



(10) **DE 103 03 391 B4** 2016.12.15

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **103 03 391.2**
 (22) Anmeldetag: **29.01.2003**
 (43) Offenlegungstag: **05.08.2004**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **15.12.2016**

(51) Int Cl.: **F02D 23/00 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

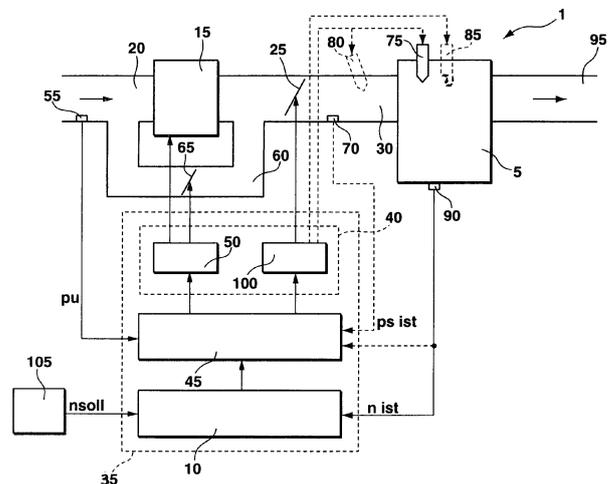
(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	32 05 721	A1
DE	40 13 647	A1
DE	199 12 890	A1

(72) Erfinder:
Bauerle, Michael, 71254 Ditzingen, DE

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben einer Antriebseinheit mit einem Verbrennungsmotor**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Betreiben einer Antriebseinheit (1) mit einem Verbrennungsmotor (5), bei dem in mindestens einem Betriebszustand von einer Regelung (10) ein Sollwert für mindestens einen Saugrohrdruck der Antriebseinheit (1) vorgegeben wird, um einen Istwert einer Betriebsgröße der Antriebseinheit (1) einem Sollwert der Betriebsgröße nachzuführen, dadurch gekennzeichnet, dass zur Einstellung des mindestens einen Saugrohrdrucks ein Verdichter (15) in einer Luftzufuhr (20) zum Verbrennungsmotor (5) aktiviert wird, wenn der Sollwert des mindestens einen Saugrohrdrucks einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet.



Beschreibung

Stand der Technik

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

[0002] In der DE 32 05 721 A1 wird eine Brennkraftmaschine für Fahrzeuge, insbesondere für Dieselfahrzeuge, die mit einem Abgasturbolader und einem zusätzlichen, mechanisch angetriebenen Lader ausgerüstet ist, offenbart. Dabei wird um einen günstigen Drehmomenten- und Leistungsverlauf der Brennkraftmaschine zu erreichen, sowie eine ladedruckabhängige Reduzierung der Vollastkraftstoffmenge entbehrlich zu machen, der mechanisch von der Brennkraftmaschine angetriebene Lader über eine schaltbare Kupplung im wesentlichen nur dann selbsttätig zugeschaltet, wenn die Drehzahl der Brennkraftmaschine unterhalb des Wirkungsbereiches des Turboladers und die Belastung der Brennkraftmaschine im vollastnahen Bereich liegt. Zusätzlich kann der mechanische Lader auch bei Leerlauf der Brennkraftmaschine zugeschaltet werden.

[0003] In der DE 199 12 890 A1 wird ein Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einem mechanisch angetriebenen Lader offenbart. Der mechanisch angetriebene Lader ist über eine Kupplung zu- und abstellbar und in einer Ladeluftleitung angeordnet wobei die Umluftleitung mit Umluftsteller die Saug- und die Druckseite des Laders verbindet und sich eine Drosselklappe vor dem Lader oder stromabwärts in der Ladeluftleitung befindet. Dabei wird vorgeschlagen, dass eine Motorsteuerung die Kupplung und/oder den Umluftsteller mit vorgebbaren Werten für einen Öffnungsgrad und/oder einen Schaltzustand der Kupplung ansteuert und in einem vorgegebenen Teillastbereich der Brennkraftmaschine der Umluftsteller die Umluftleitung schließt, wenn die Kupplung geöffnet ist

[0004] Die Offenlegungsschrift DE 40 13 647 A1 offenbart ein Steuerungssystem für eine Brennkraftmaschine mit einer Ladepumpe im Ansaugluftkanal zur Luftzuführung zu einem Zylinder der Maschine. Zwischen der Kurbelwelle der Maschine und einer Antriebswelle der Ladepumpe ist ein stufenlos verstellbares automatisches Riemengetriebe angeordnet. Das Riemengetriebe wird von einer Steuerung nach Maßgabe von Betriebszuständen der Maschine gesteuert. Eine Drosselklappe ist aufwärts des Luftstromes der Ladepumpe angeordnet und wird von der Steuerung verstellt.

[0005] Bei Verbrennungsmotoren ist bereits eine Leerlaufregelung bekannt, die beispielsweise in einem Leerlaufbetriebszustand des Verbrennungsmo-

tors eine Istdrehzahl des Verbrennungsmotors einer Soll-drehzahl nachführt und zu diesem Zweck ein indiziertes Solldrehmoment vorgibt.

[0006] Das indizierte Solldrehmoment ist das vom Verbrennungsmotor zu erzeugende Drehmoment an der Kurbelwelle. Das indizierte Solldrehmoment wird dabei im Falle eines Otto-Motors mit homogener Luft-/Kraftstoff-Gemischbildung über die Luftfüllung des Verbrennungsmotors oder im Falle eines Otto-Motors mit heterogener Luft-/Kraftstoff-Gemischbildung bzw. im Falle eines Dieselmotors über die Kraftstoffmenge als Stellgröße umgesetzt. Für die verwendete Stellgröße wird dabei ein dem indiziertem Solldrehmoment zugeordneter Sollwert vorgegeben.

[0007] In allen genannten Fällen stellt das begrenzte Luftangebot für den Verbrennungsmotor die Stellgrenze des Leerlaufreglers dar. Im Falle eines Otto-Motors kann dazu eine Drosselklappe in der Luftzufuhr bis zu einem maximal möglichen Öffnungsgrad geöffnet werden. Bei einem Dieselmotor kann die einzuspritzende Kraftstoffmenge nur bis zu einem mit der ungedrosselten Luftfüllung korrelierenden Wert erhöht werden. Darüber hinaus erhöht sich zunächst die Abgastrübung auf unzulässiger Werte, bei weiterer Erhöhung der eingespritzten Kraftstoffmasse ist in Folge des nicht weiter steigenden Gemischheizwertes kein weiterer Drehmomentgewinn erzielbar.

[0008] Die Stabilisierung der Leerlaufdrehzahl stellt insbesondere beim Rangieren eines Fahrzeuges ein wesentliches Komfortmerkmal dar. Speziell bei Fahrzeugen mit sogenannten Downsizing-Konzepten, beispielsweise unter Verwendung eines Abgasturboladers oder eines Kompressors, ist in Folge des deutlich reduzierten Hubraumes das maximal verfügbare Drehmoment des Leerlaufreglers eingeschränkt. In größeren Höhen über dem Meeresspiegel mit entsprechend reduziertem Umgebungsdruck erfahren diese Konzepte eine zusätzliche Einschränkung.

Vorteile der Erfindung

[0009] Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche haben demgegenüber den Vorteil, dass zur Einstellung der mindestens einen Stellgröße ein Verdichter in einer Luftzufuhr zum Verbrennungsmotor aktiviert wird, wenn der Sollwert der mindestens einen Stellgröße einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet. Auf diese Weise kann der Stellbereich der Regelung und damit der maximal verfügbare Wert für die Ausgangsgröße der Antriebseinheit durch Aktivierung des Verdichters ohne nennenswerten Mehraufwand ausgeweitet werden. Wird als Ausgangsgröße der Antriebseinheit ein Drehmoment gewählt, so ist auch bei Antriebseinheiten mit den sogenannten Downsizing-Konzepten, beispiels-

weise unter Verwendung eines elektrisch unterstützten Abgasturboladers oder eines Kompressors, trotz des deutlich reduzierten Hubraumes das maximal verfügbare Drehmoment der Regelung nicht eingeschränkt. Auch in größeren Höhen mit entsprechend reduziertem Umgebungsdruck erfahren solche Konzepte keine zusätzliche Einschränkung.

[0010] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich.

[0011] Besonders vorteilhaft ist es, wenn als vorgegebener Schwellwert der Umgebungsdruck gewählt wird. Auf diese Weise wird sicher gestellt, dass der Verdichter erst dann aktiviert wird, wenn der Sollwert für den Saugrohrdruck über dem Umgebungsdruck liegt, d. h. der Sollwert für den Saugrohrdruck nicht mehr nur durch geeignete Einstellung der Drosselklappe realisiert werden kann. Ein unnötiges Aktivieren des Verdichters wird auf diese Weise vermieden. Dies lässt sich besonders einfach realisieren, wenn aus dem Sollwert der Ausgangsgröße ein Sollwert für den Saugrohrdruck ermittelt wird, wobei für den Fall, in dem der Sollwert für den Saugrohrdruck den Umgebungsdruck überschreitet, zusätzlich zu einer vollständigen Öffnung eines Stellgliedes, insbesondere einer Drosselklappe, im Saugrohr der Verdichter und/oder ein Bypassventil derart angesteuert wird, dass er einen Ladedruck im Saugrohr aufbaut, der etwa dem Sollwert für den Saugrohrdruck entspricht.

Zeichnung

[0012] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0013] Es zeigen

[0014] Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Antriebseinheit mit einem Verbrennungsmotor,

[0015] Fig. 2 einen Ablaufplan für einen beispielhaften Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer ersten Ausführungsform und

[0016] Fig. 3 einen Ablaufplan für einen beispielhaften Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer zweiten Ausführungsform.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0017] In Fig. 1 kennzeichnet **1** eine Antriebseinheit, beispielsweise eines Kraftfahrzeugs. Die Antriebseinheit **1** umfasst einen Verbrennungsmotor **5**, der beispielsweise als Otto-Motor oder als Dieselmotor ausgebildet sein kann. Im Folgenden wird zunächst beispielhaft angenommen, dass der Verbrennungs-

motor **5** als Otto-Motor ausgebildet ist. Dem Verbrennungsmotor **5** ist über eine Luftzufuhr **20** Frischluft zuführbar, deren Strömungsrichtung in Fig. 1 durch einen Pfeil dargestellt ist. In der Luftzufuhr **20** ist ein Verdichter **15** angeordnet, der die dem Verbrennungsmotor **5** zuzuführende Frischluft verdichten kann. Der Verdichter **15** kann z. B. elektrisch angetrieben sein. Der Verdichter **15** kann rein elektrisch angetrieben sein und beispielsweise einen elektrischen Zusatzverdichter darstellen. Der Verdichter **15** kann aber auch der Verdichter eines elektrisch unterstützten Abgasturboladers sein. Gemäß einer weiteren Alternative kann der Verdichter **15** mechanisch angetrieben werden, vorzugsweise über eine Kurbelwelle des Verbrennungsmotors **5** über einen Riementrieb. In diesem Fall wird der Verdichter **15** auch als Kompressor bezeichnet. Zusätzlich zum Verdichter **15** können ein oder mehrere weitere Verdichter in Serie zum Verdichter **15** in der Luftzufuhr **20** angeordnet sein. Dabei kann es sich zusätzlich zu den genannten Verdichterarten auch um einen Verdichter eines Abgasturboladers ohne elektrische Unterstützung handeln.

[0018] Der Verdichter **15** kann, wie in Fig. 1 dargestellt, durch einen Bypass **60** mit einem Bypassventil **65** umgangen sein. Ist das Bypassventil **65** vollständig geschlossen, so wird die Frischluft vollständig über den Verdichter **15** geleitet. Ist das Bypassventil **65** völlig geöffnet, so wird die Frischluft vollständig über den Bypass **60** geleitet und nicht über den Verdichter **15**. Bei teilweiser Öffnung des Bypassventils **65** wird je nach Öffnungsgrad ein unterschiedlich großer Anteil an Frischluft über den Bypass **60** und der restliche Anteil der Frischluft über den Verdichter **15** dem Verbrennungsmotor **5** zugeführt. Dem Verdichter **15** in Strömungsrichtung nachfolgend ist in der Luftzufuhr **20** eine Drosselklappe **25** angeordnet. Über den Öffnungsgrad der Drosselklappe **25** kann die Luftzufuhr zum Verbrennungsmotor **5** eingestellt werden. Der der Drosselklappe **25** in Strömungsrichtung nachfolgende Teil der Luftzufuhr **20** wird auch als Saugrohr bezeichnet und ist in Fig. 1 durch das Bezugszeichen **30** gekennzeichnet. Über ein oder mehrere in Fig. 1 nicht dargestellte Einlassventile wird die Luft vom Saugrohr **30** in einen in Fig. 1 ebenfalls nicht dargestellten Brennraum des Verbrennungsmotors **5** geführt. Die Einspritzung von Kraftstoff kann entweder direkt über ein erstes Einspritzventil **75** in den Brennraum erfolgen oder indirekt über ein in Fig. 1 gestrichelt dargestelltes zweites Einspritzventil **80** im Saugrohr **30**. Zur Zündung des sich im Brennraum befindenden Luft-/Kraftstoff-Gemisches ist eine Zündkerze **85** vorgesehen und in Fig. 1 ebenfalls gestrichelt dargestellt. Über ein oder mehrere in Fig. 1 nicht dargestellte Auslassventile wird das bei der Verbrennung des Luft-/Kraftstoff-Gemisches im Brennraum entstehende Abgas einem Abgasstrang **95** zugeführt und dort in der ebenfalls durch einen Pfeil gekennzeichneten

Strömungsrichtung weggeführt, beispielsweise zu einem Katalysator. Ferner kann es vorgesehen sein, dass, wie in **Fig. 1** dargestellt, ein erster Drucksensor **55** in der Luftzufuhr **20** in Strömungsrichtung vor dem Verdichter **15** angeordnet ist. Zusätzlich kann es optional vorgesehen sein, dass im Saugrohr **30** ein zweiter Drucksensor **70** vorgesehen ist.

[0019] Weiterhin ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung **35** vorgesehen, die beispielsweise hardware- und/oder softwaremäßig in einer Motorsteuerung der Antriebseinheit **1** implementiert ist oder selbst die Motorsteuerung bildet. Im Folgenden soll beispielhaft angenommen werden, dass die Vorrichtung **35** selbst die Motorsteuerung bildet. In **Fig. 1** sind dabei nur die zur Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens erforderlichen Komponenten der Motorsteuerung **35** dargestellt. Diese Komponenten können in Form von Software- und/oder Hardwaremodulen realisiert sein.

[0020] Die Motorsteuerung **35** umfasst eine Regelung **10**. Im Folgenden soll beispielhaft angenommen werden, dass es sich bei der Regelung **10** um eine Leerlaufregelung handelt. Gemäß **Fig. 1** ist am Verbrennungsmotor **5** ein Drehzahlsensor **90** vorgesehen, der die Drehzahl des Verbrennungsmotors **5** beispielsweise auf Grund der Kurbelwellenumdrehungen misst. Die vom Drehzahlsensor **90** gemessene Drehzahl des Verbrennungsmotors **5** stellt dann einen Istwert n_{ist} dieser Drehzahl dar, die im Folgenden auch als Motordrehzahl bezeichnet wird. Der Istwert n_{ist} der Motordrehzahl wird der Leerlaufregelung **10** zugeführt. Der Leerlaufregelung **10** wird außerdem ein Sollwert n_{soll} der Motordrehzahl zugeführt. Bei dem Sollwert n_{soll} für die Motordrehzahl kann es sich um einen fest vorgegebenen Wert handeln, der in der Motorsteuerung **35** oder, wie in **Fig. 1** dargestellt, in einem der Motorsteuerung **35** zugeordneten Speicher **105**, abgelegt sein kann. Dieser Sollwert n_{soll} der Motordrehzahl kann beispielsweise 1200 U/min betragen. Die Motordrehzahl ist eine Betriebsgröße des Verbrennungsmotors **5** und damit der Antriebseinheit **1**. Die Leerlaufregelung **10** bildet nun einen Sollwert für eine Ausgangsgröße der Antriebseinheit **1**, um den Istwert n_{ist} der Motordrehzahl dem Sollwert n_{soll} der Motordrehzahl nachzuführen. Bei der Ausgangsgröße der Antriebseinheit **1** kann es sich beispielsweise um ein Drehmoment oder um eine Leistung oder um eine von einer der beiden genannten Größen abgeleitete Ausgangsgröße handeln. Im Folgenden soll beispielhaft angenommen werden, dass es sich bei der Ausgangsgröße der Antriebseinheit **1** um ein Drehmoment handelt. Dabei soll hier angenommen werden, dass es sich bei dem Drehmoment um ein indiziertes Drehmoment handelt, das an der in **Fig. 1** nicht dargestellten Kurbelwelle des Verbrennungsmotors **5** allein auf Grund der Verbrennung des Luft-/Kraftstoff-Gemisches im Brennraum gebildet wird. Dieses indizierte Drehmoment soll im Folgenden als Ausgangsgröße der An-

triebseinheit **1** beispielhaft verwendet werden. Die Leerlaufregelung **10** bildet also zur Nachführung des Istwertes n_{ist} der Motordrehzahl an den Sollwert n_{soll} der Motordrehzahl einen Sollwert für das indizierte Drehmoment des Verbrennungsmotors **5**. Der Sollwert für das indizierte Drehmoment wird von der Leerlaufregelung **10** an Vorgabemittel **45** der Motorsteuerung **35** weitergeleitet.

[0021] Den Vorgabemitteln **45** ist der vom ersten Drucksensor **55** gemessene Druck in der Luftzufuhr **20** in Strömungsrichtung vor dem Verdichter **15** zugeführt. Dieser Druck ist in der Regel der Umgebungsdruck p_u , der auch als Atmosphärendruck bezeichnet wird. Bei Vorhandensein des zweiten Drucksensors **70** ist den Vorgabemitteln **45** auch der Messwert des zweiten Drucksensors **70** zugeführt. Der zweite Drucksensor **70** misst den Druck im Saugrohr **30**, der im Folgenden auch als Saugrohrdruck bezeichnet wird. Der Messwert stellt einen Istwert p_{ist} für den Saugrohrdruck dar und wird ebenfalls den Vorgabemitteln **45** zugeführt. Die Vorgabemittel **45** ermitteln aus dem zugeführten Sollwert für das indizierte Drehmoment den zur Umsetzung dieses Sollwertes erforderlichen Saugrohrdruck in Form eines Sollwertes p_{soll} für den Saugrohrdruck. Der Saugrohrdruck stellt dabei eine erste Stellgröße zur Umsetzung des Sollwertes für das indizierte Drehmoment dar. Der vom ersten Drucksensor **55** gemessene Umgebungsdruck p_u stellt einen vorgegebenen Schwellwert dar. Ist nun der von den Vorgabemitteln **45** gebildete Sollwert p_{soll} für den Saugrohrdruck kleiner oder gleich dem Umgebungsdruck p_u als vorgegebenem Stellwert, so veranlassen die Vorgabemittel **45** die Stellmittel **100** der Motorsteuerung **35** zur Ansteuerung der Drosselklappe **25** derart, dass der geforderte Sollwert p_{soll} für den Saugrohrdruck im Saugrohr **30** umgesetzt werden kann. Je größer der geforderte Saugrohrdruck ist, umso weiter muss die Drosselklappe **25** geöffnet werden. Entspricht der Sollwert p_{soll} für den Saugrohrdruck dem Umgebungsdruck p_u , so muss die Drosselklappe **25** von den Stellmitteln **100** vollständig geöffnet werden. So lange der Sollwert p_{soll} für den Saugrohrdruck kleiner oder gleich dem Umgebungsdruck p_u ist, muss der Verdichter **15** nicht aktiviert werden und kann das Bypassventil **65** vollständig geöffnet sein. Ist der Verdichter **15** nicht aktiviert, so kann das Bypassventil **65** auch vollständig geschlossen sein. Die Frischluft wird in diesem Fall vollständig über den Verdichter **15** dem Verbrennungsmotor **5** zugeführt, ohne jedoch verdichtet zu werden. Die Ansteuerung des Verdichters **15** und des Bypassventils **65** erfolgt durch Aktivierungsmittel **50** der Motorsteuerung **35**. Die Aktivierungsmittel **50** und die Stellmittel **100** stellen Umsetzungsmittel **40** dar, die den Sollwert p_{soll} für den Saugrohrdruck umsetzen sollen. Die erfolgreiche Umsetzung wird in den Vorgabemitteln **45** durch Auswertung des sich einstellenden Istwertes p_{ist} des Saug-

rohrdruckes beispielsweise mittels einer Regelung sicher gestellt.

[0022] Wenn die Vorgabemittel **45** feststellen, dass der Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck größer als der Umgebungsdruck p_u und damit der vorgegebene Schwellwert ist, so lässt sich dieser Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck nicht mehr allein über die Drosselklappe **25** einstellen, da selbst bei vollständig geöffneter Drosselklappe **25** maximal der Umgebungsdruck p_u im Saugrohr **30** herrscht. Deshalb veranlassen die Vorgabemittel **45** in diesem Fall die Aktivierungsmittel **50** zur Aktivierung des Verdichters **15**. Dazu kann ein Elektromotor zum elektrischen Antrieb des Verdichters **15** entsprechend angesteuert werden. Der in **Fig. 1** nicht dargestellte Elektromotor treibt den Verdichter über eine Welle an. Die Drehzahl des Elektromotors und damit des Verdichters **15** kann dabei von den Aktivierungsmitteln **50** so eingestellt werden, dass der vom Verdichter **15** erzeugte Ladedruck im Saugrohr **30** dem Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck entspricht. Zu diesem Zweck kann in den Aktivierungsmitteln **50** ein Kennfeld abgelegt sein, das die Drehzahl des Verdichters **15** in Abhängigkeit des von den Vorgabemitteln **45** vorgegebenen Sollwertes pssoll für den Saugrohrdruck und damit für den Ladedruck beschreibt. Dieses Kennfeld kann beispielsweise auf einem Prüfstand appliziert werden. Das Bypassventil **65** ist während der Aktivierung des Verdichters **15** vorzugsweise vollständig geschlossen. Lässt sich der Verdichter **15** jedoch nur mit einer festen Drehzahl betreiben, so müssen die Aktivierungsmittel **50** den Öffnungsgrad des Bypassventils **65** geeignet einstellen, um den gewünschten Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck umsetzen zu können. In diesem Fall ist der Öffnungsgrad des Bypassventils **65** über ein beispielsweise ebenfalls auf einem Prüfstand appliziertes Kennfeld aus dem von den Vorgabemitteln **45** vorgegebenen Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck abgeleitet. Alternativ kann der Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck auch sowohl durch Variation der Drehzahl des Verdichters **15**, als auch durch Variation des Öffnungsgrades des Bypassventils **65** eingestellt werden. In diesem Fall kann in den Aktivierungsmitteln **50** ein Kennfeld abgelegt sein, das die Zuordnung des Sollwertes pssoll für den Saugrohrdruck zu einerseits einer Drehzahl des Verdichters **15** und andererseits einem Öffnungsgrad des Bypassventils **65** beschreibt. Auch dieses Kennfeld kann beispielsweise auf einem Prüfstand appliziert werden. Wird der Verdichter mechanisch über die Kurbelwelle des Verbrennungsmotors **5** angetrieben, so hängt seine Drehzahl vom Istwert nist der Motordrehzahl ab. Diese kann, wie in **Fig. 1** gestrichelt dargestellt, auch den Vorgabemitteln **45** zugeführt sein. In diesem Fall kann es beispielsweise vorgesehen sein, dass, wie beschrieben, die Vorgabemittel **45** über die Stellmittel **100** zunächst nur die Drosselklappe **25** ansteuern, wenn der Sollwert pssoll des Saugrohrdruckes

kleiner oder gleich dem Umgebungsdruck p_u als vorgegebenem Schwellwert ist. In diesem Fall steuern die Vorgabemittel **45** die Aktivierungsmittel **50** derart an, dass sie das Bypassventil **65** vollständig öffnen, um die Verdichtungswirkung des Verdichters **15** auf Grund des Istwertes nist der Motordrehzahl vollständig zu verhindern. Wenn dann der Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck den vorgegebenen Schwellwert überschreitet, so steuern zum einen die Stellmittel **100** die Drosselklappe **25** derart an, dass sie vollständig geöffnet ist, und zum anderen geben die Vorgabemittel **45** den Aktivierungsmitteln **50** in Abhängigkeit des Istwertes nist der Motordrehzahl und des umzusetzenden Sollwertes pssoll für den Saugrohrdruck einen Öffnungsgrad für das Bypassventil **65** vor, um mit Hilfe des Verdichters **15** den erforderlichen Ladedruck zur Umsetzung des Sollwertes pssoll des Saugrohrdruckes zu realisieren. Dabei kann in den Vorgabemitteln **45** ein Kennfeld abgelegt sein, das in Abhängigkeit des Istwertes nist der Motordrehzahl und des vorgegebenen Sollwertes pssoll für den Saugrohrdruck den erforderlichen Öffnungsgrad für das Bypassventil **65** liefert, um den Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck mittels des Verdichters **15** umsetzen zu können. Dieses Kennfeld kann ebenfalls beispielsweise auf einem Prüfstand appliziert werden. Die Aktivierung des Verdichters **15** durch die Aktivierungsmittel **50** ist in diesem Fall nicht erforderlich, da der Verdichter **15** durch die Kurbelwelle des Verbrennungsmotors **5** angetrieben wird. Die Aktivierung des Verdichters **15** zur Erzeugung eines den vorgegebenen Schwellwert überschreitenden Saugrohrdruckes im Sinne der Erfindung erfolgt dann durch entsprechende Ansteuerung des Bypassventils **65** seitens der Aktivierungsmittel **50**. So lange das Bypassventil **65** vollständig geöffnet ist, ist dabei der Verdichter **15** nicht im Sinne der Erfindung aktiviert, weil er nicht zu einer Druckerhöhung im Saugrohr **30** beiträgt, auch wenn er über die Kurbelwelle des Verbrennungsmotors **5** angetrieben wird. Erst mit Verringerung des Öffnungsgrades des Bypassventils **65** wird der Verdichter **15** aktiviert und trägt zur Erhöhung des Druckes im Saugrohr **30** bei.

[0023] Das Bypassventil **65** kann in beliebiger, dem Fachmann bekannter Weise ausgebildet sein, beispielsweise als ein Stellglied mit veränderbarem, ansteuerbarem Öffnungsquerschnitt, beispielsweise in Form einer Drosselklappe. Entsprechend kann auch die Drosselklappe **25** in beliebiger, dem Fachmann bekannter Weise allgemein als Stellglied mit veränderlichem Öffnungsquerschnitt ausgebildet sein.

[0024] Für die Umsetzung des Sollwertes für das indizierte Drehmoment können die Vorgabemittel **45** über die Stellmittel **100** weitere Stellgrößen beeinflussen, wie beispielsweise die Kraftstoffeinspritzmasse durch entsprechende Ansteuerung des ersten Einspritzventils **75** bzw. des zweiten Einspritzventils **80**

und/oder durch Beeinflussung des Zündzeitpunktes durch geeignete Ansteuerung der Zündkerze **85**.

[0025] Im Falle eines als Dieselmotor ausgebildeten Verbrennungsmotors **5** ist im Unterschied zum Blockschaltbild nach **Fig. 1** die Zündkerze **85** und die Drosselklappe **25** nicht vorhanden. Somit ist bei nicht aktiviertem Verdichter **15** bzw. vollständig geöffnetem Bypassventil **65** der Istwert p_{sist} des Saugrohrdruckes gleich dem Umgebungsdruck p_u und damit gleich dem vorgegebenen Schwellwert. Die Umsetzung des vorgegebenen Sollwertes für das indizierte Drehmoment erfolgt daher zunächst allein durch entsprechende Einstellung der Einspritzmasse durch die Stellmittel **100**. Lässt sich in Folge des nicht weiter steigenden Gemischheizwertes kein weiterer Drehmomentgewinn allein durch Erhöhung der Einspritzmenge erzielen, und ist dennoch eine Erhöhung des indizierten Drehmoments gefordert, so geben die Vorgabemittel **45** zusätzlich zur Kraftstoffeinspritzmasse als Stellgröße einen Sollwert p_{soll} für den Saugrohrdruck vor, der den vorgegebenen Schwellwert, nämlich den Umgebungsdruck p_u , überschreitet. In diesem Fall wird dann der Verdichter **15** und/oder das Bypassventil **65** in der zuvor für den Otto-Motor beschriebenen Weise aktiviert, um den Sollwert p_{soll} für den Saugrohrdruck umzusetzen.

[0026] Allgemein kann sowohl für den Otto-Motor, als auch für den Diesel-Motor zusammengefasst werden, dass bei dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Vorrichtung für den Fall, für den von der Leerlaufregelung **10** ein Sollwert für das indizierte Drehmoment angefordert wird, das sich mit dem zur Verfügung stehenden Umgebungsdruck p_u nicht bereitstellen lässt, durch Ansteuerung des Verdichters **15** und/oder des Bypassventils **65** der Saugrohrdruck auf Werte oberhalb des Umgebungsdrucks p_u erhöht werden kann.

[0027] Durch den vom Verdichter **15** zur Verfügung gestellten Ladedruck lässt sich dann entsprechend der daraus resultierenden zusätzlichen Füllung der Zylinder des Verbrennungsmotors **5** ein zusätzliches Drehmoment bereitstellen und damit das von der Leerlaufregelung **10** geforderte indizierte Drehmoment realisieren.

[0028] Im Folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren beispielhaft anhand eines ersten Ablaufplans gemäß **Fig. 2** beschrieben. Nach dem Start des Programms durch Aktivierung der Leerlaufregelung **10** vergleicht die Leerlaufregelung **10** den Sollwert n_{soll} der Motordrehzahl mit dem zugeführten Istwert n_{ist} der Motordrehzahl und berechnet eine Regelabweichung als Differenz aus Sollwert n_{soll} und Istwert n_{ist} . Dies geschieht bei einem Programmpunkt **200**. Anschließend wird zu einem Programmpunkt **205** verzweigt.

[0029] Bei Programmpunkt **205** berechnet die Leerlaufregelung **10** den Sollwert für das indizierte Drehmoment, der erforderlich ist, um die berechnete Regelabweichung zu minimieren. Die Berechnung des Sollwertes für das indizierte Drehmoment erfolgt dabei über einen Regleralgorithmus in dem Fachmann bekannter Weise. Anschließend wird zu einem Programmpunkt **210** verzweigt.

[0030] Bei Programmpunkt **210** rechnen die Vorgabemittel **45** den von der Leerlaufregelung **10** empfangenen Sollwert für das indizierte Drehmoment in den Sollwert p_{soll} für den Saugrohrdruck um. Anschließend wird zu einem Programmpunkt **215** verzweigt.

[0031] Bei Programmpunkt **215** prüfen die Vorgabemittel **45**, ob der Sollwert p_{soll} für den Saugrohrdruck größer als der vorgegebene Schwellwert, nämlich der Umgebungsdruck p_u , ist. Ist dies der Fall, so wird zu einem Programmpunkt **225** verzweigt, andernfalls wird zu einem Programmpunkt **220** verzweigt.

[0032] Bei Programmpunkt **220** veranlassen die Vorgabemittel **45** die Steuermittel **100** zur Umsetzung des Sollwertes p_{soll} des Saugrohrdruckes allein durch entsprechende Ansteuerung der Drosselklappe **25**. Anschließend wird zu Programmpunkt **200** zurück verzweigt.

[0033] Alternativ kann nach Programmpunkt **220** in der Motorsteuerung **35** geprüft werden, ob die Leerlaufregelung **10** noch aktiviert ist. Ist dies der Fall, so wird zu Programmpunkt **200** verzweigt, andernfalls wird das Programm verlassen.

[0034] Bei Programmpunkt **225** veranlassen die Vorgabemittel **45** die Stellmittel **100** zur vollständigen Öffnung der Drosselklappe **25** und die Aktivierungsmittel **50** zur Ansteuerung des Verdichters **15** und/oder des Bypassventils **65** für die Einstellung des geforderten Sollwertes p_{soll} des Saugrohrdruckes in der beschriebenen Weise. Anschließend wird zu Programmpunkt **200** zurück verzweigt. Alternativ kann nach Programmpunkt **225** in der Motorsteuerung **35** geprüft werden, ob die Leerlaufregelung **10** noch aktiv ist. Ist dies der Fall, so wird zu Programmpunkt **200** zurück verzweigt, andernfalls wird das Programm verlassen.

[0035] Der Ablaufplan nach **Fig. 2** eignet sich in besonderer Weise für die Umsetzung bei einem als Otto-Motor ausgebildeten Verbrennungsmotor **5**, insbesondere bei Benzindirekteinspritzung im Homogenbetrieb, bei der es auf ein homogenes Luft-/Kraftstoff-Gemisch im Brennraum des Verbrennungsmotors **5** ankommt.

[0036] In **Fig. 3** ist ein zweiter Ablaufplan für eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen

Verfahrens dargestellt. Dieser eignet sich zur Anwendung bei einem als Dieselmotor ausgebildeten Verbrennungsmotor **5** bzw. bei einem als Otto-Motor ausgebildeten Verbrennungsmotor **5** mit Benzindirekteinspritzung im Schichtbetrieb, bei dem es auf ein heterogenes Luft-/Kraftstoff-Gemisch im Brennraum des Verbrennungsmotors **5** ankommt.

[0037] Nach dem Start des Programms durch Aktivierung der Leerlaufregelung **10** vergleicht die Leerlaufregelung **10** bei einem Programmpunkt **300** den Sollwert n_{Soll} der Motordrehzahl mit dem Istwert n_{Ist} der Motordrehzahl und berechnet daraus durch Differenzbildung die Regelabweichung. Anschließend wird zu einem Programmpunkt **305** verzweigt.

[0038] Bei Programmpunkt **305** berechnet die Leerlaufregelung **10** aus der Regelabweichung den Sollwert für das indizierte Drehmoment über den Regleralgorithmus, wie auch zu Programmpunkt **205** in Fig. 2 beschrieben. Anschließend wird zu einem Programmpunkt **310** verzweigt.

[0039] Bei Programmpunkt **310** ermitteln die Vorgabemittel **45** die erforderliche einzuspritzende Kraftstoffmasse und den erforderlichen Sollwert p_{Soll} für den Saugrohrdruck zur Umsetzung des Sollwertes für das indizierte Drehmoment. Dabei ermitteln die Vorgabemittel **45** im Falle eines Dieselmotors für den Sollwert p_{Soll} des Saugrohrdruckes so lange den Umgebungsdruck p_u , wie der Sollwert für das indizierte Drehmoment allein durch Einstellung der einzuspritzenden Kraftstoffmasse umgesetzt werden kann. Kann der Sollwert für das indizierte Drehmoment nicht mehr allein durch Einstellung der einzuspritzenden Kraftstoffmasse umgesetzt werden, so wird der Sollwert p_{Soll} für den Saugrohrdruck über den Umgebungsdruck p_u erhöht. Im Falle des Benzinmotors, der ja über die Drosselklappe **25** im Saugrohr **30** verfügt, ermitteln die Vorgabemittel **45** generell einen Sollwert für die einzuspritzende Kraftstoffmasse und den Sollwert p_{Soll} für den Saugrohrdruck unabhängig vom Umgebungsdruck p_u . Die Umsetzung des Sollwertes für das indizierte Drehmoment in einen Sollwert für die einzuspritzende Kraftstoffmasse und den Sollwert p_{Soll} für den Saugrohrdruck erfolgt in dem Fachmann bekannter Weise, beispielsweise unter Verwendung eines geeigneten Kennfeldes in den Vorgabemitteln **45**, das beispielsweise auf einem Prüfstand appliziert werden kann und jedem Sollwert des indizierten Drehmoments einen Sollwert für die einzuspritzende Kraftstoffmasse und einen Sollwert p_{Soll} für den Saugrohrdruck zuordnet.

[0040] Nach Programmpunkt **310** wird zu einem Programmpunkt **315** verzweigt.

[0041] Bei Programmpunkt **315** prüfen die Vorgabemittel **45**, ob der Sollwert p_{Soll} für den Saugrohrdruck größer als der vorgegebene Schwellwert, also

der Umgebungsdruck p_u ist. Ist dies der Fall, so wird zu einem Programmpunkt **325** verzweigt, andernfalls wird zu einem Programmpunkt **320** verzweigt.

[0042] Bei Programmpunkt **320** veranlassen die Vorgabemittel **45** im Falle des Dieselmotors allein die Stellmittel **100** zur Umsetzung des Sollwertes für die einzuspritzende Kraftstoffmasse durch entsprechende Ansteuerung des ersten Einspritzventils **75** oder des zweiten Einspritzventils **80**.

[0043] Im Falle des Benzinmotors veranlassen die Vorgabemittel **45** bei Programmpunkt **320** über die Stellmittel **100** die Umsetzung des Sollwertes für die einzuspritzende Kraftstoffmasse durch entsprechende Ansteuerung des ersten Einspritzventils **75** oder des zweiten Einspritzventils **80** und die Umsetzung des vorgegebenen Sollwertes p_{Soll} für den Saugrohrdruck durch entsprechende Ansteuerung der Drosselklappe **25**.

[0044] Nach Programmpunkt **320** wird zu Programmpunkt **300** zurückverzweigt.

[0045] Alternativ kann nach Programmpunkt **320** in der Motorsteuerung **35** geprüft werden, ob die Leerlaufregelung **10** noch aktiviert ist. Ist dies der Fall, so wird zu Programmpunkt **300** zurückverzweigt, andernfalls wird das Programm verlassen.

[0046] Bei Programmpunkt **325** veranlassen die Vorgabemittel **45** unabhängig von der Ausbildung des Verbrennungsmotors **5** als Otto-Motor oder als Dieselmotor die Stellmittel **100** zur Umsetzung des Sollwertes für die einzuspritzende Kraftstoffmasse durch entsprechende Ansteuerung des ersten Einspritzventils **75** oder des zweiten Einspritzventils **80** und die Aktivierungsmittel **50** zur Ansteuerung des Verdichters **15** und/oder des Bypassventils **65** zur Umsetzung des Sollwertes p_{Soll} für den Saugrohrdruck in der beschriebenen Weise. Anschließend wird zu Programmpunkt **300** zurückverzweigt.

[0047] Alternativ kann nach Programmpunkt **325** in der Motorsteuerung **35** geprüft werden, ob die Leerlaufregelung **10** noch aktiv ist. Ist dies der Fall, so wird zu Programmpunkt **300** zurückverzweigt, andernfalls wird das Programm verlassen.

[0048] Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich beispielsweise in einem Leerlaufbetriebszustand der Antriebseinheit **1** realisieren, aber auch in beliebigen anderen Betriebszuständen, in denen die Regelung **10**, in diesem Beispiel die Leerlaufregelung, aktiv ist. In diesem Beispiel wurde als Betriebsgröße der Antriebseinheit **1** beispielhaft die Motordrehzahl gewählt. Es kann aber für die Regelung **10** auch eine beliebige andere in dem mindestens einen Betriebszustand zu regelnde Betriebsgröße der Antriebseinheit

1 verwendet werden, beispielsweise auch ein Drehmoment oder eine Leistung.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Antriebseinheit (**1**) mit einem Verbrennungsmotor (**5**), bei dem in mindestens einem Betriebszustand von einer Regelung (**10**) ein Sollwert für mindestens einen Saugrohrdruck der Antriebseinheit (**1**) vorgegeben wird, um einen Istwert einer Betriebsgröße der Antriebseinheit (**1**) einem Sollwert der Betriebsgröße nachzuführen, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Einstellung des mindestens einen Saugrohrdrucks ein Verdichter (**15**) in einer Luftzufuhr (**20**) zum Verbrennungsmotor (**5**) aktiviert wird, wenn der Sollwert des mindestens einen Saugrohrdrucks einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem mindestens einen Betriebszustand von der Regelung (**10**) ein Sollwert für eine Ausgangsgröße der Antriebseinheit (**1**), vorzugsweise ein Drehmoment, vorgegeben wird, um den Istwert der Betriebsgröße der Antriebseinheit (**1**) dem Sollwert der Betriebsgröße nachzuführen, wobei der Sollwert der Ausgangsgröße über den mindestens einen Saugrohrdruck umgesetzt wird, dessen Sollwert dem Sollwert der Ausgangsgröße zugeordnet wird.

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Betriebsgröße eine Motordrehzahl gewählt wird.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als vorgegebener Schwellwert der Umgebungsdruck gewählt wird.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Verdichter (**15**) elektrisch angetrieben wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Verdichter (**15**) mechanisch, vorzugsweise über eine Kurbelwelle des Verbrennungsmotors (**5**), angetrieben wird.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sollwert der Ausgangsgröße über eine Kraftstoffeinspritzmasse umgesetzt wird.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus dem Sollwert der Ausgangsgröße ein Sollwert für den Saugrohrdruck ermittelt wird, dass für den Fall, in dem der Sollwert für den Saugrohrdruck den Umgebungsdruck überschreitet, zusätzlich zu einer vollständigen Öffnung eines Stellgliedes (**25**), insbesondere einer Drosselklappe, im Saugrohr (**30**) der Verdichter

(**15**) und/oder ein Bypassventil (**65**) derart angesteuert wird, dass er einen Ladedruck im Saugrohr (**30**) aufbaut, der etwa dem Sollwert für den Saugrohrdruck entspricht.

9. Vorrichtung (**35**) zum Betreiben einer Antriebseinheit (**1**) mit einem Verbrennungsmotor (**5**), bei dem eine Regelung (**10**) vorgesehen ist, die in mindestens einem Betriebszustand einen Sollwert für mindestens einen Saugrohrdruck der Antriebseinheit (**1**) vorgibt, um einen Istwert einer Betriebsgröße der Antriebseinheit (**1**) einem Sollwert der Betriebsgröße nachzuführen, **dadurch gekennzeichnet**, dass Aktivierungsmittel (**50**) vorgesehen sind, die zur Einstellung des mindestens einen Saugrohrdrucks einen Verdichter (**15**) in einer Luftzufuhr (**20**) zum Verbrennungsmotor (**5**) aktivieren, wenn der Sollwert des mindestens einen Saugrohrdrucks einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

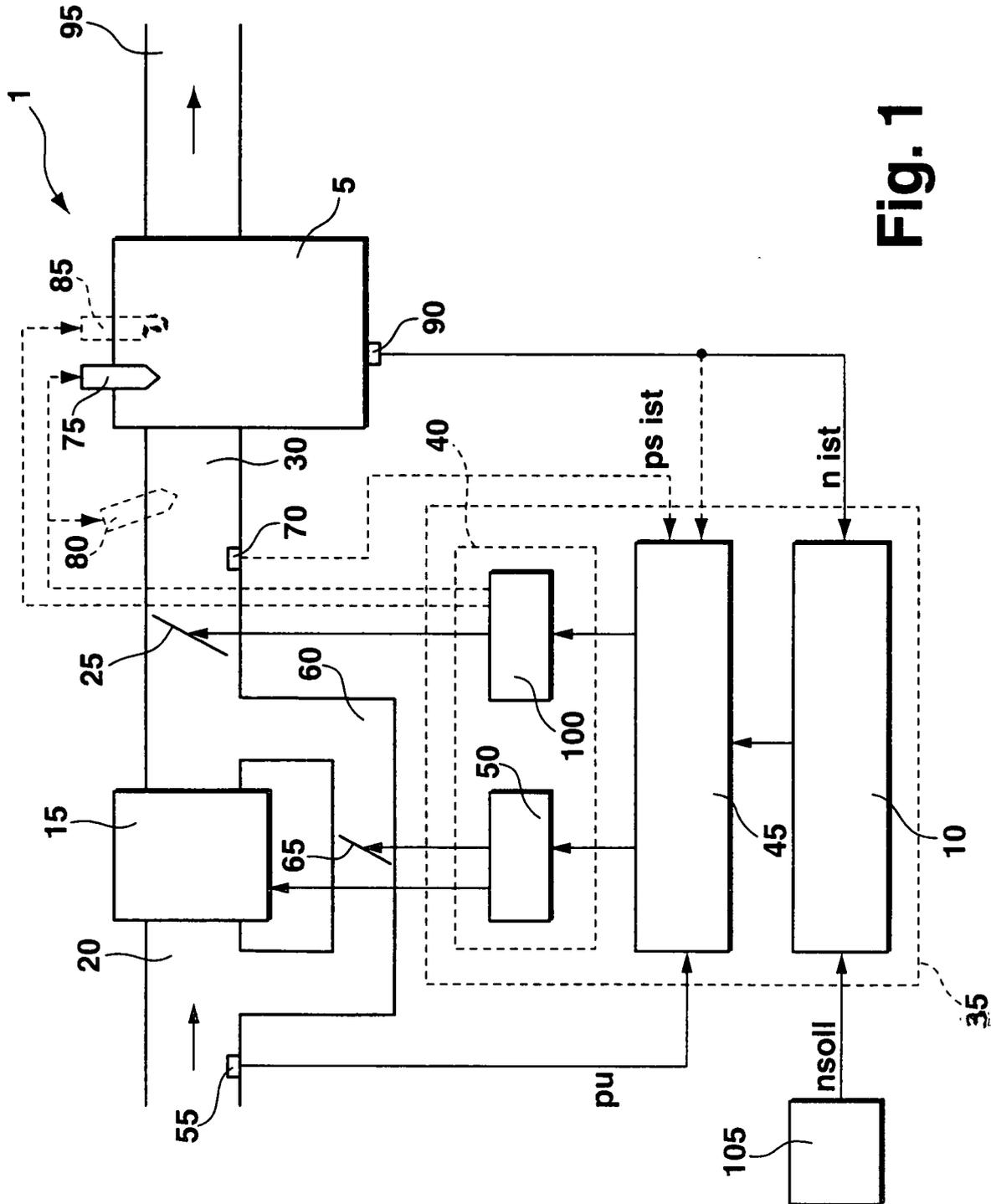


Fig. 1

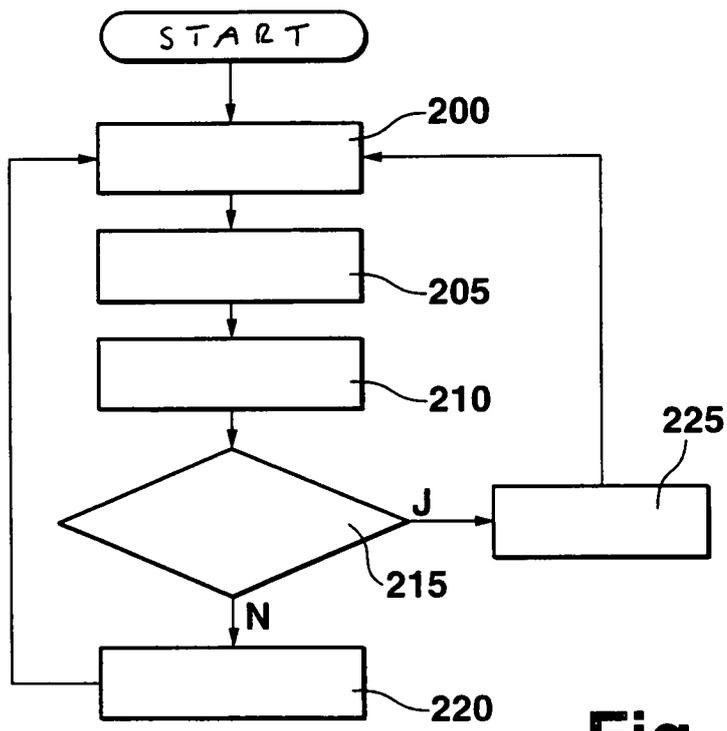


Fig. 2

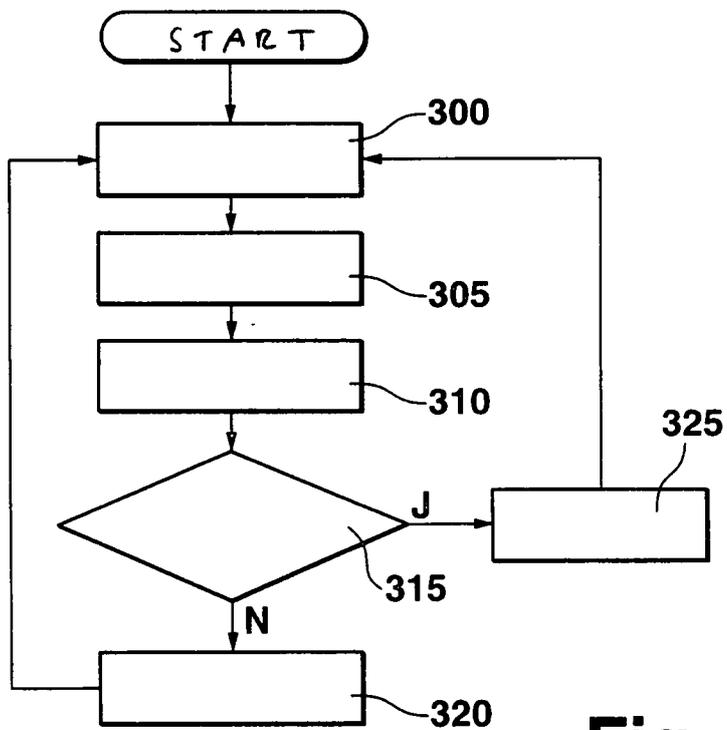


Fig. 3