

Espacenet my patents list on 26-06-2018 16:04

2 items in my patents list

Displaying selected publications

Publication	Title	Page
DE4232974 (A1)	Method of and equipment for setting t...	2
DE19618849 (A1)	Control method for vehicle IC engine	12



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 42 32 974 A 1

51 Int. Cl.⁵:
F 02 D 43/00
F 02 D 41/14
F 02 D 41/18
F 02 P 5/15
B 60 K 26/00

21 Aktenzeichen: P 42 32 974.4
22 Anmeldetag: 1. 10. 92
43 Offenlegungstag: 7. 4. 94

DE 42 32 974 A 1

71 Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

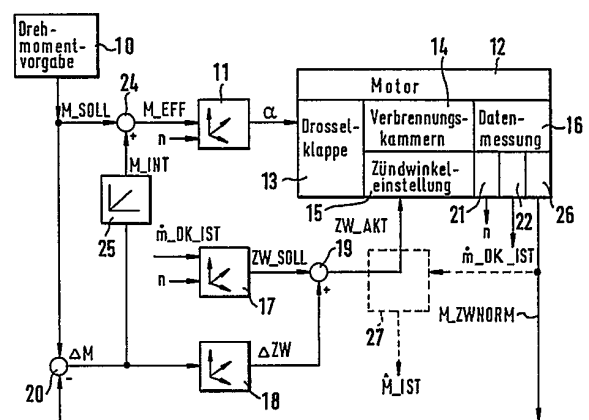
72 Erfinder:

Benninger, Nikolaus, Dipl.-Ing. Dr., 7143 Vaihingen,
DE; Hess, Werner, Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart, DE;
Zhang, Hong, Dr., 7120 Bietigheim-Bissingen, DE

54 Verfahren und Vorrichtung zum Einstellen des Drehmoments eines Ottomotors

57 Das Drehmoment eines Ottomotors hängt bei einer vorgegebenen Drehzahl vom Luftmassefluß und vom Zündwinkel ab. Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung und beim erfindungsgemäßen Verfahren werden beide Einflußgrößen zum Einstellen eines Soll-Drehmoments verwendet. Das tatsächlich erhaltene Drehmoment wird auf einen Soll-Zündwinkel normiert, wodurch beim so ermittelten Drehmoment der zündwinkelbedingte Anteil im tatsächlichen Ist-Drehmoment unberücksichtigt bleibt. Das drehzahlnormierte Ist-Drehmoment wird mit dem Soll-Drehmoment verglichen, um eine Drehmomentabweichung zu erhalten, aus der ein Integrationswert gebildet wird, mit dem das Soll-Drehmoment modifiziert wird.

Auf diese Weise ist es möglich, große Drehmomentänderungen über Luftflußänderungen schnell, jedoch nicht allzu genau vorzunehmen, während kleine Feineinstellungen schnell mit Hilfe von Zündwinkeländerungen bewerkstelligt werden. Die eigentlich unerwünschten Zündwinkeländerungen werden dann mit Hilfe der vorstehend beschriebenen Integration durch Feineinstellung der Luftmassenänderung wieder rückgängig gemacht. Dadurch bleibt der Zündwinkel statisch optimiert, während er dynamisch zum Erzielen schneller und genauer Drehmomentänderungen variiert wird.



DE 42 32 974 A 1

Das folgende betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Einstellen des Drehmoments eines Verbrennungsmotors mit Luftzumeßeinrichtung, d. h. eines Ottomotors.

Bevor auf bekannte Verfahren und Vorrichtungen dieser Art eingegangen wird, seien zunächst anhand der Fig. 7 und 8 verschiedene Begriffe erläutert. Fig. 7 zeigt für drei verschiedene Drosselklappenwinkel $\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3$ den jeweiligen Zusammenhang zwischen der Drehzahl n und dem Drehmoment M des Motors. Die Verläufe gelten alle für denselben konstanten Zündwinkel ZW. Wie es wohlbekannt ist, nimmt das Drehmoment mit zunehmender Drehzahl ab und verkleinert den Drosselklappenwinkel α (verringert den Luftmassenstrom). Fig. 8 zeigt die Abhängigkeit des Drehmomentes M vom Zündwinkel ZW bei konstanter Drehzahl n und konstantem Drosselklappenwinkel α . Es ist erkennbar, daß für einen bestimmten Zündwinkel maximales Drehmoment erzielt wird.

In den Fig. 7 und 8 ist der konstante Zündwinkel, bei dem die Messungen gemäß Fig. 7 erfolgten, mit ZW_APP bezeichnet. "APP" zeigt an, daß es sich um eine bei einer Applikation konstant gehaltene Größe handelt. Eine Applikation ist ein Vorgang, bei dem die Veränderung des Wertes einer bestimmten Größe eines Motors, z. B. des Drehmomentes abhängig von der Veränderung des Wertes einer anderen Größe, z. B. der Drehzahl, gemessen wird, wobei möglichst viele Parameter konstant gehalten werden, z. B. der Zündwinkel. Aus der Zusammenschau der Fig. 7 und 8 ist erkennbar, daß die Kurven von Fig. 7 bei einem Zündwinkel aufgenommen wurden, der bei der in Fig. 8 ausgewählten Drehzahl und dem dort ausgewählten Drosselklappenwinkel nicht zu maximalem Drehmoment führt. Eine Kurve wie die von Fig. 8 ermöglicht es, ausgehend von einem Drehmoment, wie es aus Fig. 7 ablesbar ist, dasjenige Drehmoment zu ermitteln, wie es bei einem anderen Zündwinkel als denjenigen vorliegt, für den die Kurven gemäß Fig. 7 appliziert wurden. In der folgenden Beschreibung wird häufig davon gesprochen, daß ein Drehmoment auf einen Soll-Zündwinkel normiert wird. Dies bedeutet, daß mit Hilfe eines Zusammenhangs gemäß Fig. 8 das Drehmoment ermittelt wird, wie es beim Soll-Zündwinkel vorliegen würde, wenn das Drehmoment bei einem aktuellen Zündwinkel bekannt ist.

Nachfolgend wird häufig von einer Luftzumeßeinrichtung gesprochen. Als Luftzumeßeinrichtung kommt bei derzeitigen Ottomotoren in erster Linie eine Drosselklappe in Frage. Zusätzlich zur Drosselklappe kann eine Bypassleitung mit einstellbarem Luftdurchsatz vorhanden sein, welche Bypassleitung zusätzlich zur Drosselklappe zur Lufteinstellung verwendet wird. Schließlich ist es auch möglich, den in die Verbrennungskammern gesaugten Luftmassefluß durch variable Einlaßventil-Steuerzeiten einzustellen, wie dies z. B. in DE-A-39 40 752 beschrieben ist.

Stand der Technik

In der nicht vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldung DE-P 41 11 023 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Vorgeben des Drehmoments eines Verbrennungsmotors beschrieben. Dieses Verfahren beruht u. a. auf der Überlegung, daß ein Fahrer durch die Fahrpedalstellung ein gewisses Radantriebsmoment vorgibt. Dieses gewünschte Radantriebsmoment erfor-

dert ein bestimmtes Motordrehmoment, das jedoch nicht nur vom gewünschten Radantriebsmoment abhängt, sondern z. B. noch davon, welche Momente für das Antreiben von Zusatzeinrichtungen, z. B. einer Klimaanlage oder einer Lichtmaschine aufzubringen sind, und davon, wieviel Reibungsenergie zu überwinden ist, welche Größe insbesondere von der Motortemperatur abhängt. Das Motordrehmoment wird daher nicht allein abhängig von der Fahrpedalstellung bestimmt, die letztendlich nur das gewünschte Radantriebsmoment vorgibt, sondern es wird abhängig von vielen Größen bestimmt.

Beim Verfahren und der Vorrichtung gemäß der genannten nicht vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldung wird der Luftmassefluß (bei einem Ottomotor) oder der Kraftstofffluß (bei einem Dieselmotor) abhängig vom gewünschten Motordrehmoment gesteuert. Es wird keine Information ausgewertet, die anzeigen würde, ob das gewünschte Soll-Drehmoment auch tatsächlich erreicht wird. Daher ist es ohne weiteres möglich, daß das Ist- vom Soll-Drehmoment abweicht.

Es bestand demgemäß das Problem, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, die so ausgebildet sind, daß das Ist- möglichst genau mit dem Soll-Drehmoment übereinstimmt.

Darstellung der Erfindungen

Das erfindungsgemäße Verfahren ist durch die Merkmale von Anspruch 1 gegeben, die erfindungsgemäße Vorrichtung durch die Merkmale von Anspruch 7. Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand abhängiger Ansprüche 2—6.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung arbeiten so, daß sie das Ist-Drehmoment nicht nur durch Veränderung der Luftzufuhr sondern auch durch Verändern des Zündwinkels unter Verwendung einer Rückkopplung einstellen. Rückgekoppelt wird jedoch nicht das aktuelle Ist-Drehmoment, sondern das auf den Soll-Zündwinkel normierte Ist-Drehmoment, wobei der Soll-Zündwinkel derjenige Zündwinkel ist, der für die aktuellen Betriebsbedingungen des Motors als optimaler (nach Leistung oder Verbrauch) Zündwinkel appliziert ist. Die Drehmomentabweichung zwischen dem Soll-Drehmoment und dem normierten Ist-Drehmoment wird integriert und mit dem Integrationswert wird das Soll-Drehmoment modifiziert, um ein Effektiv-Drehmoment zu erhalten, das zum Bestimmen eines Wertes dient, mit dem die Luftzumeßeinrichtung angesteuert wird.

Diese besondere Wahl der Rückkopplung und die Integration der Drehmomentabweichung haben zur Folge, daß eine vom applizierten Zündwinkel nach dem Vornehmen einer Änderung des Soll-Drehmoments vorliegende Abweichung des aktuellen Zündwinkels allmählich auf Null zurückgestellt wird, so daß schließlich das Soll-Drehmoment beim applizierten, also beim optimalen Zündwinkel allein unter entsprechender Einstellung der Luftzumeßeinrichtung erhalten wird. Der Vorteil dieser Vorgehensweise liegt darin, daß große Änderungen des Drehmoments auf jeden Fall über die Luftmenge eingestellt werden, während eine sehr schnelle Feinanpassung mit Hilfe des Zündwinkels erfolgt. Nach der schnellen Feinanpassung durch den Zündwinkel wird auch diese Feinanpassung allmählich über die Luftzufuhr vorgenommen, wobei die Feinanpassung durch den Zündwinkel rückgängig gemacht wird, so daß letztendlich wieder der optimale, applizierte Soll-Zündwin-

kel vorliegt.

Der genannte Rückkopplungswert kann auf verschiedene Arten ermittelt werden. Eine besteht darin, das Ist-Drehmoment des Motors mit einem Sensor zu messen, gleichzeitig den aktuellen Zündwinkel zu bestimmen, und ausgehend von diesen Werten das Drehmoment zu bestimmen, wie es beim Soll-Zündwinkel vorliegen würde. Eine andere Möglichkeit, die ohne Drehmomentsensor auskommt, liegt darin, den Luftmassefluß zu bestimmen, der in die Verbrennungskammern gesaugt wird und aus diesem Luftmassefluß mit Hilfe eines für den Soll-Zündwinkel applizierten Zusammenhangs mit dem Motordrehmoment das letztere als Rückkopplungswert zu bestimmen.

Zeichnung

Die Erfindungen werden nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 ein Vorrichtungs/Funktions-Diagramm für ein erfindungsgemäßes System; Fig. 2 ein Vorrichtungs/Funktions-Diagramm für ein System, das eine Vorstufe zum erfindungsgemäßen System gemäß Fig. 1 ist; Fig. 3 ein Vorrichtungs/Funktions-Diagramm für ein Teilsystem zum Bestimmen eines Ansteuerwertes für eine Luftzumeßeinrichtung; Fig. 4 ein Vorrichtungs/Funktions-Diagramm für ein Teilsystem zum Ermitteln eines auf einen Soll-Zündwinkel normierten Motordrehmoments, Fig. 5 ein Vorrichtungs/Funktions-Diagramm eines Teilsystems zum Festlegen eines aktuellen Zündwinkels; Fig. 6 ein Vorrichtungs/Funktions-Diagramm eines Teilsystems zum Bestimmen eines Korrekturfaktors für einen Drehmomentwert; Fig. 7 ein Diagramm, das die Abhängigkeit des Drehmoments von der Drehzahl zeigt; und Fig. 8 ein Diagramm, das die Abhängigkeit des Drehmoments von der Drehzahl zeigt; und Fig. 8 ein Diagramm, das die Abhängigkeit des Drehmoments vom Zündwinkel zeigt.

Beschreibung von Ausführungsformen

Die Fig. 1—6 sind Diagramme, die sowohl als Funktionsdiagramme eines Verfahrens wie auch als Vorrichtungsdiagramme aufgefaßt werden können. Als Sammelbegriff für "Verfahren und Vorrichtung" wurde vorstehend der Begriff "System" verwendet. Die Figuren sind somit Vorrichtungs/Funktions-Diagramme für Systeme im Zusammenhang mit der Erfindung.

Fig. 2 stellt ein Diagramm für eine Vorstufe eines erfindungsgemäßen Systems dar. Vorrichtungsmäßig weist das System eine Einrichtung 10 zur Vorgabe eines Soll-Drehmoments M_{SOLL} auf, sowie eine Drosselklappenwinkel-Bestimmungseinrichtung 11 für den Drosselklappenwinkel α , einen Motor 12 mit einer Drosselklappe 13, Verbrennungskammern 14, einer Zündwinkelleinstelleinrichtung 15 und einer Datenmeßeinrichtung 16, ein Zündwinkel-Kennfeld 17 zum Ausgeben eines Soll-Zündwinkels ZW_{SOLL} , ein Zündwinkelabweichungs-Kennfeld 18 zum Ausgeben einer Zündwinkelabweichung ΔZW , eine Zündwinkel-Sumationseinrichtung 19 und eine Drehmoment-Subtraktionseinrichtung 20. Die Datenmeßeinrichtung 16 verfügt über drei Teileinrichtungen, nämlich einen Drehzahlsensor 21 zum Ausgeben der Motordrehzahl n , einen Luftmassenflußsensor 22 zum Messen des über die Drosselklappe angesaugten Luftmasseflusses \dot{m}_{DK_IST} , und einen Drehmomentsensor 23 zum Mes-

sen des vom Motor abgegebenen Gesamtdrehmoments M_{IST} , wie es von der Drehzahl, der Füllung und dem Zündwinkel abhängt.

Nachfolgend wird die Funktion des Systems von Fig. 2 beschrieben.

Die Einrichtung 10 zur Vorgabe des Soll-Drehmomentes gebe zu einem bestimmten Zeitraum ein Soll-Drehmoment aus, das gegenüber dem zuvor geltenden Soll-Drehmoment deutlich erhöht sei. Aus der Drosselklappenwinkel-Bestimmungseinrichtung 11 wird dann abhängig von der aktuellen Motordrehzahl n ein Drosselklappenwinkel α ausgelesen, wie er zuvor für einen bestimmten Zündwinkel für den vorliegenden Motor 12 appliziert wurde. Da angenommen wurde, daß das Drehmoment erhöht werden soll, wird ein Drosselklappenwinkel α ausgelesen, der größer ist als der zuvor eingestellte. Mit diesem Wert wird die Drosselklappe 13 eingestellt. Vom Motor 12 wird dann der Luftmassenfluß \dot{m}_{DK_IST} angesaugt, wie dies von der zugehörigen Einrichtung 22 gemessen wird. Aufgrund der Verbrennung des angesaugten Luft/Kraftstoff-Gemisches in den Verbrennungskammern 14 stellt sich ein Motordrehmoment M_{IST} ein, wie es vom zugehörigen Sensor 23 gemessen wird. Es sei angenommen, daß die zeitliche Erhöhung im Soll-Drehmoment größer ist, als sie durch plötzliches Vergrößern der Öffnung der Drosselklappe 13 realisiert werden kann. Dann liegt das Ist-Drehmoment M_{IST} unter dem Soll-Drehmoment M_{SOLL} , wodurch die in der Drehmoment-Subtraktionseinrichtung 20 gebildete Drehmomentabweichung ΔM positiv ist. Aus dem Zündwinkelabweichungs-Kennfeld 18 wird eine zugehörige Zündwinkelabweichung ΔZW ausgelesen. Gleichzeitig wird aus dem Zündwinkelkennfeld 17 abhängig von der aktuellen Motordrehzahl n und dem angesaugten Luftmassefluß \dot{m}_{DK_IST} ein Zündwinkel ZW_{SOLL} ausgelesen, zu dem in der Zündwinkel-Addiereinrichtung 19 die Zündwinkelabweichung ΔZW addiert wird, um den aktuell einzustellenden Zündwinkel ZW_{AKT} zu erhalten. Das Vorzeichen der Zündwinkelabweichung ΔZW ist dabei so gewählt, daß es beim Zündwinkel ZW_{AKT} zu einem größeren Drehmoment kommt, als beim Zündwinkel ZW_{SOLL} . Würde in Fig. 8 der applizierte Zündwinkel ZW_{APP} dem Soll-Zündwinkel ZW_{SOLL} entsprechen, müßte ΔZW positiv sein, um eine Momentenerhöhung zu bewirken.

Aus dem vorstehenden ist ersichtlich, daß mit Hilfe einer Zündwinkeländerung schnell diejenige Drehmomentänderung bewirkt werden kann, die durch eine Änderung des Luftmasseflusses nach Realisierung ist. Problematisch beim System gemäß Fig. 2 ist jedoch, daß die Abweichung des aktuellen Zündwinkels vom Soll-Zündwinkel nicht rückgängig gemacht wird, wenn der neue Soll-Drehmomentwert einige Zeit erhalten bleibt. Dieser Nachteil wird durch das erfindungsgemäße System gemäß Fig. 1 überwunden.

Das System gemäß Fig. 1 unterscheidet sich von dem gemäß Fig. 2 durch zwei zusätzliche Einrichtungen und eine abgeänderte Einrichtung. Zusätzlich sind eine Drehmoment-Korrektureinrichtung 24 und ein Integrierer 25 vorhanden. Abgeändert ist die Einrichtung zur Erfassung des Drehmoments. Es handelt sich nicht mehr um einen Drehmomentsensor 23, sondern um eine Ermittlungseinrichtung 26 zum Ermitteln eines abgeschätzten zündwinkelnormierten Drehmoments \hat{M}_{ZWNORM} . Die Funktion dieses Systems ist die folgende.

Es sei wieder eine Drehmomenterhöhung zu einem

bestimmten Zeitpunkt angenommen. Die Integrations-einrichtung 25 gebe zu diesem Zeitpunkt den Integrationswert M_{INT} Null aus. Dieser Integrationswert wird in der Drehmomentkorrektur-einrichtung 24 zum Soll-Drehmoment M_{SOLL} addiert, um das effektive Drehmoment M_{EFF} zu bilden. Mit diesem wird nun, statt unmittelbar mit dem Soll-Drehmoment M_{SOLL} , wie beim System gemäß Fig. 2, die Drosselklappenwinkel-Bestimmungseinrichtung 11 angesteuert. Die sich anschließenden Abläufe stimmen mit denen anhand von Fig. 2 erläuterten überein. Der Motor gibt wieder das Drehmoment M_{IST} aus, das nun jedoch nicht ermittelt wird. Vielmehr wird auf eine Art und Weise, wie sie weiter unten von Fig. 4 erläutert wird, das zündwinkel-normierte Drehmoment M_{ZWNORM} ermittelt. Dieses wird in der Drehmoment-Subtraktionseinrichtung 20 statt des Ist-Drehmomentes M_{IST} verwertet. Es sei angenommen, daß das zündwinkelnormierte Drehmoment kleiner ist als das Soll-Drehmoment, wodurch wiederum eine positive Momentenabweichung ΔM erhalten wird. Diese wird zündwinkelseitig durch die Einrichtungen 17, 18 und 19 verarbeitet, wie oben anhand von Fig. 2 beschrieben. Zusätzlich kann noch eine Verarbeitung in einer Einrichtung 27 zur Zündwinkelbeschränkung erfolgen, worauf jedoch erst weiter unten anhand von Fig. 5 eingegangen wird.

Außer zur Zündwinkelveränderung wird die Drehmomentabweichung ΔM noch zur Momenteneinstellung verwendet. Die Abweichung wird nämlich in der Integrationseinrichtung 25 aufintegriert und der Integrationswert M_{INT} wird, wie bereits angegeben, in der Drehmoment-Korrektur-einrichtung 24 zum Soll-Drehmoment M_{SOLL} addiert. Wenn die Drehmomentabweichung ΔM nicht nur vorübergehend ungleich Null ist, z. B. wegen eines dynamischen Übergangsverhaltens, sondern wenn sie z. B. wegen einer Ungenauigkeit in der Drosselklappenwinkel-Bestimmungseinrichtung 11 über längere Zeit von Null abweicht, wird das effektive Drehmoment M_{EFF} gegenüber dem Soll-Drehmoment M_{SOLL} soweit erhöht, daß das zündwinkelnormierte Drehmoment M_{ZWNORM} schließlich mit dem Soll-Drehmoment M_{SOLL} übereinstimmt, wodurch die Momentenabweichung ΔM schließlich Null wird. Der Integrationswert M_{INT} wird dann nicht weiter verändert. Zugleich nimmt die Zündwinkelabweichung ΔZW den Wert Null an. Damit stimmt der aktuelle Zündwinkel ZW_{AKT} mit dem Soll-Zündwinkel ZW_{SOLL} überein, der so appliziert ist, daß er zu optimalem Motorverhalten (wahlweise nach Leistung oder Verbrauch) führt. Die Abweichung vom optimalen Zündwinkel ist damit nur vorübergehend, um möglichst schnell das neu gewünschte Soll-Drehmoment einzustellen. Die schnell mit Hilfe der Zündwinkelverstellung vorgenommene Momentenänderung wird dann allmählich mit Hilfe des Integrationswertes M_{INT} und damit der Luftmassenflußeinstellung übernommen.

Es sei darauf hingewiesen, daß im Zündwinkelabweichungs-Kennfeld 18 nicht nur eine Kennlinie gespeichert sein kann, die den Zusammenhang zwischen der Drehmomentabweichung ΔM und der Zündwinkelabweichung ΔZW zweidimensional wiedergibt, sondern es kann sich um ein höherdimensionales Kennfeld handeln, bei dem z. B. noch die Motordrehzahl n und/oder der gemessene Luftmassenfluß \dot{m}_{DK_IST} berücksichtigt werden.

Anhand von Fig. 3 wird nun ein Beispiel für eine sehr genaue Einstellung des Drosselklappenwinkels α abhängig vom Soll-Drehmoment M_{SOLL} beschrieben. Ge-

mäß Fig. 3 verfügt die Drosselklappenwinkel-Bestimmungseinrichtung 11 über folgende Einrichtungen: ein Masseflußkennfeld 28, eine Modelleinrichtung 29, einen Luftmasseregler 30, ein Drosselklappenwinkel-Kennfeld 31, eine Temperaturkompensationseinrichtung 32, eine Massefluß-Subtrahiereinrichtung 33, sowie eine erste und eine zweite Multipliziereinrichtung 34.1 bzw. 34.2. Das Masseflußkennfeld 28 erhält die aktuellen Werte für das Soll-Drehmoment M_{SOLL} und die Motordrehzahl n , und es gibt abhängig von diesen Werten einen bei einem bestimmten Zündwinkel ZW_{APP} applizierten SOLL-Luftmassefluß \dot{m}_{MOD_SOLL} aus, wie er von den Verbrennungskammern anzusaugen ist, um das gewünschte Soll-Drehmoment bei der aktuellen Drehzahl zu erreichen, wenn der Applikationszündwinkel vorliegt. Nun ist es so, daß sich der durch die Drosselklappe strömende Luftmassefluß bei dynamischen Vorgängen von dem in die Kammern zu saugenden Fluß unterscheidet, wobei die dynamische Abhängigkeit des in die Kammern gesaugten Flusses von dem durch die Drosselklappe strömenden Fluß durch ein sogenanntes Füllungsmodell wiedergegeben wird. Solche Füllungsmodelle sind wohl bekannt. In diesem Zusammenhang wird beispielhaft auf einen Artikel von C.F. Aquino verwiesen, wie er unter dem Titel "Transient A/F Control Characteristics of the 5 Liter Central Fuel Injection Engine" in SAE-Papers 810494, 1981 Seiten 1—15 erschienen ist. Im vorliegenden Fall geht es gerade um den umgekehrten Zusammenhang, weswegen die Modelleinrichtung 29 nach einem inversen Filtermodell arbeitet. Sie gibt dann den Soll-Luftmassefluß \dot{m}_{DK_SOLL} aus, wie er durch die Drosselklappe strömen muß, um den von den Verbrennungskammern anzusaugenden Soll-Luftmassefluß \dot{m}_{MOD_SOLL} zu erhalten. Der Sollwert \dot{m}_{DK_SOLL} wird dann in den zwei Multipliziereinrichtungen 34.1 und 34.2 korrigiert, was weiter unten beschrieben wird, und der korrigierte Wert steuert zusammen mit dem aktuellen Wert der Motordrehzahl n das Drosselklappenwinkel-Kennfeld 31 an, das daraufhin den Drosselklappenwinkel α ausgibt, der einen Luftmassefluß bewirken soll, bei dem sich das Soll-Drehmoment M_{SOLL} einstellt.

Die in den Multipliziereinrichtungen 34.1 und 34.2 vorgenommenen Korrekturen sind lediglich Feinkorrekturen, die ohne jeden Einfluß auf die grundsätzliche Funktion der Erfindung weggelassen werden können. Die Temperaturkompensationseinrichtung 32 berücksichtigt z. B., daß dann, wenn die verschiedenen Kennfelder z. B. bei 20°C appliziert wurden, die aktuelle Temperatur aber höher liegt, die Drosselklappe weiter geöffnet werden muß, um bei dieser höheren Temperatur denselben Luftmassefluß zu erzielen wie bei der Applikationstemperatur von 20°C. Sie wird also mit zunehmender Temperatur einen gegenüber dem Wert 1 ansteigenden Korrekturfaktor ausgeben, mit dem der Soll-Luftmassefluß in der Multipliziereinrichtung 34.2 multipliziert wird. Der Luftmasseregler 30, die Luftmassefluß-Subtraktionseinrichtung 33 und die erste Multipliziereinrichtung 34.1 berücksichtigen dagegen Dichteänderungen der Luft, die nicht temperaturbedingt sind, also z. B. von Höhenänderungen oder Wetteränderungen herrühren. Dazu wird in der Massefluß-Subtraktionseinrichtung ein Vergleich zwischen dem Ist- und dem Soll-Luftmassefluß vorgenommen. Die zugehörige Luftmasseflußabweichung $\Delta \dot{m}_{DK} = \dot{m}_{DK_SOLL} - \dot{m}_{DK_IST}$ wird an den Luftmasseregler 30 gegeben, der die Abweichung z. B. ausgehend vom Wert Eins integriert. Der Integrationswert wird an die erste Multi-

pliziereinrichtung 34.1 als Faktor für die Multiplikation mit dem Soll-Luftmassefluß gegeben. Wenn der Luftmasseregler 30 ausgehend vom Wert Null integriert, wird statt einer Multipliziereinrichtung eine Addiereinrichtung zur Korrektur verwendet. Der Luftmasseregler 30 kann außer einem I-Anteil noch einen P- und/oder einen D-Anteil aufweisen. Der Integrationswert kann noch in anderen Einrichtungen eines Steuergerätes als Information zur Luftdichte verwendet werden.

Fig. 4 veranschaulicht ein Beispiel für die Einrichtung 26 zur Ermittlung des zündwinkelnormierten Drehmoments \hat{M}_{ZWNORM} . Diese Einrichtung erhält das Signal \dot{m}_{DK_IST} vom Luftmasseflußsensor 22. Mit Hilfe einer Modelleinrichtung 35 für ein Füllungsmodell, wie oben im Zusammenhang mit der Modelleinrichtung 29 erläutert, wird der von den Verbrennungskammern angesaugte Luftmassefluß \dot{m}_{IST} ermittelt. Dieser Wert dient zusammen mit dem aktuellen Wert der Drehzahl n zum Ansteuern eines Drehmoment-Kennfeldes 36, das unter Verwendung des Soll-Zündwinkels ZW_SOLL aufgestellt wurde. Dadurch ist der aus dem Luftmassefluß \dot{m}_{DK_IST} ermittelte Drehmomentwert \hat{M}_{ZWNORM} auf den Soll-Zündwinkel ZW_SOLL normiert.

Fig. 5 veranschaulicht den Aufbau der in Fig. 1 gestrichelt eingezeichneten Einrichtung 27 zur Zündwinkelbegrenzung. Es ist ein Zündwinkelbegrenzer 37 vorhanden, der den Zündwinkel ZW_AKT in einem vorgegebenen Wertebereich hält. Mit Hilfe des begrenzten Zündwinkels ZW_AKT und eines Drehmomentabweichungs-Kennfeldes 38 wird eine zündwinkelbedingte Drehmomentabweichung ΔM_{ZW} bestimmt. Zu dieser wird das auf den Sollzündwinkel normierte Drehmoment \hat{M}_{ZWNORM} in einer Drehmoment-Summa-tionseinrichtung 39 addiert, wodurch das Ist-Drehmoment \hat{M}_{IST} erhalten wird, das übergeordneten Motorsteuerungseinrichtungen zugeführt werden kann. Die Markierung "Λ" zeigt hierbei an, das es sich nicht um den tatsächlich gemessenen Wert des Ist-Drehmomentes handelt, sondern um einen aus Modellen abgeschätzten Wert. Ähnlich wie das Zündwinkelabweichungs-kennfeld 18 kann das Drehmomentabweichungs-Kennfeld 38 zwei- oder höherdimensional sein. Zusätzlich zur beschriebenen Eingangsgröße können noch Werte der Motordrehzahl n und/oder des Ist-Luftmasseflusses \dot{m}_{DK_IST} zugeführt werden.

Fig. 6 veranschaulicht ein System zur Feinkorrektur von drehmomentabhängigen Kennfeldwerten. Z.B. enthält die Drosselklappenwinkel-Bestimmungseinrichtung 11 in irgendeiner Weise ein Kennfeld, das den Drosselklappenwinkel α mit dem Soll-Drehmoment M_{SOLL} verknüpft, wobei dieses Kennfeld für einen Zündwinkel ZW_APP appliziert wurde, von dem sich jedoch der aktuelle Soll-Zündwinkel ZW_SOLL unterscheidet, auf den normiert werden soll. Wird dieser Unterschied in den Zündwinkeln nicht beachtet, kommt es zu einer entsprechenden kleinen Ungenauigkeit in der Bestimmung des Drosselklappenwinkels α , was jedoch in der Praxis nicht allzu schwerwiegend ist, da Drehmomentänderungen im allgemeinen große Werte aufweisen, die in erster Linie über Luftflußänderungen nachgeführt werden. Wenn bei der Bestimmung des Drosselklappenwinkels α , der eine große Drehmomentenänderung bewirkt, ein kleiner Fehler unterläuft, ist dies nicht allzu schlimm, da kleine Änderungen ohnehin durch die oben besprochenen besonderen Zündwinkelmaßnahmen aufgehoben werden. Theoretisch exakt arbeitet die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsge-

mäße Verfahren jedoch, wenn der Wert zum Herbeiführen der großen Änderung, also hier der Wert des Drosselklappenwinkels α , bereits genau bestimmt wird. Dies erfolgt gemäß Fig. 6 dadurch, daß eine Korrekturkennlinien-Einrichtung 40 einen Korrekturfaktor an einen Korrekturmultiplicierer 41 ausgibt, welcher Korrekturfaktor so appliziert ist, daß ein Drehmomentwert auf den Applikations-Zündwinkel normiert wird. Es kann sich hierbei um das Soll-Drehmoment M_{SOLL} handeln, dessen Wert modifiziert wird, bevor er der Drosselklappenwinkel-Bestimmungseinrichtung 11 zugeführt wird, oder es kann sich um das vom Drehmoment-Kennfeld 36 ausgegebene, auf den Soll-Zündwinkel ZW_SOLL normierte Drehmoment \hat{M}_{ZWNORM} handeln, das durch den Korrekturmultiplicierer 41 seinerseits auf denjenigen Zündwinkel ZW_APP normiert wird, bei dem das Drehmoment-Kennfeld 36 appliziert wurde.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einstellen des Drehmoments eines Verbrennungsmotors (12) mit Luftzumeßeinrichtung (13) (Ottomotor), mit folgenden Schritten:

- Vorgeben eines Soll-Drehmoments (M_{SOLL});
- Ermitteln des für die aktuellen Motorbetriebsbedingungen vorgegebenen Soll-Zündwinkels (ZW_SOLL);
- Ermitteln des auf den Soll-Zündwinkel normierten Ist-Drehmoments (\hat{M}_{ZWNORM});
- Berechnen der Drehmomentabweichung (ΔM) zwischen Soll-Drehmoment und normiertem Ist-Drehmoment;
- Integrieren der Drehmomentabweichung und Korrigieren des Soll-Drehmoments mit dem Integrationswert (M_{INT}), um ein Effektiv-Drehmoment (M_{EFF}) zu erhalten;
- Ansteuern der Luftzumeßeinrichtung mit einem Wert (α), der vom Wert des Effektiv-Drehmoments abhängt;
- Ermitteln einer Zündwinkelabweichung (ΔZW) aus dem Wert der Drehmomentabweichung; und
- Modifizieren des Soll-Zündwinkels mit der Zündwinkelabweichung in solcher Weise, daß ein aktueller Zündwinkel (ZW_AKT) erhalten wird, durch den das Drehmoment in solcher Richtung beeinflusst wird, daß das Ist-Drehmoment mit dem Soll-Drehmoment des Motors zur Übereinstimmung kommen soll.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das auf den Soll-Zündwinkel (ZW_SOLL) normierte Ist-Drehmoment (\hat{M}_{ZWNORM}) wie folgt ermittelt wird:

- Messen des angesaugten Luftmasseflusses (\dot{m}_{DK_IST});
- Ermitteln des in die Verbrennungskammern gesaugten Luftmasseflusses (\dot{m}_{MOD_IST}) aus dem gemessenen Luftmassefluß mit Hilfe eines inversen Füllungsmodells; und
- Ermitteln des auf den Soll-Zündwinkel normierten Ist-Drehmoments aus dem ermittelten Wert des in die Verbrennungskammern gesaugten Luftmasseflusses und einem ausgemessenen und damit bekannten Zusammenhang zwischen diesem Luftmassefluß und dem Drehmoment bei konstantem Soll-Zündwin-

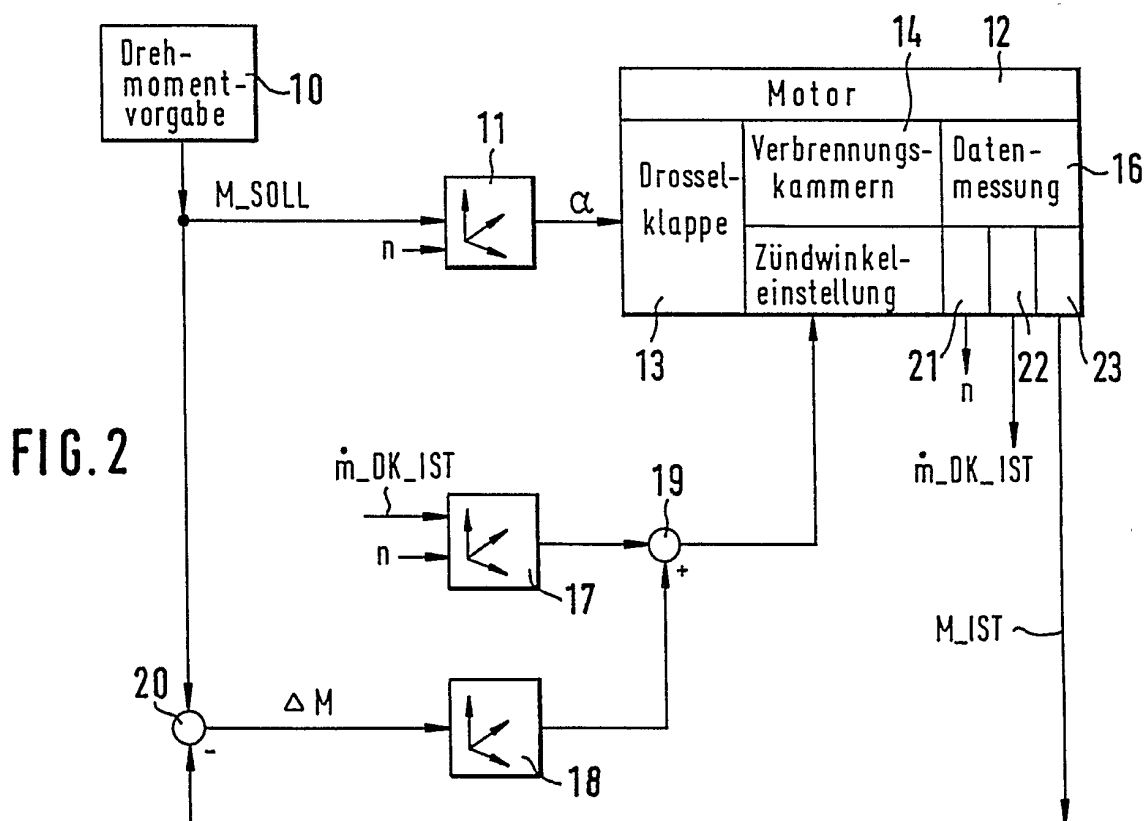
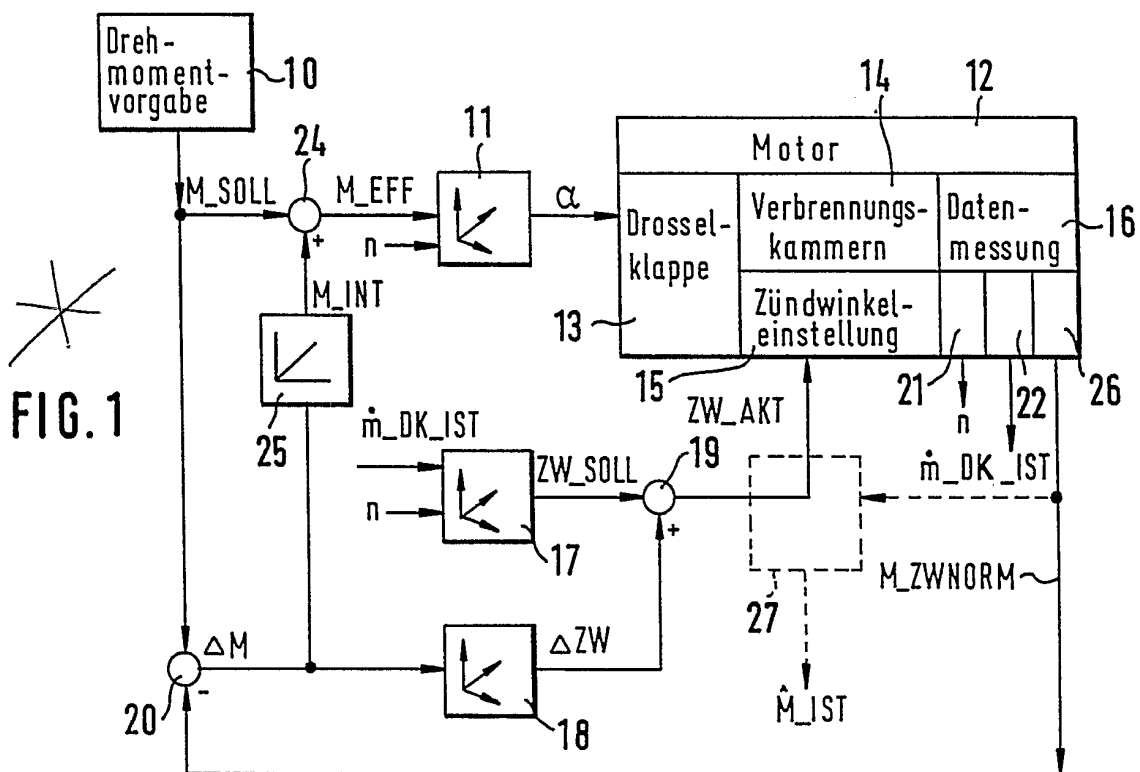
- kel.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das auf den Soll-Zündwinkel (ZW SOLL) normierte Ist-Drehmoment (\bar{M}_{ZWNORM}) wie folgt ermittelt wird: 5
- es wird das Drehmoment des Motors beim aktuellen Zündwinkel gemessen; und
 - aus einem ausgemessenen und damit bekannten Zusammenhang zwischen der Änderung des Drehmoments und dem Zündwinkel bei konstanter Füllung wird unter Verwendung des aktuellen Zündwinkels und des Soll-Zündwinkels das Drehmoment berechnet, wie es vorliegen würde, wenn der Soll-Zündwinkel statt des aktuellen Zündwinkels vorliegen würde. 10 15
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Wert zum Ansteuern der Luftzumeßeinrichtung (13) wie folgt ermittelt wird; 20
- Ermitteln eines in die Verbrennungskammern des Motors zu saugenden Luftmasseflusses ($\dot{m}_{MOT SOLL}$) aus einem ausgemessenen und damit bekannten Zusammenhang zwischen dem Effektiv-Drehmoment (M_{EFF}), der Drehzahl (n) des Motors und dem genannten Luftmassefluß; 25
 - Ermitteln eines anzusaugenden Soll-Luftmasseflusses ($\dot{m}_{DK SOLL}$) aus einem Füllungsmodell, das den Zusammenhang zwischen dem angesaugten Luftmassefluß und dem in die Verbrennungskammern zu saugenden Luftmassefluß angibt; und 30
 - Ermitteln des Ansteuerwertes (α) für die Luftzumeßeinrichtung abhängig vom Wert für den anzusaugenden Soll-Luftmassefluß. 35
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß
- der tatsächlich angesaugte Ist-Luftmassefluß ($\dot{m}_{DK IST}$) ermittelt wird; 40
 - der Wert des Ist-Luftmasseflusses vom Soll-Luftmassefluß ($\dot{m}_{DK SOLL}$) abgezogen wird, um eine Luftmasseflußdifferenz zu bilden; und
 - der Wert des Soll-Luftmasseflusses abhängig vom Wert der Luftmasseflußdifferenz modifiziert wird. 45
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß Größen zum Festlegen der aktuellen Motorbetriebsbedingungen die Drehzahl (n) und der IST-Luftmassefluß ($\dot{m}_{DK IST}$) sind. 50
7. Vorrichtung zum Einstellen des Drehmoments eines Verbrennungsmotors 12 mit Luftzumeßeinrichtung 13 (Ottomotor), mit:
- einer Einrichtung (10) zum Vorgeben eines Soll-Drehmoments (M_{SOLL}); 55
 - einer Einrichtung (17) zum Ermitteln des für die aktuellen Motorbetriebsbedingungen vorgegebenen Soll-Zündwinkels (ZW SOLL);
 - einer Einrichtung (26) zum Ermitteln des auf den Soll-Zündwinkel normierten Ist-Drehmoments (M_{ZWNORM}); 60
 - einer Einrichtung (20) zum Berechnen der Drehmomentabweichung (ΔM) zwischen Soll-Drehmoment und normiertem Ist-Drehmoment; 65
 - einer Einrichtung (25) zum Integrieren der Drehmomentabweichung und Korrigieren des

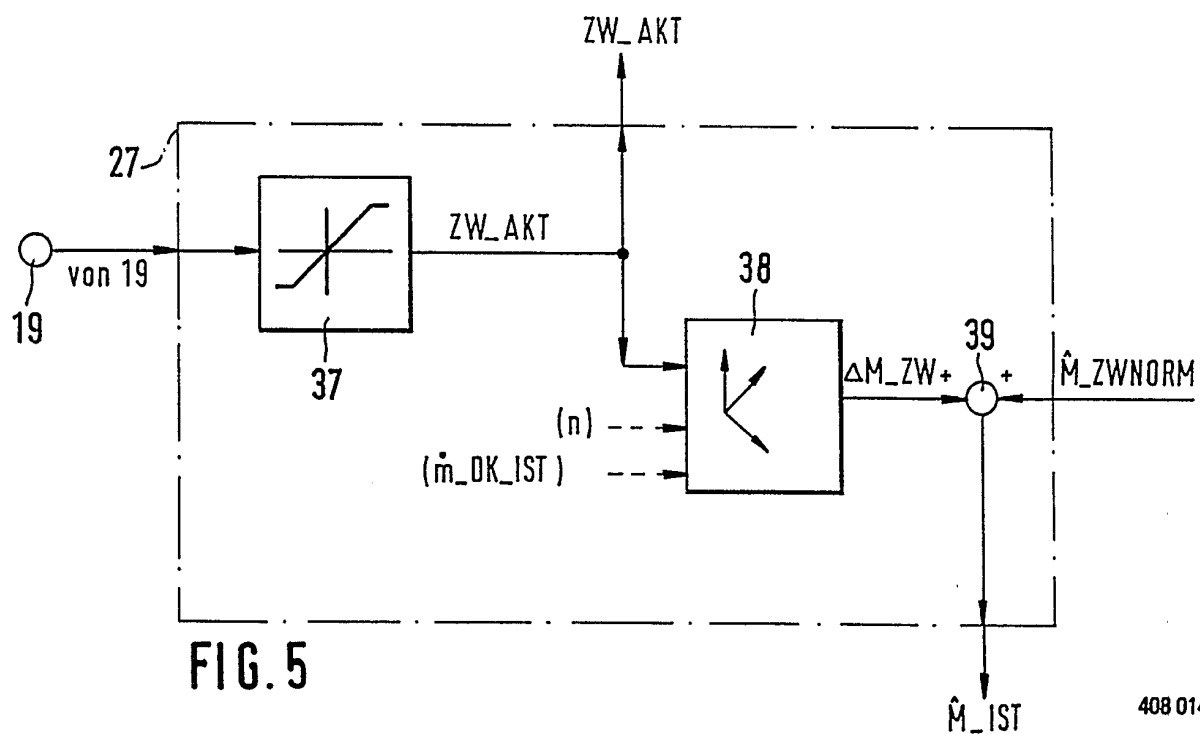
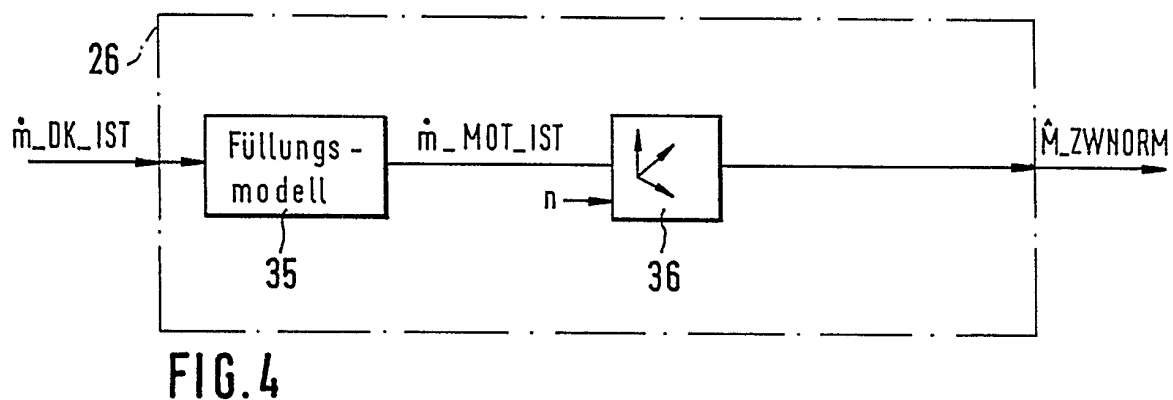
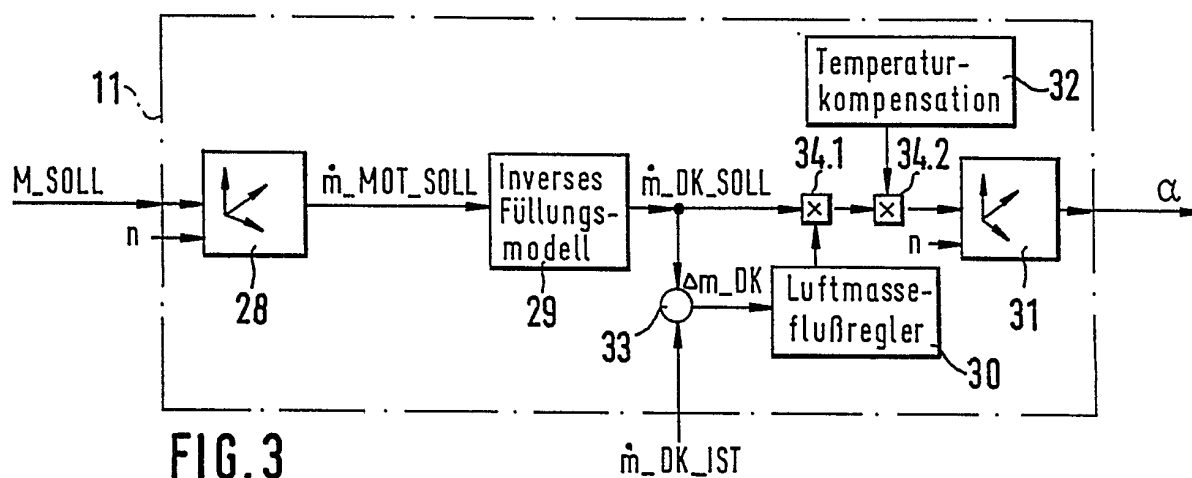
Soll-Drehmoments mit dem Integrationswert (M_{INT}), um ein Effektiv-Drehmoment (M_{EFF}) zu erhalten;

- einer Einrichtung (11) zum Ansteuern der Luftzumeßeinrichtung mit einem Wert (α), der vom Wert des Effektiv-Drehmoments abhängt;
- einer Einrichtung (18) zum Ermitteln einer Zündwinkelabweichung (ΔZW) aus dem Wert der Drehmomentabweichung; und
- einer Einrichtung (19) zum Modifizieren des Soll-Zündwinkels mit der Zündwinkelabweichung in solcher Weise, daß ein aktueller Zündwinkel (ZW_AKT) erhalten wird, durch den das Drehmoment in solcher Richtung beeinflusst wird, daß das Ist-Drehmoment mit dem Soll-Drehmoment des Motors zur Übereinstimmung kommen soll.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -





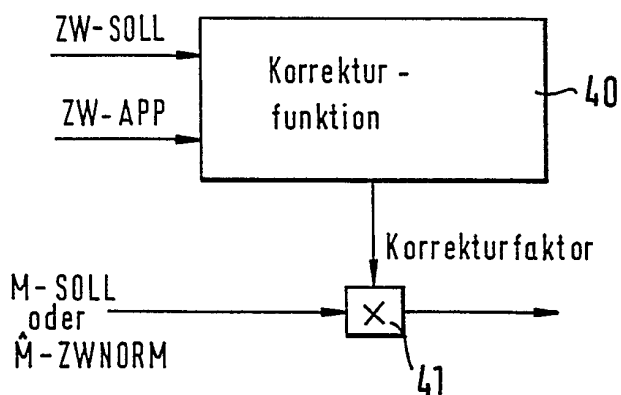


FIG. 6

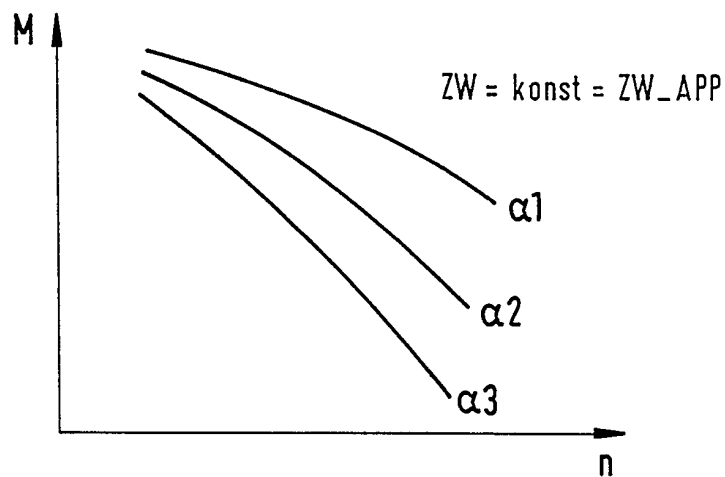


FIG. 7

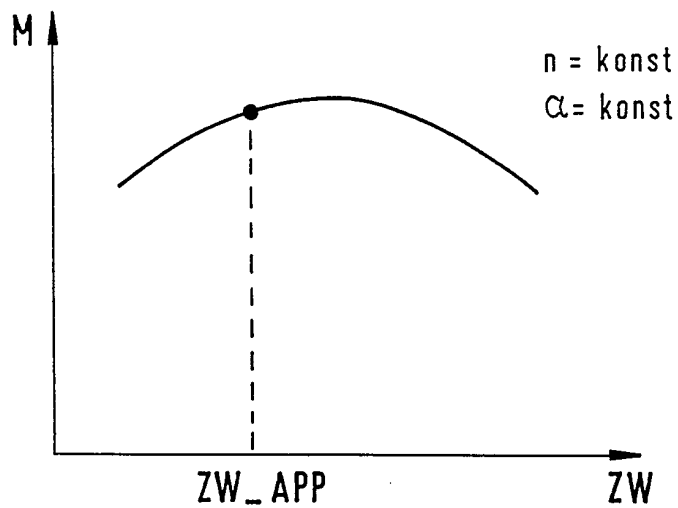


FIG. 8



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 18 849 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
F 02 D 28/00
F 02 D 37/02

②1 Aktenzeichen: 196 18 849.0
②2 Anmeldetag: 10. 5. 96
④3 Offenlegungstag: 13. 11. 97

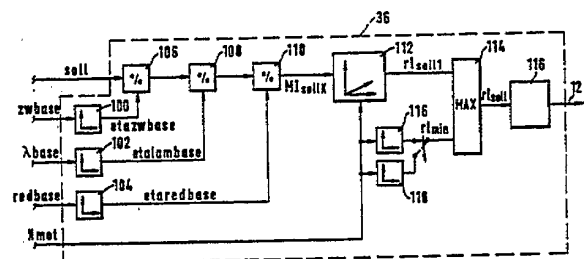
DE 196 18 849 A 1

⑦1 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Hess, Werner, 70499 Stuttgart, DE; Zhang, Hong,
Dr., 93057 Regensburg, DE

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine eines Fahrzeugs

⑤7 Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine eines Fahrzeugs vorgeschlagen, wobei aus einem Sollmomentenwert unter Berücksichtigung einzustellender Zündwinkel, Gemischzusammensetzungen und/oder der Anzahl auszublenender Zylinder ein Soll-Füllungswert gebildet wird, der durch Beeinflussung der Luftzufuhr zur Brennkraftmaschine im Sinne einer Annäherung des Ist-Moments an das Soll-Moment realisiert wird.



DE 196 18 849 A 1

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine eines Fahrzeugs gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche.

Die DE-A 42 39 711 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine eines Fahrzeugs, wobei vom Fahrer und/oder anderen Steuer- und Regelsystemen ein Sollwert für ein von der Brennkraftmaschine zu erzeugendes Drehmoment zugeführt wird. Dieser Sollwert wird unter Berücksichtigung der Abweichung eines für den aktuellen Arbeitspunkt geltenden Basiszündwinkels von einem optimalen Zündwinkel, bei dem die Brennkraftmaschine den höchsten Wirkungsgrad hat, in einen Sollwert für die einzustellende Zylinderfüllung (Luftfüllung) umgerechnet. Dieser Füllungs-Sollwert wird dann unter der Berücksichtigung der tatsächlichen Motorlast und Betriebsgrößen wie der Motortemperatur in einen Soll-Stellungs- wert für eine die Luftzufuhr zur Brennkraftmaschine beeinflussende, elektrisch betätigbare Drosselklappe umgewandelt. Durch Einstellung dieses Sollwerts durch entsprechende Betätigung der Drosselklappe wird die Füllung und damit das Moment dem Sollwert angenähert. Darüber hinaus wird zumindest in einigen Betriebszuständen zur Einstellung des Sollmoments die Zündwinkeleinstellung beeinflusst und/oder eine bestimmte Anzahl von Zylindern ausgeblendet, das heißt die Kraftstoffzufuhr zu diesen Zylindern unterbrochen.

Ergänzend ist aus der WO-A 95/24550 bekannt, zur Einstellung des Sollmoments das Luft-/Kraftstoffgemisch zu variieren.

Es ist Aufgabe der Erfindung, Maßnahmen anzugeben, die zu eine Einstellung des Istmoments auf das Sollmoment nur durch Beeinflussung der Füllung ermöglichen.

Dies wird durch die kennzeichnenden Merkmale der unabhängigen Patentansprüche erreicht.

Vorteile der Erfindung

Es wird eine vollständige Bereitstellung des Sollmoments nur durch Veränderung der Füllung ermöglicht, da bei der Berechnung der Sollfüllung der Basiszündwinkel-, der Basisgemisch-Einstellung und/oder der Anzahl der verbrennenden Zylinder im jeweiligen Arbeitspunkt der Brennkraftmaschine berücksichtigt werden.

Besonders vorteilhaft ist ferner, daß das zur Berechnung des Soll-Füllungs-wertes aus dem Sollmomentenwert verwendete Kennfeld invers zu einem bereits vorhandenen Kennfeld zur Berechnung des Moments aus Meßgrößen ist. Daher ist der zusätzliche Aufwand bei der Bereitstellung der Kennfelddaten und deren Ermittlung sehr gering.

Besonders vorteilhaft ist, daß bei der Berechnung der Sollfüllung die Basiswirkungsgrade des Zündwinkels, der Gemischeinstellung und/oder der Anzahl der verbrennenden Zylinder berücksichtigt werden.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen bzw. aus den abhängigen Patentansprüchen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Dabei zeigt Fig. 1 die Steuerung der Brennkraftmaschine auf der Basis eines Sollmomentenwertes in Blockschaltdarstellung, während in Fig. 2 Details dieser Steuerung zur Bestimmung der Sollfüllung ebenfalls in Blockschaltdarstellung dargestellt sind. Fig. 3 zeigt ein Flußdiagramm, das ein Programm zur Bestimmung des Sollfüllungswertes skizziert.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

In Fig. 1 ist eine Steuereinheit 10 dargestellt, die über die symbolisch dargestellte Ausgangsleitungen 12, 14 und 16 die Luftzufuhr zur Brennkraftmaschine (Drosselklappe 17), die Kraftstoffzufuhr (Gemischzusammensetzung und/oder Ausblendung) und den Zündwinkel steuert. Der Steuereinheit 10 werden ferner Eingangsleitungen 18, 20 sowie 22 bis 24 zugeführt, die in einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel in einem Bussystem, (z. B. CAN) zusammengefaßt sind. Dabei führt die Eingangsleitung 18 von wenigstens einer weiteren Steuereinheit 26, beispielsweise einer Steuereinheit zur Antriebs-schlupfregelung, zur Motorschleppmomentenregelung, zur Getriebesteuerung, etc., zur Steuereinheit 10 und überträgt ein von diesen Steuereinheiten gebildetes Sollmoment für ein von der Brennkraftmaschine abzugebendes Drehmoment. Eine weitere Eingangsleitung 20 führt von einem vom Fahrer betätigbaren Bedienelement 28, vorzugsweise von einem Fahrpedal, zur Steuereinheit 10 und übermittelt den Betätigungsgrad β des Bedienelements. Die Eingangsleitungen 22 bis 24 führen von Meßeinrichtungen 30 bis 32 zur Erfassung weiterer Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine und/oder des Fahrzeugs wie Motordrehzahl, Motorlast (Luftmasse, Luftmenge, Drosselklappenstellung, Saugrohrdruck, etc.), Motortemperatur, Fahrgeschwindigkeit, etc. zur Steuereinheit 10. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel umfaßt die Steuereinheit 10 wenigstens einen Mikrocomputer, in dem Programme implementiert sind, die die nachfolgend beschriebene Lösung realisieren. In Fig. 1 sind der Übersicht halber diese im Mikrocomputer zur Durchführung der erfindungsgemäßen Lösung implementierten Programme in drei Blöcken zusammengefaßt.

Einem ersten Programmblock 34 wird neben dem Betätigungsgrad β und dem Sollmomentenwert von der wenigstens einen Steuereinheit 26 weitere Betriebsgrößen wie Motordrehzahl, Fahrzeuggeschwindigkeit, etc., zugeführt (vgl. Leitungen 22a bis 24a). In den diesem Programmblock zugeordneten Programmen des Mikrocomputer wird aus dem Betätigungsgrad β des Fahrpedals unter Berücksichtigung der weiteren Betriebsgrößen (zumindest Motordrehzahl) ein Sollmomentenwert für den Fahrer aus vorbestimmten Kennfeldern ermittelt. Ferner werden Funktionen wie Drehzahl- und/oder Fahrgeschwindigkeitsbegrenzungen, die ebenfalls einen Sollwert für das Drehmoment ermitteln, durchgeführt. Aus den ermittelten oder zugeführten Solldrehmomentenwerten wird der aktuelle durch Maximal- und/oder Minimalwertauswahl ermittelt und einem zweiten Programmblock 36 zugeführt.

Diesem werden Basisgrößen bezüglich des Zündwinkels zwbase, der Gemischeinstellung lambbase und/oder der Anzahl der auszublendenden Zylinder redbase zugeführt. Abhängig von diesen Größen und weiteren Be-

triebsgrößen, die über die Leitungen 22b bis 24b zugeführt werden, wird der im Programmblock 34 ermittelte Sollwert MI_{Soll} in bekannter Weise in Steuergrößen für die Kraftstoffzumessung und/oder den Zündwinkel sowie über die Ermittlung eines Soll-Füllungswertes in eine Steuergröße für die Luftzufuhr zur Brennkraftmaschine umgerechnet.

Die Basisgrößen bezüglich Zündwinkel, Gemischzusammensetzung und Anzahl der ausgeblendeten Zylinder werden in vorbestimmten Kennfeldern 38 gebildet. Diese Größen stellen die vorgesehenen Einstellung der Brennkraftmaschine im aktuellen Arbeitspunkt dar. Externe Eingriffe der Antriebsschlupfregelung, der Begrenzungsfunktionen, etc. werden bei diesen Werten nicht berücksichtigt. Die Basisgrößen sind demnach Größen, die sich einstellen würden, ohne daß Eingriffe von außen oder durch Begrenzungsfunktionen stattfinden.

Der Basis-Zündwinkel wird dabei auf der Basis der Motordrehzahl und der aktuellen Füllung aus einem Kennfeld bestimmt. Entsprechend sind Kennfelder oder Berechnungsschritte vorgesehen, in denen die Basiswerte für die Gemischzusammensetzung und/oder der Abschaltung einzelner Zylinder gebildet werden. Beispielsweise kann in stationären Betriebszuständen die Gemischzusammensetzung zur Verbesserung des Kraftstoffverbrauchs und/oder der Schadstoffemission in Richtung "mager" verschoben und/oder in ausgewählten Betriebszuständen (z. B. bei stationärer Teillast) nicht alle Zylinder befeuert werden. So kann vorgesehen sein, daß alle Zylinder nur bei entsprechendem Leistungswunsch des Fahrers eingeschaltet werden, während im stationären oder im Niedriglastbereich nur eine vorgegebene Anzahl der Zylinder der Brennkraftmaschine aktiv sind. Diese entsprechenden Basiswerte werden von den Programmen des Programmblocks 36 zur Bestimmung der Steuergrößen aus dem Sollmomentenwert verwendet. Beispiele für die Berechnung der einzustellenden Kraftstoffzufuhr und des einzustellenden Zündwinkels sind aus dem eingangs genannten Stand der Technik bekannt.

Diesen Berechnungen liegt ein Momentenmodell zugrunde, das wie folgt darstellbar ist:

$$M_i = K_{fmiopt}(N_{mot}, T_l) \cdot \text{etazw}(\Delta ZW) \cdot \text{etalam}(\lambda) \cdot \text{etared}(X) \quad (1)$$

Dabei ist M_i das idizierte Moment (Hochdruckmoment) der Brennkraftmaschine, K_{fmiopt} das sogenannte optimale Moment (Hochdruckmoment bei optimalem Zündwinkel, $\lambda=1$ und alle Zylinder befeuert abhängig von Drehzahl und Last (Kennfeld), etazw der Zündwinkelwirkungsgrad abhängig vom Abstand des Zündwinkels vom optimalen Zündwinkel, etalam der Lambda-wirkungsgrad abhängig von der Abgaszusammensetzung ($=1$ für $\lambda=1$) und etared der Wirkungsgrad durch die befeuerten Zylinder ($=1$, wenn alle Zylinder befeuert). Die entsprechenden Wirkungsgrade ausgehend von den Basisgrößen werden als etazwbase , etalambase und etaredbase bezeichnet.

Die Bestimmung des Soll-Füllungswertes und damit der Einstellung der Luftzufuhr zur Brennkraftmaschine aus dem Sollmomentenwert MI_{Soll} gemäß der erfindungsgemäßen Lösung ist anhand Fig. 2 dargestellt.

Diese zeigt im Detail den Block 36 nach Fig. 1 in bezug auf die Bestimmung des Füllungssollwerts. Dem Programmblock 36 werden dabei der Sollmomentenwert MI_{Soll} , die Basisgrößen für den Zündwinkel (zwba-

se), für die Gemischzusammensetzung (λ -Base) und/oder für die Anzahl der ausgeblendeten Zylinder (redbase) sowie wenigstens die Motordrehzahl als weitere Betriebsgröße zugeführt. Die Basisgrößen werden dabei auf Kennlinien 100, 102 bzw. 104 geführt. Diese sogenannten Wirkungsgradkennlinien setzen die Abweichung dieser Basiswerte vom optimalen Wert (optimaler Zündwinkel, stöchiometrisches Gemisch und alle Zylinder befeuert) in einen Momentenkorrekturwert (Wirkungsgrad) um, um das Moment vom optimalen Moment (höchster Wirkungsgrad) beim entsprechenden Basiswert abweicht. Diese Wirkungsgradkennlinien sind dabei für die einzelnen Größen und Brennkraftmaschinen experimentiell bestimmt bzw. berechnet. Die auf diese Weise gebildeten Momentenkorrekturwerte etazwbase , etalambase und/oder etaredbase werden in aufeinanderfolgenden Divisionsstellen 106, 108 und 110 bei der Umrechnung des Sollmoments in einen Füllungssollwert berücksichtigt. So wird in einer ersten Divisionsstelle 106 der Quotient aus dem zugeführten Sollmoment und dem Momenten-Korrekturwert etazwbase gebildet, dieser Quotient wird in der Divisionsstelle 108 durch den Momenten-Korrekturwert etalambase dividiert und das Ergebnis in der Divisionsstelle 110 durch den Korrekturwert etaredbase dividiert. Das auf diese Weise korrigierte Sollmoment MI_{SollK} wird einem Kennfeld 112 zugeführt. Diesem Kennfeld wird ferner wenigstens die Motordrehzahl zugeführt. Es ist das inverse Kennfeld, mit dessen Hilfe aus Motordrehzahl und erfaßter Füllung das optimale Moment der Brennkraftmaschine ermittelt wird. Aus den zugeführten Größen wird aus dem Kennfeld ein Sollwert rl_{Soll} ausgelesen, welcher die aus dem Sollmoment abgeleitete Sollfüllung repräsentiert. Bei der Einstellung dieser Sollfüllung durch die Drosselklappe erzeugt die Brennkraftmaschine das Sollmoment MI_{Soll} .

Die zur Bestimmung des Soll-Füllungswertes verwendete Formel lautet zusammengefaßt also:

$$rl_{Soll} = f^{-1} [(MI_{Soll}/\text{etazwbase} \cdot \text{etalambase} \cdot \text{etaredbase}), N_{mot}] \quad (2)$$

Der Füllungs-Sollwert rl_{Soll} wird einer Maximalwertauswahlstufe 114 zugeführt. Dieser wird ferner einer minimalen Füllungswert rl_{min} zugeführt, welcher je nach Betriebszustand aus unterschiedlichen Kennlinien 116 und 118 abhängig von wenigstens der Motordrehzahl bestimmt wurde. Dieser minimale Füllungswert ist dabei im Schiebetrieb mit Kraftstoffabschaltung mit Blick auf ein möglichst großes Motorbremsmoment ausgelegt, während er im Normalbetrieb ohne Kraftstoffabschaltung mit Blick auf die Aufrechterhaltung des Betriebs der Brennkraftmaschine bei niedrigen Drehzahlen abgelegt ist. Der jeweils größere der beiden Werte rl_{min} und rl_{Soll} wird als Soll-Füllungswert rl_{Soll} weitergegeben. Dieser Sollwert wird im Rahmen einer Regelung 116 in einen Soll-Stellungswert für die Drosselklappe umgesetzt, welcher durch entsprechendes Betätigen der Drosselklappe über die Ausgangsleitung 12 der Steuereinheit eingestellt wird.

Die Darstellung nach Fig. 2 wurde aus Übersichtlichkeitsgründen gewählt. Die Erfindung ist weder auf die Reihenfolge der Einbeziehung der Korrekturwerte noch auf die konkrete mathematische Operation der Division festgelegt. Das Kennfeld f , welches der Bestimmung der Soll-Füllung in inverser Form zugrundeliegt, wird auch bei der Bestimmung des Moments der Brennkraftmaschine gemäß dem bekannten Stand der Tech-

nik verwendet (vgl. Gleichung 1, K_{Fmipt}).

Das Moment M_i ist das Hochdruckmoment, das heißt das von der Brennkraftmaschine in der Hochdruckphase der Verbrennung erzeugte Drehmoment.

In einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel wird die Brennkraftmaschine immer unter Befuerung aller Zylinder oder nur mit stöchiometrischem Gemisch betrieben. In diesen Fällen wird auf den entsprechenden Korrekturwert verzichtet.

Im bevorzugten Ausführungsbeispiel umfaßt die Steuereinheit 10 wenigstens einen Mikrocomputer, der die vorstehend beschriebenen Berechnungen im Rahmen von Programmen ausführt. Als Realisierungsbeispiel für ein derartiges Programm ist in Fig. 3 ein Flußdiagramm dargestellt.

Dieses wird in vorgegebenen Zeitintervallen, beispielsweise einige Millisekunden, gestartet. Im ersten Schritt 200 werden die Größen M_{iSoll} , N_{Mot} , die Motorlast r_l sowie gegebenenfalls weitere Betriebsgrößen eingelesen. Im darauffolgenden Schritt 202 wird der Basiszündwinkel z_{base} aus einem vorgegebenen Kennfeld nach Maßgabe von Motordrehzahl und Last gebildet, während die Basiswerte für Gemischzusammensetzung und/oder der Anzahl der auszublendenden Zylinder je nach Betriebszustand bzw. abhängig vom Verhalten des Fahrers bestimmt werden. Daraufhin werden im Schritt 204 die Momentenkorrekturwerte $etaz_{base}$, $etalam_{base}$ und/oder $etared_{base}$ aus den vorbestimmten Wirkungsgradkennlinien bestimmt. Im darauffolgenden Abfrageschritt 206 wird überprüft, ob die Kraftstoffzufuhr im Schiebebetrieb abgeschaltet wird. Ist dies der Fall, wird gemäß Schritt 208 die minimale Füllung r_{lmin} auf der Basis einer ersten Kennlinie f_1 abhängig von der Motordrehzahl bestimmt, im gegenteiligen Fall gemäß Schritt 210 auf der Basis einer zweiten Kennlinie f_2 . Im auf die Schritte 208 oder 210 folgenden Schritt 212 wird das Produkt P aus den Momentenkorrekturwerten gebildet. Im nächsten Schritt 216 wird der Quotient aus dem Sollmoment und dem Produkt der Korrekturwerte bestimmt. Dieser Quotient wird im darauffolgenden Schritt 216 zusammen mit der Motordrehzahl durch das vorbestimmte Kennfeld in einen Füllungs-Sollwert r_{lSoll} umgesetzt. Im darauffolgenden Schritt 218 wird dann der Maximalwert aus Füllungs-Sollwert und minimalem Füllungs-Sollwert ermittelt und als Sollfüllung festgelegt. Im darauffolgenden Schritt 220 wird aus diesem Sollfüllungs-Sollwert und weiteren Betriebsgrößen auf der Basis wenigstens eines Regelkreises ein Ansteuersignal τ für die Drosselklappe berechnet und ausgegeben.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine eines Fahrzeugs, wobei ein Sollwert für ein Drehmoment der Brennkraftmaschine vorgegeben wird, dieser Sollwert in einen Sollwert für die Füllung der Brennkraftmaschine umgerechnet wird und dieser Soll-Füllungs-Sollwert durch Beeinflussung der Luftzufuhr zur Brennkraftmaschine im Sinne einer Annäherung der Ist-Füllung und des Ist-Moments an die Sollwerte eingestellt wird, wobei bei der Berechnung des Füllungs-Sollwertes aus dem Sollmomentenwert zumindest eine Zündwinkelleinstellung der Brennkraftmaschine berücksichtigt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß ferner bei der Berechnung des Soll-Füllungs-Sollwertes aus dem Sollmomentenwert eine Einstellung der Gemischzusammensetzung und/oder die Anzahl der auszu-

blendender Zylinder berücksichtigt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Basisgrößen für den Zündwinkel, die Gemischzusammensetzung und/oder die Anzahl verbrennender Zylinder gebildet werden, wobei diese Basisgrößen Größen sind, welche sich nach dem aktuellen Arbeitspunkt der Brennkraftmaschine einstellen würden, wenn keine externen Eingriffe oder Begrenzungen aktiv sind.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß aus der Abweichung der Basisgrößen zu optimalen Größen, bei denen die Brennkraftmaschine den höchsten Wirkungsgrad zeigt, Korrekturwerte für das Sollmoment nach Maßgabe vorbestimmter Wirkungsgrad-Kennlinien bestimmt werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß aus den Basisgrößen Momentenkorrekturwerten bzw. deren Wirkungsgrad gebildet werden und mit diesen Werten das Sollmoment korrigiert wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß aus einem vorbestimmten Kennfeld abhängig vom korrigierten Sollmomentenwert und der Motordrehzahl der Soll-Füllungs-Sollwert bestimmt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß abhängig von der Motordrehzahl ein minimaler Füllungs-Sollwert bestimmt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei abgeschalteter Kraftstoff Zufuhr im Schiebebetrieb ein anderer minimaler Füllungs-Sollwert vorgegeben wird als außerhalb dieses Betriebszustandes.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Soll-Füllungs-Sollwert aus minimalem Füllungs-Sollwert und berechnetem Soll-Füllungs-Sollwert ausgewählt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftzufuhr zur Brennkraftmaschine nach Maßgabe des Soll-Füllungs-Sollwertes eingestellt wird.

10. Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine eines Fahrzeugs, mit einer Steuereinheit, die einen Sollwert für ein Drehmoment der Brennkraftmaschine ermittelt, diesen Sollwert wenigstens unter Berücksichtigung einer Zündwinkelleinstellung der Brennkraftmaschine in einen Soll-Füllungs-Sollwert umrechnet und diesen Soll-Füllungs-Sollwert durch Beeinflussung der Luftzufuhr im Sinne einer Einstellung des Sollmomentenwertes beeinflusst, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit bei der Berechnung des Soll-Füllungs-Sollwertes ferner eine Einstellung des Gemisches und/oder die Anzahl auszublendender Zylinder berücksichtigt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

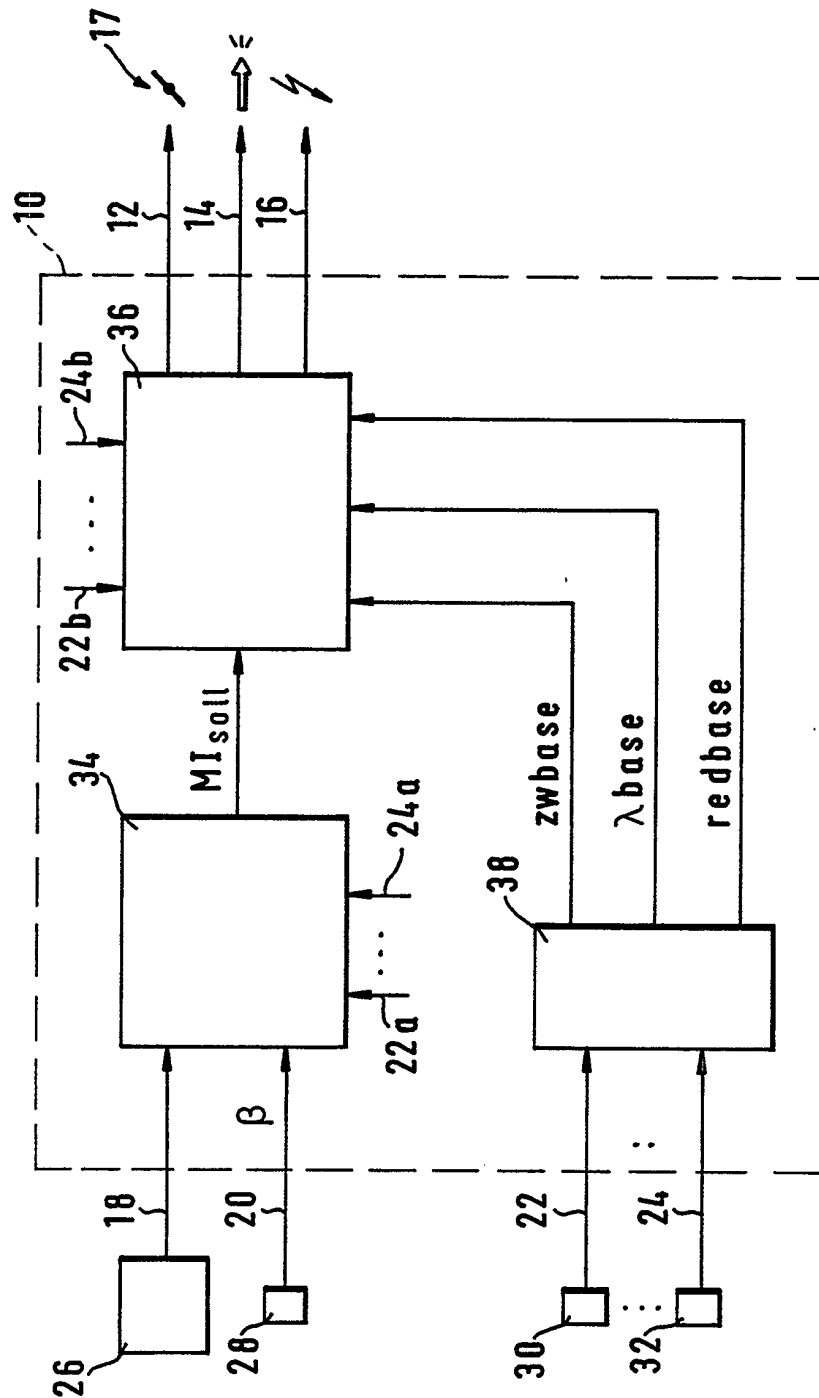


FIG. 1

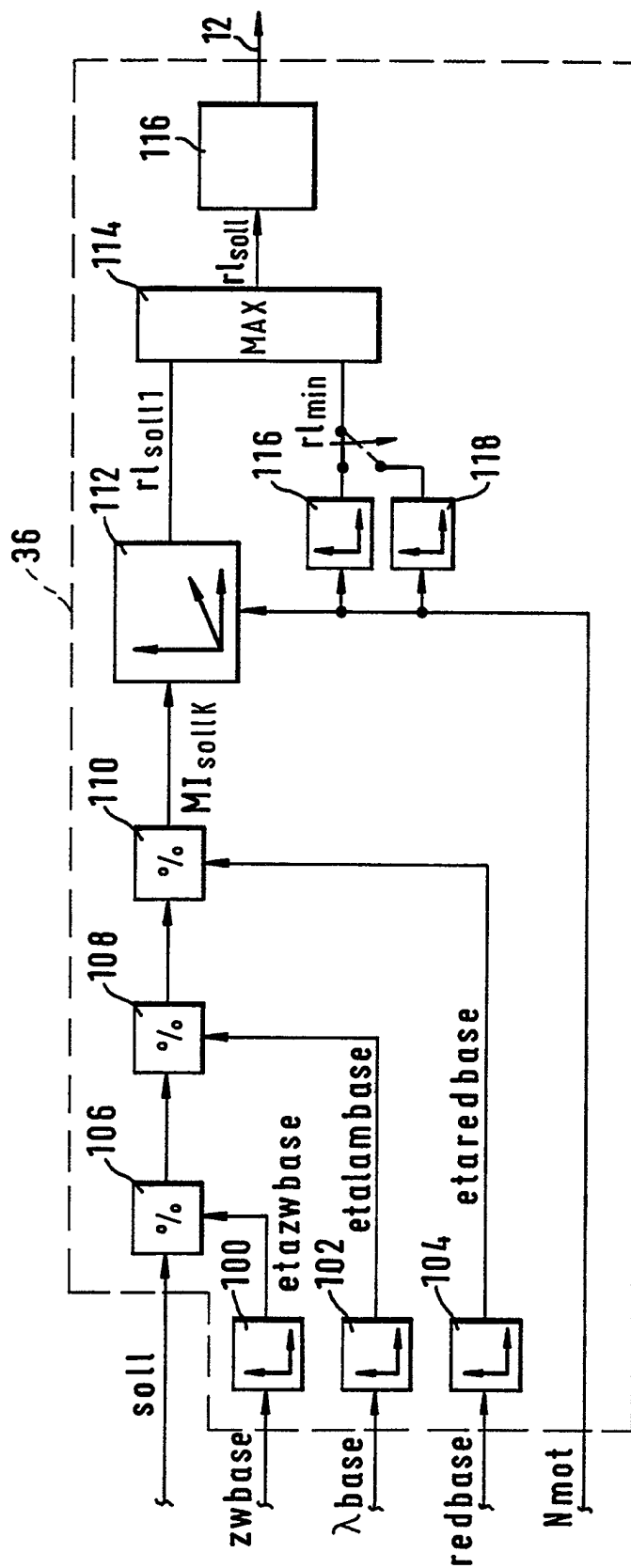


FIG. 2

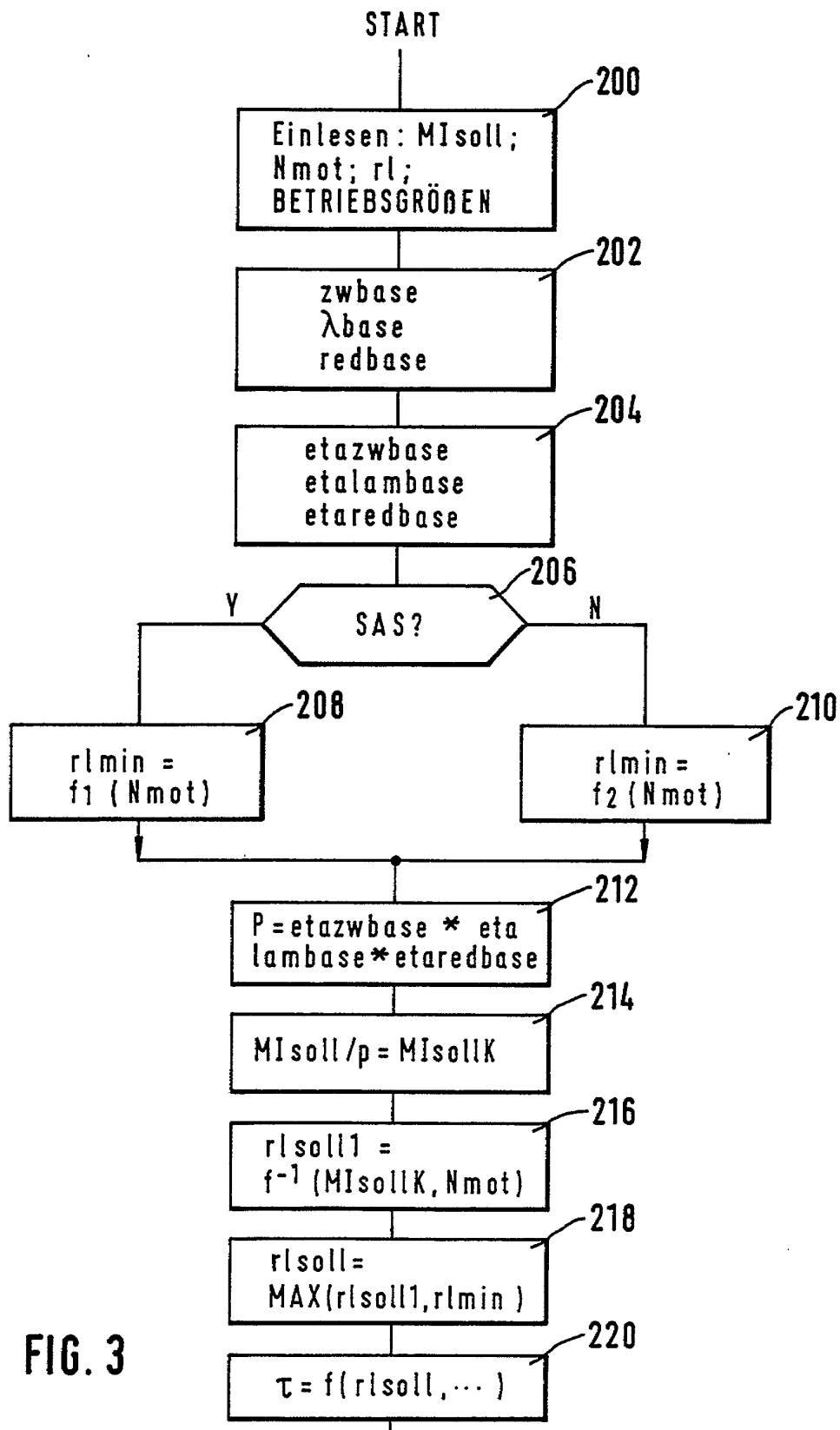


FIG. 3