

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 898 678 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:

15.01.2003 Patentblatt 2003/03

(21) Anmeldenummer: **98923988.4**

(22) Anmeldetag: **09.03.1998**

(51) Int Cl.7: **F16L 41/00**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE98/00716

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 98/040658 (17.09.1998 Gazette 1998/37)

(54) **VERFAHREN ZUR KRAFTSTOFFEINSPRITZUNG IN MEHRZYLINDER-KRAFTMASCHINEN UND
VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS**

METHOD FOR FUEL INJECTION IN MULTICYLINDER ENGINES AND DEVICE FOR THE
IMPLEMENTATION OF SAID METHOD

PROCEDE ET DISPOSITIF D'INJECTION DE CARBURANT DANS DES MOTEURS
MULTICYLINDRES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE DK ES FI FR GB IT SE

(30) Priorität: **12.03.1997 DE 19710128**
12.04.1997 DE 19715355

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.03.1999 Patentblatt 1999/09

(73) Patentinhaber: **Forschungs- und
Transferzentrum E.V. an der Westsächsischen
Hochschule Zwickau
08001 Zwickau (DE)**

(72) Erfinder: **STAN, Cornel**
D-08280 Aue (DE)

(74) Vertreter: **Auerbach, Bettina Patentanwältin**
Südstrasse 29
08066 Zwickau (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-92/14925 DE-B- 1 046 949
DE-C- 19 639 149

EP 0 898 678 B1

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

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kraftstoffeinspritzung in Mehrzylinder-Kraftmaschinen durch Erzeugen eines Kraftstoffvordruckes zur Förderung des Kraftstoffes in einer Schwungleitung zwecks Nutzung des Druckstoßprinzips mittels Absperrventil in der Schwungleitung, wobei jede einem Absperrventil zugeordnete Einspritzdüse mit dem Druckstoß versorgt wird und der nicht die Einspritzdüse passierende Kraftstoff durch das geöffnete Absperrventil über eine Rücklaufleitung vor die Kraftstoffpumpe zurückgeführt wird, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Derartige technische Lösungen werden vor allem bei der Kraftstoffeinspritzung in Verbrennungskraftmaschinen benötigt. Bevorzugte Anwendungsgebiete sind Mehrzylinder-Gasmotoren mit Diesel-Piloteinspritzung, Mehrzylinder-Dieselmotoren, Mehrzylinder-Ottomotoren und Mehrzylinder-Motoren für den Einsatz von Alternativ-Kraftstoffen.

[0002] Mehrzylinder-Kraftmaschinen sind überwiegend mit Kraftstoffpumpen ausgestattet, die von Nockenwellen angetrieben werden. Die den Arbeitszylindern zugeführte Kraftstoffdosis weist dabei bezüglich der Tröpfchengröße und der Länge des Kraftstoffstrahls eine markante Drehzahlabhängigkeit auf.

Bei sogenannten Common-Rail-Systemen herrscht im Rail bzw. im Gesamtsystem bis zu den Einspritzdüsen stets der erforderliche Maximaldruck, der jedoch nur zeitweise beim Kraftstoffeinspritzen infolge der Öffnung einer oder mehrerer elektromagnetisch gesteuerter Einspritzdüsen benötigt wird.

[0003] In diesem Falle bleiben die Tröpfchengröße sowie die Eigenschaften des Kraftstoffstrahls unabhängig von der Motordrehzahl gleich. Allerdings wird der von der oder den Pumpen realisierte Kraftstoffvordruck mit den entsprechend nachteiligen energetischen Auswirkungen nur zu einem geringen Teil genutzt.

So beträgt beispielsweise bei einem Vierzylinder-Viertaktmotor mit einer Drehzahl von 3000 1/Min. die Einspritzperiode 40 ms. Die Einspritzdauer beträgt je Einspritzperiode dagegen lediglich maximal 2 ms, was einer energetischen Nutzungsrate von höchstens 5 % entspricht.

[0004] Bekannt sind technische Lösungsvorschläge, die das Nutzen des Druckstoßprinzips für die Bereitstellung des beim Vorgang des Kraftstoffeinspritzens bei Einzylinder-Arbeitsmaschinen in den Arbeitszylinder benötigten Drucks vorsehen. Hierbei kann der durch die Kraftstoffpumpe bereitgestellte Vordruck auf einen Bruchteil des benötigten Kraftstoffdrucks an der jeweiligen Einspritzdüse beschränkt bleiben. Eine solche Lösung ist aus der WO-A-92/14925 bekannt.

Für die Nutzung dieses Prinzips bei Mehrzylinder-Arbeitsmaschinen vervielfachen sich dabei die Anforderungen an Kraftstoffpumpen-Antriebe, an die Kraftstoffpumpen sowie an die Kraftstoff-Vordruck- und Kraft-

stoff-Rücklaufförderleitungen.

[0005] Die Nachteile der bekannten Lösungen für die Kraftstoffeinspritzung in Mehrzylinder-Kraftmaschinen bestehen im wesentlichen im Falle des Einsatzes von üblichen nocken- oder nockenwellenbetriebener Kraftstoffpumpen in der Drehzahlabhängigkeit von Tröpfchengröße und Eigenschaften des eingespritzten Kraftstoffstrahls.

Im Falle der Anwendung von Common-Rail-Systemen wird die Drehzahlabhängigkeit der Qualität des Kraftstoffeinspritzens zwar vermieden, jedoch um den Preis eines inakzeptablen energetischen Wirkungsgrades, da der über die gesamte Einspritzperiode bereitgestellte Vordruck nur während des unmittelbaren Einspritzvorgangs tatsächlich benötigt wird.

[0006] Im Falle der Nutzung des für Einzylinder-Kraftmaschinen bekannten Druckstoßprinzips an Mehrzylinder-Kraftmaschinen würden sich die maschinentechnischen und steuerungstechnischen Anforderungen wegen der erforderlichen Vielzahl der einzusetzenden Kraftstoffpumpen einschließlich Pumpenantriebe sowie der benötigten Kraftstoffzu- und -rückleitungen zu den Hochdruckeinheiten vervielfachen, was zu kostenseitigen Nachteilen sowie zu einer Beeinträchtigung des Masse-/Leistungsverhältnisses führt.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung besteht deshalb darin, die Nachteile des bekannten Standes der Technik zu überwinden. Angestrebt wird eine technische Lösung, die mit hohem energetischen Wirkungsgrad und einem geringen maschinentechnischen Aufwand Voraussetzungen für eine Verbesserung des Masse-/Leistungs- und des Preis-/ Leistungsverhältnisses bei der Herstellung von Mehrzylinder-Kraftmaschinen bietet.

[0008] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß im wesentlichen durch die schutzbegründenden Merkmale der Ansprüche 1 und 10 gelöst.

Das Verfahren zur Kraftstoffeinspritzung in Mehrzylinder-Kraftmaschinen ist dabei dadurch gekennzeichnet, daß im wesentlichen eine einzige Kraftstoffpumpe den Kraftstoff mit einem Vordruck in eine für mehrere Motorzylinder gemeinsame Vordruck-Railchamber fördert, wobei der Vordruck lediglich einem Bruchteil des benötigten Einspritzdrucks entspricht. Der Kraftstoff wird bei Überschreiten des eingestellten Vordruckes aus der Vordruck-Railchamber über Druckbegrenzungsventile in die für mehrere Motorzylinder gemeinsame Rücklauf-Railchamber überführt.

[0009] Zwischen Vordruck-Railchamber und Rücklauf-Railchamber werden sogenannte Schwungleitungen mit Absperrventilen vorgesehen, wobei je Absperrventil eine Schwungleitung zwischen Vordruck-Railchamber und Rücklauf-Railchamber genutzt wird. Je Absperrventil wird in der jeweiligen Schwungleitung mindestens eine Einspritzdüse betätigt. Der beim Schließen eines Absperrventils entstehende Druckstoß wird für das Dosieren des Kraftstoffs über die jeweilige Einspritzdüse verwendet. Der bei geöffnetem Absperrventil rückströmende Kraftstoff wird in die für mehrere

Motorzylinder gemeinsame Rücklauf-Railchamber gefördert. Die Druckverhältnisse in der Vordruck-Railchamber und in der Rücklauf-Railchamber werden mit einfachen Mitteln konstant gehalten, so daß in den Schwungleitungen über den gesamten Drehzahlbereich optimale Strömungsbedingungen gewährleistet werden können. Auf dieser Grundlage wird bei Betätigung der Absperrventile in den jeweiligen Schwungleitungen der benötigte Druckstoß für das Kraftstoffeinspritzen über die mit der jeweiligen Schwungleitung verbundenen Einspritzdüsen erzeugt.

[0010] In einer besonderen Ausführungsform ist das Verfahren dadurch gekennzeichnet, daß die Energie des in der Rücklauf-Railchamber gespeicherten Kraftstoffs für das Kraftstoffördersystem genutzt wird. Dies führt zu einer zusätzlichen günstigen Beeinflussung des Energieaufwandes für das Bereitstellen des benötigten Kraftstoffvordrucks in der Vordruck-Railchamber.

[0011] Die Schwungleitung kann in Verbindung mit Vorrichtungen zur Schwingungstilgung betrieben werden. Dies verhindert unerwünschte Beeinträchtigungen des Kraftstoffördersystems.

[0012] Es ist auch möglich, für die Herstellung des Vordrucks in der Vordruck-Railchamber mehrere Kraftstoffpumpen zu nutzen. Dabei kann die Anzahl der zu betreibenden Kraftstoffpumpen entsprechend der jeweiligen Motorlastanforderungen gewählt werden.

[0013] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung können Schwungleitung, Absperrventil, Schwingungstilger und Einspritzdüse in einer Hochdruckeinheit je Arbeitszylinder zusammengefaßt sein. Diese Hochdruckeinheit kann bedarfsweise mit einem Mantel gegenüber der Kraftmaschine thermisch isoliert betrieben und oder durch ein im Mantel integriertes Kühlmedium gekühlt werden.

[0014] Weiterhin ist es möglich, die Absperrventile in den Schwungleitungen des Einspritzsystems für Mehrzylinder-Kraftmaschinen elektro-magnetisch zu betreiben.

[0015] Die technische Lösung ist aufgabengemäß auch durch eine Vorrichtung gekennzeichnet, die aus Kraftstoffpumpen, Schwungleitungen mit Absperrventilen und Rücklaufleitungen zum Kraftstoffvorratssystem besteht. In dieser Vorrichtung ist zwischen zumindest einer Kraftstoffpumpe und zumindest einer Schwungleitung eine für eine Zylindergruppe oder für alle Zylinder der Mehrzylinder-Kraftmaschine gemeinsame Vordruck-Railchamber angeordnet.

Zwischen der zumindest einen Schwungleitung und dem Kraftstoffvorratssystem ist eine für eine Zylindergruppe oder für alle Zylinder der Mehrzylinder-Kraftmaschine gemeinsame Rücklauf-Railchamber angeordnet. Außerdem sind ein oder mehrere Druckbegrenzungsventile zwischen Vordruck- und Rücklauf-Railchamber angeordnet.

[0016] In einer besonderen Ausführungsform der Vorrichtung sind Schwungleitung, Absperrventil, Einspritzdüse und bedarfsweise Schwingungstilger in einem ge-

meinsamen Hochdruckmodul angeordnet.

[0017] In jedem Hochdruckmodul können zwischen Vordruck-Railchamber und Rücklauf-Railchamber eine oder mehrere Einspritzdüsen angeordnet sein.

[0018] Das Absperrventil und die Einspritzdüsen einer Hochdruckeinheit können konstruktiv in einem gemeinsamen Bauteil oder in mehreren durch Leitungen verbundenen Bauteilen angeordnet sein.

[0019] Weiterhin ist eine Ausführungsform der Vorrichtung dadurch gekennzeichnet, daß an der Vordruck-Railchamber eine oder mehrere Kraftstoffpumpen angeordnet sind.

[0020] Ebenso ist es möglich, an jedem Arbeitszylinder ein oder mehrere Hochdruckmodule anzuordnen.

[0021] In einer weiteren Ausführungsform der Vorrichtung ist vorgesehen, die für eine Zylindergruppe oder für alle Zylinder der Mehrzylinder-Kraftmaschine gemeinsame Vordruck-Railchamber und die für eine Zylindergruppe oder für alle Zylinder der Mehrzylinder-Kraftmaschine gemeinsame Rücklauf-Railchamber als zwei Kammern in einer gemeinsamen Baueinheit auszuführen. Dabei werden bedarfsweise bei der Ausführung von Vordruck- und Rücklauf-Railchamber als zwei Kammern einer gemeinsamen Railchamber in der Trennwand zwischen den Kammern eine oder mehrere das hysteresefreie und schwingungsfreie Konstanthalten des Vordrucks sichernde Druckbegrenzungsventile angeordnet.

[0022] Vorteilhaft ist die Anordnung des Hochdruckmoduls in einer thermisch isolierenden Hülse. Diese Hülse kann bei Erfordernis auch mit einem Kühlmedium betrieben werden und weist dazu einen Kühlmediumzu- und einen Kühlmediumablauf auf.

[0023] Die Vorteile der Erfindung bestehen darin, daß mit ihr ein drehzahlunabhängiger Hochdruck verfügbar ist, der jedoch nicht ständig sondern nur in Verbindung mit einem unmittelbaren Kraftstoffeinspritzvorgang erzeugt wird.

[0024] Die Erfindung erlaubt es, die konstruktive Ausführung und Steuerung des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystems mit den vorteilhaften Eigenschaften eines modernen Common-Rails zu verbinden. Dabei werden ein gemeinsamer Vordruck-Railchamber für alle oder für einzelne Gruppen von Arbeitszylindern einer Mehrzylinder-Kraftmaschine sowie gesteuerte Ventile in direktem funktionalem Zusammenhang mit Einspritzdüsen betrieben. Ein entscheidender Vorteil der gefundenen Lösung besteht darin, daß in der Vordruck-Railchamber nur ein Teil von etwa einem Zehntel des benötigten Maximaldruckes ständig bereitzustellen ist und daß der Maximaldruck lediglich als kurzzeitige Druckwelle unmittelbar vor dem Kraftstoffdosieren über die Einspritzdüse mittels Steuerung des jeweiligen Absperrventils vor einer einzelnen oder einer Gruppe von Einspritzdüsen entsteht. Dazu wird das System aus einem Vordruckmodul, der Druckversorgungsanlage, und aus Hochdruckmodulen zusammengesetzt. Der benötigte Hochdruck beträgt im allgemeinen das 8-bis 10-fa-

che des Vordruckes. Praktisch wird die erfindungsgemäße technische Lösung dadurch umgesetzt, daß durch den von einer Kraftstoffpumpe erzeugten Vordruck ein Druckspeicher geladen wird, der störende Druckschwankungen bei der aus diesem Druckspeicher erfolgenden Kraftstoffentnahme verhindert. Der Speicher ist als gemeinsames Bauteil in Form einer Vordruck-Railchamber für mehrere daran angeschlossene Hochdruckmodule ausgeführt. Durch definiertes Öffnen der gesteuerten Absperrventile in jeweils einem Hochdruckmodul wird eine Beschleunigung des in der zugehörigen Schwungleitung befindlichen Kraftstoffs bewirkt, der in die Rücklauf-Railchamber zurückgeführt wird. Von der oder den Kraftstoffpumpen wird der Kraftstoff in erster Linie der jeweiligen Rücklauf-Railchamber unter Nutzung des verfügbaren Restdrucks entnommen, wobei dem Kraftstofftank lediglich die dem System über die Einspritzdüsen entzogene Kraftstoffmenge entnommen wird.

Durch schlagartiges Schließen der Absperrventile in jeweiligen Hochdruckmodul erfolgt eine Umwandlung des überwiegenden Teils der kinetischen Energie des im Fluß befindlichen Kraftstoffs in Druckenergie.

[0025] Die bewirkte Druckerhöhung erreicht ein Vielfaches des statischen Vordrucks im Vordruck-Railchamber und pflanzt sich in Form einer Druckwelle in Richtung der einzelnen oder mehrerer an die Schwungleitung des jeweiligen Hochdruckmoduls angeschlossenen Einspritzdüsen fort, wo diese zur Kraftstoffeinspritzung genutzt werden kann.

Bei Einsatz von Schwingungstilgern wird durch diese die erzeugte Druckwelle etwa auf das Niveau des erzeugten Vordrucks abgebaut, um unerwünschte und die Funktion des Einspritzsystems beeinträchtigende Reflexionen zu vermeiden.

[0026] Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.

In der beiliegenden Zeichnung zeigt die

Fig. 1: die schematische Darstellung eines Kraftstoffeinspritzsystems für eine Vierzylinder-Kraftmaschine.

Ausführungsbeispiel:

[0027] Für ein Kraftstoffeinspritzsystem für eine Mehrzylinder-Kraftmaschine wird gemäß Fig. 1 der bereitzustellende Vordruck in Abhängigkeit vom Bedarfskennfeld der betreffenden Arbeitsmaschine über eine Kraftstoffpumpe 3 realisiert, wobei im Kraftstoffbehälter 1 zum Schutz vor Verunreinigungen ein Vorfilter 2 installiert ist. Dieser Vordruck gelangt über eine Zuleitung in eine für alle Zylinder der Arbeitsmaschine gemeinsame Vordruck-Railchamber 4, die mit einem integrierten zusätzlichen Kraftstoff-Feinfilter ausgestattet ist.

[0028] Die Vordruck-Railchamber 4 speist die Hochdruckmodule für die einzelnen Arbeitszylinder, die aus Schwungleitung 11, Absperrventil 10, Schwingungstil-

ger 9, Aufnahme der Schwungleitung 12 und Einspritzdüse 13 bestehen. Der Vordruck-Railchamber 4 fungiert nicht nur als Kraftstoffverteilsystem sondern durch seine Dimensionierung zugleich als Druckschwankungen vermindender Druckspeicher. Bei geöffneten Absperrventilen 10 in den Hochdruckmodulen wird der unter Vordruck stehende Kraftstoff in der Schwungleitung 11 beschleunigt und über eine für alle Arbeitszylinder gemeinsame Rücklauf-Railchamber 6 zur Kraftstoffpumpe 3 zurückgeführt. Die kinetische Energie des sich im Fluß befindlichen Kraftstoffs wird durch schlagartiges Schließen des elektromagnetisch betätigten Absperrventils 10 überwiegend in Druckenergie umgewandelt, die sich in Form einer Druckwelle zur Einspritzdüse 13 sowie zum Schwingungstilger 9 bis an das Ende der Schwungleitung 11 fortsetzt. Durch den Schwingungstilger 9 wird der Druck der Druckwelle zur Vermeidung von unerwünschten Reflexionen zumindest auf das Niveau des Vordrucks gedämpft. Die in der Druckwelle zu verzeichnende Druckhöhe beträgt durchschnittlich bzw. abhängig von der Einspritzmenge etwa das 10-fache des eingestellten Vordrucks und wird zur Kraftstoffdosierung in den jeweiligen Arbeitszylinder über die mit der Schwungleitung 11 verbundene Einspritzdüse 13 genutzt. Zwischen der Vordruck-Railchamber 4 und der Rücklauf-Railchamber 6 ist eine Kurzschlußleitung angeordnet, die zum schwingungsarmen Konstanthalten des Vordrucks mit einem Druckbegrenzungsventils 5 ausgestattet ist. Der in der Rücklauf-Railchamber 6 verfügbare Kraftstoffüberdruck wird unmittelbar an der Kraftstoffpumpe 3 dem Vordrucksystem zugeführt. Um das Hochdruckmodul ist zur Geräuschkämpfung und zum Wärmeschutz eine Isolierhülse 7 angeordnet, die über einen Kühlmediumzulauf 8a und einen Kühlmediumablauf 8b mit Kühlflüssigkeit durchströmt wird.

Bezugszeichenliste

[0029]

- 1 - Kraftstoffbehälter
- 2 - Vorfilter
- 3 - Kraftstoffpumpe
- 4 - Vordruck-Railchamber
- 5 - Druckbegrenzungsventil
- 6 - Rücklauf-Railchamber
- 7 - Isolierhülse
- 8a - Kühlmedium-Zulauf
- 8b - Kühlmedium-Ablauf

- 9 - Schwingungstilger
- 10 - Absperrventil
- 11 - Schwungleitung
- 12 - Aufnahme der Schwungleitung
- 13 - Einspritzdüse

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kraftstoffeinspritzung in Mehrzylinder-Kraftmaschinen durch Erzeugen eines Kraftstoffvordruckes zur Förderung des Kraftstoffes in einer Schwungleitung zwecks Nutzung des Druckstoßprinzips mittels Absperrventil in der Schwungleitung, wobei jede einem Absperrventil zugeordnete Einspritzdüse mit dem Druckstoß versorgt wird und der nicht die Einspritzdüse passierende Kraftstoff durch das geöffnete Absperrventil über eine Rücklaufleitung vor die Kraftstoffpumpe zurückgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kraftstoffpumpe (3) den Kraftstoff mit einem Vordruck in eine für mehrere Motorzylinder gemeinsame Vordruck-Railchamber (4) fördert, der lediglich einem Bruchteil des benötigten Einspritzdrucks entspricht, **daß** der Kraftstoff bei Überschreiten des eingestellten Vordruckes aus der Vordruck-Railchamber (4) über Druckbegrenzungsventile (5) in die für mehrere Motorzylinder gemeinsame Rücklauf-Railchamber (6) überführt wird, **daß** je Absperrventil (10) eine Schwungleitung (11) zwischen Vordruck-Railchamber (4) und Rücklauf-Railchamber (6) genutzt wird, **daß** je Absperrventil (10) in der jeweiligen Schwungleitung (11) mindestens eine Einspritzdüse (13) betätigt wird, **daß** der beim Schließen eines Absperrventils (10) entstehende Druckstoß für das Dosieren des Kraftstoffs über die jeweilige Einspritzdüse (13) verwendet wird und **daß** der bei geöffnetem Absperrventil (10) rückströmende Kraftstoff in die für mehrere Motorzylinder gemeinsame Rücklauf-Railchamber (6) gefördert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Energie des in der Rücklauf-Railchamber (6) gespeicherten Kraftstoffs für das Kraftstofffördersystem genutzt wird.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schwungleitung (11) in Verbindung mit Vorrichtungen zur Schwingungstilgung (9) betrieben wird.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** für die Herstellung des Vordrucks in der Vordruck-Railchamber (4) mehrere Kraftstoffpumpen (3) genutzt werden.
5. Verfahren nach dem Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Anzahl der zu betreibenden Kraftstoffpumpen (3) entsprechend der Motorlastanforderungen gewählt wird.
6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** Schwungleitung (11), Absperrventil (10), Schwingungstilger (9) und Einspritzdüse (13) in einer Hochdruckeinheit zusammengefaßt werden.
7. Verfahren nach dem Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Hochdruckeinheit mit einem Mantel gegenüber der Kraftmaschine thermisch isoliert betrieben und/oder durch ein Kühlmedium gekühlt wird.
8. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Absperrventil (10) elektromagnetisch betrieben wird.
9. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Absperrventil (10) mechanisch betrieben wird.
10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 9, bestehend aus Kraftstoffpumpen, Schwungleitung mit Absperrventil und Rücklaufleitung zum Kraftstoffvorratssystem, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen einer Kraftstoffpumpe (3) und einer Schwungleitung (11) eine für eine Zylindergruppe oder für alle Zylinder der Mehrzylinder-Kraftmaschine gemeinsame Vordruck-Railchamber (4) angeordnet ist, **daß** zwischen Schwungleitung (11) und Kraftstoffvorratssystem eine für eine Zylindergruppe oder für alle Zylinder der Mehrzylinder-Kraftmaschine gemeinsame Rücklauf-Railchamber (6) angeordnet ist und **daß** ein oder mehrere Druckbegrenzungsventile (5) zwischen Vordruck- und Rücklauf-Railchamber (4,6) angeordnet sind.
11. Vorrichtung nach dem Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** Schwungleitung (11), Absperrventil (10), Schwingungstilger (9) und Einspritzdüse (13) in einem gemeinsamen Hochdruckmodul angeordnet sind.
12. Vorrichtung nach den Ansprüchen 10 und 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** in jedem Hochdruckmodul zwischen Vordruck-Railchamber (4) und

Rücklauf-Railchamber (6) eine oder mehrere Einspritzdüsen angeordnet sind.

13. Vorrichtung nach den Ansprüchen 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Absperrventil (10) und die Einspritzdüsen (13) einer Hochdruckeinheit konstruktiv in einem gemeinsamen Bauteil oder in mehreren durch Leitungen verbundenen Bauteilen angeordnet sind. 5
14. Vorrichtung nach den Ansprüchen 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** an der Vordruck-Railchamber (4) eine oder mehrere Kraftstoffpumpen (3) angeordnet sind. 10
15. Vorrichtung nach den Ansprüchen 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** je Arbeitszylinder ein oder mehrere Hochdruckmodule angeordnet sind. 15
16. Vorrichtung nach den Ansprüchen 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** die für eine Zylindergruppe oder für alle Zylinder der Mehrzylinder-Kraftmaschine gemeinsame Vordruck-Railchamber (4) und die für eine Zylindergruppe oder für alle Zylinder der Mehrzylinder-Kraftmaschine gemeinsame Rücklauf-Railchamber (6) als zwei Kammern in einer gemeinsamen Baueinheit angeordnet sind. 20 25
17. Vorrichtung nach dem Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei Ausführung von Vordruck- und Rücklauf-Railchamber (4 und 6) als zwei Kammern einer gemeinsamen Railchamber in der Trennwand zwischen den Kammern eine oder mehrere das hysteresefreie und schwingungsfreie Konstanthalten des Vordrucks sichernde Druckbegrenzungsventile (5) angeordnet sind. 30 35
18. Vorrichtung nach dem Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Hochdruckmodul in einer thermisch isolierenden Hülse (7) angeordnet ist. 40
19. Vorrichtung nach dem Anspruch 11 und 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Hochdruckmodul in einer mit Kühlmedium betriebenen Hülse mit Kühlmediumzulauf (8a) und Kühlmediumablauf (8b) angeordnet ist. 45

Claims

1. A method of injecting fuel in multi-cylinder engines by generating a fuel pre-pressure for the fuel hauling into an acceleration pipe for the use of the water hammer principle by shutoff valves within acceleration pipes whereby any injector provided in relationship with a shutoff valve receives a high pressure wave which is generated by the water hammer principle, whereby the not injected fuel is fed back

through the opened shutoff valve to the input of the pre-pressure pump,

wherein the pre-pressure fuel pump (3) feeds the pre-pressure into a pre-pressure common rail (4) which is common to several engine cylinders, whereby the pre-pressure is only a fraction of the required injection pressure,

wherein the fuel is fed back, when the pre-pressure is exceeded, from the pre-pressure common rail (4) via pressure-limiting valves (5) into a return common rail (6) which is common to several engine cylinders,

wherein to any shutoff valve (10) corresponds an acceleration pipe (11) which is connected between the pre-pressure common rail (4) and the return common rail (6),

wherein for any shutoff valve (10) in the corresponding acceleration pipe (11) is operated at least one injector (13),

wherein by shutting off a shutoff valve (10) the fuel high pressure wave generated by water hammer effect is captured by a corresponding injector (13) for injecting the fuel,

wherein the fuel which is fed back through a shutoff valve (10) during their opening feeds into the return common rail (6) which is common for several engine cylinders

2. The method according to claim 1, **wherein** the energy of the fuel stored in the return common rail (6) is used to convey the fuel.
3. The method according to claims 1 and 2, **wherein** the acceleration pipe (11) is operated in connection with wave dampers.
4. The method according to claims 1 and 3, **wherein** several fuel pumps (3) are used for producing the pre-pressure in the pre-pressure common rail (4).
5. The method according to claim 4, **wherein** the number to fuel pumps (3) to be operated is selected in accordance with the engine load requirements.
6. The method according to claims 1 to 5, **wherein** acceleration pipe (11), shutoff valve (10), wave damper (9) and injector (13) are combined in one high-pressure unit.
7. The method according to claim 6, **wherein** the high-pressure unit is thermally isolated versus the engine via a thermal isolator or is cooled by a cooling medium.
8. The method according to claims 1 to 7, **wherein** the shutoff valve (10) is operated electromagnetically.
9. The method according to claims 1 to 7, **wherein** the

shutoff valve (10) is operated mechanically.

10. Device for the implementation of the said method according to claims 1 to 9, consisting of fuel pumps, acceleration pipe with shutoff valve and return pipe to the fuel storage system,
wherein a pre-pressure common rail (4) for a group of engine cylinders or for all engine cylinders is provided between fuel pumps (3) and an acceleration pipes (11),
wherein a return common rail (6) for a group of engine cylinders or for all engine cylinders is provided between acceleration pipes (11) and the fuel storage system,
wherein, one or more pressure limiting valves (5) are provided between the pre-pressure common rail (4) and the return common rail (6).

5
10
15
11. Device according to claim 10, **wherein** acceleration pipe (11), shutoff valve (10), wave damper (9) and injector (13) are combined in one high-pressure unit.

20
12. Device according to claims 10 and 11, **wherein** in every high-pressure unit between both pre-pressure common rail (4) and return common rail (6) are provided one or more injectors.

25
13. Device according to claims 10 to 12, **wherein** the shutoff valve (10) and the injectors (13) of a high-pressure unit are combined in one common part or consist on several parts which are connected by pipes.

30
14. Device according to the claims 10 to 13, **wherein** one or more fuel pumps (3) are connected to a pre-pressure common rail (4).

35
15. Device according to the claims 10 to 14, **wherein** one or more high-pressure units are provided for one engine cylinder.

40
16. Device according to claims 10 to 15, **wherein** the pre-pressure common rail (4) for a group of engine cylinders for all engine cylinders and the return common rail (6) for a group of engine cylinders or for all engine cylinders are arranged as two chambers in a common part.

45
17. Device according to claim 16, **wherein** for the arrangement of pre-pressure common rail (4) and return common rail (6) as two chambers in a common part, one or more pressure limitation valves (5) for the maintenance of constant pre-pressure, free of oscillations and hysteresis are provided in the separation wall between both chambers.

50
55
18. Device according to claim 11, **wherein** the high-

pressure unit is wrapped in a thermal isolator (7).

19. Device according to claims 11 and 18, **wherein** the high-pressure unit is wrapped in a socket with cooling circuit with coolant intake (8a) and coolant outlet (8b).

Revendications

1. Méthode d'injection de carburant dans des moteurs à combustion interne à plusieurs cylindres, basée sur la génération d'une pression initiale pour alimenter un tuyau d'accélération afin d'engendrer un effet de coup de bélier à l'aide d'une vanne d'impact placée dans le tuyau d'accélération, système dans lequel chaque injecteur relié à une vanne d'impact est alimenté avec des ondes de haute pression obtenues par l'effet du coup de bélier et dans lequel, le combustible qui ne passe pas par l'injecteur reflue par la vanne d'impact ouverte, en traversant un tuyau de retour jusqu'en amont de la pompe de carburant,

caractérisée en ce que la pompe (3) alimente un tuyau de pression initiale (4) qui est commun à plusieurs cylindres du moteur avec du combustible à une pression initiale qui est beaucoup plus basse que la pression d'injection à réaliser,

caractérisée en ce que le combustible dont la pression dépasse la valeur de pression initiale ajusté est refoulé du tuyau commun de pression initiale (4) par des vannes de limitation de pression (5) dans un tuyau de retour (6) qui est commun à plusieurs cylindres de moteur;

caractérisée en ce que pour chaque vanne d'impact (10) est prévu un tuyau d'accélération (11), placé entre le tuyau commun de pression initiale (4) et le tuyau commun de retour (6),

caractérisée en ce que pour chaque vanne d'impact (10) dans le tuyau d'accélération respectif (11), est utilisé au moins un injecteur (13),

caractérisée par ce que l'onde de haute pression du combustible obtenue par l'effet du coup de bélier en fermant une vanne d'impact (10) est utilisée pour le dosage du combustible à travers l'injecteur respectif (13),

caractérisée par ce que le combustible traversant une vanne d'impact (10) ouverte, reflue dans un tuyau de retour (6) qui est commun pour plusieurs cylindres.

2. Méthode selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'énergie du combustible accumulé dans le tuyau commun de retour (6) est utilisée dans le sous-système d'alimentation avec combustible.
3. Méthode selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le tuyau d'accélération (11) est utilisé

en combinaison avec des dispositifs d'amortissement (9).

4. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la pression initiale dans le tuyau commun de pression initiale (4) est produite par plusieurs pompes de combustible (3). 5
5. Méthode selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** le nombre de pompes de combustible (3) utilisées dépend de la charge exigée par le moteur. 10
6. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le tuyau d'accélération (11), la vanne d'impact (10), la vanne d'amortissement (9) et l'injecteur (13) sont reliés dans un module de haute pression. 15
7. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le module de haute pression est thermiquement isolé vers le moteur à combustion interne par un manchon d'isolation ou il est refroidi par un moyen de refroidissement. 20 25
8. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la vanne d'impact (10) est actionnée par des moyens électromagnétiques. 30
9. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la vanne d'impact (10) est actionnée par des moyens mécaniques. 35
10. Dispositif pour la réalisation de la méthode décrite dans les revendications de 1 à 9, comportant des pompes de combustible, tuyaux d'accélération avec des vannes d'impact et tuyaux de retour vers le système d'accumulation de combustible, **caractérisé en ce que**, entre une pompe de combustible (3) quelconque et un tuyau d'accélération (11) quelconque, est prévu un tuyau commun de pression initiale (4) pour un groupe de cylindres du moteur ou pour tous les cylindres, **caractérisé en ce que** entre un tuyau d'accélération (11) quelconque et le système d'alimentation avec combustible, est prévu un tuyau commun de retour (6) pour un groupe de cylindres du moteur ou pour tous les cylindres, **caractérisé en ce que** entre le tuyau commun de pression initiale (4) et le tuyau commun de retour (6) sont disposées plusieurs vannes de limitation de pression (5). 40 45 50 55
11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le tuyau d'accélération (11), la vanne d'im-

pact (10), la vanne d'amortissement (9) et l'injecteur (13) sont reliés dans un module de haute pression.

12. Dispositif selon les revendications 10 ou 11, **caractérisé en ce que** dans chaque module de haute pression disposé entre le tuyau commun de pression initiale (4) et le tuyau commun de retour (6) sont prévus un ou plusieurs injecteurs.
13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications de 10 à 12, **caractérisé en ce que** la vanne d'impact (10) et les injecteurs (13) d'un module de haute pression sont reliés dans une pièce commune ou sont formés des pièces jointes par des tuyaux.
14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications de 10 à 13, **caractérisé en ce que** au tuyau commun de pression initiale (4) sont rattachées une ou plusieurs pompes de combustibles (3).
15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications de 10 à 14, **caractérisé en ce que** dans chaque cylindre du moteur sont disposés un ou plusieurs modules de haute pression.
16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications de 10 à 15, **caractérisé en ce que** le tuyau commun de pression initiale (4) et le tuyau commun de retour (6) qui correspond à un groupe de cylindres du moteur ou à tous les cylindres forment deux chambres d'une seule pièce.
17. Dispositif selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** dans la configuration du tuyau commun de pression initiale (4) et du tuyau commun de retour (6) comme deux chambres d'une seule pièce, dans la paroi de séparation entre les deux chambres sont disposées une ou plusieurs vannes de limitation de pression (5) qui assurent la valeur constante de pression initiale sans oscillation ou phénomène de hystérésis.
18. Dispositif selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le module de haute pression est disposé dans un manchon d'isolation thermique (7).
19. Dispositif selon les revendications 11 ou 18, **caractérisé en ce que** le module de haute pression est disposé dans un manchon traversé par un fluide de refroidissement qui est prévu avec un raccord d'admission et un raccord de sortie.

