



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 003 628 T2 2007.10.25**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 491 761 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 003 628.5**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 014 843.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **24.06.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **29.12.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **13.12.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **25.10.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F02M 63/02 (2006.01)**  
**F02M 59/46 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**2003185751 27.06.2003 JP**

**2004127997 23.04.2004 JP**

(73) Patentinhaber:

**Denso Corp., Kariya, Aichi, JP**

(74) Vertreter:

**TBK-Patent, 80336 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(72) Erfinder:

**Kuroda, Akihiro, Kariya-city Aichi-pref., 448-8661, JP**

(54) Bezeichnung: **Druckspeichereinspritzsystem**

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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

### Hintergrund der Erfindung

#### 1. Bereich der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Common-Rail-Kraftstoffeinspritzungssystem zur Versorgung einer Verbrennungskraftmaschine mit druckbeaufschlagtem Kraftstoff, wie beispielsweise eines Dieselmotors.

#### 2. Beschreibung des Standes der Technik

**[0002]** Ein Beispiel dieser Art von Kraftstoffeinspritzsystem wird offen gelegt in JP-A-2001-295685. Bei diesem System wird Kraftstoff aus einem Kraftstofftank über eine Förderpumpe in eine Kraftstoffzuleitungsleitung eingespeist, welche den Kraftstoff mit Druck beaufschlägt. Der mit Druck beaufschlagte Kraftstoff wird zu einer Common-Rail geliefert, in welcher er gesammelt wird. Der mit Druck beaufschlagte Kraftstoff wird über einen Injektor in einen Zylinder einer Dieselmotorkraftmaschine injiziert. Einspritzzeitpunkt und Kraftstoffmenge, welche in den Zylinder eingespritzt wird, wird von einer elektronischen Steuereinheit geregelt. Folgendes Problem ergibt sich in solch einem konventionellen System. Die Kraftstoffmenge, welche von der Förderpumpe angesaugt wird, während des Leerlaufs und während einer niedrigen Belastung, ist klein. Entsprechend ist auch eine Fließgeschwindigkeit des Kraftstoffs klein und Luft aus dem Kraftstofftank, zusammen mit dem Kraftstoff, wird angesaugt und sammelt sich allmählich im Kraftstofffilter, welcher zwischen Kraftstofftank und Förderpumpe angeschlossen ist. Nachdem sich eine bestimmte Menge Luft im Kraftstofffilter angesammelt hat, wird die angesammelte Luft auf einmal in die Förderpumpe gesaugt. Wenn eine große Menge Luft zu einer Zeit in die Förderpumpe gesaugt wird, kann kein Kraftstoff, welche die Common-Rail versorgen soll, angesaugt werden. Daher fällt der Kraftstoffdruck in der Common-Rail und eine Kraftstoffversorgung zur Verbrennungskraftmaschine ist zeitweise unterbrochen. Falls das passiert, wird die Maschine abgewürgt.

#### Überblick über die Erfindung

**[0003]** Die Erfindung wurde gemacht in Bezug auf das oben genannte Problem und Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes Common-Rail-Kraftstoffeinspritzungssystem zu bieten, bei welcher eine Ansammlung einer großen Menge Luft im Kraftstofffilter verhindert wird. Das Kraftstoffeinspritzungssystem hat eine Förderpumpe, um Kraftstoff aus einem Kraftstofftank anzusaugen, eine Druckbeaufschlagungspumpe, um den von der Förderpumpe gelieferten Kraftstoff mit Druck zu beaufschlagen, eine Common-Rail, zur Ansammlung druckbeaufschlagten

Kraftstoffs bei konstantem Druck, und einen Injektor, zur Einspritzung von druckbeaufschlagten Kraftstoff in einen Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine. Ein Betrieb des Systems wird elektronisch von einer elektronischen Steuereinheit gesteuert. Um das Problem zu vermeiden, wovon konventionelle Systeme betroffen sind, dass sich Luft im Kraftstofffilter bei niedriger Maschinengeschwindigkeit oder Maschinenbelastung (wie zum Beispiel im Leerlauf) ansammelt, wird ein Entlastungsventil in die Common-Rail eingebaut. Das Entlastungsventil ist geöffnet, wenn die Maschine im Leerlauf ist, um den Druck in der Common-Rail zu senken und die Kraftstoffmenge, welche von der Förderpumpe angesaugt wird, zu vergrößern. Die von der Förderpumpe angesaugte Kraftstoffmenge wird oberhalb eines benötigten Niveaus gehalten, was der Förderpumpe ermöglicht allmählich Luft aus dem Kraftstofftank zusammen mit Kraftstoff anzusaugen. Dementsprechend wird verhindert, dass eine große Menge angesammelter Luft zu einer Zeit in die Förderpumpe gesaugt wird. Als Ergebnis kann die Common-Rail beständig mit Kraftstoff von der Förderpumpe versorgt werden. Das Entlastungsventil wird nur in periodischen Intervallen geöffnet, in welchen kein Kraftstoff von Injektor eingespritzt wird, um einen Einspritzdruckabfall durch ein Öffnen des Entlastungsventils zu verhindern. Andere Aufgaben und Eigenschaften der Erfindung werden leichter ersichtlich zum besseren Verständnis der nachstehend beschriebenen, bevorzugten Ausführungsform mit Verweis auf folgende Zeichnungen.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0004]** [Fig. 1](#) ist ein Blockdiagramm, welches eine komplette Anordnung eines Common-Rail-Kraftstoffeinspritzungssystems zeigt, entsprechend der Erfindung;

**[0005]** [Fig. 2](#) ist ein Schaubild, welches das Verhältnis der Kraftstoffmengen an unterschiedlichen Orten des Systems zeigt;

**[0006]** [Fig. 3](#) ist ein Kurvenblatt, welches das Verhältnis zeigt zwischen Drehzahl einer Maschine und der Kraftstoffmenge, die von einer Förderpumpe angesaugt wird; und

**[0007]** [Fig. 4](#) ist ein zeitliches Ablaufdiagramm, welches zeigt, wann ein Entlastungsventil geöffnet wird, um den hohen Druck in einer Common-Rail zu entlasten.

#### Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform

**[0008]** Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung wird mit Verweis auf begleitende Zeichnungen beschrieben. Zuerst, Bezug nehmend auf [Fig. 1](#), wird eine komplette Anordnung eines Common-Rail-Ein-

spritzsystems **1** der Erfindung beschrieben. Das Kraftstoffeinspritzungssystem **1** ist zum Beispiel angewandt auf eine Dieselverbrennungskraftmaschine, welche in einem Automobil verbaut ist. Das System hat eine Common-Rail **2**, in welcher druckbeaufschlagter Kraftstoff gespeichert ist; einen Injektor **3**, welcher druckbeaufschlagten Kraftstoff, geliefert aus der Common-Rail **2**, in einen Zylinder einer Maschine einspritzt; eine Kraftstoffzulieferpumpe **4**, um die Common-Rail **2** mit druckbeaufschlagtem Kraftstoff zu beliefern; eine elektronische Steuereinheit (ECU) **5** für elektronisches Steuern des Betriebs des Systems; und andere dazugehörige Komponenten.

**[0009]** Die Common-Rail **2** speichert druckbeaufschlagten Kraftstoff mit einem berechneten Zieldruck (Leitungszielldruck), basierend auf einer Drehzahl der Maschine  $N_e$  und einer Maschinenlast  $L_e$  (entsprechend eines Öffnungsgrades eines Gaspedals). Die Common-Rail **2** ist durch ein Entlastungsventil **6** mit einer Rücklaufleitung **8** verbunden, welche zu einem Kraftstofftank **7** führt. Wenn das Entlastungsventil **6** geöffnet ist, kehrt der druckbeaufschlagte Kraftstoff zurück in den Kraftstofftank **7**. Das Entlastungsventil **6** ist ein elektromagnetisches Ventil, gesteuert von der ECU **5**. Die abgegebene Strommenge, welche den Elektromagneten des Entlastungsventils **6** versorgt, wird im Betrieb von der ECU **5** gesteuert, sodass ein Öffnungsgrad des Entlastungsventils **6** gesteuert wird entsprechend der Strommenge. Das Entlastungsventil **6** wird durch eine Vorspannkraft einer Feder geschlossen, wenn kein Strom geliefert wird.

**[0010]** Der Injektor **3** hat ein elektromagnetisches Ventil, gesteuert von der ECU **5**. Die Kraftstoffmenge, welche von dem Injektor eingespritzt wird, und die zeitliche Einspritzsteuerung werden gesteuert durch Steuern des elektromagnetischen Ventils. Ein Teil des Kraftstoffs, welcher dem Injektor **3** geliefert wird, wird nicht eingespritzt und über eine Leckleitung **9**, verbunden mit der Rücklaufleitung **8**, zugeführt.

**[0011]** Die Kraftstoffzulieferpumpe **4** ist aufgebaut aus einer Nockenwelle **10**, angetrieben von der Maschine, einer Förderpumpe **11**, welche Kraftstoff aus dem Kraftstofftank **7** ansaugt, einem Kolben **13**, angeordnet in einem Zylinder **12** und wechselseitig von der Nockenwelle **10** angetrieben, und anderen dazugehörigen Komponenten. Die Nockenwelle **10** ist drehbar von Lagern **14** in einem Pumpengehäuse gelagert. Eine Nocke **15** ist in der Nockenwelle **10** ausgeformt und ein Nockenring **16** ist verbunden mit der Nocke **15** mittels einer Metallhülse, sodass der Nockenring **16** relativ zur Nocke **15** rotiert. Wenn die Nockenwelle **10** rotiert, dann wird der Kolben **13** in Kontakt mit der äußeren Oberfläche (**16a**) des Nockenrings **16** wechselseitig in dem Zylinder **12** angetrieben.

**[0012]** Die Förderpumpe **11** kann zum Beispiel bestehen aus einer bekannten Trochoidpumpe. Die Förderpumpe **11** ist angetrieben von der Nockenwelle **10** und saugt den Kraftstoff aus dem Kraftstofftank **7** durch einen Filter **17** und eine Saugleitung **40** an. Der durch die Förderpumpe **11** angesaugte Kraftstoff wird in zwei Richtungen geliefert. Ein Teil des Kraftstoffs wird in eine Druckkammer **19** in dem Zylinder **12** durch eine Einspeiseleitung **18**, ein Regelventil **22** und ein Einwegventil **23** eingespeist. Der andere Teil des Kraftstoffs wird zu einer Nockenkammer **21** durch eine Schmierungsleitung **20** geliefert. Das Regelventil **22** wird von der ECU **5** gesteuert, um die Kraftstoffmenge zu regeln, welche in die Druckkammer gefördert wird. Das Einwegventil **23** erlaubt nur einen Kraftstofffluss von der Förderpumpe **11** zu der Druckkammer **19**. Eine Zirkulationsleitung **24** mit einem Einwegventil **25** ist zur Schmierungsleitung **20** verbunden. Wenn ein Druck in der Förderpumpe ein vorbestimmtes Niveau übersteigt, dann öffnet sich das Einwegventil **25** und der Kraftstoff wird zur Förderpumpe **11** weitergeleitet. Der Kolben ist gleitend im Zylinder **12** angeordnet, welcher in dem Pumpengehäuse ausgeformt ist. Ein Kolbenkopf **13a** ist mit einem Ende des Kolbens **13** verbunden, welcher gleitend die äußere Oberfläche **16a** des Nockenrings **16** berührt. Der Kolben **13** wird wechselseitig im Zylinder **12** angetrieben, entsprechend der Rotation der Nockenwelle **10**. Die Druckkammer **19** ist am anderen Ende des Kolbens **13** ausgeformt. Die Kapazität der Druckkammer **19** ändert sich entsprechend der reziproken Bewegung des Kolbens **13**. Wenn die Kapazität der Druckkammer **19** steigt, dann wird Kraftstoff, geliefert von der Förderpumpe **11**, in die Druckkammer **19** eingeführt. Wenn die Kapazität der Druckkammer **19** sinkt, dann wird der darin enthaltene Kraftstoff mit Druck beaufschlagt und versorgt die Common-Rail **2** über eine Versorgungsleitung **27**. Ein Einwegventil **28**, welches Kraftstofffluss nur von der Kraftstoffzulieferpumpe **4** zur Common-Rail **2** erlaubt, ist in der Versorgungsleitung **27** bereitgestellt. Die Nockenkammer **21**, die die Nockenwelle **10** enthält, an welche der Nockenring **16** gekoppelt ist, ist in dem Pumpengehäuse ausgeformt. Ein Teil des Kraftstoffs, welcher von der Förderpumpe **11** geliefert wird, beliefert die Nockenkammer **21**, sodass die Nocke **15** und der Nockenring **16**, gekoppelt an die Nocke **15**, von dem Kraftstoff geschmiert werden. Überlaufender Kraftstoff von der Nockenkammer **21** kehrt zurück in den Kraftstofftank **7** durch eine Leitung **29** und die Rücklaufleitung **8**.

**[0013]** Die ECU **5** steuert den Betrieb des Regelventils **22**, des Injektors **3** und des Entlastungsventils **6**, entsprechend eines vorinstallierten Programms und basierend auf einer Drehzahl  $N_e$  der Maschine, Maschinenlast  $L_e$  (Öffnungsgrad eines Gaspedals) und Druck in der Common-Rail **2**. Da die elektronische Steuerung des Regelventils **22** und des Injektors **3** bekannt sind, wird solch eine Steuerung nicht

mehr beschrieben. Die Steuerung des Entlastungsventils **6** wird nachfolgend im Detail beschrieben. Die Kraftstoffmenge, angesaugt von der Förderpumpe **11**, ist klein, wenn eine Drehzahl  $N_e$  der Maschine niedrig ist oder die Maschinenlast  $Le$  niedrig ist. Entsprechend ist die Fließgeschwindigkeit des Kraftstoffs nicht hoch genug, um allmählich Luft, enthalten in dem Kraftstofftank **7**, in die Förderpumpe **11** anzusaugen. Deshalb kann sich eine große Luftmenge im Kraftstofffilter **17** ansammeln und diese angesammelte Luft kann plötzlich auf einmal in die Förderpumpe **11** gesaugt werden. Falls dies auftritt, wird die Förderpumpe **11** unfähig, Kraftstoff in die Common-Rail **2** einzuspeisen. Der Druck in der Common-Rail **2** wird fallen und Kraftstoff wird nicht in ausreichender Menge vom Injektor **3** eingespritzt. Das kann dazu führen, dass eine Maschine abgewürgt wird. Wenn die Fließgeschwindigkeit des Kraftstoffs (Kraftstoffmenge, welche von der Förderpumpe **11** angesaugt wird) auf einem bestimmten Niveau gehalten wird, dann wird Luft aus dem Kraftstofftank **7** allmählich in die Förderpumpe **11** angesaugt und eine große Luftmenge wird nicht im Kraftstofffilter **17** angesammelt. Deshalb tritt das Phänomen, dass eine große Luftmenge plötzlich in die Förderpumpe **11** angesaugt wird, nicht auf. Mit anderen Worten, wenn die Fließgeschwindigkeit des Kraftstoffs (Kraftstoffmenge) über einem bestimmten Niveau gehalten wird, dann ermöglicht das der Förderpumpe **11** allmählich die Luft zusammen mit Kraftstoff anzusaugen, dann tritt das oben beschriebene Problem nicht auf. Eine Menge angesaugten Kraftstoffs, um das ermöglichende Niveau der Kraftstofffließgeschwindigkeit zu realisieren, wird bezeichnet als „erforderliche Ansaugmenge“.

**[0014]** Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, ist die Menge des von der Förderpumpe **11** angesaugten Kraftstoffs (Ansaugmenge) eine Summe einer Menge an Kraftstoff, welche von der Förderpumpe **11** geliefert wird (Einspeisungsmenge), und der Menge an Kraftstoff, welche zurückläuft in den Kraftstofftank **7** (Rücklaufmenge) durch die Rücklaufleitung **8**. Die Ansaugmenge hängt hauptsächlich ab von der Einspeisungsmenge. Wenn das Entlastungsventil **6** geschlossen ist, dann ist die Einspeisungsmenge eine Summe einer Menge an Kraftstoff, welche von dem Injektor **3** eingespritzt wird (Einspritzmenge), und einer Menge an Kraftstoff, welche von dem Injektor **3** ausläuft oder überläuft (Leckmenge). Auf der anderen Hand, wenn das Entlastungsventil **6** geöffnet ist, dann wird eine Menge an Kraftstoff, welche aus der Common-Rail **2** heraus fließt (Entlastungsmenge) zu diesen Mengen hinzu addiert, das heißt, die Ansaugmenge ist eine Summe der Einspritzmenge, der Leckmenge und der Entlastungsmenge. Deshalb kann durch Öffnen des Entlastungsventils **6** die Einspeisungsmenge gesteigert werden, dadurch auch die Ansaugmenge.

**[0015]** Die Einspritzmenge und die Entlastungs-

menge werden von der ECU **5** berechnet, basierend auf einer Drehzahl  $N_e$  der Maschine, eines Kraftstoffdruckes  $P_c$  in der Common-Rail **2** und einer Maschinenlast  $Le$  (Öffnungsgrads des Gaspedals). Wie in [Fig. 3](#) gezeigt, um die erforderliche Ansaugmenge zu realisieren, wenn die Drehzahl  $N_e$  der Maschine oder die Maschinenlast  $Le$  niedriger ist als ein vorbestimmtes Niveau, öffnet die ECU **5** das Entlastungsventil **6** bis die Ansaugmenge die erforderliche Menge erreicht. Jedoch wie gezeigt in [Fig. 4](#), wird das Entlastungsventil **6** mit Unterbrechungen nur in periodischen Intervallen (INT) geöffnet, in welchen kein Kraftstoff von dem Injektor **3** eingespritzt wird. In dieser Art und Weise kann das Entlastungsventil **6** geöffnet werden ohne den Injektionsdruck nachteilig zu beeinflussen.

**[0016]** Das oben beschriebene Einspritzsystem arbeitet auf folgende Art und Weise. Kraftstoff in dem Kraftstofftank **7** wird von der Förderpumpe **11** angesaugt und in die Druckkammer **19** eingespeist. Wenn der Kolben **13** die Druckkammer **19** vergrößert, wird der Kraftstoff in die Druckkammer **19** eingespeist. Wenn der Kolben sich aufwärts bewegt, wird der Kraftstoff in der Druckkammer **19** mit Druck beaufschlagt. Der druckbeaufschlagte Kraftstoff wird an die Common-Rail **2** durch das Einwegventil **28** geliefert und somit wird der druckbeaufschlagte Kraftstoff mit einem vorbestimmten Druck in der Common-Rail **2** gesammelt. Der druckbeaufschlagte Kraftstoff in der Common-Rail **2** wird an den Injektor **3** geliefert, welcher Kraftstoff in den Zylinder der Maschine einspritzt unter Steuerung der ECU **5**.

**[0017]** Wenn die Maschine sich im Leerlauf befindet, dann wird das Entlastungsventil, gesteuert von der ECU **5**, geöffnet. Der druckbeaufschlagte Kraftstoff in der Common-Rail **2** fließt aus und kehrt zurück zum Kraftstofftank **7** durch die Rücklaufleitung **8**. Dies erhöht die Einspeisungsmenge der Förderpumpe **11**, resultierend in einer Erhöhung der Ansaugmenge. Das Entlastungsventil **6** ist geöffnet, bis die Ansaugmenge die erforderliche Ansaugmenge erreicht, um der Förderpumpe **11** ein allmähliches Ansaugen der Luft zusammen mit dem Kraftstoff zu ermöglichen. In dieser Art und Weise wird vermieden, dass Luft sich im Kraftstofffilter **17** ansammelt oder zurückbehalten wird und dass eine große Menge zurückbehaltener Luft zu einer Zeit in die Förderpumpe **11** angesaugt wird. Daher kann die Förderpumpe **11** beständig die Common-Rail **2** mit Kraftstoff versorgen, um den Kraftstoffdruck in der Common-Rail **2** auf einem konstanten Niveau aufrechtzuerhalten.

**[0018]** Das Entlastungsventil **6** wird nur in periodischen Intervallen (INT) (Verweis auf [Fig. 4](#)) geöffnet, in welchen kein Kraftstoff aus dem Injektor **3** eingespritzt wird. Deshalb, selbst wenn der Kraftstoffdruck in der Common-Rail **2** vorübergehend durch Öffnen des Entlastungsventils **6** sinkt, ist der Druck bis zur

nächsten Einspritzung wiederhergestellt. Demzufolge werden Einspritzdruck und eingespritzte Kraftstoffmenge nicht nachteilig beeinflusst durch ein Öffnen des Entlastungsventils **6**.

**[0019]** In der oben beschriebenen Ausführungsform ist das Entlastungsventil **6** geöffnet, wenn die Maschine im Leerlauf ist. Jedoch ist es auch möglich, das Entlastungsventil **6** zu öffnen, wenn die Maschinengeschwindigkeit  $Ne$  niedrig ist, selbst wenn die Maschinenlast  $Le$  relativ hoch ist, und wenn die Maschinenlast  $Le$  niedrig ist, selbst wenn die Maschinengeschwindigkeit  $Ne$  relativ hoch ist. Mit anderen Worten, das Entlastungsventil **6** kann gesteuert werden sich zu öffnen, wenn die Möglichkeit besteht, dass Luft sich im Filter **17** sammelt und eine große Menge angesammelter Luft zur gleichen Zeit angesaugt werden wird. Es ist auch möglich das Entlastungsventil **6** zu steuern, nicht abhängig von der Maschinengeschwindigkeit  $Ne$  oder der Maschinenlast  $Le$ , sodass die Ansaugmenge der Förderpumpe **11** immer über der erforderlichen Ansaugmenge gehalten wird. In diesem Fall kann das Entlastungsventil **6** geregelt werden durch Rückeinspeisung der Ansaugmenge oder die Fließgeschwindigkeit des angesaugten Kraftstoffs. Während diese Erfindung gezeigt und beschrieben wurde mit Bezug auf vorangegangene bevorzugte Ausführungsform, ist für den Fachmann ersichtlich, dass Änderungen in Gestaltung und Detail gemacht werden können ohne von dem Rahmen der Erfindung abzuweichen, wie sie in den angefügten Ansprüchen definiert sind.

### Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzsystem (**1**) zur Versorgung einer Verbrennungskraftmaschine mit druckbeaufschlagtem Kraftstoff, wobei das Kraftstoffeinspritzsystem besteht aus:

- einer Kraftstoffzulieferpumpe (**4**), welche eine Förderpumpe (**4**) hat, um Kraftstoff aus einem Kraftstofftank (**7**) anzusaugen, wobei die Kraftstoffzulieferpumpe (**4**) den Kraftstoff mit Druck beaufschlagt;
- einer Common-Rail (**2**) zur Speicherung des druckbeaufschlagten Kraftstoffs, welcher von der Kraftstoffzulieferpumpe (**4**) kommt;
- einem Kraftstoffinjektor (**3**) zur Einspritzung des druckbeaufschlagten Kraftstoffs, welcher in der Common-Rail (**2**) gespeichert ist, in einen Zylinder der Verbrennungskraftmaschine;
- einer Entlastungsleitung (**8**), zur Rückführung des druckbeaufschlagten Kraftstoffs aus der Common-Rail (**2**) in den Kraftstofftank (**7**); und
- einem Entlastungsventil (**6**) zum wahlweisen Öffnen und Schließen der Entlastungsleitung,

**dadurch gekennzeichnet**, dass das Entlastungsventil geöffnet wird, um den Druck in der Common-Rail zu senken und eine Menge an Kraftstoff, angesaugt von der Förderpumpe, zu erhöhen, sodass die Menge an Kraftstoff, angesaugt von der För-

derpumpe, oberhalb eines erforderlichen Niveaus gehalten wird, was die Förderpumpe befähigt, allmählich Luft aus dem Kraftstofftank zusammen mit Kraftstoff anzusaugen, dadurch zu vermeiden, dass eine große Menge angesammelter Luft zu einer Zeit in die Förderpumpe angesaugt wird.

2. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Entlastungsventil (**6**) geöffnet ist, wenn eine Drehzahl ( $Ne$ ) der Verbrennungskraftmaschine niedriger ist als eine vorbestimmte Zahl oder eine Maschinenlast ( $Le$ ) niedriger ist als eine vorbestimmte Last.

3. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Entlastungsventil (**6**) geöffnet ist, wenn die Verbrennungskraftmaschine sich unter einem Leerlaufstand befindet.

4. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche von 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Entlastungsventil (**6**) geöffnet oder geschlossen wird in einer gesteuerten Art und Weise, sodass eine Menge von Kraftstoff, angesaugt von der Förderpumpe, immer größer ist als eine vorbestimmte Menge.

5. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche von 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Entlastungsventil (**6**) geöffnet wird in periodischen Intervallen (INT), in welchen kein druckbeaufschlagter Kraftstoff von dem Kraftstoffinjektor (**3**) eingespritzt wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen



FIG. 2

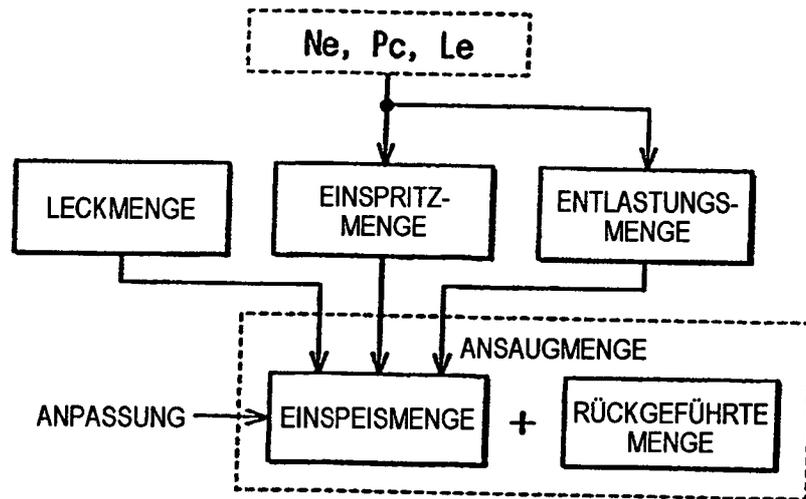
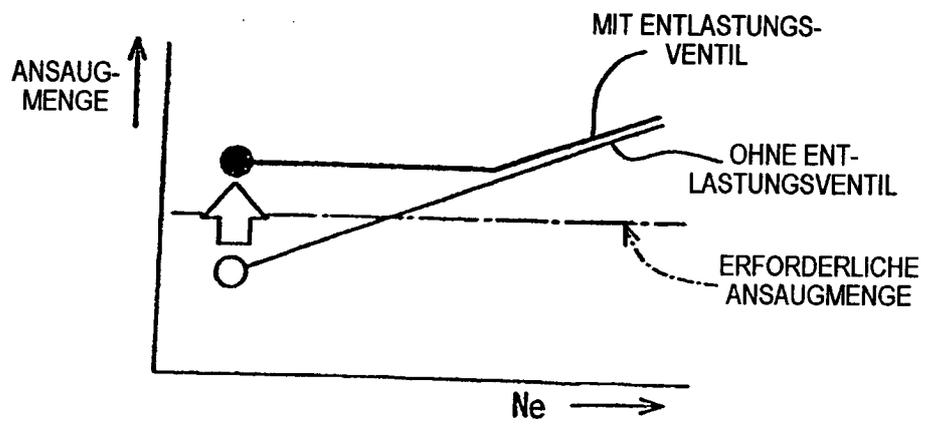


FIG. 3



**FIG. 4**

