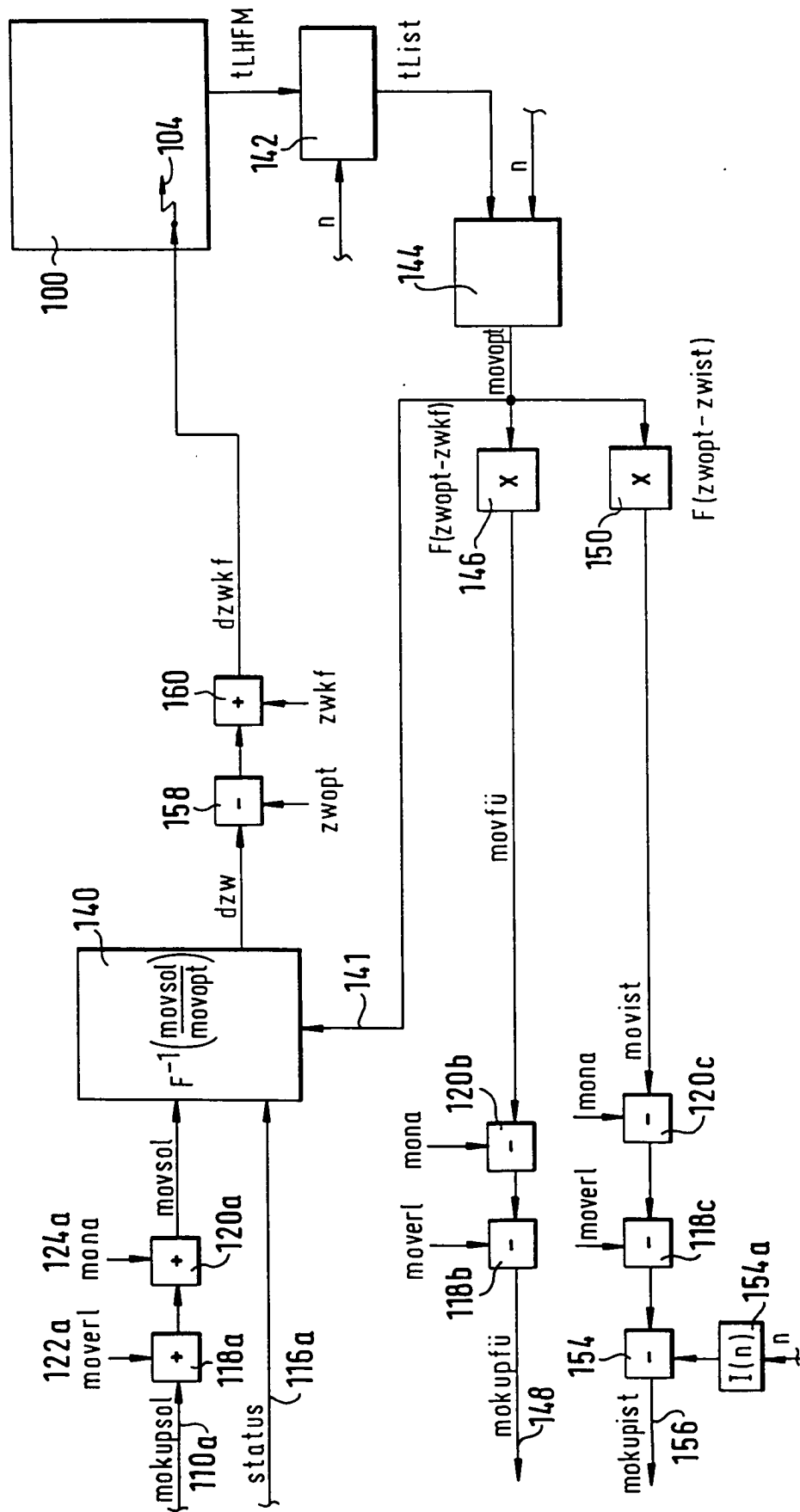




Fig. 5

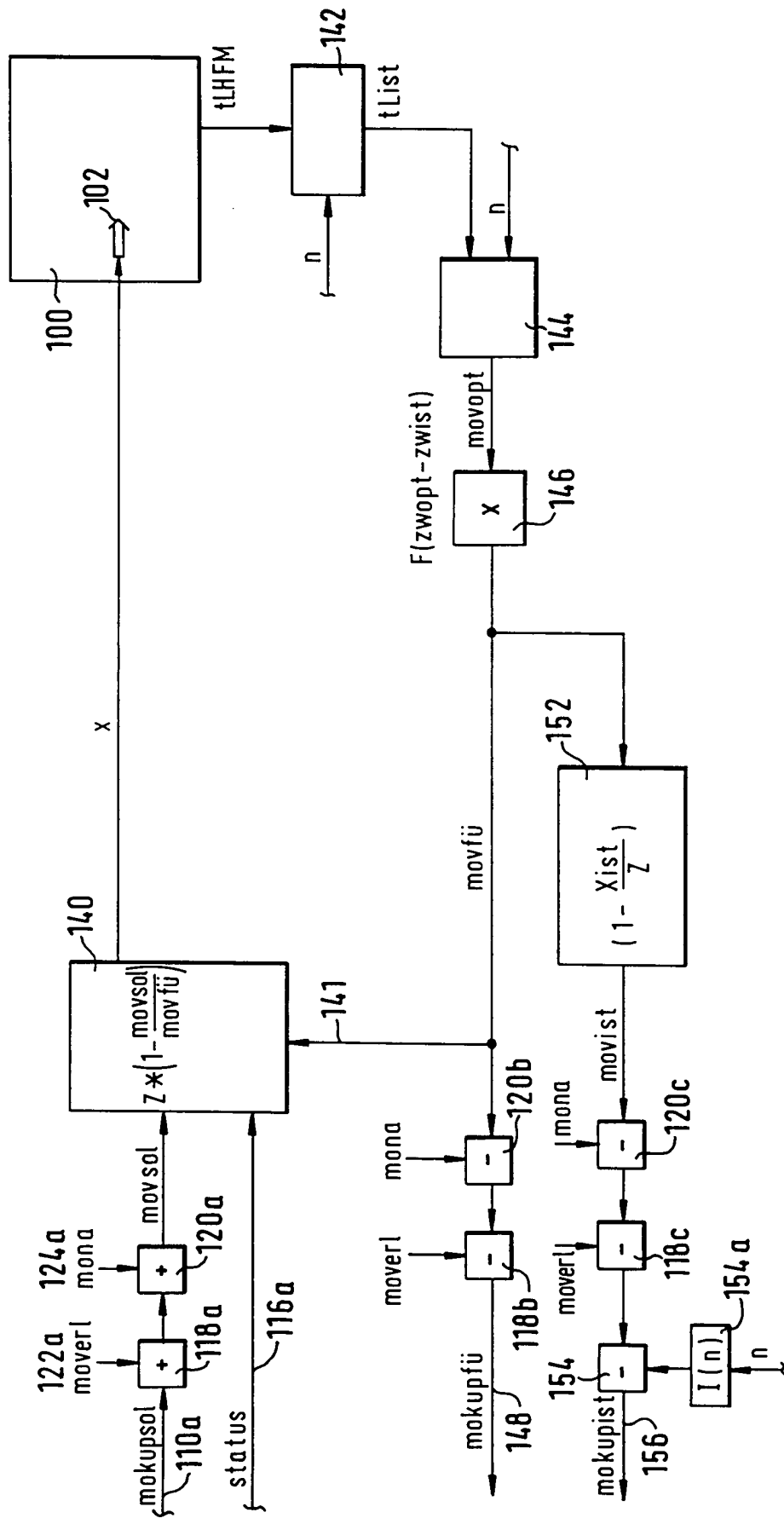


Fig. 6

