



(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.09.2005 Patentblatt 2005/38

(51) Int Cl.7: **F02D 41/06**, F02D 41/38

(21) Anmeldenummer: **01994597.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2001/004604

(22) Anmeldetag: **06.12.2001**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2002/048532 (20.06.2002 Gazette 2002/25)

(54) **VERFAHREN, COMPUTERPROGRAM UND STEUER- UND/ODER REGELGERÄT ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE SOWIE BRENNKRAFTMASCHINE**

METHOD, COMPUTER PROGRAM AND CONTROL AND/OR REGULATION DEVICE FOR OPERATING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE, AND CORRESPONDING INTERNAL COMBUSTION ENGINE

PROCEDE, PROGRAMME INFORMATIQUE ET APPAREIL DE COMMANDE ET/OU DE REGLAGE PERMETTANT D'EXPLOITER UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE ET MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR IT

• **BOCHUM, Hansjoerg**
Novi, MI 48377 (US)

(30) Priorität: **12.12.2000 DE 10061856**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 237 754 DE-A- 19 539 885
US-A- 5 394 844

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.10.2003 Patentblatt 2003/40

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**
70422 Stuttgart (DE)

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 1998, no. 01, 30. Januar 1998 (1998-01-30) & JP 09 250426 A (TOYOTA MOTOR CORP), 22. September 1997 (1997-09-22)
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 1997, no. 10, 31. Oktober 1997 (1997-10-31) & JP 09 166061 A (MITSUBISHI MOTORS CORP), 24. Juni 1997 (1997-06-24)
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 1997, no. 07, 31. Juli 1997 (1997-07-31) & JP 09 088763 A (FUJI HEAVY IND LTD), 31. März 1997 (1997-03-31)

(72) Erfinder:

- **JOOS, Klaus**
74399 Walheim (DE)
- **WOLBER, Jens**
70839 Gerlingen (DE)
- **FRENZ, Thomas**
86720 Noerdlingen (DE)
- **AMLER, Markus**
71229 Leonberg-Gebersheim (DE)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem der Kraftstoff aus einem Vorratsbehälter mittels mindestens einer Kraftstoffpumpe in eine Kraftstoffleitung gefördert wird.

[0002] Aus der DE 195 39 885 A1 ist eine Kraftstoffversorgungsanlage einer Brennkraftmaschine bekannt. Die Kraftstoffversorgungsanlage umfasst zwei in Reihe geschaltete Kraftstoffpumpen sowie mehrere, direkt in einen Brennraum einspritzende Kraftstoffventile. Bei dem bekannten Verfahren wird über eine Ventileinrichtung dafür gesorgt, dass während des Startvorgangs der Brennkraftmaschine eine der beiden Kraftstoffpumpen den Kraftstoff mit einem erhöhten Druck zu den Kraftstoffventilen fördert. Hierdurch wird erreicht, dass Dampfblasen in der Kraftstoffleitung aus der Kraftstoffleitung gespült oder in der Kraftstoffleitung komprimiert werden und hierdurch ein Starten der Brennkraftmaschine in ausreichend kurzer Zeit möglich ist. Das in der DE 195 39 885 vorgeschlagene Verfahren verbessert zwar das Startverhalten der Brennkraftmaschine erheblich. Es wurde jedoch festgestellt, dass noch eine weitere Verbesserung des Startverhaltens und hier insbesondere eine Verkürzung der Startzeit der Brennkraftmaschine gewünscht wird.

[0003] In der EP 0 237 754 A1 wird beschrieben, den Druck in einem Niederdruck-Kraftstoffsystem mit Saugrohreinspritzung beim Abstellen der Brennkraftmaschine durch Aktivieren eines zweiten Druckreglers zu erhöhen. Dies hat den Vorteil, dass bereits während der Standzeit der Brennkraftmaschine, wenn diese also nicht in Betrieb ist, der Druck des Kraftstoffs gegenüber dem normalen Druck erhöht wird, wodurch die Bildung von Dampfblasen von vornherein vermieden wird. Dies ermöglicht es, dass den Brennräumen der Brennkraftmaschine der Kraftstoff noch schneller beim Startvorgang zu Verfügung gestellt wird, was den Startvorgang selbst beschleunigt und das Startverhalten der Brennkraftmaschine verbessert.

[0004] Die Erhöhung des Kraftstoffdrucks in der Kraftstoffleitung nur im Ruhezustand hat darüber hinaus gegenüber einem ständig erhöhten Kraftstoffdruck den Vorteil, dass die Komponenten der Brennkraftmaschine im Normalbetrieb weniger belastet werden. Dies gilt insbesondere für die Kraftstoffpumpe, deren Lebensdauer durch den im Normalfall niedrigeren Druck verlängert wird und auch für die Kraftstoffleitungen, welche bei den im Normalfall niedrigeren Druck weniger anfällig gegenüber einer Permeation sind.

[0005] Die JP 09 250 426 beschreibt die Möglichkeit, bei einem Hochdruck-Kraftstoffsystem mit Kraftstoff-Direkteinspritzung während des Anlassens einer Brennkraftmaschine einen Hochdruckbereich direkt von einer Niederdruckpumpe zu speisen, wenn der Druck im

Hochdruckbereich unterhalb des Förderdrucks der Niederdruckpumpe liegt.

[0006] Die JP 09 166 061 beschreibt die Möglichkeit, die Niederdruckpumpe in einem derartigen Kraftstoffsystem über das Abschalten der Brennkraftmaschine hinaus weiter in betreiben, um so den Kraftstoffdruck zwischen Hoch- und Niederdruckpumpe aufrecht zu erhalten.

[0007] Die vorliegende Erfindung hat die Aufgabe, ein Verfahren der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass das Startverhalten und die Betriebssicherheit der Brennkraftmaschine auf einfache Weise verbessert werden.

[0008] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass der Druck des Kraftstoffs mindestens in einem Bereich der Kraftstoffleitung in einem Ruhezustand der Brennkraftmaschine, in dem eine Kurbelwelle der Brennkraftmaschine nicht dreht und eine Zündung ausgeschaltet ist, im Vergleich zu einem Normalbetrieb wenigstens zeitweise erhöht wird und in dem Ruhezustand der Brennkraftmaschine während der Phase mit erhöhtem Kraftstoffdruck ein Hochdruckbereich und ein Niederdruckbereich der Kraftstoffleitung miteinander derart verbunden sind, dass in ihnen der gleiche Druck herrscht.

[0009] Eine solche Kraftstoffleitung mit einem Hochdruckbereich und einem Niederdruckbereich kommt z. B. bei Brennkraftmaschinen mit Benzindirekteinspritzung (BDE) zum Einsatz. Bei einem solchen Kraftstoffsystem wird der Kraftstoff zunächst von einer elektrischen Kraftstoffpumpe in den Niederdruckbereich der Kraftstoffleitung gefördert und einer von der Brennkraftmaschine direkt angetriebenen Hochdruckpumpe zugeführt. Diese fördert den Kraftstoff unter sehr hohem Druck (bis zu 120 bar) in eine Kraftstoff-Sammelleitung, welche auch als "Rail" bezeichnet wird. Von dieser wird der Kraftstoff direkt den Einspritzventilen zugeführt, welche den Kraftstoff unmittelbar in die Brennräume der Brennkraftmaschine einspritzen.

[0010] Üblicherweise bleiben im Ruhezustand der Brennkraftmaschine der Hochdruckbereich und der Niederdruckbereich der Kraftstoffleitung voneinander getrennt. Die Hochdruckkomponenten des Hochdruckbereichs, z.B. die Hochdruckpumpe, die Hochdruckeinspritzventile, ein Mengensteuerventil und ein Drucksteuerventil, sind somit u.U. während eines sehr langen Zeitraums dem hohen Druck im Hochdruckbereich ausgesetzt. Wird der Hochdruckbereich mit dem Niederdruckbereich während der Phase mit erhöhtem Druck des Kraftstoffs verbunden, ergibt sich hierdurch automatisch eine Absenkung des Drucks im Hochdruckbereich auf einen gemeinsamen Druckwert, welcher jedoch höher liegt als der übliche Druckwert im Niederdruckbereich der Kraftstoffleitung, so dass Dampfblasen vermieden werden.

[0011] Die Komponenten im Hochdruckbereich der Kraftstoffleitung sind somit nicht mehr dem besonders hohen Druck ausgesetzt, so dass die Dichtheitsanfor-

derung an diese Komponenten entschärft sind. Hierdurch werden die Fertigungskosten für die entsprechenden Komponenten reduziert und ggf. erhöht sich auch die Lebensdauer dieser Komponenten.

[0012] Vorteilhaftige Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

[0013] In einer ersten Weiterbildung ist genannt, dass der Druck des Kraftstoffs mindestens in dem besagten Bereich der Kraftstoffleitung im Ruhezustand dann erhöht wird, wenn die Temperatur der Brennkraftmaschine oberhalb eines Grenzwerts liegt. Die Bildung von Dampfblasen ist dann besonders wahrscheinlich, wenn der Kraftstoff in den Kraftstoffleitungen warm ist. Eine solche Erwärmung des Kraftstoffs ist wiederum dann zu befürchten, wenn die Brennkraftmaschine nach einem längeren Betrieb abgestellt wird und durch Wärmeleitung die Kraftstoffleitung, die Kraftstoffpumpe und/oder andere Elemente des Kraftstoffsystems von der heißen Brennkraftmaschine erwärmt werden.

[0014] Durch die erfindungsgemäße Weiterbildung des Verfahrens wird diese Erwärmung des Kraftstoffs in der Kraftstoffleitung berücksichtigt. Andererseits wird auf die Erhöhung des Kraftstoffdrucks in der Kraftstoffleitung auch im Ruhezustand dann verzichtet, wenn die Brennkraftmaschine z.B. nur kurzzeitig gestartet wurde, sie also keine hohe Betriebstemperatur erreicht hat, und insoweit auch keine die Entstehung von Dampfblasen fördernde Erwärmung des Kraftstoffes in der Kraftstoffleitung zu befürchten ist.

[0015] Weiter wird vorgeschlagen, dass der Druck des Kraftstoffs in dem besagten Bereich der Kraftstoffleitung mindestens während des Startens der Brennkraftmaschine und vorzugsweise während eines Zeitraums nach dem Starten der Brennkraftmaschine erhöht bleibt. Hierdurch wird ein sicheres Starten der Brennkraftmaschine nochmals beschleunigt und ein ruhiger und sicherer Betrieb der Brennkraftmaschine nach dem Startvorgang mit hoher Zuverlässigkeit sichergestellt.

[0016] Dabei wird besonders bevorzugt, wenn die Zeitdauer, während der nach dem Start der Brennkraftmaschine der Druck des Kraftstoffs mindestens in dem besagten Bereich der Kraftstoffleitung erhöht bleibt, von der Temperatur der Brennkraftmaschine abhängt.

[0017] Wie oben ausgeführt wurde, hängt die Wahrscheinlichkeit der Bildung von Dampfblasen von der Temperatur des Kraftstoffs ab, welche wiederum von der Temperatur der Brennkraftmaschine abhängt. Beim Betrieb einer sehr heißen Brennkraftmaschine, z. B. einer Brennkraftmaschine, die nach längerer Betriebsdauer und kurzem Zwischenstopp wieder angelassen wird, ist die Gefahr des Entstehens von Dampfblasen besonders ausgeprägt. In diesem Fall sollte der Druck des Kraftstoffs über einen bestimmten Zeitraum erhöht bleiben, welcher von der Temperatur der Brennkraftmaschine abhängt. Ggf. kann der Druck wieder abgesenkt werden, wenn die Temperatur der Brennkraftmaschine unterhalb eines Grenzwertes abgesunken ist.

[0018] Eine Möglichkeit, den Druck des Kraftstoffs in dem besagten Bereich in der besagten Weise zu erhöhen, besteht darin, dass eine Einrichtung, welche den Druck des Kraftstoffs mindestens in dem besagten Bereich der Kraftstoffleitung auf ein normales Niveau einstellt, während der Phase mit erhöhten Kraftstoffdruck ausgeschaltet wird. Diese Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist besonders einfach zu realisieren.

[0019] Möglich ist auch, dass die Erhöhung des Drucks des Kraftstoffs mindestens in dem besagten Bereich der Kraftstoffleitung während des Ruhezustands der Brennkraftmaschine die Inbetriebnahme mindestens einer Kraftstoffpumpe nach dem Abschalten der Brennkraftmaschine beinhaltet. Eine solche Inbetriebnahme der Kraftstoffpumpe ist sehr leicht realisierbar und trägt zu dem gewünschten Ergebnis bei.

[0020] Möglich ist auch, dass die Erhöhung des Drucks des Kraftstoffs mindestens in dem besagten Bereich der Kraftstoffleitung während des Ruhezustands der Brennkraftmaschine mindestens auch durch eine Temperaturerhöhung des Kraftstoffs in dem besagten Bereich der Kraftstoffleitung erfolgt. Diese Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens macht sich die ansonsten gefürchtete Erhöhung der Temperatur des Kraftstoffs zu Nutze: Durch die Wärmeleitung von der heißen Brennkraftmaschine kann es zu einer solchen Temperaturerhöhung kommen, welche wegen des abgeschlossenen Volumens des Kraftstoffs in der Kraftstoffleitung zu der gewünschten Druckerhöhung führt. Bei dieser Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird also die Druckerhöhung auf besonders einfache Art und Weise bewirkt.

[0021] Die Erfindung betrifft auch ein Computerprogramm, welches das obige Verfahren durchführt, wenn es auf einem Steuergerät zum Betreiben einer Brennkraftmaschine ausgeführt wird. Dabei ist besonders bevorzugt, wenn das Computerprogramm auf einem Speicher, insbesondere auf einem Flash-Memory, abgespeichert ist.

[0022] Ferner betrifft die Erfindung ein Steuer- und/oder Regelgerät zum Betreiben einer Brennkraftmaschine; insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei der der Kraftstoff aus einem Vorratsbehälter mittels mindestens einer Kraftstoffpumpe in eine Kraftstoffleitung gefördert wird und bei der der Druck des Kraftstoffs mindestens in einem Bereich der Kraftstoffleitung abhängig von einem Betriebszustand erhöht wird. Ein solches Steuer- und/oder Regelgerät ist vom Markt her bekannt. Um den Startvorgang der Brennkraftmaschine zu beschleunigen, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass das Steuer- und/oder Regelgerät das obige Verfahren durchführt. Besonders bevorzugt ist dabei, wenn das Steuer- und/oder Regelgerät ein Computerprogramm der oben genannten Art ausführt.

[0023] Die Erfindung betrifft weiterhin eine Brennkraftmaschine mit mindestens einer Kraftstoffpumpe, welche Kraftstoff in eine Kraftstoffleitung fördert, und mit einer Einrichtung, welche den Druck des Kraftstoffs min-

destens in einem Bereich der Kraftstoffleitung abhängig von einem Betriebszustand der Brennkraftmaschine erhöhen kann. Auch eine solche Brennkraftmaschine ist vom Markt her bekannt. Um sie besser starten zu können wird vorgeschlagen, dass sie mit einem Steuer- und/oder Regelgerät der oben genannten Art betrieben wird.

[0024] Um die mit dem Steuer- und/oder Regelgerät mögliche Erhöhung des Drucks des Kraftstoffs in der Kraftstoffleitung bei der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine auf möglichst einfache Art und Weise realisieren zu können, wird vorgeschlagen, dass die Brennkraftmaschine eine erste Druckeinstelleinrichtung aufweist, mit der ein normaler Druck des Kraftstoffs mindestens in einem Bereich der Kraftstoffleitung eingestellt werden kann.

[0025] Weiterhin wird vorgeschlagen, dass sie eine zweite Druckeinstelleinrichtung aufweist, mit der ein erhöhter Druck des Kraftstoffs mindestens in dem besagten Bereich der Kraftstoffleitung eingestellt werden kann, wobei die erste und die zweite Druckeinstelleinrichtung jeweils mindestens mit dem besagten Bereich der Kraftstoffleitung verbunden sind. Ferner soll die Brennkraftmaschine eine Trenneinrichtung aufweisen, mit der im Ruhezustand der Brennkraftmaschine die erste Druckeinstelleinrichtung mindestens von dem besagten Bereich der Kraftstoffleitung fluidisch getrennt werden kann.

[0026] Die Montage der besagten Komponenten wird dadurch vereinfacht, dass die Druckeinstelleinrichtungen und die Trenneinrichtung in ein Modul integriert sind. Zeichnung

[0027] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung im Detail erläutert.

[0028] In der Zeichnung zeigen:

- Figur 1 ein Blockschaltbild einer Brennkraftmaschine;
- Figur 2 ein Flussdiagramm eines ersten Verfahrens zum Betreiben der Brennkraftmaschine von Figur 1; und
- Figur 3 ein Flussdiagramm eines zweiten Verfahrens zum Betreiben der Brennkraftmaschine von Figur 1.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0029] In Figur 1 trägt eine Brennkraftmaschine insgesamt das Bezugszeichen 10. Sie umfasst einen Brennraum 12, dem Luft über ein Ansaugrohr 14 zugeführt wird. Die Abgase werden über ein Abgasrohr 16 abgeleitet.

[0030] Der Kraftstoff wird dem Brennraum 12 durch Einspritzventile 18 zugeführt, von denen in Figur 1 nur eines dargestellt ist. Die Einspritzventile 18 sind an eine

üblicherweise als "Rail" bezeichnete Kraftstoff-Sammelleitung 20 angeschlossen. Der Kraftstoff wird in die Kraftstoff-Sammelleitung 20 wiederum durch eine Hochdruckpumpe 22 gefördert und unter Druck gesetzt. Zwischen Hochdruckpumpe 22 und Kraftstoff-Sammelleitung 20 ist eine Hochdruck-Kraftstoffleitung 24 vorgesehen. Die Hochdruckpumpe 22, die Hochdruck-Kraftstoffleitung 24 und die Kraftstoff-Sammelleitung 20 bilden einen Hochdruckbereich des Kraftstoffsystems.

[0031] Von der Hochdruckpumpe 22 führt eine Niederdruck-Kraftstoffleitung 26 zu einem Tank 28. In der Niederdruck-Kraftstoffleitung 26 ist ein Kraftstofffilter 30 und eine elektrische Kraftstoffpumpe 32 angeordnet. Von der Niederdruck-Kraftstoffleitung 26 zweigt zwischen Kraftstofffilter 30 und Hochdruckpumpe 22 eine Zweigleitung 34 ab, welche in die Niederdruck-Kraftstoffleitung 26 wiederum zwischen der elektrischen Kraftstoffpumpe 32 und dem Tank 28 einmündet. Die Zweigleitung 34 verzweigt sich wiederum in zwei parallel zueinander angeordnete Stränge 34a und 34b. Im Zweig 34a der Zweigleitung 34 ist ein Sperrventil 36 und ein erster Druckregler 38 angeordnet. Der erste Druckregler 38 ist so ausgelegt, dass er bei einem Druck im Zweig 34a der Zweigleitung 34 von ungefähr 4 bar öffnet.

[0032] Im zweiten Zweig 34b der Zweigleitung 34 ist ein zweiter Druckregler 40 angeordnet, welcher bei einem entsprechenden Druck von ungefähr 6 bar öffnet. Das Sperrventil 36, der erste Druckregler 38 und der zweite Druckregler 40 sind in ein Modul 42 integriert, welches auf in Figur 1 nicht näher dargestellte Art und Weise in den Deckel des Tanks 28 integriert ist. Hierdurch wird die Montage der Druckregler 38 und 40 sowie des Ventils 36 vereinfacht. Zwischen Hochdruckpumpe 22 und Kraftstofffilter 30 sind noch ein zum Tank 28 hin sperrendes Rückschlagventil 44 und ein Druckdämpfer 46 vorgesehen.

[0033] Von der Hochdruckpumpe 22 führt eine Lekkageleitung 38 zum Tank 28. Durch diese wird aufgrund des hohen Drucks in der Kraftstoff-Sammelleitung 20 und der Hochdruck-Kraftstoffleitung 24 übertretender Kraftstoff aus der Hochdruckpumpe 22 zum Tank 38 hin zurückgeführt. Eine Rückströmleitung 50 ist einerseits zwischen Hochdruckpumpe 22 und Kraftstoff-Sammelleitung 20 mit der Hochdruck-Kraftstoffleitung 24 und andererseits zwischen Druckdämpfer 46 und der Hochdruckpumpe 22 mit der Niederdruck-Kraftstoffleitung 26 verbunden. In der Rückströmleitung 50 ist ein Mengensteuerventil 52 zwischengeschaltet.

[0034] Bei diesem handelt es sich um ein 2/2-Schaltventil, welches in seiner Extremstellung die Rückströmleitung 50 vollständig sperrt und in der anderen Extremstellung die Rückströmleitung 50 vollständig freigibt. Das Mengensteuerventil 52 wird durch einen Magnetsteller 54 betätigt. Im stromlosen Zustand wird das Mengensteuerventil 52 durch eine Feder 56 in seine vollständig geöffnete Extremstellung gedrückt.

[0035] Die Kraftstoff-Sammelleitung 20 ist mit einem

Druckbegrenzungsventil 58 verbunden, welches wiederum fluidisch mit der Niederdruck-Kraftstoffleitung 26 an einer Stelle zwischen dem Druckdämpfer 46 und dem Filter 30 verbunden ist. Bei dem Druckbegrenzungsventil 58 handelt es sich um ein federbelastetes Kugelventil mit einem Öffnungsdruck von ungefähr 125 bar.

[0036] Der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 20 wird von einem Drucksensor 60 erfasst, der entsprechende Signale an ein Steuer- und Regelgerät 62 leitet. Dieses erhält ferner noch Signale von einem Temperatursensor 64, welcher die Temperatur der Brennkraftmaschine 10, z.B. die Temperatur von Kühlwasser (nicht dargestellt) abgreift. Eingangsseitig ist das Steuer- und Regelgerät 62 noch mit einem Stellungsgeber 66 eines Zündschlosses (nicht dargestellt) verbunden. Ausgangsseitig steuert das Steuer- und Regelgerät 62 den Magnetsteller 54 des Magnetsteuerventils 52, die Einspritzventile 18, die elektrische Kraftstoffpumpe 32 und das Sperrventil 36 an.

[0037] Im Normalbetrieb der Brennkraftmaschine 10 wird das Sperrventil 36 von dem Steuer- und Regelgerät 62 so angesteuert, dass es geöffnet ist und der Zweig 34a der Zweigleitung 34 durchgängig ist. Der von der elektrischen Kraftstoffpumpe 32 aus dem Tank 28 in die Niederdruck-Kraftstoffleitung 26 geförderte Kraftstoff wird daher durch den Druckregler 38 ungefähr auf einen Druck von 4 bar eingeregelt. Der Druckregler 40 im zweiten Zweig 34b der Zweigleitung 34 ist nicht aktiv, da dieser erst bei einem Druck von ungefähr 6 bar in der Zweigleitung 34 öffnet (es versteht sich, dass der Druck in der Zweigleitung 34 und den Abschnitten 34a und 34b gleich dem Druck in dem Bereich der Niederdruck-Kraftstoffleitung 26 ist, welcher zwischen der Kraftstoffpumpe 32 und der Hochdruckpumpe 22 liegt).

[0038] Die Zweigleitung 34 und die in ihr angeordneten Komponenten 36, 38 und 40, die Niederdruck-Kraftstoffleitung 26 und die elektrische Kraftstoffpumpe 32 bilden also einen Niederdruckbereich der Kraftstoffleitung. Von der Hochdruckpumpe 22 wird dieser auf 4 bar "vorverdichtete" Kraftstoff auf einen Druck von ungefähr 125 bar verdichtet und in die Hochdruck-Kraftstoffleitung 24 und zur Kraftstoff-Sammelleitung 20 hin gefördert. Die Durchflussmenge wird durch das Mengensteuerventil 52 geregelt.

[0039] Um die Brennkraftmaschine 10 möglichst schnell starten zu können, läuft während des Ruhezustands der Brennkraftmaschine 10 ein Verfahren ab, welches nun unter Bezugnahme auf Figur 2 im Detail erläutert wird. Unter einem Ruhezustand wird verstanden, dass die Brennkraftmaschine 10 ausgeschaltet ist, sich also die Kurbelwelle (nicht dargestellt) nicht dreht und beispielsweise auch die Zündung ausgeschaltet ist. Das in Figur 2 dargestellte Verfahren ist als Computerprogramm im Steuer- und Regelgerät 62 abgelegt.

[0040] Nach einem Startblock 68 wird im Block 70 geprüft, ob aufgrund der Stellung bzw. einer Bewegung des Stellungsgebers 66 des Zündschlosses eine Aus-

schaltsequenz der Brennkraftmaschine 10 eingeleitet wurde. Ist dies der Fall, wird im Block 72 geprüft, ob die vom Temperatursensor 64 erfasste Temperatur T der Brennkraftmaschine 10 (z.B. des Kühlwassers der Brennkraftmaschine 10) größer ist als ein Grenzwert TG. Ist auch dies der Fall, wird im Block 74 vom Steuer- und Regelgerät 62 das Sperrventil 36 so angesteuert, dass es schließt. Im Block 75 wird dann die elektrische Kraftstoffpumpe 32 eingeschaltet und nach Ablauf eines bestimmten Zeitintervalls (Block 76) im Block 78 wieder ausgeschaltet. Im Block 80 wird ein Flag gesetzt. Das Programm endet im Endblock 82. Zum Block 82 wird auch gesprungen, wenn die Abfrageergebnisse der Blöcke 70 oder 72 negativ sind.

[0041] Durch das in Figur 2 dargestellte Verfahren wird bewirkt, dass dann, wenn die Brennkraftmaschine 10 durch eine Drehung des Zündschlüssels im Zündschloss ausgeschaltet wird, und wenn festgestellt wird, dass die Temperatur T der Brennkraftmaschine oberhalb eines Grenzwerts TG liegt, der Druckregler 38 durch das geschlossene Sperrventil 36 deaktiviert wird. Wird nun die Kraftstoffpumpe 32 im Block 75 eingeschaltet, erfolgt die Druckregelung in der Niederdruck-Kraftstoffleitung 26 durch den zweiten Druckregler 40 im Zweig 34b der Zweigleitung 34, d.h. der Druck wird auf einen höheren Druck, nämlich vorliegend 6 bar, eingestellt. Durch diesen erhöhten Druck in der Niederdruck-Kraftstoffleitung 26 werden bereits entstandene Dampfblasen komprimiert und die Entstehung neuer Dampfblasen zuverlässig verhindert. In einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt die Druckerhöhung zusätzlich oder ausschließlich aufgrund der Erwärmung des Kraftstoffes durch Wärmeleitung von der heißen Brennkraftmaschine.

[0042] Das das 2/2-Mengensteuerventil 52 im stromlosen Ruhezustand der Brennkraftmaschine 10 von der Feder 56 in seine vollständig geöffnete Stellung gedrückt wird, ist die Niederdruck-Kraftstoffleitung 26 fluidisch mit der Hochdruck-Kraftstoffleitung 24 verbunden. In beiden Kraftstoffleitungen 24 und 26 und in der Kraftstoff-Sammelleitung 20 herrscht demnach der gleiche Druck, nämlich die besagten 6 bar. Dieser Druck liegt erheblich unterhalb des sonst im Hochdruckbereich des Kraftstoffsystems liegenden Druck. Durch diesen im Ruhezustand der Brennkraftmaschine abgesenkten Druck im Hochdruckbereich des Kraftstoffsystems werden die Dichtigkeitsanforderungen an die Komponenten im Hochdruckbereich, beispielsweise die Einspritzventile 18, erheblich reduziert, so dass diese einfacher und preiswerter ausgebildet sein können.

[0043] Beim Starten der Brennkraftmaschine 10 wird folgendermaßen vorgegangen (das entsprechende und in Figur 3 dargestellte Verfahren ist ebenfalls als Computerprogramm im Steuer- und Regelgerät 62 abgelegt):

[0044] Nach einem Startblock 84 wird im Block 86 abgefragt, ob z.B. aufgrund einer entsprechenden Bewegung des Schlüssels im Zündschloss, welche durch den

Stellungsgeber 66 erfasst wird, eine Einschaltsequenz der Brennkraftmaschine 10 abläuft. Ist dies der Fall, wird im Block 88 abgefragt, ob das Flag gesetzt ist. Ist dies ebenfalls der Fall, was darauf hinweist, dass während des vorhergegangenen Ruhezustands der Brennkraftmaschine 10 ein erhöhter Kraftstoffdruck in der Niederdruck-Kraftstoffleitung 26 eingestellt wurde, wird im Block 90 die vom Temperatursensor 64 festgestellte Temperatur T der Brennkraftmaschine 10 abgefragt und mit einem Grenzwert TG verglichen.

[0045] Liegt die tatsächliche Temperatur T der Brennkraftmaschine 10 unterhalb des Grenzwerts TG, wird im Block 92 das Sperrventil 36 geöffnet, wodurch der Druckregler 38 wieder in Aktion tritt und den Druck in der Niederdruck-Kraftstoffleitung 26 auf einen niedrigeren Druck, vorliegend 4 bar, einstellt (das Mengensteuerventil 52 wurde zuvor geschlossen, so dass die Niederdruck-Kraftstoffleitung 26 und die Hochdruck-Kraftstoffleitung 24 wieder fluidisch voneinander getrennt sind). Anschließend wird im Block 94 die Brennkraftmaschine 10 gestartet und im Block 96 das Flag gelöscht. Das Verfahren endet schließlich im Block 98. Hierdurch wird berücksichtigt, dass dann, wenn die Temperatur der Brennkraftmaschine so niedrig ist, dass die Bildung von Dampfblasen in der Niederdruck-Kraftstoffleitung 26 nicht zu befürchten ist, das Starten der Brennkraftmaschine 10 mit erhöhtem Druck des Kraftstoffs in der Niederdruck-Kraftstoffleitung 26 nicht erforderlich ist.

[0046] Liegt die tatsächliche Temperatur T der Brennkraftmaschine jedoch oberhalb des Grenzwerts TG, liegt also ein sog. "Heißstart" vor, wird im Block 100 die Brennkraftmaschine 10 gestartet. Der Start der Brennkraftmaschine 10 erfolgt in diesem Fall also mit dem durch den Druckregler 40 eingestellten erhöhten Druck des Kraftstoffs in der Niederdruck-Kraftstoffleitung 26. Nach einem Zeitablauf t, welcher im Block 102 festgestellt wird, wird das Sperrventil 36 von dem Steuer- und Regelgerät 62 so angesteuert, dass es öffnet (Block 103). Hierdurch wird wieder der erste Druckregler 38 in der Zweigleitung 34a aktiviert, wodurch der Kraftstoffdruck in der Niederdruck-Kraftstoffleitung 26 auf einen normalen Druck von ungefähr 4 bar eingestellt wird.

[0047] Dadurch, dass der Druck in der Niederdruck-Kraftstoffleitung 26 erst nach Ablauf einer bestimmten Zeit nach dem Starten der Brennkraftmaschine 10 abgesenkt wird, wird sichergestellt, dass während des gesamten Startvorgangs der Brennkraftmaschine 10 und auch noch während eines ausreichend langen Zeitraums, während dem die Brennkraftmaschine 10 abkühlen kann, ein erhöhter Kraftstoffdruck vorliegt und hierdurch das Vorhandensein von Dampfblasen in der Niederdruck-Kraftstoffleitung 26 verhindert wird. Im Block 104 wird das Flag gelöscht.

[0048] In einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel kann die Zeitdauer t im Block 102 von der Temperatur T der Brennkraftmaschine 10 abhängen. Hierdurch wird sichergestellt, dass der Druck in der Niederdruck-Kraftstoffleitung 26 erst dann wieder auf ein nor-

males Niveau abgesenkt wird, wenn die Temperatur der Brennkraftmaschine 10 soweit abgesunken ist, dass eine Bildung von Dampfblasen in der Niederdruck-Kraftstoffleitung 26 nicht mehr zu befürchten ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (10) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem der Kraftstoff aus einem Vorratsbehälter (28) mittels mindestens einer Kraftstoffpumpe (22, 32) in eine Kraftstoffleitung (20, 24, 26, 34) gefördert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck des Kraftstoffs mindestens in einem Bereich (26) der Kraftstoffleitung (20, 24, 26, 34) in einem Ruhezustand der Brennkraftmaschine (10), in dem eine Kurbelwelle der Brennkraftmaschine (10) nicht dreht und eine Zündung (66) ausgeschaltet ist, im Vergleich zum Normalbetrieb wenigstens zeitweise erhöht wird (75), und in dem Ruhezustand der Brennkraftmaschine (10) während der Phase mit erhöhtem Kraftstoffdruck ein Hochdruckbereich (20, 24) und ein Niederdruckbereich (26, 34) der Kraftstoffleitung (20, 24, 26, 34), 24, 26, 34) miteinander derart verbunden sind, dass in ihnen der gleiche Druck herrscht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck des Kraftstoffs mindestens in dem besagten Bereich (26) der Kraftstoffleitung (20, 24, 26, 34) im Ruhezustand dann erhöht wird (75), wenn die Temperatur (T) der Brennkraftmaschine (10) oberhalb eines Grenzwerts (TG) liegt (72).
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck des Kraftstoffs in dem besagten Bereich (26) der Kraftstoffleitung (20, 24, 26, 34) mindestens während des Startens (100) der Brennkraftmaschine (10) und vorzugsweise während eines Zeitraums (102) nach dem Starten (100) der Brennkraftmaschine (10) erhöht bleibt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zeitdauer, während der nach dem Start der Brennkraftmaschine der Druck des Kraftstoffs mindestens in dem besagten Bereich der Kraftstoffleitung erhöht bleibt, von der Temperatur der Brennkraftmaschine abhängt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Einrichtung (38), welche den Druck des Kraftstoffs mindestens in dem besagten Bereich (26) der Kraftstoffleitung (20, 24, 26, 34) auf ein normales Niveau einstellt, während der Phase mit erhöhtem Kraftstoff-

druck ausgeschaltet wird (74).

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erhöhung des Drucks des Kraftstoffs mindestens in dem besagten Bereich (26) der Kraftstoffleitung (20, 24, 26, 34) während des Ruhezustands der Brennkraftmaschine (10) die Inbetriebnahme mindestens einer Kraftstoffpumpe (32) nach dem Abschalten (70) der Brennkraftmaschine (10) beinhaltet (75). 5 10
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erhöhung des Drucks des Kraftstoffs mindestens in dem besagten Bereich (26) der Kraftstoffleitung (20, 24, 26, 34) während des Ruhezustands der Brennkraftmaschine (10) mindestens auch durch eine Temperaturerhöhung des Kraftstoffs in dem besagten Bereich (26) der Kraftstoffleitung (20, 24, 26, 34) erfolgt. 15
8. Computerprogramm, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 durchführt, wenn es auf einem Steuergerät zum Betreiben einer Brennkraftmaschine ausgeführt wird. 20 25
9. Computerprogramm nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** es auf einem Speicher, insbesondere auf einem Flash-Memory, abgespeichert ist. 30
10. Steuer- und/oder Regelgerät (62) zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (10) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ein Computerprogramm nach Anspruch 8 oder 9 ausführt. 35
11. Brennkraftmaschine (10) mit mindestens einer Kraftstoffpumpe (22, 32), welche Kraftstoff in eine Kraftstoffleitung (20, 24, 26, 34) fördert, und mit einer Einrichtung (32, 36, 38), welche den Druck des Kraftstoffs mindestens in einem Bereich (26) der Kraftstoffleitung (20, 24, 26, 34) abhängig von einem Betriebszustand der Brennkraftmaschine (10) erhöhen kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mit einem Steuer- und/oder Regelgerät (62) nach Anspruch 10 betrieben wird. 40 45
12. Brennkraftmaschine nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine erste Druckeinstelleinrichtung (38) aufweist, mit der ein normaler Druck des Kraftstoffs mindestens in einem Bereich (26) der Kraftstoffleitung (20, 24, 26, 34) eingestellt werden kann, dass sie eine zweite Druckeinstelleinrichtung (40) aufweist, mit der ein erhöhter Druck des Kraftstoffs mindestens in dem besagten Bereich (26) der Kraftstoffleitung (20, 24, 26, 34) ein- 50 55

gestellt werden kann, wobei die erste (38) und die zweite Druckeinstelleinrichtung (40) jeweils mindestens mit dem besagten Bereich (26) der Kraftstoffleitung (20, 24, 26, 34) verbunden sind, und dass sie ferner eine Trenneinrichtung (36) aufweist, mit der im Ruhezustand der Brennkraftmaschine (10) die erste Druckeinstelleinrichtung (38) mindestens von dem besagten Bereich (26) der Kraftstoffleitung (20, 24, 26, 34) fluidisch getrennt werden kann.

13. Brennkraftmaschine nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckeinstelleinrichtungen (38, 40) und die Trenneinrichtung (36) in ein Modul integriert sind.

Claims

1. Method for operating an internal combustion engine (10), in particular of a motor vehicle, in which the fuel is conveyed out of a storage tank (28) into a fuel line (20, 24, 26, 34) by means of at least one fuel pump (22, 32), **characterized in that**, in a state of rest of the internal combustion engine (10) in which a crankshaft of the internal combustion engine (10) is not rotating and an ignition (66) is switched off, the pressure of the fuel, at least in one region (26) of the fuel line (20, 24, 26, 34), is at least temporarily increased (75) in comparison with normal operation, and, in the state of rest of the internal combustion engine (10), during the phase with increased fuel pressure, a high-pressure region (20, 24) and a low-pressure region (26, 34) of the fuel line (20, 24, 26, 34) are connected to one another in such a way that the same pressure prevails in them. 20
2. Method according to Claim 1, **characterized in that**, in the state of rest, the pressure of the fuel, at least in the said region (26) of the fuel line (20, 24, 26, 34), is increased (75) when the temperature (T) of the internal combustion engine (10) lies (72) above a limit value (TG). 25
3. Method according to either one of Claims 1 and 2, **characterized in that** the pressure of the fuel in the said region (26) of the fuel line (20, 24, 26, 34) remains increased at least during the starting (100) of the internal combustion engine (10) and preferably during a period of time (102) after the starting (100) of the internal combustion engine (10). 30 35
4. Method according to Claim 3, **characterized in that** the period of time during which the pressure of the fuel, at least in the said region of the fuel line, remains increased after the starting of the internal combustion engine is dependent on the temperature of the internal combustion engine. 40 45 50 55

5. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a device (38) which sets the pressure of the fuel, at least in the said region (26) of the fuel line (20, 24, 26, 34), at a normal level is switched off (74) during the phase with increased fuel pressure. 5
6. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**, during the state of rest of the internal combustion engine (10), the increase in the pressure of the fuel, at least in the said region (26) of the fuel line (20, 24, 26, 34), involves (75) the operation of at least one fuel pump (32) after the switch-off (70) of the internal combustion engine (10). 10
7. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**, during the state of rest of the internal combustion engine (10), the increase in the pressure of the fuel, at least in the said region (26) of the fuel line (20, 24, 26, 34), takes place at least also as a result of an increase in temperature of the fuel in the said region (26) of the fuel line (20, 24, 26, 34). 20
8. Computer program, **characterized in that** it carries out a method according to one of Claims 1 to 7 when it is executed on a control apparatus for operating an internal combustion engine. 25
9. Computer program according to Claim 8, **characterized in that** it is stored on a memory, in particular on a flash memory. 30
10. Control and/or regulation apparatus (62) for operating an internal combustion engine (10), in particular of a motor vehicle, **characterized in that** it executes a computer program according to Claim 8 or 9. 35
11. Internal combustion engine (10), with at least one fuel pump (22, 32) which conveys fuel into a fuel line (20, 24, 26, 34), and with a device (32, 36, 38) which can increase the pressure of the fuel, at least in one region (26) of the fuel line (20, 24, 26, 34), as a function of an operating state of the internal combustion engine (10), **characterized in that** it is operated by means of a control and/or regulation apparatus (62) according to Claim 10. 45
12. Internal combustion engine according to Claim 11, **characterized in that** it has a first pressure-setting device (38), by means of which a normal pressure of the fuel, at least in one region (26) of the fuel line (20, 24, 26, 34), can be set, **in that** it has a second pressure-setting device (40), by means of which an increased pressure of the fuel, at least in the said region (26) of the fuel line (20, 24, 26, 34), can be

set, the first (38) and the second (40) pressure-setting device in each case being connected at least to the said region (26) of the fuel line (20, 24, 26, 34), and **in that** it has, furthermore, a separation device (36), by means of which, in the state of rest of the internal combustion engine (10), the first pressure-setting device (38) can be separated fluidically at least from the said region (26) of the fuel line (20, 24, 26, 34).

13. Internal combustion engine according to Claim 12, **characterized in that** the pressure-setting devices (38, 40) and the separation device (36) are integrated into a module. 15

Revendications

1. Procédé de gestion d'un moteur à combustion interne (10), notamment d'un véhicule automobile, selon lequel le carburant est transféré d'un réservoir d'alimentation (28) par au moins une pompe à carburant (22, 32) dans une conduite de carburant (20, 24, 26, 34), **caractérisé en ce qu'** on augmente la pression du carburant au moins dans une zone (26) de la conduite de carburant (20, 24, 26, 34) lorsque le moteur (10) est au repos, que le vilebrequin du moteur (10) ne tourne pas et que l'allumage (66) est coupé, en augmentant (75) au moins par comparaison en fonctionnement normal, et moteur (10) au repos, pendant la phase à pression de carburant augmentée, une plage de haute pression (20, 24) et une plage de basse pression (26, 34) de la conduite de carburant (20, 24, 26, 34) sont reliées de façon à y faire régner la même pression. 25
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la pression du carburant au moins dans la plage (26) indiquée de la conduite de carburant (20, 24, 26, 34) est augmentée (75) en position de repos si la température (T) du moteur à combustion interne (10) dépasse une valeur limite (TG) (72). 30
3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'** on laisse la pression du carburant dans la plage indiquée (26) de la conduite de carburant (20, 24, 26, 34) au niveau haut pendant au moins le démarrage (100) du moteur (10) et de préférence pendant une période (102) après le démarrage (100) du moteur (10). 35
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la période après le démarrage du moteur pendant 40

- laquelle on laisse au niveau haut la pression du carburant dans au moins la plage indiquée de la conduite de carburant, dépend de la température du moteur.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé par
une installation (38) qui règle la pression du carburant au moins dans la plage indiquée (26) de la conduite de carburant (20, 24, 26, 34) à un niveau normal pendant que la phase à pression de carburant augmentée est coupée (74).
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'
on maintient l'augmentation de la pression du carburant dans au moins la plage indiquée (26) de la conduite de carburant (20, 24, 26, 34) pendant le repos du moteur (10) en conservant (75) le fonctionnement d'au moins une pompe à carburant (32) après la coupure (70) du moteur à combustion interne (10).
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'
on augmente la pression du carburant au moins dans la plage indiquée (26) de la conduite de carburant (20, 24, 26, 34) pendant le repos du moteur à combustion interne (10) au moins également par une augmentation de la température du carburant dans la plage indiquée (26) de la conduite de carburant (20, 24, 26, 34).
8. Programme d'ordinateur
caractérisé en ce qu'
il exécute un procédé selon l'une des revendications 1 à 7 sur un appareil de commande pour la gestion d'un moteur à combustion interne.
9. Programme d'ordinateur selon la revendication 8,
caractérisé en ce qu'
il est enregistré dans une mémoire, notamment une mémoire flash.
10. Appareil de commande et/ou de régulation (62) pour gérer un moteur à combustion interne (10), notamment un véhicule automobile,
caractérisé en ce qu'
il est exécuté par un programme d'ordinateur selon les revendications 8 ou 9.
11. Moteur à combustion interne (10) ayant au moins une pompe à carburant (22, 32) qui transfère du carburant dans une conduite de carburant (20, 24, 26, 34) et une installation (32, 36, 38) qui augmente
- la pression du carburant au moins dans une plage (26) de la conduite de carburant (20, 24, 26, 34) selon un état de fonctionnement du moteur à combustion interne (10),
caractérisé en ce qu'
il comporte un appareil de commande et/ou de régulation (62) selon la revendication (10).
12. Moteur à combustion interne selon la revendication 11,
caractérisé en ce qu'
il comporte une première installation de réglage de pression (38) qui peut régler une pression normale de carburant dans au moins une plage (26) de la conduite de carburant (20, 24, 26, 34), une seconde installation de réglage de pression (40) qui permet de régler une pression augmentée du carburant au moins dans la plage indiquée (26) de la conduite de carburant (20, 24, 26, 34),
la première (38) et la seconde (40) installation de réglage de pression étant reliées chacune à au moins la plage indiquée (26) de la conduite de carburant (20, 24, 26, 34) et
elles comportent en outre une installation de coupure (36) par laquelle lorsque le moteur à combustion interne (10) est au repos, on peut couper la première installation de réglage de pression (38) au moins de la plage indiquée (26) de la conduite de carburant (20, 24, 26, 34) par une coupure du passage de liquide.
13. Moteur à combustion interne selon la revendication 12,
caractérisé en ce que
les installations de réglage de pression (38, 40) et l'installation de coupure (36) sont intégrées dans un module.

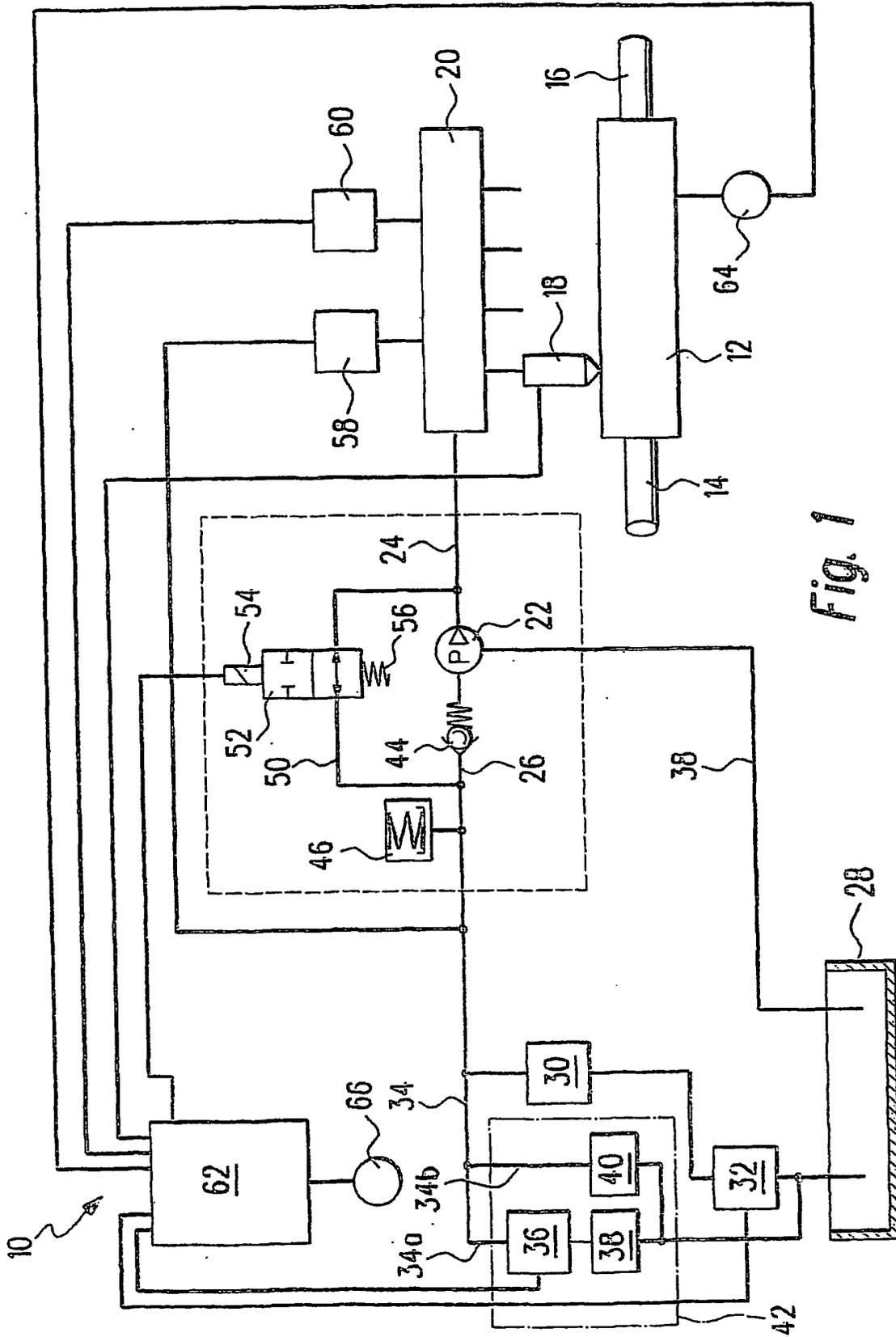


Fig. 1

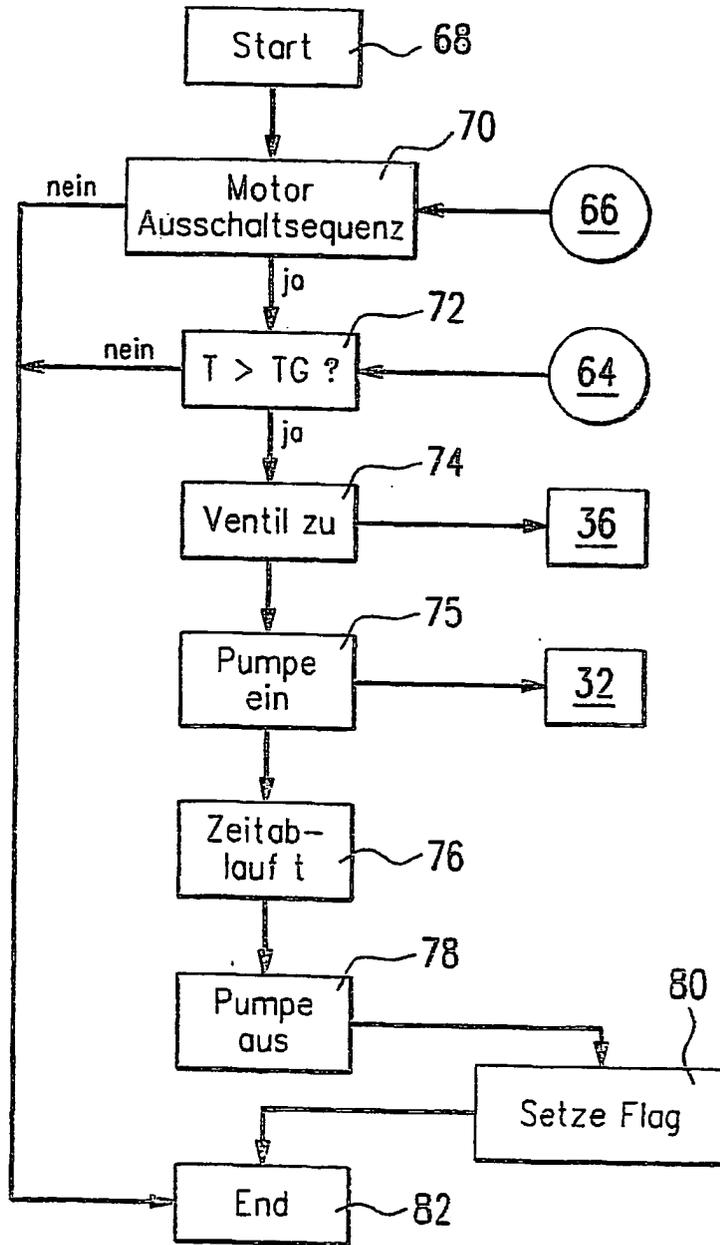


Fig. 2

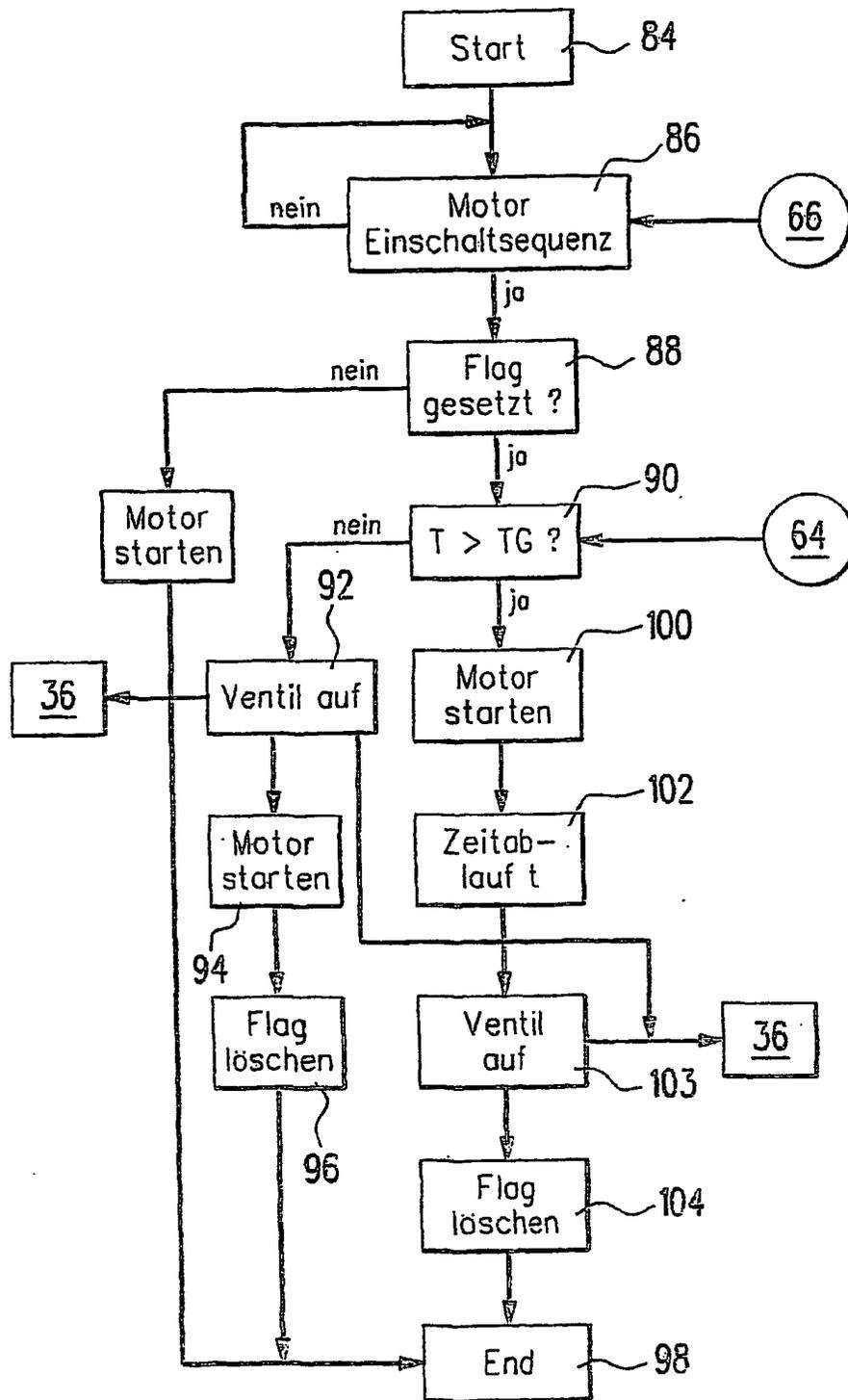


Fig. 3