



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.06.2005 Patentblatt 2005/25

(51) Int Cl.7: **F02D 41/38**, F02D 41/06,
F02D 41/30

(21) Anmeldenummer: **04105682.1**

(22) Anmeldetag: **11.11.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK YU

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
80333 München (DE)

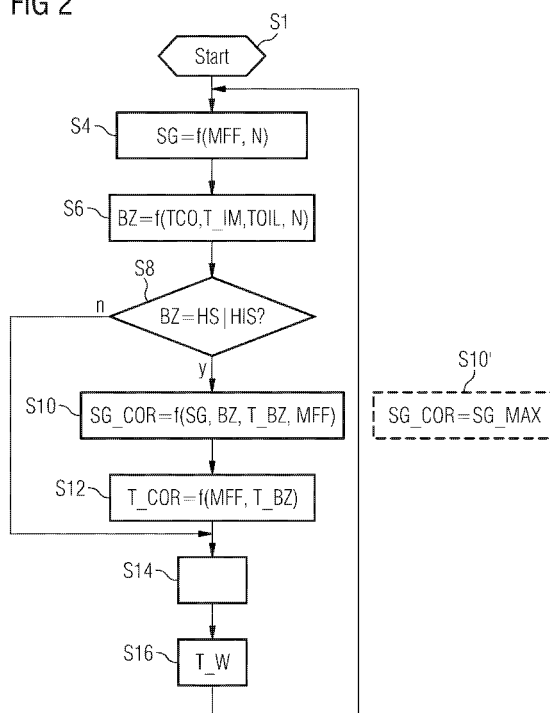
(72) Erfinder:
• **Achleitner, Erwin**
93083, Obertraubling (DE)
• **Der andere Erfinder hat auf seine Nennung verzichtet**

(30) Priorität: **19.12.2003 DE 10360024**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum steuern einer Brennkraftmaschine**

(57) Eine Brennkraftmaschine hat eine Kraftstoffzuführeinrichtung mit einem Niederdruckkreis, der eine Niederdruckpumpe und einen Regulator umfasst, der einen vorgegebenen Druck in dem Niederdruckkreis einstellt, wenn die durch ihn fließende Durchflussmenge des Kraftstoffs geringer ist als ein Grenzwert. Die Kraftstoffzuführeinrichtung umfasst ferner eine Hochdruckpumpe, die eingangsseitig gekoppelt ist mit dem Niederdruckkreis und die Kraftstoff in einen Kraftstoffspeicher fördert. Eine Größe wird ermittelt, die charakteristisch ist für die Temperatur des Kraftstoffs, den die Hochdruckpumpe fördert. Eine vorgegebene Bedingung ist erfüllt, wenn anhand der Größe erkannt wird dass die Temperatur des Kraftstoffs einen vorgegebenen Schwellenwert überschritten hat. Wenn die vorgegebene Bedingung erfüllt ist, wird die Niederdruckpumpe im Sinne einer höheren Fördermenge des Kraftstoffs angesteuert, als wenn die Temperatur des Kraftstoffs unterhalb des vorgegebenen Schwellenwertes liegt, wobei die höhere Fördermenge so vorgegeben ist, dass sich ein vorgegebbarer Druckanstieg des eingangsseitigen Drucks der Hochdruckpumpe ergibt.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine.

[0002] Bekannte Brennkraftmaschinen haben eine Kraftstoffzuführeinrichtung mit einem Niederdruckkreis, der eine Niederdruckpumpe und einen Regulator umfasst, der einen vorgegebenen Druck in dem Niederdruckkreis einstellt, wenn die durch ihn fließende Durchflussmenge des Kraftstoffs geringer ist als ein Grenzwert. Zunehmend sind Brennkraftmaschinen auch mit einer Hochdruckpumpe ausgestattet, die eingangsseitig gekoppelt ist mit dem Niederdruckkreis und die Kraftstoff in einen Kraftstoffspeicher fördert. Einspritzventile sind mit dem Kraftstoffspeicher gekoppelt und messen den Kraftstoff in die Brennräume der Zylinder der Brennkraftmaschine zu. Wenn die Temperatur des Kraftstoffs in dem Niederdruckkreis sehr hohe Werte erreicht, besteht die Gefahr, dass sich dort Dampfblasen bilden.

[0003] Aus der EP 0 365 714 B1 ist ein Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine bekannt, bei dem überprüft wird, ob ein Betriebszustand des Heißstarts vorliegt, in dem eine erhöhte Gefahr der Bildung von Dampfblasen besteht. Wird der Betriebszustand des Heißstarts erkannt, so wird die mittels der Einspritzventile zuzumessende Kraftstoffmasse erhöht im Vergleich zu einem Betriebszustand, in dem die Wahrscheinlichkeit einer Dampfblasenbildung gering ist.

[0004] Ein derartiges Vorgehen ist jedoch für Brennkraftmaschinen, die neben dem Niederdruckkreis noch eine Hochdruckpumpe haben, die den Kraftstoff in den Kraftstoffspeicher fördert ungeeignet, da Dampfblasen in der geförderten Kraftstoffmenge vor der Hochdruckpumpe einen Hochdruckaufbau verhindern.

[0005] Für Brennkraftmaschinen mit einer Hochdruckpumpe ist es bekannt, den Regulator so auszulegen, dass er den Druck in dem Niederdruckkreis ausreichend hoch einstellt, so dass auch sichergestellt ist, wenn die Temperatur des von der Hochdruckpumpe geförderten Kraftstoffs einen Maximalwert erreicht, dass sich keine Dampfblasen bilden. Dies hat jedoch den Nachteil, dass in sonstigen Betriebszuständen, in denen die Temperatur des Kraftstoffs deutlich geringer ist, die Niederdruckpumpe mit unnötig hoher Leistung angesteuert werden muss.

[0006] Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern der Brennkraftmaschine zu schaffen, das bzw. die einfach und gleichzeitig zuverlässig ist.

[0007] Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0008] Die Erfindung zeichnet sich aus durch ein Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einer Kraftstoffzuführeinrichtung mit einem Niederdruckkreis, der eine Niederdruckpumpe und einen Regulator umfasst. Der Re-

gulator stellt einen vorgegebenen Druck in dem Niederdruckkreis ein, wenn die durch ihn fließende Durchflussmenge des Kraftstoffs geringer ist als ein Grenzwert. Ferner hat die Brennkraftmaschine eine Hochdruckpumpe, die eingangsseitig gekoppelt ist mit dem Niederdruckkreis und die Kraftstoff in einen Kraftstoffspeicher fördert. Eine Größe wird ermittelt, die charakteristisch ist für die Temperatur des Kraftstoffs, den die Hochdruckpumpe fördert. Eine vorgegebene Bedingung ist erfüllt, wenn anhand der Größe erkannt wird, dass die Temperatur des Kraftstoffs einen vorgegebenen Schwellenwert überschritten hat. Wenn die vorgegebene Bedingung erfüllt ist, wird die Niederdruckpumpe im Sinne einer höheren Fördermenge des Kraftstoffs angesteuert, als wenn die Temperatur des Kraftstoffs unterhalb des vorgegebenen Schwellenwertes liegt, wobei die höhere Fördermenge so vorgegeben ist, dass sich ein vorgebbare Druckanstieg des eingangsseitigen Drucks der Hochdruckpumpe ergibt.

[0009] Die Erfindung nutzt die Erkenntnis, dass die Durchflussmengen/Kraftstoffdruck-Kennlinie des Regulators ab einer bestimmten Durchflussmenge, die der Grenzwert ist, zu einem deutlichen Druckanstieg führt. Darüber hinaus nutzt sie die Erkenntnis, dass der vorgegebene Schwellenwert der Temperatur des Kraftstoffs in der Regel in Betriebszuständen der Brennkraftmaschine überschritten wird, in denen nur eine geringe Kraftstoffmenge mittels der Einspritzventile in die Brennräume der Zylinder der Brennkraftmaschine zugemessen wird.

[0010] Im Gegensatz zu der bisher üblichen geringen Fördermenge der Niederdruckpumpe in derartigen Betriebszuständen wird die Fördermenge der Niederdruckpumpe so angepasst, dass sich eine sehr hohe Durchflussmenge durch den Regulator ergibt, die dann den gewünschten vorgebbaren Druckanstieg des eingangsseitigen Drucks der Hochdruckpumpe zur Folge hat. So kann ein sehr einfacher Regulator eingesetzt werden, der beispielsweise lediglich ein federbelastetes Rückschlagventil ist mit einer Kennlinie, bei der sich ein großer Druckanstieg in Abhängigkeit von der Durchflussmenge ergibt, und dennoch sichergestellt werden, dass eine Dampfblasenbildung vermieden wird, wenn die Temperatur des Kraftstoffs, den die Hochdruckpumpe fördert, den vorgegebenen Schwellenwert überschritten hat. Wenn die Fördermenge nicht erhöht ist, ist der Durchfluss durch den Regulator deutlich geringer und der Druck stellt sich dann annähernd unabhängig von der Durchflussmenge durch den Regulator ein. Der Regulator kann darüber hinaus für einen entsprechend niedrigeren Druck ausgelegt sein, wegen der Erhöhung des Drucks auf Grund der erhöhten Fördermenge. Dies hat dann eine Erhöhung des Wirkungsgrads der Brennkraftmaschine zur Folge und gleichzeitig ist der Verschleiß der Niederdruckpumpe verringert.

[0011] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die vorgegebene Bedingung, dass ein Betriebszustand des Heiß-Starts oder des Heiß-Leerlaufs der

Brennkraftmaschine eingenommen wird. Dies hat den Vorteil, dass dies die Betriebszustände der Brennkraftmaschine sind, in denen eine Dampfblasenbildung mit hoher Wahrscheinlichkeit auftreten kann. Der Betriebszustand der Brennkraftmaschine wird ohnehin auch zu anderen Steuerungszwecken ermittelt und so ist dann kein zusätzlicher Rechenaufwand notwendig.

[0012] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Niederdruckpumpe für eine vorgegebene Zeitdauer im Sinne der erhöhten Fördermenge angesteuert, wenn die vorgegebene Bedingung erfüllt ist. Dadurch kann bei geeigneter Wahl der vorgegebenen Zeitdauer sichergestellt werden, dass zum einen keine Dampfblasen auftreten und zum anderen die Belastung für die Niederdruckpumpe gering gehalten wird.

[0013] Besonders vorteilhaft wird die vorgebbare Zeitdauer abhängig von dem Integral der zugemessenen Kraftstoffmasse während der Ansteuerung der Niederdruckpumpe im Sinne einer erhöhten Fördermenge ermittelt. Die Zeitdauer, innerhalb der eine Dampfblasenbildung wahrscheinlich ist, kann so besonders präzise abgeschätzt werden und die Belastung der Niederdruckpumpe kann so gering gehalten werden.

[0014] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung erfolgt die Ansteuerung der Niederdruckpumpe, wenn die vorgegebene Bedingung erfüllt ist, im Sinne einer in etwa maximalen Fördermenge der Niederdruckpumpe. Dadurch ergibt sich dann ein maximaler Druckanstieg in dem Niederdruckkreis und zwar einseitig der Hochdruckpumpe. Der Regulator kann in diesem Fall dann auf einen entsprechend dem maximalen Druckanstieg verringerten Druck für den Normalbetrieb ausgelegt werden und so kann der Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine weiter verbessert werden und auch der Verschleiß der Niederdruckpumpe sehr gering gehalten werden.

[0015] Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Ansteuerung der Niederdruckpumpe, wenn die vorgegebene Bedingung erfüllt ist, mit sinkender Temperatur des Kraftstoffs entsprechend reduziert wird. Dadurch kann der Verschleiß der Niederdruckpumpe weiter verringert werden und gleichzeitig sichergestellt werden, dass keine Dampfblasenbildung auftritt.

[0016] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im folgenden anhand der schematischen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 eine Brennkraftmaschine mit einer Steuereinrichtung,
- Figur 2 ein Ablaufdiagramm eines ersten Programms zum Steuern der Brennkraftmaschine gemäß Figur 1 und
- Figur 3 ein Ablaufdiagramm eines weiteren Programms zum Steuern der Brennkraftmaschine gemäß Figur 1.

[0017] Elemente gleicher Konstruktion und Funktion

sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0018] Eine Brennkraftmaschine (Figur 1) umfasst einen Ansaugtrakt 1, einen Motorblock 2, einen Zylinderkopf 3 und einen Abgastrakt 4. Der Motorblock 2 umfasst mehrere Zylinder, welche Kolben und Pleuelstangen haben, über die sie mit einer Kurbelwelle 21 gekoppelt sind.

[0019] Der Zylinderkopf 3 umfasst einen Ventiltrieb mit einem Einlassventil, einem Auslassventil und Ventilantrieben. Der Zylinderkopf 3 umfasst ferner ein Einspritzventil 34 und eine Zündkerze.

[0020] Ferner ist eine Zuführeinrichtung 5 für Kraftstoff vorgesehen. Sie umfasst einen Kraftstofftank 50, der über eine erste Kraftstoffleitung mit einer Niederdruckpumpe 51 verbunden ist. Die Kraftstoffleitung mündet in einen Schwalltopf 50a. Die Niederdruckpumpe 51 umfasst eine Saugstrahlpumpe, die Kraftstoff aus dem Kraftstofftank 50 in den Schwalltopf 50a pumpt. Die Saugstrahlpumpe wird durch den von der Niederdruckpumpe 51 geförderten Kraftstoff angetrieben.

[0021] Ausgangsseitig ist die Niederdruckpumpe 51 mit einem Zulauf 53 einer Hochdruckpumpe 54 wirkverbunden. Ferner ist auch ausgangsseitig der Niederdruckpumpe 51 ein mechanischer Regulator 52 vorgesehen, welcher ausgangsseitig über eine weitere Kraftstoffleitung mit dem Kraftstofftank 50 verbunden ist. Die Niederdruckpumpe 51, der mechanische Regulator 52, die Kraftstoffleitung, die weitere Kraftstoffleitung und der Zulauf 53 bilden einen Niederdruckkreis.

[0022] Der mechanische Regulator 52 ist vorzugsweise ein einfaches federbelastetes Ventil in der Art eines Rückschlagventils, wobei die Federkonstante so gewählt ist, dass in dem Zulauf 53 ein vorgegebener Niederdruck von beispielsweise 3000 bis 6000 hPa nicht überschritten wird. Der Regulator kann den Druck innerhalb eines vorgegebenen Durchflussmengenbereichs durch ihn auf den vorgegebenen Druck, so z.B. 4000 hPa einstellen, wenn die Durchflussmenge z.B. geringer ist als 100 l/h. Wenn die Durchflussmenge durch den Regulator höher ist, kann der Regulator den Druck nicht mehr auf den vorgegebenen Druck einstellen und der Druck steigt mit steigender Durchflussmenge in dem Niederdruckkreis an.

[0023] Die Niederdruckpumpe 51 ist vorzugsweise so ausgelegt, dass sie während des Betriebs der Brennkraftmaschine immer eine ausreichend hohe Kraftstoffmenge liefert, die gewährleistet, dass der vorgegebene Niederdruck nicht unterschritten wird. So kann beispielsweise die maximale zuzumessende Kraftstoffmenge durch die Einspritzventile 200 l/h betragen und die Niederdruckpumpe maximal 280 l/h fördern.

[0024] Der Zulauf 53 ist hin zu der Hochdruckpumpe 54 geführt, welche ausgangsseitig den Kraftstoff hin zu einem Kraftstoffspeicher 55 fördert. Die Hochdruckpumpe 54 wird in der Regel von der Nockenwelle angetrieben und fördert somit bei konstanter Drehzahl N der Kurbelwelle ein konstantes Kraftstoffvolumen in den

Kraftstoffspeicher 55.

[0025] Die Einspritzventile 34 sind mit dem Kraftstoffspeicher 55 wirkverbunden. Der Kraftstoff wird somit den Einspritzventilen 34 über den Kraftstoffspeicher 55 zugeführt.

[0026] In dem Vorlauf der Hochdruckpumpe 54, das heißt stromaufwärts der Hochdruckpumpe 54, ist ein Volumenstromsteuerventil 56 vorgesehen, mittels dessen der Volumenstrom eingestellt werden kann, der der Hochdruckpumpe zugeführt wird. Durch eine entsprechende Ansteuerung des Volumenstromsteuerventils 56 kann sichergestellt werden, dass im Kraftstoffspeicher 55 immer der gewünschte Kraftstoffdruck herrscht, ohne dass ein elektromagnetischer Regulator ausgangsseitig des Kraftstoffspeichers 54 mit einer entsprechenden Rückföhrleitung in den Niederdruckkreis vorgesehen sein muss.

[0027] Alternativ kann die Brennkraftmaschine jedoch auch mit einem elektromagnetischen Regulator ausgangsseitig des Kraftstoffspeichers 54 und mit einer entsprechenden Rückföhrleitung in den Niederdruckkreis versehen sein. Alternativ kann auch das Volumenstromregelventil in die Hochdruckpumpe 54 integriert sein.

[0028] Ferner ist der Brennkraftmaschine eine Steuereinrichtung 6 zugeordnet, der wiederum Sensoren zugeordnet sind, die verschiedene MessgröÖen erfassen und jeweils den Messwert der MessgröÖe ermitteln. Die Steuereinrichtung 6 ermittelt abhängig von mindestens einer der MessgröÖen StellgröÖen, die dann in entsprechende Stellsignale zum Steuern von Stellgliedern mittels entsprechender Stellantriebe umgesetzt werden.

[0029] Die Sensoren sind ein Pedalstellungsgeber, welcher die Stellung eines Fahrpedals erfasst, ein Kurbelwellenwinkelsensor, welcher einen Kurbelwellenwinkel erfasst und welchem dann eine Drehzahl N zugeordnet wird, ein Luftmassenmesser, welcher den Luftmassenstrom erfasst, ein Drucksensor 58, welcher den Kraftstoffdruck in dem Kraftstoffspeicher 55 erfasst, ein erster Temperatursensor, welcher die Temperatur T_{IM} der Ansaugluft in dem Ansaugtrakt erfasst, ein zweiter Temperatursensor, der eine Temperatur TCO eines Kühlmittels erfasst, bevorzugt des Kühlwassers, und ein dritter Temperatursensor, der die Temperatur TCO des Motoröls erfasst. Je nach Ausführungsform der Erfindung kann eine beliebige Untermenge der Sensoren oder auch zusätzliche Sensoren vorhanden sein.

[0030] Die Stellglieder sind beispielsweise als Einlass- oder Auslassventile, die Einspritzventile 34, eine Zündkerze, eine Drosselklappe, die Niederdruckpumpe 51 oder auch das Volumenstromsteuerventil 56 ausgebildet.

[0031] Bevorzugt hat die Brennkraftmaschine auch weitere Zylinder, denen dann entsprechende Stellglieder zugeordnet sind.

[0032] Ein Programm zum Steuern der Brennkraftmaschine wird in einem Schritt S1 (Figur 2) gestartet, in dem gegebenenfalls Variablen initialisiert werden.

[0033] In einem Schritt S4 wird ein Stellsignal SG zum Ansteuern der Niederdruckpumpe 51 bevorzugt abhängig von einer zuzumessenden Kraftstoffmasse MFF und der Drehzahl N ermittelt. Die zuzumessende Kraftstoffmasse wird von einer anderen Steuerfunktion, die in der Steuereinrichtung 6 abgearbeitet wird, abhängig von der Brennkraftmaschine anliegenden Last ermittelt. Das Stellsignal wird in dem Schritt S4 so ermittelt, dass die Fördermenge des Kraftstoffs durch die Niederdruckpumpe 51 sicher ausreicht, um den vorgegebenen Druck in dem Niederdruckkreis einzustellen und andererseits sichergestellt ist, dass die Durchflussmenge durch den Regulator 52 geringer ist als der Grenzwert, ab dem er den Druck in dem Niederdruckkreis nicht mehr auf den vorgegebenen Druck einstellen kann.

[0034] In einem Schritt S6 wird der aktuelle Betriebszustand BZ der Brennkraftmaschine abhängig von der Temperatur TCO des Kühlmittels, und/oder der Temperatur T_{IM} der Ansaugluft in dem Ansaugtrakt 1 und/oder der Temperatur TOIL des Motoröls und/oder der Drehzahl und gegebenenfalls weiteren BetriebsgröÖen der Brennkraftmaschine ermittelt.

[0035] Ein Betriebszustand des HS des Heißstarts wird beispielsweise eingenommen, wenn die Temperatur des Kraftstoffs, den die Hochdruckpumpe fördert, einen vorgegebenen Schwellenwert überschritten hat. Der Schwellenwert kann beispielsweise bei 80° C liegen. Der Betriebszustand des Heißstarts tritt beispielsweise auf, wenn die Brennkraftmaschine nach einer längeren Betriebsdauer abgestellt wird und kurz darauf erneut gestartet wird, wenn der Motorblock noch eine hohe Temperatur hat. In diesem Fall ist dann der Kraftstoff, der sich in dem Niederdruckkreis befindet, auf die hohe Temperatur erhitzt.

[0036] Gleiches gilt für einen Betriebszustand HIS des Heiß-Leerlaufs, in dem mittels der Einspritzventile 34 nur eine geringe Kraftstoffmenge zugemessen wird und so sich der in dem Niederdruckkreis befindliche Kraftstoff entsprechend hoch erhitzen kann. Der Betriebszustand des Heiß-Leerlaufs HIS wird anhand der üblichen Bedingungen für einen Leerlauf, also anhand der Drehzahl N und gegebenenfalls weiteren GröÖen erkannt und ferner abhängig von der Temperatur TCO des Kühlmittels, und/oder der Temperatur T_{IM} der Ansauglufttemperatur und/oder der Temperatur TOIL des Motoröls.

[0037] In einem Schritt S8 wird anschließend geprüft, ob der aktuelle Betriebszustand BZ der Betriebszustand HS des Heiß-Starts oder der Betriebszustand des HIS des Heiß-Leerlaufs ist. Ist die Bedingung des Schrittes S8 nicht erfüllt, so wird die Bearbeitung in einem Schritt S14 fortgesetzt. Ist die Bedingung des Schrittes S8 hingegen erfüllt, so wird in einem Schritt S10 ein korrigiertes Stellsignal SG_{COR} abhängig von dem Stellsignal SG, dem aktuellen Betriebszustand BZ und vorzugsweise der Zeitdauer T_{BZ} seit Einnahme des aktuellen Betriebszustands BZ und vorzugsweise der zuzumessenden Kraftstoffmasse MFF ermittelt.

[0038] Das korrigierte Stellsignal SG_COR wird in der Weise ermittelt, dass sich durch das Ansteuern der Niederdruckpumpe 51 eine derart erhöhte Fördermenge ergibt, dass sich ein vorgegebener Druckanstieg, z.B. um 1000 hPa des eingangsseitigen Drucks der Hochdruckpumpe 54 im Vergleich zu einer Ansteuerung mit dem Stellsignal SG ergibt. Das korrigierte Stellsignal SG_COR wird dann bevorzugt mittels eines Kennfeldes ermittelt.

[0039] Besonders einfach kann alternativ entsprechend dem Schritt S10' das korrigierte Stellsignal SG_COR gleichgesetzt werden einem maximalen Stellsignal SG_MAX. Dadurch kann einfach der maximale Druckanstieg erreicht werden.

[0040] In einem Schritt S12 wird eine Zeitdauer T_COR einer erhöhten Fördermenge der Niederdruckpumpe 51 ermittelt. Diese kann in einer einfachen Ausgestaltung fest vorgegeben sein, z.B. zwischen 30 Sekunden und 3 Minuten betragen, oder aber abhängig von der Zeitdauer T_BZ seit der Einnahme des aktuellen Betriebszustands BZ und der zuzumessenden Kraftstoffmasse MFF ermittelt werden. Dies erfolgt vorzugsweise mittels Integrierens der zuzumessenden Kraftstoffmasse MFF. Dadurch kann eine sehr gute Abschätzung der Zeitdauer T_COR der erhöhten Fördermenge erreicht werden, da das Integral der zuzumessenden Kraftstoffmasse charakteristisch ist für den Verlauf der Temperatur T_F des Kraftstoffs in dem Niederdruckkreis.

[0041] In einem Schritt S14 wird dann die Niederdruckpumpe 51 entsprechend mit dem Stellsignal SG oder mit dem korrigierten Stellsignal SG_COR angesteuert. Das Stellsignal ist bevorzugt ein pulsweitenmoduliertes Signal. Die Ansteuerung der Niederdruckpumpe mit dem korrigierten Stellsignal SG_COR erfolgt vorzugsweise für die Zeitdauer T_COR der erhöhten Fördermenge, die in dem Schritt S12 ermittelt wurde. Selbstverständlich wird das korrigierte Stellsignal SG_COR in dem Schritt S14 dann bei einer sich ändernden zuzumessenden Kraftstoffmasse MFF entsprechend dem Schritt S4 und gegebenenfalls mit zunehmender Zeitdauer T_BZ seit Einnahme des aktuellen Betriebszustands BZ angepasst.

[0042] Im Anschluss an den Schritt S14 verharret das Programm in dem Schritt S16 für eine vorgegebene Wartezeitdauer T_W, bevor die Bearbeitung in dem Schritt S4 erneut fortgesetzt wird.

[0043] Ein zweites Ausführungsbeispiel eines Programms zum Steuern der Brennkraftmaschine wird in einem Schritt S18 gestartet (Figur 3). In einem Schritt S20 wird entsprechend dem Schritt S4 das Stellsignal SG ermittelt. In einem Schritt S22 wird die Kraftstofftemperatur T_F des Kraftstoffs, den die Hochdruckpumpe 54 fördert, abhängig von der Temperatur T_CO des Kühlmittels und/oder der Temperatur T_IM der Ansaugluft in dem Ansaugtrakt 1 und/oder der Temperatur TOIL des Motoröls und/oder der Drehzahl und/oder der zuzumessenden Kraftstoffmasse MFF ermittelt. Dies erfolgt vor-

zugsweise mittels eines entsprechenden Beobachters oder auch mittels Kennfelder.

[0044] In einem Schritt S24 wird anschließend geprüft, ob die Kraftstofftemperatur T_F größer ist als ein Schwellenwert T_F_THR. Ist dies nicht der Fall, so wird die Bearbeitung in einem Schritt S30 fortgesetzt.

[0045] Ist Bedingung des Schrittes S24 hingegen erfüllt, so wird in einem Schritt S26 das korrigierte Stellsignal SG_COR ermittelt. Dies erfolgt vorzugsweise abhängig von der Kraftstofftemperatur T_F und gegebenenfalls von dem Stellsignal SG und gegebenenfalls von der zuzumessenden Kraftstoffmasse MFF.

[0046] In einer einfacheren Ausführungsform kann auch in einem Schritt S26' alternativ das korrigierte Stellsignal SG_COR gleichgesetzt werden dem maximalen Stellsignal SG_MAX.

[0047] In einem Schritt S28 wird dann die Zeitdauer T_COR der erhöhten Fördermenge bevorzugt durch Integrieren der zuzumessenden Kraftstoffmasse ermittelt. Die Zeitdauer T_COR der erhöhten Fördermenge kann jedoch auch fest vorgegeben sein.

[0048] In dem Schritt S30 wird die Niederdruckpumpe 51 dann entweder mit dem Stellsignal SG oder entsprechend mit dem korrigierten Stellsignal SG_COR angesteuert. Bevorzugt wird jeweils nach einer vorgegebenen Zeitdauer erneut geprüft, ob die Kraftstofftemperatur T_F weiterhin größer ist als der vorgegebene Schwellenwert T_F_THR und nur dann weiterhin die Kraftstoffpumpe 51 mit dem korrigierten Stellsignal SG_COR angesteuert, wenn dies noch der Fall ist. Das korrigierte Stellsignal SG_COR wird ebenso wie das Stellsignal SG an eine sich ändernde zuzumessende Kraftstoffmasse MFF entsprechend dem Schritt S20 jeweils angepasst.

[0049] Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn das korrigierte Stellsignal zum Ansteuern der Niederdruckpumpe 51 auch entsprechend der Berechnungsvorschrift des Schrittes S26 bei sich ändernder Kraftstofftemperatur T_F in der Weise angepasst wird, dass die Fördermenge der Niederdruckpumpe bei sinkender Kraftstofftemperatur T_F reduziert wird.

[0050] In einem Schritt S32 verharret das Programm anschließend für eine vorgegebene Wartezeit, bevor die Bearbeitung erneut in dem Schritt S20 fortgesetzt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einer Kraftstoffzuführeinrichtung (5) mit einem Niederdruckkreis, der eine Niederdruckpumpe (51) und einen Regulator (52) umfasst, der einen vorgegebenen Druck in dem Niederdruckkreis einstellt, wenn die durch ihn fließende Durchflussmenge des Kraftstoffs geringer ist als ein Grenzwert, und mit einer Hochdruckpumpe (54), die eingangsseitig gekoppelt ist mit dem Niederdruckkreis und die Kraftstoff in einen Kraftstoffspeicher (55) fördert, bei dem

- eine Größe ermittelt wird, die charakteristisch ist für die Temperatur (T_F) des Kraftstoffs, den die Hochdruckpumpe (54) fördert,
 - eine vorgegebene Bedingung erfüllt ist, wenn anhand der Größe erkannt wird dass die Temperatur (T_F) des Kraftstoffs einen vorgegebenen Schwellenwert (T_F_THR) überschritten hat, und
 - wenn die vorgegebene Bedingung erfüllt ist, die Niederdruckpumpe (51) im Sinne einer höheren Fördermenge des Kraftstoffs angesteuert wird, als wenn die Temperatur (T_F) des Kraftstoffs unterhalb des vorgegebenen Schwellenwertes (T_F_THR) liegt, wobei die höhere Fördermenge so vorgegeben ist, dass sich ein vorgegebbarer Druckanstieg des eingangsseitigen Drucks der Hochdruckpumpe (54) ergibt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die vorgegebene Bedingung ist, dass ein Betriebszustand (BZ) des Heiss-Starts (HS) oder des Heiss-Leerlaufs (HIS) der Brennkraftmaschine eingenommen wird.
3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die Niederdruckpumpe (51) für eine vorgebbare Zeitdauer (T_COR) im Sinne der erhöhten Fördermenge angesteuert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem Zeitdauer (T_COR) abhängt von dem Integral der zugemessenen Kraftstoffmasse (MFF) während der Ansteuerung der Niederdruckpumpe (51) im Sinne einer erhöhten Fördermenge.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die Ansteuerung der Niederdruckpumpe (51) im Sinne einer erhöhten Fördermenge im Sinne einer in etwa maximalen Fördermenge der Niederdruckpumpe (51) erfolgt.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die Ansteuerung der Niederdruckpumpe (51) im Sinne einer erhöhten Fördermenge mit sinkender Temperatur (T_F) des Kraftstoffs reduziert wird.
7. Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einer Kraftstoffzuführeinrichtung (5) mit einem Niederdruckkreis, der eine Niederdruckpumpe (51) und einen Regulator (52) umfasst, der einen vorgegebenen Druck in dem Niederdruckkreis einstellt, wenn die durch ihn fließende Durchflussmenge des Kraftstoffs geringer ist als ein Grenzwert, und mit einer Hochdruckpumpe (54), die eingangsseitig gekoppelt ist mit dem Niederdruckkreis und die Kraftstoff in einen Kraftstoffspeicher (55) fördert, mit Mitteln, die

- eine Größe ermitteln, die charakteristisch ist für die Temperatur (T_F) des Kraftstoffs, den die Hochdruckpumpe (54) fördert,
- die prüfen, ob eine vorgegebene Bedingung erfüllt ist, die erfüllt ist, wenn anhand der Größe erkannt wird dass die Temperatur (T_F) des Kraftstoffs einen vorgegebenen Schwellenwert (T_F_THR) überschritten hat, und
- die die Niederdruckpumpe (51) im Sinne einer höheren Fördermenge des Kraftstoffs ansteuern, wenn die vorgegebene Bedingung erfüllt ist, als wenn die Temperatur (T_F) des Kraftstoffs unterhalb des vorgegebenen Schwellenwertes (T_F_THR) liegt, wobei die höhere Fördermenge so vorgegeben ist, dass sich ein vorgegebbarer Druckanstieg des eingangsseitigen Drucks der Hochdruckpumpe (54) ergibt.

FIG 1

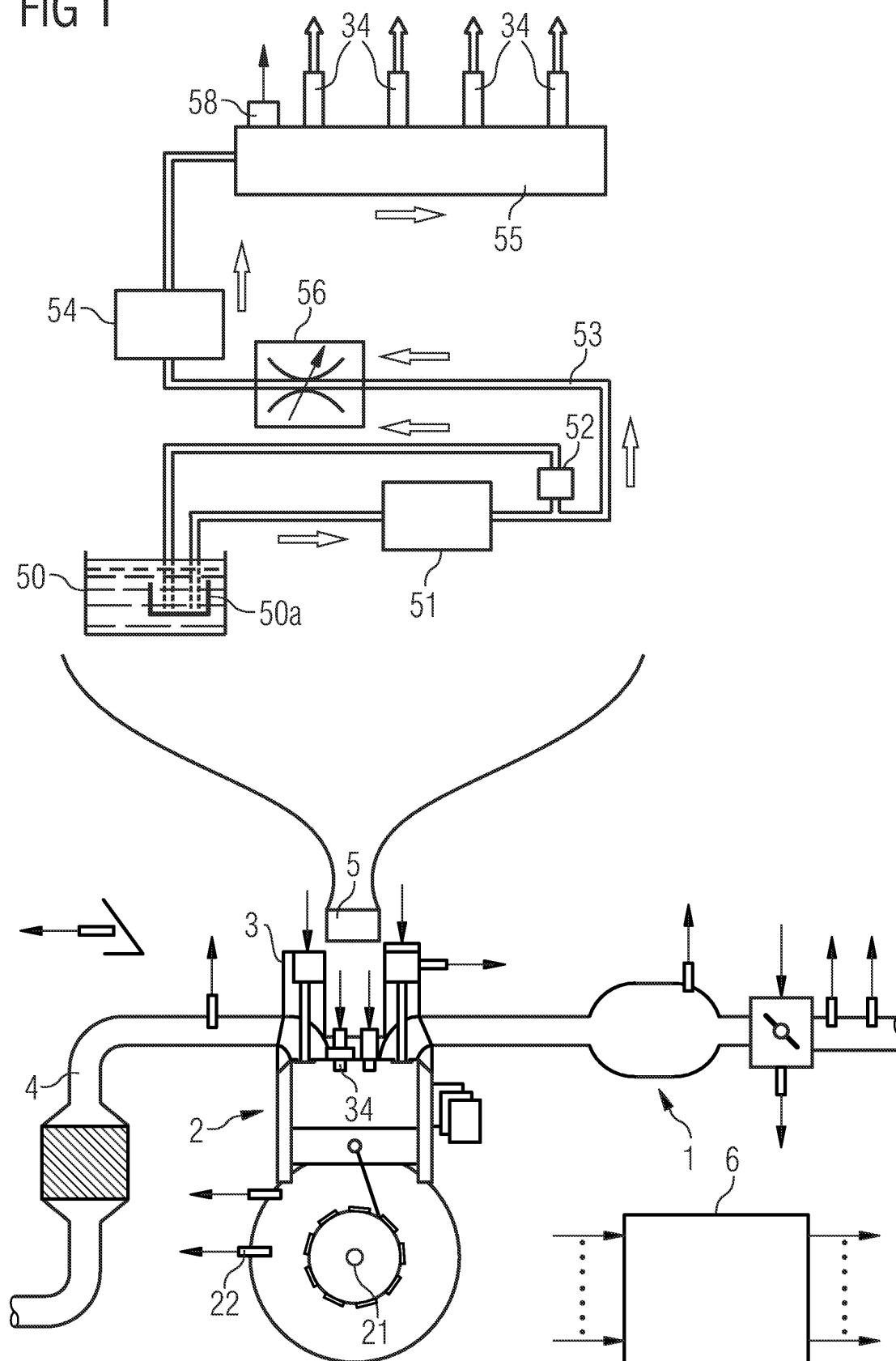


FIG 2

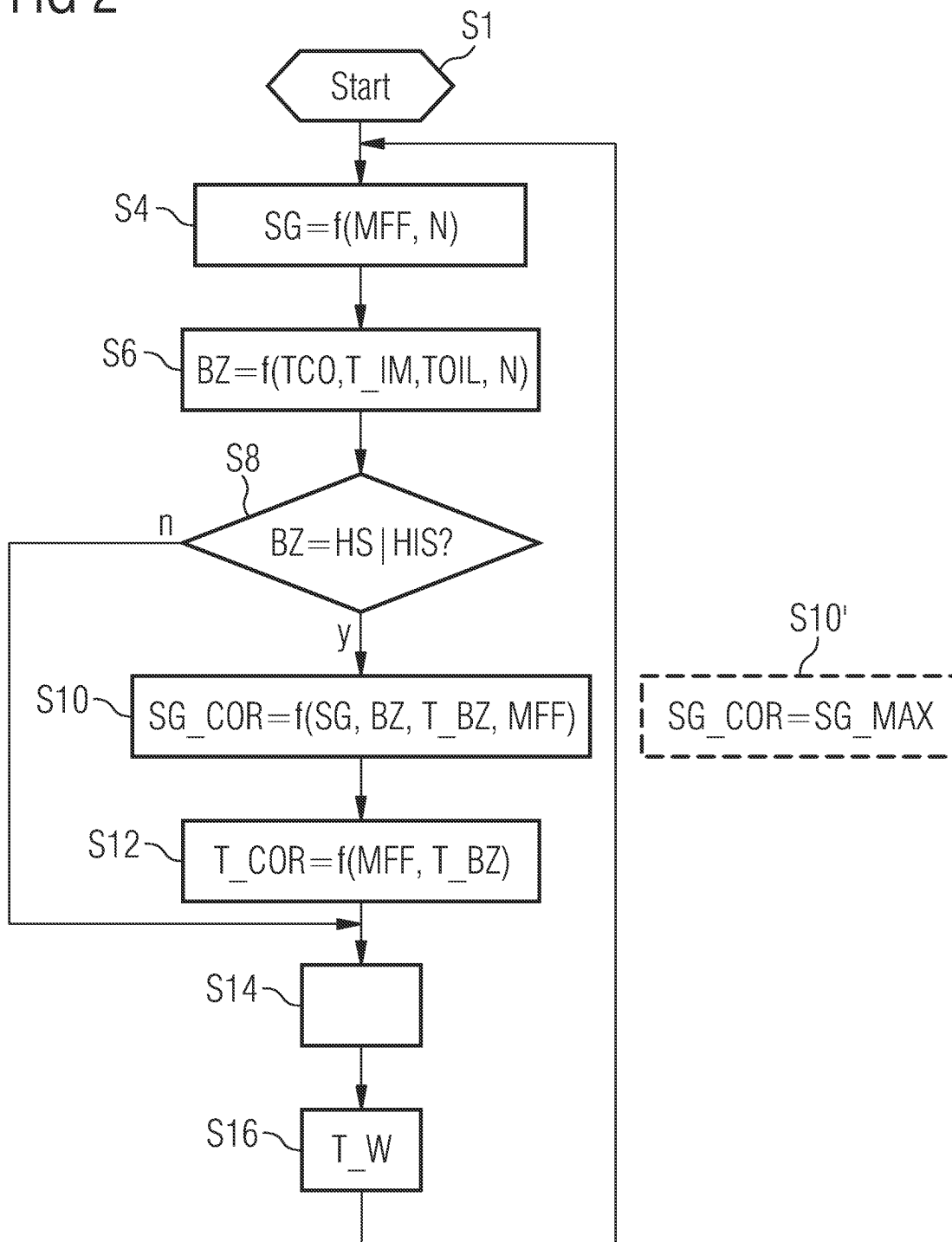


FIG 3

