



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.01.2004 Patentblatt 2004/04

(51) Int Cl.7: **F02M 37/18**, F02M 59/02,
F02M 59/08, F02M 59/42

(21) Anmeldenummer: **03013606.3**

(22) Anmeldetag: **16.06.2003**

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

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Rembold, Helmut
70435 Stuttgart (DE)**
• **Denz, Helmut
70184 Stuttgart (DE)**

(30) Priorität: **29.11.2002 DE 10255728
18.07.2002 DE 10232586**

(54) **Kraftstoffsystem für eine Brennkraftmaschine sowie Kraftfahrzeug**

(57) Ein Kraftstoffsystem (112) für eine Brennkraftmaschine (114) mit Kraftstoff-Direkteinspritzung umfasst eine Hochdruck-Kraftstoffpumpe (122), welche von der Brennkraftmaschine (114) mechanisch angetrieben wird, und eine Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe

(124). Um die Integration der beiden Hochdruck-Kraftstoffpumpen (122, 124) in die Brennkraftmaschine (114) zu erleichtern, wird vorgeschlagen, dass die mechanisch angetriebene Hochdruck-Kraftstoffpumpe (122) und die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe (124) eine Baueinheit (120) bilden.

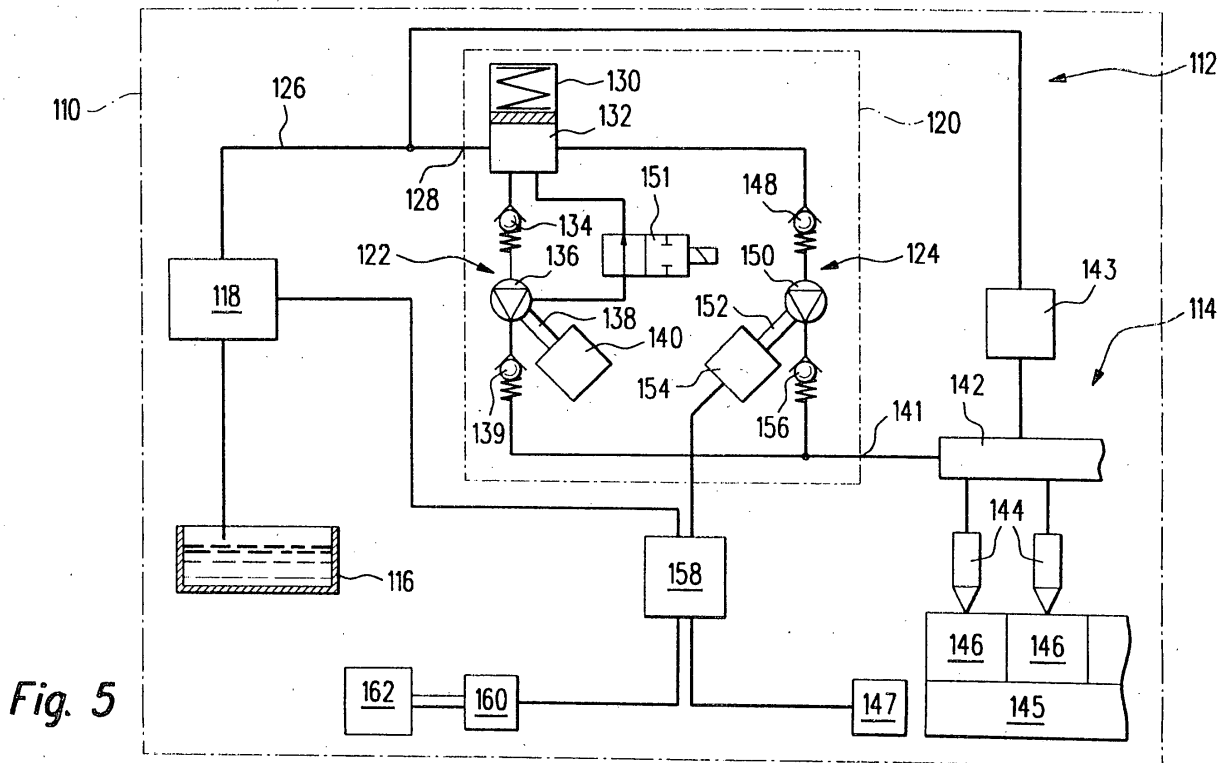


Fig. 5

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft zunächst ein Kraftstoffsystem für eine Brennkraftmaschine, insbesondere mit Kraftstoff-Direkteinspritzung, mit einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe, welche von der Brennkraftmaschine mechanisch angetrieben wird, und mit einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe, welche elektrisch angetrieben wird.

[0002] Ein derartiges Kraftstoffsystem ist aus der DE 199 39 051 A1 bekannt. Bei diesem wird eine mechanische Kraftstoffpumpe von einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine angetrieben und dient zum Aufbau und Aufrechterhalten des Kraftstoffhochdrucks bei laufender Brennkraftmaschine. Eine zusätzliche elektrische Kraftstoffpumpe erzeugt vor oder während des Motorstarts einen Kraftstoffhochdruck in einer Kraftstoff-Sammelleitung ("Rail").

[0003] An diese Kraftstoff-Sammelleitung sind mehrere Injektoren angeschlossen, die den Kraftstoff direkt in ihnen zugeordnete Brennräume einspritzen. Durch die zusätzliche elektrisch angetriebene Hochdruck-Kraftstoffpumpe, welche typischerweise eine Förderleistung von 2 bis 5 W erbringen sollte, ist sichergestellt, dass bereits beim Start der Brennkraftmaschine ein so hoher Kraftstoffdruck vorliegt, dass eine für das Emissionsverhalten der Brennkraftmaschine gute Zerstäubung des Kraftstoffs bei der Einspritzung erfolgen kann.

[0004] Die bei dem bekannten Kraftstoffsystem zum Einsatz kommende Hochdruck-Kraftstoffpumpe kann nämlich erst dann den zum normalen Betrieb der Brennkraftmaschine erforderlichen Hochdruck, zum Beispiel 20 - 30 bar, bereitstellen, wenn die Brennkraftmaschine läuft. Daher liegt - ohne die zusätzliche elektrisch angetriebene Kraftstoffpumpe - beim Start der Brennkraftmaschine kein Hochdruck vor, was zu einer qualitativ nicht ausreichenden Kraftstoffaufbereitung und zu erhöhten Kohlenwasserstoffemissionen führen könnte.

[0005] Zudem ist es beim Starten einer Brennkraftmaschine mit Kraftstoff-Direkteinspritzung in der Regel erforderlich, ein Mehrfaches, zum Beispiel das Drei- oder Vierfache, der Kraftstoff-Volllastmenge des Motors einzuspritzen, was nur mit der mechanisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe der bekannten Kraftstoff-Direkteinspritzungsvorrichtung ebenfalls nicht möglich wäre.

[0006] Der Nachteil des bekannten Kraftstoffsystems liegt jedoch darin, dass das Kraftstoffsystem relativ groß und komplex baut, was seinen Einsatz unter beengten Platzverhältnissen erschwert. Ferner ist die Installation des bekannten Kraftstoffsystems zeitaufwendig und daher teuer.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Kraftstoffsystem der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass es möglichst klein baut und preiswert installiert werden kann.

[0008] Diese Aufgabe wird bei einem Kraftstoffsystem

der eingangs genannten Art zum einen dadurch gelöst, dass die mechanisch angetriebene Hochdruck-Kraftstoffpumpe und die elektrisch angetriebene Hochdruck-Kraftstoffpumpe eine Baueinheit bilden.

[0009] Die obige Aufgabe wird bei einem Kraftstoffsystem der eingangs genannten Art zum anderen dadurch gelöst, dass die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe und die Kraftstoff-Sammelleitung eine Baueinheit bilden.

10 Vorteile der Erfindung

[0010] Das erfindungsgemäße Kraftstoffsystem hat den Vorteil, dass die Zusammenfassung von an sich vollkommen unterschiedlichen Komponenten, im ersten Fall der beiden Kraftstoffpumpen, was zu einer "Hybridpumpe" führt, und im zweiten Fall der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe und der Kraftstoff-Sammelleitung, in eine Baueinheit den erforderlichen Bauraum erheblich reduziert.

20 **[0011]** Der Grund hierfür liegt darin, dass im ersten Fall die ansonsten bei separater Ausbildung der beiden Pumpen erforderlichen zusätzlichen Leitungen und Anschlüsse nicht mehr benötigt werden. Ferner ist auch die Installation des erfindungsgemäßen Kraftstoffsystems vergleichsweise preiswert, da die Handhabung der zu einer Baueinheit zusammengefassten Komponenten vergleichsweise einfach ist und nur wenige Verbindungsarbeiten erforderlich sind.

25 **[0012]** Die zweite vorgeschlagene Lösung führt ebenfalls zu einer erheblichen Reduktion des erforderlichen Bauraums und zu einer Verringerung des Bauaufwands. Durch die Reduktion des Schadvolumens wird aber zusätzlich die Effektivität der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe verbessert, so dass diese nochmals kleiner ausfallen kann.

30 **[0013]** Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

35 **[0014]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung der ersten Lösung wird vorgeschlagen, dass die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe und die mechanisch angetriebene Hochdruck-Kraftstoffpumpe unterschiedliche Pumpelemente, jedoch dasselbe Gehäuse aufweisen. Hierdurch wird einerseits ermöglicht, die für den jeweiligen Betriebszweck optimale technische Auslegung der Kraftstoffpumpen zu realisieren, andererseits wird die Baugröße der Baueinheit nochmals reduziert und die Handhabung der Baueinheit durch die "einstückige" Ausführung optimiert.

40 **[0015]** In Weiterbildung der zweiten Lösung wird vorgeschlagen, dass die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe an die Kraftstoff-Sammelleitung angebaut oder in diese integriert ist. Die Kraftstoff-Sammelleitung ist ohnehin ein stabiles Teil, so dass hierdurch die Stabilität der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe verbessert wird bzw. deren Gehäuse kleiner ausfallen kann.

45 **[0016]** Ferner kann die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe eingangsseitig mit einem Ausgang einer Ventileinrichtung, mit der der Druck in der Kraftstoff-Sammellei-

tung eingestellt bzw. begrenzt werden kann, verbunden sein. Der Ausgang führt über eine Rücklaufleitung üblicherweise in einen Niederdruckbereich des Kraftstoffsystems zurück. In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist kein zusätzliches Einlassventil bei der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe erforderlich, da hierzu der Ausgang des Drucksteuerventils genutzt werden kann. Die führt nochmals zu einer baulichen Vereinfachung der zusätzlichen Pumpe und zu einer Verringerung von deren Baugröße.

[0017] Weiter wird vorgeschlagen, dass die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe eine wesentlich geringere Förderleistung aufweist als die mechanisch angetriebene Hochdruck-Kraftstoffpumpe. Auf diese Weise wird der Tatsache Rechnung getragen, dass die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe im Grunde nur dazu dient, den für den Start der Brennkraftmaschine in der Kraftstoff-Sammelleitung erforderlichen Kraftstoff-Hochdruck zu erzeugen.

[0018] Beim Start der Brennkraftmaschine wird, um eine gute Zerstäubung des Kraftstoffes durch die Injektoren zu gewährleisten, ein hoher Kraftstoffdruck gewünscht. Um diesen Druck aufzubauen, steht ein Zeitraum zur Verfügung, in dem aus der Kraftstoff-Sammelleitung noch kein Kraftstoff abgeführt wird. Die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe fördert also quasi in ein geschlossenes System. Auch aus diesem Grunde genügt eine Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe mit vergleichsweise geringer Förderleistung. Eine derartige Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe mit geringer Förderleistung baut jedoch vergleichsweise klein, was ihre Integration in eine Baueinheit mit der mechanisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe erleichtert und die Baugröße dieser Baueinheit nochmals reduziert. Darüber hinaus ist sie vergleichsweise preiswert.

[0019] Vorgeschlagen wird bei der Erfindung auch, dass das Kraftstoffsystem eine Einrichtung aufweist, welche den Betrieb der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe nach dem Starten der Brennkraftmaschine beendet. Auf diese Weise wird die Betriebsdauer der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe reduziert, so dass sie weniger stabil bauen muss. Dies macht sie nochmals preiswert und ermöglicht eine nochmals verkleinerte Bauweise.

[0020] Besonders vorteilhaft ist jene Weiterbildung des erfindungsgemäßen Kraftstoffsystems, bei dem die Einrichtung den Betrieb der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe spätestens dann beendet, wenn eine Pleuellwelle der Brennkraftmaschine eine bestimmte Drehzahl, vorzugsweise Leerlaufdrehzahl, erreicht hat. Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass für einen sicheren Start der Brennkraftmaschine oft eine einzige ausreichend zerstäubte Starteinspritzung pro Zylinder genügt. Dies ist bei Viertakt-Brennkraftmaschinen nach zwei vollen Pleuellwenumdrehungen der Fall.

[0021] Dabei wurde auch erkannt, dass bereits nach zwei Pleuellwenumdrehungen der Brennkraftmaschine üblicherweise eine Drehzahl - beispielsweise Leerlaufdrehzahl - erreicht wird, bei der die mechanisch an-

getriebene Hochdruck-Kraftstoffpumpe einen für den weiteren Betrieb der Brennkraftmaschine erforderlichen Kraftstoff-Hochdruck in der Kraftstoff-Sammelleitung alleine sicher stellen kann. Dies umso mehr, als in den meisten Fällen zum Starten einer Brennkraftmaschine bei den ersten Einspritzungen in die Brennräume der Zylinder eine Übermenge an Kraftstoff eingespritzt wird, das heißt, dass nach diesen ersten Einspritzungen die in die Brennräume der Brennkraftmaschine einzuspritzende Kraftstoffmenge wieder reduziert wird.

[0022] Bei dieser Weiterbildung des erfindungsgemäßen Kraftstoffsystems kann die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe besonders klein und einfach bauen, da sie nur für die ersten Starteinspritzungen bis zum Erreichen einer bestimmten Drehzahl (vorzugsweise Leerlaufdrehzahl) benötigt wird.

[0023] Besonders bevorzugt wird auch, wenn das Volumen der Kraftstoff-Sammelleitung so gewählt ist, dass in alle Zylinder der Brennkraftmaschine eine Ersteinspritzung nach dem Start mit einem gewünschten Kraftstoff-Hochdruck auch bei geringer oder nicht vorhandener Förderleistung der mechanisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe möglich ist. Auf diese Weise ist die Fördermenge, die von der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe gefördert werden kann, letztlich ohne Einfluss auf die allerersten Einspritzungen des Kraftstoffes in die Brennräume der Brennkraftmaschine. Somit kann eine noch kleinere Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe verwendet werden, die eine entsprechend geringe Fördermenge fördert. Auswirkungen hat dies nur auf die Dauer des Vorlaufs, der vor dem Starten der Brennkraftmaschine erforderlich ist, um den gewünschten Kraftstoff-Hochdruck in der Kraftstoff-Sammelleitung bereitzustellen.

[0024] Dabei ist auch denkbar, dass das Kraftstoffsystem eine Einrichtung umfasst, welche die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe auch bei Vollast der Brennkraftmaschine einschaltet. In diesem Fall kann durch die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe die Gesamt-Förderleistung, mit der Kraftstoff in die Kraftstoff-Sammelleitung gefördert wird, erhöht werden, um Bedarfsspitzen abzudecken.

[0025] In Weiterbildung hierzu wird vorgeschlagen, dass das Kraftstoffsystem eine Erfassungseinrichtung umfasse, welche derart ausgeführt ist, dass sie den Leistungsabrufl an die Brennkraftmaschine erfasst, und die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe während eines vorgegebenen Zeitraums betrieben wird, welcher zwischen einem ersten Zeitpunkt, an dem die Erfassungseinrichtung einen Leistungsabrufl oberhalb einer vorgegebenen Leistungsschwelle erfasst, und einem zweiten Zeitpunkt liegt, an dem der Leistungsabrufl unter die vorgegebene Leistungsschwelle sinkt.

[0026] Mit Hilfe einer derartigen Erfassungseinrichtung kann die elektrisch angetriebene Hochdruck-Kraftstoffpumpe dann zugeschaltet werden, wenn aufgrund eines erhöhten Leistungsabrufs ein Hochdruck-Niveau erforderlich ist, welches über demjenigen liegt, das die

abhängig vom Lauf der Brennkraftmaschine arbeitende mechanisch angetriebene Hochdruck-Förderpumpe im Normalbetrieb bereitstellen kann. Derartige Leistungsspitzen werden aufgefangen, indem die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe bedarfsweise zugeschaltet wird. Eine derartige Erfassungseinrichtung kann auch mit einer Mehrzahl verschiedener Leistungsschwellen arbeiten und alternativ oder zusätzlich eine vorzugebende Ansprech-Hysterese haben.

[0027] Besonders klein und preiswert baut eine Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe, welche durch einen Elektromagneten betätigt wird.

[0028] Wenn der Elektromagnet als Proportionalmagnet ausgeführt ist, lässt sich ein großer Pumpenhub realisieren, was die Förderleistung der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe erhöht.

[0029] Ferner wird vorgeschlagen, dass der Magnetanker des Elektromagneten direkt mit einer Kolbenstange der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe verbunden ist, wobei der Durchmesser des Magnetankers größer ist als derjenige der Kolbenstange. Bei gegebenen Elektromagneten lassen sich so hohe Förderdrücke realisieren.

[0030] Eine besonders bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kraftstoffsystems sieht vor, dass es ein Mengensteuerventil umfasst, welches abhängig von einer Steuerungsvorgabe das Pumpenvolumen der mechanisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe mit der Niederdruck-Eingangsseite der mechanisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe verbinden und anschließend während eines vorgegebenen Zeitraums trennen kann. Dies ermöglicht einen schnellen Druckaufbau durch die mechanisch angetriebene Hochdruck-Kraftstoffpumpe, was wiederum die Anforderungen an die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe reduziert.

[0031] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch ein Kraftfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine und einem Kraftstoffsystem, welches eine Hochdruck-Kraftstoffpumpe, die von der Brennkraftmaschine mechanisch angetrieben wird, und eine Hochdruck-Kraftstoffpumpe aufweist, welche elektrisch angetrieben wird. Auch ein solches Kraftfahrzeug ist aus der DE 199 39 051 A1 bekannt. Zur Verbesserung eines derartigen Kraftfahrzeugs wird vorgeschlagen, dass das Kraftstoffsystem in der obigen Art ausgebildet ist.

[0032] In Weiterbildung hierzu wird auch vorgeschlagen, dass die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe durch ein Betätigungssignal einer Fahrertür des Kraftfahrzeugs in Betrieb gesetzt werden kann. Zwischen dem Öffnen der Fahrertür und dem Starten der Brennkraftmaschine vergeht eine ausreichend lange Zeit, um den für ein sicheres Starten der Brennkraftmaschine erforderlichen kraftstoff-Hochdruck in der Kraftstoff-Sammelleitung auch bei einer vergleichsweise kleinen Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe zu erzeugen. Das eigentliche Starten der Brennkraftmaschine kann dann ohne Verzögerung erfolgen.

[0033] Analog hierzu wird auch vorgeschlagen, dass die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe durch ein Betätigungssignal eines berührungslosen Zugangssystems des Kraftfahrzeugs in Betrieb gesetzt werden kann. Bei dieser Weiterbildung steht ein noch größerer Zeitraum zum Aufbau des Kraftstoff-Hochdrucks in der Kraftstoff-Sammelleitung zur Verfügung. Der Druckaufbau kann nämlich erfolgen, während der Benutzer sich nach dem Auslösen des Entriegelungssignals der Zugangstür, zum Beispiel der Fahrertür eines Kraftfahrzeuges, nähert, diese öffnet und einsteigt, bis er schließlich die Brennkraftmaschine startet. Die entsprechende Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe und die so gebildete Baueinheit mit der mechanisch angetriebenen Kraftstoffpumpe kann daher nochmals kleiner bauen.

[0034] Mit solchen Erfassungseinrichtungen, wie sie in den obigen beiden Absätzen beschrieben werden, wird der Startwunsch des Benutzers bereits vor dem eigentlichen Starten der Brennkraftmaschine erfasst. Es sei an dieser Stelle aber darauf hingewiesen, dass auch andere Verfahren denkbar sind, beispielsweise eine Betätigung durch eine Sitzerkennung oder eine Betätigung durch einen Kontakt eines Zündschlüssels mit einem Zünüschloss.

[0035] In einer anderen Weiterbildung wird vorgeschlagen, dass das Kraftstoffsystem eine Einrichtung umfasst, welche die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe abschaltet, wenn ein gewünschter Kraftstoffdruck erreicht ist, noch bevor die Brennkraftmaschine gestartet wird. Auch dies verlängert die Lebensdauer der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe und reduziert unnötige Belastungen des Hochdruckbereichs des Kraftstoffsystems. In diesem Fall kann die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe wieder eingeschaltet werden, wenn der Startvorgang der Brennkraftmaschine erkannt wird oder wenn der Kraftstoffdruck nach längerer Zeit (bei eingeschalteter Zündung) wieder abgesunken ist.

Zeichnung

[0036] Nachfolgend werden besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung im Detail erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines Kraftstoffsystems;

Figur 2 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Kraftstoffsystems;

Figur 3 einen Schnitt durch eine erste Ausführungsform einer elektrischen Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe, die in den beiden Kraftstoffsystemen der Figuren 1 und 2 einsetzbar ist;

- Figur 4 eine schematische Darstellung eines dritten Ausführungsbeispiels eines Kraftstoffsystems;
- Figur 5 eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs mit einem vierten Ausführungsbeispiel eines Kraftstoffsystems zur Versorgung einer Brennkraftmaschine mit Kraftstoff, wobei das Kraftstoffsystem eine elektrisch angetriebene Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe und eine Kraftstoff-Sammelleitung aufweist;
- Figur 6 ein Diagramm, in dem der Betriebszustand der elektrisch angetriebenen Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe von Figur 1 und der Zeitraum von Starteinspritzungen des Kraftstoffsystems von Figur 1 über der Zeit dargestellt sind; und
- Figur 7 ein Diagramm, in dem der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung des Kraftstoffsystems von Figur 1 während des Startens der Brennkraftmaschine über der Zeit dargestellt ist.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0037] In Fig. 1 ist ein insgesamt mit dem Bezugszeichen 1 versehenes Kraftstoffsystem schematisch dargestellt. Aus einem Kraftstoff-Reservoir 2 wird mit einer Vorförderpumpe 3 Kraftstoff, im vorliegenden Fall Benzin, über eine Zulaufleitung 4 zu einem mechanisch gesteuerten Kraftstoffspeicher 5, einem sogenannten "Rail" gefördert. Zwischen der Vorförderpumpe 3 und dem Rail 5 befindet sich in der Zulaufleitung 4 eine Hochdruck-Pumpeinrichtung, welche als Baueinheit 6 ausgebildet ist. Diese umfasst eine mechanische Hochdruck-Förderpumpe 7 mit einem vorgelagerten Einlassventil 8 und einem nachgelagerten Auslassventil 9. Parallel zur Hochdruck-Förderpumpe 7 ist eine magnetisch betätigte Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 angeordnet, deren genauer Aufbau noch beschrieben wird.

[0038] Zur Realisierung dieser Parallelschaltung verzweigt sich die Zulaufleitung 4 zwischen der Vorförderpumpe 3 und dem Einlassventil 8 in einem Einlass-Verzweigungspunkt 11 in einen der Hochdruck-Förderpumpe 7 und einen der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 zugeordneten Leitungsabschnitt. Der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 ist ebenfalls ein vorgelagertes Einlassventil 12 und ein nachgelagertes Auslassventil 13 zugeordnet. Nach den Auslassventilen 9 und 13 vereinigen sich die der Hochdruck-Förderpumpe 7 und der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 zugeordneten Abschnitte der Zulaufleitung 4 in einem Auslass-Verzweigungspunkt 14.

[0039] An dem Rail 5 sind insgesamt vier Hochdruck-Einspritzventile 15 angeschlossen, die den Zylindern einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine zugeordnet

sind. Letztere ist zum Antrieb der Hochdruck-Förderpumpe 7 bei laufender Brennkraftmaschine mit der Hochdruck-Förderpumpe 7 mechanisch gekoppelt. Zwischen der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 und den Hochdruck-Einspritzventilen 15 kann zusätzlich zur Verringerung der erforderlichen Leistung der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 ein entsprechendes zusätzliches Druckspeichervolumen angeordnet sein. Die Vorförderpumpe 3, die Kraftstoff-Direkteinspritzvorrichtung 1 sowie die Hochdruck-Einspritzventile 15 werden von einem elektronischen Motorsteuergerät gesteuert.

[0040] Details der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 zeigt die gebrochene Schnittdarstellung der Fig. 3. Die eingangsseitig der Baueinheit 6 Niederdruck aufweisende Zulaufleitung 4 mündet nach dem in Fig. 3 nicht dargestellten Einlass-Verzweigungspunkt 11 in das Einlassventil 12. Dieses weist einen Ventilkörper 16 auf, der gegen den einlassseitigen Kraftstoffdruck mittels einer Schraubenfeder 17 gegen einen Ventilsitz 18 gedrückt wird. Die Schraubenfeder 17 stützt sich stromabwärts an einem Zulaufleitungsabschnitt zwischen dem Einlassventil 12 und dem Förderraum 19 ab.

[0041] Stromabwärts des Einlassventils 12 mündet die Zulaufleitung 4 in Fig. 3 horizontal in einen Förderraum 19. In Fig. 3 nach unten führt aus dem Förderraum 19 die Zulaufleitung 4 stromabwärts des Förderraums 19 zum Auslassventil 13. Dieses umfasst einen kugelförmigen Ventilkörper 20, der von der Federkraft einer weiteren Schraubenfeder 21 gegen einen Ventilsitz 22 in Richtung auf den Förderraum 19 zu gedrückt wird. Der Ventilsitz 22 ist als konusförmige Verengung der Zulaufleitung 4 stromabwärts des Förderraums 19 gebildet. Die Schraubenfeder 21 stützt sich an einer stromabwärts liegenden Auslassplatte 23 ab, die fest mit einem Tragblock 24 verbunden ist, der das Einlassventil 12 und das Auslassventil 13 trägt und gleichzeitig den Förderraum 19 nach allen Seiten, ausgenommen die Oberseite in Fig. 3, begrenzt.

[0042] Diese Oberseite des Förderraums 19 wird begrenzt von einem Abschlussblock 25, der mit dem Tragblock 24 verschweißt ist. Im Abschlussblock 25 ist eine Durchgangs-Führungsbohrung 26 ausgeführt, in dem eine zylindrische Kolbenstange 27 geführt ist. An ihrem vom Förderraum 19 abgewandten Ende ist die Kolbenstange 27 in einer entsprechenden Ausnehmung eines zylindrischen Magnetankers 28 fest aufgenommen. Der Durchmesser des Magnetankers 28 ist um ein Mehrfaches größer als derjenige der Kolbenstange 27. Zwischen dem Abschlussblock 25 und dem Magnetanker 28 stützt sich eine die Kolbenstange 27 koaxial umgebende Schraubenfeder 29 ab. Diese drückt den Magnetanker 28 im stromlosen Ruhezustand gegen einen oberhalb von diesem befindlichen Anschlagkörper 30. Koaxial um den Magnetanker 28 herum angeordnet ist eine Ringspule 31. Der den Magnetanker 28 und die Ringspule 31 umfassende Magnet ist zur Realisierung eines großen Hubs der Kolbenstange 27 als Proportio-

nalmagnet ausgeführt.

[0043] Die magnetisch betätigte Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 gemäß Fig. 3 funktioniert folgendermaßen:

[0044] Im unbestromten Zustand der Ringspule 31 wird der Magnetanker 28 über die Schraubenfeder 29 am oberen Anschlagkörper 30 gehalten. Beim Bestromen der Ringspule 31 überwindet die auf den Magnetanker 28 hierdurch nach unten ausgeübte Kraft die Rückstellkraft der Schraubenfeder 29 und drückt die Kolbenstange 27 in den Förderraum 19, wodurch der sich hierin befindliche Kraftstoff durch das Auslassventil 13 in Richtung des Rails 5 gefördert wird.

[0045] Das Kraftstoffsystem 1 nach den Fig. 1 und 3 funktioniert folgendermaßen:

[0046] Über einen in Fig. 1 nicht dargestellten und vom elektronischen Motorsteuergerät erfassten Sensor, der ein Öffnen einer Zugangstür zur Brennkraftmaschine, zum Beispiel der Fahrtür eines PKW, registriert, werden die Vorförderpumpe 3 sowie die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 eingeschaltet. Alternativ kann dieses Einschalten auch über das Registrieren eines drahtlosen Entriegelungssignals für die Zugangstür, zum Beispiel des Signals eines funkgesteuerten PKW-Schlüssels, durch einen entsprechenden, mit der Vorförderpumpe 3 und der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 in Signalverbindung stehenden Empfänger erfolgen. Auch eine Ansteuerung über eine Starteinrichtung der Brennkraftmaschine, zum Beispiel über das Zündschloss eines PKW, ist möglich.

[0047] In einem Zeitraum, der zwischen dem Einschalten der Vorförderpumpe 3 und der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 einerseits und dem eigentlichen Starten der Brennkraftmaschine andererseits liegt, baut die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 hohen Druck im Rail 5 auf. Die Einspritzung durch die Hochdruck-Einspritzventile 15 wird vom Motorsteuergerät dann ausgelöst, wenn der Motor beginnt, sich über den Anlasser zu drehen und ein vorgegebener Solldruck erreicht ist. Eine Steuerung des Drucks im Rail 5 kann über eine entsprechende Steuerung der Hochdruck-Pumpeinrichtung, welche durch die Baueinheit 6 gebildet wird, sofern diese einen elektrischen Eingriff zur Mengensteuerung besitzt, oder auch eine entsprechende elektrische Ansteuerfrequenz der Ringspule 31 der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 erfolgen. Die Ansteuerung beider Pumpen 10 erfolgt über das Motorsteuergerät.

[0048] Während des Hochlaufens der Brennkraftmaschine, also bei deren ersten Umdrehungen, ist durch eine Kombination der Förderleistungen der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 einerseits und der schon Druck aufbauenden Hochdruck-Förderpumpe 7 andererseits sowie durch das Druckspeichervolumen des Rails 5 gewährleistet, dass für die Einspritzungen während des Anlaufvorgangs hoher Druck im Rail 5 auch dann aufrecht erhalten werden kann, wenn im Kaltstart bei den ersten Einspritzungen sehr große Mengen Kraftstoff eingespritzt werden. Nach dem Erreichen einer vorge-

gebenen Drehzahl der Brennkraftmaschine wird die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 abgeschaltet. Der hohe Druck im Rail 5 wird dann ausschließlich durch die Hochdruck-Förderpumpe 7 geliefert.

[0049] Zusätzlich zur vorstehenden Betriebsart "Starten" kann bei einer weiteren Betriebsart "Vollast" des Kraftstoffsystems 1 die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 zur laufenden Hochdruck-Förderpumpe 7 zugeschaltet werden, wenn über einen entsprechenden Sensor registriert wird, dass von der Brennkraftmaschine eine Leistung oberhalb einer vorgegebenen Leistungsschwelle abgerufen werden soll. Die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 bleibt dann solange zugeschaltet, bis der Leistungsabruf wieder unter die vorgegebene Leistungsschwelle oder, zum Beispiel zur Verhinderung unerwünschter Förderschwankungen, unter eine zweite vorgegebene Leistungsschwelle sinkt.

[0050] Nachstehend werden weitere Ausführungsbeispiele für Kraftstoffsysteme beschrieben. Bauelemente, die schon im Zusammenhang mit dem Kraftstoffsystem nach den Fig. 1 und 3 beschrieben wurden, tragen bei diesen weiteren Ausführungsbeispielen die gleichen Bezugszeichen und werden nicht nochmals im Einzelnen erläutert.

[0051] Eine alternative Anordnung der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 in Kraftstoffsystem 1 zeigt Fig. 2. Dort ist die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 direkt am Rail 5 angebaut. Der Niederdruckzulauf der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 erfolgt dabei über die Rücklaufleitung eines in Fig. 2 schematisch dargestellten Drucksteuerventils 32, das ebenfalls direkt am Rail 5 angebaut ist. Weder das Ein- noch das Auslassventil der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 sind in Fig. 2 dargestellt. Ansonsten entsprechen der Aufbau sowie das Funktionsprinzip des Kraftstoffsystems 1 nach Fig. 2 denjenigen, die im Zusammenhang mit Fig. 1 beschrieben wurden.

[0052] Eine weitere Variante eines Kraftstoffsystems 1 ist in Fig. 4 in einer im Vergleich zu den Fig. 1 und 2 detaillierteren Darstellung gezeigt. Neben dem Kraftstoff-Reservoir 2 ist dort schematisch eine Tank-Einbaueinheit 33 dargestellt, die die Vorförderpumpe, bei der es sich um eine elektrische Kraftstoffpumpe handelt, sowie eine Druckregelungseinheit umfasst. In der Zulaufleitung 4 ist bei dem Kraftstoffsystem 1 nach Fig. 4 zwischen dem Kraftstoff-Reservoir 2 und der Baueinheit 6 ein kraftstofffilter 34 dargestellt. Zwischen dem Kraftstofffilter 34 und dem Einlass-Verzweigungspunkt 11, der im Falle der Kraftstoff-Direkteinspritzungsvorrichtung 1 der Fig. 4 von einer Druckdämpfereinheit gebildet ist, mündet in die Zulaufleitung 4 eine Rücklaufleitung 35 des Drucksteuerventils 32 an einem Rücklauf-Verzweigungspunkt 36 ein.

[0053] Im Falle der Kraftstoff-Direkteinspritzungsvorrichtung 1 der Fig. 4 ist die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 als elektrische Förderpumpe ausgeführt. Diese umfasst einen Elektromotor 37, der eine Nockenwelle 38 antreibt. Letztere wird von einem Stößel 39 abge-

griffen, der in bekannter Weise einen Pumpkolben 40 im Förderraum 19 der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 antreibt. In analoger Weise treibt die auch in Fig. 4 nicht dargestellte Brennkraftmaschine eine Nockenwelle 41 der Hochdruck-Förderpumpe 7 zur Betätigung eines Pumpkolbens 42 in einem Förderraum 43 über einen Stößel 44 an. Die beiden Stößel 39 und 44 werden über Rückstellfedern 45, 46 in Anlage an die Nockenwellen 38, 41 gehalten.

[0054] Ebenfalls in Fig. 4 dargestellt ist das in den Fig. 1 und 2 nicht gezeigte Steuergerät 47, welches nach Betätigung eines Sensors 48 den Elektromotor 37 der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe 10 ansteuert, bis der über einen am Rail 5 angeordneten Raildrucksensor 51 erfasste Druck den Sollwert erreicht hat. Der Raildrucksensor 51 ist hierzu mit dem Steuergerät 47 über eine Signalleitung 52 verbunden. Der Sensor 48 dient dabei der Erfassung eines Betriebszustandes der Brennkraftmaschine, also zum Beispiel des Öffnens einer Zugangstür zum Fahrzeug mit der Brennkraftmaschine oder eines anderen für den Startwunsch der Brennkraftmaschine repräsentativen Betriebszustandes, wie oben im Zusammenhang mit den Fig. 1 und 3 beschrieben.

[0055] Zusätzlich steuert das Steuergerät 47 über eine Steuerleitung 49 ein als Magnetventil ausgeführtes Mengensteuerventil 50 an. Dieses ist zwischen dem als Druckdämpfer ausgeführten Einlass-Verzweigungspunkt 11 und dem Förderraum 43 der Hochdruck-Förderpumpe 7 angeordnet. Im Ruhezustand, das heißt solange keine Ansteuerung durch das Steuergerät 47 erfolgt, ist das Mengensteuerventil 50 geöffnet und ermöglicht durch dieses einen Kraftstofffluss vom Förderraum 43 hin zum Druckdämpfer. Bei Drehbeginn der Brennkraftmaschine wird über die Steuerleitung 49 das Mengensteuerventil 50 angesteuert und geschlossen, sodass die Verbindung zwischen dem Förderraum 43 und dem Druckdämpfer gesperrt ist. Die Hochdruck-Förderpumpe 7 kann dann schnellstmöglich Druck im Förderraum 43 aufbauen, der dem Rail 5 zusätzlich zur Fördermenge der Zusatzpumpe 10 zur Verfügung gestellt wird. Beim Erreichen eines vorgegebenen Soll-Drucks wird das Mengensteuerventil 50 vom Steuergerät 47 über die Steuerleitung 49 nockenwellensynchron taktend so geöffnet, dass die nicht benötigte Kraftstoffmenge durch das Mengensteuerventil 50 in den Druckdämpfer entweichen kann und der Solldruck gehalten wird.

[0056] Ansonsten entsprechen der Aufbau sowie das Funktionsprinzip des Kraftstoffsystems 1 nach Fig. 4 denjenigen, die schon in Bezug auf die Fig. 1 bis 3 beschrieben wurden.

[0057] Nun werden die Figuren 5 bis 7 im Detail erläutert. In Figur 5 trägt ein Kraftfahrzeug insgesamt das Bezugszeichen 110. Es ist nur schematisch strichpunktiert als Block dargestellt. Es umfasst ein Kraftstoffsystem 112, mit dem eine Brennkraftmaschine 114 mit Kraftstoff versorgt wird.

[0058] Das Kraftstoffsystem 112 umfasst einen Kraft-

stoffbehälter 116, aus dem eine elektrische Kraftstoffpumpe 118 Kraftstoff fördert. Die elektrische Kraftstoffpumpe 118 dient als Vorförderpumpe und fördert den Kraftstoff zu einer Baueinheit 120, in der eine mechanisch angetriebene Hochdruck-Kraftstoffpumpe 122 und eine elektrisch angetriebene Hochdruck-Kraftstoffpumpe 124 integriert sind. Letztere dient als Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe. Die Baueinheit 120 umfasst hierzu für beide Pumpen 122 und 124 ein gemeinsames Gehäuse, obwohl, wie weiter unten noch erläutert werden wird, beide Pumpen 122 und 124 unterschiedliche Pumpelemente verwenden. Das Gehäuse ist in Figur 1 nicht separat dargestellt und wird nachfolgend der Einfachheit halber ebenfalls mit dem Bezugszeichen 120 bezeichnet.

[0059] Ein Niederdruckanschluss 128 der Baueinheit 120 ist über eine Niederdruck-Kraftstoffleitung 126 mit der elektrischen Kraftstoffpumpe 118 verbunden. Stromabwärts vom Niederdruckanschluss 128 ist in der Baueinheit 120 zunächst ein Druckdämpfer 130 angeordnet. Dessen Arbeitsraum 132 ist über ein Einlassventil 134 mit einer Fördereinheit 136 der mechanisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe 122 verbunden. Die Fördereinheit 136 kann beispielsweise einen Förderraum umfassen, der von einem hin- und herbewegbaren Kolben (nicht dargestellt) begrenzt wird. Die Fördereinheit 136 wird über eine mechanische Verbindung 138, im Falle einer Kolbenpumpe beispielsweise über einen Stößel mit einer Exzenterwelle, von einem mechanischen Antrieb 140, beispielsweise einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine 114, angetrieben.

[0060] Über ein Auslassventil 139 und einen Hochdruckanschluss 141 ist die Fördereinheit 136 der mechanisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe 122 mit einer Kraftstoff-Sammelleitung 142 verbunden. Von dieser führt eine Rückföhrleitung (ohne Bezugszeichen) unter Zwischenschaltung eines Druckbegrenzungsventils 143 zur Niederdruck-Kraftstoffleitung 126 zurück. An die Kraftstoff-Sammelleitung 142 sind mehrere Injektoren 144 angeschlossen, die den Kraftstoff direkt in Brennräume 146 der Brennkraftmaschine 114 einspritzen. Dabei ist jedem Brennraum 146 ein eigener Injektor 144 zugeordnet.

[0061] Im Betrieb der Brennkraftmaschine 114 wird eine Kurbelwelle 145 in Drehung gesetzt. Deren Winkelposition und Drehzahl wird von einem Sensor 147 abgegriffen.

[0062] Die elektrisch angetriebene Hochdruck-Kraftstoffpumpe 124, welche in die Baueinheit 120 integriert ist, verfügt ebenfalls über ein Einlassventil 148, über welches eine Fördereinheit 150 der elektrisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe 124 mit dem Arbeitsraum 132 des Druckdämpfers 130 verbunden werden kann. Auch die Fördereinheit 150 der elektrisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe 124 kann einen Förderraum (nicht dargestellt) umfassen, welcher von einem Kolben (nicht dargestellt) begrenzt wird.

[0063] Die Fördereinheit 150 wird über eine mechanische Verbindung 152 von einem Elektromotor 154 angetrieben. Anstelle eines Elektromotors 154 ist auch beispielsweise ein elektromagnetischer Schaltantrieb denkbar, mit dem der Pumpenkolben in eine Hin- und Herbewegung versetzt wird. Die Fördereinheit 150 ist über ein Auslassventil 156 ebenfalls mit dem Hochdruckanschluss 141 der Baueinheit 120 verbunden. Die elektrisch angetriebene Hochdruck-Kraftstoffpumpe 124 fördert also ebenfalls in die Kraftstoff-Sammelleitung 142.

[0064] Der Elektromotor 154 wird von einem Steuer- und Regelgerät 158 angesteuert, welches mit verschiedenen Sensoren, beispielsweise dem Sensor 147, verbunden ist, und welches den Betrieb des Kraftstoffsystems 112 und der Brennkraftmaschine 114 steuert bzw. regelt. Zur Steuerung des Elektromotors 154 der elektrisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe 124 ist das Steuer- und Regelgerät 158 mit einem Schalter 160 verbunden, der wiederum durch die Bewegung einer Türe 162 des Kraftfahrzeugs 110 geschaltet wird. Möglich ist auch, dass der Schalter 160 durch ein berührungsloses Zugangssystem des Kraftfahrzeugs 110 betätigt bzw. geschaltet wird. Derartige Systeme sind beispielsweise unter der Bezeichnung "Keyless-System" bekannt.

[0065] Bezüglich der Baueinheit 120 sei darauf hingewiesen, dass trotz "optisch gleicher" Darstellung in Figur 1 die elektrisch angetriebene Hochdruck-Kraftstoffpumpe 124 erheblich kleiner baut als die mechanisch angetriebene Hochdruck-Kraftstoffpumpe 122, da ihre Förderleistung erheblich kleiner ist. Auch genügt zum Antrieb der Fördereinheit 150 der elektrisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe 124 ein sehr klein bauender Elektromotor 154.

[0066] Das Kraftfahrzeug 110 mit dem Kraftstoffsystem 112 und der Brennkraftmaschine 114 arbeitet folgendermaßen (vgl. auch Figuren 2 und 3):

[0067] Wird die Türe 162 zum Zeitpunkt t_0 (Figur 2) geöffnet, wird hierdurch der Schalter 160 betätigt, was dem Steuer- und Regelgerät 158 angezeigt wird. Dieses setzt bei stehendem Kraftfahrzeug 110 und ausgeschalteter Brennkraftmaschine 114 daraufhin die als Vorförderpumpe wirkende elektrische Kraftstoffpumpe 118 sowie den Elektromotor 154 der elektrisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe 124 in Gang (Balken 164 in Figur 7). Somit wird Kraftstoff aus dem Kraftstoffbehälter 116 über die elektrische Kraftstoffpumpe 118 verdichtet (üblicherweise auf ungefähr 4 bis 8 bar) und über den Druckdämpfer 130 zur elektrisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe 124 gefördert.

[0068] Durch diese wird der Kraftstoff weiter komprimiert und in die Kraftstoff-Sammelleitung 142 gefördert. In dieser wird der Kraftstoff unter sehr hohem Druck gespeichert. Wie oben ausgeführt worden ist, verfügt die elektrisch angetriebene Hochdruck-Kraftstoffpumpe 124 nur über eine kleine Förderleistung, wodurch sie sehr klein baut. Aufgrund der zur Verfügung stehenden

Zeit zwischen der Betätigung des Schalters 160 und dem Anlassen der Brennkraftmaschine 114 (meist einige Sekunden) reicht die Förderleistung der elektrisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe 124 jedoch aus, um in der Kraftstoff-Sammelleitung 142 einen gewünschten Kraftstoff-Hochdruck (gegebenenfalls bis einige hundert bar) zu erzeugen (vgl. Figur 7).

[0069] Ein solcher Kraftstoff-Hochdruck wird gewünscht, um auch bei den ersten Einspritzungen von Kraftstoff durch die Injektoren 144 in die Brennräume 146 der Brennkraftmaschine 114 eine gute Zerstäubung des Kraftstoffes zu erreichen. Hierdurch wird auch bei den ersten Verbrennungen von Kraftstoff in den Brennräumen 146 ein gutes Emissions- und Verbrauchsverhalten der Brennkraftmaschine 114 erzielt.

[0070] Das Druckspeichervolumen der Kraftstoff-Sammelleitung 142 ist dabei so gewählt, dass trotz der geringen Förderleistung der elektrisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe 124 oder selbst bei bereits wieder ausgeschalteter Hochdruck-Kraftstoffpumpe 124 sichergestellt ist, dass die für einen Start der Brennkraftmaschine, auch bei Kaltstartbedingungen, erforderliche Kraftstoffmenge bei einem ausreichenden Druck in die Brennräume 146 der Brennkraftmaschine 114 eingebracht werden kann.

[0071] Die Position der Kurbelwelle 145 wird über den Sensor 147 während des Anlassvorgangs der Brennkraftmaschine 114 dem Steuer- und Regelgerät 158 mitgeteilt. Nach zwei vollen Umdrehungen der Kurbelwelle 145 (Balken 166 in Figur 2) wird der Elektromotor 154 der elektrisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe 124 vom Steuer- und Regelgerät 158 ausgeschaltet (Zeitpunkt t_1 in Figur 6). Zum einen kann ab diesem Zeitpunkt davon ausgegangen werden, dass die Brennkraftmaschine 114 angesprungen ist, und zum anderen kann ab diesem Zeitpunkt auch davon ausgegangen werden, dass die Förderleistung der mechanisch von der Nockenwelle 140 der Brennkraftmaschine 114 angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe 122 ausreicht, um den für den weiteren Betrieb der Brennkraftmaschine 114 erforderlichen Kraftstoff-Hochdruck in der Kraftstoff-Sammelleitung 142 bereitzustellen. Zu diesem Zeitpunkt wird die Einspritzung von Kraftstoff mittels der Injektoren 144 ausgelöst. Der Kraftstoffdruck kann auch durch eine entsprechende Einstellung einer Ansteuerfrequenz des Elektromotors 154 eingestellt werden.

[0072] Wenn im normalen Betrieb der Brennkraftmaschine 114 eine sehr hohe Leistung gefordert ist, wird der Elektromotor 154 vom Steuer- und Regelgerät 158 wieder eingeschaltet, so dass Kraftstoff nicht nur von der mechanisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe 122, sondern zusätzlich auch von der elektrisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe 124 in die Kraftstoff-Sammelleitung 142 gefördert wird. Hierdurch wird auch bei einer hohen Last sichergestellt, dass der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 142 ausreichend hoch bleibt.

[0073] Durch die Integration der mechanisch ange-

triebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe 122 und der elektrisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe 124 in eine Baueinheit 120 mit einem gemeinsamen Gehäuse 120 kann diese Baueinheit 120 einfach in die Brennkraftmaschine 114 eingebaut werden. Die Baueinheit 120 fördert nur über zwei Anschlüsse, nämlich den Niederdruckanschluss 128 und den Hochdruckanschluss 141. Dadurch, dass die elektrisch angetriebene Hochdruck-Kraftstoffpumpe 124 nur eine geringe Förderleistung aufweist und vergleichsweise klein baut, baut auch die Baueinheit 120 vergleichsweise klein.

Patentansprüche

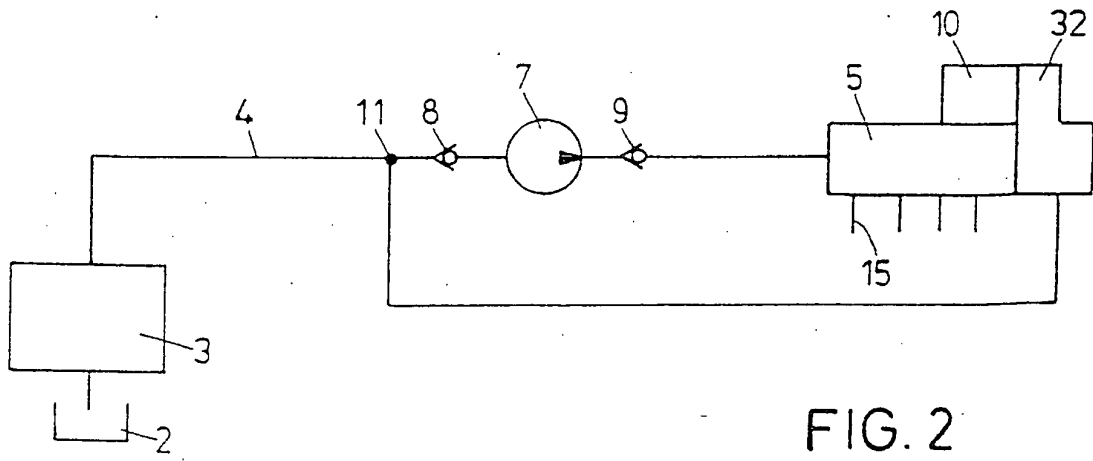
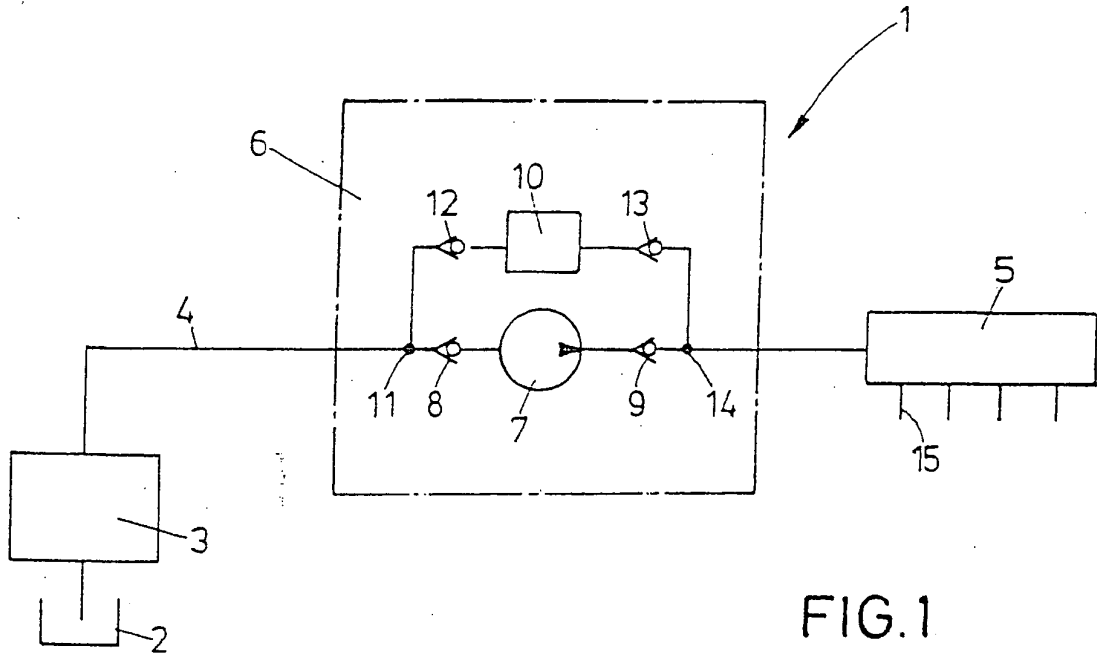
1. Kraftstoffsystem (112) für eine Brennkraftmaschine (114), insbesondere mit Kraftstoff-Direkteinspritzung, mit einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe (122), welche von der Brennkraftmaschine (114) mechanisch angetrieben wird, und mit einer Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe (124), wobei beide Hochdruck-Kraftstoffpumpen (122, 124) in eine gemeinsame Kraftstoff-Sammelleitung (142) fördern, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mechanisch angetriebene Hochdruck-Kraftstoffpumpe (122) und die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe (124) eine Baueinheit (120) bilden.
2. Kraftstoffsystem (1) für eine Brennkraftmaschine, insbesondere mit Kraftstoff-Direkteinspritzung, mit einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe (7), welche von der Brennkraftmaschine mechanisch angetrieben wird, und mit einer Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe (10), wobei beide Hochdruck-Kraftstoffpumpen (7, 10) in eine gemeinsame Kraftstoff-Sammelleitung (5) fördern, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe (10) und die Kraftstoff-Sammelleitung (5) eine Baueinheit bilden.
3. Kraftstoffsystem (112) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe (124) und die mechanisch angetriebene Hochdruck-Kraftstoffpumpe (122) unterschiedliche Fördereinheiten, jedoch dasselbe Gehäuse (120) aufweisen.
4. Kraftstoffsystem (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe (10) an die Kraftstoff-Sammelleitung (5) angebaut oder in diese integriert ist.
5. Kraftstoffsystem (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe (10) eingangsseitig mit einem Ausgang einer Ventileinrichtung (32), mit der der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung (5) eingestellt bzw. begrenzt werden kann, verbunden ist.
6. Kraftstoffsystem (1; 112) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe (10; 124) eine wesentlich geringere Förderleistung aufweist als die mechanisch angetriebene Hochdruck-Kraftstoffpumpe (7; 122).
7. Kraftstoffsystem (1; 112) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine Einrichtung (47; 158) aufweist, welche den Betrieb der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe (10; 124) nach dem Starten der Brennkraftmaschine (114) beendet.
8. Kraftstoffsystem (112) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung (158) den Betrieb der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe (124) spätestens dann beendet, wenn eine Kurbelwelle (145) der Brennkraftmaschine (114) eine bestimmte Drehzahl, vorzugsweise Leerlaufdrehzahl, erreicht hat.
9. Kraftstoffsystem (1; 112) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Volumen der Kraftstoff-Sammelleitung (5; 142) so gewählt ist, dass in alle Zylinder der Brennkraftmaschine (114) eine Einspritzung nach dem Start mit einem gewünschten Kraftstoff-Hochdruck auch bei geringer oder nicht vorhandener Förderleistung der mechanisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe (7; 124) möglich ist.
10. Kraftstoffsystem (1; 112) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine Einrichtung (47; 158) umfasst, welche die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe (10; 124) auch bei Vollast der Brennkraftmaschine (114) einschaltet.
11. Kraftstoffsystem (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Erfassungseinrichtung umfasst, welche derart ausgeführt ist, dass sie den Leistungsabrufl an die Brennkraftmaschine erfasst, und die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe (10) während eines vorgegebenen Zeitraums betrieben wird, welcher zwischen einem ersten Zeitpunkt, an dem die Erfassungseinrichtung einen Leistungsabrufl oberhalb einer vorgegebenen Leistungsschwelle erfasst, und einem zweiten Zeitpunkt liegt, an dem der Leistungsabrufl unter die vorgegebene Leistungsschwelle sinkt.
12. Kraftstoffsystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe (10) durch einen Elektromagneten (28, 31) betätigt wird.
13. Kraftstoffsystem (1) nach Anspruch 12, **dadurch**

gekennzeichnet, dass der Elektromagnet als Proportionalmagnet (28, 31) ausgeführt ist.

14. Kraftstoffsystem (1) nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Magnetanker (28) des Elektromagneten (28, 31) direkt mit einer Kolbenstange (27) der Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe (10) verbunden ist, wobei der Durchmesser des Magnetankers (28) größer ist als derjenige der Kolbenstange (27). 5
10
15. Kraftstoffsystem (1; 112) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ein Mengensteuerventil (50; 151) umfasst, welches abhängig von einer Steuerungsvorgabe das Pumpenvolumen (43; 136) der mechanisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe (7; 122) mit der Niederdruck-Eingangsseite (11; 128) der mechanisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe (7; 122) verbinden und anschließend während eines vorgegebenen Zeitraums trennen kann. 15
20
16. Kraftfahrzeug (110) mit einer Brennkraftmaschine (114) und einem Kraftstoffsystem (112), welches eine Hochdruck-Kraftstoffpumpe (122), die von der Brennkraftmaschine (114) mechanisch angetrieben wird, und eine Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe (124) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kraftstoffsystem (112) nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist. 25
30
17. Kraftfahrzeug (110) nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe (124) durch ein Betätigungssignal einer Fahrtür (162) und/oder eines berührungslosen Zugangssystems (162) des Kraftfahrzeugs (110) in Betrieb gesetzt werden kann. 35
18. Kraftfahrzeug (110) nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine Einrichtung (158) umfasst, welche die Hochdruck-Hilfskraftstoffpumpe (124) abschaltet, wenn ein gewünschter Kraftstoffdruck erreicht ist, noch bevor die Brennkraftmaschine gestartet wird. 40
45

50

55



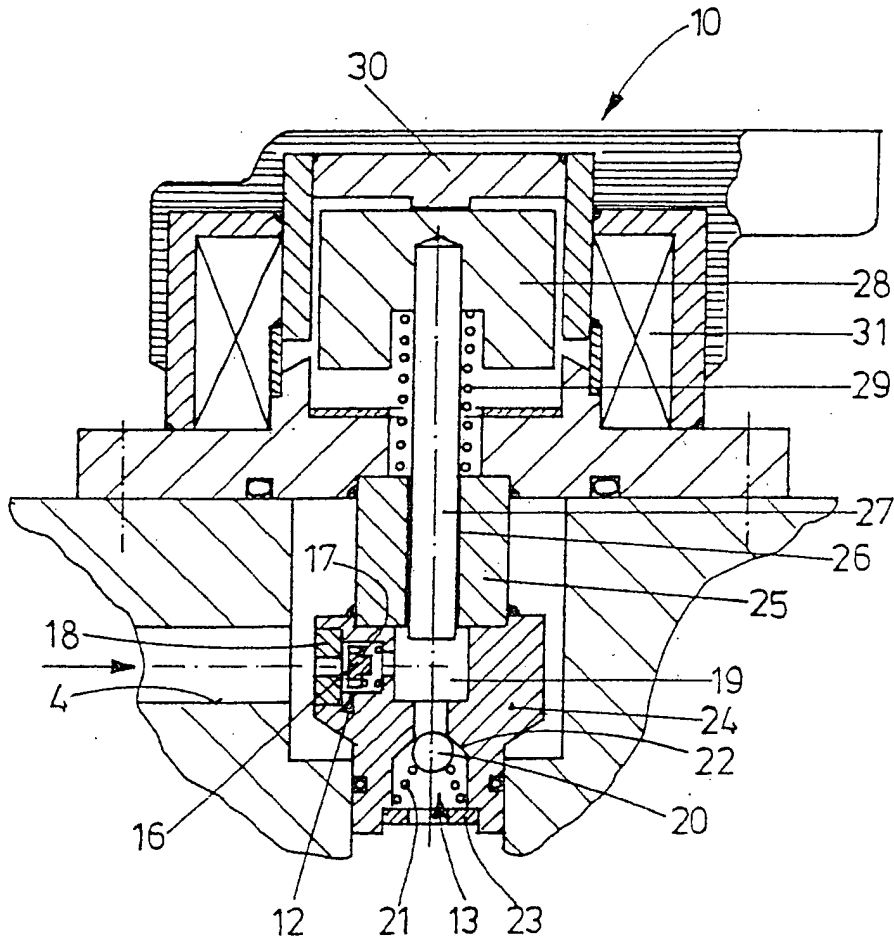


FIG. 3

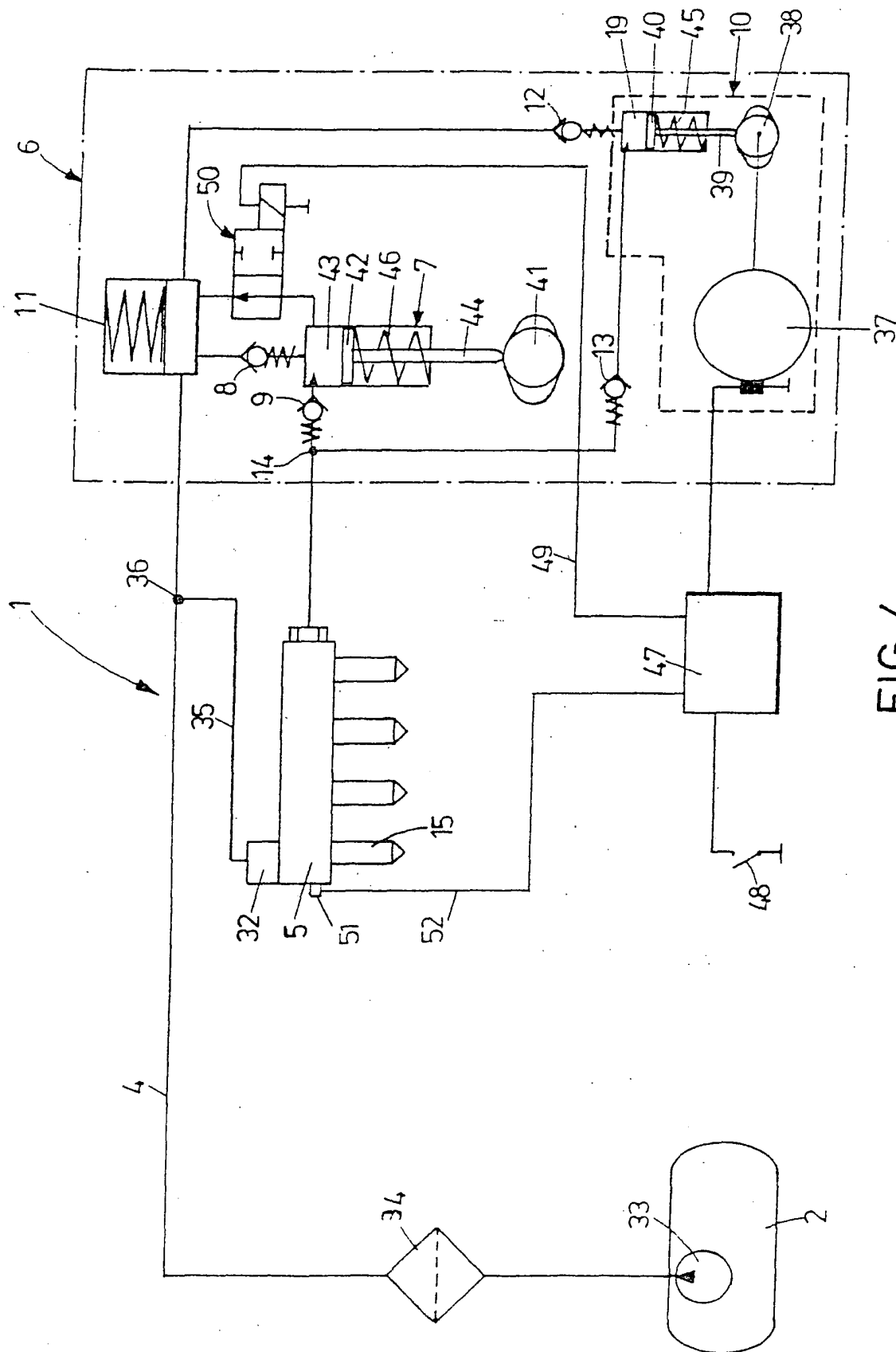


FIG. 4

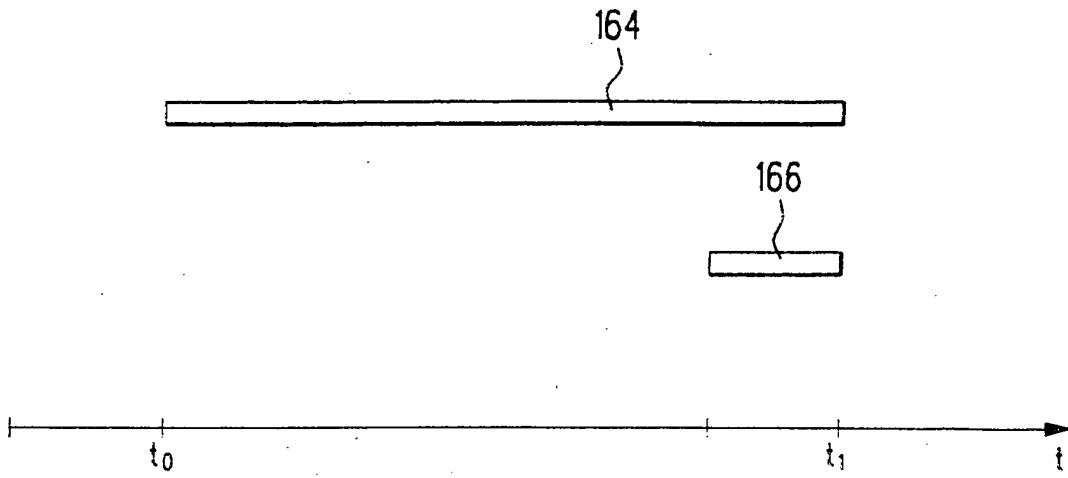


Fig. 6

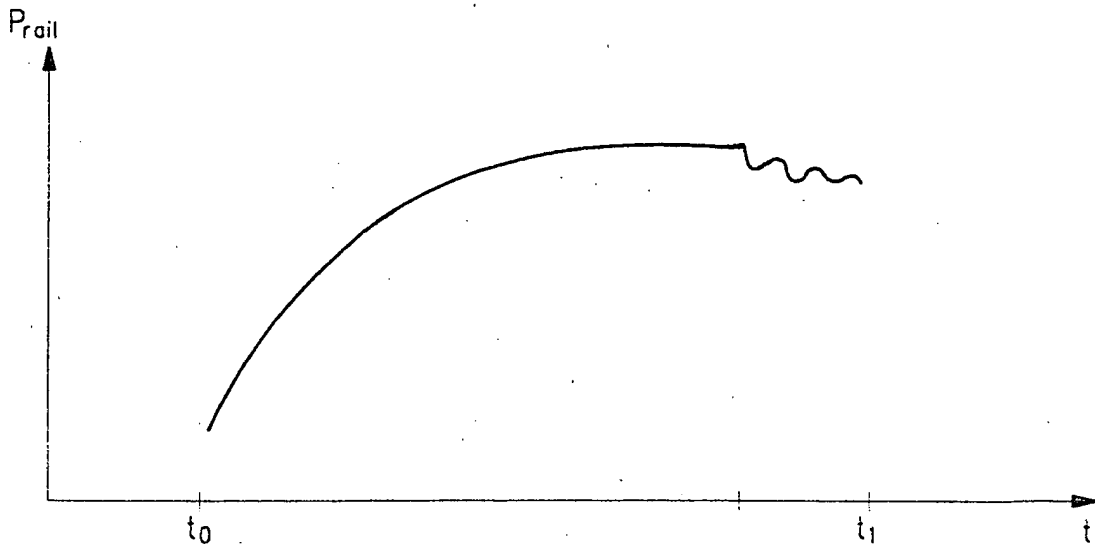


Fig. 7