



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑪ Veröffentlichungsnummer:

0 259 708
A2

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

②¹ Anmeldenummer: 87112454.1

⑤¹ Int. Cl.4: **F02M 55/00** , **F02M 59/16**

② Anmeldetag: 27.08.87

③ Priorität: 06.09.86 DE 3630439

④ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.03.88 Patentblatt 88/11

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB NL

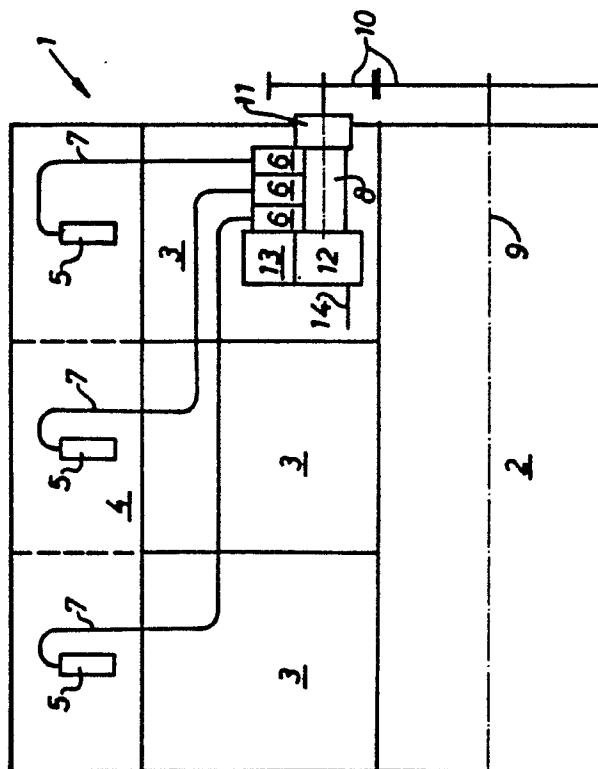
71 Anmelder: **Motoren-Werke Mannheim**
Aktiengesellschaft vorm. Benz Abt.
stationärer Motorenbau
Carl-Benz-Strasse 5
D-6800 Mannheim 1(DE)

⑦2 Erfinder: Syassen, Onno, Dr.-Ing.
Mühlweg 55
D-6944 Hemsbach(DE)

74 Vertreter: Nau, Walter, Dipl.-Ing.
Klückner-Humboldt-Deutz AG
Deutz-Mülheimer-Strasse 111
D-5000 Köln 80(DE)

54 Doppel-Einspritzverfahren für selbstzündende Brennkraftmaschinen.

⑤7 Es wird ein Verfahren zum Einspritzen von Kraftstoff in zumindest einen Brennraum einer selbstzündenden Brennkraftmaschine (1) vorgestellt, wobei der Einspritzvorgang in eine Voreinspritzung und eine Haupteinspritzung aufgeteilt ist. Dabei soll die Gesamteinspritzdauer trotz der Doppel-Einspritzung relativ kurz sein. Dazu wird der von einer Vordruckpumpe erzeugte Vordruck auf mindestens zehn bar festgelegt und das Verhältnis von Hochdruck und Vordruck auf einen Wert kleiner als achtzig begrenzt.



EP 0 259 708 A2

Doppel-Einspritzverfahren für selbstzündende Brennkraftmaschinen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bekanntermaßen erfolgt beim Diesel-Verfahren die Gemischaufbereitung erst im Brennraum kurz vor bzw. bei Beginn des Arbeitstaktes. Die Aufbereitung der eingespritzten Kraftstofftröpfchen benötigt bei dem gegebenen Zustand der im Brennraum eingeschlossenen komprimierten Verbrennungsluft eine gewisse Zeitspanne, während die Kraftstoffzufuhr über die Einspritzung weitergeht. Der Beginn der Zündung der ersten Tröpfchen hat zur Folge, daß die inzwischen bereits eingespritzte Kraftstoffmenge ("Voreinspritzmenge") sehr schnell aufbereitet und entzündet wird und deshalb "schlagartig" verbrennt. Die schlagartige Verbrennung, die mit einem schnellen Verbrennungsdruckanstieg bezogen auf den Kurbelwellenwinkel verbunden ist, stellt eine wesentliche Ursache für das typische, harte Dieselgeräusch dar.

Vorschläge zu Ausführungen, die den für das harte Dieselgeräusch verantwortlichen Einspritzablauf günstiger gestalten, sind beispielsweise in den folgenden Formen bekannt geworden.

Ein seit langem bekannter Vorschlag besteht darin, die Einspritzung kurz nach ihrem Beginn zu unterbrechen, um die Selbstentzündung der - kleinen - Voreinspritzmenge abzuwarten und erst dann die Haupteinspritzmenge in die bereits brennende Voreinspritzmenge des Kraftstoffs hineinzuspritzen. Dieses Verfahren ist aber technisch schwierig, umständlich und aufwendig, da es in seiner ursprünglichen Form ein zusätzliches zweites komplettes Einspritzsystem und ein zweites Regelsystem erfordert, das die Einspritzzeit- und Mengen-zuordnung je nach Last und Drehzahl optimiert.

Weiterhin gibt es Verfahren mit nur einer Einspritzpumpe für Vor- und Haupteinspritzung, aber mit zwei Einspritzdüsen je Zylinder. Dabei wird zunächst eine nach der letzten Einspritzung vorge-lagerte Kraftstoffteilmenge - die Voreinspritzmenge - über ein mechanisches oder hydraulisches Druck-teilersystem oder ein Druckunterbrechersystem vorab eingespritzt. Dieses Verfahren ist ebenfalls relativ aufwendig und kostspielig wegen der erforderlichen zweiten Einspritzdüse und des Druckteilersystems. Eine optimale Zuordnung der beiden Einspritzzeiten und -mengen nach Last und Drehzahl ist nicht möglich. Darüber hinaus verursacht die Freihaltung der kleinen Voreinspritzdüse von Verkokungen wegen ihres vergleichsweise geringen Kraftstoffdurchsatzes erhebliche Probleme. Auch ist die räumliche Anordnung von zwei Einspritzdüsen

im Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine unter Umständen problematisch, da die für die Gemischbildung optimale Lage nicht zur Verfügung steht.

In weiterer Entwicklung ist vorgeschlagen worden, den Kraftstoff in einer Vor- und Haupteinspritzung mit nur einer Einspritzpumpe und einer Einspritzdüse sowie einem zusätzlichen Unterbrechungsorgan, einer zweiten Absteuerbohrung in der Einspritzpumpen-Stempelführung bzw. mit Hilfe eines AWK-Düsenhalters (AWK = Ausweichkolben) oder ähnlicher Einrichtungen einzuspritzen.

In prinzipiell ähnlicher Weise wird bei der gattungsgemäßen EP-A 0024 803 Vor- und Hauptkraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt. Die Hochdruckpumpe wird von einer Vordruckpumpe mit Kraftstoff versorgt, wobei der von der Vordruckpumpe erzeugte Kraftstoffdruck maximal 2,5 bar beträgt. Um den Kraftstoff in den Brennraum einzuspritzen, erhöht die Hochdruckpumpe den Kraftstoffdruck auf den geforderten Einspritzdruck, der üblicherweise im Bereich von ca. 700 bar bei einem Einspritzdüsenöffnungsdruck von ca. 300 bar liegt. Demzufolge ergibt sich ein Druckverhältnis von Hochdruck zu Vordruck im Bereich von etwa 280.

Diese Ausbildung hat aber den Nachteil, daß die kleine Voreinspritzmenge bereits bei beginnendem Druckanstieg nach Überschreiten des Abspritzdruckes eingespritzt wird. Das heißt, die Voreinspritzung erfolgt bei noch relativ geringem Einspritzdruckniveau über die relativ weiten Einspritzdüsenquerschnitte der auf die einzuspritzende Hauptmenge ausgelegten Einspritzdüsen. Die Kraftstoffzerstäubung ist dabei nur mäßig fein und relativ unexakt. Der Gesamteinspritzvorgang wird wegen des erforderlichen zweimaligen Druckaufbaus und der Einspritzunterbrechung relativ stark in die Länge gezogen. Die Verbrennung ist infolgedessen qualitäts- und wirkungsgradmäßig unbefriedigend.

Die Qualität der Zerstäubung kann grundsätzlich durch Erhöhung des Einspritzdruckes wesentlich verbessert werden. Diese ebenfalls bekannte allgemeine Tendenz ist im wesentlichen durch die technische Problematik der Erzeugung hoher Einzel-Druckstöße begrenzt. Unbefriedigend bleiben dabei die Phasen des Druckaufbaus vor Beginn und des Druckabfalls bei Ende der Einspritzung.

Weiterhin ist ein sogenanntes Konstantdrucksystem bekannt, bei dem der Kraftstoff in einem Speicher unter hohem Druck gehalten und über ein elektromagnetisch bzw. hydraulisch gesteuertes Einspritzventil direkt in den Brennraum eingespritzt wird. Eine mit einem derartigen Konstantdrucksystem

stem zu realisierende Doppeleinspritzung wäre zwar im Hinblick auf den Einspritzvorgang als günstig anzusehen, ist aber wegen des hohen technischen Aufwandes und der Probleme bei der Steuerung derartig kurzer Zeiten am Einspritzventil derzeit technisch nur mit erheblichem Aufwand realisierbar.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Geräuschemission einer selbstzündenden Brennkraftmaschine zu verringern, wobei auch die Verbrennung bei der Brennkraftmaschine qualitäts-emissions- und wirkungsgradmäßig verbessert werden soll.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß der von der Vordruckpumpe erzeugte Vordruck mindestens 10 bar beträgt und das Verhältnis von Hochdruck zu Vordruck auf den Höchstwert von 80 begrenzt wird. Bei unveränderten Randbedingungen bezüglich des Abspritzdruckes wird die Druckaufbauzeit auf einem Bruchteil der ursprünglichen Zeit verringert. Unter Ansnutzung der erfindungsgemäß max. zulässigen 80-fachen Druckerhöhung wird der Einspritzzeitdruck auf mindestens 800 bar erhöht. Durch die beiden, einander ergänzenden Maßnahmen wird erreicht, daß:

- durch die Erhöhung des Abspritzdruckes eine feinere Zerstäubung der Einspritzstrahlen erreicht wird. Dies ist insbesondere für die Voreinspritzphase vorteilhaft;
- gut zerstäubte kleinste Voreinspritzmengen zur Erzielung eines geringen Verbrennungsgeräusches realisierbar sind;
- die Gesamt-Einspritzdauer auf eine zur Erzielung eines guten Umsetzungswirkungsgrades erforderliche relativ kurze Gesamt-Zeitspanne vom Beginn der Voreinspritzung bis zum Ende der Haupteinspritzung verkürzt wird;
- der Abstand zwischen Voreinspritzung und Haupteinspritzung durch die schnellere und bessere Gemischaufbereitung sowie der schnelleren Zündung infolge der feineren Zerstäubung reduziert werden kann;
- der Minimalabstand zwischen Voreinspritzung und Haupteinspritzung durch Kürzung der Druckaufbau- und Druckabbauphasen mittels Verkleinerung der Druckdifferenz zwischen Abspritzdruck und Vordruck realisierbar ist. Hinzu kommt, daß der Druckabbau (am Ende der Voreinspritzung) und der Druckwiederaufbau zu Beginn der Haupteinspritzung bei dem bekannten Einspritzverfahren (Abbau des Drucks zwischen den Einspritzungen auf einen relativ geringen Vordruck) alleine schon zu viel Zeit für ein optimales Zweistufeneinspritzverfahren einnimmt; bei insgesamt hohem Einspritzniveau kann unter Umständen auch bereits eine nicht exakt durch Schließen der Einspritzdüsen-nadel abgegrenzte Voreinspritzung auf einem niedrigeren

als dem Haupteinspritzdruckniveau (aber naturgemäß mindestens gleich dem Vordruckniveau) ausreichen;

- 5 -eine Verringerung der Abgasemission (insbesondere NO_x) durch die Möglichkeit erreicht wird, den Einspritzbeginn bei relativ kurzer Gesamt-Einspritzzeit (infolge der hohen Einspritzrate) später zu legen, um damit den Höchstdruck und die die NO_x -Bildung fördernde Höchsttemperatur des Verbrennungsprozesses zu vermindern.
- 10 -alternativ eine Verringerung der Abgasemission (NO_x) durch einen ebenfalls späten Einspritzbeginn ermöglicht wird, wobei dieser durch eine Reduzierung der Gesamt-Einspritzzeit durch eine hohe Einspritzrate infolge des hohen mittleren Einspritzdruckes ohne eine nicht akzeptable Wirkungsgradverschlechterung ermöglicht wird;
- 15 -eine Verbesserung des Betriebsverhaltens im untersten Drehzahlbereich und eine Erweiterung des Leerlaufdrehzahlbereichs zu niedrigeren Leerlaufdrehzahlen ermöglicht wird;
- 20 -das Start- und Hochlaufverhalten der Brennkraftmaschine bei verringerten HC-Emissionen verbessert wird.
- 25

Vorzugsweise wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren der Kraftstoff der Voreinspritzung und der Haupteinspritzung über eine Einspritzdüse, die von einer Hochdruckpumpe mit Kraftstoff beschickt wird, in den Brennraum jedes Zylinders eingespritzt. Es kann aber auch vorteilhaft sein, unter Inkaufnahme des höheren Bauaufwandes je Zylinder zwei komplett getrennte Einspritzsysteme oder eine Hochdruckpumpe und zwei Einspritzdüsen vorzusehen. Der Erfindungsgedanke, die Hochdruckpumpe(n) mit hohem Vordruck zu versorgen, ist auch dort in gleicher Weise anwendbar.

Der von der Vordruckpumpe erzeugte Vordruck beträgt vorzugsweise mindestens 100 bar. Ein derartiger Vordruck ermöglicht die Realisierung kürzester Rest-Druckaufbauzeiten bis zur Erreichung des Abspritz- bzw. höchsten Einspritzdruckes. Außerdem werden mit einem derartig angehobenen Vordruck Einspritzdrücke von 1000 bar und mehr bei einem sehr niedrigen Druckverhältnis: "Hochdruck - Vordruck" und entsprechend geringen Druckstößen ermöglicht.

Zur Durchführung des Verfahrens ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die Vordruckpumpe zur Erzeugung eines Druckes von einhundert bar und mehr, mindestens aber zehn bar ausgelegt ist.

Weiterhin ist die Vordruckpumpe vorteilhaft als Baueinheit zusammen mit der Hochdruckpumpe ausgebildet. Dabei versorgt eine Vordruckpumpe eine Hochdruckpumpe mit Kraftstoff. Bei dermaßen kompakt aufgebauten Pumpeneinheiten ist die Zu-

fuhr von Kraftstoff von der Vordruckpumpe zu der Hochdruckpumpe unproblematisch und die bei einem separaten Anbau der Vordruckpumpe nötigen hochdruckfesten Verbindungsleitungen entfallen. Ein ähnlich günstiger Anbau ergibt sich auch bei Blockpumpen, bei denen die Hochdruckpumpen für die einzelnen Zylinder in einer Gehäuseeinheit zusammengefaßt sind. Das Gleiche gilt für sogenannte Verteilerpumpen. Anders kann die Situation bei Einzel-Einspritzpumpen sein. Hier ist unter Umständen die Verwendung nur einer (oder bei V-Maschinen zweier) Vordruckpumpe(n) und Vordrucksysteme vorteilhaft. Bei einer derartigen Ausführung sind allerdings im Gegensatz zu Einzel-Hochdruck-Vordruckpumpen, Blockpumpen und Verteilerpumpen wegen der räumlichen Trennung der Einzel-Einspritzpumpen entsprechende hochdruckfeste Verbindungsleitungen zwischen Vordruckpumpe und Einzel-Einspritzpumpen nötig.

In Weiterbildung der Erfindung kann zwischen der Vordruckpumpe und der Hochdruckpumpe zumindest ein Hochdruckvorratsbehälter geschaltet sein, wobei der Hochdruck in dem Hochdruckvorratsbehälter unabhängig von der Vordruckpumpe mechanisch, hydraulisch oder pneumatisch erzeugt wird. In diesem Fall übernimmt die Vordruckpumpe nur die Kraftstoffversorgung des Hochdruckvorratsbehälters, während der Hochdruck in dem Behälter von einem unabhängigen mechanisch, hydraulischen oder pneumatischen Drucksystem erzeugt wird. Eine derartige Ausbildung ist unter anderem beim Start einer Brennkraftmaschine vorteilhaft, da beispielsweise aus einem Luftdruckbehälter zugeführte Druckluft schon zu Beginn des Startvorgangs den gewünschten Vordruck erzeugt. Auch wird durch eine derartige Ausbildung das Hochlaufverhalten der Brennkraftmaschine verbessert. Je nach Auslegung bzw. Gestaltung der Brennkraftmaschine kann es vorteilhaft sein, zwei oder mehr Hochdruckvorratsbehälter in das Einspritzsystem zu integrieren. Diese können dann unabhängig voneinander durch Drucksysteme unter Hochdruck gesetzt werden. Bevorzugt verwendet werden mit dermaßen ausgestalteten Hochdruckvorratsbehältern versehene Brennkraftmaschinen bei allen Fahrzeugen und (Bau-)Maschinen, bei denen ein Hydraulik-oder Pneumatikdrucksystem ohnehin erforderlich ist, wie das beispielsweise bei landwirtschaftlichen Fahrzeugen und Baggern der Fall ist. Hierbei braucht das vorhandene Drucksystem zur Erzeugung des Hochdrucks in dem Hochdruckvorratsbehälter nur entsprechend gesteuert angezapft zu werden.

In Weiterbildung der Erfindung kann strömungstechnisch zwischen der Vordruckpumpe und der Hochdruckpumpe ein Speicher angeordnet werden. Dadurch wird erreicht, daß von der Vordruckpumpe herrührende Druckschwankungen im

Kraftstoff abgebaut werden. Dabei ist erfindungsgemäß an dem Speicher oder in der Strömungsverbindung zwischen Vordruckpumpe und Hochdruckpumpe weiterhin ein Druckregelventil angeordnet, daß den in dem Speicher herrschenden Druck auf vorgebbare Werte einregelt. Dabei kann das Regelventil als einstellbares Überdruckventil ausgebildet sein, daß die abzusteuende Kraftstoffmenge über eine Leitung beispielsweise zu der Saugseite der Vordruckpumpe leitet. Durch diese Einrichtung wird erreicht, daß der Vordruck auf einem konstanten Druckniveau gehalten wird. Weiterhin sind in vorteilhafter Weise in die Zu- und Abführleitungen in bzw. aus dem Speicher Rückschlagventile eingesetzt. Durch die Rückschlagventile ist gewährleistet, daß der vorgegebene Kraftstoffdruck auch während des Stillstands der Brennkraftmaschine in dem Speicher erhalten bleibt. Somit steht beim Start der Brennkraftmaschine sofort der Hochdruckpumpe unter Vordruck stehender Kraftstoff zur Verfügung, wodurch beispielsweise der Start- und Hochlaufvorgang der Brennkraftmaschine erleichtert und beschleunigt wird.

In Weiterbildung der Erfindung ist die Fördermenge der Vordruckpumpe variabel. Dabei kann die Fördermenge der Vordruckpumpe direkt in Abhängigkeit des Vordrucks geändert werden oder in einer anderen Ausbildung in Abhängigkeit des in dem Speicher herrschenden Druckes geregelt werden. Mit einer derartigen Einrichtung ist es möglich, die Fördermenge der Vordruckpumpe jederzeit dem Bedarf der Hochdruckpumpe anzupassen. Geregelt wird die Fördermenge beispielsweise durch Änderung der Drehzahl der Vordruckpumpe, dieses Verfahren ist z. B. bei einer Zahnradpumpe anwendbar. Weiterhin kann die Fördermenge bei einer als Vordruckpumpe verwendeten Hubkolbenpumpe durch Änderungen des Kolbenhubs eingestellt werden.

Weitere erfindungsgemäße Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung, in der ein in den Figuren dargestelltes Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben ist.

Die in der Zeichnung schematisch dargestellte Brennkraftmaschine 1 weist ein Kurbelgehäuse 2, mehrere Zylinder 3 und einen Zylinderkopf 4 auf. Der Zylinderkopf 4 kann auch in mehrere entsprechend der Zahl der Zylinder unterteilte Einzelzylinderköpfe aufgeteilt sind. Der Erfindungsgegenstand ist unabhängig von der Zahl der Zylinder 3, d.h., die Brennkraftmaschine 1 kann auch als beispielsweise Ein-, Zwei- oder Vier-Zylinder-Reihen- oder V-Brennkraftmaschine ausgebildet sein.

In dem Zylinderkopf 4 sind entsprechend der Zahl der Zylinder 3 in Düsenhaltern 5 eingesetzte Einspritzdüsen eingebaut. Dabei ist in die Einspritzdüsen bzw. in die Düsenhalter 5 jeweils ein zusätzliches Unterbrechungsorgan in Form eines Druckunterbrechers oder eines Ausweichkolbens (AWK-Düsenhalter) oder z.B. eine zweite, höhenversetzte Steuerbohrung in die Einspritzpumpe eingebaut. Durch diese Einrichtung bzw. Ausbildung läßt sich der Einspritzvorgang in einfacher Weise in eine Vor- und eine Haupteinspritzung ohne Verwendung von zusätzlichen Einspritzdüsen, Einspritzleitungen oder Einspritzpumpen aufteilen. Die Vor- und Haupteinspritzung kann natürlich, wie zuvor beschrieben, auch in anderer Weise erfolgen.

Die Hochdruckpumpen 6 sind als Stempel-Pumpen ausgebildet und zu einer Reihen-Blockpumpe (oder Verteilerpumpe) zusammengefaßt. Die Austrittsöffnungen der Hochdruckpumpen 6 sind mittels Einspritzleitungen 7 mit den Düsenhaltern 5 verbunden. Bewegt werden die Stempel der Hochdruckpumpen 6 von einer Nockenwelle 8, die in dem Gehäuse der Hochdruckpumpen 6 angeordnet ist. Die Nockenwelle 8 wird von der Kurbelwelle 9 der Brennkraftmaschine 1 über ein entsprechendes Getriebe 10 angetrieben. Antriebsseitig ist den Hochdruckpumpen 6 ein Förderbeginnversteller 11 vorgeschaltet, mit dem der Förderbeginn der Hochdruckpumpen 6 in Abhängigkeit von beispielsweise der Drehzahl der Brennkraftmaschine 1 verstellt werden kann. In Verlängerung der Hochdruckpumpen 6 ist in das Gehäuse der Hochdruckpumpen 6 eine Vordruckpumpe 12 und ein Speicher 13 integriert.

Über eine Einlaßleitung 14 gelangt Kraftstoff von einem Vorratsbehälter über ggfs. zwischengeschaltete Kraftstofffilter in die Vordruckpumpe 12 und wird von dieser auf einen Druck von mindestens 100 bar gebracht.

Der unter diesem Druck stehende Kraftstoff wird in einen Speicher 13 geleitet, der wiederum mit den Hochdruckpumpen 6 verbunden ist. In dem Speicher werden von der Vordruckpumpe 12 hervorgerufene Druckschwankungen weitgehend eliminiert. Weiterhin sind in den Zufluß und den Abfluß des Speichers 13 Rückschlagventile eingesetzt, die dafür sorgen, daß bei Stillstand der Brennkraftmaschine der Vordruck des Kraftstoffs in dem Speicher 13 aufrechterhalten wird. Von dem Speicher 13 gelangt der Kraftstoff zu den Hochdruckpumpen 6, die den Druck des Kraftstoffs auf den gewünschten Druck erhöhen. Der demnach unter Druck stehende Kraftstoff wird über die Einspritzleitungen 7 den in den Düsenhaltern 5 angeordneten Einspritzdüsen zugeführt, die den Kraftstoff zufolge des Unterbrechungsorgans, das z.B. aus einem Druckteiler oder aus einem Ausweichkolben im Düsenhalter 5 bzw. in der Einspritzdüse, gestuften

Absteuerbohrungen in der Stempelführung o.ä. besteht, in einer Vor- und einer Haupteinspritzung in den Brennraum der Brennkraftmaschine 1 eingespritzt. Relative Voreinspritzmenge und Zeitabstand zur Haupteinspritzung sind dabei frei wählbar. Sie können ggf. sehr klein sein.

Ansprüche

1. Verfahren zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer selbstzündenden Brennkraftmaschine (1), wobei der Einspritzvorgang in eine Voreinspritzung und eine Haupteinspritzung unterteilt ist und der Kraftstoff der Voreinspritzung und der Haupteinspritzung vorzugsweise über eine gemeinsame Einspritzdüse in den Brennraum eingespritzt wird und wobei der Kraftstoff der Einspritzdüse unter Hochdruck von einer Hochdruckpumpe (6) zugeführt wird und die Hochdruckpumpe (6) von einer Vordruckpumpe (12) mit unter Vordruck stehendem Kraftstoff versorgt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis von Hochdruck zu Vordruck kleiner als achzig ist und der Vordruck mindestens zehn bar beträgt.

2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer selbstzündenden Brennkraftmaschine (1), wobei der Einspritzvorgang durch eine Hochdruckpumpe (6) in eine Voreinspritzung und eine Haupteinspritzung unterteilt ist, und der Hochdruckpumpe (6) Kraftstoff von einer Vordruckpumpe (12) zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Hochdruckvorratsbehälter zwischen Vordruckpumpe (12) und Hochdruckpumpe (6) geschaltet ist, wobei der Hochdruck in dem Hochdruckvorratsbehälter unabhängig von der Vordruckpumpe (12) mechanisch, hydraulisch und/oder pneumatisch erzeugtbar ist.

3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer selbstzündenden Brennkraftmaschine (1), wobei der Einspritzvorgang durch eine Hochdruckpumpe (6) in eine Voreinspritzung und eine Haupteinspritzung unterteilt ist, und der Hochdruckpumpe (6) Kraftstoff von einer Vordruckpumpe (12) zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Vordruckpumpe (12) zur Erzeugung von einem Druckes vorzugsweise mehr als einhundert bar, mindestens aber zehn bar ausgelegt ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Vordruckpumpe (12) eine Baueinheit mit der Hochdruckpumpe (6) bildet.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Speicher (13) vorgesehen ist, der strömungstechnisch zwischen Vordruckpumpe (12) und Hochdruckpumpe (6) geschaltet ist.

5

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine Druckregleinrichtung vorgesehen ist, die den in der Strömungsverbindung zwischen Vordruckpumpe (12) und Hochdruckpumpe (16) und/oder in dem Speicher (13) herrschenden Druck auf vorgebbare Werte einregelt.

10

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Fördermenge der Vordruckpumpe (12) variabel ist.

15

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Fördermenge der Vordruckpumpe (12) in Abhängigkeit des Vordrucks änderbar ist.

Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Fördermenge der Vordruckpumpe (12) in Abhängigkeit des in dem Speicher (13) herrschenden Drucks regelbar ist.

20

25

30

35

40

45

50

55

6

