

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

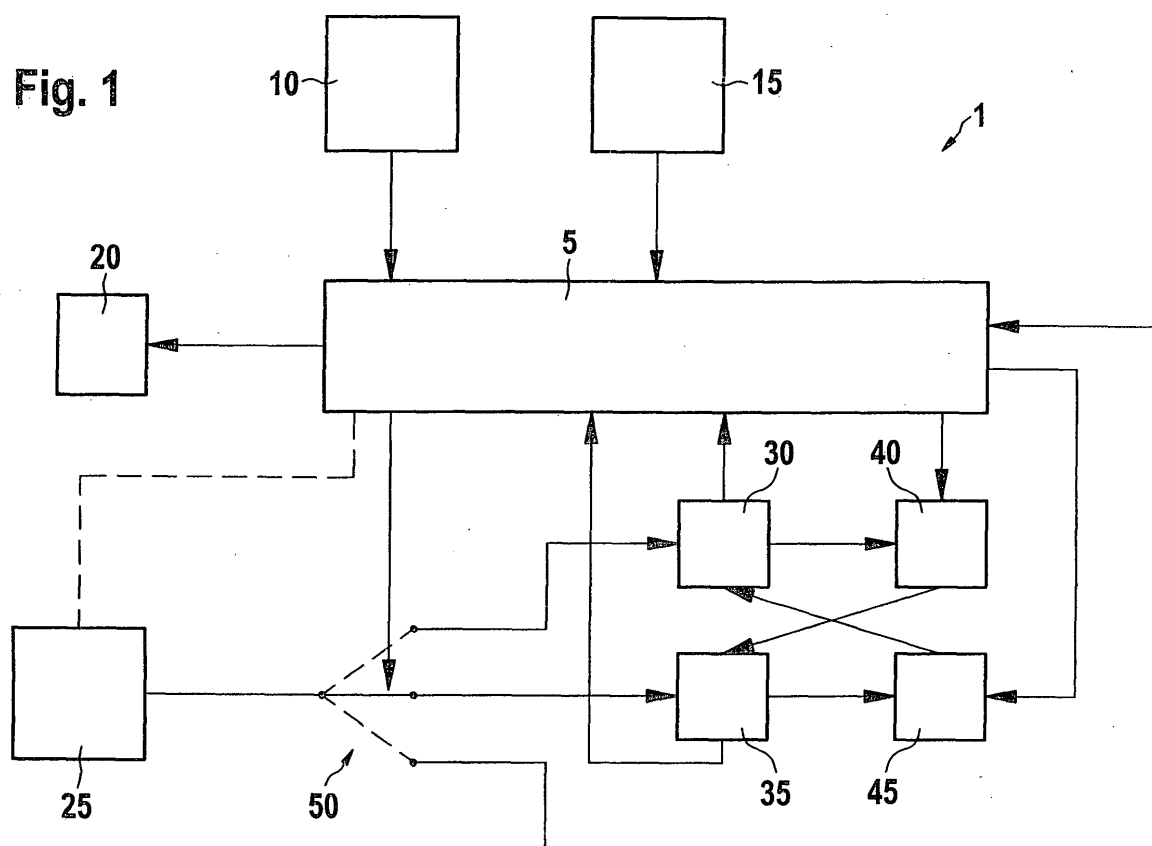
EP 1 382 822 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(43) Veröffentlichungstag:
21.01.2004 Patentblatt 2004/04(51) Int Cl.7: **F02D 41/08**, F02D 41/14,
F02D 41/28(21) Anmeldenummer: **03007515.4**(22) Anmeldetag: **01.04.2003**(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)(72) Erfinder: **Pfeil, Michael**
71701 Schwieberdingen (DE)(30) Priorität: **18.07.2002 DE 10232537**(54) **Verfahren zur Adaption eines Kraftstoff-Luft-Gemisches bei einem Verbrennungsmotor und elektronische Steuereinrichtung**

(57) Es wird ein Verfahren zur Adaption eines Kraftstoff-Luft-Gemisches bei einem Verbrennungsmotor und eine zugehörige elektronische Steuereinrichtung vorgeschlagen, bei dem verschiedene Arten von Gemischabweichungen adaptiert werden und die eine Verkürzung der Gemischadaptionzeit ermöglicht. Wäh-

rend oder nach Adaption einer ersten Art von Gemischabweichung wird der Einfluss der ersten Art von Gemischabweichung auf eine zuvor erfolgte Adaption einer zweiten Art von Gemischabweichung geschätzt. Die Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung wird in Abhängigkeit dieser Schätzung korrigiert.

Fig. 1

Beschreibung

Stand der Technik

5 **[0001]** Die Erfindung geht von einem Verfahren zur Adaption eines Kraftstoff-Luft-Gemisches bei einem Verbrennungsmotor und von einer elektronischen Steuereinrichtung nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche aus.

[0002] Es ist bereits bekannt, bei der Regelung des Kraftstoff/Luftverhältnisses (Lambdawert) für Verbrennungsmotoren eine Vorsteuerung mit einer Regelung zu überlagern. Weiter ist bekannt, aus dem Verhalten der Regelstellgröße weitere Korrekturgrößen abzuleiten um Fehlanpassungen der Vorsteuerung an veränderte Betriebsbedingungen zu kompensieren. Diese Kompensation wird auch als Adaption bezeichnet. Die US 4 584 982 beschreibt beispielsweise eine Adaption mit unterschiedlichen Adaptionsgrößen in verschiedenen Bereichen des Last/Drehzahlspektrums eines Verbrennungsmotors. Die verschiedenen Adaptionsgrößen richten sich auf die Kompensation unterschiedlicher Fehler. Nach Ursache und Wirkung lassen sich drei Fehlerarten unterscheiden: Fehler eines Heißfilmluftmassenmessers wirken sich multiplikativ auf die Kraftstoffzumessung aus. Lecklufteinflüsse wirken additiv pro Zeiteinheit und Fehler bei der Kompensation der Anzugsverzögerung der Einspritzventile wirken additiv pro Einspritzung. Diese systematischen Fehler werden von der Gemischadaption korrigiert. Die Gemischabweichungen werden in dem Last-Drehzahl-Bereich adaptiert, in dem sie sich stark auswirken. Berechnete Korrekturen werden dann im gesamten Last/Drehzahlbereich verwendet. Additive Gemischabweichungen werden im unteren Last-Drehzahlbereich adaptiert, multiplikative Abweichungen im mittleren Last-Drehzahlbereich. Nach gesetzlichen Vorschriften sollen abgasrelevante Fehler mit On Board Mitteln erkannt werden und gegebenenfalls soll eine Fehlerlampe aktiviert werden. Die Gemischadaption wird auch zur Fehlerdiagnose genutzt. Ist beispielsweise der Korrekturingriff der Adaption zu groß, deutet dies auf einen Fehler hin. Um ein sicheres Zusammenwirken der verschiedenen Motorsteuerungs- und Diagnosefunktionen zu gewährleisten, wird die Gemischadaption phasenweise mittels einer Zeit- und/oder Ereignissteuerung freigegeben. Wenn der Verbrennungsprozess während einer Gemischadaptionsphase in einem der Adaptionsbereiche betrieben wird, erfolgt in diesem Bereich eine Gemischadaption (ein Lernvorgang). Erst am Ende der Adaptionsphase und beim Verlassen des Adaptionsbereiches wird die Adaption wieder deaktiviert.

[0003] Über der Lebensdauer, der Exemplarstreuung und bei nichtgeregelter Sondenheizung weicht der gemessene Lambdawert vom physikalisch vorhandenen Lambdawert bei Motoren mit Benzindirekteinspritzung hauptsächlich im Schichtbetrieb ab, wobei der Verbrennungsmotor mit Luftüberschuss betrieben wird. Da die Gemischadaption eine Stellgröße, die auf dem gemessenen Lambda für das Lernen des Fehlers beruht, in Betracht zieht, ist die Adaption im Schichtbetrieb nicht zielführend. Für die Adaption wird daher in den Homogenbetrieb umgeschaltet und die Gemischadaption aktiviert.

[0004] Aus der DE 198 50 586 ist ein Motorsteuerungsprogramm bekannt, das die Umschaltung zwischen Schichtbetrieb und Homogenbetrieb steuert.

35 **[0005]** Im Schichtbetrieb wird der Motor mit einer stark geschichteten Zylinderladung und hohem Luftüberschuss betrieben, um einen möglichst niedrigen Kraftstoffverbrauch zu erreichen. Die geschichtete Ladung wird durch eine späte Kraftstoffeinspritzung erreicht, die im Idealfall zur Aufteilung des Brennraums in zwei Zonen führt: Die erste Zone enthält eine brennfähige Luft-Kraftstoff-Gemischwolke an der Zündkerze. Sie wird von der zweiten Zone umgeben, die aus einer isolierenden Schicht aus Luft und Restgas besteht. Das Potential zur Verbrauchsoptimierung ergibt sich aus der Möglichkeit, den Motor unter Vermeidung von Ladungswechselverlusten weitgehend ungedrosselt zu betreiben. Der Schichtbetrieb wird bei vergleichsweise niedriger Last bevorzugt.

40 **[0006]** Bei höherer Last, wenn die Leistungsoptimierung im Vordergrund steht, wird der Motor mit homogener Zylinderfüllung betrieben. Die homogene Zylinderfüllung ergibt sich aus einer frühen Kraftstoffeinspritzung während des Ansaugvorganges. Als Folge steht bis zur Verbrennung eine größere Zeit zur Gemischbildung zur Verfügung. Das Potential dieser Betriebsart zur Leistungsoptimierung ergibt sich zum Beispiel aus der Ausnutzung des gesamten Brennraumvolumens zur Füllung mit brennfähigem Gemisch.

Hinsichtlich der Adaption existieren mehrere Einschaltbedingungen:

50 **[0007]** So muss beispielsweise die Motortemperatur die Einschalttemperaturschwelle erreicht haben und die Lambdasonde muss betriebsbereit sein. Weiter müssen die aktuellen Werte von Last und Drehzahl in bestimmten Bereichen liegen, in denen jeweils gelernt wird. Dies ist beispielsweise aus der US 4 584 982 bekannt. Weiterhin muss Homogenbetrieb vorliegen. Nach dem bekannten Programm wird die Gemischadaption in festen Zeitbereichen aktiviert.

[0008] Dabei können sich Zielkonflikte mit anderen Steuerungsfunktionen, beispielsweise mit der Steuerung der Tankentlüftung ergeben.

55 **[0009]** Vor diesem Hintergrund zielt die Erfindung darauf, den Zeitraum, in dem der Motor verbrauchsoptimal im Schichtbetrieb gefahren werden kann, zu vergrößern. Die Beibehaltung des Homogenbetriebs zur Adaption verringert den Verbrauchsvorteil der Benzindirekteinspritzung, da der Homogenbetrieb verbrauchsgünstiger ist als der Schicht-

betrieb. Weiter wird, sowohl bei Benzindirekteinspritzverfahren als auch bei Saugrohreinspritzungen eine Tankentlüftung während der Gemischadaption unterbrochen, was unerwünscht ist.

[0010] Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der Erfindung darin, die zeitliche Steuerung von Zeitabschnitten mit und ohne Adaption zu optimieren.

[0011] Damit wird die Anforderung des Homogenbetriebes für die Gemischadaption so optimiert, dass die gesetzlichen Anforderungen erfüllt werden.

[0012] Die Erfindung richtet sich auch auf eine elektronische Steuereinrichtung zur Durchführung des genannten Verfahrens.

Vorteile der Erfindung

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Adaption eines Kraftstoff-Luft-Gemisches bei einem Verbrennungsmotor mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat den Vorteil, dass während oder nach der Adaption einer ersten Art von Gemischabweichung der Einfluss der ersten Art von Gemischabweichung auf eine zuvor erfolgte Adaption einer zweiten Art von Gemischabweichung geschätzt wird und dass die Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung in Abhängigkeit dieser Schätzung korrigiert wird. Auf diese Weise kann der Einfluss der ersten Art von Gemischabweichung auf die zuvor erfolgte Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung weitgehend kompensiert werden, ohne dass eine weitere Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung erforderlich ist. Dadurch kann die Gemischadapionszeit verringert werden. Somit steht mehr Zeit für andere Funktionen, wie zum Beispiel andere Diagnosefunktionen oder Tankentlüftung zur Verfügung.

[0014] Bei Fahrzeugen mit Benzindirekteinspritzung ergibt sich außerdem ein Verbrauchsvorteil, da die Gemischadaption in der Regel nur im Homogenbetrieb durchgeführt wird. Geringere Gemischadapionszeiten führen zumindest im Leerlauf- und im Teillastbereich zu weniger Homogenbetrieb und somit zu einem geringeren Kraftstoffverbrauch. Dies ermöglicht im zeitlichen Mittel eine Vergrößerung der Zeitabschnitte, in denen das Fahrzeug in verbrauchsgünstigem Schichtbetrieb betrieben werden kann.

[0015] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich.

[0016] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Schätzung in Abhängigkeit der Stabilität der Adaption der ersten Art von Gemischabweichung durchgeführt wird. Auf diese Weise kann eine Überkompensation des Einflusses der ersten Art von Gemischabweichung auf die zuvor erfolgte Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung verhindert werden.

[0017] Dies insbesondere dann, wenn für den Fall einer instabilen Adaption der ersten Art von Gemischabweichung die Korrektur der Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung auf eine Änderung der Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung begrenzt wird. Die Kompensation des Einflusses der ersten Art von Gemischabweichung auf die zuvor erfolgte Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung geht dann nicht über die Änderung dieser zuvor erfolgten Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung hinaus.

Zeichnung

[0018] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0019] Es zeigen

Figur 1 ein Blockschaltbild einer elektronischen Steuereinrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und

Figur 2 ein Beispiel für einen Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0020] In Figur 1 kennzeichnet 5 eine Motorsteuerung eines Verbrennungsmotors. Der Motorsteuerung 5 ist von Drehzahl erfassungsmitteln 10 eine Drehzahl n des Verbrennungsmotors und von Lasterfassungsmitteln 15 ein die Motorlast repräsentierendes Signal zugeführt. Die Motorlast kann beispielsweise anhand der relativen Luftfüllung r_l des Verbrennungsmotors ermittelt werden. Die Motorsteuerung 5 steuert eine Kraftstoffzumessvorrichtung 20, beispielsweise ein Einspritzventil, an. Ferner steuert die Motorsteuerung 5 einen Schalter 50 an. Über den Schalter 50 sind Gemischerfassungsmittel 25, beispielsweise eine Lambdasonde, entweder mit der Motorsteuerung 5 oder mit ersten Adaptionsmitteln 30 oder mit zweiten Adaptionsmitteln 35 verbindbar. Die ersten Adaptionsmittel 30 und die zweiten Adaptionsmittel 35 führen der Motorsteuerung 5 jeweils einen Adaptionswert zu. Ferner sind die ersten Adaptionsmittel 30 mit ersten Mitteln 40 zur Rückrechnung und die zweiten Adaptionsmittel 35 mit zweiten Mitteln 45 zur

Rückrechnung verbunden. Die Mittel 40, 45 zur Rückrechnung sind dabei jeweils von der Motorsteuerung 5 angesteuert. Die ersten Mittel 40 zur Rückrechnung sind mit den zweiten Adaptionsmitteln 35 verbunden, um den von den zweiten Adaptionsmitteln 35 gebildeten Adaptionswert zu korrigieren. Die zweiten Mittel 45 zur Rückrechnung sind mit den ersten Adaptionsmitteln 30 verbunden, um einen von den ersten Adaptionsmitteln 30 gebildeten Adaptionswert zu korrigieren.

[0021] Systematische Fehler in der Zusammensetzung des Kraftstoff-Luft-Gemisches werden mit Hilfe der von den Adaptionsmitteln 30, 35 gebildeten Adaptionswerten korrigiert. Dabei werden grundsätzlich verschiedene Arten von systematischen Gemischabweichungen unterschieden. Im Folgenden soll zwischen einer ersten Art von Gemischabweichung und einer zweiten Art von Gemischabweichung unterschieden werden. Die ersten Adaptionsmittel 30 sollen in diesem Beispiel zur Bildung eines Adaptionswertes für die erste Art von Gemischabweichung und die zweiten Adaptionsmittel 35 zur Bildung eines Adaptionswertes für die zweite Art von Gemischabweichung vorgesehen sein. Bei den beiden verschiedenen Arten von Gemischabweichungen kann es sich einerseits um additive Gemischabweichungen handeln, die beispielsweise auf Lecklufteinflüsse oder Einspritzventilverzugszeiten zurück zu führen sind und andererseits auf multiplikative Gemischabweichungen, die beispielsweise auf eine Kennliniendrift eines Heißfilm-Luftmassenmessers zurück zu führen sind. Additive Gemischabweichungen werden in einem unteren Last-Drehzahl-Bereich adaptiert, wohingegen multiplikative Gemischabweichungen in einem mittleren Last-Drehzahl-Bereich adaptiert werden. Da sich die Adaptionswerte gegenseitig beeinflussen, kann die Gemischadaption erst dann als abgeschlossen betrachtet werden, wenn die Adaptionswerte hinreichend stabil sind. Dies kann in der Motorsteuerung 5 anhand der von den Adaptionsmitteln 30, 35 zugeführten Adaptionswerte festgestellt werden. Ist beispielsweise die Änderungsgeschwindigkeit der einzelnen Adaptionswerte jeweils kleiner als eine vorgegebene Schwelle, so wird die Adaption der zugehörigen Art von Gemischabweichung als stabil betrachtet. Sind die Adaptionswerte beider Adaptionsmittel 30, 35 auf diese Weise von der Motorsteuerung 5 als stabil detektiert worden, so gilt die Gemischadaption als eingeschwungen. Die Motorsteuerung 5 kann dann den Schalter 50 veranlassen, die Gemischerfassungsmittel 25 mit der Motorsteuerung 5 zu verbinden. Die Motorsteuerung 5 kann dann zusätzlich die von den Gemischerfassungsmitteln 25 ermittelte Abweichung des Kraftstoff-Luft-Gemisches von einem vorgegebenen Neutralwert, beispielsweise 1, ermitteln und in Abhängigkeit dieser Abweichung prüfen, ob die Gemischadaption eingeschwungen ist. Überschreitet diese Abweichung beispielsweise einen vorgegebenen Wert, so wird die Gemischadaption von der Motorsteuerung 5 nicht als eingeschwungen detektiert und die Motorsteuerung 5 veranlasst den Schalter 50 zur Verbindung der Gemischerfassungsmittel 25 mit den ersten Adaptionsmitteln 30 oder den zweiten Adaptionsmitteln 35 für eine Nachadaption. Andernfalls, d.h. wenn die Abweichung des Kraftstoff-Luft-Gemisches weniger als der vorgegebene Wert vom Neutralwert abweicht, bestätigt sich die Detektion der eingeschwungenen Gemischadaption und die Schalterstellung des Schalters 50 wird nicht verändert.

[0022] Dabei kann es beispielsweise vorgesehen sein, dass die Gemischadaption erst dann als abgeschlossen betrachtet wird, wenn zunächst die Adaption der multiplikativen Gemischabweichung und dann die Adaption der additiven Gemischabweichung erfolgt bzw. stabil ist.

[0023] Die Ansteuerung des Schalters 50 zur Verbindung der Gemischerfassungsmittel 25 mit den ersten Adaptionsmitteln 30 oder mit den zweiten Adaptionsmitteln 35 erfolgt von der Motorsteuerung 5 in Abhängigkeit der Motordrehzahl n und der Motorlast, die in diesem Beispiel durch die relative Luftfüllung rl repräsentiert ist.

[0024] Für den Fall, dass ein multiplikativer Fehler in der Gemischzusammensetzung vorliegt und auf Grund des Fahrprofils zunächst im unteren Last-Drehzahl-Bereich adaptiert wird, so wird der multiplikative Fehler fälschlicher Weise bei der additiven Adaption berücksichtigt. Somit beeinflusst der multiplikative Fehler fälschlicher Weise die Adaption der additiven Gemischabweichung. Erst durch die Adaption im mittleren Last-Drehzahl-Bereich wird der multiplikative Fehler in den ihm zugeordneten multiplikativen Adaptionswert übernommen. Die fälschlicherweise durchgeführte Berücksichtigung des multiplikativen Fehlers der Gemischzusammensetzung bei der Adaption der additiven Gemischabweichung muss dann beim nächsten Wechsel in den unteren Last-Drehzahl-Bereich durch eine Rückadaption des additiven Adaptionswertes kompensiert werden. Dies erhöht die erforderliche Gemischadaptionszeit.

[0025] Entsprechendes gilt, wenn ein additiver Fehler in der Gemischzusammensetzung zunächst bei der Adaption einer multiplikativen Gemischabweichung fälschlicher Weise berücksichtigt wird, so dass eine Rückadaption des multiplikativen Adaptionswertes notwendig ist.

[0026] Erfindungsgemäß ist es daher vorgesehen, während oder nach der Adaption der ersten Art von Gemischabweichung den Einfluss der ersten Art von Gemischabweichung auf eine zuvor erfolgte Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung zu schätzen und die Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung in Abhängigkeit dieser Schätzung zu korrigieren. Je besser die Schätzung des Einflusses der ersten Art von Gemischabweichung auf die zuvor erfolgte Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung ist, desto geringer wird die für die Rückadaption der zweiten Art von Gemischabweichung erforderliche Zeit, sofern nicht sogar ganz auf eine solche Rückadaption verzichtet werden kann. Wenn auf eine solche Rückadaption ganz verzichtet wird ist lediglich eine kurze Überprüfung des Erfolges der Korrektur der Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung empfehlenswert. Dazu kann die Motorsteuerung 5 den Schalter 50 derart ansteuern, dass er die Gemischerfassungsmittel 25 mit der Motorsteuerung 5

verbindet. Die Motorsteuerung 5 vergleicht in der beschriebenen Weise das Kraftstoff-Luft-Verhältnis mit dem vorgegebenen neutralen Wert und veranlasst eine Nachadaption, wenn die Abweichung den vorgegebenen Wert überschreitet.

[0027] Beispielhaft soll im Folgenden die Funktionsweise der elektronischen Steuereinrichtung 1 gemäß Figur 1 beschrieben werden. In Abhängigkeit der Motordrehzahl n und der relativen Luftfüllung rl ermittelt die Motorsteuerung 5 den aktuellen Last-Drehzahl-Bereich. In einem ersten Last-Drehzahl-Bereich veranlasst die Motorsteuerung 5 den Schalter 50 zur Verbindung der Gemischerfassungsmittel 25 mit den ersten Adaptionsmitteln 30. In einem zweiten Last-Drehzahl-Bereich, der vom ersten Last-Drehzahl-Bereich verschieden ist, veranlasst die Motorsteuerung 5 den Schalter 50 zur Verbindung der Gemischerfassungsmittel 25 mit den zweiten Adaptionsmitteln 35. Im Folgenden soll beispielhaft angenommen werden, dass die Motorsteuerung den zweiten Last-Drehzahl-Bereich detektiert und den Schalter 50 zur Verbindung der Gemischerfassungsmittel 25 mit den zweiten Adaptionsmitteln 35 veranlasst. Es findet dann eine Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung statt. Durch diese Adaption wird die Abweichung des von den Gemischerfassungsmitteln 25 erfassten Kraftstoff-Luft-Mischungsverhältnisses vom vorgegebenen neutralen Wert kompensiert. Dabei kann es sich bei dem von den Gemischerfassungsmitteln 25 erfassten Kraftstoff-Luft-Mischungsverhältnis um einen über eine vorgegebene Zeit gebildeten Mittelwert handeln, um den systematischen Fehler der zweiten Art von Gemischabweichung zu detektieren und kurzfristige Störabweichungen vom vorgegebenen neutralen Wert weitgehend zu eliminieren. Für die Kompensation dieses systematischen Fehlers der zweiten Art von Gemischabweichung bilden die zweiten Adaptionsmittel 35 einen entsprechenden Adaptionswert, der der Motorsteuerung 5 zugeführt wird. Dabei wird die Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung und der entsprechende gebildete Adaptionswert auch von einem systematischen Fehler der ersten Art von Gemischabweichung beeinflusst und ist somit diesbezüglich fehlerhaft. Wenn die Motorsteuerung 5 einen Wechsel in den ersten Last-Drehzahl-Bereich detektiert, veranlasst sie den Schalter 50 zur Verbindung der Gemischerfassungsmittel 25 mit den ersten Adaptionsmitteln 30. Aus der Abweichung des in der beschriebenen Weise ermittelten Mittelwertes des von den Gemischerfassungsmitteln 25 erfassten Kraftstoff-Luft-Mischungsverhältnisses gegenüber dem vorgegebenen neutralen Wert bilden die ersten Adaptionsmittel 30 ebenfalls einen Adaptionswert, um den der Abweichung zu Grunde liegenden systematischen Fehler der ersten Art von Gemischabweichung zu kompensieren. Dabei kann diese Adaption natürlich auch vom verbliebenen systematischen Fehler der zweiten Art von Gemischabweichung beeinflusst sein. Der gebildete Adaptionswert wird ebenfalls der Motorsteuerung 5 zugeführt.

[0028] Erfindungsgemäß sind nun die Mittel 40, 45 zur Rückrechnung vorgesehen. Durch die ersten Mittel 40 zur Rückrechnung wird der Einfluss des systematischen Fehlers der ersten Art von Gemischabweichung auf die zuvor erfolgte Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung geschätzt. Ein in Abhängigkeit dieser Schätzung gebildeter Korrekturwert wird von den ersten Mitteln 40 der Rückrechnung den zweiten Adaptionsmitteln 35 zugeführt. Die zweiten Adaptionsmittel 35 korrigieren dann ihren Adaptionswert anhand dieses Korrekturwertes und führen den korrigierten Adaptionswert der Motorsteuerung 5 zu. Entsprechend können die zweiten Mittel 45 den Einfluss des systematischen Fehlers der zweiten Art von Gemischabweichung auf eine zuvor erfolgte Adaption der ersten Art von Gemischabweichung abschätzen und einen entsprechenden Korrekturwert bilden, der den ersten Adaptionsmitteln 30 zugeführt wird. Die ersten Adaptionsmittel 30 können dann ihren Adaptionswert anhand des von den zweiten Mitteln 45 zugeführten Korrekturwertes korrigieren und den korrigierten Adaptionswert der Motorsteuerung 5 zuführen.

[0029] Die Rückrechnung bzw. Korrektur anhand der Mittel 40, 45 erfordert keinen weiteren Adaptionsschritt und spart deshalb Gemischadapionszeit ein. Die Korrektur des Adaptionswertes der zweiten Adaptionsmittel durch die ersten Mittel 40 kann während oder nach der Adaption des systematischen Fehlers der ersten Art von Gemischabweichung durch die ersten Adaptionsmittel 30 erfolgen. Die Korrektur des Adaptionswertes der ersten Adaptionsmittel 30 durch die zweiten Mittel 45 kann während oder nach der Adaption des systematischen Fehlers der zweiten Art von Gemischabweichung durch die zweiten Adaptionsmittel 35 erfolgen.

[0030] Die von den Mitteln 40, 45 durchgeführte Schätzung bzw. Ermittlung der entsprechenden Korrekturwerte kann auf eine im Leerlauf des Verbrennungsmotors eingespritzte Kraftstoffmasse bezogen sein. Weiterhin kann es vorgesehen sein, dass die Schätzung bzw. die Bildung des Korrekturwertes durch die ersten Mittel 40 in Abhängigkeit der Stabilität der in den ersten Adaptionsmitteln 30 durchgeführten Adaption der ersten Art von Gemischabweichung durchgeführt wird. Entsprechend kann es vorgesehen sein, dass die Schätzung bzw. Bildung des Korrekturwertes der zweiten Mittel 45 in Abhängigkeit der Stabilität der von den zweiten Adaptionsmitteln 35 durchgeführten Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung durchgeführt wird. Die Stabilität der Adaption lässt sich für die Adaptionswerte der beiden Adaptionsmittel 30, 35 in der Motorsteuerung 5 in der zuvor beschriebenen Weise ermitteln, indem beispielsweise geprüft wird, ob die Änderungsgeschwindigkeit des jeweiligen Adaptionswertes kleiner als die vorgegebene Schwelle ist, was für eine stabile Adaption spricht. Zusätzlich kann die Motorsteuerung 5 prüfen, ob das Kraftstoff-Luft-Verhältnis, das von den Gemischerfassungsmitteln 25 erfasst wird, nicht mehr als den vorgegebenen Wert vom Neutralwert abweicht. Der entsprechende Adaptionswert der ersten Adaptionsmittel 30 bzw. der zweiten Adaptionsmittel 35 wird in diesem Beispiel nur dann als stabil betrachtet, wenn diese Abweichung kleiner als der vorgegebene Wert ist. Andernfalls gilt der entsprechende Adaptionswert als instabil. Zu diesem Zweck können die Gemischerfassungs-

mittel 25 auch durch eine feste Verbindung mit der Motorsteuerung 5 unabhängig von der Schalterstellung des Schalters 50 verbunden sein, um die Stabilitätsprüfung auch dann durchzuführen, wenn die Adaption noch aktiv ist. Dies ist in Figur 1 gestrichelt dargestellt.

[0031] Für den Fall einer stabilen Adaption der ersten Art von Gemischabweichung kann es vorgesehen sein, dass eine Änderung dieser Adaption vollständig bei der Korrektur der Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung berücksichtigt wird. Bei der Änderung der Adaption kann es sich um die Differenz zwischen dem von den ersten Adaptionsmitteln 30 aktuell gebildeten Adaptionswert und einem zuvor gültigen Adaptionswert für die Adaption der ersten Art von Gemischabweichung handeln. Entsprechend kann für den Fall einer stabilen Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung eine Änderung dieser Adaption vollständig bei der Korrektur der Adaption der ersten Art von Gemischabweichung berücksichtigt werden.

[0032] Für den Fall einer instabilen Adaption der ersten Art von Gemischabweichung kann die Korrektur der Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung auf eine Änderung der Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung begrenzt werden. Bei der Änderung der Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung kann es sich dabei beispielsweise um die Differenz zwischen dem aktuellen Adaptionswert der zweiten Adaptionsmittel 35 und einem vorherigen Adaptionswert der zweiten Adaptionsmittel 35 handeln. Entsprechend kann für den Fall einer instabilen Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung die Korrektur der Adaption der ersten Art von Gemischabweichung auf eine Änderung der Adaption der ersten Art von Gemischabweichung begrenzt werden. Auf diese Weise wird eine Überkompensation der Adaptionswerte bei der Korrektur verhindert.

[0033] Die beschriebene Bildung der Korrekturwerte in Abhängigkeit der Stabilität der Adaption kann in den Mitteln 40, 45 zur Rückrechnung in Abhängigkeit jeweils eines Steuersignals von der Motorsteuerung 5 erfolgen, die wie beschrieben die Stabilität der jeweiligen Adaption bezüglich des Adaptionswertes in den jeweiligen Adaptionsmitteln 30, 35 überprüft.

[0034] In Abhängigkeit der gebildeten Adaptionswerte bildet die Motorsteuerung 5 ein Kraftstoffzumess-Signal zur Ansteuerung der Kraftstoffzumessvorrichtung 20, um das Kraftstoff-Luft-Gemisch entsprechend den Adaptionswerten zu adaptieren. Dazu kann das Kraftstoffzumess-Signal die Einspritzzeit und/oder die Einspritzmenge des oder der Einspritzventile des Verbrennungsmotors entsprechend beeinflussen oder verändern. Zu diesem Zweck können auch mehrere Kraftstoffzumess-Signale von der Motorsteuerung 5 gebildet werden. Die Kraftstoffzumessvorrichtung 20 umfasst ein oder mehrere Einspritzventile des Verbrennungsmotors.

[0035] Das Ausführungsbeispiel wurde bislang allgemein anhand einer ersten Art von Gemischabweichung und einer zweiten Art von Gemischabweichung beschrieben. Bei der ersten Art von Gemischabweichung kann es sich beispielsweise um eine additive Gemischabweichung und bei der zweiten Art von Gemischabweichung um eine multiplikative Gemischabweichung handeln. Alternativ kann es sich umgekehrt bei der ersten Art von Gemischabweichung um eine multiplikative Gemischabweichung und bei der zweiten Art von Gemischabweichung um eine additive Gemischabweichung handeln.

[0036] Anhand des Ablaufplans nach Figur 2 wird im Folgenden ein konkretes Beispiel für das erfindungsgemäße Verfahren angegeben. Dabei soll es sich beispielhaft bei der ersten Art von Gemischabweichung um die multiplikative Gemischabweichung und bei der zweiten Art von Gemischabweichung um die additive Gemischabweichung handeln. Das Programm startet während oder nach der Adaption der multiplikativen Gemischabweichung. Bei einem Programmpunkt 100 wird die Adaption der multiplikativen Gemischabweichung in den ersten Adaptionsmitteln 30 durchgeführt und der dabei gebildete Adaptionswert, der im Folgenden auch als multiplikativer Adaptionswert bezeichnet wird, an die Motorsteuerung 5 übertragen und dort zwischengespeichert. Der Schalter 50 ist dabei derart angesteuert, dass er die Gemischerfassungsmittel 25 mit den ersten Adaptionsmitteln 30 verbindet. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 105 verzweigt. Bei Programmpunkt 105 prüft die Motorsteuerung 5, ob der Adaptionswert der zweiten Adaptionsmittel 35, der im Folgenden auch als additiver Adaptionswert bezeichnet wird und in einer vorausgegangenen Adaption der additiven Gemischabweichung ermittelt wurde, stabil ist. Ist dies der Fall, so wird zu einem Programmpunkt 110 verzweigt, andernfalls wird zu einem Programmpunkt 120 verzweigt.

[0037] Bei Programmpunkt 110 prüft die Motorsteuerung 5, ob die Adaption der multiplikativen Gemischabweichung beendet ist, d.h. ob der multiplikative Adaptionswert stabil ist. Ist dies der Fall, so wird zu einem Programmpunkt 115 verzweigt, andernfalls wird zu Programmpunkt 100 zurück verzweigt und die Adaption der multiplikativen Gemischabweichung fortgesetzt. Bei Programmpunkt 115 wird in den Mitteln 40 der Korrekturwert für die Adaption der additiven Gemischabweichung wie folgt gebildet:

$$\text{KORR1} = (\text{frai_b} - \text{fraistr_b}) * \text{ORAMX/RKLLMX} \quad (1)$$

[0038] Dabei ist

frai_b der zwischengespeicherte aktuelle multiplikative Adaptionswert, der den Mitteln 40 von der Motorsteuerung

fraistrt_b rung 5 oder den ersten Adaptionenmitteln 30 zugeführt ist.
 der zu Beginn der Adaption der multiplikativen Gemischabweichung zwischengespeicherte multiplikative
 Adaptionenwert, der den Mitteln 40 ebenfalls von der Motorsteuerung 5 zugeführt sein kann.
 ORAMX ein vorgegebener maximaler additiver Adaptionenwert
 5 RKLLMX die relative eingespritzte Kraftstoffmasse in Bezug auf die Gesamtmasse des Kraftstoff-Luft-Gemisches
 bei einer maximal auftretenden Gemischabweichung vom vorgegebenen Neutralwert im Leerlauf.

[0039] Anschließend wird der Korrekturwert KORR1 der ersten Mittel 40 den zweiten Adaptionenmitteln 35 zugeführt.
 Dort wird ein neuer additiver Adaptionenwert oraneu_w aus der Differenz zwischen einem in einer zuvor erfolgten Ad-
 10 aption der additiven Gemischabweichung gebildeten additiven Adaptionenwert ora_w und dem Korrekturwert KORR1
 der ersten Mittel 40 gebildet. Somit ergibt sich der neue additive Adaptionenwert oraneu_w wie folgt:

$$\text{oraneu_w} = \text{ora_w} - \text{KORR1} \quad (2)$$

15 **[0040]** Dieser neue additive Adaptionenwert oraneu_w wird dann der Motorsteuerung 5 zugeführt. Anschließend wird
 das Programm verlassen. Bei Programmpunkt 120 wird in der Motorsteuerung 5 ein Maximalwert berechnet, um den
 der aus der zuvor erfolgten Adaption der additiven Gemischabweichung gebildete additive Adaptionenwert ora_w kor-
 rigiert werden darf. Dieser Maximalwert wird dorarmx_w bezeichnet und wie folgt berechnet:

$$\text{dorarmx_w} = \text{ora_w} - \text{oralt_w} \quad (3)$$

25 **[0041]** Dabei ist

oralt_w der additive Adaptionenwert zu Beginn der Fahrt, also der zu Beginn der additiven Adaption in der Motor-
 steuerung 5 zwischengespeicherte additive Adaptionenwert.

30 **[0042]** Anschließend wird zu einem Programmpunkt 125 verzweigt. Bei Programmpunkt 125 prüft die Motorsteue-
 rung 5 in der beschriebenen Weise, ob die Adaption der multiplikativen Gemischabweichung beendet ist. Ist dies der
 Fall, so wird zu einem Programmpunkt 130 verzweigt, andernfalls wird zu Programmpunkt 100 zurück verzweigt und
 die Adaption der multiplikativen Gemischabweichung fortgesetzt.

35 **[0043]** Bei Programmpunkt 130 wird ein zweiter Korrekturwert KORR2 von den ersten Mitteln 40 zur Rückrechnung
 wie folgt gebildet:

$$\text{KORR2} = \min\{(\text{frai_w} - \text{fraistr_w}) * \text{ORAMX/RKLLMX}; \text{dorarmx_w}\} \quad (4)$$

40 **[0044]** Auf diese Weise wird der zweite Korrekturwert KORR2 auf den Maximalwert dorarmx_w begrenzt, um den
 der bei der zuvor erfolgten Adaption der additiven Gemischabweichung gebildete additive Adaptionenwert ora_w kor-
 rigiert werden darf. Somit wird sichergestellt, dass es nicht zu einer Überkompensation des Einflusses der multiplika-
 tiven Gemischabweichung auf die zuvor erfolgte Adaption der additiven Gemischabweichung bei einem instabilen
 additiven Adaptionenwert kommt. Auch der zweite Korrekturwert KORR2 wird den zweiten Adaptionenmitteln 35 zuge-
 45 führt, die dann in der beschriebenen Weise den neuen additiven Adaptionenwert oraneu_w gemäß Gleichung (3) bilden
 und diesen neuen additiven Adaptionenwert oraneu_w der Motorsteuerung 5 zuführen. Anschließend wird das Pro-
 gramm ebenfalls verlassen.

50 **[0045]** Wenn also bei Programmpunkt 105 festgestellt wurde, dass der additive Adaptionenwert ora_w vor Beginn der
 Adaption der multiplikativen Gemischabweichung einen stabilen Wert erreicht hat, ist davon auszugehen, dass der
 gesamte multiplikative Fehler fälschlicher Weise in den additiven Adaptionenwert ora_w übernommen wurde. Somit
 kann gemäß Programmpunkt 115 die gesamte Änderung des multiplikativen Adaptionenwertes, also die Differenz frai_w
 - fraistr_w zur Rückrechnung und Korrektur des additiven Adaptionenwertes herangezogen werden. Wenn bei Pro-
 grammpunkt 105 festgestellt wurde, dass der additive Adaptionenwert ora_w vor Beginn der Adaption der multiplikativen
 Gemischabweichung keinen stabilen Wert erreicht hat, so muss die Rückrechnung des additiven Adaptionenwertes bei
 55 Programmpunkt 130 auf den Anteil begrenzt werden, den sowohl die Adaption der additiven Gemischabweichung, als
 auch die Adaption der multiplikativen Gemischabweichung in die gleiche Richtung adaptiert haben. Dieser Anteil wird
 durch den zweiten Korrekturwert KORR2 gemäß Gleichung (4) repräsentiert.

[0046] Anhand eines Zahlenbeispiels wird das erfindungsgemäße Verfahren weiter verdeutlicht. Dabei sei ange-
 nommen, dass der zu Beginn der Adaption der multiplikativen Gemischabweichung zwischengespeicherte multiplika-

tive Adaptionwert $\text{frastr}_w = 1$ und der additive Adaptionwert oralt_w zu Beginn der Adaption der additiven Gemischabweichung $= 0$ ist. Es sei weiterhin angenommen, dass ein systematischer multiplikativer Fehler in der Gemischzusammensetzung vorliegt, der zu einer Gemischzusammensetzung führt, die um 25% zu mager ist. Weiterhin sei angenommen, dass zunächst der untere Last-Drehzahl-Bereich vorliegt und von der Motorsteuerung 5 detektiert wird. Dies führt zur Verbindung der Gemischerfassungsmittel 25 über den Schalter 50 mit den zweiten Adaptionsmitteln 35 und zunächst einer Adaption der additiven Gemischabweichung. Bei dieser Adaption wird von den zweiten Adaptionsmitteln 35 der additive Adaptionwert $\text{ora}_w = 6,0$ gebildet. In diesen additiven Adaptionwert ora_w fließt dabei fälschlicherweise auch der systematische multiplikative Gemischfehler mit ein. Weiterhin sei angenommen, dass der gebildete additive Adaptionwert ora_w nach Abschluss der Adaption der additiven Gemischabweichung stabil auf dem Wert 6,0 bleibt. Anschließend wird von der Motorsteuerung 5, in diesem Beispiel der mittlere Last-Drehzahl-Bereich detektiert und der Schalter 50 zur Verbindung der Gemischerfassungsmittel 25 mit den ersten Adaptionsmitteln 30 durch die Motorsteuerung 5 angesteuert. Es erfolgt somit die Adaption der multiplikativen Gemischabweichung. Diese führt zur Kompensation des multiplikativen systematischen Gemischfehlers durch Bildung des multiplikativen Adaptionwertes $\text{fra}_w = 1,25$. Nach Abschluss der Adaption der multiplikativen Gemischabweichung wird gemäß Programmpunkt 115 aufgrund der vorangegangenen stabilen Adaption der additiven Gemischabweichung der erste Korrekturwert KORR1 gebildet, der sich gerundet zu 5,42 ergibt. Dabei sei angenommen, dass als Erfahrungswerte für ORAMX der Wert 6,5 und für RKLLMX der Wert 0,3 verwendet wird. Somit ergibt sich bei Programmpunkt 115 für den neuen additiven Adaptionwert oraneu_w mit $\text{ora}_w = 6,0$ und $\text{KORR1} = 5,42$ der Wert 0,58.

[0047] Da nur ein multiplikativer systematischer Gemischfehler und kein additiver systematischer Gemischfehler vorausgesetzt wurde, wurde für den additiven Adaptionwert nach der Korrektur der Wert Null erwartet. Die sich ergebende Abweichung kann durch eine Rückadaption der additiven Gemischabweichung mit geringerem Zeitaufwand realisiert werden, als dies beim nicht korrigierten additiven Adaptionwert von 6,0 der Fall wäre. Die sich ergebende Abweichung ist dabei auf die Ungenauigkeit der relativen Kraftstoffmasse RKLLMX zurück zu führen. Eine genaue Ermittlung dieses Wertes, beispielsweise während der Adaption der additiven Gemischabweichung kann zu einer Reduktion der genannten Abweichung und damit gegebenenfalls zum Entfallen der Rückadaption führen.

[0048] Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird eine Verringerung der Gemischadapionszeit bei gleichbleibender Diagnosesicherheit für das Gemischsystem erreicht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Adaption eines Kraftstoff-Luft-Gemischs bei einem Verbrennungsmotor, bei dem verschiedene Arten von Gemischabweichungen adaptiert werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** während oder nach Adaption einer ersten Art von Gemischabweichung der Einfluss der ersten Art von Gemischabweichung auf eine zuvor erfolgte Adaption einer zweiten Art von Gemischabweichung geschätzt wird und dass die Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung in Abhängigkeit dieser Schätzung korrigiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als erste Art von Gemischabweichung eine additive Gemischabweichung und als zweite Art von Gemischabweichung eine multiplikative Gemischabweichung adaptiert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als erste Art von Gemischabweichung eine multiplikative Gemischabweichung und als zweite Art von Gemischabweichung eine additive Gemischabweichung adaptiert werden.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schätzung auf eine im Leerlauf eingespritzte Kraftstoffmasse bezogen wird.
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schätzung in Abhängigkeit der Stabilität der Adaption der ersten Art von Gemischabweichung durchgeführt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** für den Fall einer stabilen Adaption der ersten Art von Gemischabweichung eine Änderung dieser Adaption vollständig bei der Korrektur der Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung berücksichtigt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** für den Fall einer instabilen Adaption der ersten Art von Gemischabweichung die Korrektur der Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung auf eine Änderung der Adaption der zweiten Art von Gemischabweichung begrenzt wird.

8. Elektronische Steuereinrichtung (1) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

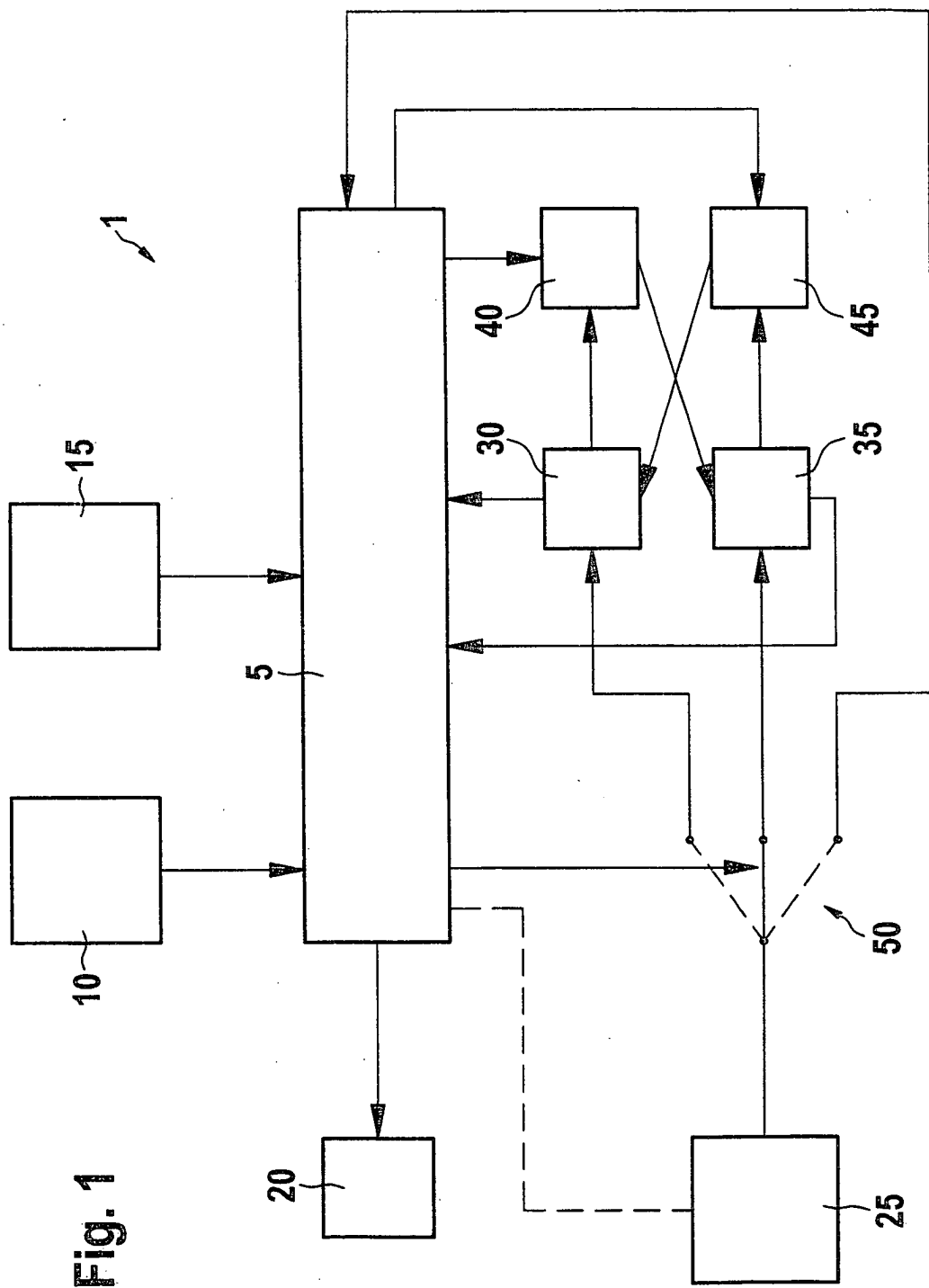


Fig. 1

