



PCT

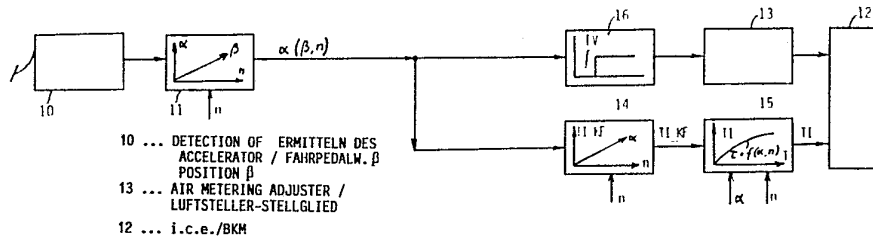
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

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

(51) Internationale Patentklassifikation 5 : F02D 43/00, 41/04	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 91/04401 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 4. April 1991 (04.04.91)
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE90/00560</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 24. Juli 1990 (24.07.90)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 39 30 396.9 12. September 1989 (12.09.89) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 10 60 50, D-7000 Stuttgart 10 (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : SCHNAIBEL, Eberhard [DE/DE]; Hochstetterstraße 1/5, D-7241 Hemmingen (DE). SCHNEIDER, Erich [DE/DE]; Storchenweg 4, D-7152 Kirchheim (DE). KLENK, Martin [DE/DE]; Stresemannstraße 11, D-7150 Backnang (DE). MOSER, Winfried [DE/DE]; Grundweinberge 14, D-7140 Ludwigsburg (DE). KLINKE, Christian [DE/DE]; Uferstraße 7, D-7140 Ludwigsburg-Hoheneck (DE). REUSCHENBACH, Lutz [DE/DE]; Wildunger Straße 73/1, D-7000 Stuttgart 50 (DE). BENNINGER, Klaus [DE/DE]; Tulpenweg 5, D-7143 Vaihingen/Enz (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), AU, BE (europäisches Patent), BR, CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent)*, DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, KR, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), SU, US.</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>	

(54) Title: PROCESS FOR ADJUSTING QUANTITIES OF AIR AND FUEL IN A MULTI-CYLINDER INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM EINSTELLEN VON LUFT- UND KRAFTSTOFFMENGEN FÜR EINE MEHRZYLINDRIGE BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract

In a process for adjusting the quantities of air and fuel in a multi-cylinder internal combustion engine with individual injection for each cylinder as far as possible, the quantity of fuel for each injection cycle is calculated taking account of the probable inlet pipe pressure during the period of opening of the inlet valve. After a change in the position of the accelerator pedal the throttle valve is not adjustable until the quantities of fuel dictating the new throttle valve setting have been calculated and essentially injected. Because the quantities of fuel to be injected are calculated with reference not to the current flow of air but to the determinant inlet pipe pressure during the inlet cycle and as a change in the throttle valve control which would cause a change in the inlet pipe pressure not taken into account in the injection quantity calculation is permitted only after a fresh calculation, there is, even with the internal combustion engine in unstable modes, an optimum ratio between the quantities of fuel and air per injection to maintain a predetermined air/fuel ratio. Besides the future inlet pipe pressure, account is also taken in calculating the quantity of fuel to be injected of the quantity of fuel which is transferred to or released from a wall film.

* Siehe Rückseite

(57) Zusammenfassung Bei einem Verfahren zum Einstellen von Luft- und Kraftstoffmassen für eine mehrzylindrige Brennkraftmaschine mit möglichst individueller Einspritzung für jeden Zylinder wird die Kraftstoffmasse für jeden Einspritzvorgang unter Berücksichtigung des während der Einlaßventilöffnungszeit voraussichtlich vorliegenden Saugrohrdrucks berechnet. Nach einer Änderung des Fahrpedals wird die Drosselklappe erst dann verstellt, wenn die für die neue Drosselklappenstellung maßgeblichen Kraftstoffmassen berechnet und im wesentlichen abgespritzt sind. Dadurch, daß einzuspritzende Kraftstoffmassen nicht unter Berücksichtigung des aktuellen Luftmassenflusses, sondern unter Berücksichtigung des beim Ansaugvorgang maßgeblichen Saugrohrdrucks berechnet werden, und daß ein Ändern der Drosselklappenansteuerung, die zu einer in der Einspritzmengenberechnung nicht berücksichtigten Saugrohrdruckänderung führen würde, erst wieder nach einer Neuberechnung erlaubt wird, ergibt sich auch in instationären Zuständen einer Brennkraftmaschine stets ein optimales Verhältnis zwischen Kraftstoffmasse und Luftmasse pro Füllung zum Erhalten eines vorgegebenen Wertes für das Luft/Kraftstoff-Verhältnis. Außer dem zukünftigen Saugrohrdruck wird beim Berechnen der abzuspritzenden Kraftstoffmasse auch berücksichtigt, wieviel Kraftstoff in einen Wandfilm übergeht oder aus diesem freigesetzt wird.

BENENNUNGEN VON "DE"

Bis auf weiteres hat jede Benennung von "DE" in einer internationalen Anmeldung, deren internationaler Anmeldetag vor dem 3. Oktober 1990 liegt, Wirkung im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland mit Ausnahme des Gebietes der früheren DDR.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	MG	Madagaskar
AU	Australien	FI	Finnland	ML	Mali
BB	Barbados	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BE	Belgien	GA	Gabon	MW	Malawi
BF	Burkina Fasso	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BJ	Benin	HU	Ungarn	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	RO	Rumänien
CA	Kanada	JP	Japan	SD	Sudan
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CG	Kongo	KR	Republik Korea	SN	Senegal
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SU	Soviet Union
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
DE	Deutschland	LU	Luxemburg	TG	Togo
DK	Dänemark	MC	Monac	oUS	Vereinigte Staaten von Amerika

Verfahren zum Einstellen von Luft- und Kraftstoffmengen für
eine mehrzylindrige Brennkraftmaschine

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einstellen von Luft- und Kraftstoffmengen für eine mehrzylindrige Brennkraftmaschine mit möglichst individueller Einspritzung für jeden Zylinder und mit elektronisch angesteuertem Stellglied für den Luftsteller. Der Luftsteller ist auf dem maßgeblichen technischen Gebiet in der Regel als Drosselklappe ausgebildet, weswegen im folgenden der Anschaulichkeit halber dauernd von einer Drosselklappe statt von einem Luftsteller allgemein gesprochen wird. Es wird aber darauf hingewiesen, daß der Luftsteller beliebig ausgebildet sein kann.

Stand der Technik

Für möglichst individuelle Einspritzung für jeden Zylinder einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine sind im wesentlichen zwei Verfahren bekannt, nämlich das der Zentraleinspritzung und das der sequentiellen Einspritzung in jeweils einen Saugrohrabschnitt für jeden Zylinder. Bei der Zentraleinspritzung

...

ist der Weg zwischen dem gemeinsamen Saugrohr und den einzelnen Zylindern relativ lang. Bei einem Viertakt-Vierzylinder-Motor mit der Ansaugtaktfolge 1, 3, 4, 2 wird z. B. die vom ersten Zylinder anzusaugende Kraftstoffmenge bereits während des Ansaugtaktes für den vierten Zylinder eingespritzt. Es folgt dann noch der gesamte Ansaugtakt für den zweiten Zylinder, bis schließlich der erste Zylinder die für ihn ins Saugrohr eingespritzte Kraftstoffmenge ansaugt. Durch Beginn und Länge der Einspritzimpulse können die Kraftstoffmengen den einzelnen Zylindern einigermaßen individuell zugeteilt werden. Ein solches Verfahren ist in DE 29 29 516 C2 beschrieben.

Eine ganz genaue individuelle Zumessung von Kraftstoffmengen zu einzelnen Zylindern ist mit sequentieller Einspritzung möglich. Hierbei ist jedem Zylinder ein Einspritzventil zugeordnet, das separat angesteuert wird.

Außer den Kraftstoffmengen müssen auch die Luftmengen eingestellt werden. Bei den am weitesten verbreiteten Verfahren erfolgt das Einstellen der Luftmenge dadurch, daß die Drosselklappe unmittelbar durch Betätigen des Fahrpedals verstellt wird. Bei moderneren Verfahren mit sogenanntem elektronischem Fahrpedal fehlt eine solche unmittelbare Kopplung; vielmehr wird das Fahrpedalsignal in ein Stellsignal für ein Stellglied für die Drosselklappe umgewandelt. Die Drosselklappe wird bei solchen Verfahren ebenfalls unmittelbar mit einem Betätigen des Fahrpedals verstellt, jedoch hängt das Ausmaß der Verstellung der Drosselklappe nicht nur vom Fahrpedalwinkel, sondern auch von den aktuellen Werten vorgegebener Betriebsparameter ab. Noch weitergehend ist in WO 88/06235 A1 vorgeschlagen worden, zusätzlich einen Versatz zwischen dem Betätigen des Fahrpedals und dem Verstellen der Drosselklappe vorzusehen. Diesem Verfahren liegt die Erkenntnis zugrunde, daß es bei einer Brennkraftmaschine mit Zentraleinspritzung zu un-

...

günstigem Fahrverhalten führt, wenn während eines Ansaugtaktes die Drosselklappe verstellt wird. Ein Verstellen des Fahrpedals führt daher nicht unmittelbar zu einem Verstellen der Drosselklappe, sondern nach festgestellter Änderung der Fahrpedalstellung wird der Beginn des direkt nächsten Ansaugtaktes abgewartet, um dann mit diesem die Stellung der Drosselklappe auf den durch die Fahrpedalstellung unter Berücksichtigung der aktuellen Betriebsparameter vorgegebenen Wert zu stellen.

Ein anderes Verfahren, bei dem das Verstellen eines Luftstellers gegenüber dem Zeitpunkt des Auftretens einer Anforderung für mehr Kraftstoff verzögert wird, ist aus EP 0 281 152 A2 bekannt. Es handelt sich um ein Verfahren zum Zumessen zusätzlicher Kraftstoffmassen zum Betreiben von Zusatzaggregaten, z. B. einer Klimaanlage. Wenn die Klimaanlage eingeschaltet wird, muß mehr Luft und mehr Kraftstoff zugeführt werden, um einen Drehzahleinbruch im Leerlauf zu vermeiden. Es wird nun eine gegenüber dem Fall ohne Zusatzbelastung um einen festen vorgegebenen Wert erhöhte Kraftstoffmenge zunächst eingespritzt und erst danach wird das Leerlauf-Bypassventil ein Stück weiter geöffnet. Erst wenn durch diese Maßnahmen das abgebbare Drehmoment erhöht ist, wird die Kupplung für die Klimaanlage in Eingriff gebracht.

Alle bisher bekannten Verfahren zum Einstellen von Luft- und Kraftstoffmassen für eine mehrzylindrige Brennkraftmaschine führen zu nicht voll zufriedenstellendem Fahrverhalten bei Instationärübergängen. Es besteht daher das allgemeine Problem, derartige Verfahren so zu verbessern, daß das Fahr- und Schadgasverhalten besser wird.

...

Darstellung der Erfindung

Für das erfindungsgemäße Verfahren ist entscheidend, daß beim Berechnen jedes Kraftstoffmassenwertes von derjenigen Luftmasse ausgegangen wird, die bei demjenigen Ansaugtakt, für den die Kraftstoffmasse berechnet wird, voraussichtlich unter Berücksichtigung der dann vorliegenden Stellung des Luftmassenstellers angesaugt wird. Darüber hinaus ist es von Vorteil, das Stellglied für den Luftsteller im wesentlichen in demjenigen Zeitpunkt mit einer stellungsändernden Spannung anzusteuern, der um die Stellertotzeit vor dem Zeitpunkt derjenigen Drosselklappenbewegung liegt, unter deren Berücksichtigung bereits eine Kraftstoffmasse berechnet wurde. Diese Lehre wird weiter unten anhand von Ausführungsbeispielen veranschaulicht.

Der erfindungsgemäßen Lehre liegt die Erkenntnis zugrunde, daß alle bekannten Verfahren ohne Ausnahme daran leiden, daß davon ausgegangen wird, daß in der Zukunft anzusaugende Kraftstoffmassen mit den aktuellen Werten von Betriebsparametern, insbesondere mit dem aktuellen Saugrohrdruck, berechnet werden, statt auf Grundlage derjenigen Werte, die wahrscheinlich zu demjenigen Zeitpunkt vorliegen werden, zu dem der zuvor eingespritzte Kraftstoff angesaugt wird.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß sich der Saugrohrdruck nach einer im wesentlichen sprunghaften Stellungsänderung der Drosselklappe nicht sprunghaft, sondern nach einer Übergangsfunktion, im wesentlichen einer Übergangsfunktion erster Ordnung, ändert, deren Zeitkonstante in der Regel betriebspunktabhängig ist. Wird diese Tatsache bei der Berechnung der zukünftig angesaugten Kraftstoffmasse berücksichtigt, ergibt sich ein erheblich verbessertes Fahr- und Schadgasverhalten. Es sei an dieser Stelle ein Vergleich zu dem aus der bereits genannten WO 88/06235 A1 bekannten Schrift gezogen. Bei diesem bekannten Verfahren wird die Kraftstoffmasse unter Be-

...

rücksichtigung des aktuellen Saugrohrdrucks bestimmt und die Drosselklappe wird mit Beginn des auf eine Pedalstellungsänderung folgenden Ansaugtaktes geändert. Diese Vorgehensweise führt gleich zu zwei Problemen. Das erste besteht darin, daß diejenige Kraftstoffmasse, die bei einem auf eine Pedalstellungsänderung folgenden Ansaugtakt angesaugt wird, bereits vor der Pedalstellungsänderung eingespritzt wurde. Es ist daher eine Kraftstoffmasse, die nicht zu der mit Beginn des neuen Ansaugtaktes neu eingestellten Drosselklappenstellung paßt. Das zweite Problem ist dasjenige, daß eine Kraftstoffmasse, die direkt nach einer Pedalstellungsänderung berechnet wurde, zwar bereits die neue Pedalstellung berücksichtigt, jedoch noch nicht den Saugrohrdruck, wie er vorhanden ist, wenn diese Kraftstoffmasse schließlich eingespritzt wird.

All diese Probleme bestehen beim erfindungsgemäßen Verfahren nicht, da bei diesem jede in der Zukunft anzusaugende Kraftstoffmasse unter Berücksichtigung der dann voraussichtlich angesaugten Luftmasse berechnet wird und ein Verstellen der Drosselklappe nicht zugelassen wird, solange noch Kraftstoff abgespritzt und nicht angesaugt ist, der nicht unter Berücksichtigung der neuen Drosselklappenstellung berechnet wurde. Diese Voraussage läßt sich recht genau durchführen, da die Abweichung der Änderung des Saugrohrdrucks von einer Übergangsfunktion erster Ordnung nicht groß ist und andere Effekte keine große Rolle spielen oder ebenfalls leicht kompensiert werden können, wie insbesondere Auswirkungen des Wandfilmverhaltens.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren kann die Fahrpedalstellung auf herkömmliche Weise in eine Drosselklappenstellung umgerechnet werden und die Kraftstoffmasse kann in Anpassung an Betriebsparameter so geändert werden, daß sich ein im wesentlichen konstanter Lambdawert ergibt. Vorzugsweise wird jedoch so vorgegangen, daß durch die Fahrpedalstellung direkt die gewünschte Kraftstoffmasse vorgegeben ist. Es wird dann die Drosselklappenstellung unter Berücksichtigung jeweils ak-

...

tueller Werte von Betriebsparametern so verstellt, daß ein vorgegebener Lambdawert im wesentlichen erhalten bleibt. In diesem Fall entspricht jeder Stellung des Fahrpedals ein bestimmtes Drehmoment, während sich beim vorgenannten Verfahren das Drehmoment mit der Drehzahl ändert. Beim bevorzugten Verfahren, bei dem das Drehmoment durch die Fahrpedalstellung festgelegt wird, ist es auf einfache Weise möglich, zusätzliche Forderungen in bezug auf Drehmomentvorgänge zu berücksichtigen. Wie bereits oben erläutert, erfordert z. B. das Zuschalten einer Klimaanlage im Leerlauf das Erhöhen des Drehmomentes. Andererseits kann z. B. eine Antriebsschlupfregelung ein Erniedern des Drehmomentes fordern. Diese verschiedenen Drehmomentwünsche lassen sich mit dem über das Fahrpedal vorgegebenen Fahrwunsch leicht logisch verknüpfen, da auch die Fahrpedalstellung einem Drehmomentwunsch entspricht.

Zeichnung

- Fig. 1 Blockdiagramm eines Verfahrens zum Berechnen von zukünftig anzusaugenden Kraftstoffmassen, bei Vorgabe des gewünschten Drosselklappenwinkels;
- Fig. 2 Blockschaltbild entsprechend dem von Fig. 1, jedoch mit Vorgabe der gewünschten Kraftstoffmasse;
- Fig. 3 Blockschaltbild eines Teilverfahrens, bei dem beim Berechnen zukünftig anzusaugender Kraftstoffmassen das Wandfilmverhalten mitberücksichtigt wird;
- Fig. 4 Blockdiagramm eines Teilverfahrens, gemäß dem zum Berechnen zukünftiger angesaugter Kraftstoffmassen Luftdichteänderungen adaptiert werden; und

...

Fig. 5 Blockdiagramm eines Teilverfahrens, gemäß dem in den Berechnungsvorgang für zukünftig anzusaugende Kraftstoffmengen eine Lambdaregelung einbezogen ist.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Beim Verfahrensablauf gemäß Fig. 1 wird durch ein Fahrpedalpotentiometer 10 eine Spannung gebildet, die ein Maß für den Fahrpedalwinkel β ist. Mit dem Fahrpedalwinkelsignal wird ein Drosselklappenwinkelkennfeld 11 angesteuert. Aus diesem sind adressierbar über Werte des Fahrpedalwinkels und außerdem der Drehzahl n einer Brennkraftmaschine 12 Drosselklappenwinkel $\alpha(\beta, n)$ auslesbar. Das Signal für den Drosselklappenwinkel bestimmt zum einen die Spannung, mit der ein Drosselklappenstellglied 13 anzusteuern ist, um den gewünschten Drosselklappenwinkel α zu erzielen, zum anderen aber auch die Einspritzzeit TI .

Zum Bestimmen der Einspritzzeit TI ausgehend vom Drosselklappenwinkel α wird zunächst ein Kennfeldwert TI_{KF} aus einem Kennfeld ausgelesen, das über Werte des Drosselklappenwinkels und der Drehzahl n adressierbar ist. Nach diesem Auslesen des Kennfeldwertes TI_{KF} folgt derjenige Verfahrensschritt, der gegenüber bisher üblichen Verfahren die entscheidende Verbesserung bringt. Es wird nämlich der zu einem Drosselklappenwinkel α und der gerade vorliegenden Drehzahl n aus dem Einspritzzeitkennfeld 14 ausgelesene Einspritzzeitwert nicht unmittelbar verwendet, sondern er wird in einem Filterungsschritt 15 einer Übergangsfunktion erster Ordnung unterzogen, die eine Zeitkonstante τ aufweist, die von der Drosselklappenstellung und der Drehzahl abhängt. Mit jedem Zeitpunkt, zu dem eine Änderung im Drosselklappenwinkel oder der Drehzahl eingegeben wird, wird der bis dahin erzielte Einspritzzeitwert TI ermittelt und der Übergangsfunktion mit der aktuellen Zeitkonstanten $\tau(\alpha, n)$ unterworfen, die u.U. noch vom Vorzeichen der Drosselklappenänderung abhängt. Die von diesem

Filterungsschritt 15 ausgegebene Einspritzzeit TI ist diejenige, mit der ein Einspritzventil tatsächlich angesteuert wird.

Dem Vorgehen, daß die aus dem Einspritzzeitkennfeld 14 ausgelesene Kennfeldeinspritzzeit TI_KF einer Übergangsfunktion erster Ordnung unterworfen wird, liegt folgende Beobachtung zugrunde. Wird die Drosselklappe zu einem bestimmten Zeitpunkt auf einen vom Drosselklappenwinkelkennfeld 11 ausgegebenen Drosselklappenwinkel α gestellt, der größer ist als der zuvor vorhandene Drosselklappenwinkel, führt dies nicht zu einem schlagartigen Ansteigen des Saugdruckes, sondern zu einem Anwachsen des Saugdruckes mit einem Zeitverhalten, das recht genau demjenigen einer Übergangsfunktion erster Ordnung entspricht. Aus dem Einspritzzeitkennfeld 14 wird eine Kennfeldeinspritzzeit TI_KF ausgelesen, die für einen stationären Zustand mit dem Drosselklappenwinkel α und der Drehzahl n gilt. Wegen des Übergangsverhaltens erster Ordnung ist es erforderlich, daß für den unmittelbar auf die Drosselklappenwinkelerhöhung folgenden Ansaugtakt nur wenig mehr Kraftstoff eingespritzt wird, als dies ohne die Drosselklappenwinkelerhöhung der Fall gewesen wäre. Dies, weil bei diesem unmittelbar auf die Drosselklappenwinkelerhöhung folgenden Ansaugtakt der Saugrohrdruck noch kaum angewachsen ist. Von Ansaugtakt zu Ansaugtakt steigt jedoch der Saugrohrdruck entsprechend der Übergangsfunktion erster Ordnung an,

...

weswegen auch die Kraftstoffmenge für einen Ansaugtakt nach dem anderen erhöht werden kann.

Es wird darauf hingewiesen, daß nach einer Stellungsänderung der Drosselklappe die prozentuale Drehzahländerung während eines Ansaugtaktes nur sehr klein ist. Es führt daher in der Praxis zu keinem erheblichen Fehler, wenn für die Berechnung einer in einem Ansaugtakt angesaugten Luftmasse, und damit der zugehörigen Einspritzzeit T_I , von einer während des Ansaugtaktes konstanten Drehzahl ausgegangen wird.

Wie aus dem Vorstehenden ersichtlich, hängt die einzuspritzende Kraftstoffmenge vom Saugrohrdruck zum Zeitpunkt desjenigen Ansaugtaktes ab, für den die Kraftstoffmenge berechnet wird. Der Saugrohrdruck seinerseits hängt vom Drosselklappenwinkel, der Drehzahl und, was entscheidend ist, vom Änderungszeitpunkt der Drosselklappenstellung ab. Dies bedeutet aber, daß die Drosselklappe nicht verstellt werden darf, bevor nicht Kraftstoffmengen für die neue Drosselklappenstellung berechnet wurden. Dies sei an einem Beispiel veranschaulicht.

Es sei von einem Vierzylinder-Viertakt-Motor ausgegangen, und bei diesem sei der Zylinder 1 betrachtet. In jedem vierten Ansaugtakt saugt Zylinder 1 an. Mit dem Einspritzen von Kraftstoff in den diesem Zylinder zugeordneten Saugrohrabschnitt wird jedoch, dies sei hier angenommen, bereits drei Ansaugtakte vor dem Ansaugtakt dieses Zylinders begonnen. Es werde nun gerade drei Ansaugtakte vor dem Ansaugtakt für Zylinder 1 der Fahrpedalwinkel β vergrößert. In diesem Moment ist bereits mit dem Abspritzen von Kraftstoff für Zylinder 1 begonnen worden. Die einzuspritzende Kraftstoffmasse wurde noch unter Berücksichtigung des alten Fahrpedalwinkels berechnet, genauer gesagt, unter Berücksichtigung des dem alten Pedalwinkel zugeordneten Drosselklappenwinkels und damit der diesem Winkel zugeordneten Luftmasse pro Hub. Auch sind zu diesem Zeit-

...

punkt die Kraftstoffeinspritzvorgänge für andere Zylinder, die noch nicht angesaugt haben, im Gange oder bereits abgeschlossen. Würde nun mit dem Erhöhen des Fahrpedalwinkels β sofort der Drosselklappenwinkel α auf den aus dem Drosselklappenwinkelkennfeld 11 ausgelesenen Wert erhöht werden, käme es in allen Zylindern, für die bereits Kraftstoff ausgehend von den alten Luftflußbedingungen eingespritzt wurde, zu Ausmauerung. Mit dem Verstellen der Drosselklappe wird daher gewartet, bis eine Kraftstoffmenge zum Ansaugen ansteht, die bereits unter Berücksichtigung des neuen Drosselklappenwinkels berechnet wurde. Im Beispiel wurde davon ausgegangen, daß zum Zeitpunkt des Veränderns des Pedalwinkels gerade Kraftstoff für den Zylinder 1 eingespritzt wird. Nach Zylinder 1 sauge Zylinder 3 an. Die Kraftstoffmenge für Zylinder 3 kann bereits unter Berücksichtigung der neuen Drosselklappenstellung berechnet werden, die jedoch noch nicht eingestellt ist. Diese Kraftstoffmenge wird auch sogleich eingespritzt. Sind dann drei Ansaugtakte ab der Veränderung der Fahrpedalstellung vergangen, wird die Drosselklappenstellung an die neue Fahrpedalstellung angepaßt und Zylinder 3 saugt nun als erster Zylinder Kraftstoff bei der neuen Drosselklappenstellung an, und zwar mit einer Menge, die erstmals für diese neue Stellung berechnet wurde. Beim Berechnen der Kraftstoffmenge ist berücksichtigt, daß erst zu Beginn des nun betrachteten Ansaugtaktes die Drosselklappe auf ihren neuen Wert geöffnet wird, daß also der Saugrohrdruck noch nicht den Endwert für stationären Zustand bei der neuen Drosselklappenstellung hat.

Der eben besprochene Versatz zwischen dem Zeitpunkt des Verstellens des Fahrpedals und dem Zeitpunkt des Verstellens der Drosselklappe wird in einem Versatzschritt 16 berechnet. Die Versatzzeit T_V hängt insbesondere davon ab, wie lange vor einem bestimmten Ansaugtakt bereits für diesen Ansaugtakt Kraftstoff eingespritzt wird. Beim vorstehend gegebenen Bei-

...

spiel ist es die Zeit von drei Ansaugtakten. Erst zu Beginn des sechsten Taktes darf die Drosselklappe an die geänderte Fahrpedalstellung angepaßt werden. Würde das Drosselklappenstellglied 13 über keine Totzeit verfügen, würde es idealerweise jeweils bei einer solchen Winkelmarke angesteuert werden, bei der ein Einlaßventil öffnet. Da das Drosselklappenstellglied 13 jedoch mit einer Totzeit von einigen Millisekunden behaftet ist, muß es um die entsprechende Zeit vor einer Winkelmarke der genannten Art angesteuert werden, damit der Beginn einer neuen Drosselklappenbewegung tatsächlich mit dem Beginn eines Ansaugtaktes übereinstimmt.

Vorstehend ist angenommen, daß jeder Beginn eines Ansaugtaktes genau an das Ende des vorigen Ansaugtaktes anschließt. Überlappen sich Ansaugtakte, wird die Drosselklappe im jeweiligen Bereich zwischen Anfang und Ende zweier benachbarter Ansaugtakte vorzugsweise näher am Anfang des folgenden Taktes, u. U. genau am Anfang des folgenden Taktes, geöffnet. Das Ansteuern des Stellgliedes erfolgt um die Totzeit vorher. Wie bereits erläutert, soll jedoch ein Verstellen der Drosselklappe nicht vor demjenigen Zeitpunkt erfolgen, zu dem die erste nach einer Änderung der Fahrpedalstellung berechnete Kraftstoffmasse angesaugt wird.

Die im obigen Beispiel genannte Versatzzeitspanne von drei Ansaugtakten ist von den Zeitspannen, die in der Praxis verwendet werden, eine relativ lange Zeitspanne. Sie garantiert, daß auch bei höchster Drehzahl und höchster Last noch aller Kraftstoff innerhalb einer Zykluszeitspanne abgespritzt werden kann. Im Grenzfall kann die Versatzzeitspanne bis auf den Wert Null herabgehen, wenn nämlich bei sequentieller Einspritzung erst zugleich mit dem Öffnen eines zu einem Einspritzventil zugehörigen Einlaßventils eingespritzt wird und/oder Drehzahl und Last niedrig sind. Hier kommt es nur in Sonderfällen zu einem Versatz, nämlich dann, wenn das Fahrpedal ganz kurz vor Beginn

eines Ansaugtaktes verstellt wird, und zwar um eine Zeitspanne, die kürzer ist als die Totzeit des Stellgliedes. Es könnte dann zwar unter Umständen die Kraftstoffmenge bereits für eine neue Drosselklappenstellung berechnet werden, jedoch kann diese wegen der Totzeit nicht mehr eingestellt werden. Es wird dann die Drosselklappe noch in ihrer alten Stellung belassen und die für die alten Bedingungen berechnete Kraftstoffmasse wird abgespritzt. Um die Stellertotzeit vor Beginn des nächsten Ansaugtaktes wird dann aber das Stellglied angesteuert und die Kraftstoffmasse für den nächsten Ansaugtakt wird unter Berücksichtigung des sich bei der neuen Drosselklappenstellung einstellenden Saugrohrdrucks berechnet.

Es wird darauf hingewiesen, daß eine Drosselklappe nicht schlagartig ihre Stellung ändert, wenn das zugehörige Drosselklappenstellglied mit einer stellungsverändernden Spannung angesteuert wird. Soll der durch dieses Verhalten bedingte Fehler vermieden werden, wird die Zeitkonstante $\tau(\alpha, n)$ im Filterungsschritt 15 unter Berücksichtigung des zu einem jeweiligen Zeitpunkt tatsächlich vorliegenden Drosselklappenwinkels bestimmt statt ausgehend von dem gewünschten Drosselklappenwinkel. Zum Berechnen des tatsächlichen Drosselklappenwinkels kann als Modell z. B. ein Verzögerungsglied erster Ordnung oder eine Rampe mit Begrenzung herangezogen werden.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 unterscheidet sich von allen bisher im Stand der Technik bekannten Verfahren nicht nur durch den Filterungsschritt 15, der auch hier verwendet wird, sondern auch dadurch, daß aus dem Fahrpedalwinkel β nicht ein Drosselklappenwinkel α berechnet wird, sondern daß unmittelbar die gewünschte Kraftstoffmenge vorgegeben wird. Diese Maßnahme ist auch ohne den Filterungsschritt 15 anwendbar. Das Vorgeben der Kraftstoffmenge entspricht dem Vorgeben eines Drehmomentes. Zu jeder Fahrpedalstellung gehört somit im wesentlichen ein bestimmtes Drehmoment. Wird dagegen durch die Fahrpedalstellung der Drosselklappenwinkel festgelegt,

...

wird mit steigender Drehzahl immer mehr Kraftstoff eingespritzt, wodurch das Drehmoment zunimmt. Ein Beispiel dafür, wie der Drehmomentwunsch realisierbar ist, gibt Fig. 2.

Beim Verfahren gemäß Fig. 2 wird das Ausgangssignal vom Fahrpedalpotentiometer 10 an eine Kennlinientabelle 17 gegeben, die einen nichtlinearen Zusammenhang zwischen dem Pedalwinkel und einer Einspritzzeit-Verhältnisgröße TI/TI_MAX herstellt. Die Verhältnisgröße gibt an, wieviel Prozent der bei den vorliegenden Betriebsbedingungen maximal möglichen Kraftstoffmenge gewünscht sind. Die Kennlinie ist nichtlinear, mit zunehmender Steigung zu größeren Pedalwinkeln hin, um das Anfahrverhalten eines Fahrzeugs zu verbessern.

Die von der Kennlinientabelle 17 ausgegebene Verhältniszahl wird in einem logischen Verknüpfungsschritt 18 mit Drehmomentvorgaben verknüpft, wie sie von Sonderfunktionen her eingegeben werden. Es sei zunächst angenommen, daß die von der Kennlinientabelle 17 ausgegebene Verhältniszahl den logischen Verknüpfungsschritt 18 unverändert durchläuft. Zum Einstellen der Drosselklappe entsprechend der Verhältniszahl wird diese zunächst an ein modifiziertes Drosselklappenkennfeld 11.m gegeben, aus dem abhängig von Werten der Drehzahl n und der Verhältniszahl ein Drosselklappensollwinkel α ausgelesen wird. Die diesem Sollwinkel zugeordnete Ansteuerspannung für das Drosselklappenstellglied 13 wird diesem wieder nicht unmittelbar, sondern über den Versatzschritt 16 zugeführt. Dessen Funktion ist mit der oben beschriebenen Funktion identisch, weswegen hier auf das Einstellen der Drosselklappe nicht mehr näher eingegangen wird.

Aus der Einspritzzeit-Verhältniszahl TI/TI_{MAX} wird eine durch das Fahrpedal vorgegebene Einspritzzeit TI_{FP} dadurch gewonnen, daß die Verhältniszahl in einem Multiplikationsschritt 19 mit einer Einspritzzeit TI_{MAX} multipliziert wird, die derjenigen Einspritzzeit entspricht, die bei der vorliegenden Drehzahl n das höchste Drehmoment ergibt. Zum Berechnen von TI_{MAX} ist unterstellt, daß die Brennkraftmaschine 12 bei einer ganz bestimmten Drehzahl n_0 maximale Füllung aufweist und dabei ihr maximales Drehmoment abgibt und daß dabei Kraftstoff unter Einhalten der Einspritzzeit TI_{MAX_0} eingespritzt wird. Für alle anderen Drehzahlen ist die Luftfüllung geringer. Es wird daher aus einer Drehmomentkennlinientabelle 20 ein Füllungskorrekturfaktor FK ausgelesen, der bei der Drehzahl n_0 den Wert Eins aufweist. Zu höheren und auch zu kleineren Drehzahlen hin nimmt die Füllung ab, weswegen der Füllungskorrekturfaktor FK auf Werte kleiner Eins fällt. Mit diesem Füllungskorrekturfaktor FK wird in einem multiplikativen Füllungskorrekturschritt 21 der Wert TI_{MAX_0} zu $TI_{MAX} = TI_{MAX_0} \times FK$ korrigiert. Aus dieser für eine jeweilige Drehzahl n geltenden maximalen Einspritzzeit TI_{MAX} wird, wie erwähnt, durch multiplikative Verknüpfung mit der Verhältniszahl aus der Kennlinientabelle 17 die der Fahrpedalstellung zugeordnete Einspritzzeit TI_{FP} berechnet. Diese vorgegebene Einspritzzeit wird dem oben ausführlich erläuterten Filterungsschritt 15 unterzogen, wodurch die tatsächliche Einspritzzeit TI gewonnen wird.

Abschließend zur Besprechung von Fig. 2 sei die Aufgabe des logischen Verknüpfungsschrittes 18 näher erläutert. Diesem logischen Verknüpfungsschritt 18 werden Verhältniszahlen TI/TI_{MAX} von Sonderfunktionen her zugeleitet. Wird z. B. im Leerlauf die Klimaanlage eingeschaltet, bedeutet dies erhöhten Drehmomentbedarf. Die Leerlauffüllungsregelung gibt entsprechend einen relativ hohen Wert für die gewünschte Verhältniszahl TI/TI_{MAX} aus. Diese Verhältniszahl von der Leerlauffüllungsregelung her wird dann im logischen Verknüpfungs-

...

schritt 18 im Sinne einer Höchstwertauswahl ausgewählt. Wird dagegen z. B. von einer Antriebsschlupfregelung her eine niedrige Verhältniszahl TI/TI_MAX eingegeben, um durch Bereitstellen eines geringen Drehmomentes ein Durchdrehen der Antriebsräder zu verhindern, wird dieser Wert im Sinne einer Tiefstwertauswahl vom logischen Verknüpfungsschritt 18 durchgelassen. Gelangen an den logischen Verknüpfungsschritt 18 mehrere Verhältniszahlvorgaben, läßt er nur eine Verhältniszahl im Sinne einer Prioritätsauswahl durch.

Beim Stand der Technik, bei dem aus einer Fahrpedalstellung eine Drosselklappenstellung statt einer drehmomentanzeigenden Größe abgeleitet wurde, war das Verknüpfen mit Sonderfunktionen, die Drehmomentwünsche anzeigen, relativ schwierig. Es konnte nämlich nicht in eine ohnehin das Drehmoment beeinflussenden Signalverarbeitungsweg eingegriffen werden.

Im vorstehenden wurde mehrfach auf die Bedeutung des Filtrierungsschrittes 15 hingewiesen, d. h. auf die Wichtigkeit des Berechnens einer zukünftig angesaugten Kraftstoffmasse unter Berücksichtigung der für die Zukunft erwarteten Bedingungen. Bei den Verfahren gemäß den Fig. 1 und 2 wurde als in der Zukunft liegende Bedingung lediglich der Saugrohrdruck in seiner Eigenschaft als Maß für die Zylinderfüllung (Luftmasse pro Hub) berücksichtigt. Es ist jedoch so, daß der Saugrohrdruck nicht nur Einfluß auf die ansaugbare Luftmasse nimmt, sondern daß er auch das Verhalten des Kraftstoff-Wandfilms bestimmt. Steigen der Druck und der Kraftstoffmassenstrom an, geht ein Teil des eingespritzten Kraftstoffs in den Wandfilm, während umgekehrt Kraftstoff aus dem Wandfilm freigesetzt wird, wenn der Saugdruck abfällt. Entsprechend muß die eingespritzte Kraftstoffmasse korrigiert werden, um mit einer angesaugten Luftmasse tatsächlich diejenige Kraftstoffmasse anzusaugen, die zum Einstellen eines bestimmten λ -wertes erforderlich ist.

...

In Fig. 3 ist von den Blockbildern gemäß den Fig. 1 und 2 nur derjenige Teil zwischen dem Filterungsschritt 15 und der Ausgabe der Einspritzzeit TI an die Brennkraftmaschine 12 eingezeichnet. Dem Filterungsschritt 15 wird eine Eingangseinspritzzeit TI_EIN zugeführt, sei dies nun die Kennfeldeinspritzzeit TI_KF gemäß Fig. 1 oder die Fahrpedalwunsch-Einspritzzeit TI_FP gemäß Fig. 2. Der Filterungsschritt 15 gibt eine Ausgangs-Einspritzzeit TI_AUS ab, die noch nicht unmittelbar der Einspritzzeit TI entspricht, mit der ein Einspritzventil in der Brennkraftmaschine 12 angesteuert wird. Vielmehr wird die Ausgangseinspritzzeit TI-AUS in einem Wandfilmkorrekturschritt 20 mit einer Wandfilmkorrekturgröße K_WF additiv verknüpft, wodurch erst die tatsächliche Einspritzzeit TI gebildet ist. Die Wandfilmkorrekturgröße K_WF setzt sich aus zwei Anteilen additiv zusammen, nämlich einer thermischen Korrekturgröße K_{θ} und einer Druckkorrekturgröße K_P. Der jeweils aktuelle Wert für die thermische Korrekturgröße wird in einem Temperatureffekt-Korrekturschritt 21 berechnet, während der Wert für die Druckkorrekturgröße in einem Druckeffekt-Korrekturschritt 22 berechnet wird. In beiden Korrekturschritten werden die Werte der Korrekturgrößen auf Grundlage einer abklingenden Funktion berechnet, wobei die Zeitkonstante für den Temperatureffekt langsamer ist als diejenige für den Druckeffekt. Mit jeder Änderung der Eingangsgröße zu den Korrekturschritten wird das abklingende Verhalten neu berechnet.

Bei Fig. 4 handelt es sich ebenso wie bei Fig. 3 um eine Darstellung zum Erläutern eines Korrekturverfahrens, das sowohl beim Verfahren gemäß Fig. 1 wie auch bei dem gemäß Fig. 2 anwendbar ist. Auch sind die Verfahren gemäß den Fig. 3 und 4 gemeinsam nutzbar. Das Verfahren gemäß Fig. 4 dient zum Berücksichtigen von Änderungen in der angesaugten Luftmasse gegenüber demjenigen Wert, der bei Kalibrierungsbedingungen gilt. Aus der Drehzahl n und der Einspritzzeit TI wird in

einem Kraftstofffluß-Bestimmungsschritt 23 der Kraftstofffluß \dot{m}_K berechnet. Der erhaltene Wert wird in einem Sollluftfluß-Bestimmungsschritt 24 mit dem vorgegebenen Lambda-wert multipliziert. Es ist dann bekannt, welcher Luftmassenfluß vorliegen müßte, um bei dem durch die Einspritzungen eingestellten Kraftstofffluß den vorgegebenen Lambdawert zu erzielen. Der jeweils aktuelle Wert für den Sollluftfluß \dot{m}_{L_SOLL} wird in einem Luftfluß-Vergleichsschritt 25 vom jeweils aktuellen Wert des Istluftflusses \dot{m}_{L_IST} abgezogen, wie er von einem Luftmassenmesser ausgegeben wird. Der Differenzwert wird in einem Integrationsschritt 26 weiterverarbeitet, in dem um den Wert Eins herum integriert wird. Der Integrationswert ist der jeweils aktuelle Wert für eine Luftmassenkorrekturgröße $K_{\dot{m}L}$, mit der der anhand von Fig. 3 erläuterte Eingangswert für die Einspritzzeit TI_EINS in einem Luftmassenkorrekturschritt 27 multiplikativ verknüpft wird. Stimmen die Soll- und Ist-Luftflüsse dauernd miteinander überein, hat die multiplikative Luftmassenkorrekturgröße den Wert Eins. Fährt nun das Fahrzeug, an dem das Verfahren ausgeübt wird, in eine größere Höhe, als sie derjenigen entspricht, für die die verschiedenen angewandten Kennfelder und Kennlinien bestimmt wurden, stimmt für eine bestimmte Drehzahl von Drosselklappenstellung die angesaugte Luftmasse nicht mehr mit der erwarteten Luftmasse überein. Es ergibt sich eine negative Differenz der Luftmassen, weswegen im Integrationsschritt 26 zu kleineren Werten hin integriert wird. Dies führt zu verringerter Einspritzzeit TI in Anpassung an einen Luftmassenfluß, der gegenüber demjenigen Luftmassenfluß verringert ist, wie er für den Kalibrierungsluftdruck erwartet wird.

Das Verfahren gemäß Fig. 5 ist dem von Fig. 4 ähnlich, mit einem Integrationsschritt 26 und einem Luftmassen-Korrekturschritt 27. Im Integrationsschritt 26 wird jedoch nicht ein Luftfluß-Differenzsignal, sondern ein Lambdawert-Differenz-

...

signal verarbeitet. Im Abgas der Brennkraftmaschine 12 wird ein Ist-Lambdawert LAMBDA_IST gemessen. Von diesem Wert wird in einem Lambdawert-Vergleichsschritt 28 der Soll-Lambdawert LAMBDA_SOLL abgezogen. Wenn die Differenz von Null abweicht, wird der Integrationsschritt 26 ausgeführt, entsprechend wie beim Verfahren gemäß Fig. 4.

Es wird darauf hingewiesen, daß ein Nachbilden des zeitlichen Verlaufs des Saugrohrdruckes nach einem beliebigen bekannten Modell erfolgen kann, also nicht nur gemäß dem Modell des Filterungsschrittes 15. Ein Saugrohrdruckmodell ist z. B. von U. Kienke und C.-T. Cao beschreiben in Automobil-Industrie Nr. 2, 1988, Seiten 135 und 136 unter Punkt 4.1 eines Artikels mit dem Titel "Regelverfahren in der elektronischen Motorsteuerung". Unter Punkt 4.2 ist angegeben, wie dieses Modell zur Leerlaufregelung eingesetzt wird. Dabei wird in einem Rekursionsverfahren mit Hilfe des Modells der jeweils aktuelle Saugrohrdruck berechnet, der nicht gemessen wird. Ein Berechnen des zukünftigen Saugrohrdruckes zum Zumessen der aktuell abzuspritzenden Kraftstoffmasse zu einer zukünftigen Luftmasse erfolgt bei dem dort beschriebenen Verfahren nicht.

Ansprüche

1. Verfahren zum Einstellen von Luft- und Kraftstoffmassen für eine mehrzylindrige Brennkraftmaschine mit möglichst individueller Einspritzung für jeden Zylinder und mit elektronisch angesteuertem Stellglied für einen Luftsteller, bei welchem Verfahren
- nach einer Fahrpedal-Stellungsänderung ein Stellglied für einen Luftsteller angesteuert wird, um eine neue Stellung des Luftstellers einzustellen, und
 - wiederholt Kraftstoff-Einspritzmengen für jeden Zylinder unter Berücksichtigung von Motorparametern berechnet werden, dadurch gekennzeichnet, daß
 - das Stellglied bei ermittelter Änderung der Fahrpedalstellung im wesentlichen nur ab solchen Zeitpunkten stellungsändernd angesteuert wird, die um die Stellertotzeit vor dem der Einspritzzeitberechnung zugrunde liegenden Beginn einer neuen Drosselklappenbewegung liegen, und
 - die Kraftstoffmasse für jeden zukünftigen Ansaugtakt unter Berücksichtigung derjenigen Luftmasse pro Hub berechnet wird, die in diesem zukünftigen Ansaugtakt bei der dann vorliegenden Stellung des Luftstellers angesaugt wird.

...

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede für einen zukünftigen Ansaugtakt berechnete Luftmasse unter Berücksichtigung des beim zukünftigen Ansaugtakt zu erwartenden Wandfilmverhaltens berechnet wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Fahrpedalstellung ein Kraftstoffmassensignal gebildet wird, durch das unmittelbar die zukünftig gewünschte Kraftstoffmasse bestimmt ist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrpedalstellung das Verhältnis der tatsächlich abzuspritzenden Kraftstoffmasse zu einer bei den jeweils vorliegenden Betriebsbedingungen maximal abspritzbaren Kraftstoffmasse bestimmt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die maximal abspritzbare Kraftstoffmasse mit Hilfe einer Kennlinie gewonnen wird, die die maximale Luftfüllung abhängig von der jeweils vorliegenden Drehzahl beschreibt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 - 5, dadurch gekennzeichnet, daß Kraftstoffmassensignale, wie sie von Sonderfallregelungen, z. B. einer Leerlauffüllungsregelung oder einer Antriebsschlupfregelung abgegeben werden, mit dem aus der Fahrpedalstellung gewonnenen Kraftstoffmassensignal verknüpft werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Verknüpfung durch eine logische Auswahl erfolgt.

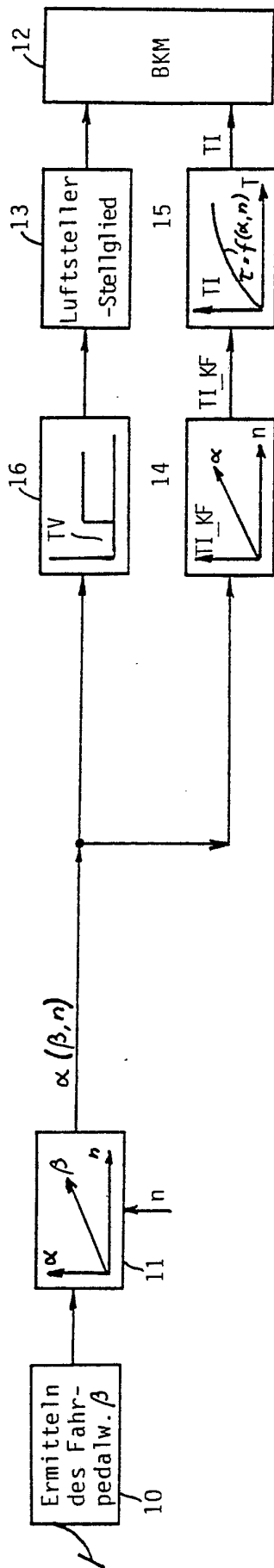


Fig. 1

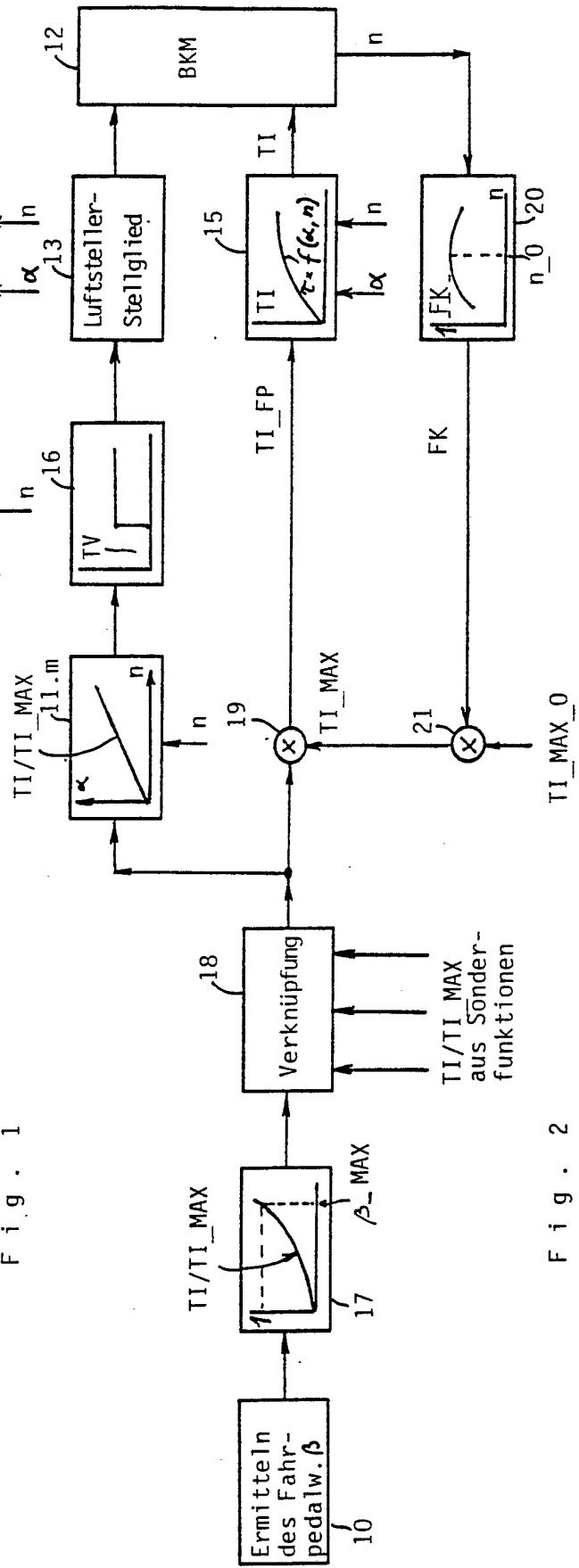


Fig. 2

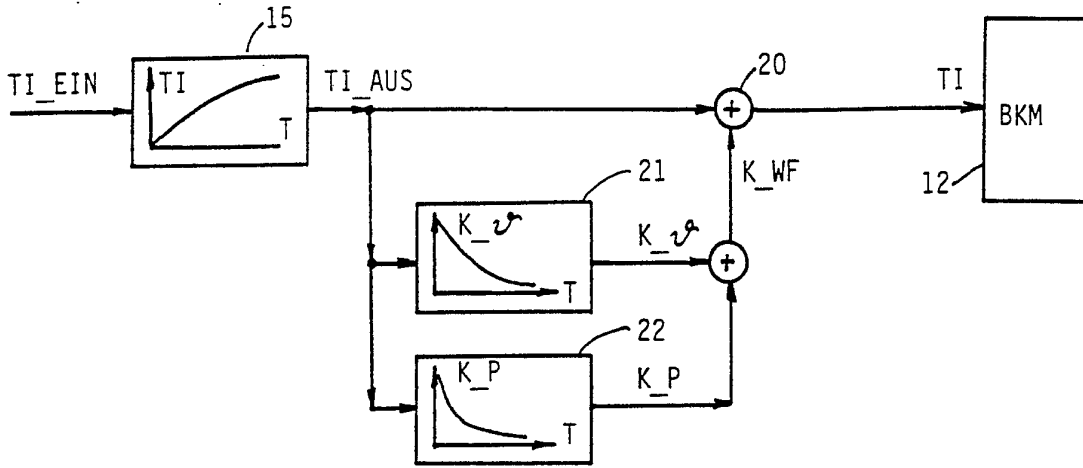


Fig. 3

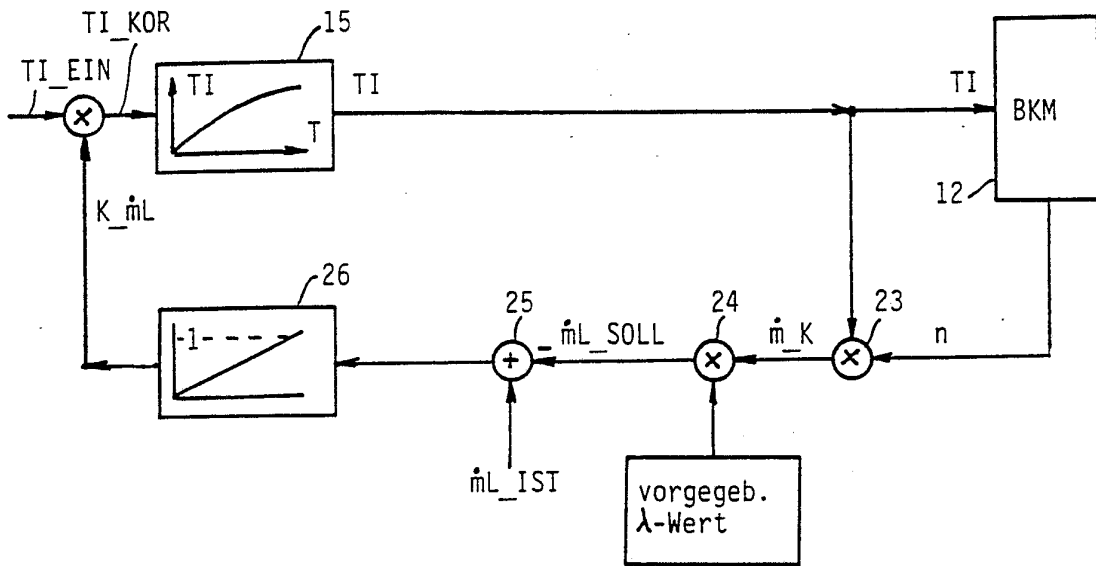


Fig. 4

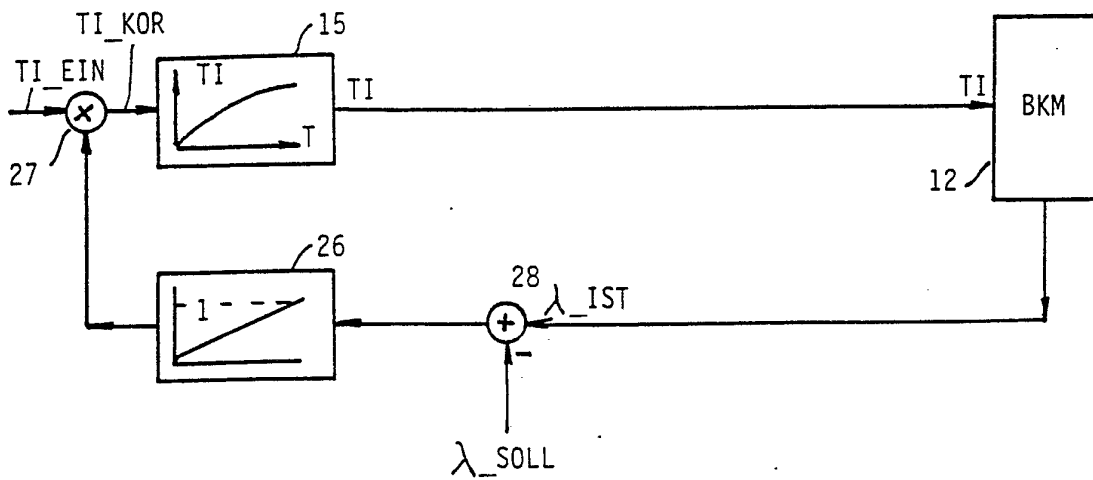


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No **PCT/DE 90/00560**

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) *		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int. Cl. ⁵ F 02 D 43/00, F 02 D 41/04		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int. Cl. ⁵	F 02 D	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
Y	EP, A, 0142856 (HITACHI) 29 May 1985, see the abstract	1
Y	US, A, 4711218 (KABASIN) 8 December 1987, see column 1 - column 2, line 10; column 4, lines 10-40	1
A		3-5
A	US, A, 4359993 (CARLSON) 23 November 1982 see the whole document	1-7
A,P	GB, A, 2218828 (FUJI) 22 November 1989 see page 7, line 8 - page 8, line 5	1
A	FR, A, 2534708 (BOSCH) 20 April 1984, see page 6, line 8 - page 7, line 15	1

<p>* Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
20 September 1990 (20.09.90)	9 October 1990 (09.10.90)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
European Patent Office		

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.

DE 9000560
SA 38734

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 02/10/90. The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A- 0142856	29-05-85	JP-A- 60111046	17-06-85
		JP-A- 60116835	24-06-85
		US-A- 4590912	27-05-86
US-A- 4711218	08-12-87	None	
US-A- 4359993	23-11-82	None	
GB-A- 2218828	22-11-89	JP-A- 1280645	10-11-89
		DE-A- 3914165	09-11-89
		US-A- 4919100	24-04-90
FR-A- 2534708	20-04-84	DE-A- 3238190	19-04-84
		JP-A- 59162341	13-09-84
		US-A- 4582031	15-04-86

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE 90/00560

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.Cl. ⁵ F 02 D 43/00, F 02 D 41/04		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Cl. ⁵	F 02 D	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹		
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
Y	EP, A, 0142856 (HITACHI) 29. Mai 1985 siehe die Zusammenfassung --	1
Y	US, A, 4711218 (KABASIN) 8. Dezember 1987 siehe Spalte 1 - Spalte 2, Zeile 10; Spalte 4, Zeilen 10-40	1
A	--	3-5
A	US, A, 4359993 (CARLSON) 23. November 1982 siehe das ganze Dokument --	1-7
./.		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 20. September 1990	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 09 OCT 1990	
Internationale Recherchenbehörde Europäisches Patentamt	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten MISS D. S. KOWALCZYK	

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
A, P	GB, A, 2218828 (FUJI) 22. November 1989 siehe Seite 7, Zeile 8 - Seite 8, Zeile 5 ---	1
A	FR, A, 2534708 (BOSCH) 20. April 1984 siehe Seite 6, Zeile 8 - Seite 7, Zeile 15 -----	1

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

DE 9000560
 SA 38734

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 02/10/90
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A- 0142856	29-05-85	JP-A- 60111046	17-06-85
		JP-A- 60116835	24-06-85
		US-A- 4590912	27-05-86
US-A- 4711218	08-12-87	Keine	
US-A- 4359993	23-11-82	Keine	
GB-A- 2218828	22-11-89	JP-A- 1280645	10-11-89
		DE-A- 3914165	09-11-89
		US-A- 4919100	24-04-90
FR-A- 2534708	20-04-84	DE-A- 3238190	19-04-84
		JP-A- 59162341	13-09-84
		US-A- 4582031	15-04-86

EPO FORM P0473

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82