



(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2006 061 231 A1 2008.06.26

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2006 061 231.0

(22) Anmeldetag: 22.12.2006

(43) Offenlegungstag: 26.06.2008

(51) Int Cl.⁸: F04B 49/03 (2006.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

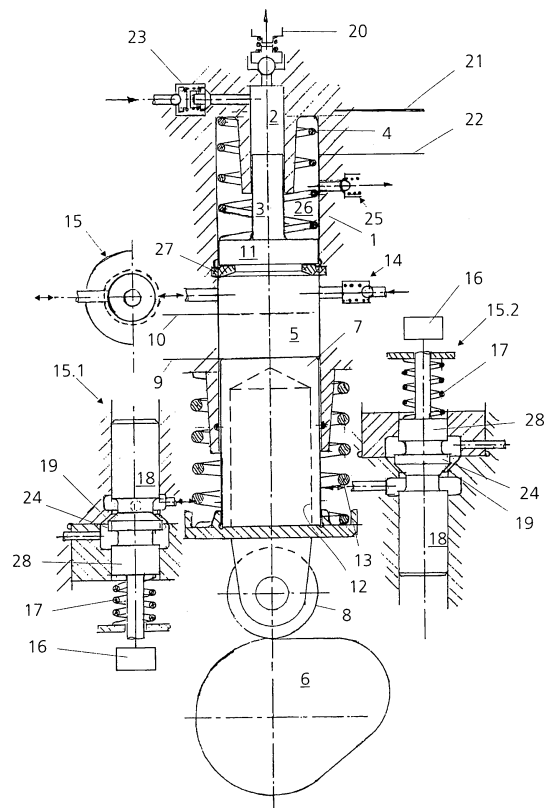
(72) Erfinder:

Iben, Uwe, 70839 Gerlingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Hochdruckkolbenpumpe

(57) Zusammenfassung: Eine Hochdruckkolbenpumpe zur Hochdruckversorgung von Verbrauchern, insbesondere in Common-Rail-Einspritzsystemen von Brennkraftmaschinen, weist ein Pumpengehäuse (1) mit wenigstens einem Hochdruckzylinder (2) auf. In dem Hochdruckzylinder (2) ist ein Hochdruckkolben (3) gegen die Vorspannkraft einer Feder (4) hin- und herbewegbar aufgenommen, um mit Hochdruck beaufschlagtes Fluid zu dem Verbraucher zu fördern. Vorgesehen ist ein Niederdruckzylinder (5), in dem, angetrieben durch einen Nocken (6), ein Niederdruckkolben (7) hin- und herbewegbar ist, wobei der Hochdruckkolben (3) durch einen Druck im Niederdruckzylinder (5) angetrieben ist. Vorgesehen sind Mittel (15), um bei Bedarf aus dem Niederdruckzylinder (5) Druck abzulassen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hochdruckkolbenpumpe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Hochdruckversorgung von Verbrauchern gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 10.

Stand der Technik

[0003] Eine Hochdruckkolbenpumpe der eingangs genannten Art ist aus der DE 199 38 504 A1 bekannt. Diese zeigt eine Einzylinder-Hochdruck-Kolbenpumpe zur Hochdruckversorgung in einem Common-Rail-Einspritzsystem einer Brennkraftmaschine. Die bekannte Kolbenpumpe umfasst eine Pumpengehäuse mit einem Hochdruckzylinder, in dem ein Hochdruckkolben gegen die Vorspannkraft einer Feder hin- und herbewegbar aufgenommen und durch einen Nocken angetrieben ist, um mit Hochdruck beaufschlagten Kraftstoff in ein Rail zu befördern. In derartigen Hochdruckzylinder werden Drücke bis zu 2500 bar erzeugt.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Hochdruckkolbenpumpe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 zu schaffen, die effizient arbeitet und vielseitig einsetzbar ist.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es auch, ein Verfahren zur Hochdruckversorgung von Verbrauchern gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 10 zu schaffen, dass eine effiziente Hochdruckversorgung des Verbrauchers gewährleistet und vielseitig einsetzbar ist.

[0006] Die Aufgabe ist bei einer Hochdruckkolbenpumpe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass ein Niederdruckzylinder vorgesehen ist, in dem, angetrieben durch einen Nocken, ein Niederdruckkolben hin- und herbewegbar ist, wobei der Hochdruckkolben durch einen Druck im Niederdruckzylinder angetrieben ist, und wobei Mittel vorgesehen sind, um bei Bedarf aus dem Niederdruckzylinder Druck abzulassen.

[0007] Die Aufgabe bei einem Verfahren zur Hochdruckversorgung von Verbrauchern gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 10 wird dadurch gelöst, dass zur Veränderung des Drucks in einem Niederdruckzylinder ein Niederdruckkolben hin- und herbewegt wird, wonach der Druck im Niederdruckzylinder zum Antreiben des Hochdruckkolbens verwendet wird und wonach nach Förderung einer vorgesehenen Menge an Fluid zu dem Verbraucher aus dem Niederdruckzylinder Druck abgelassen wird.

[0008] Durch die erfindungsgemäße Lösung kann der Volumenstrom zu dem Verbraucher, insbesondere in Common-Rail-Einspritzsystemen von Brennkraftmaschinen, ohne Verluste und Temperaturerhöhung des Fluids, im Fall eines Common-Rail-Einspritzsystems eines Kraftstoffes, stufenlos von \dot{V}_{\max} bis $\dot{V} = 0$ gesteuert werden. Der maximale Hub des Hochdruckkolbens kann für den maximalen Förderstrom (Volllast) ausgelegt sein. Insbesondere Fahrzeugmotoren werden häufig in Teillast betrieben, wodurch eine Dosierung des Hochdruckstroms zu dem Verbraucher notwendig ist. Diese Dosierung wird erfindungsgemäß in einfacher Weise dadurch erreicht, dass durch die Mittel bei Bedarf aus dem Niederdruckzylinder Druck abgelassen wird, wodurch der Antrieb des Hochdruckkolbens beeinflusst und bei Bedarf der Fördervorgang des Hochdruckzylinders beendet wird.

[0009] Die erfindungsgemäße Lösung verursacht keine wesentliche Kavitation und fördert damit auch keine unerwünschte Materialzerstörung. Da sich der Absteuervorgang im Niederdruckzylinder vollzieht und dort verglichen mit dem Hochdruckzylinder ein wesentlich niedrigerer Druck herrscht, sind die Leistungsverluste wesentlich geringer als wenn die Absteuerung im Hochdruckzylinder erfolgen würde. Dadurch erwärmt sich das Fluid, beispielsweise ein Kraftstoff, beim Absteuern deutlich weniger, wodurch eine wesentliche Temperaturerhöhung des Kraftstoffs im Tank, die insbesondere bei der Benzineinspritzung nicht zulässig ist, vermieden wird.

[0010] Von Vorteil ist es, wenn ein von dem Hochdruckzylinder abgewandter Fuß des Hochdruckkolbens mit dem Druck des Niederdruckzylinders beaufschlagt ist. Dies ermöglicht es, den Hochdruckkolben besonders einfach, effektiv und direkt anzutreiben.

[0011] In einer konstruktiven Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Fuß des Hochdruckkolbens oberhalb eines oberen Totpunkts des Niederdruckkolbens vom Niederdruckzylinder oder einer

Verlängerung des Niederdruckzylinders aufgenommen ist.

[0012] Diese Ausgestaltung ermöglicht es, den Fuß des Hochdruckkolbens besonders effektiv mit dem Druck des Niederdruckzylinders zu beaufschlagen. Eine Anordnung des Fußes des Hochdruckkolbens oberhalb des oberen Totpunkts des Niederdruckkolbens vermeidet eine ungewünschte Kollision. Eine Anordnung des Fußes des Hochdruckkolbens derart, dass dieser von dem Niederdruckzylinder oder einer – gegebenenfalls im Durchmesser reduzierten – Verlängerung des Niederdruckzylinders aufgenommen wird, ermöglicht eine direkte Beaufschlagung des Fußes des Hochdruckkolbens mit dem Druck des Niederdruckkolbens. Aufwändige und teure Druckleitungen werden somit vermieden. Diese Lösung lässt sich besonders einfach und kostengünstig realisieren.

[0013] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Hochdruckkolbenpumpe kann vorgesehen sein, dass das Mittel, um bei Bedarf aus dem Niederdruckzylinder Druck abzulassen, ein durch einen Magneten betätigbares Steuerventil ist, über welches bei einer Bewegung des Niederdruckkolbens von einem unteren Totpunkt zu einem oberen Totpunkt Druck aus dem Niederdruckzylinder ablassbar ist.

[0014] Eine derartige Ausgestaltung der Mittel hat sich als kostengünstig und zuverlässig in der Handhabung herausgestellt. Eine Steuerung der im Niederdruckzylinder enthaltenen Steuerflüssigkeit, beispielsweise einem Schmier- oder Hydrauliköl, lässt sich durch ein Steuerventil, welches über einen Magneten gesteuert wird, in besonders einfacher Weise realisieren. Der Magnet dieses Steuerventils ermöglicht es, das Steuerventil druckunabhängig bei Bedarf zu schalten, um aus dem Niederdruckzylinder Druck abzulassen.

[0015] In einer Ausgestaltung der Erfindung kann ferner vorgesehen sein, dass der Niederdruckkolben zur Reduzierung der Massenträgheitskraft aufgebohrt ist. Dies ermöglicht einen besonders effektiven Betrieb des Niederdruckkolbens.

[0016] Von Vorteil ist es, wenn der Niederdruckkolben mit einer Rolle versehen ist, über welche der Nocken den Niederdruckkolben antreibt. Die Rolle, die beispielsweise auf den Niederdruckkolben aufgeschraubt sein kann, ermöglicht es, den Niederdruckkolben besonders vorteilhaft durch den Nocken anzutreiben.

[0017] In einer konstruktiven Ausgestaltung der Erfindung kann eine Rückhol-Feder vorgesehen sein, welche den Niederdruckkolben in Richtung auf den unteren Totpunkt vorspannt.

[0018] Durch die Rückhol-Feder wird in einfacher Weise sichergestellt, dass der Niederdruckkolben auf den unteren Totpunkt zurückgeholt wird. Zudem kann die Rückhof-Feder auch dafür sorgen, dass die Rolle nicht von dem Nocken abhebt, wodurch beispielsweise unerwünschte Geräusche oder Schläge vermieden werden.

[0019] Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, dass bei einer Bewegung des Niederdruckkolbens von einem oberen Totpunkt zu einem unteren Totpunkt über wenigstens ein Ventil Fluid in den Niederdruckzylinder saugbar ist.

[0020] Die Befüllung des Niederdruckzylinders mit Fluid kann beispielsweise über ein einfaches Kugelventil erfolgen. Gleichzeitig kann jedoch auch vorgesehen sein, dass das Steuerventil geöffnet ist bzw. der Magnet, der das Steuerventil öffnet, unter Strom steht. Dadurch wird auch über das Steuerventil Fluid, beispielsweise ein Hydrauliköl, in den Niederdruckzylinder gesaugt. Die Steuerung des Steuerventils über einen Magneten ermöglicht somit zum einen, dass aus dem Niederdruckzylinder Druck abgelassen werden kann, wenn eine vorgesehene Menge an Fluid durch die Bewegung des Hochdruckkolbens zu dem Verbraucher gefördert wurde, zum anderen ermöglicht die Steuerung des Steuerventils über den Magnet, dass Fluid in den Niederdruckzylinder gesaugt wird, wenn sich der Niederdruckkolben von einem oberen Totpunkt zu einem unteren Totpunkt bewegt.

[0021] Von Vorteil ist es, wenn der Hochdruckzylinder und der Niederdruckzylinder von jeweils einem eigenen Fluidkreislauf versorgt sind.

[0022] Bei einem Einsatz der erfindungsgemäßen Lösung in Common-Rail-Einspritzsystemen kann es sich bei dem Fluid im Hochdruckkreislauf um einen Kraftstoff handeln. Die Steuerflüssigkeit im Fluidkreislauf des Niederdruckzylinders kann ein Schmier- oder Hydrauliköl sein. Eine Trennung des Kraftstoffkreislaufs von dem Steuerkreislauf des Niederdruckzylinders ist von Vorteil, da es im Steuerkreislauf des Niederdruckzylinders keine Schmierungsprobleme gibt.

[0023] Nachfolgend ist anhand der Zeichnung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung prinzipmäßig dargestellt.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0024] Die einzige Figur der Zeichnung zeigt ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Hochdruckkolbenpumpe im Längsschnitt mit einer Darstellung von zwei möglichen Varianten eines Mittels, um bei Bedarf aus dem Niederdruckzylinder Druck abzulassen.

[0025] Die Figur zeigt eine erfindungsgemäße Hochdruckkolbenpumpe zur Hochdruckversorgung von Verbrauchern. Im Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem Verbraucher um ein Rail eines Common-Rail-Einspritzsystems von Brennkraftmaschinen von Kraftfahrzeugen.

[0026] Die dargestellte Hochdruckkolbenpumpe weist ein Pumpengehäuse **1** auf. Das Pumpengehäuse **1** kann beispielsweise in das Gehäuse einer nicht näher dargestellten Brennkraftmaschine eingebaut sein. In dem Pumpengehäuse **1** ist ein Hochdruckzylinder **2** aufgenommen, in dem ein Hochdruckkolben **3** gegen die Vorspannkraft einer Feder **4** hin- und herbewegbar ist. Der Hochdruckkolben **3** fördert mit Hochdruck beaufschlagtes Fluid, im Ausführungsbeispiel einen Kraftstoff, zu dem Rail. Im Hochdruckzylinder **2** wird der Kraftstoff auf den sogenannten Rail-Druck p_R verdichtet.

[0027] Die in der Figur dargestellte Hochdruckkolbenpumpe weist des weiteren einen Niederdruckzylinder **5** auf, in dem, angetrieben durch einen Nocken **6**, ein Niederdruckkolben **7** hin- und herbewegbar ist. Das Antreiben eines Hochdruckkolbens durch einen derartigen Nocken **6** ist aus dem Stand der Technik bereits bekannt, so dass auf das grundsätzliche Prinzip des Antreibens eines Kolbens, im vorliegenden Fall eines Niederdruckkolbens **7** über einen Nocken **6**, nicht näher eingegangen wird.

[0028] Im Ausführungsbeispiel ist der Niederdruckkolben **7** mit einer Rolle **8** versehen, über welche der Nocken den Niederdruckkolben **7** antreibt. Die Rolle **8** ist im Ausführungsbeispiel aufgeschumpft.

[0029] Der Hydraulikkolben **7** ist in dem Niederdruckzylinder **5** zwischen einem unteren Totpunkt **9** und einem oberen Totpunkt **10** bewegbar.

[0030] Oberhalb des oberen Totpunkts **10** des Niederdruckkolbens **7** ist in einer Verlängerung des Niederdruckzylinders **5** ein Fuß **11** des Hochdruckkolbens **3** aufgenommen. Der Fuß **11** des Hochdruckkolbens **3** wird dadurch mit dem Druck des Niederdruckzylinders **5** beaufschlagt.

[0031] Der Niederdruckkolben **7** ist zur Reduzierung der Massenträgheitskraft aufgebohrt, d. h. im Ausführungsbeispiel mit einer Bohrung **12** versehen. Des weiteren ist eine Rückhol-Feder **13** vorgesehen, welche den Niederdruckkolben **7** auf den unteren Totpunkt **9** zurückholt bzw. dafür sorgt, dass die Rolle **8** nicht von dem Nocken **6** abhebt.

[0032] Zur Befüllung des Niederdruckzylinders **5** ist im Ausführungsbeispiel ein Ventil **14** vorgesehen. Das Ventil **14** ist als Kugelventil ausgebildet. Vorgesehen ist dabei, dass bei einer Bewegung des Niederdruckkolbens **7** vom oberen Totpunkt **10** zu dem unteren Totpunkt **9** über das Kugelventil **14** Fluid in den Niederdruckzylinder **5** gesaugt wird.

[0033] Um bei Bedarf aus dem Niederdruckzylinder **5** Druck abzulassen, ist ein Mittel **15** vorgesehen, welches im Ausführungsbeispiel als Steuerventil ausgebildet ist. Zur Betätigung des Steuerventils **15** ist ein Magnet **16** vorgesehen. Im Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass das Steuerventil **15** zusätzlich zu dem Kugelventil **14** auch zur Befüllung des Hydraulikzylinders **5** Verwendung findet.

[0034] Ein Ablassen von Druck bzw. Fluid mittels dem Steuerventil **15** erfolgt – bei Bedarf – während einer Bewegung des Niederdruckkolbens **7** von dem unteren Totpunkt **9** zu dem oberen Totpunkt **10**.

[0035] Die Steuerflüssigkeit im Niederdruckzylinder **5** ist im Ausführungsbeispiel ein Schmier- oder Hydrauliköl. Der Kraftstoffkreislauf des Hochdruckzylinders **2** und der Steuerkreislauf des Niederdruckzylinders **5** sind zwei getrennte Kreisläufe.

[0036] Nachfolgend wird ein komplettes Arbeitsspiel der Hochdruckkolbenpumpe beschrieben.

[0037] Befindet sich der Niederdruckkolben **7** auf dem Weg vom oberen Totpunkt **10** zum unteren Totpunkt **9**, dann saugt der Niederdruckkolben **7** Steuerflüssigkeit über das Kugelventil **14** an. Gleichzeitig öffnet das Steuerventil **15** bzw. der Magnet **16**, der das Steuerventil **15** öffnet, wird unter Strom gestellt. Der Öffnungshub des Magneten **16** kann vorzugsweise 0,5 Millimeter betragen. Dadurch wird die Steuerflüssigkeit nicht nur über das Kugelventil **14**, sondern auch über das Steuerventil **15** in den Niederdruckzylinder **5** gesaugt. Im Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass der minimale Ansaugdruck p_{Nzmin} über den Kavitationsdruck p_D der Steuerflüssigkeit liegt. Die Füllung des Niederdruckzylinders wird dadurch verbessert und eine monotone Steuerung ermöglicht.

[0038] Sobald der Nocken **6** den Niederdruckkolben **7** aus dem unteren Totpunkt **9** anhebt, schließt das Kugelventil **14**. Der Druck im Niederdruckzylinder **5** steigt somit an. Wenn eine Vollastförderung des Hochdruckzylinders **2** vorgesehen ist, wird das Steuerventil **15** verschlossen, so dass die Steuerflüssigkeit nicht aus dem Niederdruckzylinder **5** entweichen kann. Im Ausführungsbeispiel erfolgt das Verschließen des Steuerventils **15** dadurch, dass der Magnet **16** stromlos geschaltet wird. Somit drückt eine Steuerventilfeder **17** einen Ventilkörper **18** des Steuerventils **15** auf einen zugeordneten Ventilsitz **19**. Dadurch wird in einfacher Weise erreicht, dass die Steuerflüssigkeit nicht aus dem Niederdruckzylinder **5** entweicht. Der Druck im Niederdruckzylinder **5** steigt somit schnell an. Ist der Druck im Niederdruckzylinder **5** hinreichend groß, wird der Hochdruckkolben **3** gegen die Feder **4** angehoben, wodurch der Kraftstoff im Hochdruckzylinder **2** rasch verdichtet, bis der Druck p_{Hz} den Raildruck p_R übersteigt. Für $p_{Hz} > p_R$ öffnet ein Hochdruckventil, im Ausführungsbeispiel ein Hochdruckkugelventil **20**, und der Kraftstoff fließt in eine Leitung, die mit dem nicht näher dargestellten Rail verbunden ist. Die Förderung hält solange an, bis der Hochdruckkolben **3** einen oberen Totpunkt **21** erreicht hat. Die Feder **4** bewirkt, dass der Hochdruckkolben **3** von dem oberen Totpunkt **21** wieder zu einem unteren Totpunkt **22** zurück geholt wird.

[0039] Ist nur eine Teilförderung des Kraftstoffes in das Rail vorgesehen, dann öffnet das Steuerventil **15** während der Bewegung des Hochdruckkolbens **3**. Dies erfolgt dadurch, dass der Magnet **16** den Ventilkörper **18** des Steuerventils **15** anzieht. In diesem Fall fällt der Druck im Niederdruckzylinder **5** ab und der Fördervorgang des Hochdruckkolbens **3** wird vorzeitig beendet. Die Steuerflüssigkeit wird im Niederdruckzylinder **5** über das Steuerventil **15** abgesteuert, bis der Niederdruckzylinder **5** seinen oberen Totpunkt **10** erreicht hat. Inzwischen drückt die Feder **4** den Hochdruckkolben **3** in dessen unteren Totpunkt **22** zurück. Das Hochdruckkugelventil **20** schließt und neuer Kraftstoff wird über ein Saugventil **23** des Kraftstoffkreislaufs angesaugt.

[0040] Der Absteuervorgang im Niederdruckzylinder **5** vollzieht sich bei einem niedrigen Druck von z. B. $p_{Nz} \approx 10$ bar. Fließt dabei im zeitlichen Mittel der Volumenstrom \dot{V}_{Nz} , dann entsteht ein Leistungsverlust in der Größenordnung von

$$P_{Nz} = \Delta p_{Nz} \cdot \dot{V}_{Nz} \approx 10^6 \cdot \dot{V}_{Nz}$$

[0041] Im Vergleich dazu würde der Leistungsverlust

$$P_{Hz} = \Delta p_{Hz, max} \cdot \dot{V}_{Hz} \approx 2500 \cdot 10^5 \cdot \frac{\dot{V}_{Nz}}{10} = 250 \cdot 10^5 \cdot \dot{V}_{Nz}$$

betragen, wenn, wie bei den Pumpen gemäß dem Stand der Technik, der Hochdruckstrom abgesteuert wird. Im Ausführungsbeispiel wurde ein Druckübersetzungsverhältnis von 10 gewählt. Das Verhältnis von

$$V = \frac{P_{Nz}}{P_{Hz}} \approx \frac{1}{25}$$

beträgt bei Vernachlässigung der Kompressibilität der Flüssigkeiten nur 1/25.

[0042] In der Figur des Ausführungsbeispiels sind zwei Varianten des Steuerventils **15.1** und **15.2** dargestellt. In der Variante **15.1** befindet sich der Ventilsitz **19** auf der Hochdruckseite, während er sich bei der Variante **15.2** auf der Niederdruckseite befindet.

[0043] Der Durchmesser eines Sitzbundes **24** ist in beiden Varianten im Ausführungsbeispiel größer als der Durchmesser des Ventilkörpers **18**. Bei einer geeigneten Wahl des Durchmessers eines Elementes **28** des Steuerventils **15** ist der Ventilkörper **18** im geschlossenen und geöffneten Zustand fast kraftlos. Der Magnet **16** hat dann nur die Kraft der Steuerventilfeder **17** und die Ventilreibung beim Öffnen zu überwinden. Ein Gehäuse des Steuerventils **15** kann in diesem Fall zweigeteilt sein. In der Variante **15.1** ist vorgesehen, dass der Durchmesser des Elements **28** gleich groß oder größer ist als der Durchmesser des Ventilkörpers **18**. In der Variante

15.2 ist vorgesehen, dass der Durchmesser zudem kleiner ist als der Durchmesser des Sitzbundes **24**. In Versuchen hat sich das Steuerventil **15.2** als geeigneter herausgestellt.

[0044] Wie sich aus der Figur ergibt, ist ein Entlastungsventil **25** in einer Ausbildung als Kugelventil vorgesehen, um einen Federraum **26** der Feder **4** von Leckagekraftstoff zu entlasten.

[0045] Der Durchmesser des Fußes **11** des Hochdruckkolbens **3** weist im Ausführungsbeispiel den gleichen Durchmesser auf wie der Niederdruckkolben **7**. Grundsätzlich kann der Durchmesser des Fußes **11** auch größer oder kleiner gewählt werden, falls eine Hubübersetzung erwünscht ist.

[0046] Wie ferner aus der Figur ersichtlich ist, liegt bzw. ruht der Fuß **11** auf einer Begrenzung **27** bzw. einem (vorzugsweise ringförmigen) Anschlag, wenn sich der Hochdruckkolben **3** im unteren Totpunkt **22** befindet. Die Begrenzung **27** kann in beliebiger Art und Weise realisiert werden. Die im Ausführungsbeispiel dargestellte Ausgestaltung bietet sich an, um für den Niederdruckzylinder **5** bzw. dessen Verlängerung und den Federraum **26** in kostengünstiger Weise denselben Durchmesser wählen zu können. Somit können diese Räume gegebenenfalls in einem Arbeitsgang hergestellt werden. Eine Beaufschlagung des Fußes **11** des Hochdruckkolbens **3** mit Druck des Niederdruckzylinders **5** lässt sich somit in einfacher Weise realisieren.

[0047] Die Toträume der beiden Zylinder (**2**, **5**) sollten möglichst sehr klein gewählt werden.

Patentansprüche

1. Hochdruckkolbenpumpe zur Hochdruckversorgung von Verbrauchern, insbesondere in Common-Rail-Einspritzsystemen von Brennkraftmaschinen, mit einem Pumpengehäuse (**1**) mit wenigstens einem Hochdruckzylinder (**2**), in dem ein Hochdruckkolben (**3**) gegen die Vorspannkraft einer Feder (**4**) hin- und herbewegbar aufgenommen ist, um mit Hochdruck beaufschlagtes Fluid zu dem Verbraucher zu fördern, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Niederdruckzylinder (**5**) vorgesehen ist, in dem, angetrieben durch einen Nocken (**6**), ein Niederdruckkolben (**7**) hin- und herbewegbar ist, wobei der Hochdruckkolben (**3**) durch einen Druck im Niederdruckzylinder (**5**) angetrieben ist, und wobei Mittel (**15**) vorgesehen sind, um bei Bedarf aus dem Niederdruckzylinder (**5**) Druck abzulassen.

2. Hochdruckkolbenpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein von dem Hochdruckzylinder (**2**) abgewandter Fuß (**11**) des Hochdruckkolbens (**3**) mit dem Druck des Niederdruckzylinders (**5**) beaufschlagt ist.

3. Hochdruckkolbenpumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Fuß (**11**) des Hochdruckkolbens (**3**) oberhalb eines oberen Totpunkts (**10**) des Niederdruckkolbens (**7**) vom Niederdruckzylinder (**5**) oder einer Verlängerung des Niederdruckzylinders (**5**) aufgenommen ist.

4. Hochdruckkolbenpumpe nach Anspruch 1, 2 oder 3 dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel (**15**) ein durch einen Magneten (**16**) betätigbares Steuerventil ist, über welches bei einer Bewegung des Niederdruckkolbens (**7**) von einem unteren Totpunkt (**9**) zu einem oberen Totpunkt (**10**) Druck aus dem Niederdruckzylinder (**5**) ablassbar ist.

5. Hochdruckkolbenpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Niederdruckkolben (**7**) zur Reduzierung der Massenträgheitskraft aufgebohrt ist.

6. Hochdruckkolbenpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Niederdruckkolben (**7**) mit einer Rolle (**8**) versehen ist, über welche der Nocken den Niederdruckkolben (**7**) antreibt.

7. Hochdruckkolbenpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Rückhol-Feder (**13**) vorgesehen ist, welche den Niederdruckkolben (**7**) in Richtung auf den unteren Totpunkt (**9**) vorspannt.

8. Hochdruckkolbenpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Bewegung des Niederdruckkolbens (**7**) von dem oberen Totpunkt (**10**) zu dem unteren Totpunkt (**9**) über wenigstens ein Ventil (**14**) Fluid in den Niederdruckzylinder (**5**) saugbar ist.

9. Hochdruckkolbenpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Hochdruckzylinder (**2**) und der Niederdruckzylinder (**5**) von jeweils einem eigenen Fluidkreislauf versorgt sind.

10. Verfahren zur Hochdruckversorgung von Verbrauchern, insbesondere in Common-Rail-Einspritzsystemen von Brennkraftmaschinen, wonach in einem Pumpengehäuse (1) mit wenigstens einem Hochdruckzylinder (2) ein Hochdruckkolben (3) gegen die Vorspannkraft einer Feder (4) hin- und herbewegt wird, um mit Hochdruck beaufschlagtes Fluid zu dem Verbraucher zu fördern, dadurch gekennzeichnet, dass zur Veränderung des Drucks in einem Niederdruckzylinder (5) ein Niederdruckkolben (7) hin- und herbewegt wird, wonach der Druck im Niederdruckzylinder (5) zum Antreiben des Hochdruckkolbens (3) verwendet wird, und wonach nach Förderung einer vorgesehenen Menge an Fluid zu dem Verbraucher aus dem Niederdruckzylinder (5) Druck abgelassen wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

