



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2019/072712**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2018 004 352.5**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP2018/077130**  
(86) PCT-Anmeldetag: **05.10.2018**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **18.04.2019**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **14.05.2020**

(51) Int Cl.: **F02M 63/02 (2006.01)**  
**F02M 37/00 (2006.01)**  
**F02M 69/54 (2006.01)**  
**F02D 41/38 (2006.01)**  
**F02D 41/02 (2006.01)**  
**F01N 3/025 (2006.01)**  
**F01N 3/10 (2006.01)**  
**F02M 37/18 (2006.01)**

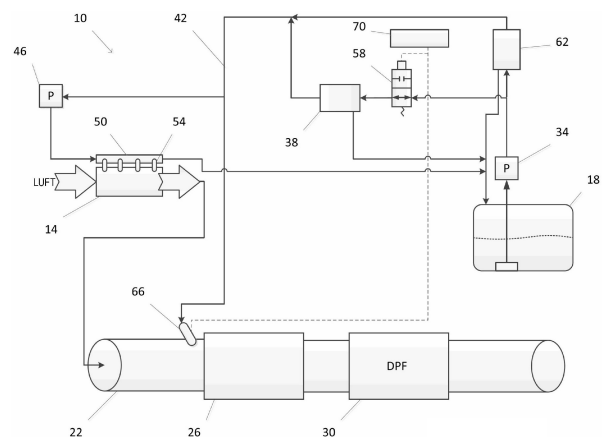
(30) Unionspriorität:  
**15/730037**                      **11.10.2017**      **US**  
  
(71) Anmelder:  
**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:  
**Allen, Justin, Clarkston, Mich., US; Keppy, Brent,  
Waterford, Mich., US**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **KRAFTSTOFFSYSTEM MIT UMSCHALTBARER DRUCKREGULIERUNG**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Kraftstoffsystem zum Umschalten zwischen zwei separaten regulierten Drücken einer ersten Kraftstoffpumpe zu einer Zufuhrleitung bereitgestellt. Die Zufuhrleitung versorgt sowohl eine zweite Kraftstoffpumpe eines Hochdruckkraftstoffeinspritzsystems als auch ein von dem Hochdruckkraftstoffeinspritzsystem separates Kraftstoffeinspritzventil. Das Umschalten kann mehrere Regler einschließen, von denen einer selektiv deaktiviert wird.



**Beschreibung**

## HINTERGRUND

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Kraftstoffsysteme für Verbrennungsmotoren. Derartige Kraftstoffsysteme, die üblicherweise in Personenkraftwagen, Leicht- und Schwerlastwagen, Industrie- oder Baugeräten und dergleichen vorzufinden sind, können mehrere Funktionen oder Verwendungen haben, und Komponenten müssen in der Regel dahingehend dimensioniert und konfiguriert werden, allen Betriebsmodi gerecht zu werden, selbst wenn gewisse Modi selten anfallen.

## KURZDARSTELLUNG

**[0002]** Bei einem Aspekt stellt die Erfindung ein Kraftstoffsystem für Verbrennungsmotoren bereit. Das Kraftstoffsystem umfasst einen Kraftstofftank und eine erste Kraftstoffpumpe, die dahingehend mit dem Kraftstofftank in Verbindung steht, Kraftstoff aus diesem zu saugen. Eine zweite Kraftstoffpumpe steht dahingehend mit der ersten Kraftstoffpumpe in Verbindung, Kraftstoff von dieser zu empfangen. Die zweite Pumpe ist dahingehend betreibbar, Kraftstoff mit einem Druck, der über dem bei Erhalt von der ersten Kraftstoffpumpe liegt, einem ersten Kraftstoffeinspritzsystem zuzuführen. Ein erstes Kraftstoffeinspritzventil des ersten Kraftstoffeinspritzsystems ist dahingehend wirkgekoppelt, Kraftstoff zu empfangen, der von der ersten und der zweiten Kraftstoffpumpe von dem Kraftstofftank zugeführt wird. Ein zweites Kraftstoffeinspritzventil eines zweiten Kraftstoffeinspritzsystems ist dahingehend wirkgekoppelt, Kraftstoff von dem Kraftstofftank von der ersten Kraftstoffpumpe und nicht der zweiten Kraftstoffpumpe zu empfangen. Eine Zufuhrleitung wird von der zweiten Kraftstoffpumpe und dem zweiten Kraftstoffeinspritzventil geteilt. Ein erster Regler ist dahingehend betreibbar, den Kraftstoffdruck von der ersten Kraftstoffpumpe zu der Zufuhrleitung auf einen ersten Wert zu regulieren. Ein zweiter Regler ist dahingehend betreibbar, Kraftstoffdruck von der ersten Kraftstoffpumpe zu der Zufuhrleitung auf einen zweiten Wert, der höher als der erste Wert ist, zu regulieren. Eine Steuerung ist dazu programmiert, das Kraftstoffsystem in einem ersten Modus zu betreiben, in dem der erste Regler dahingehend aktiviert ist, einen Kraftstoffdruck in der Zufuhrleitung auf den ersten Wert festzulegen, der zweite Regler deaktiviert ist und das zweite Kraftstoffeinspritzventil deaktiviert ist. Die Steuerung ist ferner dazu programmiert, das Kraftstoffsystem in einem zweiten Modus zu betreiben, in dem das zweite Kraftstoffeinspritzventil aktiviert ist und der zweite Regler dahingehend aktiviert ist, einen Kraftstoffdruck in der Zufuhrleitung auf einen zweiten Wert festzulegen.

**[0003]** Bei einem weiteren Aspekt stellt die Erfindung ein Kraftstoffsystem für einen Verbrennungsmotor bereit. Das Kraftstoffsystem umfasst einen Kraftstofftank und eine erste Kraftstoffpumpe, die dahingehend mit dem Kraftstofftank in Verbindung steht, Kraftstoff aus diesem zu saugen. Eine zweite Kraftstoffpumpe steht dahingehend mit der ersten Kraftstoffpumpe in Verbindung, Kraftstoff von dieser zu empfangen. Die zweite Pumpe ist dahingehend betreibbar, Kraftstoff mit einem Druck, der über dem bei Erhalt von der ersten Kraftstoffpumpe liegt, einem ersten Kraftstoffeinspritzsystem zuzuführen. Ein erstes Kraftstoffeinspritzventil des ersten Kraftstoffeinspritzsystems ist dahingehend wirkgekoppelt, Kraftstoff zu empfangen, der von der ersten und der zweiten Kraftstoffpumpe von dem Kraftstofftank zugeführt wird, wobei das erste Kraftstoffeinspritzventil dahingehend betreibbar ist, Kraftstoff zur Verbrennung in den Motor einzuspritzen. Ein zweites Kraftstoffeinspritzventil eines zweiten Kraftstoffeinspritzsystems ist dahingehend wirkgekoppelt, Kraftstoff von dem Kraftstofftank von der ersten Kraftstoffpumpe und nicht der zweiten Kraftstoffpumpe zu empfangen, wobei das zweite Kraftstoffeinspritzventil dahingehend betreibbar ist, Kraftstoff in ein mit dem Motor gekoppeltes Abgasrohr einzuspritzen. Eine Zufuhrleitung wird von der zweiten Kraftstoffpumpe und dem zweiten Kraftstoffeinspritzventil geteilt. Ein erster Regler ist dahingehend betreibbar, den Kraftstoffdruck von der ersten Kraftstoffpumpe zu der Zufuhrleitung auf einen ersten Wert zu regulieren. Ein zweiter Regler ist dahingehend betreibbar, Kraftstoffdruck von der ersten Kraftstoffpumpe zu der Zufuhrleitung auf einen zweiten Wert, der höher als der erste Wert ist, zu regulieren. Ein Umschaltventil ist dahingehend betreibbar, aus einer ersten Stellung, in der der erste Regler aktiv ist, in eine zweite Stellung, in der der zweite Regler aktiv ist, umzuschalten.

**[0004]** Bei noch einem weiteren Aspekt stellt die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines Kraftstoffsystems für einen Verbrennungsmotor bereit. Kraftstoff wird durch den Betrieb einer ersten Kraftstoffpumpe aus einem Kraftstofftank gesaugt. Der Kraftstoffdruck wird in einem ersten Betriebsmodus in einer Zufuhrleitung zwischen der ersten Kraftstoffpumpe und einer zweiten Kraftstoffpumpe auf einen ersten Wert reguliert. Die zweite Kraftstoffpumpe wird dahingehend betrieben, einem ersten Kraftstoffeinspritzventil eines ersten Kraftstoffeinspritzsystems Kraftstoff mit einem Druck, der größer als der erste Wert ist, zuzuführen, wobei das erste Kraftstoffeinspritzventil den Kraftstoff zur Verbrennung in den Motor einspritzt. Während des Laufens des Motors geht das Kraftstoffsystem zu einem zweiten Betriebsmodus über, bei dem Kraftstoff in der Zufuhrleitung auf einen zweiten Wert, der höher als der erste ist, reguliert wird. Sowohl die zweite Kraftstoffpumpe als auch ein zweites Kraftstoffeinspritzventil eines zweiten Kraftstoffeinspritzsystems werden während des

zweiten Betriebsmodus von der Zufuhrleitung versorgt. Das zweite Kraftstoffeinspritzventil wird während des zweiten Betriebsmodus dahingehend betrieben, Kraftstoff in ein mit dem Motor gekoppeltes Abgasrohr einzuspritzen. Die zweite Kraftstoffpumpe wird während des zweiten Betriebsmodus dahingehend betrieben, dem ersten Kraftstoffeinspritzventil Kraftstoff mit einem Druck, der größer als der zweite Wert ist, zuzuführen.

**[0005]** Weitere Aspekte der Erfindung werden bei Betrachtung der detaillierten Beschreibung und der beiliegenden Zeichnungen offensichtlich.

#### Figurenliste

**Fig. 1** ist eine schematische Ansicht eines Kraftstoffsystems für einen Verbrennungsmotor gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

**Fig. 2** ist ein Diagramm, das übereinanderliegende Auftragungen von Einspritzventilsteuerstrom und -spannung zusammen mit Umschaltventilstellung und Zufuhrleitungsdruck gemäß einem Aspekt der Erfindung darstellt.

**[0006]** Bevor Ausführungsformen der Erfindung genau erläutert werden, versteht sich, dass die Erfindung in ihrer Anwendung nicht auf die Einzelheiten der Konstruktion und der Anordnung von Komponenten, die in der folgenden Beschreibung angeführt oder in den folgenden Zeichnungen dargestellt werden, beschränkt ist. Andere Ausführungsformen der Erfindung sind möglich und sie kann auf verschiedene Arten und Weisen in die Praxis umgesetzt oder durchgeführt werden.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

**[0007]** In **Fig. 1** wird ein Kraftstoffsystem **10** für einen Verbrennungsmotor **14** gezeigt. Das Kraftstoffsystem **10** umfasst einen Kraftstofftank **18** zum Speichern einer Kraftstoffmenge für den Gebrauch. Wie für den Fachmann offensichtlich ist, erfolgt der Betrieb des Motors **14** durch Aufnehmen von Kraftstoff und Luft, die in dem Motor **14** zur Erzeugung von mechanischer Kraft verbrannt werden. Die Kraft kann unter anderem an die Antriebsräder eines Fahrzeugs angelegt werden. Nach der Verbrennung werden Nebenprodukte zu einem Auslasssystem ausgestoßen, bevor sie in die Atmosphäre zurückgeführt werden. Das Auslasssystem kann ein Auslassrohr **22** mit einem oder mehreren darin befindlichen Behandlungselementen zur Behandlung der Nebenprodukte, die Filtern und/oder chemische Umwandlung, beispielsweise durch katalytische Oxidation, beinhalten kann, umfassen. Im Falle eines Dieselmotors kann das Auslassrohr **22** einen Dieseloxydationskatalysator **26** und einen Dieselpartikelfilter **30** umfassen. Andere Auslasskonfigurationen, die Fluideinspritzung zur Erzielung einer Emis-

ionsreduzierung oder Katalysatorregeneration einsetzen, werden auch in Betracht gezogen.

**[0008]** Obgleich nachstehend zusätzliche Modi oder Funktionen des Kraftstoffsystems **10** genauer erörtert werden, wird zunächst der grundlegende Betriebsvorgang der Kraftstoffversorgung des Motors **14** beschrieben. Eine erste Kraftstoffpumpe **34** ist mit einem Einlass versehen, der mit dem Kraftstofftank **18** in Verbindung steht, so dass durch einen Betrieb der ersten Kraftstoffpumpe **34** Kraftstoff aus dem Kraftstofftank **18** gesaugt wird. Die erste Kraftstoffpumpe **34** kann physisch außerhalb des Tanks **18** positioniert sein, wie gezeigt wird, oder innerhalb des Tanks **18**. Von der ersten Kraftstoffpumpe **34** (oder „Niederdruckkraftstoffpumpe“) wird Kraftstoff durch einen ersten Regler **38** in eine Zufuhrleitung **42**, die in eine zweite Kraftstoffpumpe **46** (oder „Hochdruckkraftstoffpumpe“) führt, geschickt. Mit der zweistufigen Druckbeaufschlagung wird Kraftstoff nur nach der Druckbeaufschlagung durch die zweite Kraftstoffpumpe **46** in den Motor **14** eingespritzt. Kraftstoff kann von der zweiten Kraftstoffpumpe **46** zu einer Kraftstoffverteilerleitung **50**, die ein oder mehrere Kraftstoffeinspritzventile **54** versorgt, druckbeaufschlagt werden. Obgleich die Pumpen **34**, **46** gemäß der Darstellung in **Fig. 1** zwei separate Teile sind und dies beispielhaft für eine physische Konstruktion sein kann, können beide Pumpen **34**, **46** bei anderen Konstruktionen für Packaging in einem Pumpengesamthäuse konstruiert sein. Die Kraftstoffeinspritzventile **54** sind dahingehend betreibbar, Kraftstoff direkt in die entsprechenden Brennkammern des Motors **14** zu spritzen. Der Kraftstoffdruck in der Verteilerleitung **50** kann durch die zweite Kraftstoffpumpe **46** bei oder über 250 bar gehalten werden und kann in gewissen Fällen 2000 bar und darüber erreichen. Das erste Kraftstoffeinspritzventil **54** oder die Gruppe davon, das bzw. die von der zweiten Kraftstoffpumpe **46** versorgt wird, bildet ein erstes Kraftstoffeinspritzsystem des Kraftstoffsystems **10**.

**[0009]** Unter Bezugnahme auf die rechte Seite von **Fig. 1** ist ersichtlich, dass Kraftstoff von der ersten Kraftstoffpumpe **34** durch ein mit dem ersten Regler **38** in einer Linie liegendes Ventil **58** geleitet wird. Das Ventil **58** kann ein normalerweise geöffnetes elektromagnetisch betätigtes Zweistellungsventil sein, das hier aus Gründen, die offensichtlich werden, als ein „Umschalt“-Ventil bezeichnet wird. Das Umschaltventil **58** kann ein Betriebsverhalten von Schnellverriegelung und langsamer Entriegelung aufweisen. Bei der dargestellten Konstruktion ist das Umschaltventil **58** auf einer stromabwärtigen Seite des ersten Reglers **38** positioniert. Es wird angemerkt, dass das Umschaltventil **58** alternativ dazu bei einer anderen Konstruktion auf der stromabwärtigen Seite des ersten Reglers **38** positioniert sein kann. Die Kraftstoffleitung mit dem ersten Regler **38** und dem Umschaltventil **58** ist eine von zwei parallelen Leitungen zwi-

schen der ersten Kraftstoffpumpe **34** und der Zufuhrleitung **42**. Die zweite Leitung zwischen der ersten Kraftstoffpumpe **34** und der Zufuhrleitung **42** umfasst einen zweiten Regler **62**. Der zweite Regler **62** ist dahingehend betreibbar, den Kraftstoffdruck auf einen höheren Wert als einen von dem ersten Regler **38** regulierten Druck zu regulieren. Somit ist, wenn das Ventil **58** geöffnet gelassen wird, der erste Regler **38** dahingehend aktiv, zu öffnen und Kraftstoff zu dem Tank **18** zurückzuführen, und Druck in der Zufuhrleitung **42** wird auf den von dem ersten Regler **38** festgelegten Wert reguliert. Da der festgelegte Druck des ersten Reglers **38** unter jenem des zweiten Reglers **62** liegt, bleibt der zweite Regler **62** einfach geschlossen, obwohl er mit der Auslassseite der ersten Kraftstoffpumpe **34** in Strömungsverbindung steht. Der zweite Regler **62** kann dahingehend eingestellt sein, Kraftstoff mit einem Druck, der mindestens das Zweifache jenes des ersten Reglers **38** beträgt, zuzuführen. In einem Beispiel, das zu Zwecken der Veranschaulichung dargeboten wird, kann der erste Regler **38** dahingehend eingestellt sein, Kraftstoff bei 4 bar zuzuführen, und der zweite Regler **62** kann dahingehend eingestellt sein, Kraftstoff bei 10 bar zuzuführen. In einem weiteren Beispiel kann der erste Regler **38** dahingehend eingestellt sein, Kraftstoff bei 3 bar zuzuführen, und der zweite Regler **62** kann dahingehend eingestellt sein, Kraftstoff bei 6 bar zuzuführen.

**[0010]** Der zweite Regler **62** ist zur Verwendung in einem zweiten Betriebsmodus für das Kraftstoffsystem **10** zur Versorgung eines zweiten Kraftstoffspritzsystems, das mindestens ein Kraftstoffspritzventil **66**, das nicht Teil des ersten Kraftstoffspritzsystems ist, umfasst, vorgesehen. Anders ausgedrückt wird das Kraftstoffspritzventil **66** nicht von der zweiten Kraftstoffpumpe **46** versorgt und ist in dem dargestellten Beispiel nicht dazu konfiguriert, Kraftstoff zur Verbrennung in dem Motor **14** zuzuführen. Stattdessen ist das zusätzliche Kraftstoffspritzventil **66** dahingehend betreibbar, Kraftstoff in das Auslassrohr **22** zuzuführen. Beispielsweise kann das Kraftstoffspritzventil **66** zu vorgeschriebenen Zeitpunkten dahingehend betrieben werden, Kraftstoff stromaufwärts des Dieselpartikelfilters **30** in das Auslassrohr **22** zuzuführen, um eine sogenannte Dieselpartikelfilterregeneration durchzuführen, die das Wegbrennen von in dem Dieselpartikelfilter **30** angesammeltem Ruß beinhaltet. Gemäß der Darstellung ist das Kraftstoffspritzventil **66** auch stromaufwärts des Oxidationskatalysators **26** positioniert, jedoch kann die Platzierung des Kraftstoffspritzventils **66** verschiedensten alternativen Gestaltungen folgen, darunter Integration in einen Abschnitt des Auslassrohrs **22**, das entweder den Oxidationskatalysator **26** oder den Partikelfilter **30** definiert. Das Kraftstoffspritzventil **66** kann entweder elektrisch betätigt werden oder durch eine federvorgespannte Vorrichtung, deren Überwinden der Federkraft und Öff-

nen des Kraftstoffspritzventils **66** zu Kraftstoffzufuhr auf dem Kraftstoffzufuhrdruck beruht. Die ordnungsgemäße Leistungsfähigkeit des Kraftstoffspritzventils **66** kann von einer Zufuhr von Kraftstoff mit einem Druck, der höher als jener, der von dem ersten Regler **38** bereitgestellt wird, ist, jedoch noch innerhalb der Leistungsfähigkeiten der ersten Kraftstoffpumpe **34** liegt, abhängig sein. Da die Regeneration des Dieselpartikelfilters **30** kein Ereignis ist, dass fortlaufend während des Laufens des Motors **14** stattfindet, sondern nur während eines geringen Teils der Zeit (z. B. 5 % oder weniger), ist das Kraftstoffspritzsystem mit dem Kraftstoffspritzventil **66** gleichermaßen auf zeitweiligen Einsatz während eines kleinen Teils der Zeit, die der Motor **14** läuft, mit dem ersten Kraftstoffspritzsystem beschränkt. Obgleich es möglich ist, den ersten Regler **38** dahingehend einzustellen, einen Kraftstoffdruck bereitzustellen, der die Anforderungen sowohl des ersten als auch des zweiten Kraftstoffspritzsystems erfüllt, führt ein Großteil der Dauer des Motorbetriebs (d. h. die restliche Zeit, zu der keine Dieselpartikelfilterregeneration erfolgt) zu übermäßigem Energieverbrauch durch Betreiben der Niederdruckseite des Kraftstoffsystems **10** (d. h. zwischen der ersten und der zweiten Kraftstoffpumpe **34**, **46**) mit einem Druck, der höher als der für die zweite Kraftstoffpumpe **46** erforderliche Mindestdruck ist.

**[0011]** Zur Vermeidung derartiger Nachteile ist das Kraftstoffsystem **10** dazu konfiguriert, zwischen dem ersten und dem zweiten Kraftstoffdruckregler **38**, **62** entsprechend dem aktivierten/deaktivierten Zustand des zweiten Kraftstoffspritzsystems mit dem Kraftstoffspritzventil **66** umzuschalten. Beispielsweise befindet sich das Kraftstoffsystem **10** unter der Kontrolle einer Steuerung **70**, die dazu programmiert ist, die Stellung des Umschaltventils **58** entsprechend dem Beginn und dem Ende eines Dieselpartikelfilterregenerationszyklus zu steuern. Wie durch die gestrichelten Linien in **Fig. 1** angezeigt wird, steht die Steuerung **70** sowohl mit dem Kraftstoffspritzventil **66** als auch dem Umschaltventil **58** in über elektrische Signale erfolgender Verbindung, und die Steuerung **70** kann die Steuerung **70**, die zur Durchführung einer Betätigung des Kraftstoffspritzventils **66** programmiert ist, sein. Während des Laufens des Motors **14** identifiziert die Steuerung **70** einen Zeitpunkt für den Beginn einer Dieselpartikelfilterregeneration (z. B. entsprechend einer oder mehreren Sensorausgaben oder eines prädiktiven Algorithmus, der Motorbetriebsbedingungen verfolgt). Die Steuerung **70** überführt das Kraftstoffsystem **10** dann in den zweiten Betriebsmodus durch Betätigen des Umschaltventils **58** und Aktivieren des Kraftstoffspritzventils **66**. Die Steuerung des Umschaltventils **58** und die des Kraftstoffspritzventils **66** können unabhängig voneinander erfolgen, oder zusammen - wodurch das Gesamtsystem vereinfacht wird. Durch dahingehendes Betätigen des Umschaltventils **58**, zu schließen,

wird Kraftstoff von der ersten Kraftstoffpumpe **34** dazu gezwungen, den Weg zur Zufuhrleitung **42**, die den zweiten Regler **62** aufweist, einzuschlagen. Da der erste Regler **38** gewissermaßen aus dem Kreislauf ausgegrenzt ist, wird Kraftstoff von der ersten Kraftstoffpumpe **34** zu der Zufuhrleitung **42** entsprechend einer Regulierung auf den von dem zweiten Regler **62** festgelegten Wert, der höher als jener des ersten Reglers **38** ist, zugeführt. Obgleich der Kraftstoffdruck bei der Zufuhrleitung **42** bezüglich dessen, was als ein vorgeschriebener Mindesteinlassdruck von der zweiten Kraftstoffpumpe **46** erforderlich ist, exzessiv ist, ist dieser Anstieg vorübergehend und auf den dahingehenden Betrieb des Kraftstoffeinspritzventils **66**, die Dieselpartikelfilterregeneration durchzuführen, beschränkt. Die Steuerung **70** ist dazu programmiert, das Kraftstoffsystem **10**, sobald die Regeneration beendet ist, durch Deaktivieren des Kraftstoffeinspritzventils **66** und Zurückbringen des Umschaltventils **58** in die erste Stellung, in der ein Verbindungspfad zwischen der ersten Kraftstoffpumpe **34** und der Zufuhrleitung **42** durch den ersten Regler **38** hergestellt wird, zurück in den ersten Betriebsmodus zu überführen. Dadurch wird gewissermaßen ein Betrieb des zweiten Reglers **62** verhindert, und der Zufuhrleitungskraftstoffdruck wird auf den Wert des ersten Reglers **38**, der weniger als jener des zweiten Reglers **62** beträgt, festgelegt. Normalbetrieb des Motors **14** wird durch Betrieb des ersten Kraftstoffeinspritzsystems mit Kraftstoffeinspritzventilen **54** ohne Betrieb des zweiten Kraftstoffeinspritzsystems mit dem Kraftstoffeinspritzventil **66** fortgesetzt. Die Niederdruckseite des Kraftstoffsystems **10** wird auf einem Druck gehalten, der die Mindestanforderung der zweiten Kraftstoffpumpe **46**, jedoch nicht die Mindestanforderung des zweiten Kraftstoffeinspritzventils **66** erfüllt.

**[0012]** Fig. 2 ist ein Diagramm, das eine Anzahl an Parametern zeigt, die auf der vertikalen Achse gegenüber einem gemeinsamen Zeitparameter auf der horizontalen Achse aufgetragen sind. Bei der Beschreibung des Diagramms wird zunächst angemerkt, dass die elektrische Schaltung zum Antreiben des Umschaltventils **58** als eine einfache Schaltung implementiert sein kann, die parallel zur Treiberschaltung von der Steuerung **70** zu dem zweiten Kraftstoffeinspritzventil **66** geschaltet ist, so dass das Treiber- oder Befehlssignal (z. B. charakteristische Spannung, charakteristischer Strom) von der Steuerung **70** zu dem zweiten Kraftstoffeinspritzventil **66** auch an das Umschaltventil **58** angelegt wird, anstatt einer unabhängigen Steuersignalausgabe und einer unabhängigen elektrischen Schaltung von der Steuerung **70**. Da die Steuerungsausgabe für das zweite Kraftstoffeinspritzventil **66** bereits in einem System mit solch einem Einspritzventil vorliegt, hat die zusätzliche Aufgabe für das Umschaltventil **58**, das Zufuhrleitungsdruckumschalten auszuführen, eine minimale Auswirkung auf Systemkosten und Komplexität

für die Implementierung. Gemäß der Darstellung in Fig. 2 kann die Treiberschaltung für das zweite Kraftstoffeinspritzventil **66** aus einer Stromversorgung (z. B. 12V) mit fester Frequenz und variabler Impulsbreite bestehen. Die entsprechenden Stromimpulse folgen derselben allgemeinen Form, zeigen aber innerhalb jedes Impulses eine Stromreduzierung nach einem vorübergehenden Spitzenwert, was dem anfänglichen Aufwand zum Öffnen des zweiten Kraftstoffeinspritzventils **66** gefolgt von einem geringeren Aufwand, der erforderlich ist, es geöffnet zu halten, entspricht. Das Umschaltventil **58** ist dahingehend eingestellt, durch den Tastzyklus für das zweite Kraftstoffeinspritzventil **66** betätigt werden, so dass, wenn das gepulste Signal beginnt, die Betätigung (z. B. in die geschlossene Stellung) des Umschaltventils **58** beginnt. Sobald das Umschaltventil **58** die geschlossene Stellung erreicht, wird der Zufuhrleitungsdruck nicht mehr auf den ersten niedrigeren Wert des ersten Reglers **38**, sondern den zweiten höheren Wert des zweiten Reglers **62** reguliert. Die Zufuhrleitung **42** bleibt bei dem zweiten höheren Druckwert, solange das Befehlssignal zu dem zweiten Kraftstoffeinspritzventil **66** andauert. Lediglich bei Fehlen des Befehlssignals beendet das Umschaltventil **58** die Betätigung und beginnt mit der Rückkehr in seine normalerweise vorgespannte Stellung (z. B. geöffnet). Sobald es geöffnet ist, integriert das Umschaltventil **58** den ersten Niederdruckregler **38** wieder in die Schleife, so dass der Zufuhrleitungsdruck zu dem niedrigeren Druckwert zurückkehrt, und der zweite Regler **62** wird entsprechend deaktiviert. Das Öffnungsverhalten des Umschaltventils **58** ist langsam genug, um sicherzustellen, dass das Umschaltventil **58** geschlossen bleibt und der von dem zweiten Regler **62** bereitgestellte höhere Zufuhrleitungsdruck während des gesamten restlichen aktiven Betriebs des zweiten Kraftstoffeinspritzventils **66** beibehalten wird.

**[0013]** Verschiedene Merkmale und Vorteile der Erfindung werden in den folgenden Ansprüchen angeführt.

### Patentansprüche

1. Kraftstoffsystem für einen Verbrennungsmotor, das Folgendes umfasst:
  - einen Kraftstofftank;
  - eine erste Kraftstoffpumpe, die dahingehend mit dem Kraftstofftank in Verbindung steht, Kraftstoff aus diesem zu saugen;
  - eine zweite Kraftstoffpumpe, die dahingehend mit der ersten Kraftstoffpumpe in Verbindung steht, Kraftstoff von dieser zu empfangen, wobei die zweite Pumpe dahingehend betreibbar ist, Kraftstoff mit einem Druck, der über dem bei Erhalt von der ersten Kraftstoffpumpe liegt, einem ersten Kraftstoffeinspritzsystem zuzuführen;

ein erstes Kraftstoffeinspritzventil des ersten Kraftstoffeinspritzsystems, das dahingehend wirkgekoppelt ist, Kraftstoff zu empfangen, der von der ersten und der zweiten Kraftstoffpumpe von dem Kraftstofftank zugeführt wird;

ein zweites Kraftstoffeinspritzventil eines zweiten Kraftstoffeinspritzsystems, das dahingehend wirkgekoppelt ist, Kraftstoff von dem Kraftstofftank von der ersten Kraftstoffpumpe und nicht der zweiten Kraftstoffpumpe zu empfangen;

eine Zufuhrleitung, die von der zweiten Kraftstoffpumpe und dem zweiten Kraftstoffeinspritzventil geteilt wird;

einen ersten Regler, der dahingehend betreibbar ist, den Kraftstoffdruck von der ersten Kraftstoffpumpe zu der Zufuhrleitung auf einen ersten Wert zu regulieren; einen zweiten Regler, der dahingehend betreibbar ist, Kraftstoffdruck von der ersten Kraftstoffpumpe zu der Zufuhrleitung auf einen zweiten Wert, der höher als der erste Wert ist, zu regulieren; und

eine Steuerung, die dazu programmiert ist, das Kraftstoffsystem in einem ersten Modus zu betreiben, in dem der erste Regler dahingehend aktiviert ist, einen Kraftstoffdruck in der Zufuhrleitung auf den ersten Wert festzulegen, der zweite Regler deaktiviert ist und das zweite Kraftstoffeinspritzventil deaktiviert ist, wobei die Steuerung dazu programmiert ist, das Kraftstoffsystem in einem zweiten Modus zu betreiben, in dem das zweite Kraftstoffeinspritzventil aktiviert ist und der zweite Regler dahingehend aktiviert ist, einen Kraftstoffdruck in der Zufuhrleitung auf den zweiten Wert festzulegen.

2. Kraftstoffsystem nach Anspruch 1, das ferner ein Umschaltventil umfasst, das zum Umschalten aus einer ersten Stellung in eine zweite Stellung zum Aktivieren des zweiten Reglers betreibbar ist.

3. Kraftstoffsystem nach Anspruch 2, wobei das Umschaltventil ein normalerweise geöffnetes Ventil ist, das in Reihe mit dem ersten Regler und parallel zu dem zweiten Regler positioniert ist, so dass der zweite Regler geschlossen bleibt, bis das Umschaltventil in die zweite Stellung betätigt wird.

4. Kraftstoffsystem nach Anspruch 2, wobei die Steuerung dazu programmiert ist, eine Initialisierung des zweiten Kraftstoffventils während des Laufens des Motors anzusteuern, wobei die Steuerung dazu programmiert ist, das Umschaltventil bei Initialisierung des zweiten Kraftstoffeinspritzventils aus der ersten Stellung in die zweite Stellung zu wechseln.

5. Kraftstoffsystem nach Anspruch 4, wobei die Steuerung dazu programmiert ist, das Umschaltventil bei Beendigung des Betriebs des zweiten Kraftstoffeinspritzventils in die erste Stellung zurückzubringen, so dass die Zufuhrleitung nur während eines Zeitraums des Betriebs des zweiten Kraftstoffeinspritz-

ventils auf den höheren zweiten Wert beaufschlagt wird.

6. Kraftstoffsystem nach Anspruch 1, wobei das zweite Kraftstoffeinspritzventil dahingehend positioniert ist, Kraftstoff in ein Auslassrohr stromaufwärts eines Dieselpartikelfilters einzuspritzen, und die Steuerung dazu programmiert ist, das zweite Kraftstoffeinspritzventil nur zeitweilig zur Regeneration des Dieselpartikelfilters zu betreiben.

7. Kraftstoffsystem nach Anspruch 1, wobei das erste Kraftstoffeinspritzsystem ein Common-Rail-Dieseldirekteinspritzungssystem ist, das eine Kraftstoffverteilerleitung umfasst, die dahingehend betreibbar ist, Kraftstoff zu empfangen, der von der zweiten Kraftstoffpumpe auf einen Verteilerleitungsdruck beaufschlagt wird.

8. Kraftstoffsystem nach Anspruch 7, wobei die zweite Kraftstoffpumpe dahingehend betreibbar ist, den Verteilerleitungsdruck bei oder über 250 bar zu halten.

9. Kraftstoffsystem nach Anspruch 1, wobei der zweite Kraftstoffdruckwert, der von dem zweiten Regler bereitgestellt wird, mindestens das Zweifache des ersten Werts des Kraftstoffdrucks, der von dem ersten Regler bereitgestellt wird, beträgt.

10. Kraftstoffsystem für einen Verbrennungsmotor, das Folgendes umfasst:

einen Kraftstofftank;

eine erste Kraftstoffpumpe, die dahingehend mit dem Kraftstofftank in Verbindung steht, Kraftstoff aus diesem zu saugen;

eine zweite Kraftstoffpumpe, die dahingehend mit der ersten Kraftstoffpumpe in Verbindung steht, Kraftstoff von dieser zu empfangen, wobei die zweite Pumpe dahingehend betreibbar ist, Kraftstoff mit einem Druck, der über dem bei Erhalt von der ersten Kraftstoffpumpe liegt, einem ersten Kraftstoffeinspritzsystem zuzuführen;

ein erstes Kraftstoffeinspritzventil des ersten Kraftstoffeinspritzsystems, das dahingehend wirkgekoppelt ist, Kraftstoff zu empfangen, der von der ersten und der zweiten Kraftstoffpumpe von dem Kraftstofftank zugeführt wird, wobei das erste Kraftstoffeinspritzventil dahingehend betreibbar ist, Kraftstoff zur Verbrennung in den Motor einzuspritzen;

ein zweites Kraftstoffeinspritzventil eines zweiten Kraftstoffeinspritzsystems, das dahingehend wirkgekoppelt ist, Kraftstoff von dem Kraftstofftank von der ersten Kraftstoffpumpe und nicht der zweiten Kraftstoffpumpe zu empfangen, wobei das zweite Kraftstoffeinspritzventil dahingehend betreibbar ist, Kraftstoff in ein mit dem Motor gekoppeltes Abgasrohr einzuspritzen;

eine Zufuhrleitung, die von der zweiten Kraftstoffpumpe und dem zweiten Kraftstoffeinspritzventil geteilt wird;

einen ersten Regler, der dahingehend betreibbar ist, den Kraftstoffdruck von der ersten Kraftstoffpumpe zu der Zufuhrleitung auf einen ersten Wert zu regulieren; einen zweiten Regler, der dahingehend betreibbar ist, Kraftstoffdruck von der ersten Kraftstoffpumpe zu der Zufuhrleitung auf einen zweiten Wert, der höher als der erste Wert ist, zu regulieren; und ein Umschaltventil, das dahingehend betreibbar ist, aus einer ersten Stellung, in der der erste Regler aktiv ist, in eine zweite Stellung, in der der zweite Regler aktiv ist, umzuschalten.

11. Kraftstoffsystem nach Anspruch 10, das ferner eine Steuerung umfasst, die dazu programmiert ist, eine Initialisierung des zweiten Kraftstoffventils zum Einspritzen von Kraftstoff in das Abgasrohr während des Laufens des Motors anzusteuern, wobei die Steuerung dazu programmiert ist, das Umschaltventil bei Initialisierung des zweiten Kraftstoffeinspritzventils aus der ersten Stellung in die zweite Stellung zu wechseln.

12. Kraftstoffsystem nach Anspruch 11, wobei die Steuerung dazu programmiert ist, das Umschaltventil bei Beendigung des Betriebs des zweiten Kraftstoffeinspritzventils in die erste Stellung zurückzubringen, so dass die Zufuhrleitung nur während eines Zeitraums des Betriebs des zweiten Kraftstoffeinspritzventils auf den höheren zweiten Wert beaufschlagt wird.

13. Kraftstoffsystem nach Anspruch 11, wobei das zweite Kraftstoffeinspritzventil stromaufwärts eines Dieselpartikelfilters positioniert ist und die Steuerung dazu programmiert ist, das zweite Kraftstoffeinspritzventil nur zeitweilig zur Regeneration des Dieselpartikelfilters zu betreiben.

14. Kraftstoffsystem nach Anspruch 10, wobei das Umschaltventil ein normalerweise geöffnetes Ventil ist, das in Reihe mit dem ersten Regler und parallel zu dem zweiten Regler positioniert ist, so dass der zweite Regler geschlossen bleibt, bis das Umschaltventil in die zweite Stellung betätigt wird.

15. Kraftstoffsystem nach Anspruch 10, wobei das erste Kraftstoffeinspritzsystem ein Common-Rail-Dieseldirekteinspritzungssystem ist, das eine Kraftstoffverteilerleitung umfasst, die dahingehend betreibbar ist, Kraftstoff zu empfangen, der von der zweiten Kraftstoffpumpe auf einen Verteilerleitungsdruck beaufschlagt wird.

16. Kraftstoffsystem nach Anspruch 15, wobei die zweite Kraftstoffpumpe dahingehend betreibbar ist, den Verteilerleitungsdruck bei oder über 250 bar zu halten.

17. Kraftstoffsystem nach Anspruch 10, wobei der zweite Kraftstoffdruckwert, der von dem zweiten Regler bereitgestellt wird, mindestens das Zweifache des ersten Werts des Kraftstoffdrucks, der von dem ersten Regler bereitgestellt wird, beträgt.

18. Verfahren zum Betrieb eines Kraftstoffsystems für einen Verbrennungsmotor, wobei das Verfahren Folgendes umfasst:

Saugen von Kraftstoff durch den Betrieb einer ersten Kraftstoffpumpe aus einem Kraftstofftank; Regulieren des Kraftstoffdrucks in einer Zufuhrleitung zwischen der ersten Kraftstoffpumpe und einer zweiten Kraftstoffpumpe auf einen ersten Wert in einem ersten Betriebsmodus;

dahingehend Betreiben der zweiten Kraftstoffpumpe, einem ersten Kraftstoffeinspritzventil eines ersten Kraftstoffeinspritzsystems Kraftstoff mit einem Druck, der größer als der erste Wert ist, zuzuführen, wobei das erste Kraftstoffeinspritzventil den Kraftstoff zur Verbrennung in den Motor einspritzt;

Übergehen während des Laufens des Motors zu einem zweiten Betriebsmodus, bei dem Kraftstoffdruck in der Zufuhrleitung auf einen zweiten Wert, der höher als der erste ist, reguliert wird;

Versorgen sowohl der zweiten Kraftstoffpumpe als auch eines zweiten Kraftstoffeinspritzventils eines zweiten Kraftstoffeinspritzsystems von der Zufuhrleitung während des zweiten Betriebsmodus;

dahingehendes Betreiben des zweiten Kraftstoffeinspritzventils, Kraftstoff in ein mit dem Motor gekoppeltes Abgasrohr einzuspritzen, während des zweiten Betriebsmodus; und

dahingehendes Betreiben der zweiten Kraftstoffpumpe, dem ersten Kraftstoffeinspritzventil Kraftstoff mit einem Druck, der größer als der zweite Wert ist, zuzuführen, während des zweiten Betriebsmodus.

19. Verfahren nach Anspruch 18, wobei Zufuhrleitungskraftstoffdruck von einem ersten Regler auf den ersten Wert reguliert wird und wobei Übergehen zu dem zweiten Betriebsmodus zum Regulieren des Zufuhrleitungskraftstoffdrucks auf den zweiten Wert Aktivieren eines zweiten Reglers durch Betätigen eines Umschaltventils umfasst.

20. Verfahren nach Anspruch 17, wobei der zweite Betriebsmodus ein Dieselpartikelfilterregenerationsmodus ist, der von dem Kraftstoff von dem zweiten Kraftstoffeinspritzventil aktiviert wird, wobei das Verfahren ferner Zurückkehren zu dem ersten Betriebsmodus, bei dem der Zufuhrleitungskraftstoffdruck auf den ersten Wert reguliert wird, bei Beendigung der Regeneration des Dieselpartikelfilters umfasst.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

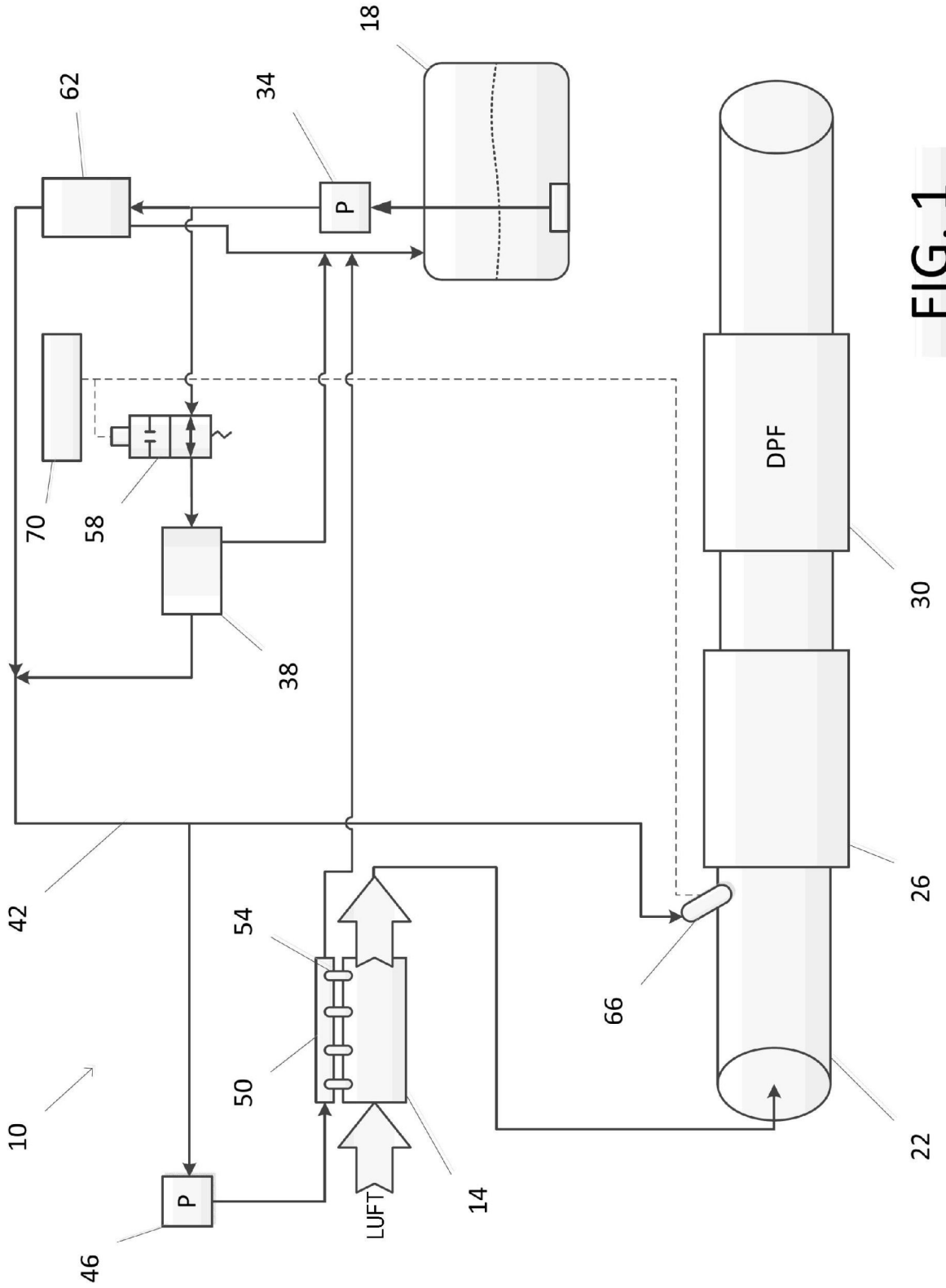


FIG. 1

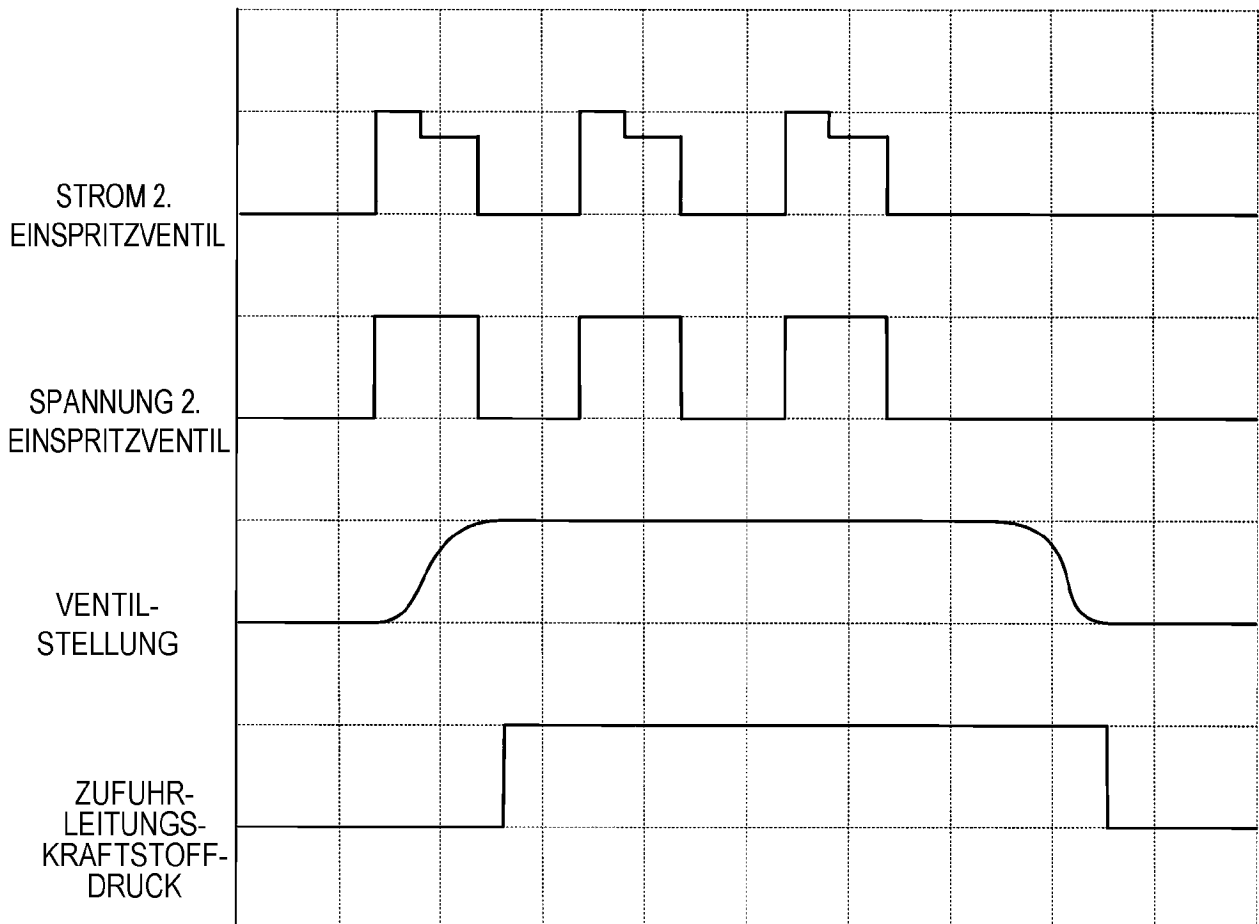


FIG. 2