



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 20 277 A1** 2004.12.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 20 277.3**

(22) Anmeldetag: **07.05.2003**

(43) Offenlegungstag: **02.12.2004**

(51) Int Cl.7: **F02B 37/16**

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

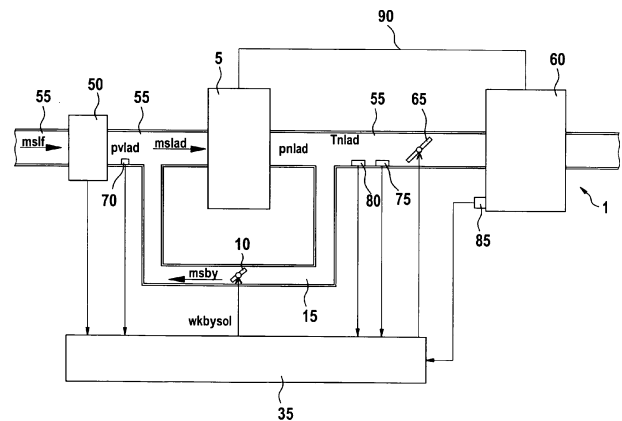
(72) Erfinder:

Wild, Ernst, 71739 Oberriexingen, DE; Wegener, Sabine, 71679 Asperg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben einer Brennkraftmaschine**

(57) Zusammenfassung: Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) vorgeschlagen, die eine genaue und schnell reagierende Vorsteuerung für eine Ladedruckregelung ermöglichen. Die Brennkraftmaschine (1) umfasst einen Verdichter (5) zur Verdichtung der der Brennkraftmaschine (1) zugeführten Luft, wobei ein vorgegebener Sollladedruck über ein Stellement (10) in einem Bypass (15) zum Verdichter (5) eingestellt wird. Aus dem Sollladedruck wird ein Sollluftmassenstrom durch den Bypass (15) ermittelt. Aus dem Sollluftmassenstrom durch den Bypass (15) wird ein Sollwert für die Stellung des Stellementes (10) abgeleitet.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht von einem Verfahren und von einer Vorrichtung zum Betreiben einer Brennkraftmaschine nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche aus.

Stand der Technik

[0002] Es sind bereits Brennkraftmaschinen bekannt, beispielsweise Ottomotoren oder Dieselmotoren, die einen Verdichter zur Verdichtung der der Brennkraftmaschine zugeführten Luft umfassen. Dabei wird der Verdichter durch einen Bypass umgangen. Der Bypass umfasst ein Stellelement, das variabel eingestellt werden kann. Durch geeignete Einstellung des Stellelements lässt sich ein vorgegebener Sollladedruck einstellen.

[0003] Um beispielsweise Ottomotoren aufzuladen, werden neben Abgasturboladern auch mechanische Lader eingesetzt. Ein mechanischer Lader ist über ein Getriebe mit einem Motor der Brennkraftmaschine verbunden. Die Drehzahl des mechanischen Laders hängt deshalb starr an der Motordrehzahl. In manchen Fällen ist zwischen dem mechanischen Lader und dem Motor eine Kupplung installiert, mit der die Verbindung zum Motor aufgetrennt werden kann. Um ein Verdichterdruckverhältnis des mechanischen Laders und damit den Ladedruck stetig einstellbar zu machen, wird um den mechanischen Lader der oben beschriebene Bypass gelegt. Das Stellelement im Bypass, das beispielsweise als Drosselklappe ausgebildet sein kann, wird so gesteuert, dass ein Teil der verdichteten Luft wieder zurückfließt und erneut verdichtet wird, den abhängig von der Drehzahl des mechanischen Laders und dem Luftdurchsatz durch den mechanischen Lader stellt sich am mechanischen Lader ein bestimmtes Verdichterdruckverhältnis ein. Durch Variation des Luftdurchsatzes wird der gewünschte Sollladedruck eingestellt.

[0004] Es ist weiterhin bekannt, die Stellung des Stellelements über ein appliziertes Kennfeld zu ermitteln, das mit der Drehzahl des mechanischen Laders und dem Sollladedruck adressiert ist. Ein solches Kennfeld liefert aber nur für einen eingeschränkten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine korrekten Wert für die Stellung des Stellelements zur Einstellung des gewünschten Sollladedrucks. Temperatur- und Druckänderungen bleiben dabei weitgehend unberücksichtigt.

Aufgabenstellung

Vorteile der Erfindung

[0005] Das erfindungsgemäße Verfahren und erfindungsgemäße Vorrichtung mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche haben demgegenüber den Vorteil, dass aus dem Sollladedruck ein Sollluftmassenstrom durch den Bypass ermittelt wird und dass aus dem Sollluftmassenstrom durch den Bypass ein Sollwert für die Stellung des Stellelementes abgeleitet wird. Auf diese Weise lassen sich die physikalischen Zusammenhänge zwischen der Stellung des Stellelementes und dem einzustellenden Sollladedruck besser berücksichtigen, so dass auch Temperatur- und Druckänderungen für die Bestimmung der Stellung des Stellelementes berücksichtigt werden und die Stellung des Stellelementes für einen weitgehend unbeschränkten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine korrekt ermittelt werden kann. Somit wird in allen Betriebsbereichen der Brennkraftmaschine aufgrund einer physikalisch basierten Funktion ein guter Vorsteuerungswert für die Stellung des Stellelementes und damit die Erreichung des Sollladedruckes geliefert. Dabei lassen sich stationär die Betriebspunkte des einzustellenden Sollladedruckes hinreichend genau einstellen. Bei messbaren Änderungen im Verhältnis des Sollladedruckes zum Istladedruck ist dabei eine sofortige Änderung der Einstellung Stellelementes möglich. Ein zusätzlicher Regler, der den Sollladedruck mit dem Istladedruck vergleicht und damit die Stellung des Stellelementes korrigiert, braucht dann nur noch nicht messbare Störungen ausregeln, die sich beispielsweise auf Grund von Ungenauigkeiten des physikalischen Modells bzw. der physikalischen Funktion ergeben.

[0006] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich.

[0007] Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Sollwert für die Stellung des Stellelementes aus dem Sollluftmassenstrom durch den Bypass mittels einer invertierten und auf Normbedingungen bezogenen Durchflusskennlinie ermittelt wird. Auf diese Weise lässt sich der Sollwert für die Stellung der Stellelementes besonders einfach ermitteln, da die auf die Normbedingungen bezogene Durchflusskennlinie in der Regel vom Hersteller angegeben wird.

[0008] Vorteilhaft ist weiterhin, wenn die aktuellen Bedingungen für Druck, Temperatur und/oder Strömungsgeschwindigkeit durch jeweils einen Korrekturfaktor berücksichtigt werden. Auf diese Weise lassen sich trotz der auf die Normbedingungen bezogenen Durchflusskennlinie die aktuellen Bedingungen auf einfache Weise berücksichtigen.

[0009] In besonders einfacher Weise kann der Sollluftmassenstrom durch den Bypass in Abhängigkeit eines Sollluftmassenstroms durch den Verdichter ermittelt werden.

[0010] Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Sollluftmassenstrom durch den Verdichter aus einem invertierten Verdichterkennfeld in Abhängigkeit einer Verdichterdrehzahl und eines Sollverdichterdruckverhältnisses ermittelt wird. Auf diese Weise lässt sich der Sollluftmassenstrom durch den Verdichter besonders einfach ermitteln, da das Verdichterkennfeld in der Regel vom Hersteller angegeben wird und zudem in allen Betriebsbereichen der Brennkraftmaschine gültig und weder temperatur- noch druckabhängig ist.

[0011] Besonders vorteilhaft ist es, wenn bei Ausbildung des Verdichters als mechanischer Lader die Verdichterdrehzahl aus einer Motordrehzahl der Brennkraftmaschine abgeleitet wird. Auf diese Weise lässt sich das invertierte Verdichterkennfeld besonders einfach adressieren.

Ausführungsbeispiel

Zeichnung

[0012] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen **Fig. 1** eine schematische Ansicht einer Brennkraftmaschine und **Fig. 2** ein Funktionsdiagramm zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0013] In **Fig. 1** kennzeichnet **1** eine Brennkraftmaschine, die beispielsweise ein Fahrzeug antreibt.

[0014] Die Brennkraftmaschine **1** umfasst einen Verbrennungsmotor **60**, der beispielsweise als Ottomotor oder als Dieselmotor ausgebildet sein kann. Im Folgenden wird beispielhaft angenommen, dass es sich beim Verbrennungsmotor **5** um einen Ottomotor handelt. Die nachfolgenden Betrachtungen gelten aber in gleicher Weise für einen Dieselmotor. Dem Ottomotor **60** ist über eine Luftzufuhr **55** Frischluft zugeführt. In der Luftzufuhr **55** ist zunächst ein Luftmassenmesser **50**, der beispielsweise als Heißfilm-Luftmassenmesser ausgebildet sein kann, angeordnet. Der Luftmassenmesser **50** misst den der Luftzufuhr **55** über ein in **Fig. 1** nicht dargestelltes Luftfilter zugeführten Frischluftmassenstrom m_{slf} und leitet den Messwert an eine erfindungsgemäße Vorrichtung **35** weiter, die in diesem Ausführungsbeispiel software- und/oder hardwaremäßig in einer Motorsteuerung implementiert sein kann. Im Folgenden soll der Einfachheit halber angenommen werden, dass die Vorrichtung **35** der Motorsteuerung entspricht. In **Fig. 1** ist die Strömungsrichtung der Frischluft in der Luftzufuhr **55** durch Pfeile kennzeichnet. Dem Luftmassenmesser **50** in Strömungsrichtung der Frischluft in der Luftzufuhr **55** nachfolgend ist ein erster Drucksensor **70** angeordnet, der den Druck p_{vlad} vor einem nachfolgend angeordneten Verdichter **5** misst und den Messwert an die Motorsteuerung **35** weiterleitet. Der Verdichter **5** in der Luftzufuhr **55** ist von einem Bypass **15** umgangen, der ein Stellelement **10**, das beispielsweise als Bypassventil ausgebildet sein kann, umfasst. Durch den Bypass **15** fließt ein Teil der vom Verdichter **5** verdichteten Luft wieder in Strömungsrichtung der Frischluft vor den Verdichter **5** zurück, um erneut durch den Verdichter **5** verdichtet zu werden. Der Luftmassenstrom m_{sby} durch den Bypass **15** addiert sich somit mit dem der Luftzufuhr **55** zugeführten Frischluftmassenstrom m_{slf} zu einem Luftmassenstrom m_{slad} durch den Verdichter **5**. Das Stellelement **10** wird von der Motorsteuerung **35** zur Einstellung eines vorgegebenen Sollluftmassenstroms m_{sbysol} durch den Bypass **15** angesteuert. Dazu gibt die Motorsteuerung **35** einen Sollwert w_{kbysol} für die Stellung des Stellelementes **10** vor. Dem Verdichter **5** in Strömungsrichtung der dem Ottomotor **60** zugeführten Luft nachfolgend ist in der Luftzufuhr **55** ein Temperatursensor **80** und ein zweiter Drucksensor **75** angeordnet. Der Temperatursensor **80** misst die Temperatur T_{nlad} der Luft in der Luftzufuhr **55** in Strömungsrichtung nach dem Verdichter **5** und leitet den Messwert an die Motorsteuerung **35** weiter. Der zweite Drucksensor **75** misst den Druck p_{nlad} in der Luftzufuhr **55** in Strömungsrichtung nach dem Verdichter **5** und leitet den Messwert an die Motorsteuerung **35** weiter. Dem Temperatursensor **80** und dem zweiten Drucksensor **75** in Strömungsrichtung nachfolgend ist eine Drosselklappe **65** angeordnet, deren Stellung ebenfalls von der Motorsteuerung **35** zur Erzielung einer für die Verbrennung im Ottomotor **60** gewünschten Füllung in dem Fachmann bekannter Weise angesteuert wird. Im Falle eines Dieselmotors ist die Drosselklappe **65** üblicherweise nicht vorhanden.

Weitere Bestandteile des Ottomotors **60**, wie z. B. Einspritzung und Zündung sind in **Fig. 1** aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt. Am Ottomotor **60** ist ein Drehzahlsensor **85** angeordnet, der die Motordrehzahl misst und den Messwert an die Motorsteuerung **35** weiterleitet. Beim Verdichter **5** kann es sich beispielsweise um einen mechanischen Lader handeln, der über ein in **Fig. 1** schematisch angedeutetes Getriebe **90** mit dem Ottomotor **60** verbunden ist. Der mechanische Lader **5** wird somit über das Getriebe **90** vom Ottomotor **60** angetrieben. Die Drehzahl n_{lad} des mechanischen Laders **5** hängt deshalb starr an der Motordrehzahl. In manchen Fällen ist zwischen dem mechanischen Lader **5** und dem Ottomotor **60** eine Kupplung installiert, mit der die Verbindung zwischen dem mechanischen Lader **5** und dem Ottomotor **60** aufgetrennt werden kann. Das Verhältnis zwischen der Drehzahl n_{lad} des mechanischen Laders **5** und der Motordrehzahl des Ottomotors **60** ist durch die Übersetzung des Getriebes **90** fest vorgegeben und in der Motorsteuerung **35** bekannt. Somit kann die Motorsteuerung **35** aus dem Messwert für die Motordrehzahl und dem bekannten Verhältnis die Drehzahl n_{lad} des mechanischen Laders **5** leicht herleiten.

[0015] Abhängig von der Drehzahl n_{lad} des mechanischen Laders **5** und dem Luftmassenstrom m_{slad} durch den mechanischen Lader **5** stellt sich am mechanischen Lader **5** ein bestimmtes Verdichterdruckverhältnis V_v ein. Durch Variation des Luftmassenstroms m_{slad} durch den mechanischen Lader **5** wird ein gewünschter Soll-ladedruck p_{lsol} in Strömungsrichtung dem mechanischen Lader **5** in der Luftzufuhr **55** nachfolgend umgesetzt. Der vom zweiten Drucksensor **75** gemessene Druck p_{nlad} in Strömungsrichtung nach dem mechanischen Lader **5** ist dabei der Istladedruck. Ein Verdichterkennfeld $KFVERD$ des mechanischen Laders **5** ist beispielsweise vom Hersteller des mechanischen Laders **5** angegeben und beschreibt das Verdichterdruckverhältnis V_v über dem mechanischen Lader **5** als Funktion der Drehzahl n_{lad} des mechanischen Laders **5**, die im Folgenden auch als Laderdrehzahl bezeichnet wird, und des Luftmassenstroms m_{slad} durch den mechanischen Lader **5**. Es gilt also

$$V_v = KFVERD(m_{slad}, n_{lad}) \quad (1)$$

[0016] Aus dem gemessenen Druck p_{nlad} in Strömungsrichtung vor dem mechanischen Lader **5**, der beispielsweise dem Umgebungsdruck entsprechen und der alternativ auch in dem Fachmann bekannter Weise modelliert sein kann, und dem vorgegebenen Soll-ladedruck p_{lsol} lässt sich ein Sollverdichterdruckverhältnis V_{vsol} wie folgt berechnen:

$$V_{vsol} = p_{lsol}/p_{nlad} \quad (2)$$

[0017] Durch Invertierung des Verdichterkennfeldes $KFVERD$ wird auf der Grundlage von Gleichung (1) daraus ein Sollluftmassenstrom $m_{sladsol}$ durch den mechanischen Lader **5** wie folgt berechnet:

$$m_{sladsol} = INV_KFVERD(V_{vsol}, n_{lad}) \quad (3)$$

[0018] Dabei ist INV_KFVERD das invertierte Verdichterkennfeld $KFVERD$.

[0019] Der Sollluftmassenstrom $m_{sladsol}$ durch den mechanischen Lader **5** setzt sich zusammen aus dem der Luftzufuhr **55** über das Luftfilter zugeführten Frischluftmassenstrom m_{slf} und dem Sollluftmassenstrom m_{sbysol} durch den Bypass **15**. Somit ergibt sich

$$m_{sladsol} = m_{slf} + m_{sbysol} \quad (4)$$

[0020] Aus Gleichung (4) ergibt sich der Sollluftmassenstrom m_{sbysol} durch den Bypass **15** aus der Differenz zwischen dem Sollluftmassenstrom $m_{sladsol}$ durch den mechanischen Lader **5** und den Frischluftmassenstrom m_{slf} durch den Luftfilter:

$$m_{sbysol} = m_{sladsol} - m_{slf} \quad (5)$$

[0021] Aus dem Sollluftmassenstrom m_{sbysol} durch den Bypass **15** kann der Sollwert w_{kbysol} für die Stellung der Stellelementes **10** berechnet werden, der erforderlich ist, um den Sollluftmassenstrom m_{sbysol} durch den Bypass **15** umzusetzen. Die Beziehung zwischen dem Sollwert w_{kbysol} für die Stellung der Stellelementes **10** und dem Sollluftmassenstrom m_{sbysol} durch den Bypass **15** beschreibt die nachfolgende Gleichung:

$$m_{sbysol} = MSNBY(w_{kbysol}) \cdot f_{tnlad} \cdot f_{pnlad} \cdot KLAF(p_{nlad}/p_{nlad}) \quad (6)$$

[0022] Dabei ist $MSNBY$ eine Kennlinie für den Durchfluss durch den Bypass **15** unter Normbedingungen, die

den Sollluftmassenstrom m_{sbysol} durch den Bypass **15** in Abhängigkeit des Sollwertes w_{kbysol} für die Stellung der Stellelementes **10** abgibt und die beispielsweise ebenfalls vom Hersteller des Stellelementes **10** angegeben werden kann. Ist das Stellelement **10** beispielsweise als Bypassventil ausgebildet, so kann es sich bei dem Sollwert w_{kbysol} für die Stellung des Bypassventils um einen Sollventilhub handeln. Ist das Stellelement **10** beispielsweise als Bypassklappe ausgebildet, so kann es sich bei dem Sollwert w_{kbysol} für die Stellung der Bypassklappe um einen Sollwinkel für die Stellung der Bypassklappe handeln. Die Normbedingungen bestehen dabei in einer Normtemperatur T_{nlad_norm} in Strömungsrichtung nach dem mechanischen Lader **5** von 273 K, einem Normdruck p_{nlad_norm} in Strömungsrichtung nach dem mechanischen Lader **5** von 1013 hPa und einer Normströmungsgeschwindigkeit der durch den Bypass **15** transportierten Luft gleich der Schallgeschwindigkeit. Ein erster Korrekturfaktor f_{tnlad} berücksichtigt eine von der Normtemperatur T_{nlad_norm} abweichende Temperatur T_{nlad} in Strömungsrichtung nach dem mechanischen Lader **5** wie folgt:

$$f_{tnlad} = \sqrt{\frac{273K}{T_{nlad}}} \quad (7)$$

[0023] Ein zweiter Korrekturfaktor f_{pnlad} berücksichtigt einen vom Normdruck p_{nlad_norm} abweichenden Druck p_{nlad} in Strömungsrichtung nach dem mechanischen Lader **5** wie folgt:

$$f_{pnlad} = p_{nlad}/1013 \text{ hPa} \quad (8)$$

[0024] Die dritte Normgröße ist wie beschrieben die Strömungsgeschwindigkeit. Unter Normbedingungen beträgt sie wie beschrieben die Schallgeschwindigkeit. Dabei ist das Druckverhältnis über dem Stellelement **10** $p_{vld}/p_{nlad} < 0,52$ und eine normierte Ausflusskennlinie KLAf liefert als dritter Korrekturfaktor für die Strömungsgeschwindigkeit den Wert 1. Bei größeren Druckverhältnissen p_{vld}/p_{nlad} sinkt die Strömungsgeschwindigkeit und der dritte Korrekturfaktor KLAf für die Strömungsgeschwindigkeit ist kleiner 1. Die normierte Ausflusskennlinie KLAf als dritter Korrekturfaktor ist gemäß Gleichung (6) und in dem Fachmann bekannter Weise eine Funktion des Druckverhältnisses p_{vld}/p_{nlad} über dem Stellelement **10** und auf die Schallgeschwindigkeit normiert. Auf Kosten der Genauigkeit könnten weniger als die drei Korrekturfaktoren berücksichtigt werden. Der Druck p_{vld} in Strömungsrichtung vor dem mechanischen Lader **5** entspricht dem Druck in Strömungsrichtung der durch den Bypass **15** strömenden Luft nach dem Stellelement **10**. Die Strömungsrichtung der durch den Bypass **15** strömenden Luft ist in **Fig. 1** ebenfalls durch einen Pfeil gekennzeichnet. Der Druck p_{nlad} in Strömungsrichtung nach dem mechanischen Lader **5** entspricht dem Druck in Strömungsrichtung der durch den Bypass **15** strömenden Luft vor dem Stellelement **10**.

[0025] Eine Vorschrift zur Berechnung des Sollwertes w_{kbysol} für die Stellung des Stellelementes **10** erhält man, wenn man Gleichung (6) nach dem Sollwert w_{kbysol} auflöst. Dabei verwendet man die invertierte Kennlinie INV_MSNBY für den Durchfluss durch den Bypass **15** unter Normbedingungen. Somit ergibt sich dieser Sollwert w_{kbysol} zu:

$$w_{kbysol} = INV_MSNBY(m_{sbysol}/(f_{pnlad} \cdot f_{tnlad} \cdot KLAf(p_{vld}/p_{nlad}))) \quad (9)$$

[0026] In **Fig. 2** ist ein Funktionsdiagramm für die Motorsteuerung **35** zur Ermittlung des Sollwertes w_{kbysol} für die Stellung der Stellelementes **10** dargestellt. Die Motorsteuerung **35** umfasst dabei eine erste Ermittlungseinheit **40**, die aus der Laderdrehzahl n_{lad} , dem Sollalldruck p_{sol} und dem Druck p_{vld} in Strömungsrichtung vor dem mechanischen Lader **5** den Sollluftmassenstrom $m_{sladsol}$ durch den mechanischen Lader **5** ermittelt. Dabei wird einem Kennfeld **30**, welches das invertierte Verdichterkennfeld INV_KFVERD ist, die Laderdrehzahl n_{lad} als erste Eingangsgröße zugeführt. Weiterhin wird der Sollalldruck p_{sol} in einem ersten Divisionsglied **95** durch den Druck p_{vld} in Strömungsrichtung vor dem mechanischen Lader **5** dividiert. Der so gebildete Quotient wird als zweite Eingangsgröße dem Kennfeld **30** zugeführt, das gemäß Gleichung (3) den Sollluftmassenstrom $m_{sladsol}$ durch den mechanischen Lader **5** bestimmt. Ferner umfasst die Motorsteuerung **35** eine zweite Ermittlungseinheit **45**, die aus dem Frischluftmassenstrom m_{slf} durch das Luftfilter, dem Druck p_{vld} in Strömungsrichtung vor dem mechanischen Lader **5**, dem Druck p_{nlad} in Strömungsrichtung nach dem mechanischen Lader **5**, dem Normdruck p_{nlad_norm} und dem ersten Korrekturfaktor f_{tnlad} den Sollwert w_{kbysol} für die Stellung des Stellelementes **10** ermittelt. Dabei wird vom Sollluftmassenstrom $m_{sladsol}$ durch den mechanischen Lader **5** der Frischluftmassenstrom m_{slf} durch das Luftfilter in einem Subtraktionsglied **115** subtrahiert. Die sich bildende Differenz ist der Sollluftmassenstrom m_{sbysol} durch den Bypass **15**. Der Sollluftmassenstrom m_{sbysol} durch den Bypass **15** wird einem vierten Divisionsglied **110** zugeführt und dort durch den Ausgang eines Multiplikationsgliedes **120** dividiert. Der so gebildete Quotient wird der invertierten Kennlinie INV_MSNBY für den Durchfluss durch den Bypass **15** als Eingangsgröße zugeführt, die gemäß Gleichung (9) den Sollwert w_{kbysol} für die Stellung des Stellelementes **10** ermittelt. Die Motorsteuerung **35** steuert das Stel-

lelement **10** Stand zur Umsetzung dieses Sollwertes w_{kbysol} an. Der Druck p_{vlad} in Strömungsrichtung vor dem mechanischen Lader **5** wird in einem zweiten Divisionsglied **100** durch den Druck p_{nlad} in Strömungsrichtung nach dem mechanischen Lader **5** dividiert. Der so gebildete Quotient wird der normierten Ausflusskennlinie KLA_F als Eingangsgröße zugeführt, wobei die normierte Ausflusskennlinie KLA_F in **Fig. 2** mit dem Bezugszeichen **25** gekennzeichnet ist. Sie liefert als Ausgang den dritten Korrekturfaktor und führt diesen als erste Eingangsgröße dem Multiplikationsglied **120** zu. Der Druck p_{nlad} in Strömungsrichtung nach dem mechanischen Lader **5** wird außerdem in einem dritten Divisionsglied **105** durch den Normdruck $p_{nlad_norm} = 1013$ hPa dividiert. Der so gebildete Quotient ist der zweite Korrekturfaktor und wird ebenfalls dem Multiplikationsglied **120** als zweite Eingangsgröße zugeführt. Dem Multiplikationsglied **120** wird außerdem als dritte Eingangsgröße der erste Korrekturfaktor f_{tnlad} gemäß Gleichung (7) zugeführt. Die drei Eingangsgrößen des Multiplikationsgliedes **120** werden im Multiplikationsglied **120** miteinander multipliziert. Das so gebildete Produkt ist dann die Ausgangsgröße des Multiplikationsgliedes **120** und wird dem vierten Divisionsglied **110** zugeführt.

[0027] Die Eingangsgrößen des Funktionsdiagrammes nach **Fig. 2**, nämlich der Frischluftmassenstrom m_{slf} durch das Luftfilter, die Laderdrehzahl n_{lad} bzw. die Motordrehzahl des Ottomotors **60**, der Druck p_{vlad} in Strömungsrichtung vor dem mechanischen Lader **5**, der Druck p_{nlad} in Strömungsrichtung nach dem mechanischen Lader **5** und der erste Korrekturfaktor f_{tnlad} bzw. die Temperatur T_{nlad} in Strömungsrichtung nach dem mechanischen Lader **5** können wie beschrieben jeweils durch einen entsprechenden Sensor gemessen oder in dem Fachmann bekannter Weise modelliert werden. Durch das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung **35** wird auf physikalischer Basis der Sollwert w_{kbysol} für die Stellung des Stellelementes **10** in Abhängigkeit des vorgegebenen Sollladedruckes p_{sol} berechnet, sodass eine in den Figuren nicht dargestellte Ladedruckregelung durch eine Vorsteuerung ergänzt wird, die auf messbare Störgrößen bei der Verwendung von Sensoren zur Ermittlung der genannten Eingangsgrößen des Funktionsdiagrammes nach **Fig. 2** sofort reagiert und dadurch die Ladedruckregelung entlastet, die erst eine Regelabweichung abwarten muss, bevor sie reagiert. Dadurch wird ein schnellstmögliches Erreichen des Sollladedruckes p_{sol} ohne zu große Überschwinger erreicht. Das bei aufgeladenen Motoren verzögerte Beschleunigen, Turboloch genannt, wird minimiert.

[0028] Als Verdichter **5** kann statt des mechanischen Laders auch ein beliebiger anderer Lader verwendet werden, der in der beschriebenen Weise von dem Bypass **15** mit dem Stellelement **10** umgangen wird und dessen Laderdrehzahl n_{lad} in der Motorsteuerung **35** bekannt ist. Dies kann z. B. auch bei einem elektrisch betriebenen Lader der Fall sein, der von einem von der Motorsteuerung **35** angesteuerten Elektromotor beispielsweise mit einer fest vorgegebenen und bekannten Laderdrehzahl n_{lad} oder mit einer in Abhängigkeit der Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine **1** und/oder einer in Abhängigkeit des einzustellenden Sollladedruckes p_{sol} von der Motorsteuerung **35** vorgegebenen Laderdrehzahl n_{lad} betrieben wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (**1**) mit einem Verdichter (**5**) zur Verdichtung der der Brennkraftmaschine (**1**) zugeführten Luft, wobei ein vorgegebener Sollladedruck über ein Stellelement (**10**) in einem Bypass (**15**) zum Verdichter (**5**) eingestellt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus dem Sollladedruck ein Sollluftmassenstrom durch den Bypass (**15**) ermittelt wird und dass aus dem Sollluftmassenstrom durch den Bypass (**15**) ein Sollwert für die Stellung des Stellelementes (**10**) abgeleitet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Sollwert für die Stellung des Stellelementes (**10**) aus dem Sollluftmassenstrom durch den Bypass (**15**) mittels einer invertierten und auf Normbedingungen bezogenen Durchflusskennlinie (**20**) ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die aktuellen Bedingungen für Druck, Temperatur und/oder Strömungsgeschwindigkeit durch jeweils einen Korrekturfaktor berücksichtigt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Korrekturfaktor für die Strömungsgeschwindigkeit mittels einer Ausflusskennlinie (**25**) in Abhängigkeit eines Druckes vor und eines Druckes nach dem Verdichter (**5**) ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sollluftmassenstrom durch den Bypass (**15**) in Abhängigkeit eines Sollluftmassenstroms durch den Verdichter (**5**) ermittelt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Sollluftmassenstrom durch den Verdich-

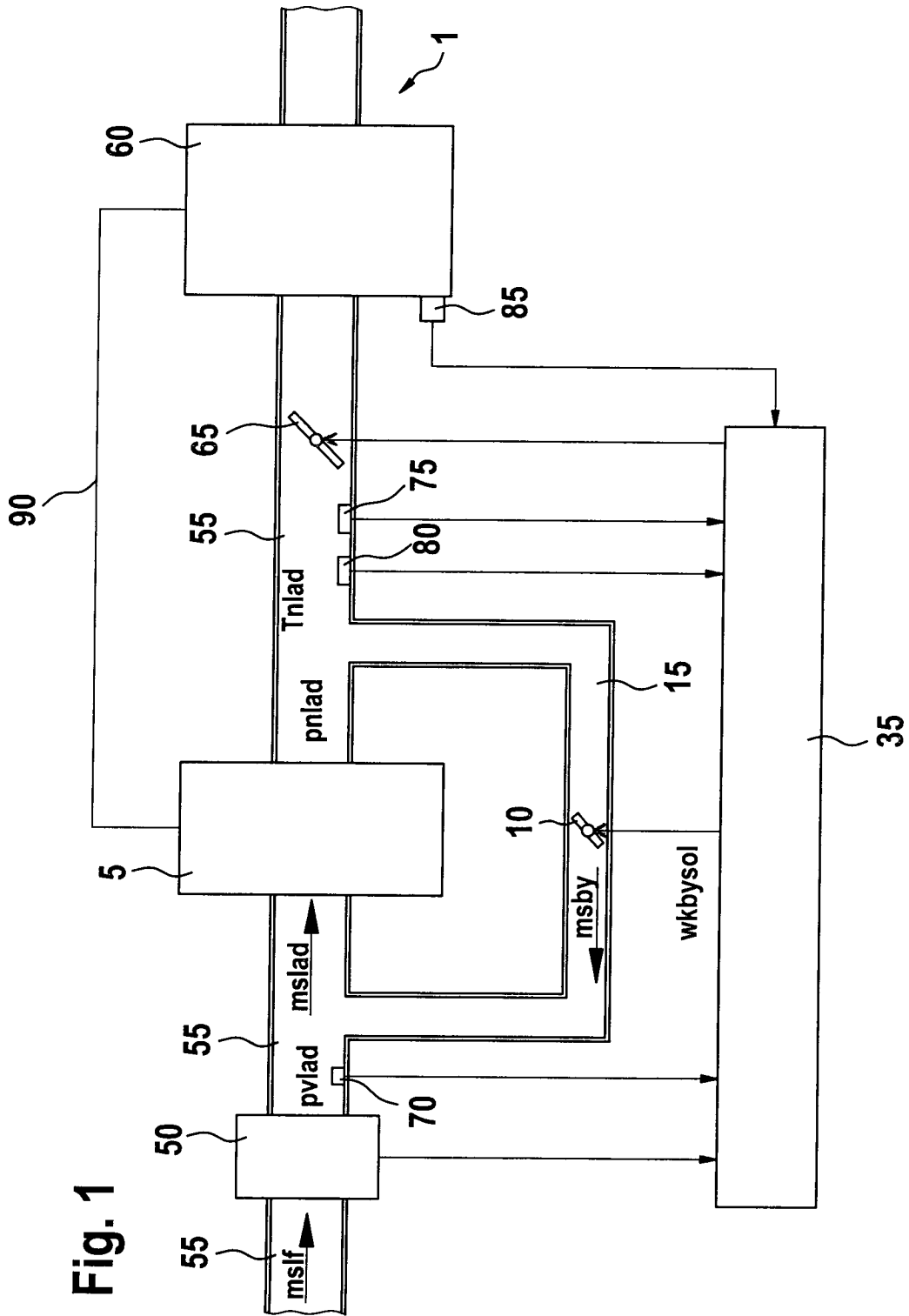
ter **(5)** aus einem invertierten Verdichterkennfeld **(30)** in Abhängigkeit einer Verdichterdrehzahl und eines Sollverdichterdruckverhältnisses ermittelt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei Ausbildung des Verdichters **(5)** als mechanischer Lader die Verdichterdrehzahl aus einer Motordrehzahl der Brennkraftmaschine **(1)** abgeleitet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Sollverdichterdruckverhältnis als Quotient aus dem Sollladedruck und einem Druck vor dem Verdichter **(5)** ermittelt wird.

9. Vorrichtung **(35)** zum Betreiben einer Brennkraftmaschine **(1)** mit einem Verdichter **(5)** zur Verdichtung der der Brennkraftmaschine **(1)** zugeführten Luft, wobei ein Stellelement **(10)** in einem Bypass **(15)** zum Verdichter **(5)** vorgesehen ist, das einen vorgegebenen Sollladedruck einstellt, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste Ermittlungseinheit **(40)** vorgesehen ist, die aus dem Sollladedruck einen Sollluftmassenstrom durch den Bypass **(15)** ermittelt, und dass eine zweite Ermittlungseinheit **(45)** vorgesehen ist, die aus dem Sollluftmassenstrom durch den Bypass **(15)** einen Sollwert für die Stellung des Stellelementes **(10)** ableitet.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen



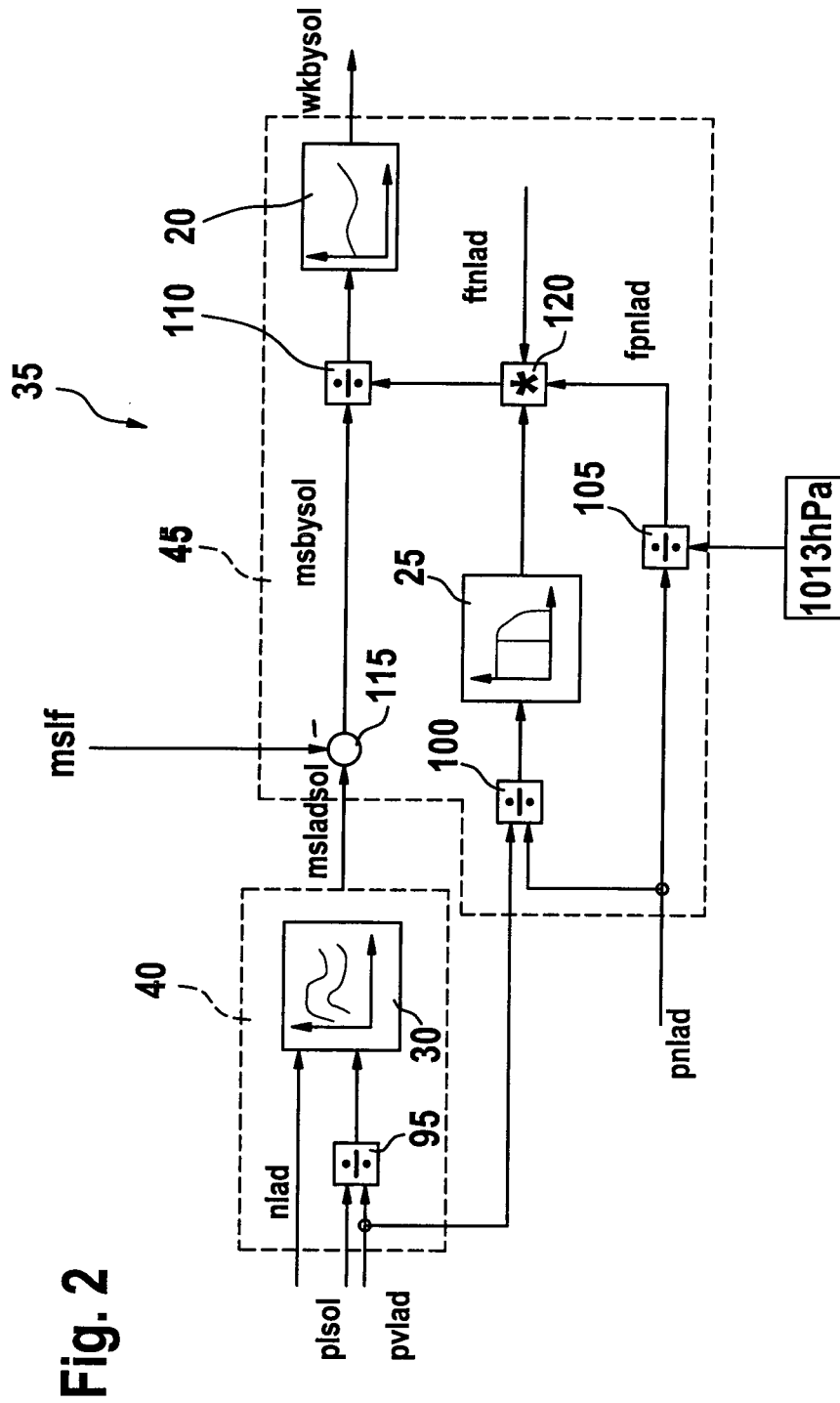


Fig. 2