

Patentschrift

(21)

(51)

(30)

(73)

(56)

(74)

(54)

(57)



Beschreibung

VERFAHREN ZUR REGELUNG EINES STATIONÄREN GASMOTORS

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung eines stationären Gasmotors, bei dem eine Drehzahl-Regelabweichung aus einer Soll-Drehzahl sowie einer Ist-Drehzahl berechnet wird und aus der Drehzahl-Regelabweichung über einen Drehzahlregler als Stellgröße ein Soll-Moment bestimmt wird in Übereinstimmung mit dem Oberbegriff des Anspruches 1 und der JP S-6114459 A.

[0002] Diese Druckschrift offenbart die elektronische Regelung des Gemisches unter Verwendung eines Sensors im Abgaskanal und von gespeicherten Kennwerten für die jeweilige Drehzahl und Last. Wie weiter unten bei der EP 1 158 149 A1 erläutert, ist auch dieses Verfahren wegen seiner Trägheit nicht unter allen Lastfällen und Änderungen der Last stabil.

[0003] Aus der DE 10213341 A1 ist die Verwendung einer Lambda-Sonde bei einem Gasmotor bekannt, wobei in der Folge an Hand der Leistung und eines NO_x-Wertes über ein Kennfeld der Soll-Gemischstrom berechnet und zum Stellen des Reglers verwendet wird.

[0004] Aus der DE 19654699 A1 ist ein ähnliches Verfahren für die Verwendung von Gas mit niedrigem Druck bekannt.

[0005] Stationäre Gasmotoren werden zur Stromerzeugung verwendet. Betrieben wird der Gasmotor bei einem konstanten Lambdawert von zum Beispiel 1.7, also im Magerbetrieb mit Luftüberschuss. Typischerweise umfasst der Gasmotor eine Gasdrosselklappe zum Festlegen des Gasanteils im Gas-Luftgemisch, einen Mischer zum Zusammenführen des brennbaren Gases mit der Luft, einen Verdichter als Teil eines Abgasturboladers, einen Kühler und zumindest eine Gemischdrosselklappe. Über die Gemischdrosselklappe wird der angesaugte Volumenstrom im Receiverrohr vor den Einlassventilen des Gasmotors und damit auch der Gemischdruck im Receiverrohr festgelegt.

[0006] Aus der EP 1 158 149 A1 ist ein stationärer Gasmotor zum Antreiben eines Generators bekannt. Gesteuert wird der Gasmotor, indem aus der Motorleistung über eine Kennlinie ein Soll-Lambda als Führungsgröße berechnet wird. An Hand des Soll-Lambdas berechnet ein elektronisches Motorsteuergerät einen Gasmengen-Sollwert zur Einstellung der Gasdrosselklappe. In einer zweiten Ausführungsform wird der Soll-Lambdawert aus einer Gemischdruck-Regelabweichung berechnet. Die Gemischdruck-Regelabweichung bestimmt sich aus dem detektierten Ist-Gemischdruck im Receiverrohr und dem Soll-Gemischdruck, welcher wiederum aus der Motorleistung über eine Kennlinie festgelegt wird. In einer dritten Ausführungsform wird ergänzend zur zweiten Ausführungsform der Gasmengen-Sollwert zur Einstellung der Gasdrosselklappe in Abhängigkeit der Stellung eines Verdichter-Bypassventils und der Drehzahl-Regelabweichung korrigiert. Gemeinsames Merkmal aller drei Ausführungsformen ist die Einstellung der Gasdrosselklappe auf einen Soll-Lambdawert. Im praktischen Betrieb wird bei einer Änderung der Leistungsvorgabe zuerst die Stellung der Gemischdrosselklappe als Leistungssteuerorgan verändert. Dies bewirkt, dass der angesaugte Gemischvolumenstrom sich ebenfalls ändert. Da zunächst die Stellung der Gasdrosselklappe konstant bleibt, ändert sich auch der Gas-Volumenstrom nicht. Hieraus resultiert ein sich veränderndes Ist-Lambda. Bei einer beispielsweise in Schließrichtung betätigten Gemischdrosselklappe wird eine Anfettung des Gemisches verursacht, wodurch eine Leistungsänderung des Gasmotors bewirkt wird. Als Reaktion auf diese Leistungsänderung werden dann der Soll-Lambdawert, der Gasmengen-Sollwert und die Stellung der Gasdrosselklappe verändert. Bei dieser Art der Regelung ist die Reaktionszeit, zum Beispiel bei Laständerung, kritisch, da systembedingt ein Eingriff in die Lambdaregelung träge ist.

[0007] Auch die DE 103 46 983 A1 beschreibt einen Gasmotor und ein Verfahren zur Regelung des Kraftstoffgemisches. Bei diesem Verfahren wird in einem ersten Schritt eine Ist-Druckdifferenz des Luftmassenstroms an einem Venturimischer erfasst und in einem zweiten Schritt aus der gemessenen Ist-Leistung des Gasmotors eine Soll-Druckdifferenz des Luftmas-

senstroms bestimmt. In einem dritten Schritt wird dann die Ist-Druckdifferenz der Soll-Druckdifferenz angenähert, indem über die Stellung der Gasdrosselklappe die zugeführte Gasmenge verändert wird. In einem vierten Schritt wird die sich einstellende Ist-Leistung des Gasmotors erneut detektiert und die Gemischdrosselklappe so eingestellt, dass die Soll-Ist-Abweichung der Druckdifferenz des Luftmassenstroms im Venturimischer sich verringert. Dieser sequentielle Ablauf wird iterativ so lange durchgeführt bis die Soll-Ist-Abweichung der Druckdifferenz kleiner als ein Grenzwert wird. Da eine Änderung der Stellung der Gemischdrosselklappe eine Leistungsänderung des Gasmotors bewirkt, muss die Stellung der Gasdrosselklappe zur Kompensation der Leistungsänderung des Gasmotors nachgeregelt werden. Dies kann unter Umständen zum Überschwingen der Stellgrößen führen.

[0008] Aus der nicht vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldung mit dem amtlichen Aktenzeichen DE 10 2007 045 195.9 ist ein Verfahren zur Regelung eines stationären Gasmotors bekannt, bei dem eine Gasdrosselklappe und eine Gemischdrosselklappe in Abhängigkeit derselben Steuergröße, hier: ein Soll-Volumenstrom, parallel angesteuert werden. Bestimmt wird der Soll-Volumenstrom an Hand eines Soll-Moments, welches als Stellgröße über einen Drehzahlregler aus einer Soll-Ist-Abweichung der Drehzahlen berechnet wird. Zur Verbesserung der Betriebssicherheit ist eine Momentbegrenzung vorgesehen, über welche das Soll-Moment zumindest in Abhängigkeit eines Fehler-Zustandssignals, beispielsweise bei Sensorausfall, begrenzt wird. In der Praxis hat es sich jedoch gezeigt, dass das Verfahren hinsichtlich einer schwankenden Kraftstoffqualität oder Kraftstoffdichte noch nicht optimal ist.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, den Einfluss einer schwankenden Kraftstoffqualität oder Kraftstoffdichte auf die oben beschriebenen Verfahren zu verringern.

[0010] Gelöst wird die Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1, die Unteransprüche definieren vorteilhafte Weiterbildungen.

[0011] In den Zeichnungen ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel dargestellt. Es zeigen:

[0012] Figur 1 ein Gesamtschaubild,

[0013] Figur 2 ein Blockschaltbild zur Ansteuerung der Gemischdrosselklappen und der Gasdrosselklappe,

[0014] Figur 3 ein Blockschaltbild der Mengenkorrektur und

[0015] Figur 4 einen Programm-Ablaufplan.

[0016] Die Figur 1 zeigt ein Gesamtschaubild eines stationären Gasmotors 1 in V-Anordnung. Der Gasmotor 1 treibt über eine Welle 2, Kupplung 3 und Welle 4 einen Generator 5 an. Über den Generator 5 wird elektrische Energie erzeugt, welche in ein elektrisches Netz eingespeist wird. Dem Gasmotor 1 sind folgende mechanische Komponenten zugeordnet: eine Gasdrosselklappe 6 zum Festlegen eines zugeführten Gas-Volumenstroms, zum Beispiel Erdgas, ein Mischer 7 zur Zusammenführung von Luft und Gas, ein Verdichter 8 als Teil eines Abgasturboladers, ein Kühler 9, eine erste Gemischdrosselklappe 10 auf der A-Seite des Gasmotors 1 und eine zweite Gemischdrosselklappe 11 auf der B-Seite des Gasmotors 1.

[0017] Die Betriebsweise des Gasmotors 1 wird durch ein elektronisches Motorsteuergerät 14 (GECU) festgelegt. Das elektronische Motorsteuergerät 14 beinhaltet die üblichen Bestandteile eines Mikrocomputersystems, beispielsweise einen Mikroprozessor, I/O-Bausteine, Puffer und Speicherbausteine (EEPROM, RAM). In den Speicherbausteinen sind die für den Betrieb des Gasmotors 1 relevanten Betriebsdaten in Kennfeldern/Kennlinien appliziert. Über diese berechnet das elektronische Motorsteuergerät 14 aus den Eingangsgrößen die Ausgangsgrößen. In der Figur 1 sind als Eingangsgrößen dargestellt: ein erster Ist-Gemischdruck $p_1(\text{IST})$ sowie eine Gemischtemperatur T_1 , welche beide im ersten Receiverrohr 12 gemessen werden, ein zweiter Ist-Gemischdruck $p_2(\text{IST})$, welcher im zweiten Receiverrohr 13 gemessen wird, eine Ist-Drehzahl n_{IST} des Gasmotors 1, eine Soll-Drehzahl n_{SL} , die von einem nicht dargestellten Anlagenregler des Generators 5 vorgegeben wird, und eine Eingangsgröße EIN. Unter der Eingangsgröße EIN sind die weiteren Eingangssignale zusammengefasst, beispielsweise eine

Ist-Anlagenleistung und die Öltemperatur. Als Ausgangsgrößen des elektronischen Motorsteuergeräts 14 sind dargestellt: das Signal eines korrigierten Soll-Volumenstroms VSLK zur Ansteuerung der Gasdrosselklappe 6, das Signal eines ersten Gemisch-Drosselklappenwinkels DKW1 zur Ansteuerung der ersten Gemischdrosselklappe 10, das Signal eines zweiten Gemisch-Drosselklappenwinkels DKW2 zur Ansteuerung der zweiten Gemischdrosselklappe 11 und ein Signal AUS. Das Signal AUS steht stellvertretend für die weiteren Signale zur Steuerung und Regelung des Gasmotors 1.

[0018] Die Anordnung besitzt folgende allgemeine Funktionalität: Über die Stellung der Gasdrosselklappe 6 wird ein Gas-Volumenstrom, welcher dem Mischer 7 zugeführt wird, eingestellt. Die Position der ersten Gemischdrosselklappe 10 definiert ein erstes Gemischvolumen und damit den ersten Ist-Gemischdruck p_1 (IST) im ersten Receiverrohr 12 vor den Einlassventilen des Gasmotors 1. Über die zweite Gemischdrosselklappe 11 werden ein zweites Gemischvolumen und damit der zweite Ist-Gemischdruck p_2 (IST) im zweiten Receiverrohr 13 vor den Einlassventilen des Gasmotors 1 festgelegt.

[0019] Die Figur 2 zeigt ein Blockschaltbild zur Ansteuerung der beiden Gemischdrosselklappen 10 sowie 11 und der Gasdrosselklappe 6. Das Bezugszeichen 15 kennzeichnet den Anlagenregler des Generators. Das Bezugszeichen 14 kennzeichnet als reduziertes Blockschaltbild das elektronische Motorsteuergerät, wobei die dargestellten Elemente die Programmschritte eines ausführbaren Programms repräsentieren. Die Eingangsgrößen des elektronischen Motorsteuergeräts 14 sind bei dieser Darstellung die Soll-Drehzahl n_{SL} , die Ist-Anlagenleistung PAIST, die Ist-Drehzahl n_{IST} , eine Luftmasse m_L und eine Größe E. Unter der weiteren Größe E sind als Konstantwerte ein Soll-Lambda, ein Hubvolumen der Zylinder des Gasmotors, der Liefergrad im Sinne einer Zylinderfüllung und die Kraftstoffeigenschaft zusammengefasst. Die Soll-Drehzahl n_{SL} und die Ist-Anlagenleistung PAIST werden vom Anlagenregler 15 bereitgestellt. Die Ausgangsgrößen sind der erste Gemisch-Drosselklappenwinkel DKW1 zur Ansteuerung der ersten Gemischdrosselklappe 10, der zweite Gemisch-Drosselklappenwinkel DKW2 zur Ansteuerung der zweiten Gemischdrosselklappe 11 und der korrigierte Soll-Volumenstrom VSLK zur Ansteuerung der Gasdrosselklappe 6. Die innerhalb des elektronischen Motorsteuergeräts 14 dargestellten Elemente sind: ein Drehzahlregler 16 zum Festlegen eines Soll-Moments MSL als Stellgröße, eine Momentbegrenzung 17, eine Einheit Wirkungsgrad 18, eine Gemischquantität 19 zur Umrechnung des Soll-Volumenstroms VSL in die Gemisch-Drosselklappenwinkel, ein Speicher 20 und eine Mengenkorrektur 21.

[0020] Vom Anlagenregler 15 wird als Leistungswunsch die Soll-Drehzahl n_{SL} vorgegeben, zum Beispiel 1500 1/min, welche einer Frequenz von 50 Hz entspricht. Ebenso wird vom Anlagenregler 15 die Ist-Anlagenleistung PAIST bereitgestellt. Die Ist-Anlagenleistung PAIST ist proportional zum Ist-Anlagenmoment und damit zum Moment, welches der Gasmotor abgibt. An einem Punkt A wird aus der Soll-Drehzahl n_{SL} und der Ist-Drehzahl n_{IST} eine Drehzahl-Regelabweichung dn berechnet. Aus der Drehzahl-Regelabweichung dn berechnet der Drehzahlregler 16 als Stellgröße das Soll-Moment MSL. In der Praxis ist der Drehzahlregler 16 als PIDT1-Regler ausgeführt. Das Soll-Moment MSL ist eine der Eingangsgrößen der Momentbegrenzung 17. Die weiteren Eingangsgrößen der Momentbegrenzung 17 sind der Altwert MSLBA des begrenzten Soll-Moments, die Ist-Drehzahl n_{IST} und das Fehler-Zustandssignal FM. Die Ausgangsgröße entspricht dem begrenzten Soll-Moment MSLB.

[0021] Über die Momentbegrenzung 17 wird das Soll-Moment MSL auf ein Luftverhältnis-Begrenzungsmoment, ein Fehlermoment oder ein mechanisches Maximalmoment begrenzt. Die Auswahl erfolgt über eine Minimalwertauswahl. Das Fehlermoment entspricht einem Vorgabewert, welcher bei einem erkannten Fehler in der Signalerfassung, beispielsweise bei defektem Gemisch-Temperatursensor, über das Fehlerzustandssignal FM angezeigt wird. Das mechanische Maximalmoment entspricht ebenfalls einem Vorgabewert, welcher die mechanische Belastungsobergrenze des Gasmotors kennzeichnet. Berechnet wird das Luftverhältnis-Begrenzungsmoment an Hand der Ist-Drehzahl n_{IST} und zumindest des Altwerts MSLBA des begrenzten Soll-Moments. Der Altwert MSLBA des begrenzten Soll-Moments entspricht dem im Speicher 20 abgelegten Wert des begrenzten Soll-Moments MSLB. Dieser Wert wird bei

jedem Programmdurchlauf aktualisiert. Bevor jedoch der alte Wert im Speicher 20 mit dem neuen Wert des begrenzten Soll-Moments MSLB überschrieben wird, wird der alte Wert an die Momentbegrenzung 17 ausgegeben. Liegt beispielsweise zum Zeitpunkt t ein neuer Wert des begrenzten Soll-Moments MSLB vor, so entspricht der alte Wert dem begrenzten Soll-Moment zum Zeitpunkt $t-1$. Liegt der Wert des Soll-Moments MSL im zulässigen Bereich, so entspricht der Wert des begrenzten Soll-Moments MSLB dem Wert des Soll-Moments MSL. Das begrenzte Soll-Moment MSLB ist die Eingangsgröße des Speichers 20 und der Einheit Wirkungsgrad 18.

[0022] Über die Einheit Wirkungsgrad 18 wird dem begrenzten Soll-Moment MSLB in Abhängigkeit der Ist-Drehzahl n_{IST} der Soll-Volumenstrom VSL zugeordnet. Hierzu ist in der Einheit Wirkungsgrad 18 ein entsprechendes Kennfeld hinterlegt. Der Soll-Volumenstrom VSL ist die Eingangsgröße der Gemischquantität 19 und zugleich die Eingangsgröße der Mengenkorrektur 21. Über die Gemischquantität 19 wird aus dem Soll-Volumenstrom VSL in Abhängigkeit der Ist-Drehzahl n_{IST} sowie der Eingangsgröße E der erste Gemisch-Drosselklappenwinkel $DKW1$ und der zweite Gemisch-Drosselklappenwinkel $DKW2$ berechnet. In der Einheit Gemischquantität 19 ist ein erster Regelkreis zur Regelung des ersten Ist-Gemischdrucks $p1(IST)$ und ein zweiter Regelkreis zur Regelung des zweiten Ist-Gemischdrucks $p2(IST)$ zusammengefasst. Mit dem ersten Gemisch-Drosselklappenwinkel $DKW1$ wird die erste Gemischdrosselklappe 10 angesteuert. Über die erste Gemischdrosselklappe 10 wird ein erstes Gemischvolumen $V1$ und der erste Ist-Gemischdruck $p1(IST)$ eingestellt. Mit dem zweiten Gemisch-Drosselklappenwinkel $DKW2$ wird die zweite Gemischdrosselklappe 11 angesteuert, über welche ein zweites Gemischvolumen $V2$ und der zweite Ist-Gemischdruck $p2(IST)$ eingestellt wird.

[0023] Über die Mengenkorrektur 21 wird der Soll-Volumenstrom VSL in Abhängigkeit des begrenzten Soll-Moments MSLB und der Ist-Anlagenleistung PAIST korrigiert. Die Mengenkorrektur 21 ist in der Figur 3 dargestellt und wird in Verbindung mit dieser erläutert. Der korrigierte Soll-Volumenstrom, Bezugszeichen VSLK, ist die Eingangsgröße einer intelligenten Gasdrosselklappe, welche eine Verarbeitungselektronik 22 und die Gasdrosselklappe 6 beinhaltet. Über die Verarbeitungselektronik 22 wird der Wert des korrigierten Soll-Volumenstroms VSLK in eine entsprechende Querschnittsfläche und einen entsprechenden Winkel umgesetzt. Über die Gasdrosselklappe 6 wird ein Gas-Volumenstrom VG als Gasanteil des Gas-Luftgemisches eingestellt. Die parallele Ansteuerung der beiden Gemischdrosselklappen 10 und 11 sowie der Gasdrosselklappe 6 in Abhängigkeit derselben Vorgabegröße bewirkt eine kurze Reaktionszeit und ein präzises Einschwingen mit verbesserter Einstellbarkeit des Gesamtsystems. Zudem ist auf Grund der parallelen Ansteuerung eine Lambda-Nachführung nicht erforderlich.

[0024] In der Figur 3 ist als Blockschaltbild die Mengenkorrektur 21 dargestellt. Die Eingangsgrößen sind der Soll-Volumenstrom VSL, das begrenzte Soll-Moment MSLB und die Ist-Anlagenleistung PAIST. Die Ausgangsgröße entspricht dem korrigierten Soll-Volumenstrom VSLK, mit welchen die Gasdrosselklappe angesteuert wird. Aus der Ist-Anlagenleistung PAIST wird über eine Umrechnung 26 mittels der Ist-Drehzahl n_{IST} das Ist-Anlagenmoment MAIST berechnet. Das Ist-Anlagenmoment MAIST entspricht dem vom Gasmotor abgegebenen Moment. Aus dem Ist-Anlagenmoment MAIST und dem begrenzten Soll-Moment MSLB wird über eine Berechnung 23 der Quotient $Q(i)$ bestimmt. Hierbei bedeutet i eine Laufvariable. Über eine Berechnung Mittelwert 24 wird zum Beispiel das geometrische Mittel der zuvor berechneten Quotienten $Q(i)$ bestimmt. Der Quotient kennzeichnet die Abweichung des vom Gasmotor abgegebenen Moments (Ist-Anlagenmoment) zum intern berechneten, begrenzten Soll-Moment MSLB.

[0025] Verursacht wird diese Abweichung durch eine schwankende Kraftstoffqualität oder Kraftstoffdichte. Die Eingangsgrößen der Berechnung Mittelwert 24 sind die Messhäufigkeit n und das Berechnungsintervall dT . Die Ausgangsgröße der Berechnung Mittelwert 24 ist der Mittelwert MW. Durch die Mittelwertbildung wird das Verfahren robuster. An einem Punkt A wird eine Differenz DIFF berechnet, indem der Mittelwert MW vom Betrag 1 subtrahiert wird. Über einen I-Regler 25 wird dann an Hand der Differenz DIFF der Korrekturfaktor k bestimmt. Als Eingangsgrößen sind hierzu dem I-Regler 25 die Nachstellzeit T_n und ein Wert MAX zur Be-

grenzung des Korrekturfaktors k zugeführt. An einem Punkt B werden dann der Soll-Volumenstrom VSL und der Korrekturfaktor k miteinander multipliziert. Das Ergebnis entspricht dem korrigierten Soll-Volumenstrom VSLK. Über den Korrekturfaktor wird verhindert, dass auf Grund der Abweichung des abgegebenen Moments zum internen, begrenzten Soll-Moment, die im elektronischen Motorsteuergerät applizierten Kennfelder in falschen Bereichen ausgelesen werden. Das Verfahren ist somit betriebssicherer und gewährleistet einen nahezu konstanten Lambdawert, trotz schwankendem Gasbrennwert. Auch Einstellfehler der intelligenten Gasdrosselklappe, welche eine Regelabweichung der Drehzahl und ein fehlerbehaftetes Soll-Moment MSL bewirken, werden über den Korrekturfaktor k minimiert.

[0026] Bei der Berechnung des Korrekturfaktors k wird zwischen einem stationären und einem instationären Betriebszustand unterschieden. Bei einem stationären Betriebszustand wird der berechnete Korrekturfaktor k als gültiger Wert zur Korrektur des Soll-Volumenstroms VSL gesetzt. Bei einem instationären Betriebszustand wird hingegen der letzte bei einem stationären Betriebszustand ermittelte Korrekturfaktor als gültiger Wert zur Korrektur des Soll-Volumenstroms beibehalten.

[0027] In der Figur 4 ist ein Programm-Ablaufplan eines entsprechenden Unterprogramms dargestellt. Nach dem Start wird bei S1 geprüft, ob ein stationärer Betriebszustand vorliegt. Ist dies nicht der Fall, das heißt, der Gasmotor wird gerade in einem instationären Zustand betrieben, zum Beispiel während einer Lastaufschaltung, so wird bei S2 der letzte bei einem stationären Betriebszustand bestimmte Korrekturfaktor k beibehalten. Danach wird zum Punkt A verzweigt. Wird bei S1 ein stationärer Betriebszustand erkannt, Abfrageergebnis S1: ja, so wird bei S3 die Ist-Anlagenleistung PAIST an Hand der Ist-Drehzahl n_{IST} in ein Ist-Anlagenmoment MAIST umgerechnet. Das Ist-Anlagenmoment MAIST entspricht dem vom Gasmotor abgegebenen Moment. Bei S4 wird der Quotient $Q(i)$ des Ist-Anlagenmoments MAIST zum begrenzten Soll-Moment MSLB bestimmt. Dieser Quotient $Q(i)$ kennzeichnet die Abweichung des vom Gasmotor abgegebenen Moments (Ist-Anlagenmoment) zum intern berechneten, begrenzten Soll-Moment MSLB. Eine derartige Abweichung macht sich typischerweise bei schwankender Kraftstoffqualität oder Kraftstoffdichte bemerkbar. Danach wird bei S5 aus mehreren zuvor berechneten Quotienten $Q(i)$ der Mittelwert MW berechnet. Die Randbedingungen bei der Mittelwertberechnung sind die Messhäufigkeit (Fig. 3: n) und das Berechnungsintervall (Fig. 3: dT). Bei S6 wird der Mittelwert MW von der Zahl 1 subtrahiert. Das Ergebnis entspricht der Differenz DIFF. Bei S7 wird über den I-Regler der Korrekturfaktor k berechnet oder bei einem instationären Betriebszustand der bei S2 festgehaltene Korrekturfaktor verwendet. Danach wird der Korrekturfaktor k noch auf einen Maximalwert begrenzt. Bei S8 werden der Soll-Volumenstrom VSL und der Korrekturfaktor k miteinander multipliziert und als korrigierte Soll-Volumenstrom VSLK an die intelligente Gasdrosselklappe ausgegeben. Damit ist der Programm-Ablauf beendet.

BEZUGSZEICHENLISTE:

- | | |
|----|--|
| 1 | Gasmotor |
| 2 | Welle |
| 3 | Kupplung |
| 4 | Welle |
| 5 | Generator |
| 6 | Gasdrosselklappe |
| 7 | Mischer |
| 8 | Verdichter |
| 9 | Kühler |
| 10 | erste Gemischdrosselklappe |
| 11 | zweite Gemischdrosselklappe |
| 12 | erstes Receiverrohr |
| 13 | zweites Receiverrohr |
| 14 | elektronisches Motorsteuergerät (GECU) |
| 15 | Anlagenregler |
| 16 | Drehzahlregler |
| 17 | Momentbegrenzung |
| 18 | Einheit Wirkungsgrad |
| 19 | Gemischquantität |
| 20 | Speicher |
| 21 | Mengenkorrektur |
| 22 | Verarbeitungselektronik |
| 23 | Berechnung Quotient |
| 24 | Berechnung Mittelwert |
| 25 | I-Regler |
| 26 | Umrechnung |

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung eines stationären Gasmotors (1), bei dem eine Drehzahl-Regelabweichung (dn) aus einer Soll-Drehzahl (n_{SL}) sowie einer Ist-Drehzahl (n_{IST}) berechnet wird, aus der Drehzahl-Regelabweichung (dn) über einen Drehzahlregler (16) als Stellgröße ein Soll-Moment (MSL) bestimmt wird, bei dem in Abhängigkeit des Soll-Moments (MSL) ein Soll-Volumenstrom (VSL) zur Festlegung eines Gemisch-Drosselklappenwinkels ($DKW1$, $DKW2$) sowie eines Gas-Drosselklappenwinkels bestimmt wird und bei dem der Soll-Volumenstrom (VSL) zur Einstellung des Gas-Drosselklappenwinkels über einen Korrekturfaktor (k) verändert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem stationären Betriebszustand der Korrekturfaktor (k) als gültiger Wert zur Korrektur des Soll-Volumenstroms (VSL) gesetzt wird und bei einem instationären Zustand der letzte bei einem stationären Betriebszustand ermittelte Korrekturfaktor (k) als gültiger Wert zur Korrektur des Soll-Volumenstroms (VSL) beibehalten wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Korrekturfaktor (k) über eine Mengenkorrektur (21) in Abhängigkeit einer Ist-Anlagenleistung (PA_{IST}) und eines begrenzten Soll-Moments ($MSLB$) berechnet wird, welches aus dem Soll-Moment (MSL) über eine Momentbegrenzung (17) berechnet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ist-Anlagenleistung (PA_{IST}) in ein Ist-Anlagenmoment (MA_{IST}) umgerechnet wird, aus dem Ist-Anlagenmoment (MA_{IST}) sowie dem begrenzten Soll-Moment ($MSLB$) ein Quotient ($Q(i)$) berechnet wird und aus dem Quotienten ($Q(i)$) über einen I-Regler (25) der Korrekturfaktor (k) bestimmt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Mittelwert (MW) aus den Quotienten ($Q(i)$, $i=1, 2, 3...$) innerhalb eines Berechnungsintervalls (dT) berechnet wird und an Hand des Mittelwerts (MW) über den I-Regler (25) der Korrekturfaktor (k) festgelegt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Korrekturfaktor (k) begrenzt wird.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

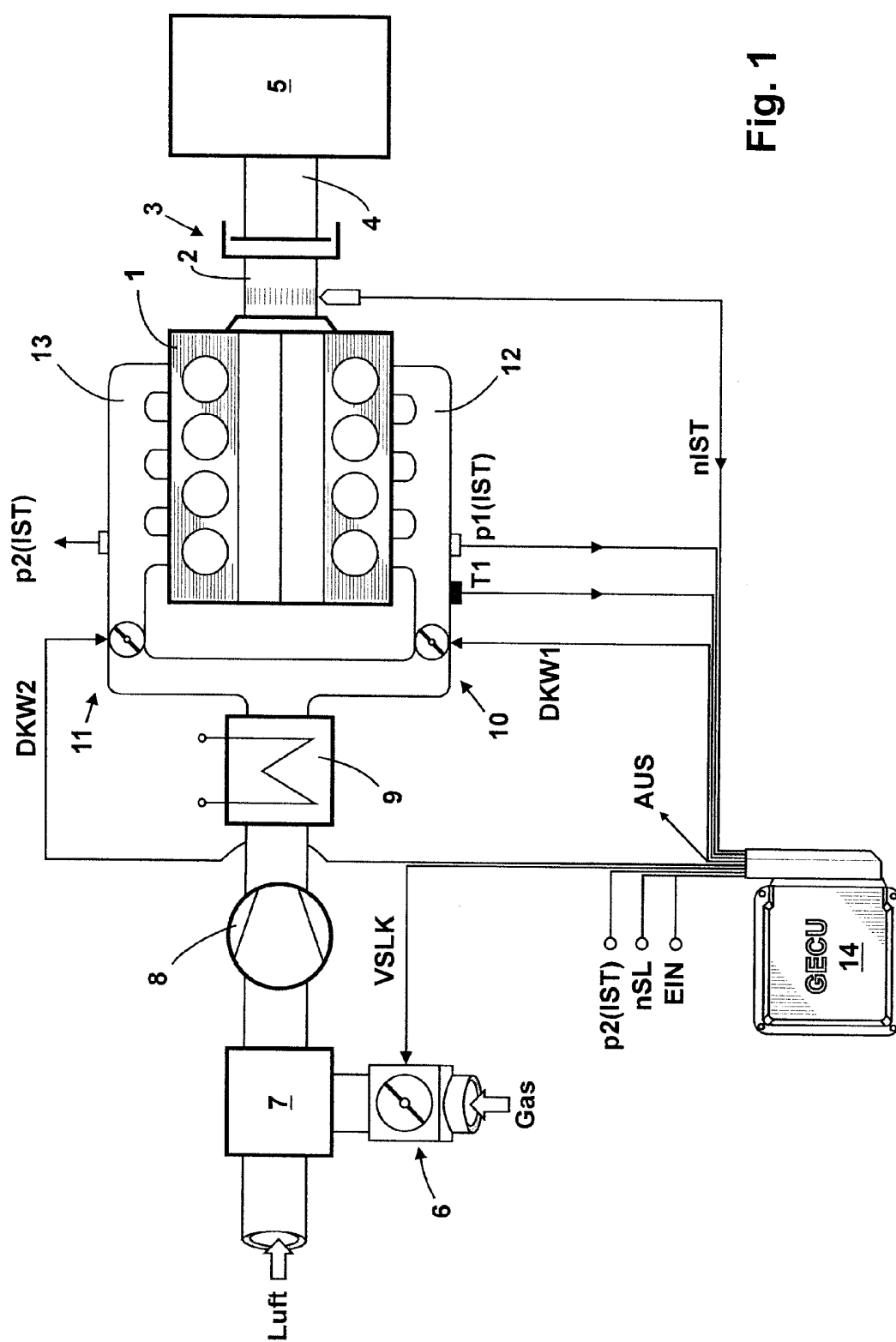


Fig. 1

2 / 4

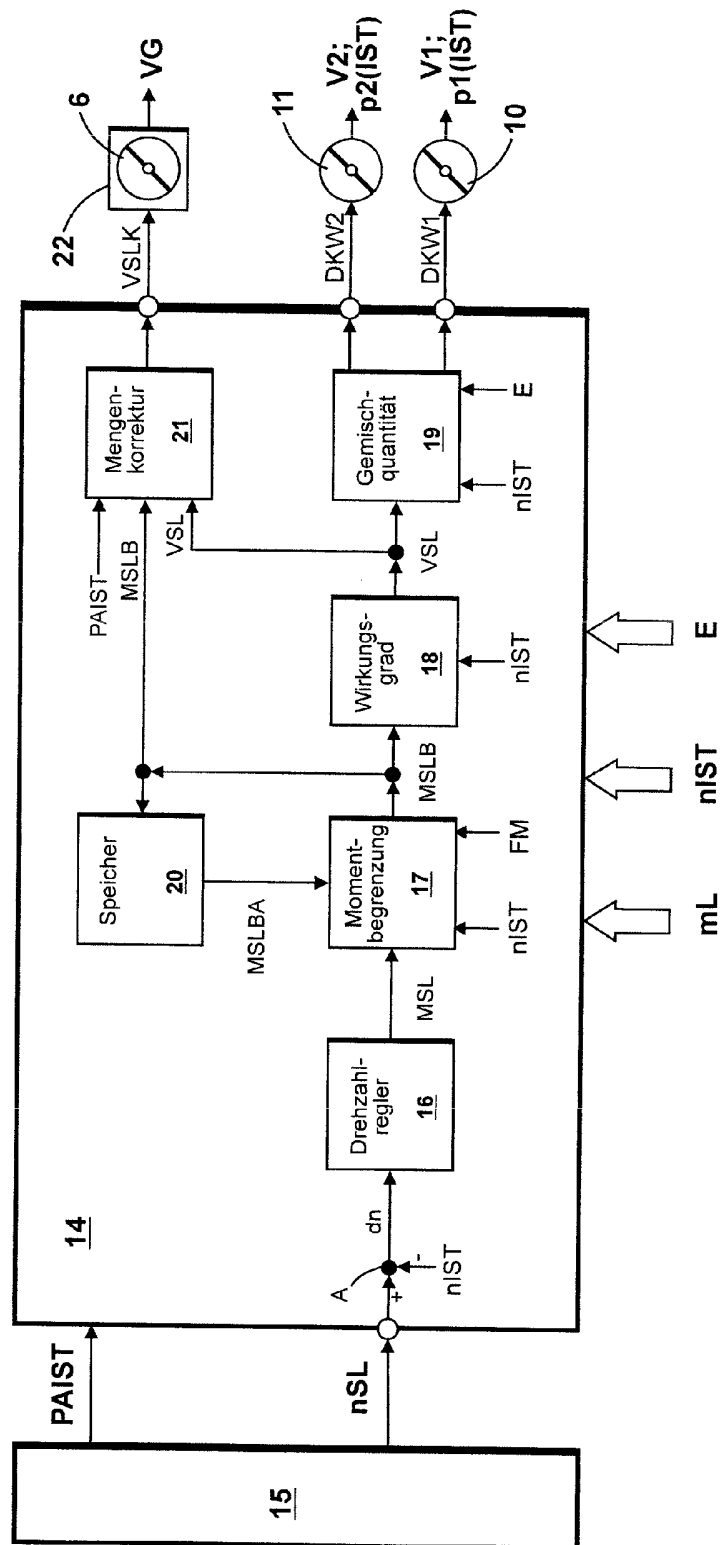


Fig. 2

3 / 4

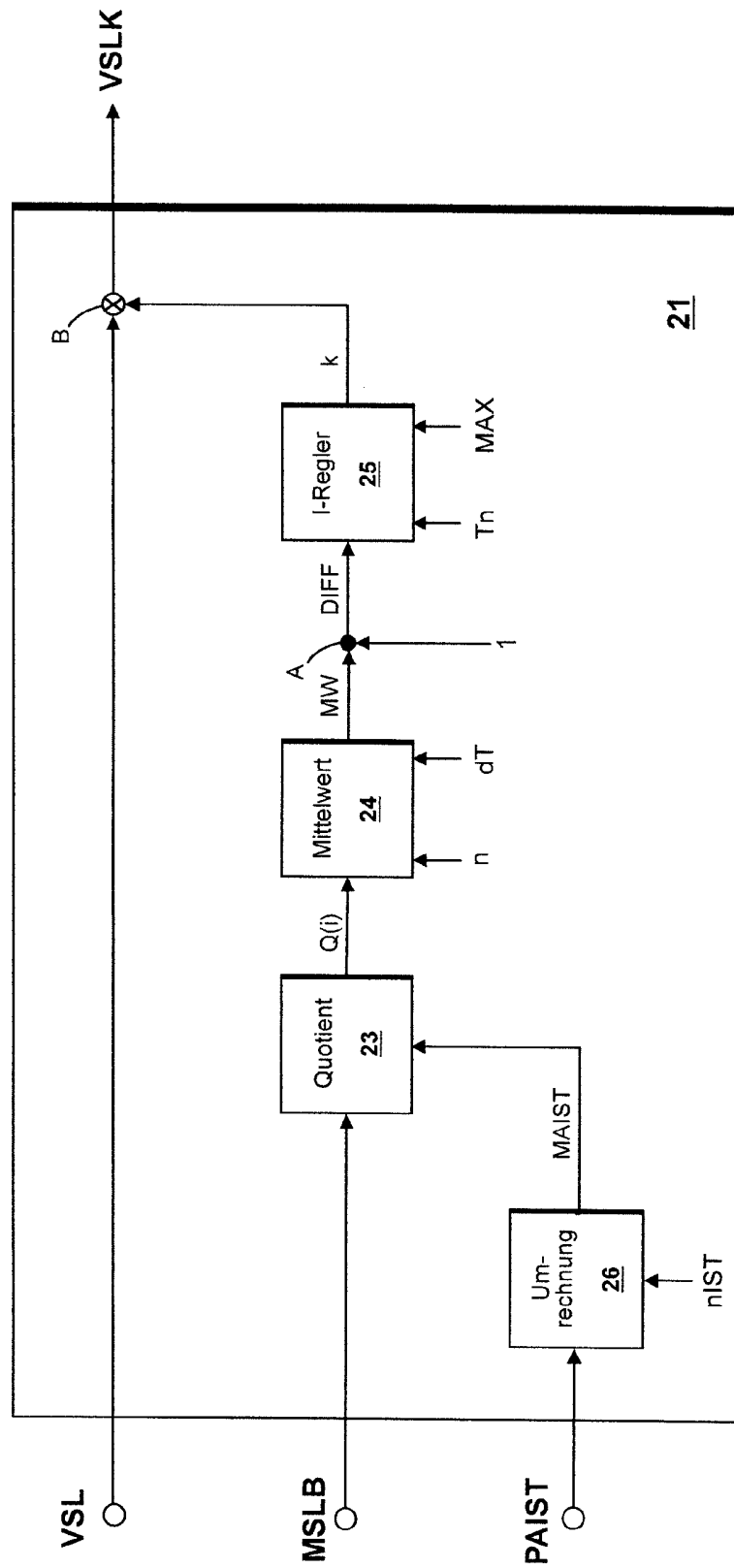


Fig. 3

4 / 4

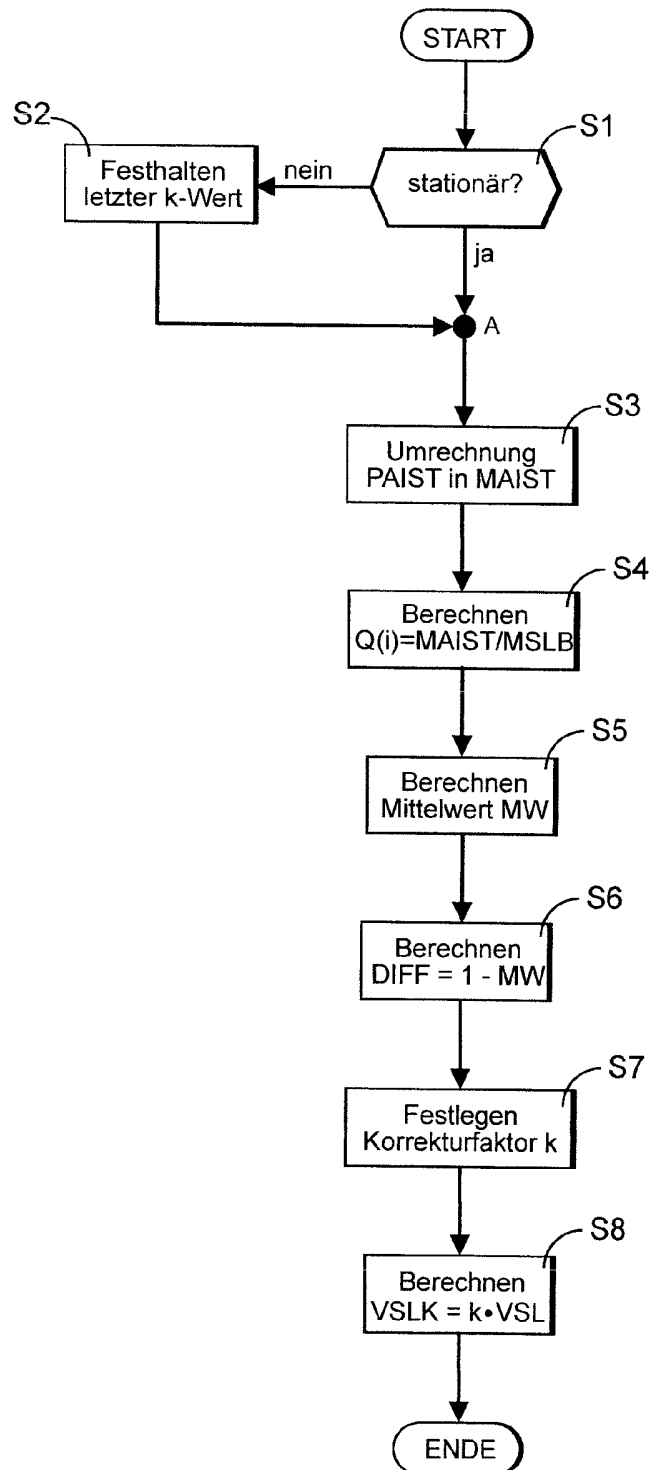


Fig. 4