



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**15.06.2011 Patentblatt 2011/24**

(51) Int Cl.:  
**F02M 59/46 (2006.01) F02M 63/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **11157492.7**

(22) Anmeldetag: **16.04.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE ES FR IT**

(30) Priorität: **25.04.2006 DE 102006019049**  
**29.03.2007 DE 102007016134**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)  
nach Art. 76 EPÜ:  
**07728147.5 / 2 013 469**

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Flo, Siamend**  
**70499 Stuttgart (DE)**  
• **Wilms, Rainer**  
**71706 Markgroeningen (DE)**  
• **Siegel, Heinz**  
**70435 Stuttgart (DE)**

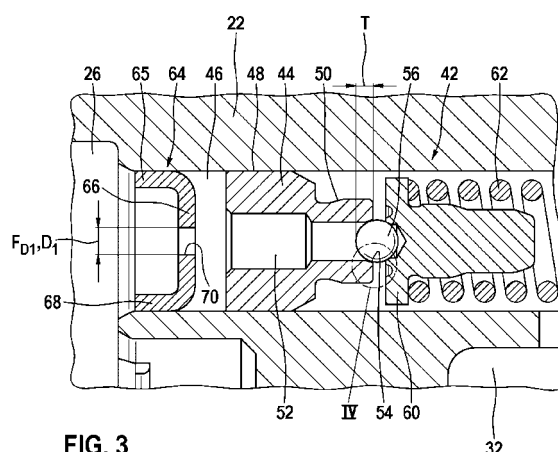
- **Pfuhl, Berthold**  
**71706 Markgroeningen (DE)**
- **Goldschmitt, Volkmar**  
**71679 Asperg (DE)**
- **Lang, Klaus**  
**70439 Stuttgart (DE)**
- **Schlingensief, Hans-Werner**  
**71701 Schwieberdingen (DE)**
- **Ropertz, Peter**  
**71739 Oberriexingen (DE)**
- **Zumbraegel, Joachim**  
**71735 Eberdingen (DE)**
- **Laich, Martin**  
**71711 Murr (DE)**
- **Toscano, Vittorio**  
**64859 Eppertshausen (DE)**

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 09-03-2011 als  
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten  
Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Kraftstoff-Hochdruckpumpe**

(57) Eine Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) umfasst mindestens einen Förderraum (32) und einen Hochdruckauslass (26). Ferner ist ein Druckbegrenzungsventil (42) mit einem druckdifferenzbetätigten Ventilelement (56) vorgesehen, welches vom Hochdruckauslass (26) zum Förderraum (32) öffnen kann. Es wird vorgeschlagen, dass vom Ventilsitz (54) des Druckbegrenzungsventils (42) aus gesehen auf dessen Hochdruckseite eine Drosseleinrichtung (64) angeordnet ist, deren freier Querschnitt ( $F_{D1}$ ) höchstens in etwa gleich einem gewünschten maximalen Öffnungsquerschnitt des Druckbegrenzungsventils (42) ist, und dass die Drosseleinrichtung (64) ein vom Druckbegrenzungsventil (42) aus gesehen hochdruckseitig angeordnetes und vom Druckbegrenzungsventil (42) separates Teil (65) mit einer Strömungsdrossel (70) umfasst.



**FIG. 3**

## Beschreibung

### Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Kraftstoff-Hochdruckpumpe nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Eine Kraftstoff-Hochdruckpumpe der eingangs genannten Art ist aus der DE 10 2004 013 307 A1 bekannt. Bei dieser Einzylinder-Kolbenpumpe ist der Förderraum über ein federbelastetes Auslassventil mit einem Hochdruckauslass verbindbar. Fluidisch parallel zu dem Auslassventil ist ein Druckbegrenzungsventil vorgesehen, welches als Ventilelement eine federbelastete Ventilkugel aufweist. Das Druckbegrenzungsventil öffnet zum Förderraum hin und verbindet in geöffnetem Zustand den Hochdruckauslass mit dem Förderraum. Ein solchermaßen angeordnetes Druckbegrenzungsventil hat den Vorteil, dass es den Hochdruckbereich vor unzulässig hohen Drücken schützt, gleichzeitig aber den Liefergrad der Kraftstoff-Hochdruckpumpe nicht verschlechtert, da das Druckbegrenzungsventil lediglich dann öffnet, wenn im Förderraum ein deutlich geringerer Druck als im Hochdruckauslass herrscht.

### Offenbarung der Erfindung

#### Technische Aufgabe

**[0003]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Kraftstoff-Hochdruckpumpe der eingangs genannten Art zu schaffen, die besonders zuverlässig arbeitet.

#### Technische Lösung

**[0004]** Diese Aufgabe wird durch eine Kraftstoff-Hochdruckpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben. Ferner finden sich für die Erfindung wesentliche Merkmale in der nachfolgenden Beschreibung und der Zeichnung. Dabei können die Merkmale auch in ganz unterschiedlichen Kombinationen für die Erfindung wesentlich sein, ohne dass hierauf jeweils explizit hingewiesen wird.

#### Vorteilhafte Wirkungen

**[0005]** Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass beim Öffnen des Druckbegrenzungsventils die Gefahr besteht, dass das Ventilelement durch dynamische Druckstöße so weit vom Ventilsitz abhebt, dass es aus dem Ventilsitz herausgedrückt wird und sich zwischen Ventilsitzkörper und Federteller verklemmt. Damit könnte das Druckbegrenzungsventil nicht mehr schließen, was zur Folge hätte, dass eine Pumpenförderung nicht mehr möglich wäre. All dies wird durch die erfindungsgemäße Maßnahme verhindert: Durch die Drosseleinrichtung wird der durch das Druckbegrenzungsventil maximal abströmende Mengenstrom so begrenzt, dass das Ventil-

element des Druckbegrenzungsventils einen maximalen Öffnungshub nicht überschreiten kann. Die Drosseleinrichtung wirkt also quasi als hydraulische Hubbegrenzung.

**[0006]** Erreicht wird dies durch die spezielle Abstimmung des freien Querschnitts der Drosseleinrichtung mit dem gewünschten maximalen Öffnungsquerschnitt des Druckbegrenzungsventils, der einem Hub des Ventilelements entspricht, bei dem noch sichergestellt ist, dass das Ventilelement sich nicht verklemmen kann. In den meisten Fällen dürfte dieser maximale Öffnungsquerschnitt eine Ringfläche sein. Durch die erfindungsgemäße Maßnahme wird verhindert, dass das Ventilelement bei maximalen Durchfluss durch das Druckbegrenzungsventil aus dem Ventilsitzbereich heraustaucht, und es wird gewährleistet, dass das Ventilelement beim Schließen des Druckbegrenzungsventils wieder leicht in den Ventilsitz zurückfindet. Die Drosseleinrichtung reduziert darüber hinaus das dynamische Verhalten des Druckbegrenzungsventils, was sich auch auf den Verschleiß positiv auswirkt. Druckspitzen werden nur gedämpft auf das Ventilelement übertragen.

**[0007]** Indem die Drosseleinrichtung ein vom Druckbegrenzungsventil aus gesehen hochdruckseitig angeordnetes und vom Druckbegrenzungsventil separates Teil mit einer Strömungsdrossel umfasst, können die bisher eingesetzten Druckbegrenzungsventile unverändert bleiben. Dies senkt die Herstellkosten.

**[0008]** In die gleiche Richtung zielt jene Weiterbildung, bei welcher das separate Teil im Presssitz in einem Überströmkanal eines Pumpengehäuses gehalten ist.

**[0009]** Das separate Teil kann topfförmig ausgebildet sein mit einem Bodenabschnitt, wobei die Strömungsdrossel durch mindestens eine Öffnung in dem Bodenabschnitt ausgebildet ist. Ein solches Teil kann preiswert als Blechform- und Stanzteil hergestellt werden.

**[0010]** Bei einer vom Druckbegrenzungsventil aus gesehen hochdruckseitig angeordneten Drosseleinrichtung ist es vorteilhaft, wenn deren freie Querschnittsfläche wenigstens in etwa das 0,6-fache bis 1,1-fache der Querschnittsfläche eines Ventilsitzes des Druckbegrenzungsventils beträgt.

**[0011]** Alternativ oder zusätzlich zu einer vom Druckbegrenzungsventil separaten Strömungsdrossel kann die Drosseleinrichtung auch eine Strömungsdrossel umfassen, die in einem Ventilsitzkörper des Druckbegrenzungsventils nahe oder unmittelbar benachbart zum Ventilsitz und von diesem aus gesehen hochdruckseitig angeordnet ist. Damit entfällt die Handhabung eines separaten Teils, was die Montage der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Hochdruckpumpe vereinfacht.

**[0012]** Dabei kann die Strömungsdrossel einfach durch eine Engstelle in einem Zuströmkanal im Ventilsitzkörper gebildet werden.

**[0013]** Bei einer solchen Drosseleinrichtung sollte die freie Querschnittsfläche der Strömungsdrossel wenigstens in etwa das 0,5-fache bis 0,75-fache der Querschnittsfläche des Ventilsitzes des Druckbegrenzungs-

ventils betragen. Bei einer solchen Auslegung wird eine gute Funktion des Druckbegrenzungsventils mit guter Sicherheit gegen ein Verkleben des Ventilelements gewährleistet.

**[0014]** Als Ventilelement des Druckbegrenzungsventils kommt eine federbeaufschlagte Kugel in Frage, welche lose verbaut werden kann, was sehr kostengünstig ist. Der Ventilsitz für eine solche Kugel ist vorteilhafterweise konisch mit einem Konuswinkel ungefähr zwischen 30° und 50°. Je geringer der Winkel ist, desto besser ist die Abdichtung in geschlossenem Zustand des Druckbegrenzungsventils.

**[0015]** Vorgeschlagen wird ferner, dass eine freie Querschnittsfläche eines Zuströmkanals unmittelbar stromaufwärts (also hochdruckseitig) vom Ventilsitz (der Begriff stromaufwärts ist hier auf die Durchströmrichtung des Druckbegrenzungsventils bezogen) wenigstens in etwa das 0,8-fache bis 0,95-fache der Querschnittsfläche des Ventilsitzes des Druckbegrenzungsventils beträgt. Ein solch schmaler Ventilsitz ist vorteilhaft, um eine gute Schmutzunempfindlichkeit des Druckbegrenzungsventils gewährleisten zu können. Ferner kann durch einen solchen schmalen Ventilsitz der Sitz selbst im Betrieb besonders gut geprägt werden.

**[0016]** Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Hochdruckpumpe sieht vor, dass ein Ventilsitzkörper des Druckbegrenzungsventils einen sich in Öffnungsrichtung des Ventilelements erstreckenden Sicherungsabschnitt für das Ventilelement umfasst, der als im Wesentlichen ringförmiger Kragen ausgebildet ist. Durch diesen Sicherungsabschnitt wird das Ventilelement in geöffnetem, also vom Ventilsitz abgehobenem Zustand in seitlicher Richtung gesichert, so dass es selbst beim Auftreten dynamischer Druckstöße und großem Öffnungshub unmöglich ist, dass das Ventilelement zwischen Ventilsitzkörper und einer das Ventilelement beaufschlagenden Ventilsfeder verklemt wird. Letztlich wird durch diese erfindungsgemäße Maßnahme die Betriebssicherheit der Kraftstoff-Hochdruckpumpe verbessert, da verhindert wird, dass das Druckbegrenzungsventil in geöffnetem Zustand verklemt und hierdurch ein Hochdruckaufbau der Kraftstoff-Hochdruckpumpe unmöglich wird. Der Sicherungsabschnitt sorgt letztlich dafür, dass das Ventilelement auch bei einem großen Hub wieder sicher zum Ventilsitz zurückfindet.

**[0017]** Eine Weiterbildung hierzu sieht vor, dass der Sicherungsabschnitt an einen Ventilsitzbereich des Druckbegrenzungsventils in der Nähe von dessen Ventilsitz angeformt ist. Damit wird die Anzahl der bei der Montage handzuhabenden Teile reduziert, was die Montage vereinfacht. Darüber hinaus werden die Herstellkosten für den Sicherungsabschnitt reduziert, da der Ventilsitzbereich des Druckbegrenzungsventils ohnehin bearbeitet werden muss.

**[0018]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn auf der radialen Innenseite des Sicherungsabschnittes mindestens ein vorzugsweise sich im Wesentlichen über die

Länge des Sicherungsabschnitts erstreckender Strömungskanal, insbesondere eine Strömungstasche ausgebildet ist. Ein solcher beispielsweise durch eine Ausnehmung eingebrachter Strömungskanal gestattet bei geöffnetem Druckbegrenzungsventil eine widerstandsarme Strömung zwischen dem Ventilelement und der Innenseite des Sicherungsabschnitts, bei gleichzeitig enger Führung des Ventilelements durch den Sicherungsabschnitt. Durch den Strömungskanal kann das Fluid problemlos zwischen der Innenseite des Sicherungsabschnitts und dem geöffneten Ventilelement und einem dieses eventuell haltenden Ventilelementhalter vorbeistromen.

**[0019]** In die gleiche Richtung zielt jene Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Hochdruckpumpe, bei welcher der Sicherungsabschnitt mindestens einen sich vorzugsweise im Wesentlichen über seine Länge erstreckenden Schlitz aufweist. Ein solcher Schlitz ist besonders preiswert herstellbar.

**[0020]** Ferner wird vorgeschlagen, dass die radiale Innenseite des Sicherungsabschnitts eine sich in Öffnungsrichtung des Druckbegrenzungsventils erweiternde Konusfläche umfasst. Damit wird bei geöffnetem Druckbegrenzungsventil jener Freiraum geschaffen, der eine widerstandsarme Strömung des Fluids zwischen Sicherungsabschnitt einerseits und Ventilelement und Ventilelementhalter andererseits ermöglicht. Dabei kann der Konuswinkel der Konusfläche wenigstens ungefähr dem Konuswinkel des Ventilsitzes entsprechen, was eine relativ einfache Herstellung ermöglicht. Der Konuswinkel der Konusfläche kann aber auch größer sein als der Konuswinkel des Ventilsitzes, was bereits bei einem kleinen Öffnungshub des Ventilelements zu einem vergleichsweise großen Freiraum zwischen der radialen Innenseite des Sicherungsabschnitts einerseits und dem Ventilelement beziehungsweise Ventilelementhalter andererseits führt.

**[0021]** Besonders vorteilhaft ist es ferner, wenn der Ventilsitzkörper einen zum Ventilsitz benachbarten und sich wenigstens in etwa radial erstreckenden Absatz aufweist, von dem aus sich in Öffnungsrichtung des Druckbegrenzungsventils die radiale Innenseite des Sicherungsabschnitts erstreckt. Diese Maßnahme kann sowohl im Zusammenhang mit den oben genannten Strömungstaschen oder Strömungsschlitzten als auch der oben genannten Konusfläche Verwendung finden. Durch den Absatz werden schließende Strömungskräfte auf das Ventilelement in dessen geöffnetem Zustand vermieden.

**[0022]** Das Druckbegrenzungsventil kann einen kolbenartigen Ventilelementhalter umfassen, der das Ventilelement in Schließrichtung beaufschlagt und sowohl bei geschlossenem als auch bei geöffnetem Druckbegrenzungsventil in den Sicherungsabschnitt eintaucht. Hierdurch wird eine besonders sichere Führung des Ventilelements gewährleistet.

## Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0023]** Nachfolgend werden besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

- Figur 1 eine schematische Darstellung eines Kraftstoffsystems mit einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe;
- Figur 2 einen teilweisen Schnitt durch die Kraftstoff-Hochdruckpumpe von Figur 1 mit einer ersten Ausführungsform eines Druckbegrenzungsventils und einer Drosseleinrichtung;
- Figur 3 eine vergrößerte Detaildarstellung eines Bereichs der Kraftstoff-Hochdruckpumpe von Figur 2;
- Figur 4 ein Detail IV von Figur 3;
- Figur 5 eine Darstellung ähnlich Figur 3 einer zweiten Ausführungsform;
- Figur 6 eine Darstellung ähnlich Figur 5 bei geöffnetem Druckbegrenzungsventil;
- Figur 7 eine Darstellung ähnlich Figur 5 einer dritten Ausführungsform;
- Figur 8 einen Schnitt längs der Linie VIII-VIII von Figur 7;
- Figur 9 eine Darstellung ähnlich Figur 7 einer vierten Ausführungsform;
- Figur 10 einen Schnitt längs der Linie X-X von Figur 9;
- Figur 11 eine Darstellung ähnlich Figur 7 einer fünften Ausführungsform;
- Figur 12 eine Darstellung ähnlich Figur 7 einer sechsten Ausführungsform; und
- Figur 13 eine Darstellung ähnlich Figur 7 einer siebten Ausführungsform.

## Ausführungsformen der Erfindung

**[0024]** In Figur 1 trägt ein Kraftstoffsystem insgesamt das Bezugszeichen 10. Das in Figur 1 nur vereinfacht dargestellte Kraftstoffsystem 10 umfasst einen Kraftstoffbehälter 12, aus dem eine Vorförderpumpe 13 den Kraftstoff in eine Niederdruck-Kraftstoffleitung 14 fördert. Diese führt zu einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe 16, die den Kraftstoff weiter verdichtet und in eine Kraftstoff-Sammelleitung 18 fördert, in der der Kraftstoff unter hohem

Druck gespeichert ist und die auch als "Rail" bezeichnet wird. An das Rail 18 sind mehrere Injektoren 20 angeschlossen, die den Kraftstoff direkt in ihnen zugeordnete Brennräume (nicht dargestellt) einer Brennkraftmaschine einspritzen, zu der das Kraftstoffsystem 10 gehört.

**[0025]** Wie aus Figur 2 hervorgeht, verfügt die Kraftstoff-Hochdruckpumpe 16 über ein Gehäuse 22 mit einem Niederdruckeinlass 24 und einem Hochdruckauslass 26. Vom Niederdruckeinlass 24 führt ein Einlasskanal 28 zu einem Einlassventil 30 (in Figur 2 nicht sichtbar) und weiter zu einem Förderraum 32, der von einem Pumpenkolben 34 begrenzt wird. Ein Auslasskanal 36 führt über ein Auslassventil 38 zu dem Hochdruckauslass 26. Das Einlassventil 30 ist in ein Mengensteuerventil 40 integriert, durch welches der Förderraum 32 zwangsweise mit dem stromaufwärts vom Einlassventil 30 gelegenen Bereich des Einlasskanals 28 verbunden werden kann. Auf diese Weise kann während eines Förderhubs Kraftstoff zum Niederdruckeinlass 24 zurückgefördert und hiermit die Fördermenge der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 16 eingestellt werden.

**[0026]** Fluidisch parallel zum Auslassventil 38 ist ein Druckbegrenzungsventil 42 angeordnet. Dieses ist stärker im Detail in Figur 3 dargestellt: Es umfasst einen Ventilsitzkörper 44, der in einem vom Hochdruckauslass 26 zum Förderraum 32 führenden Überströmkanal 46 mit einem Befestigungsbereich 48 im Presssitz angeordnet ist. Zum Förderraum 32 hin verjüngt sich der Außendurchmesser des Ventilsitzkörpers 44 zu einem Ventilsitzbereich 50 hin. Die Außenkontur des Ventilsitzkörpers 44 in diesem Bereich kann auch als flaschenhalsartig bezeichnet werden. Damit wird verhindert, dass sich dieser Ventilsitzbereich 50 beim Einpressen des Ventilsitzkörpers 44 in den Überströmkanal 46 verformt.

**[0027]** Der Ventilsitzkörper 44 wird von einem Zuströmkanal 52 in Längsrichtung durchsetzt, der als Stufenbohrung ausgeführt ist, deren Innendurchmesser im Ventilsitzbereich 50 kleiner ist als im Befestigungsbereich 48. Am in den Figuren 3 und 4 rechten Ende des Zuströmkanals 52 ist der eigentliche Ventilsitz 54 für ein als Ventilkugel ausgebildetes Ventilelement 56 eingearbeitet. Der Ventilsitz 54 ist konisch ausgeführt mit einem Konuswinkel vorliegend von ungefähr 30°. Der halbe Konuswinkel ist in Figur 4 durch einen Pfeil mit dem Bezugszeichen 58 angedeutet. Grundsätzlich sollte der Konuswinkel ungefähr zwischen 30° und 50° liegen, wobei ein kleiner Konuswinkel Vorteile im Hinblick auf die Abdichtung hat. Die Berührungsstelle des Ventilelements 56 mit dem Ventilsitz 54 ist linienförmig mit einem Durchmesser  $d_1$ . Der Durchmesser  $d_2$  des Zuströmkanals 52 ist kleiner als der Durchmesser  $d_1$ . Auf diese Weise ist eine freie Querschnittsfläche  $F_{d2}$  des vom Ventilsitz 54 aus gesehen zum Hochdruckanschluss 26 hin und insoweit hochdruckseitig angeordneten Zuströmkanals 52 unmittelbar benachbart zum Ventilelement 56 wenigstens in etwa 0,8-fach bis 0,95-fach so groß wie die Querschnittsfläche  $F_{d1}$ , die durch den Ventilsitzdurchmesser  $d_1$  am Ventilsitz 54 definiert wird.

**[0028]** Das Ventilelement 56 wird zum Ventilsitz 54 hin von einem Ventilelementhalter 60 beaufschlagt, an dem wiederum eine Ventilsfeder 62 angreift. Eine Eintauchtiefe des Ventilelements 56 in den Zuströmkanal 52 des Ventilsitzkörpers 54 ist in Figur 3 mit T bezeichnet.

**[0029]** Vom Druckbegrenzungsventil 42 bzw. dessen Ventilsitz 54 aus gesehen zum Hochdruckanschluss 26 hin, als auf der Hochdruckseite des Druckbegrenzungsventils 42, ist im Überströmkanal 46 eine Drosseleinrichtung 64 im Presssitz gehalten. Diese Drosseleinrichtung 64 ist bei der in den Figuren 2 bis 4 gezeigten Ausführungsform als vom Druckbegrenzungsventil 42 separates und topfförmiges Teil 65 ausgebildet, welches einen Bodenabschnitt 66 und einen zu diesem in etwa rechtwinkligen und umlaufenden Wandabschnitt 68 aufweist. Das Teil 65 kann beispielsweise als Blechform- und Stanzteil hergestellt sein. Im Bodenabschnitt 66 ist eine Öffnung 70 vorhanden, welche einen Durchmesser  $D_1$  aufweist und eine Strömungsdrossel bildet. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel beträgt die freie Querschnittsfläche  $F_{D1}$  auf der Basis des Durchmessers  $D_1$  der Strömungsdrossel 70 das 0,6-fache der Querschnittsfläche  $F_{d1}$  auf der Basis des Durchmessers  $d_1$  des Ventilsitzes 54 des Druckbegrenzungsventils 42. Grundsätzlich denkbar sind jedoch Werte zwischen dem 0,6-fachen bis zum 1,1-fachen.

**[0030]** Die Kraftstoff-Hochdruckpumpe 16 arbeitet folgendermaßen: Bei einem Saughub des Pumpenkolbens 34 öffnet das Einlassventil 30 und Kraftstoff strömt aus der Niederdruck-Kraftstoffleitung 14 in den Förderraum 32. Bei einem anschließenden Förderhub wird der im Förderraum 32 eingeschlossene Kraftstoff komprimiert, bis schließlich das Auslassventil 38 öffnet und der Kraftstoff unter hohem Druck in das Rail 18 gepresst wird. Kommt es im Rail 18 und somit auch im Bereich des Hochdruckauslasses 26 zu einem zu hohen Druck, hebt das Ventilelement 56 aufgrund der dann herrschenden Druckdifferenz während eines Saughubs des Pumpenkolbens 34 vom Ventilsitz 54 und gegen die Kraft der Ventilsfeder 62 ab. Auf diese Weise kann Kraftstoff aus dem Rail 18 beziehungsweise dem Hochdruckauslass 26 über den Überströmkanal 46 und das Druckbegrenzungsventil 42 in den Förderraum 32 strömen. Hierdurch wird das Rail 18 und der Hochdruckauslass 26 entlastet.

**[0031]** Eine alternative Ausführungsform ist in den Figuren 5 und 6 gezeigt. Dabei gilt hier und bei nachfolgenden Ausführungsformen, dass solche Elemente und Bereiche, die äquivalente Funktionen zu vorab beschriebenen Elementen und Bereichen aufweisen, die gleichen Bezugszeichen tragen und nicht nochmals im Detail erläutert sind.

**[0032]** Bei der in den Figuren 5 und 6 gezeigten Ausführungsform einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe 16 ist die Drosseleinrichtung 64 nicht als separates Teil ausgebildet, sondern in den Ventilsitzkörper 44 des Druckbegrenzungsventils 42 integriert, und zwar hochdruckseitig und sehr nahe oder sogar unmittelbar benachbart zum Ventilsitz 54 in Form einer Engstelle 70. Deren freie Quer-

schnittsfläche  $F_{D1}$ , bezogen auf ihren Durchmesser  $D_1$ , beträgt vorliegend etwa das 0,5-fache der Querschnittsfläche  $F_{d1}$  des Ventilsitzes 54 des Druckbegrenzungsventils 42, auf den Durchmesser  $d_1$  bezogen.

**[0033]** Bei beiden Ausführungsformen entsprechend der Figuren 2 bis 4 oder 5 und 6 ist der freie Querschnitt der Strömungsdrossel 70 ausgelegt, dass er bei geöffnetem Druckbegrenzungsventil 42, also dann, wenn das Ventilelement 56 vom Ventilsitz 54 abgehoben ist (vergleiche Figur 6), höchstens in etwa dem sich dann einstellenden ringförmigen Öffnungsquerschnitt  $F_R$  entspricht, der durch den Spalt 72 zwischen Ventilelement 56 und Ventilsitz 54 gebildet wird. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass der sich auf diese Weise einstellende Hub H des Ventilelements 56 kleiner ist als die Eintauchtiefe T, wodurch verhindert wird, dass sich das Ventilelement 56 zwischen Ventilsitzkörper 44 und dem Ventilelementhalter 60 verklemmen kann.

**[0034]** Figur 7 zeigt einen Bereich einer nochmals alternativen Ausführungsform einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe 16. Diese entspricht im Hinblick auf die Ausführung der Strömungsdrossel 70 der in den Figuren 5 und 6 gezeigten Ausführungsform. Zusätzlich ist jedoch an den Ventilsitzkörper 44 des Druckbegrenzungsventils 42 ein sich in Öffnungsrichtung (Pfeil 74) des Ventilelements 56, also in axialer Richtung des Druckbegrenzungsventils 42 erstreckender ringförmiger Kragen 76 angeformt, der einen Sicherungsabschnitt für das Ventilelement 56 bildet. Der Kragen 76 weist dabei eine radiale Außenseite 78 auf, mit der er an der Innenseite des Überströmkanals 46 anliegt. Eine radiale Innenseite 80 des Kragens 76 führt von einem sich radial erstreckenden Absatz 82 bis zum abragenden Ende des Kragens 76. Der Absatz 82 erstreckt sich dabei in radialer Richtung ausgehend ungefähr vom Ventilsitz 54, ist zu diesem also benachbart.

**[0035]** Der Ventilelementhalter 60 ist bei der in Figur 7 gezeigten Ausführungsform kolbenartig ausgebildet mit einem ungefähr in seiner axialen Mitte angeordneten Ringbund 84, an dem sich die Ventilsfeder 62 abstützt. Ein zapfenartiger Abschnitt 86 des Ventilelementhalters 60 erstreckt sich vom Ringbund 84 ausgehend, ähnlich zu den in den Figuren 3 sowie 5 und 6 gezeigten Ausführungsformen, in den von der Ventilsfeder 62 begrenzten Ringraum (ohne Bezugszeichen) hinein. Ein in der Nähe des Ringbundes 84 liegender Bereich 88 des zapfenartigen Abschnitts 86 hat einen Außendurchmesser, der nur unwesentlich kleiner ist als der Innendurchmesser der Ventilsfeder 62. Auf diese Weise ist der Ventilelementhalter 60 verkippsicher an der Ventilsfeder 62 gehalten.

**[0036]** Auf der entgegengesetzten Seite des Ringbundes 84 erstreckt sich von diesem ein Halteabschnitt 90 bis zum Ventilelement 56. Bei der in Figur 7 gezeigten Ausführungsform hat der Halteabschnitt 90 eine zylindrische Außenkontur mit über seine Länge gleichbleibendem Durchmesser. Ein Sackloch (ohne Bezugszeichen) dient zur radialen Halterung des Ventilelements 56 am Ventilelementhalter 60. Der Außendurchmesser des Hal-

teabschnitts 90 ist so gewählt, dass der Halteabschnitt 90 in der in Figur 7 gezeigten geschlossenen Stellung des Druckbegrenzungsventils 42 gegenüber der radialen Innenseite 80 des Kragens 76 noch einen geringen Abstand aufweist. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass der Halteabschnitt 90 nicht am Kragen 76 anstößt, bevor das Ventilelement 56 vollständig am Ventilsitz 54 anliegt.

**[0037]** Die Länge des Kragens 76 und des Halteabschnitts 90 sind jedoch so aufeinander abgestimmt, dass der Halteabschnitt 90 des Ventilelementhalters 60 sowohl bei geschlossenem als auch bei geöffnetem Druckbegrenzungsventil 42 in den von der radialen Innenseite 80 begrenzten Innenraum des Kragens 76 eintaucht. Auch auf diese Weise wird durch den Kragen 76 sichergestellt, dass selbst bei dynamischen Druckstößen und hierdurch verursachten großen Öffnungshüben des Ventilelements 56 dieses aus dem durch den Kragen 76 begrenzten Raum nicht heraustreten und stattdessen zuverlässig beim Schließen des Druckbegrenzungsventils 42 wieder in den Ventilsitz 54 zurückfinden kann.

**[0038]** Um dann, wenn das Ventilelement 56 vom Ventilsitz 54 abgehoben hat, eine möglichst ungehinderte Abströmung des Fluids zum Förderraum 32 hin zu gewährleisten, sind über die Umfangserstreckung des Kragens 76 hinweg verteilt drei Strömungstaschen 92 auf der radialen Innenseite 80 des Kragens 76 ausgebildet. Diese erstrecken sich vom Absatz 82 über die gesamte Länge des Kragens 76 hinweg bis zu dessen abragendem Ende und haben eine kreissegmentförmige Randkontur. Dies ist insbesondere aus Figur 8 ersichtlich.

**[0039]** Eine in den Figuren 9 und 10 gezeigte alternative Ausführungsform unterscheidet sich von jener der Figuren 7 und 8 dadurch, dass anstelle der Strömungstaschen in den Kragen/Sicherungsabschnitt 76 dessen gesamte Dicke durchsetzende Schlitze 94 eingebracht sind, die sich ebenfalls vom Absatz 82 über die gesamte Länge des Kragens 76 bis zu dessen abragendem Ende erstrecken.

**[0040]** Eine weitere Variante zeigt Figur 11: Bei dieser ist die radiale Innenseite 80 des Kragens 76 als sich in Öffnungsrichtung 74 des Druckbegrenzungsventils 42 erweiternde Konusfläche ausgebildet. Auch der Halteabschnitt 90 des Ventilelementhalters 60 ist ähnlich konisch ausgeführt, jedoch mit kleinerem Konuswinkel als die radiale Innenseite 80 des Kragens 76. Bei einer Öffnungsbewegung des Ventilelements 56 und des Ventilelementhalters 60 in Öffnungsrichtung 74 ergibt sich ein sich vergrößernder Abstand zwischen diesen Elementen einerseits und der radialen Innenseite 80 des Kragens 76 andererseits, durch den das Fluid zum Förderraum 32 hin abströmen kann. Der Konuswinkel kann dabei etwa den gleichen Konuswinkel wie der Ventilsitz 54 aufweisen (vergleiche insbesondere Figur 4), oder einen größeren Konuswinkel als der Ventilsitz 54.

**[0041]** Bei der in Figur 11 gezeigten Ausführungsform geht der Ventilsitz 54 unmittelbar in die radiale Innenseite 80 über. Bei der in Figur 12 gezeigten Ausführungsform dagegen schließt sich an den Ventilsitz 54 zunächst wie-

der ein Absatz 82 an, der sich in radialer Richtung erstreckt, und erst von diesem aus geht dann die Konusfläche der radialen Innenseite 80 des Kragens 76 ab. Auch hier wird durch den Absatz 82 eine bei geöffnetem Ventilelement 56 in Schließrichtung auf das Ventilelement 56 wirkende Kraft verhindert oder zumindest reduziert.

**[0042]** Eine nochmalige Variante zu Figur 12 zeigt Figur 13, bei der der Konuswinkel der die radiale Innenseite 80 des Kragens 76 bildenden Konusfläche vergleichsweise steil und der Halteabschnitt 90 zylindrisch mit gleichbleibendem Durchmesser ist. Diese Variante hat den Vorteil, dass das Abströmverhalten bei geöffnetem Druckbegrenzungsventil 42 vom Öffnungshub des Ventilelements 56 weitgehend unabhängig ist.

### Patentansprüche

1. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16), mit mindestens einem Förderraum (32), einem Hochdruckauslass (26) und einem Druckbegrenzungsventil (42) mit einem druckdifferenzbetätigten Ventilelement (56), welches vom Hochdruckauslass (26) zum Förderraum (32) öffnen kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** von einem Ventilsitz (54) des Druckbegrenzungsventils (42) aus gesehen auf dessen Hochdruckseite eine Drosseleinrichtung (64) angeordnet ist, deren freier Querschnitt ( $F_{D1}$ ;  $F_{D2}$ ) höchstens in etwa gleich einem gewünschten maximalen Öffnungsquerschnitt ( $F_R$ ) des Druckbegrenzungsventils (42) ist, und dass die Drosseleinrichtung (64) ein vom Druckbegrenzungsventil (42) aus gesehen hochdruckseitig angeordnetes und vom Druckbegrenzungsventil (42) separates Teil (65) mit einer Strömungsdrossel (70) umfasst.
2. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das separate Teil (65) im Presssitz in einem Überströmkanal (46) eines Pumpengehäuses (22) gehalten ist.
3. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das separate Teil (65) topfförmig mit einem Bodenabschnitt (66) und die Strömungsdrossel durch mindestens eine Öffnung (70) in dem Bodenabschnitt (66) gebildet ist.
4. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drosseleinrichtung (64) durch die Strömungsdrossel (70) gebildet wird, deren freie Querschnittsfläche ( $F_{D1}$ ) wenigstens in etwa das 0,6-fache bis 1,1-fache der Querschnittsfläche ( $F_{d1}$ ) eines Ventilsitzes (54) des Druckbegrenzungsventils (42) beträgt.

5. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drosseleinrichtung (64) eine Strömungsdrossel (70) umfasst, die in einem Ventilsitzkörper (44) des Druckbegrenzungsventils (42) nahe oder unmittelbar benachbart zum Ventilsitz (54) und von diesem aus gesehen hochdruckseitig angeordnet ist. 5
6. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungsdrossel durch eine Engstelle (70) in einem Zuströmkanal (52) im Ventilsitzkörper (44) gebildet ist. 10
7. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drosseleinrichtung (64) durch die Strömungsdrossel (70) gebildet wird, deren freie Querschnittsfläche ( $F_{D2}$ ) wenigstens in etwa das 0,5-fache bis 0,75-fache der Querschnittsfläche ( $F_{d1}$ ) des Ventilsitzes (54) des Druckbegrenzungsventils (42) beträgt. 15 20
8. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventilelement des Druckbegrenzungsventils (42) eine federbeaufschlagte Kugel (56) umfasst, und dass der Ventilsitz (54) konisch ist mit einem Konuswinkel (58) ungefähr zwischen 30° und 50°. 25 30
9. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine freie Querschnittsfläche ( $F_{d2}$ ) des Zuströmkanals (52) unmittelbar stromaufwärts vom Ventilsitz (54) wenigstens in etwa das 0,8-fache bis 0,95-fache der Querschnittsfläche ( $F_{d1}$ ) des Ventilsitzes (54) des Druckbegrenzungsventils (42) beträgt. 35 40
10. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Ventilsitzkörper (44) des Druckbegrenzungsventils (42) einen sich in Öffnungsrichtung (74) des Ventilelements (56) erstreckenden Sicherungsabschnitt (76) für das Ventilelement (56) umfasst, der als im Wesentlichen ringförmiger Kragen (76) ausgebildet ist. 45 50
11. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sicherungsabschnitt (76) an einen Ventilsitzbereich (50) des Druckbegrenzungsventils (42) in der Nähe von dessen Ventilsitz (54) angeformt ist. 55
12. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach einem der Ansprüche 10 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der radialen Innenseite (80) des Sicherungsabschnitts (76) mindestens ein vorzugsweise sich im Wesentlichen über die Länge des Sicherungsabschnitts (76) erstreckender Strömungskanal, insbesondere eine Strömungstasche (92), ausgebildet ist.
13. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sicherungsabschnitt (76) mindestens einen sich vorzugsweise im Wesentlichen über seine Länge erstreckenden Schlitz (94) aufweist.
14. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radiale Innenseite (80) des Sicherungsabschnitts (76) eine sich in Öffnungsrichtung (74) des Druckbegrenzungsventils (42) erweiternde Konusfläche umfasst.
15. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Konuswinkel der Konusfläche (80) wenigstens ungefähr dem Konuswinkel des Ventilsitzes (54) entspricht.
16. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Konuswinkel der Konusfläche (80) größer ist als der Konuswinkel des Ventilsitzes (54).
17. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach einem der Ansprüche 10 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilsitzkörper (44) einen zum Ventilsitz (54) benachbarten und sich wenigstens in etwa radial erstreckenden Absatz (82) aufweist, von dem aus sich in Öffnungsrichtung (74) des Druckbegrenzungsventils (42) die radiale Innenseite (80) des Sicherungsabschnitts (76) erstreckt.
18. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (16) nach einem der Ansprüche 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckbegrenzungsventil (42) einen kolbenartigen Ventilelementhalter (60) umfasst, der das Ventilelement (56) in Schließrichtung beaufschlagt und sowohl bei geschlossenem als auch bei geöffnetem Druckbegrenzungsventil (42) in den vom Sicherungsabschnitt (76) begrenzten Innenraum eintaucht.

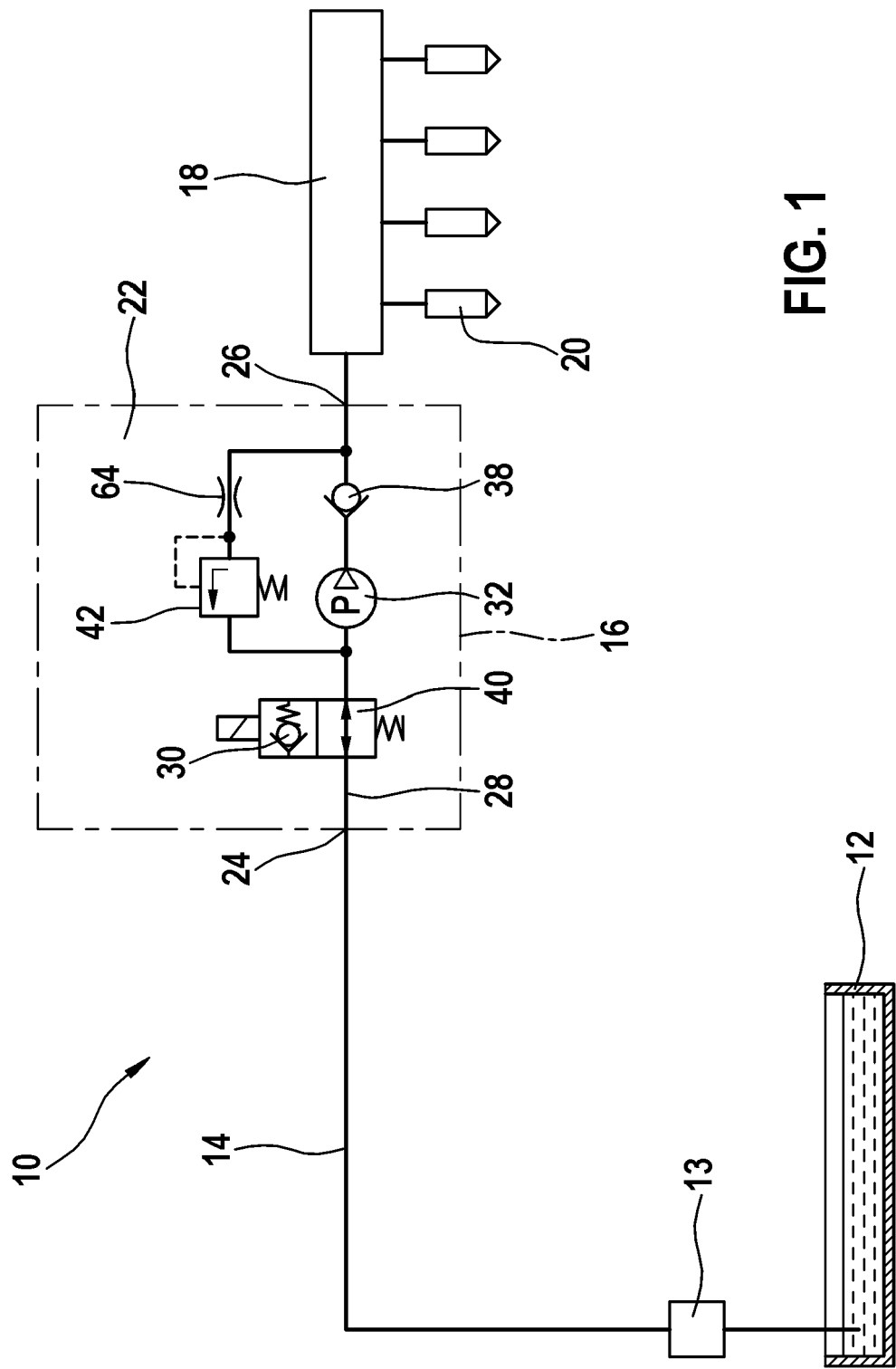


FIG. 1



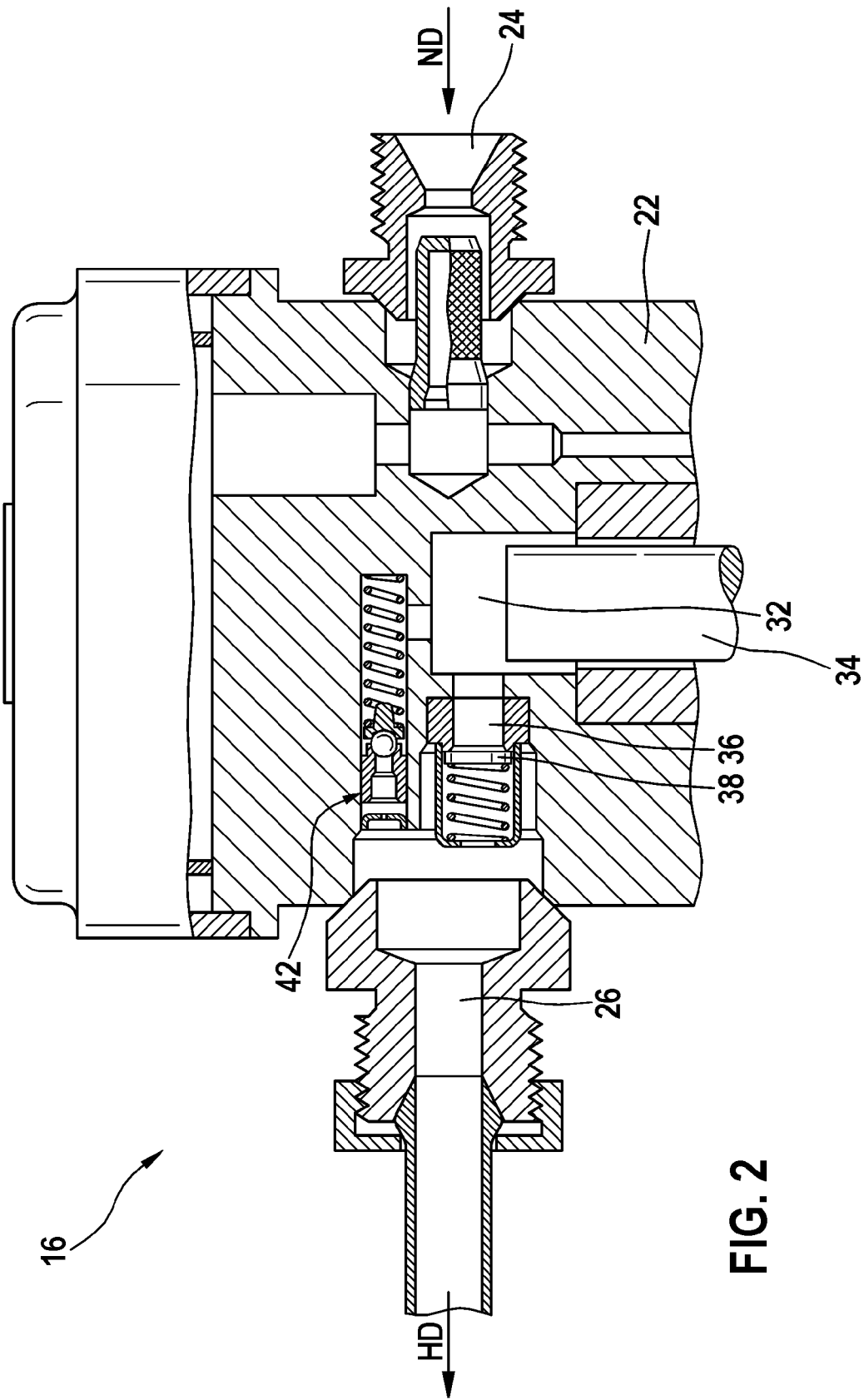
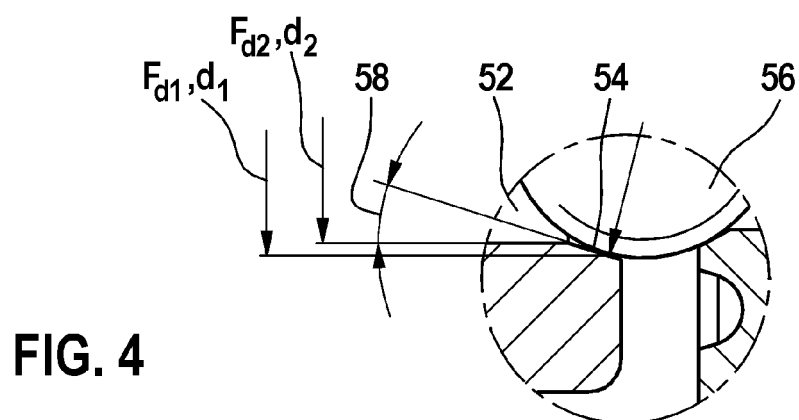
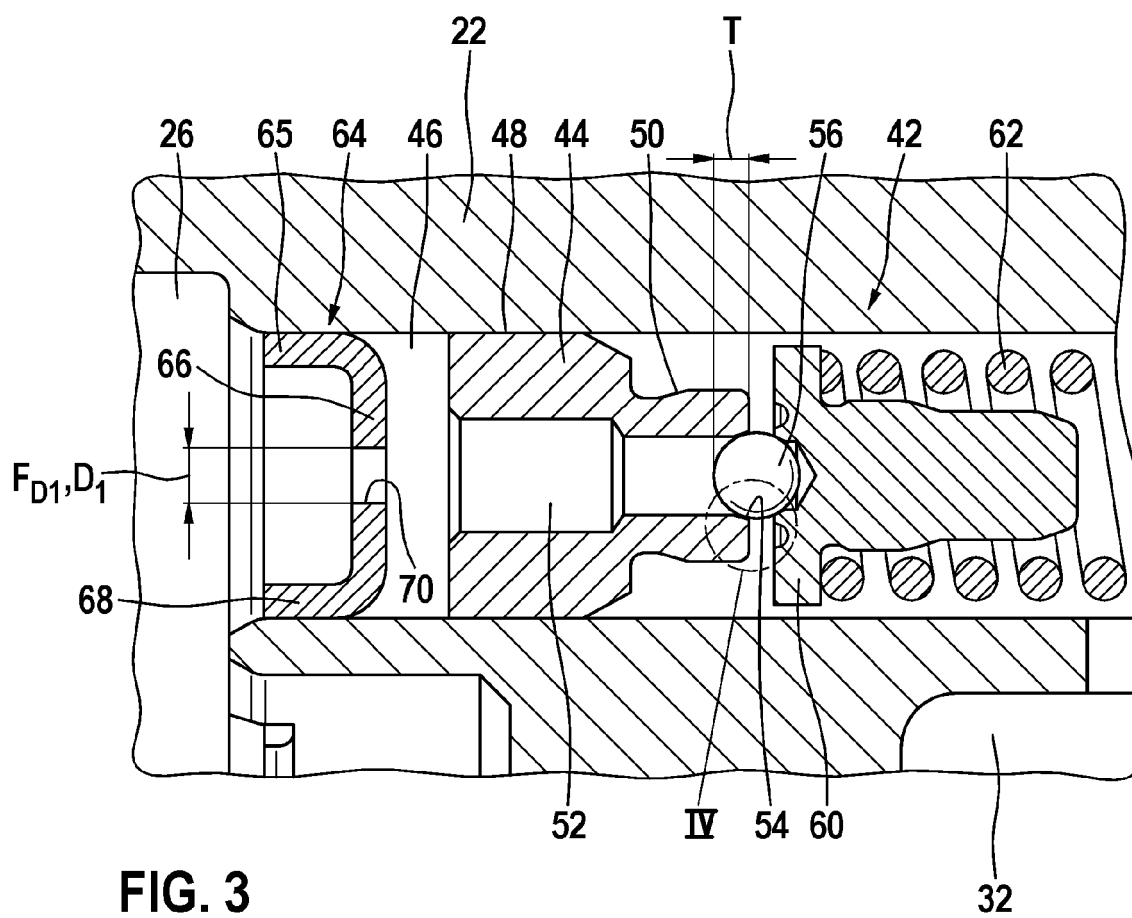
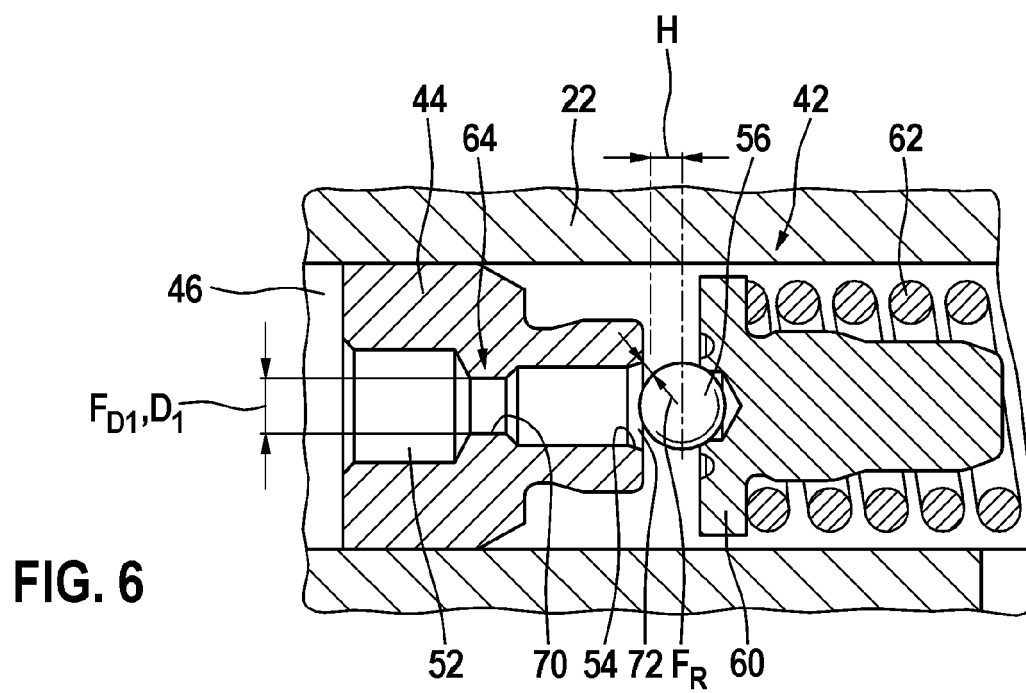
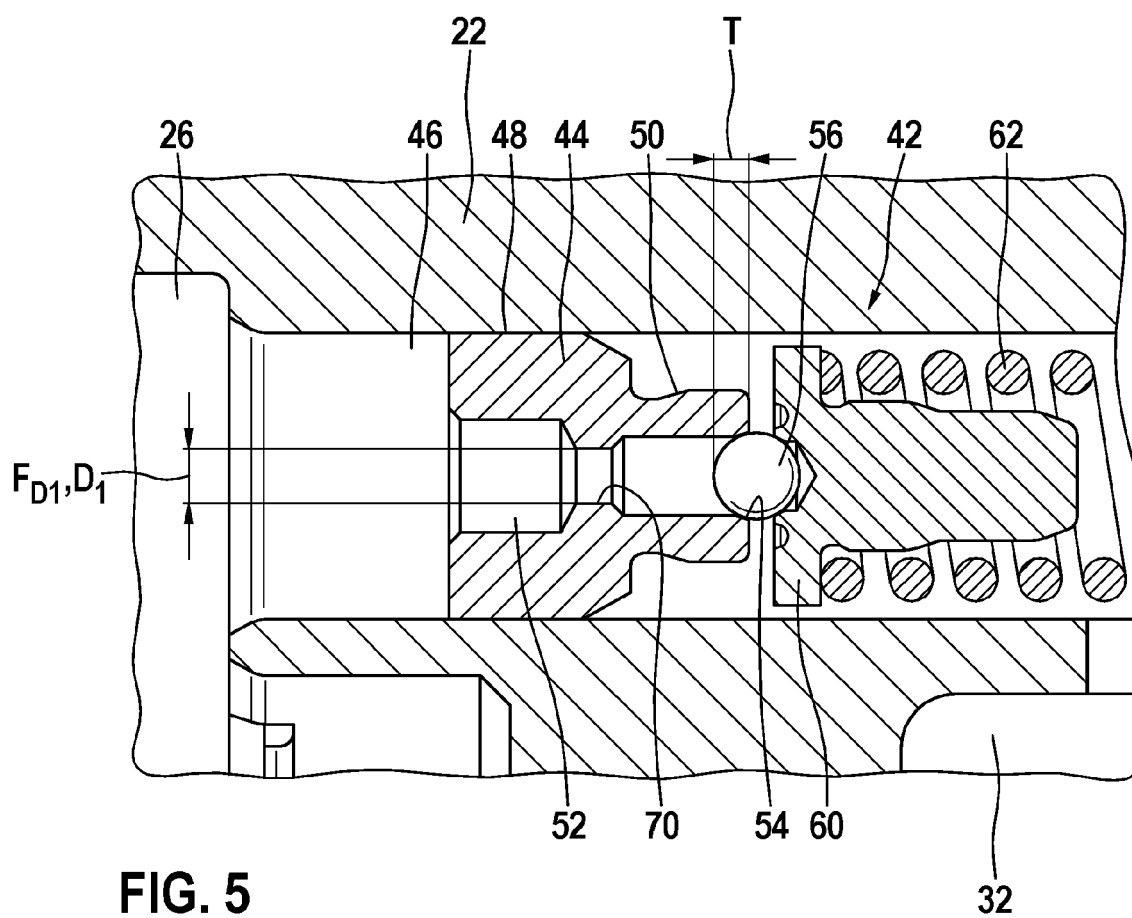


FIG. 2





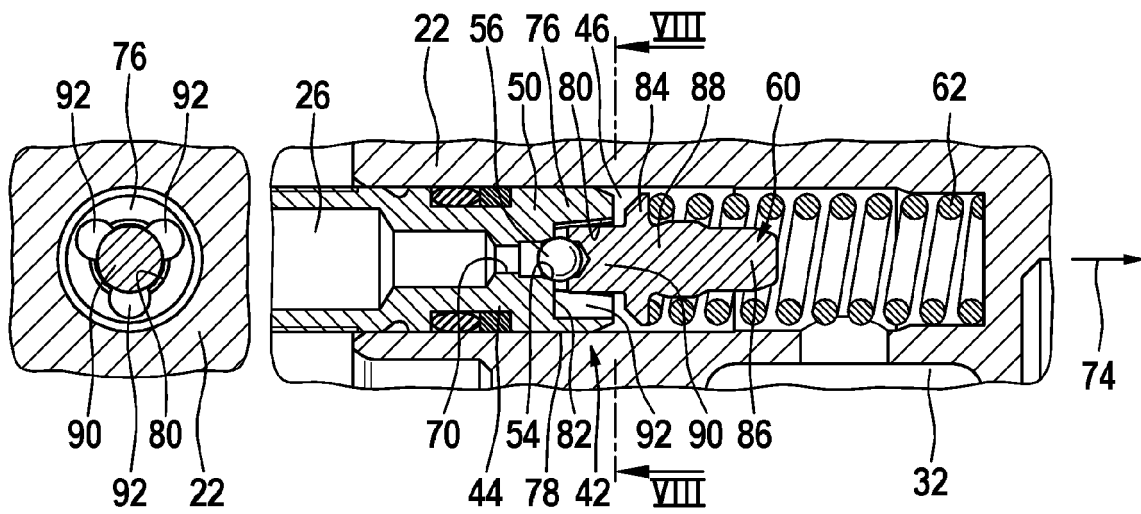


FIG. 8

FIG. 7

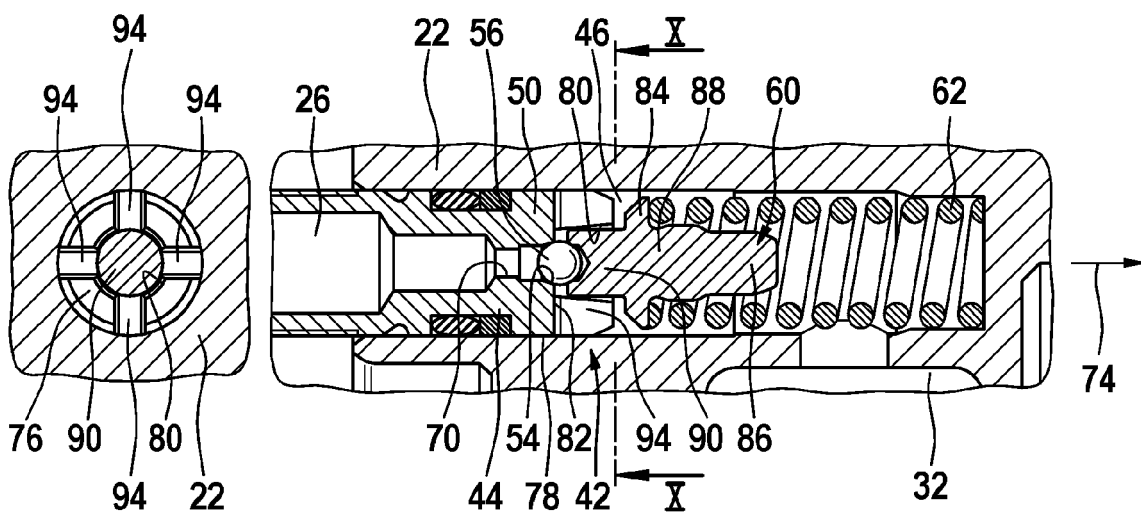


FIG. 10

FIG. 9

FIG. 11

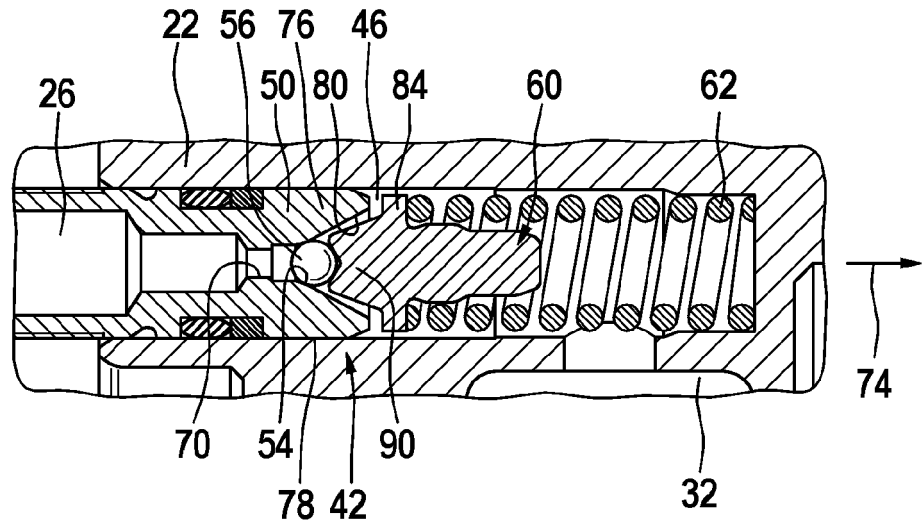


FIG. 12

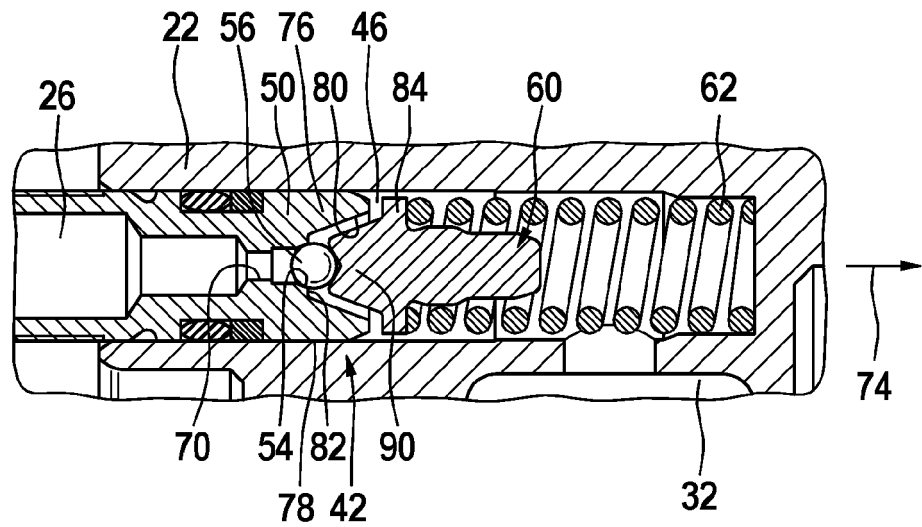
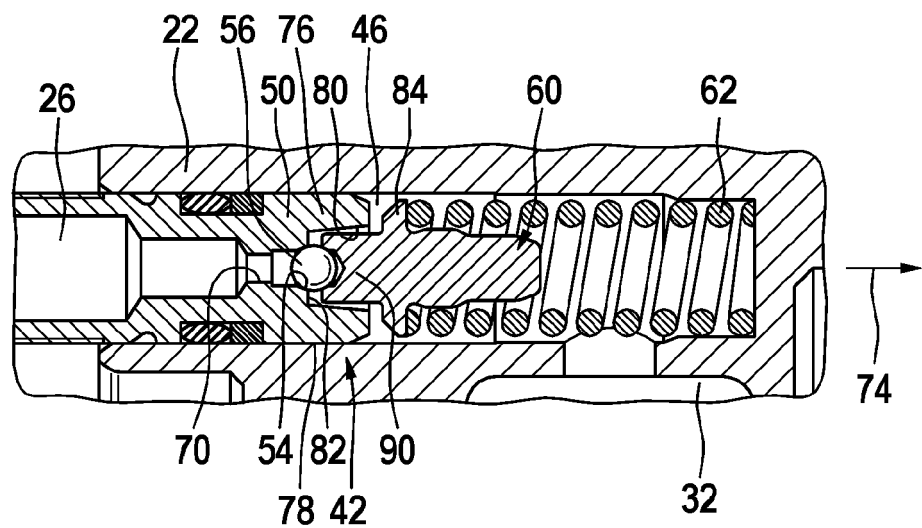


FIG. 13





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 11 15 7492

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                          | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                    | GB 2 058 948 A (BOSCH GMBH ROBERT)<br>15. April 1981 (1981-04-15)<br>* Seite 2, Zeilen 1-24; Abbildung 1 *<br>* Seite 3, Zeilen 46-51 *<br>-----                                             | 1-4,8-12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | INV.<br>F02M59/46<br>F02M63/02     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                    | WO 02/44549 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE];<br>HAEBERER RAINER [DE]; BUERKLE FRIEDER<br>[DE]; CL) 6. Juni 2002 (2002-06-06)<br>* Seite 3, Absatz 2 - Seite 4, Absatz 3;<br>Abbildung 1 *<br>----- | 1-4,8-12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                    | WO 2005/054663 A (ORANGE GMBH [DE];<br>SLOCINSKI HOLMER [DE]; SCHILLINGER STEFAN<br>[DE]) 16. Juni 2005 (2005-06-16)<br>* Seite 3, Absatz 3 - Seite 4, Absatz 1;<br>Abbildung 1 *<br>-----   | 1-4,8-12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |
| A,D                                                                                                                                                                                                                                                                                  | DE 10 2004 013307 A1 (BOSCH GMBH ROBERT<br>[DE]) 29. September 2005 (2005-09-29)<br>* Seite 4, Absatz 33 - Seite 5, Absatz 36;<br>Abbildung 2 *<br>-----                                     | 1-4,8-12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (IPC) |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | F02M                               |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    |
| Recherchenort<br><b>München</b>                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                              | Abschlußdatum der Recherche<br><b>3. Mai 2011</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Prüfer<br><b>Etschmann, Georg</b>  |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer<br>anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                                                              | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder<br>nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>-----<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes<br>Dokument |                                    |

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 15 7492

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-05-2011

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie                                      | Datum der<br>Veröffentlichung                        |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| GB 2058948 A                                        | 15-04-1981                    | DE 7925377 U1<br>FR 2468758 A1                                         | 06-12-1979<br>08-05-1981                             |
| WO 0244549 A                                        | 06-06-2002                    | DE 10059425 A1<br>EP 1387944 A2<br>JP 2004514832 T<br>US 2003116122 A1 | 06-06-2002<br>11-02-2004<br>20-05-2004<br>26-06-2003 |
| WO 2005054663 A                                     | 16-06-2005                    | AT 390556 T<br>DE 10355124 A1<br>EP 1694958 A1                         | 15-04-2008<br>21-07-2005<br>30-08-2006               |
| DE 102004013307 A1                                  | 29-09-2005                    | US 2005205065 A1                                                       | 22-09-2005                                           |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102004013307 A1 [0002]