



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 273 783 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.01.2003 Patentblatt 2003/02

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

(21) Anmeldenummer: **02012970.6**

(22) Anmeldetag: **12.06.2002**

(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

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

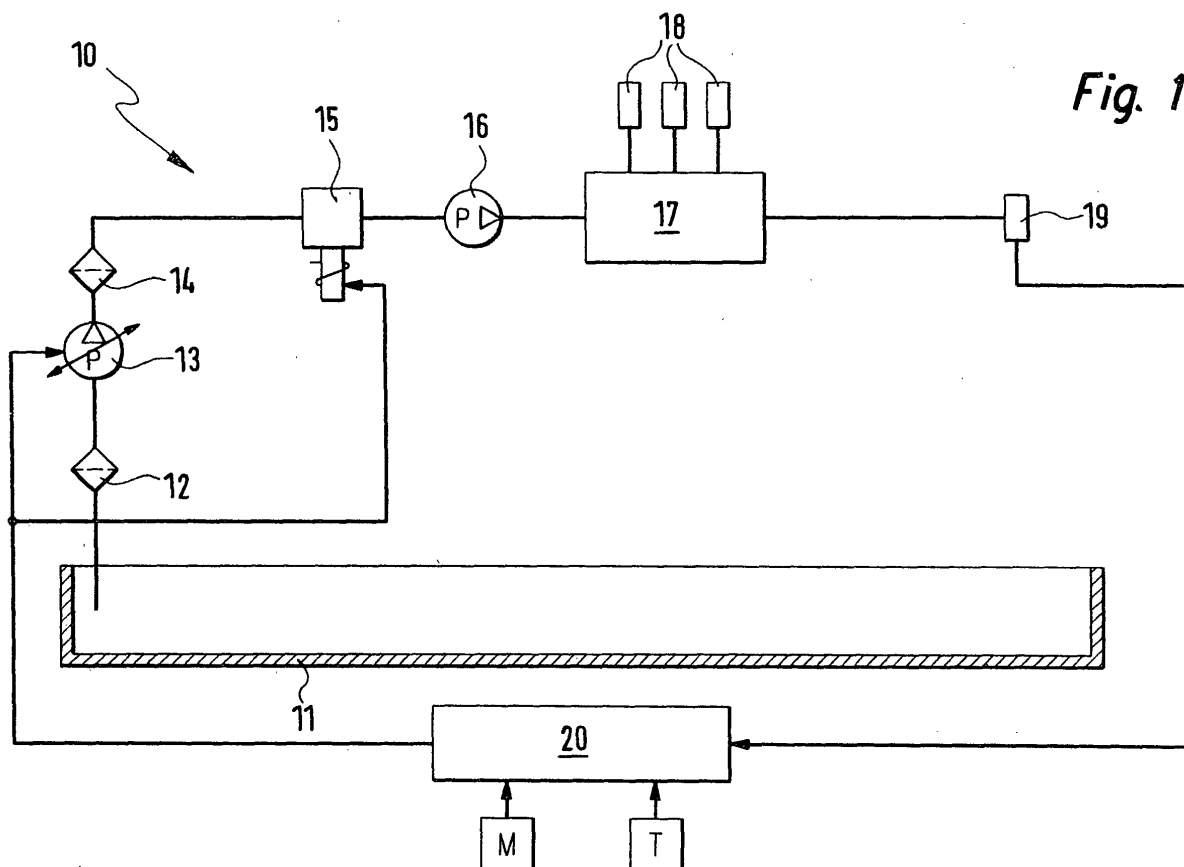
(72) Erfinder:
• **Geyer, Gerhard**
70186 Stuttgart (DE)
• **Holl, Andreas**
71254 Ditzingen (DE)

(30) Priorität: **03.07.2001 DE 10131783**

(54) **Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, insbesondere zur Stabilisie-

rung des Kraftstoffdrucks in einem Druckspeicher bei einer schnellen Änderung der dem Druckspeicher zur Einspritzung entnommenen Kraftstoffmenge.



EP 1 273 783 A2

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, bei dem eine Hochdruckpumpe Kraftstoff in einen Druckspeicher pumpt, bei dem eine Fördermenge mittels einer Zumesseinheit der Hochdruckpumpe zugeführt wird, und bei dem eine Einspritzmenge aus dem Druckspeicher entnommen und eingespritzt wird. Ferner betrifft die Erfindung eine zur Durchführung dieses Verfahrens geeignete Brennkraftmaschine.

[0002] Ein Kraftstoffversorgungssystem, bei dem Kraftstoff mittels einer Hochdruckpumpe in einen Druckspeicher gefördert wird, der zur gemeinsamen Versorgung mehrerer Injektoren dient, wird auch als Common-Rail-System bezeichnet.

[0003] Eine Absenkung des Kraftstoffdrucks im Druckspeicher eines Common-Rail-Systems ergibt sich durch die Entnahme einer zur Einspritzung verwendeten Kraftstoffmenge aus dem Druckspeicher, die im folgenden als Einspritzmenge bezeichnet wird, und durch Leckage- und Steuermengen der Injektoren.

[0004] Von der Einspritzmenge zu unterscheiden ist die als Fördermenge bezeichnete Kraftstoffmenge, die einer Saugseite der Hochdruckpumpe zugeführt wird. Sie entspricht der Einspritzmenge zuzüglich der Leckage- und Steuermenge der Injektoren.

[0005] Üblicherweise erfolgt die Regelung des Kraftstoffdrucks im Druckspeicher bei Common-Rail-Systemen über ein dem Druckspeicher zugeordnetes Druckregelventil, das eine Kraftstoffmenge in den Kraftstofftank zurückleitet, falls diese Kraftstoffmenge über die zum Erreichen bzw. Erhalten des Kraftstoffdrucks in dem Druckspeicher erforderliche Menge hinausgeht.

[0006] Neben der Druckregelung mittels Druckregelventil existieren auch Ausführungsformen von Common-Rail-Systemen, die eine Mengenregelung des der Hochdruckpumpe zugeführten Kraftstoffs aufweisen.

[0007] Hierbei begrenzt eine Zumesseinheit die der Hochdruckpumpe zugeführte Fördermenge auf den aktuell zur Einhaltung/Erreichung eines vorgegebenen Soll-drucks im Druckspeicher benötigten Wert.

[0008] Die saugseitige Mengenregelung vermeidet eine unnötige Kompression überschüssigen Kraftstoffs durch die Hochdruckpumpe und eine anschließende Dekompression durch das Druckregelventil und trägt auf diese Weise dazu bei, die Leistungsaufnahme des Einspritzsystems und die Kraftstofftemperatur im System zu verringern.

[0009] Ein Nachteil der saugseitigen Mengenregelung besteht darin, dass das System hinsichtlich der Druckregelung im Druckspeicher nicht optimal auf schnelle Änderungen der Einspritzmenge reagieren kann.

[0010] Der meist mehrkolbig ausgeführten Hochdruckpumpe kann in Folge einer schnellen Änderung

der Einspritzmenge nach einer Verzögerung über die Zumesseinheit eine der neuen Einspritzmenge angepasste Fördermenge zugeführt werden.

[0011] Allerdings kann es vorkommen, dass ein Pumpenkolben seinen Saughub kurz vor der Änderung der Einspritzmenge bereits abgeschlossen hat und somit noch mit einer der alten Einspritzmenge entsprechenden alten Fördermenge beschickt worden ist. Diese alte Fördermenge wird dem Druckspeicher noch in dem nächsten Förderhub des Pumpenkolbens zugeführt werden.

[0012] Durch die Mengendifferenz zwischen der alten Fördermenge, die noch in den Druckspeicher geliefert werden wird einerseits, und der neuen, bereits dem Druckspeicher entnommenen Einspritzmenge andererseits, kommt es zu Druckänderungen im Druckspeicher. Die Druckänderungen stehen dabei in direktem Zusammenhang mit der Mengendifferenz.

[0013] Steigt die Einspritzmenge beispielsweise sprungartig an, so wird dem Druckspeicher durch das sofortige Einspritzen der neuen, größeren Einspritzmenge mehr Kraftstoff entnommen, als durch den folgenden Förderhub nachgeliefert werden kann, der nur die alte Fördermenge liefert; infolgedessen kann der Kraftstoffdruck im Druckspeicher absinken.

[0014] Kritischer ist eine plötzliche Reduzierung der Einspritzmenge. Dem Druckspeicher wird weniger Kraftstoff zur Einspritzung entnommen, als ihm durch den folgenden Kolbenhub zugeführt wird. Dadurch kommt es zu einem Druckanstieg im Druckspeicher, der die Dauerhaltbarkeit des Druckspeichers sowie der an ihn angeschlossenen Hochdruckkomponenten gefährdet.

Aufgabe und Vorteile der Erfindung

[0015] Demgemäß ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine bereitzustellen, bei dem der Kraftstoffdruck in einem Druckspeicher der Brennkraftmaschine stabilisiert wird, um die Druckbelastung der Komponenten des Kraftstoffversorgungssystems zu reduzieren.

[0016] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 1 sowie durch eine Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 8 gelöst.

[0017] Die Erfindung basiert darauf, dass sich eine Anpassung der Fördermenge erst dann auf den Kraftstoffdruck im Druckspeicher auswirkt, wenn ein erster Pumpenkolben der Hochdruckpumpe in seinem Saughub mit der neuen Fördermenge beschickt worden ist, und dieser Pumpenkolben seinen Förderhub in den Druckspeicher begonnen hat.

[0018] Die Zeit zwischen der Änderung der Einspritzmenge und der erstmaligen Förderung einer neuen Fördermenge in den Druckspeicher wird als Totzeit bezeichnet und hängt im wesentlichen von der Trägheit der Zumesseinheit, von dem Zustand der Hochdruck-

pumpe zum Zeitpunkt der Änderung der Einspritzmenge sowie der Geometrie der Hochdruckpumpe ab. Die Totzeit ist ausserdem abhängig von der Drehzahl der Hochdruckpumpe bezogen auf die Drehzahl der Brennkraftmaschine.

[0019] Das Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 1, bei dem eine Hochdruckpumpe Kraftstoff in einen Druckspeicher pumpt, bei dem eine Fördermenge mittels einer Zumesseinheit der Hochdruckpumpe zugeführt wird, und bei dem eine Einspritzmenge aus dem Druckspeicher entnommen und eingespritzt wird, ist dadurch gekennzeichnet, dass, sobald eine Veränderung der Einspritzmenge von einem alten Wert zu einem neuen Wert vorgesehen ist, die Fördermenge sofort in Abhängigkeit von dem neuen Wert der Einspritzmenge geändert wird, und dass die alte Einspritzmenge weiterhin für eine wählbare Wartezeit eingespritzt wird.

[0020] Dabei ist es besonders vorteilhaft, einen Schwellwert für die Veränderung der Einspritzmenge festzulegen und erst nach dessen Überschreitung die Fördermenge zu ändern.

[0021] In einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird nach der oben beschriebenen wählbaren Wartezeit die neue Einspritzmenge eingespritzt.

[0022] Es ist vorteilhaft, die Wartezeit so zu wählen, dass sie etwa der Totzeit der Hochdruckpumpe entspricht.

[0023] Die Hochdruckpumpe wird meist mechanisch, üblicherweise von der Brennkraftmaschine angetrieben, wobei je nach Typ der Brennkraftmaschine ein Getriebe zur Anpassung der Drehzahl zwischengeschaltet ist.

[0024] Die Totzeit der Hochdruckpumpe kann bei Antrieb durch die Brennkraftmaschine über das Übersetzungsverhältnis zwischen Hochdruckpumpe und Motor sowie die Anzahl der Pumpenkolben auf einen Kurbelwellenwinkel der Brennkraftmaschine bezogen werden. Mit der Zylinderzahl kann die Totzeit auf die Anzahl der Einspritzungen bezogen werden, was für die Angabe der Wartezeit besonders zweckmäßig ist, da die Abhängigkeit von der Drehzahl der Brennkraftmaschine entfällt.

[0025] Der Anteil eines Pumpenhubs an der Versorgung der Injektoren ist über die Zylinderzahl und das Übersetzungsverhältnis gegeben. Damit ist bekannt, welcher Anteil der für die nächste Einspritzung benötigten Kraftstoffmenge sich im betreffenden Pumpenzylinder befindet. In Abhängigkeit von diesen zwei Parametern kann die Wartezeit bzw. die der Wartezeit entsprechende Anzahl der Einspritzungen definiert werden.

[0026] Weiterhin ist es möglich, die Wartezeit in Abhängigkeit des Betriebszustandes und/oder der Belastung der Brennkraftmaschine zu wählen.

[0027] Es ist auch denkbar, die Hochdruckpumpe durch von der Brennkraftmaschine getrennte Antriebsmittel anzutreiben, wobei sowohl die Drehzahl der

Hochdruckpumpe als auch die Drehzahl der Brennkraftmaschine für die Ermittlung der Wartezeit zu berücksichtigen sind.

[0028] Durch die Einspritzung der alten Einspritzmenge während der Wartezeit wird dem Druckspeicher genau die Kraftstoffmenge entnommen, die ihm durch diejenigen Kolben der Hochdruckpumpe zugeführt wird, welche ihren Saughub vor der Änderung der Einspritzmenge abgeschlossen haben und damit noch eine der alten Einspritzmenge entsprechende alte Fördermenge in den Druckspeicher fördern.

[0029] Auf diese Weise wird der Kraftstoffdruck im Druckspeicher auch bei sich sprunghaft ändernden Einspritzmengen, wie sie z.B. durch Pedalwertsprünge bei Gangwechseln vorkommen, stabilisiert.

[0030] Insbesondere wird ein Druckanstieg im Druckspeicher bei sich verringernder Einspritzmenge vermieden, der dadurch entsteht, dass während der Totzeit der Pumpe noch eine der alten Einspritzmenge entsprechende Kraftstoffmenge in den Druckspeicher gefördert wird, diesem jedoch nur noch die verringerte, neue Einspritzmenge entnommen wird. Die Druckbelastung der Hochdruckpumpe, des Druckspeichers und weiterer Komponenten des Kraftstoffeinspritzsystems wird somit verringert und damit deren Lebensdauer erhöht.

[0031] Darüberhinaus ist das erfindungsgemäße Verfahren geeignet, einen Druckabbau im Druckspeicher zu vermeiden, falls eine größere Einspritzmenge eingespritzt werden soll. Der Druckabbau entsteht dadurch, dass dem Druckspeicher mehr Kraftstoff durch Einspritzung entnommen wird, als ihm während der Totzeit der Hochdruckpumpe durch diese zugeführt werden kann.

[0032] Die erfindungsgemäße Beibehaltung der vor der Änderung der Einspritzmenge eingespritzten Kraftstoffmenge für eine wählbare Wartezeit ermöglicht es, den Kraftstoffdruck im Druckspeicher konstant zu halten, bis eine der neuen Einspritzmenge entsprechende Kraftstoffmenge von der Hochdruckpumpe in den Druckspeicher geliefert werden kann.

[0033] Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass die Ansprechzeit auf Änderungen der Einspritzmenge und eine sich daraus ergebende Anpassung der Fördermenge sehr kurz ist im Gegensatz zu herkömmlichen, z.B. auf der Filterung von Mengensignalen basierenden Verfahren.

[0034] Da die Totzeit der Hochdruckpumpe durch das erfindungsgemäße Verfahren bereits berücksichtigt wird, ist eine Verarbeitung im Druckregler überflüssig.

[0035] Ebenfalls vorteilhaft ist der geringe Rechenaufwand des erfindungsgemäßen Verfahrens, da allein alte, bereits ermittelte Werte für die Einspritzmenge beibehalten werden müssen.

[0036] Die bereits erwähnte Möglichkeit, die Wartezeit in Abhängigkeit der Drehzahl der Brennkraftmaschine zu wählen, kann dahingehend genutzt werden, die Auswahl einer Wartezeit > 0 erst oberhalb einer vorgegebenen Mindestdrehzahl der Brennkraftmaschine zuzulassen.

[0037] Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in Form eines Computerprogramms, das für ein Steuergerät einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, vorgesehen ist. Dabei ist das Computerprogramm insbesondere auf einem Mikroprozessor ablauffähig und zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet. In diesem Fall wird also die Erfindung durch das Computerprogramm realisiert, sodass dieses Computerprogramm in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Computerprogramm geeignet ist. Das Computerprogramm kann auf einem elektrischen Speichermedium abgespeichert sein, beispielsweise auf einem Flash-Memory oder einem Read-Only-Memory.

[0038] 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

[0039] Figur 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels eines Teils einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug, und Figur 2 zeigt einen Ablaufplan einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0040] In der Figur 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.

[0041] Der Kraftstoff wird aus einem Kraftstofftank 11 über ein erstes Filter 12 von einer Vorförderpumpe 13 angesaugt. Bei der Vorförderpumpe 13 handelt es sich üblicherweise um eine Zahnradpumpe. Die Vorförderpumpe 13 kann aber auch beispielsweise als elektrische Kraftstoffpumpe ausgebildet sein.

[0042] Der von der Vorförderpumpe 13 angesaugte Kraftstoff wird über ein zweites Filter 14 zu einer Zumesseinheit 15 gefördert. Die Zumesseinheit 15 kann z. B. als magnetgesteuertes Proportionalventil ausgebildet sein.

[0043] Der Zumesseinheit 15 ist eine Hochdruckpumpe 16 nachgeordnet. Üblicherweise werden mechanische Pumpen als Hochdruckpumpe 16 eingesetzt, die direkt oder auch über ein Getriebe von der Brennkraftmaschine angetrieben werden.

[0044] Die Hochdruckpumpe 16 ist mit einem Druck-

speicher 17 verbunden, der häufig auch als Rail bezeichnet wird. Dieser Druckspeicher 17 steht über Kraftstoffleitungen mit Injektoren 18 in Kontakt. Über diese Injektoren 18 wird der Kraftstoff in die Brennräume der Brennkraftmaschine eingespritzt.

[0045] Ein Drucksensor 19 ist mit dem Druckspeicher 17 gekoppelt.

[0046] Ein Steuergerät 20 ist vorgesehen, das von einer Mehrzahl von Eingangssignalen beaufschlagt ist. Bei diesen Eingangssignalen handelt es sich bspw. um die Gaspedalstellung M, die Drehzahl der Brennkraftmaschine oder den Druck innerhalb des Druckspeichers 17, der von dem Drucksensor 19 gemessen wird.

[0047] In Abhängigkeit von den Eingangssignalen erzeugt das Steuergerät 20 eine Mehrzahl von Ausgangssignalen. Dabei kann es sich beispielsweise um ein Signal zur Ansteuerung der Vorförderpumpe 13 im Falle einer elektrischen Vorförderpumpe oder um ein Signal zur Ansteuerung der Zumesseinheit 15 handeln.

[0048] Nachfolgend wird die Funktionsweise des in Figur 1 dargestellten Kraftstoffversorgungssystems 10 erläutert.

[0049] 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 bei Systemen mit einer als Zahnradpumpe ausgeführten Vorförderpumpe 13 üblicherweise in einem Bereich von etwa 5 bar bis 7 bar. Dieser Bereich wird deshalb auch als Niederdruckbereich bezeichnet.

[0050] Von der Zumesseinheit 15 wird eine als Fördermenge bezeichnete Kraftstoffmenge zu der Hochdruckpumpe 16 weitergegeben, die - unter Voraussetzung eines stationären Betriebszustandes der Brennkraftmaschine - über die Injektoren 18 in die Brennräume der Brennkraftmaschine eingespritzt werden soll.

[0051] Von der Hochdruckpumpe 16 wird dann der einzuspritzende Kraftstoff in den Druckspeicher 17 gefördert, um von dort über die Injektoren 18 in die jeweiligen Brennräume der Brennkraftmaschine eingespritzt zu werden. Die tatsächlich in die Brennräume eingespritzte Kraftstoffmenge wird als Einspritzmenge bezeichnet.

[0052] Der Kraftstoffdruck im Druckspeicher 17 kann auf zwei Arten beeinflusst werden. Einerseits bewirkt eine Kraftstoffentnahme durch Einspritzung in die Brennräume der Brennkraftmaschine eine Druckabsenkung im Druckspeicher 17. Ein Druckanstieg im Druckspeicher 17 ergibt sich in Abhängigkeit der Fördermenge, die - wie bereits erwähnt - von der Hochdruckpumpe 16 in den Druckspeicher 17 gepumpt wird.

[0053] Die Hochdruckpumpe 16 ist als Radialkolbenpumpe ausgebildet und weist beispielsweise drei Pumpenkolben auf. Wie bereits erwähnt, wird während eines Saughubs eines Pumpenkolbens die durch die Zumesseinheit 15 bestimmte Fördermenge in den Pumpenkolben gefördert und bei dem darauf folgenden Förderhub dieses Pumpenkolbens unter Hochdruck in den Druck-

speicher 17 gepresst.

[0054] Die Förder- bzw. Saughübe der Pumpenkolben erfolgen zeitlich versetzt, sodass beispielsweise ein erster Kolben mit seinem Saughub beginnt, während ein zweiter Kolben seinen Förderhub durchführt.

[0055] Sobald eine Veränderung der Einspritzmenge vorgesehen ist, die eine Druckänderung im Druckspeicher 17 zur Folge haben würde, wird gemäß Schritt a) des in Figur 2 abgebildeten erfindungsgemäßen Verfahrens dem ersten Kolben für seinen Saughub mit Hilfe der Zumesseinheit 15 sofort eine neue Fördermenge zugeführt, um der Druckänderung entgegenzuwirken.

[0056] Der zweite, in seinem Förderhub befindliche Kolben, muss jedoch erst den noch im Verlauf befindlichen Förderhub mit der alten Fördermenge abschließen, um bei seinem nächsten Saughub ebenfalls mit einer neuen Fördermenge beschickt werden zu können.

[0057] Weil die Injektoren 18 ohne Verzögerung eine neue Einspritzmenge in die Brennräume einspritzen können, die Hochdruckpumpe 16 - wie bereits dargestellt - eine entsprechend angepasste Fördermenge aber erst nach einer gewissen Totzeit in den Druckspeicher 17 liefern kann, wird in Verfahrensschritt b) aus Figur 2 für eine wählbare Wartezeit weiterhin die alte Einspritzmenge eingespritzt. Die Wartezeit ist dabei etwa gleich der Totzeit der Hochdruckpumpe 16 zu wählen.

[0058] Dadurch ist sichergestellt, dass dem Druckspeicher 17 aufgrund der Einspritzung durch die Injektoren 18 die gleiche Kraftstoffmenge entnommen wird, die ihm während der Totzeit der Hochdruckpumpe 16 zugeführt wird, sodass der Kraftstoffdruck im Druckspeicher 17 während der Totzeit der Hochdruckpumpe 16 nahezu konstant bleibt.

[0059] Zur Ermittlung der Wartezeit kann die Totzeit der Hochdruckpumpe 16 berechnet werden. Es ist weiterhin vorteilhaft, die Wartezeit in Abhängigkeit der Drehzahl oder der Belastung der Brennkraftmaschine zu wählen, um besondere Betriebsarten wie z. B. Start oder Leerlauf der Brennkraftmaschine nicht störend zu beeinflussen.

[0060] Zweckmäßigerweise wird die Wartezeit als Vielfaches der Zeit zwischen zwei Einspritzungen angegeben, um die Drehzahlabhängigkeit der Wartezeit zu eliminieren.

[0061] Schließlich wird nach Ablauf der Wartezeit, d. h. sobald der erste Kolben der Hochdruckpumpe mit der neuen Fördermenge seinen Förderhub beginnt, in Verfahrensschritt c) die neue Einspritzmenge in die Brennräume der Brennkraftmaschine - eingespritzt.

[0062] Im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren ist die Durchführung des beschriebenen Verfahrens nicht wahrnehmbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, bei dem eine Hochdruckpumpe (16) Kraftstoff in ei-

nen Druckspeicher (17) pumpt, bei dem eine Fördermenge mittels einer Zumesseinheit (15) der Hochdruckpumpe (16) zugeführt wird, und bei dem eine Einspritzmenge aus dem Druckspeicher (17) entnommen und eingespritzt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass**, sobald eine Veränderung der Einspritzmenge von einem alten Wert zu einem neuen Wert vorgesehen ist, die Fördermenge sofort in Abhängigkeit von dem neuen Wert der Einspritzmenge geändert wird, und dass die alte Einspritzmenge weiterhin für eine wählbare Wartezeit eingespritzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** erst nach Ablauf der Wartezeit die neue Einspritzmenge eingespritzt wird.

3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wartezeit in Abhängigkeit von der Zylinderzahl der Brennkraftmaschine und dem Übersetzungsverhältnis zwischen der Hochdruckpumpe (16) und der Brennkraftmaschine gewählt wird.

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wartezeit in Abhängigkeit des Betriebszustandes, insbesondere der Drehzahl und/oder der Belastung der Brennkraftmaschine gewählt wird.

5. Computerprogramm für ein Steuergerät (20) einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Computerprogramm zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4 geeignet ist.

6. Computerprogramm nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Computerprogramm auf einem elektrischen Speichermedium, insbesondere auf einem Flash-Memory oder einem Read-Only-Memory abgespeichert ist.

7. Steuergerät (20) für eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei der Kraftstoff von einer Hochdruckpumpe (16) in einen Druckspeicher (17) förderbar ist, bei der eine Fördermenge mittels einer Zumesseinheit (15) der Hochdruckpumpe (16) zuführbar ist, und bei der eine Einspritzmenge aus dem Druckspeicher (17) entnehmbar und einspritzbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**, sobald eine Veränderung der Einspritzmenge von einem alten Wert zu einem neuen Wert vorgesehen ist, die Fördermenge sofort in Abhängigkeit von dem neuen Wert der Einspritzmenge änderbar ist, und dass die alte Einspritzmenge weiterhin für eine wählbare Wartezeit einspritzbar ist.

8. Brennkraftmaschine, insbesondere für ein Kraft-

fahrzeug, bei der Kraftstoff von einer Hochdruckpumpe (16) in einen Druckspeicher (17) förderbar ist, bei der eine Fördermenge mittels einer Zumesseinheit (15) der Hochdruckpumpe (16) zuführbar ist, und bei der eine Einspritzmenge aus dem Druckspeicher (17) entnehmbar und einspritzbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**, sobald eine Veränderung der Einspritzmenge von einem alten Wert zu einem neuen Wert vorgesehen ist, die Fördermenge sofort in Abhängigkeit von dem neuen Wert der Einspritzmenge änderbar ist, und dass die alte Einspritzmenge weiterhin für eine wählbare Wartezeit einspritzbar ist.

15

20

25

30

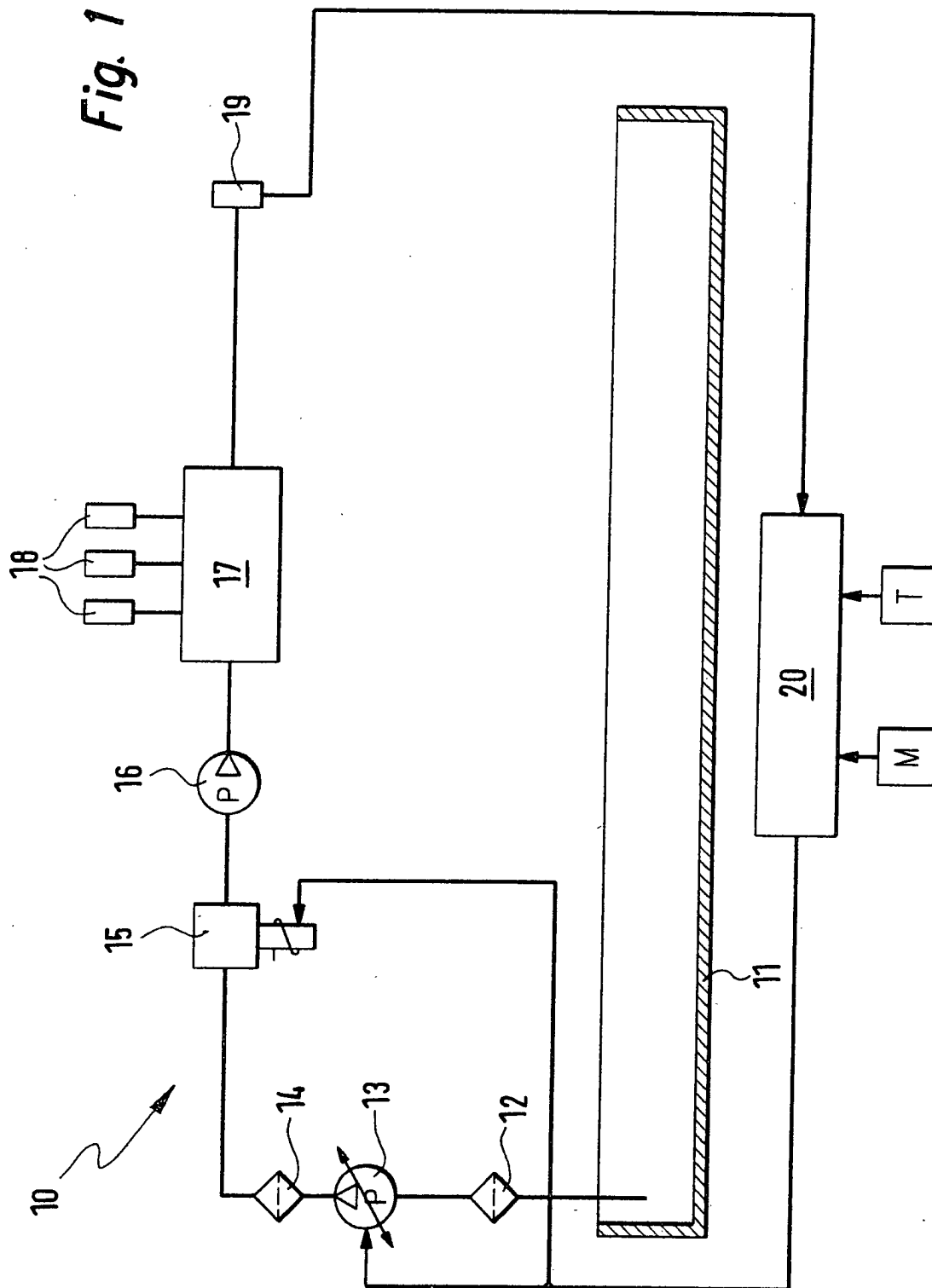
35

40

45

50

55



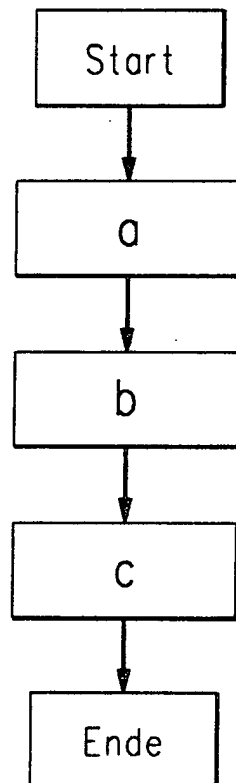


Fig. 2