



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.01.2003 Patentblatt 2003/02

(51) Int Cl.7: **F02D 41/12, F02D 41/38**

(21) Anmeldenummer: **02012228.9**

(22) Anmeldetag: **04.06.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Pfaeffle, Andreas**
71543 Wuestenrot (DE)
• **Weienauer, Christoph**
4451 Garsten (AT)
• **Kellner, Andreas**
71732 Tamm (DE)

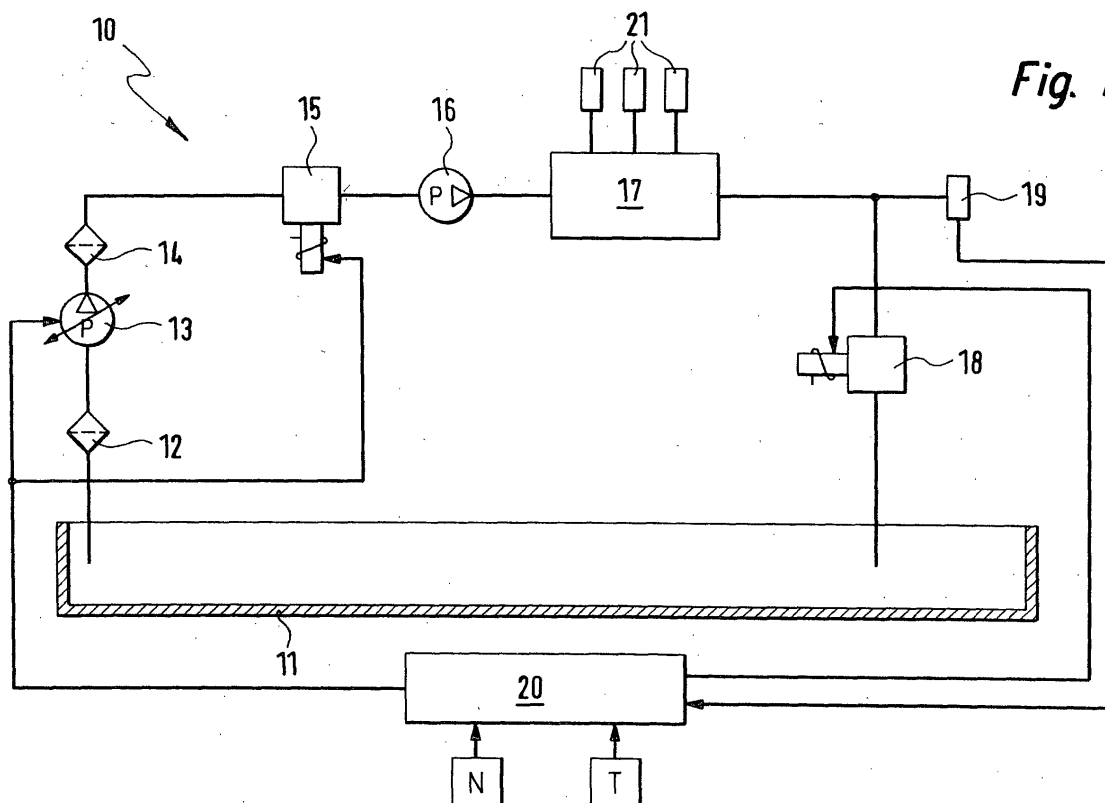
(30) Priorität: **02.07.2001 DE 10131506**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(54) **Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs**

(57) Es wird ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs beschrieben, bei dem Kraftstoff von einer Hochdruckpumpe (16) in einen Druckspeicher (17) gefördert wird. Der Kraftstoff wird über ein Einspritzventil (21) in einen Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt.

Der Druck in dem Druckspeicher (17) wird auf einen Sollwert zuzüglich eines Offsetwerts begrenzt. In einem Schiebetrieb der Brennkraftmaschine wird kein Kraftstoff über das Einspritzventil (21) eingespritzt. Im Schiebetrieb wird der Offsetwert auf einen Minimalwert oder gar auf Null gesetzt.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem Kraftstoff von einer Hochdruckpumpe in einen Druckspeicher gefördert wird, bei dem der Kraftstoff über ein Einspritzventil in einen Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird, bei dem der Druck in dem Druckspeicher auf einen Soll-Druck zuzüglich eines Offsetwerts begrenzt wird, und bei dem in einem Schiebebetrieb der Brennkraftmaschine kein Kraftstoff über das Einspritzventil eingespritzt wird. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Brennkraftmaschine sowie ein Steuergerät für eine Brennkraftmaschine der entsprechenden Art.

[0002] Da im Schiebebetrieb der Brennkraftmaschine kein Kraftstoff über die Einspritzventile in die Brennräume derselben eingespritzt wird, muß der in dem Druckspeicher vorhandene Druck über das Druckregelventil und über Leckagen abgebaut werden. Aufgrund des Offsetwerts öffnet das Druckregelventil jedoch erst, wenn der Istdruck in dem Druckspeicher um den Offsetwert größer ist als der Soll-Druck. Dies hat zur Folge, daß der Istdruck beim Übergang in den Schiebebetrieb immer wesentlich größer ist als der Soll-Druck. Dies bedeutet gleichzeitig, daß die für den Druckabbau erforderliche Zeitdauer relativ groß ist.

Aufgabe und Vorteile der Erfindung

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs zu schaffen, bei dem ein möglichst rascher Druckabbau beim Übergang in den Schiebebetrieb möglich ist.

[0004] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß im Schiebebetrieb der Offsetwert auf einen Minimalwert oder gar auf Null gesetzt wird. Bei einer Brennkraftmaschine und einem Steuergerät der eingangs genannten Art wird die Aufgabe erfindungsgemäß entsprechend gelöst.

[0005] Durch die Verminderung des Offsetwerts auf den Minimalwert oder gar auf Null wird erreicht, daß das Druckregelventil nach erkanntem Schiebebetrieb bereits dann öffnet, wenn der Istdruck in dem Druckspeicher geringfügig größer ist als der Soll-Druck. Damit kann der Druckabbau in dem Druckspeicher sofort nach dem Übergang in den Schiebebetrieb beginnen. Die für den Druckabbau in dem Druckspeicher erforderliche Zeitdauer ist damit sehr gering.

[0006] Zweckmäßigerweise wird der Schiebebetrieb durch einen Vergleich des aktuellen Volumenstroms durch die Hochdruckpumpe und des Volumenstroms bei Nullförderung erkannt.

[0007] Von besonderer Bedeutung ist die Realisie-

rung des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Form eines Computerprogramms, das für ein Steuergerät einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs vorgesehen ist. Das Computerprogramm weist Programmcode auf, der dazu geeignet ist, das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen, wenn er auf einem Computer ausgeführt wird.

[0008] Weiterhin kann der Programmcode auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sein, beispielsweise auf einem sogenannten Flash-Memory. In diesen Fällen wird also die Erfindung durch das Computerprogramm realisiert, so daß dieses Computerprogramm in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Computerprogramm geeignet ist.

[0009] Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung.

Ausführungsbeispiele der Erfindung

[0010]

Figur 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug,

Figur 2 zeigt ein schematisches Diagramm von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine der Figur 1, und

Figur 3 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben der Brennkraftmaschine der Figur 1.

[0011] In der Fig. 1 ist ein Kraftstoffversorgungssystem 10 einer Brennkraftmaschine dargestellt. Das Kraftstoffversorgungssystem 10 wird üblicherweise auch als Common-Rail-System bezeichnet und ist zur direkten Einspritzung von Kraftstoff in die Brennräume der Brennkraftmaschine unter Hochdruck geeignet.

[0012] Der Kraftstoff wird aus einem Kraftstofftank 11 über ein erstes Filter 12 von einer Vorförderpumpe 13 angesaugt. Bei der Vorförderpumpe 13 kann es sich bspw. um eine elektrische Kraftstoffpumpe handeln.

[0013] Der von der Vorförderpumpe 13 angesaugte Kraftstoff wird über ein zweites Filter 13- zu einer Zumesseinheit 15 gefördert. Bei der Zumesseinheit 15

kann es sich bspw. um ein magnetgesteuertes Proportionalventil handeln.

[0014] Der Zumesseinheit 15 ist eine Hochdruckpumpe 16 nachgeordnet. Als Hochdruckpumpe 16 werden üblicherweise mechanische Pumpen eingesetzt, die von der Brennkraftmaschine angetrieben werden.

[0015] Die Hochdruckpumpe 16 ist mit einem Druckspeicher 17 verbunden, der häufig auch als Rail bezeichnet wird. Dieser Druckspeicher 17 steht über Kraftstoffleitungen mit Einspritzventilen 21 in Kontakt. Über die Einspritzventile 21 wird der Kraftstoff in die Brennräume der Brennkraftmaschine eingespritzt.

[0016] Mit dem Druckspeicher 17 ist ein Druckregelventil 18 verbunden, das ausgangsseitig mit dem Kraftstofftank 11 gekoppelt ist. Bei dem Druckregelventil 18 kann es sich bspw. um ein elektrisch ansteuerbares Magnetventil handeln.

[0017] Weiterhin kann ein Drucksensor 19 vorgesehen sein, der mit dem Druckspeicher 17 gekoppelt ist.

[0018] Ein Steuergerät 20 ist vorgesehen, die von einer Mehrzahl von Eingangssignalen beaufschlagt ist. Bei diesen Eingangssignalen kann es sich um die Drehzahl N der Brennkraftmaschine oder die Motortemperatur T der Brennkraftmaschine handeln. Ebenfalls kann es sich dabei um den Druck innerhalb des Kraftstoffspeichers 17 handeln, der von dem Drucksensor 19 gemessen wird.

[0019] In Abhängigkeit von den Eingangssignalen erzeugt das Steuergerät 20 eine Mehrzahl von Ausgangssignalen. Dabei kann es sich bspw. um ein Signal zur Ansteuerung der Vorförderpumpe 13 oder um ein Signal zur Ansteuerung der Zumesseinheit 15 oder um ein Signal zur Ansteuerung des Druckregelventils 18 handeln.

[0020] Das Kraftstoffversorgungssystem 10, das in der Fig. 1 dargestellt ist, arbeitet wie folgt:

[0021] Der Kraftstoff, der sich im Kraftstofftank 11 befindet, wird von der Vorförderpumpe 13 angesaugt und zur Zumesseinheit 15 gefördert. Der Druck in diesem Bereich des Kraftstoffversorgungssystems 10 liegt üblicherweise in einem Bereich von etwa 1 bar bis etwa 3 bar. Dieser Bereich wird deshalb auch als Niederdruckbereich bezeichnet. Der vorgenannte Bereich kann dabei mit Hilfe eines weiteren, in der Fig. 1 nicht dargestellten Ventils überwacht bzw. gesteuert und/oder geregelt werden.

[0022] Von der Zumesseinheit 15 wird diejenige Menge an Kraftstoff zu der Hochdruckpumpe 16 weitergegeben, die - aufgrund des jeweils momentanen Betriebszustands der Brennkraftmaschine - über die Einspritzventile 21 in die Brennräume der Brennkraftmaschine eingespritzt werden soll. Die von der Zumesseinheit 15 der Hochdruckpumpe 16 zugeführte Kraftstoffmenge wird dabei als Fördermenge bezeichnet.

[0023] Von der Hochdruckpumpe 16 wird dann der einzuspritzende Kraftstoff in den Kraftstoffspeicher 17 gefördert, um von dort über die Einspritzventile 21 in die jeweiligen Brennräume der Brennkraftmaschine eingespritzt zu werden.

Die von den Einspritzventilen 21 den Brennräumen zugeführte Kraftstoffmenge wird dabei als Einspritzmenge bezeichnet.

[0024] Während der vorbeschriebenen Betriebsweise der Brennkraftmaschine wird das Druckregelventil 18 zur Druckbegrenzung eingesetzt. Dies bedeutet, dass das Druckregelventil 18 derart angesteuert wird, dass es bei einem vorgegebenen Druck in dem Druckspeicher 17 öffnet. Auf diese Weise wird ein Druckanstieg des Drucks in dem Druckspeicher 17 über den vorgegebenen Wert verhindert.

[0025] Insbesondere bei niederen Kraftstofftemperaturen ist die Zumessung des einzuspritzenden Kraftstoffs über die Zumesseinheit 15 nur bedingt möglich. Es wird dann stattdessen die Zumesseinheit 15 derart angesteuert, dass eine sogenannte Vollförderung stattfindet. Dies bedeutet, dass die Hochdruckpumpe 16 die jeweils maximale Kraftstoffmenge in den Kraftstoffspeicher 17 fördert.

[0026] Bei dieser Betriebsweise wird die einzuspritzende Kraftstoffmenge dadurch beeinflusst, dass der Druck in dem Druckspeicher 17 gesteuert und/oder geregelt wird. Hierzu werden das Druckregelventil 18 und der Drucksensor 19 herangezogen.

[0027] Wie beschrieben wurde, wird das Druckregelventil 18 auch zur Druckbegrenzung eingesetzt. Bei dieser Betriebsweise wird, wie ebenfalls bereits erwähnt wurde, das Druckregelventil 18 derart angesteuert, dass es erst bei einem vorgegebenen Wert des Drucks in dem Druckspeicher 17 öffnet. Dabei ist es erforderlich, dass das Druckregelventil 18 bis zum Erreichen des vorgesehenen Wertes, bei dem das Druckregelventil 18 öffnen soll, sicher geschlossen bleibt. Dieser vorgegebene Wert wird deshalb üblicherweise aus dem Solldruck in dem Druckspeicher 17 unter Hinzufügung eines Offsetwerts abgeleitet. Beträgt der Solldruck beispielsweise 1600 bar, so ist der additiv hinzuzufügende Offsetwert etwa 250 bar.

[0028] Wenn das Kraftfahrzeug beispielsweise ein Gefälle hinunterfährt und der Fahrer des Kraftfahrzeugs die Kupplung und das Fahrpedal nicht betätigt, so liegt der Schubbetrieb - besser: Schiebetrieb - der Brennkraftmaschine vor. In diesem Schiebetrieb wird kein Kraftstoff in die Brennräume der Brennkraftmaschine eingespritzt. Statt dessen wird die Brennkraftmaschine von dem bergab rollenden Kraftfahrzeug angeschoben und damit in Betrieb gehalten.

[0029] In der Figur 2 sind Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine über der Zeit t aufgetragen, und zwar bei deren Übergang in den Schiebetrieb. So ist die Fördermenge der Zumesseinheit 15 mit dem Bezugszeichen 25 gekennzeichnet, die Einspritzmenge der Einspritzventile 21 mit dem Bezugszeichen 26, der Solldruck in dem Druckspeicher 17 mit dem Bezugszeichen 27, der Offsetwert mit dem Bezugszeichen 28, der Istdruck in dem Druckspeicher 17 ohne die vorliegende Erfindung mit dem Bezugszeichen 29 und der Istdruck in dem Druckspeicher 17 mit der vorliegenden Erfindung

mit dem Bezugszeichen 30.

[0030] Wie aus der Figur 2 hervorgeht, hat der Übergang in den Schiebetrieb einen sofortigen Übergang der Fördermenge 25 und der Einspritzmenge 26 auf Null zur Folge. Unmittelbar an diesen Übergang schließt sich dann gemäß der Figur 2 ein zeitlicher Bereich an, der mit dem Bezugszeichen 31 gekennzeichnet ist, und in dem die Fördermenge 25 und die Einspritzmenge 26 auf Null verbleiben.

[0031] Aufgrund des Übergangs in den Schiebetrieb wird von dem Steuergerät 20 auch der Solldruck 27 für den Druckspeicher 17 gemäß der Figur 2 vermindert. Da in dem Schiebetrieb keine Einspritzung von Kraftstoff über die Einspritzventile 21 erfolgt, kann der Druckabbau des Istdrucks 29 in dem Druckspeicher 17 nur über das Druckregelventil 18 und über Leckagen von Bauteilen erfolgen. Das Druckregelventil 18 öffnet - ohne Anwendung der Erfindung - jedoch erst, wenn der Istdruck 29 um den Offsetwert 28 größer ist als der Solldruck 27. Dies bedeutet, daß - ohne Anwendung der Erfindung - der Istdruck 29 in dem Zeitbereich 31 immer wesentlich größer ist als der Solldruck 27. Dies bedeutet gleichzeitig, daß - ohne Anwendung der Erfindung - die für den Druckabbau erforderliche Zeitdauer relativ groß ist.

[0032] Wie im Zusammenhang mit der Figur 3 noch beschrieben wird, wird der Schiebetrieb von der Erfindung erkannt. Sobald der Schiebetrieb erkannt ist, wird der Offsetwert von der Erfindung auf einen Minimalwert oder gar auf Null gesetzt.

[0033] Daraus ergibt sich bei der Erfindung folgendes:

[0034] Sobald nach erkanntem Schiebetrieb der Offsetwert auf den Minimalwert gesetzt ist, öffnet das Druckregelventil 18 bereits dann, wenn der Istdruck 30 in dem Druckspeicher 17 geringfügig größer ist als der Solldruck 27. Damit kann der Druckabbau in dem Druckspeicher 17 sofort nach dem Übergang in den Schiebetrieb beginnen. Der Istdruck 30 in dem Druckspeicher 17 weicht somit in dem Zeitbereich 31 nur geringfügig von dem Solldruck 27 ab. Die für den Druckabbau in dem Druckspeicher 17 erforderliche Zeitdauer ist damit sehr gering.

[0035] In der Figur 3 ist ein Verfahren dargestellt, mit dem die vorstehend beschriebene Betriebsweise der Brennkraftmaschine durchgeführt werden kann. Dieses Verfahren wird von dem Steuergerät 20 per Software realisiert.

[0036] Die Drehzahl N der Brennkraftmaschine und der von dem Steuergerät 20 ermittelte und vorgegebene Solldruck 27 in dem Druckspeicher 17 werden einem Vorsteuerkennfeld 35 zugeführt, das in Abhängigkeit von diesen Betriebsgrößen eine Vorsteuergröße 36 erzeugt.

[0037] Der Solldruck 27 ist auch einer Offsetkennlinie 37 zugeführt, die in Abhängigkeit davon den Offsetwert 28 bestimmt. Über einen Schalter 38 und eine Addition 39 wird dann der Offsetwert 28 zu der Vorsteuergröße

36 hinzugefügt. Am Ausgang der Addition 39 ergibt sich damit eine Steuergröße 40 für das Druckregelventil 18, auf die das Druckregelventil 18 eingestellt wird, und die den Druck bestimmt, bei dem das Druckregelventil 18 öffnet.

[0038] Mit Hilfe eines Blocks 41 der Figur 3 wird erkannt, ob der Schiebetrieb der Brennkraftmaschine vorliegt. Dies wird durch einen Vergleich des aktuellen Volumenstroms 42 durch die Hochdruckpumpe 16 und des Volumenstroms 43 bei Nullförderung erreicht. Ist der aktuelle Volumenstrom 42 kleiner oder gleich dem Volumenstrom 43 bei Nullförderung, so liegt der Schiebetrieb vor.

[0039] Weiterhin wird in der Figur 3 in einem Block 44 überprüft, ob der Druck 45 in dem Druckspeicher 17 einen Minimalwert 46 übersteigt. Hierzu wird beispielsweise der von dem Drucksensor 19 gemessene aktuelle Druck mit dem vorgegebenen Minimalwert 46 verglichen. Der Minimalwert 46 ist beispielhaft auch in der Figur 2 angegeben. Durch den Block 44 wird auf diese Weise erreicht, daß die nachfolgend erläuterte Umschaltung des Offsetwerts nur dann erfolgt, wenn der aktuelle Druck 45 in dem Druckspeicher 17 größer ist als der Minimalwert 46.

[0040] Die Ausgangssignale der Blöcke 41 und 44 werden einer UND-Verknüpfung 47 zugeführt, die - sofern der aktuelle Volumenstrom 42 durch die Hochdruckpumpe 16 kleiner oder gleich ist als der Volumenstrom 43 bei Nullförderung, und sofern der aktuelle Druck 45 in dem Druckspeicher 17 größer ist als der Minimalwert 46 - den Schalter 38 umschaltet. Dies hat zur Folge, daß nicht mehr der Offsetwert 28 an der Addition 39 anliegt, sondern der bereits erläuterte Minimalwert für den Offsetwert. Dieser Minimalwert kann wie erwähnt - gegebenenfalls sogar Null sein.

[0041] Durch diese Umschaltung des Offsetwerts nach erkanntem Schiebetrieb der Brennkraftmaschine wird somit die Vorsteuergröße 40 für das Druckregelventil 18 vermindert, und zwar etwa um dem Offsetwert 28. Damit wird insbesondere die Zeitdauer für den Druckabbau beim Übergang in den Schiebetrieb wesentlich verkürzt, wie dies bereits im Zusammenhang mit der Figur 2 erläutert wurde.

[0042] Sobald der aktuelle Druck 45 in dem Druckspeicher 17 kleiner wird als der Minimalwert 46, so wird dies von dem Block 44 erkannt. Ist dies der Fall, so bedeutet dies, daß der Druckabbau in dem Druckspeicher 17 durchgeführt ist. Dies hat dann zur Folge, daß der Schalter 38 wieder zurückgeschaltet wird, so daß der Offsetwert 28 wieder aktiv ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem Kraftstoff von einer Hochdruckpumpe (16) in einen Druckspeicher (17) gefördert wird, bei dem der

Kraftstoff über ein Einspritzventil (21) in einen Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird, bei dem der Druck in dem Druckspeicher (17) auf einen Solldruck (27) zuzüglich eines Offsetwerts (28) begrenzt wird, und bei dem in einem Schiebetrieb der Brennkraftmaschine kein Kraftstoff über das Einspritzventil (21) eingespritzt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** im Schiebetrieb der Offsetwert (28) auf einen Minimalwert oder gar auf Null gesetzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Schiebetrieb durch einen Vergleich des aktuellen Volumenstroms (42) durch die Hochdruckpumpe (16) und des Volumenstroms (43) bei Nullförderung erkannt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Schiebetrieb durch einen Vergleich des insbesondere von einem Drucksensor (19) gemessenen, aktuellen Drucks (45) in dem Druckspeicher (17) mit einem Minimalwert (46) erkannt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Solldruck (27) in Abhängigkeit von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine ermittelt wird.
5. Computerprogramm für ein Steuergerät (20) einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit Programmcode, der dazu geeignet ist, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 durchzuführen, wenn er auf einem Computer ausgeführt wird.
6. Computerprogramm nach Anspruch 5, wobei der Programmcode auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert ist.
7. Steuergerät (20) für eine Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, wobei bei der Brennkraftmaschine Kraftstoff von einer Hochdruckpumpe (16) in einen Druckspeicher (17) gefördert werden kann, wobei der Kraftstoff über ein Einspritzventil (21) in einen Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt werden kann, wobei durch das Steuergerät (20) der Druck in dem Druckspeicher (17) auf einen Solldruck (27) zuzüglich eines Offsetwerts (28) begrenzt werden kann, und wobei in einem Schiebetrieb der Brennkraftmaschine kein Kraftstoff über das Einspritzventil (21) eingespritzt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** durch das Steuergerät (20) im Schiebetrieb der Offsetwert (28) auf einen Minimalwert oder gar auf Null gesetzt wird.
8. Brennkraftmaschine insbesondere für ein Kraftfahr-

zeugs, wobei bei der Brennkraftmaschine Kraftstoff von einer Hochdruckpumpe (16) in einen Druckspeicher (17) gefördert werden kann, wobei der Kraftstoff über ein Einspritzventil (21) in einen Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt werden kann, wobei durch ein Steuergerät (20) der Druck in dem Druckspeicher (17) auf einen Solldruck (27) zuzüglich eines Offsetwerts (28) begrenzt werden kann, und wobei in einem Schiebetrieb der Brennkraftmaschine kein Kraftstoff über das Einspritzventil (21) eingespritzt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** durch das Steuergerät (20) im Schiebetrieb der Offsetwert (28) auf einen Minimalwert oder gar auf Null gesetzt wird.

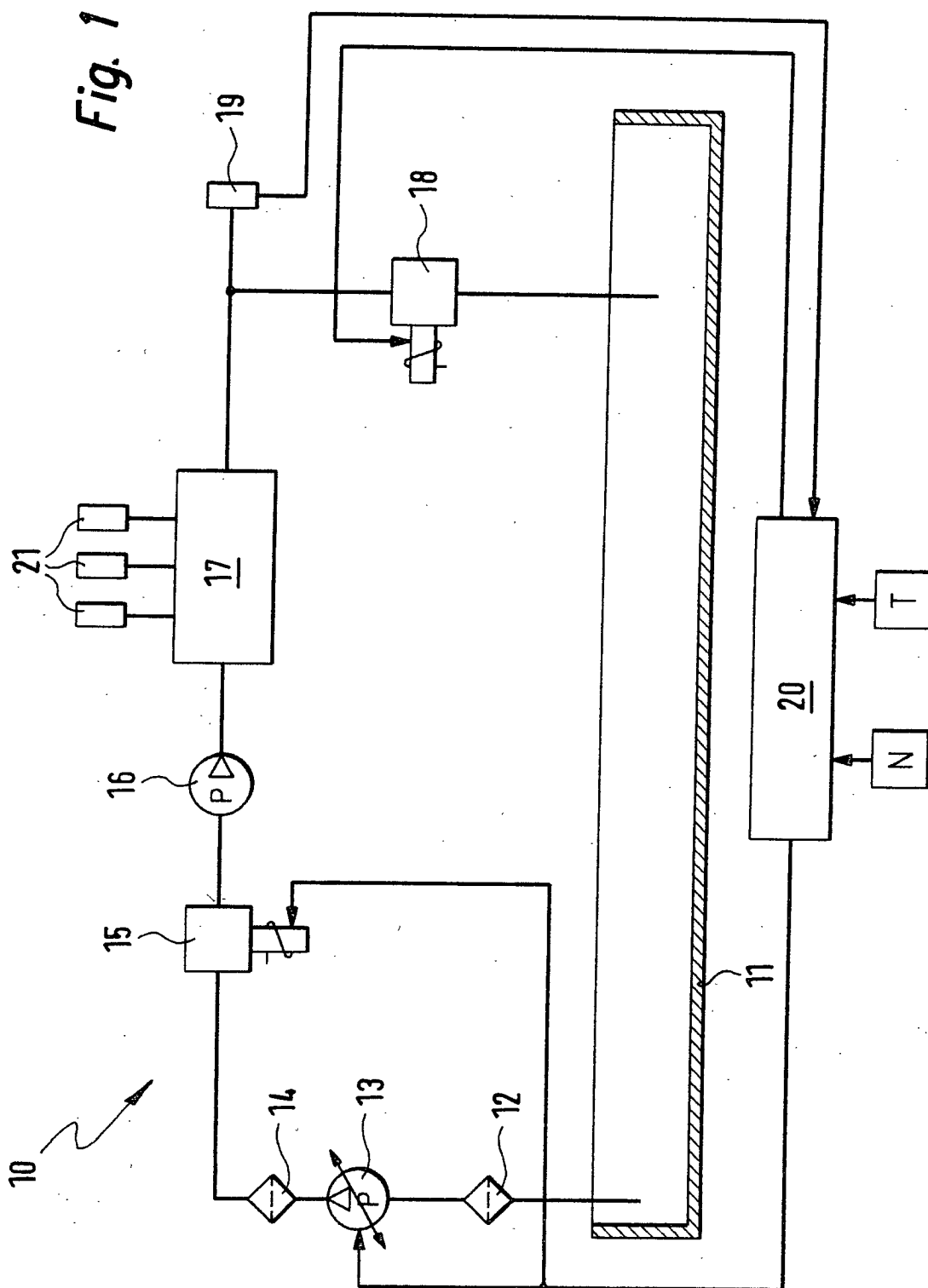
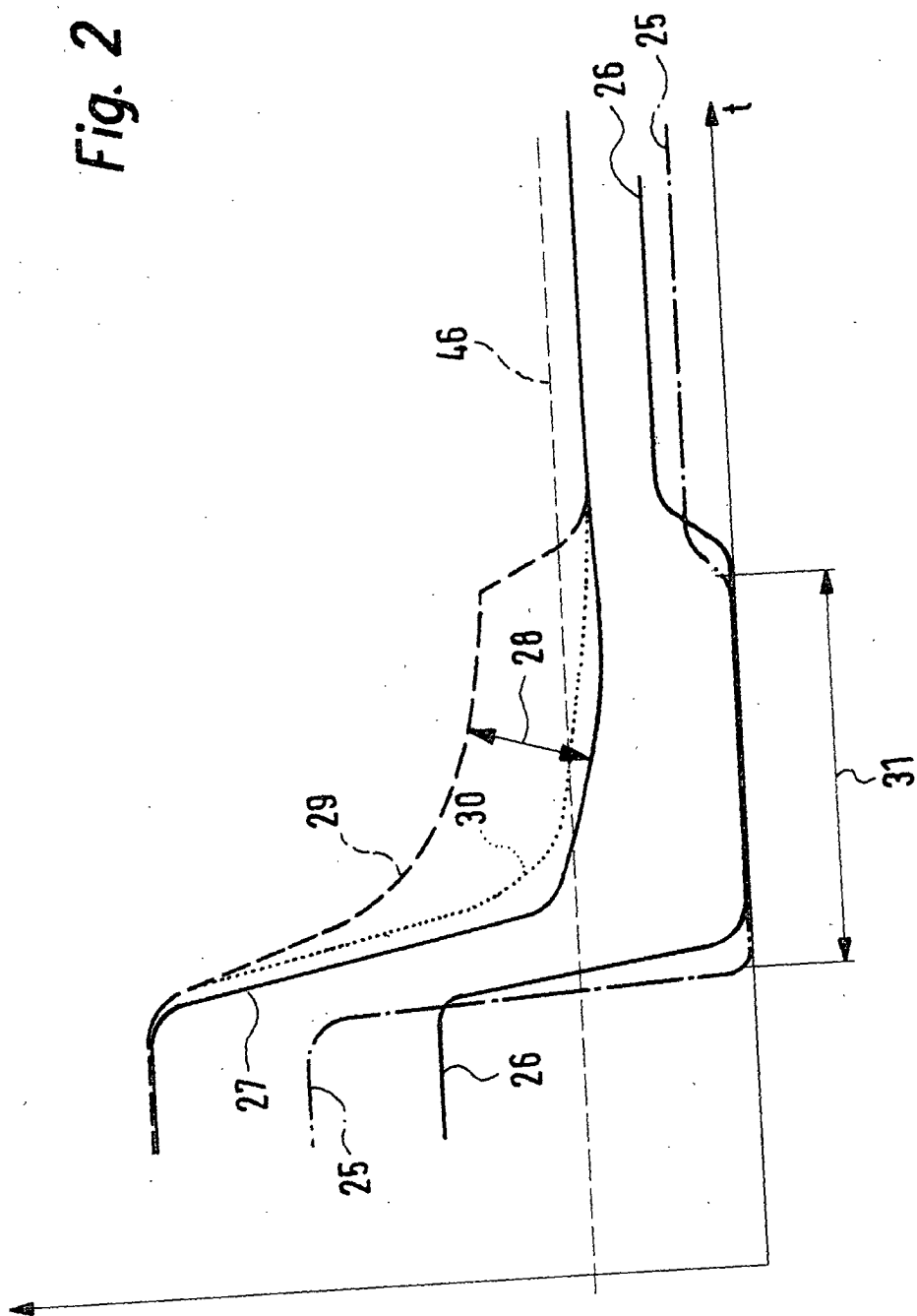


Fig. 2



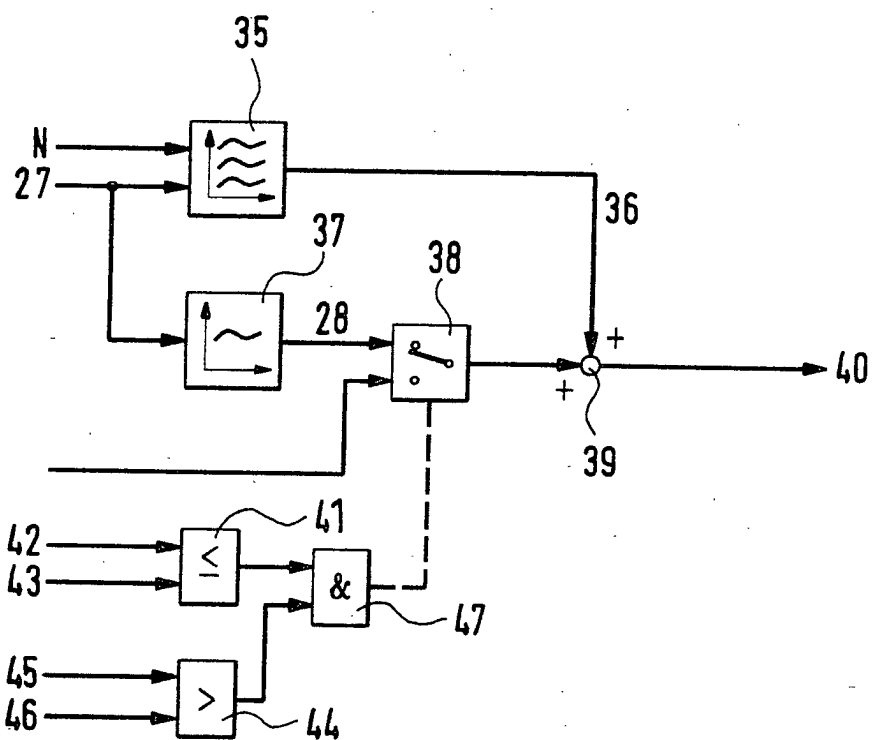


Fig. 3