



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.03.2002 Patentblatt 2002/10

(51) Int Cl.7: **F02D 11/10, F02D 41/30**

(21) Anmeldenummer: **01118574.1**

(22) Anmeldetag: **02.08.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
 • **Pantring, Juergen**
71701 Schwieberdingen (DE)
 • **Oder, Michael**
75428 Illingen (DE)
 • **Hess, Werner**
70499 Stuttgart (DE)

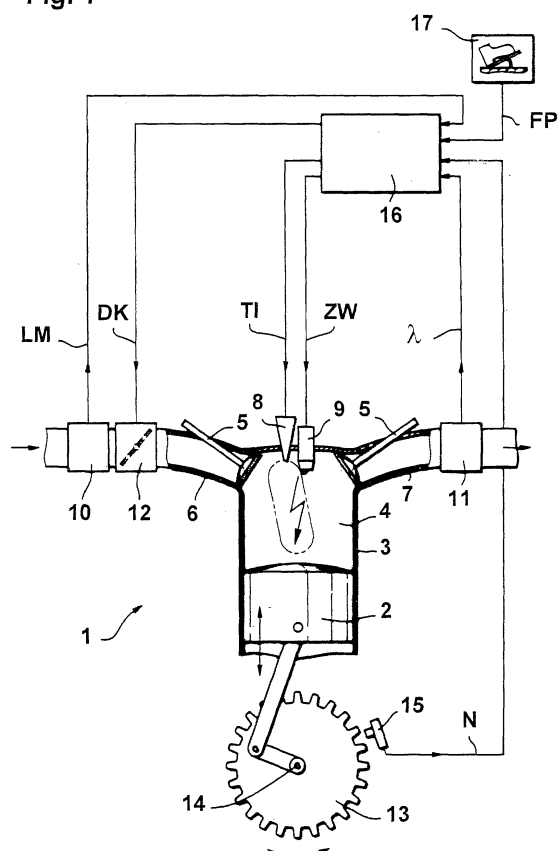
(30) Priorität: **04.09.2000 DE 10043691**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs**

(57) Verfahren zum Betreiben einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs, wobei die Brennkraftmaschine in wenigstens einer ersten und einer zweiten Betriebsart betrieben wird, wobei ein Moment der Brennkraftmaschine in der ersten Betriebsart im wesentlichen von einer Drosselklappenstellung abhängt, wobei die Brennkraftmaschine in der zweiten Betriebsart nahezu ungedrosselt betrieben wird, wobei wenigstens anhand einer Fahrpedalstellung des Kraftfahrzeugs ein vom Fahrer des Kraftfahrzeugs angefordertes Fahrerwunschloment der Brennkraftmaschine bestimmt wird, wobei bei der Bestimmung des Fahrerwunschloments wenigstens eine Momentendifferenz aus aktuellen Momentenverlusten und minimalen Momentenverlusten berücksichtigt wird.

Fig. 1



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs, wobei die Brennkraftmaschine in wenigstens einer ersten und einer zweiten Betriebsart betrieben wird. Dabei hängt ein Moment der Brennkraftmaschine in der ersten Betriebsart im wesentlichen von einer Drosselklappenstellung ab. In der zweiten Betriebsart wird die Brennkraftmaschine nahezu ungedrosselt betrieben. Wenigstens anhand einer Fahrpedalstellung des Kraftfahrzeugs wird ein vom Fahrer des Kraftfahrzeugs angefordertes Fahrerwunschmoment der Brennkraftmaschine bestimmt. Die Erfindung betrifft ebenfalls eine entsprechende Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs, ein entsprechendes Steuergerät für eine Brennkraftmaschine, ein entsprechendes Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln und ein entsprechendes Computerprogrammprodukt mit Programmcode-Mitteln.

Stand der Technik

[0002] Aus der DE 41 41 947 A1 ist ein Steuersystem für eine Antriebseinheit in einem Fahrzeug bekannt. Bei dieser bekannten Vorrichtung wird zumindest abhängig vom Fahrerwunsch ein Soll-Wert für das Abtriebsmoment des Antriebsstranges eines Fahrzeugs gebildet, welcher in eine Übersetzung einer Betriebseinheit und in einen Soll-Wert für das von einer Antriebseinheit des Fahrzeugs abzugebenden Drehmoment umgesetzt wird. Dieser Soll-Wert wird einer weiteren Vorrichtung zugeführt, welche unter Berücksichtigung von das Drehmoment beeinflussenden Größen durch Einstellung der Leistungsparameter der Antriebseinheit ein den vorgegebenen Soll-Wert entsprechendes Drehmoment bereitstellt. Dabei ist u. a. vorgesehen, den Drehmomentenbedarf zusätzlich auf Verbraucher, zu deren Betrieb die Antriebseinheit ein gewisses Drehmoment aufzubringen hat wie z. B. Klimaanlage, Servolenkung etc., das Verlustmoment der Antriebseinheit jeweils mittels Kennfeldern sowie der Drehmomentkorrektur eines Leerlaufreglers zu berücksichtigen.

[0003] Die DE 196 19 324 A1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Antriebseinheit eines Fahrzeugs. Hierbei wird aus dem Betätigungsgrad eines Bedienelements ein Soll-Wert für ein von der Antriebseinheit zu erzeugendes Drehmoment abgeleitet. Dabei wird das aus dem Betätigungsgrad abgeleitete Soll-Moment auf ein vorgegebenes maximales und ein vorgegebenes minimales Moment bezogen. Das vorgegebene maximale und das vorgegebene minimale Moment werden jeweils aktuell aus drehzahlabhängigen Kennfeldern entnommen und einer Interpolationseinheit zugeführt. In Abhängigkeit von der Betätigung des Fahrpedals und der aktuellen Motordrehzahl

wird aus einem weiteren Kennfeld ein Momentenwunsch des Fahrers des Kraftfahrzeugs entnommen und ebenfalls der Interpolationseinheit zugeführt. Die Interpolationseinheit bestimmt auf Grundlage des Momentenwunsches des Fahrers und des maximalen und des minimalen Moments als Ausgangsgröße ein Fahrer-Soll-Moment.

[0004] Moderne direkteinspritzende Brennkraftmaschinen in Kraftfahrzeugen können in unterschiedlichen Betriebsarten betrieben werden, wobei das von der Brennkraftmaschine erzeugte Drehmoment nicht nur, wie bei einer Brennkraftmaschine entsprechend der DE 196 19 324 A1, von der durch die Drosselklappe einstellbaren Luftfüllung des Brennraums abhängig ist, sondern in bestimmten Betriebsarten das Drehmoment der Brennkraftmaschine durch die eingespritzte Kraftstoffmenge bestimmt wird. Durch diese unterschiedliche Art der Drehmomentabhängigkeit in den verschiedenen Betriebsarten wird die Umsetzung einer Fahrpedalbetätigung durch den Fahrer des Kraftfahrzeugs in ein entsprechendes Wunschmoment des Fahrers des Kraftfahrzeugs erschwert.

Aufgabe

[0005] Es ist somit die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, das bzw. die in den verschiedenen Betriebsarten jeweils zuverlässig aus der Fahrpedalstellung ein vom Fahrer des Kraftfahrzeugs angefordertes Fahrerwunschmoment der Brennkraftmaschine bestimmt. Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Vorteile der Erfindung

[0006] Ein Verfahren zum Betreiben einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs, wobei die Brennkraftmaschine in wenigstens einer ersten und einer zweiten Betriebsart betrieben wird, wobei ein Moment der Brennkraftmaschine in der ersten Betriebsart im wesentlichen von einer Drosselklappenstellung abhängt, wobei die Brennkraftmaschine in der zweiten Betriebsart nahezu ungedrosselt betrieben wird, wobei wenigstens anhand einer Fahrpedalstellung des Kraftfahrzeugs ein vom Fahrer des Kraftfahrzeugs angefordertes Fahrerwunschmoment der Brennkraftmaschine bestimmt wird, ist gegenüber dem Stand der Technik dadurch weitergebildet, dass bei der Bestimmung des Fahrerwunschmoments wenigstens eine Momentendifferenz aus aktuellen Momentenverlusten und minimalen Momentenverlusten berücksichtigt wird. Durch diese erfindungsgemäße Weiterbildung gegenüber dem Stand der Technik wird erreicht, dass in jeder Betriebsart die gleiche Fahrpedalstellung in das gleiche Fahrerwunschmoment umgesetzt wird. Hierdurch wird insbesondere ein Ruck beim Umschalten zwischen den

Betriebsarten vermieden. Eine Umschaltung von der zweiten in die erste Betriebsart kann beispielsweise erfolgen, um eine Regeneration eines Speicherkatalysators einzuleiten. Nach erfolgter Regeneration würde bei unveränderter Fahrpedalstellung zurück in die zweite Betriebsart übergegangen werden.

[0007] Vorteilhafte Weiterbildungen sehen vor, dass die aktuellen Momentenverluste wenigstens Drosselverluste und Reibungsverluste in der aktuellen Betriebsart berücksichtigen, dass die minimalen Momentenverluste wenigstens unter Berücksichtigung einer minimalen Druckdifferenz aus Umgebungsdruck und Saugrohrdruck bestimmt werden und dass das Fahrerwunschmoment als ein inneres Moment der Brennkraftmaschine bestimmt wird. Diese erfindungsgemäßen Weiterbildungen stellen eine exakte Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens sicher, damit die Bestimmung des Fahrerwunschmomentes in jedem Betriebszustand exakt erfolgt.

[0008] Eine Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass die minimalen Momentenverluste in Abhängigkeit von der Drehzahl der Brennkraftmaschine und der minimalen Druckdifferenz aus Umgebungsdruck und Saugrohrdruck aus einem applizierbaren Kennfeld entnommen werden oder dass ein minimales Motormoment bestimmt wird, das wenigstens die Summe aus minimalen Momentenverlusten und weiteren Momentenverlusten berücksichtigt, wobei die weiteren Momentenverluste wenigstens die Momentenverluste durch Nebenaggregate berücksichtigen. Diese erfindungsgemäße Weiterbildung ermöglicht auf besonders einfache Weise die Bestimmung der minimalen Momentenverluste.

[0009] Eine bevorzugte Weiterbildung sieht vor, dass ein maximales Motormoment bestimmt wird, das unabhängig von der aktuellen Betriebsart ist. Durch diese Weiterbildung kann auf die separate Bestimmung des maximalen Moments in allen Betriebsarten verzichtet werden, wodurch sich in Bezug auf Speicherplatz und Geschwindigkeit des Steuergerätes im Kraftfahrzeug Vorteile ergeben.

[0010] Eine bevorzugte Weiterbildung sieht vor, dass ein relativer Fahrerwunsch und/oder ein absoluter Fahrerwunsch wenigstens anhand der Fahrpedalstellung und einer Motordrehzahl gebildet wird.

[0011] Die bevorzugte Weiterbildung sieht vor, dass das Fahrerwunschmoment entweder (relativer Fahrerwunsch) aus der Summe von dem minimalem Motormoment, der Momentendifferenz und dem Produkt aus relativem Fahrerwunsch und der Differenz von maximalem Motormoment und minimalem Motormoment bestimmt wird bzw. oder (absoluter Fahrerwunsch) aus der Summe von dem minimalem Motormoment, der Momentendifferenz und absolutem Fahrerwunsch bestimmt wird.

[0012] Eine direkteinspritzende Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs, die wenigstens in einer ersten und einer zweiten Betriebsart betreibbar ist, wobei ein Mo-

ment der Brennkraftmaschine in der ersten Betriebsart im wesentlichen von einer Drosselklappenstellung abhängt, wobei die Brennkraftmaschine in der zweiten Betriebsart nahezu ungedrosselt betreibbar ist, mit einem Fahrpedal, mit Mitteln, um wenigstens anhand einer Fahrpedalstellung ein vom Fahrer des Kraftfahrzeugs angefordertes Fahrerwunschmoment der Brennkraftmaschine zu bestimmen, ist gegenüber dem Stand der Technik dadurch weitergebildet, dass Mittel vorhanden sind, um bei der Bestimmung des Fahrerwunschmoments wenigstens eine Momentendifferenz aus aktuellen Momentenverlusten und minimalen Momentenverlusten zu berücksichtigen. Die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine bietet die zum zuvor beschriebenen Verfahren äquivalenten Vorteile gegenüber dem Stand der Technik.

[0013] Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Form eines Steuergerätes für eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs. Hierbei sind Mittel zur Durchführung der Schritte des zuvor beschriebenen Verfahrens vorgesehen.

[0014] Von besonderer Bedeutung sind weiterhin die Realisierungen in Form eines Computerprogramms mit Programmcode-Mitteln und in Form eines Computerprogrammprodukts mit Programmcode-Mitteln. Das erfindungsgemäße Computerprogramm weist Programmcode-Mittel auf, um alle Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen, wenn das Programm auf einem Computer, insbesondere einem Steuergerät für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs, ausgeführt wird. In diesem Fall wird also die Erfindung durch ein in dem Steuergerät abgespeichertes Programm realisiert, so dass dieses mit dem Programm versehene Steuergerät in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Programm geeignet ist. Das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt weist Programmcode-Mittel auf, die auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sind, um das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen, wenn das Programmprodukt auf einem Computer, insbesondere einem Steuergerät für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs ausgeführt wird. In diesem Fall wird also die Erfindung durch einen Datenträger realisiert, so dass das erfindungsgemäße Verfahren ausgeführt werden kann, wenn das Programmprodukt bzw. der Datenträger in ein Steuergerät für eine Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs integriert wird. Als Datenträger bzw. als Computerprogrammprodukt kann insbesondere ein elektrisches Speichermedium zur Anwendung kommen, beispielsweise ein Read-Only-Memory (ROM), ein EPROM oder auch ein elektrischer Permanentespeicher wie beispielsweise eine CD-ROM oder DVD.

[0015] Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den nachfolgenden Figuren

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. ihrer Darstellung in der Zeichnung.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0016]

- Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine,
 Figur 2 zeigt eine Übersicht zu den Drehmomenten im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs,
 Figur 3 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens und
 Figur 4 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0017] In der Figur 1 ist eine Brennkraftmaschine 1 dargestellt, bei der ein Kolben 2 in einem Zylinder 3 hin- und herbewegbar ist. Der Zylinder 3 ist mit einem Brennraum 4 versehen, an den über Ventile 5 ein Ansaugrohr 6 und ein Abgasrohr 7 angeschlossen sind. Des Weiteren sind mit dem Brennraum 4 ein mit einem Signal TI ansteuerbares Einspritzventil 8 und eine mit einem Signal ZW ansteuerbare Zündkerze 9 verbunden. Die Signale TI und ZW werden hierbei von einem Steuergerät 16 an das Einspritzventil 8 bzw. die Zündkerze 9 übertragen.

[0018] Das Ansaugrohr 6 ist mit einem Luftmassensensor 10 und das Abgasrohr 7 mit einem Lambdasensor 11 versehen. Der Luftmassensensor 10 misst die Luftmasse der dem Ansaugrohr 6 zugeführten Frischluft und erzeugt in Abhängigkeit davon ein Signal LM. Der Lambdasensor 11 misst den Sauerstoffgehalt des Abgases in dem Abgasrohr 7 und erzeugt in Abhängigkeit davon ein Signal Lambda. Die Signale des Luftmassensensors 10 und des Lambdasensors 11 werden dem Steuergerät 16 zugeführt.

[0019] In dem Ansaugrohr 6 ist eine Drosselklappe 12 untergebracht, deren Drehstellung mittels eines Signals DK einstellbar ist. Weiterhin kann das Abgasrohr 7 über eine hier nicht dargestellte Abgasrückführungsleitung mit dem Ansaugrohr 6 verbunden sein. Die Steuerung der Abgasrückführung kann beispielsweise über ein vom Steuergerät 16 ansteuerbares, hier ebenfalls nicht dargestelltes, Abgasrückführventil erfolgen.

[0020] In einer ersten Betriebsart, dem Homogenbetrieb der Brennkraftmaschine 1, wird die Drosselklappe 12 in Abhängigkeit von der erwünschten, zugeführten Luftmasse teilweise geöffnet bzw. geschlossen. Der Kraftstoff wird von dem Einspritzventil 8 während einer durch den Kolben 2 hervorgerufenen Ansaugphase in den Brennraum 4 eingespritzt. Durch die gleichzeitig angesaugte Luft wird der eingespritzte Kraftstoff verwirbelt und damit im Brennraum 4 im Wesentlichen gleichmä-

ßig/homogen verteilt. Danach wird das Kraftstoff-Luft-Gemisch während der Verdichtungsphase verdichtet, um dann von der Zündkerze 9 entzündet zu werden. Durch die Ausdehnung des entzündeten Kraftstoffs wird der Kolben 2 angetrieben.

[0021] In einer zweiten Betriebsart, dem Schichtbetrieb der Brennkraftmaschine 1, wird die Drosselklappe 12 weit geöffnet. Der Kraftstoff wird von dem Einspritzventil 8 während einer durch den Kolben 2 hervorgerufenen Verdichtungsphase in den Brennraum 4 eingespritzt. Dann wird mit Hilfe der Zündkerze 9 der Kraftstoff entzündet, so dass der Kolben 2 in der nunmehr folgenden Arbeitsphase durch die Ausdehnung des entzündeten Kraftstoffs angetrieben wird.

[0022] Im Schichtbetrieb wie auch im Homogenbetrieb wird durch den angetriebenen Kolben eine Kurbelwelle 14 in eine Drehbewegung versetzt, über die letztendlich die Räder des Kraftfahrzeugs angetrieben werden. Auf der Kurbelwelle 14 ist ein Zahnrad angeordnet, dessen Zähne von einem unmittelbar gegenüber angeordneten Drehzahlsensor 15 abgetastet werden. Der Drehzahlsensor 15 erzeugt ein Signal, aus dem die Drehzahl n der Kurbelwelle 14 ermittelt wird und übermittelt dieses Signal n an das Steuergerät 16.

[0023] Die im Schichtbetrieb und im Homogenbetrieb von dem Einspritzventil 8 in den Brennraum eingespritzte Kraftstoffmasse wird von dem Steuergerät 16 insbesondere im Hinblick auf einen geringen Kraftstoffverbrauch und/oder eine geringe Schadstoffentwicklung gesteuert und/oder geregelt. Auch die erfindungsgemäße Festlegung der Zündwinkel ZW erfolgt in dem Steuergerät 16. Zu diesem Zweck ist das Steuergerät 16 mit einem Mikroprozessor versehen, der in einem Speichermedium Programmcode abgespeichert hat, der dazu geeignet ist, die gesamte erfindungsgemäße Steuerung und/oder Regelung der Brennkraftmaschine 1 durchzuführen.

[0024] Das Steuergerät 16 ist von Eingangssignalen beaufschlagt, die mittels Sensoren gemessene Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine darstellen. Beispielsweise ist das Steuergerät 16 mit dem Luftmassensensor 10, dem Lambdasensor 11 und dem Drehzahlsensor 15 verbunden. Des Weiteren ist das Steuergerät 16 mit einem Fahrpedalsensor 17 verbunden, der ein Signal FP erzeugt, das die Stellung eines von einem Fahrer betätigbaren Fahrpedals/Gaspedals und damit das von dem Fahrer angeforderte Moment angibt. Dieses Moment wird im Weiteren auch als Fahrerwunschmoment bezeichnet. Das Steuergerät 16 erzeugt Ausgangssignale, mit denen über Aktoren das Verhalten der Brennkraftmaschine 1 entsprechend der erwünschten Steuerung und/oder Regelung beeinflusst werden kann. Beispielsweise ist das Steuergerät 16 mit dem Einspritzventil 8, der Zündkerze 9 und der Drosselklappe 12 verbunden und erzeugt die zu deren Ansteuerung erforderlichen Signale TI, ZW und DK.

[0025] In das Steuergerät 16 ist weiterhin das erfindungsgemäße Verfahren implementiert, das im Weite-

ren ausführlicher dargelegt wird.

[0026] Figur 2 zeigt eine Übersicht zu den Drehmomenten im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs. Das Betriebsverhalten eines Motors 201 und somit auch das von dem Motor erzeugte Drehmoment hängt maßgeblich von der Luftmasse 202, der Kraftstoffmasse 203 und dem Zündwinkel bzw. dem Zündzeitpunkt 204 ab. Dies sind die maßgeblichen Einflussfaktoren, die das von dem Motor 201 erzeugte Moment beeinflussen. Selbstverständlich existieren weitere Einflussmöglichkeiten, auf die im Rahmen dieser Beschreibung nicht näher eingegangen wird. Das von dem Motor 201 unmittelbar aus der Verbrennung erzeugte Moment 205 wird im Weiteren als inneres Moment 205 der Brennkraftmaschine bezeichnet. Werden von dem inneren Moment 205 die Ladungswechsel- und Reibungsverluste 206 abgezogen, so erhält man das eigentliche Motormoment 207, das näherungsweise an der Kurbelwelle des Motors abgegriffen werden kann. Das Motormoment 207 wird im Weiteren als indiziertes Moment 207 bezeichnet. Werden von dem indizierten Moment 207 die Momentenanteile abgezogen, die für Nebenaggregate wie beispielsweise Generator, Klimakompressor usw. aufgewendet werden müssen, so ergibt sich das Kupplungsmoment 209, das an der Kupplung der Brennkraftmaschine zur Verfügung steht. Werden von dem Kupplungsmoment 209, das am Eingang der Kupplung zur Verfügung steht, die Kupplungsverluste 210 subtrahiert, so erhält man das am Eingang des Getriebes zur Verfügung stehende Getriebemoment 211. Das am Eingang des Getriebes zur Verfügung stehende Getriebemoment 211 wird nochmals um Getriebe- und Übersetzungsverluste 212 verringert, um schließlich das eigentliche Antriebsmoment 213 zu erhalten. Das Antriebsmoment 213 kann auch als Radmoment bezeichnet werden.

[0027] Der Kern des im Folgenden, im Rahmen der Figuren 3 und 4 näher beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, anhand einer Fahrpedalstellung des Kraftfahrzeugs ein vom Fahrer des Kraftfahrzeugs angefordertes Fahrerwunschemoment der Brennkraftmaschine als inneres Moment 205 der Brennkraftmaschine zu bestimmen. Das in Figur 1 dargestellte Steuergerät 16 enthält eine Funktion (Momentenkoordinator), um das vom Fahrer des Kraftfahrzeugs angeforderte Fahrerwunschemoment mit den weiteren vorliegenden Momentenanforderungen, z.B. von einer Fahrdynamikregelung, zu einem koordinierten Gesamtmoment zu koordinieren. Das koordinierte Gesamtmoment ist somit das relevante Sollmoment, das von der Brennkraftmaschine erzeugt werden soll.

[0028] Figur 3 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens. Hierbei wird die Fahrpedalbetätigung durch den Fahrer des Kraftfahrzeugs als relativer Momentenwunsch interpretiert. In Abhängigkeit von einer Fahrpedalstellung 301 (pedal) und der aktuellen Motordrehzahl 302 (nmot) wird aus einem applizierbaren Kennfeld 303 (kfmrrel) ein relativer

Fahrerwunsch 304 (mrfa) entnommen. Dieser relative Fahrerwunsch (mrfa) wird einer Multiplikationseinheit 305 zugeführt. Weiterhin wird der Multiplikationseinheit 305 die Differenz aus maximalem Motormoment 306 (mimax) und minimalem Motormoment 307 (mimin_min) zugeführt. Das Ergebnis des Multiplikationsblocks 305 wird der Additionseinheit 308 zugeführt. Hier wird zum Ausgangsmoment der Multiplikationseinheit 305 das minimale Motormoment 307 (mimin_min) hinzuaddiert. Das Ergebnis bzw. das Ausgangsmoment des Blocks 308 wird einem Addierer 309 zugeführt. Dem Addierer 309 wird weiterhin die erfindungsgemäße Momentendifferenz 310 (mdslw) zugeführt. Die Momentendifferenz 310 (mdslw) ergibt sich als Ergebnis der Subtraktionseinheit 311, der eingangsseitig die aktuellen Momentenverluste 312 (mds) und die minimalen Momentenverluste 313 (mds_min) zugeführt werden. Die aktuellen Momentenverluste 312 (mds) und die minimalen Momentenverluste 313 (mds_min) sind das Ausgangssignal 317 eines Kennfelds 314 (kfmds), welches Momentenverluste in Abhängigkeit von der Drehzahl der Brennkraftmaschine (nmot) und der minimalen Druckdifferenz (dpmin) aus Umgebungsdruck (pu) und Saugrohrdruck (ps) enthält. Dem Kennfeld 314 wird permanent die Motordrehzahl 302 (nmot) zugeführt. Das Kennfeld 314 (kfmds) wird nun abwechselnd bzw. durch den in der Figur 3 dargestellten bzw. angedeuteten Schalter mit der aktuellen Druckdifferenz 315 (dp) aus Umgebungsdruck (pu) und Saugrohrdruck (ps) und der minimalen Druckdifferenz 316 (dpmin) aus Umgebungsdruck (pu) und Saugrohrdruck (ps) adressiert. Als Ausgangssignal 317 des Kennfelds 314 (kfmds) stehen somit abwechselnd, je nach Adressierung des Eingangs des Kennfelds, die aktuellen Momentenverluste (mds) oder die minimalen Momentenverluste (mds_min) zur Verfügung. Die Ausgangssignale des Kennfelds 314 (kfmds) werden in einem in der Figur 3 nicht dargestellten Zwischenspeicher gepuffert, damit die aktuellen Momentenverluste 312 (mds) sowie die minimalen Momentenverluste 313 (mds_min) zu jedem Zeitpunkt an den Eingängen des Subtraktionsblocks 311 zur Verfügung stehen. Aus der Differenz der aktuellen Momentenverluste 312 (mds) und der minimalen Momentenverluste 313 (mds_min) ergibt sich die erfindungsgemäße Momentendifferenz 310 (mdslw). Als Ausgangssignal des Addierers 309 steht das gesuchte Fahrerwunschemoment 318 als inneres Motormoment (mifa) zur Verfügung.

[0029] Alternativ zu der Zwischenspeicherung der Ausgangssignale 317 des Kennfelds 314 kann es selbstverständlich vorgesehen sein, zwei Kennfelder entsprechend Kennfeld 314 vorzusehen, damit die Bestimmung der aktuellen Momentenverluste (mds) und der minimalen Momentenverluste (mds_min) zu jedem Zeitpunkt parallel erfolgen kann.

[0030] Unter dem maximalen Motormoment (mimax) ist das maximal mögliche innere Motormoment aus der Verbrennung zu verstehen. Dieses maximal mögliche

Motormoment kann erfindungsgemäß für alle Betriebsarten (sowohl gedrosselte, angedrosselte als auch ungedrosselte Betriebsarten) gleich gewählt werden.

[0031] Das minimale Motormoment (mimin_min) ergibt sich aus der Summe von minimalen Momentenverlusten (mds_min) und den Verlusten durch Nebenaggregate und sonstige Verbraucher (mdv), wobei die Summe der beiden Momentenanteile mit einem Skalierungsfaktor versehen sein kann, der sich beispielsweise aus der Differenz von Motordrehzahl (nmot) und Leerlaufdrehzahl ergeben kann.

[0032] Die aktuellen Momentenverluste (mds) und die minimalen Momentenverluste (mds_min) enthalten jeweils die Momentenverluste durch Drosselung und Reibung.

[0033] Die Folge der erfindungsgemäßen Bestimmung des Fahrerwunschs (mifa) ist, dass sich bei konstanter Fahrpedalstellung (pedal) bei der Umschaltung in eine andere Betriebsart sowohl für die Ausgangs- als auch für die Zielbetriebsart das identische Kupplungsmoment einstellt. Hierdurch wird gewährleistet, dass der Fahrer des Kraftfahrzeugs keinen Ruck des Kraftfahrzeugs durch einen Sprung des Kupplungsmoments spürt.

[0034] Figur 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens. Im Rahmen der Figur 4, und hier liegt der Unterschied zur Figur 3, wird die vom Fahrer des Kraftfahrzeugs vorgegebene Fahrpedalstellung als absoluter Fahrerwunsch interpretiert.

[0035] Entsprechend der Fahrpedalstellung 401 (pedal) und der aktuellen Motordrehzahl 402 (nmot) wird aus einem applizierbaren Kennfeld 403 (kfmds) ein absoluter Fahrerwunsch 404 (mi_soll) entnommen, der einer Additionseinheit 408 zugeführt wird. Der Additionseinheit 408 wird weiterhin das minimale Motormoment 407 (mimin_min) zugeführt. Das minimale Motormoment 407 entspricht hierbei demjenigen nach 307 in Figur 3. Das Ergebnis des Additionsblocks 408 wird einem weiteren Additionsblock 409 zugeführt, dem als weiteres Eingangssignal die Momentendifferenz 410 (mdslw) zugeführt wird. Auch die Momentendifferenz 410 ist analog zur Momentendifferenz 310 in Figur 3 zu sehen. Das Ergebnis des Additionsblocks 409 ist äquivalent zur Figur 3 ein inneres Fahrer-Wunsch-Moment 411 (mifa).

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer direktinspritzenden Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs,
 - wobei die Brennkraftmaschine in wenigstens einer ersten und einer zweiten Betriebsart betrieben wird,
 - wobei ein Moment der Brennkraftmaschine in der ersten Betriebsart (HOM) im wesentlichen von einer Drosselklappenstellung abhängt,
 - wobei die Brennkraftmaschine in der zweiten

Betriebsart (SCH) nahezu ungedrosselt betrieben wird,

- wobei wenigstens anhand einer Fahrpedalstellung (pedal) des Kraftfahrzeugs ein vom Fahrer des Kraftfahrzeugs angefordertes Fahrerwunschmoment (mifa) der Brennkraftmaschine bestimmt wird,

dadurch gekennzeichnet,

dass bei der Bestimmung des Fahrerwunschmoments (mifa) wenigstens eine Momentendifferenz (mdslw) aus aktuellen Momentenverlusten (mds) und minimalen Momentenverlusten (mds_min) berücksichtigt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aktuellen Momentenverluste (mds) wenigstens Drosselverluste und Reibungsverluste in der aktuellen Betriebsart berücksichtigen.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die minimalen Momentenverluste (mds_min) wenigstens unter Berücksichtigung einer minimalen Druckdifferenz (dpmin) aus Umgebungsdruck (pu) und Saugrohrdruck (ps) bestimmt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fahrerwunschmoment (mifa) als ein inneres Moment (205) der Brennkraftmaschine bestimmt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die minimalen Momentenverluste (mds_min) in Abhängigkeit von der Drehzahl der Brennkraftmaschine (nmot) und der minimalen Druckdifferenz (dpmin) aus Umgebungsdruck (pu) und Saugrohrdruck (ps) aus einem applizierbaren Kennfeld (kfmds) entnommen werden.
6. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein minimales Motormoment (mimin_min) bestimmt wird, das wenigstens die Summe aus minimalen Momentenverlusten (mds_min) und weiteren Momentenverlusten (mdv) berücksichtigt.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die weiteren Momentenverluste (mdv) wenigstens die Momentenverluste durch Nebenaggregate berücksichtigen.
8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein maximales Motormoment (mimax) bestimmt wird, das unabhängig von der aktuellen Betriebsart (HOM, SCH) ist.

9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein relativer Fahrerwunsch (mrfa) und/oder ein absoluter Fahrerwunsch (mi_soll) wenigstens anhand der Fahrpedalstellung (pedal) und einer Motordrehzahl (nmot) gebildet wird. 5
10. Verfahren nach den Ansprüchen 6, 8 und 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fahrerwunschkraftmoment (mifa) aus der Summe von
- dem minimalem Motorkraftmoment (mimin_min),
 - der Momentendifferenz (mdslw) und
 - dem Produkt aus relativem Fahrerwunsch (mrfa) und der Differenz von maximalem Motorkraftmoment (mimax) und minimalem Motorkraftmoment (mimin_min) 15
- bestimmt wird ($mifa = mimin_min + mdslw + mrfa \times (mimax - mimin_min)$). 20
11. Verfahren nach den Ansprüchen 6, 8 und 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fahrerwunschkraftmoment (mifa) aus der Summe von
- dem minimalem Motorkraftmoment (mimin_min), 25
 - der Momentendifferenz (mdslw) und
 - absolutem Fahrerwunsch (mi_soll)
- bestimmt wird ($mifa = mimin_min + mdslw + mi_soll$). 30
12. Direkteinspritzende Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs, die wenigstens in einer ersten und einer zweiten Betriebsart betreibbar ist, 35
- wobei ein Moment der Brennkraftmaschine in der ersten Betriebsart (HOM) im wesentlichen von einer Drosselklappenstellung abhängt,
 - wobei die Brennkraftmaschine in der zweiten Betriebsart (SCH) nahezu ungedrosselt betreibbar ist, 40
 - mit einem Fahrpedal,
 - mit Mitteln, um wenigstens anhand einer Fahrpedalstellung (pedal) ein vom Fahrer des Kraftfahrzeugs angefordertes Fahrerwunschkraftmoment (mifa) der Brennkraftmaschine zu bestimmen, 45
- dadurch gekennzeichnet, dass** Mittel vorhanden sind, um bei der Bestimmung des Fahrerwunschkraftmoments (mifa) wenigstens eine Momentendifferenz (mdslw) aus aktuellen Momentenverlusten (mds) und minimalen Momentenverlusten (mds_min) zu berücksichtigen. 50
13. Steuergerät für eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, **dadurch gekennzeichnet, dass** Mittel zur Durchführung der Schritte 55

des Verfahrens nach wenigstens einem der Ansprüche von 1 bis 11 vorhanden sind.

14. Computerprogramm mit Programmelementen, um alle Schritte von jedem beliebigen der Ansprüche 1 bis 11 durchzuführen, wenn das Programm auf einem Computer, insbesondere einem Steuergerät für eine Brennkraftmaschine, ausgeführt wird.

15. Computerprogrammprodukt mit Programmelementen, die auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sind, um das Verfahren nach jedem beliebigen der Ansprüche 1 bis 11 durchzuführen, wenn das Programmprodukt auf einem Computer, insbesondere einem Steuergerät für eine Brennkraftmaschine, ausgeführt wird.

Fig. 1

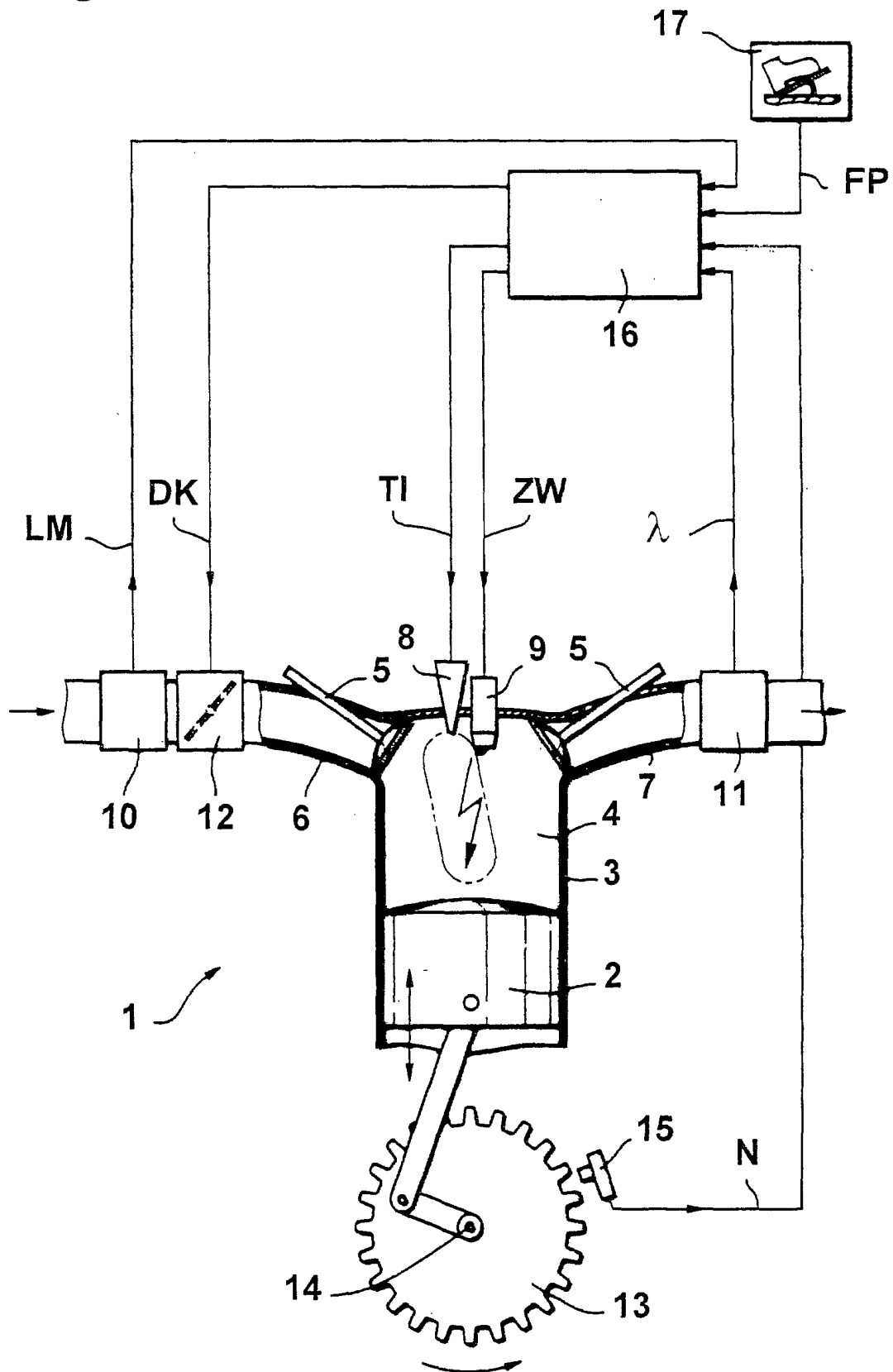


Fig. 2

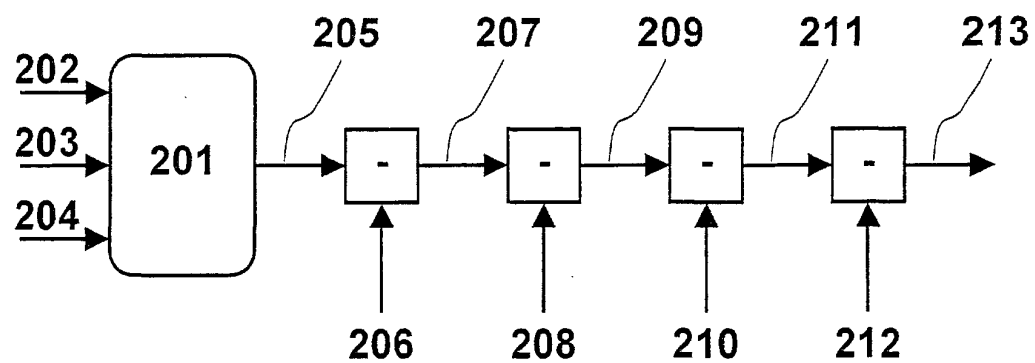


Fig. 3

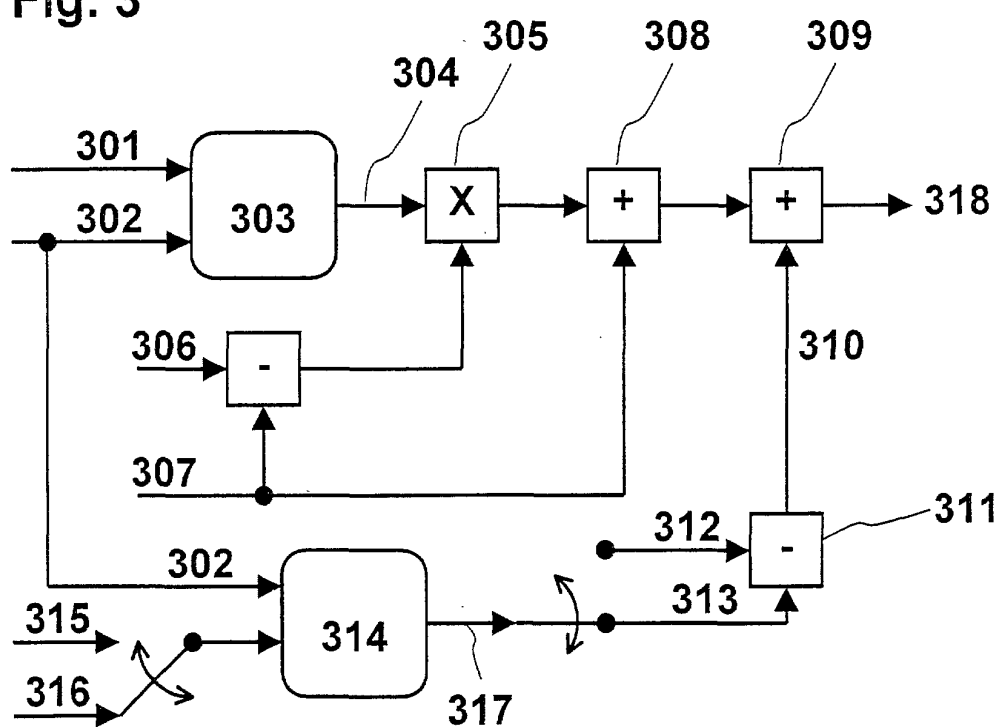


Fig. 4

