

(19)



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

**EP 2 275 666 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:

**19.01.2011 Patentblatt 2011/03**

(51) Int Cl.:

**F02M 47/02 (2006.01)****F02M 63/00 (2006.01)**(21) Anmeldenummer: **10162230.6**(22) Anmeldetag: **07.05.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO SE SI SK SM TR**

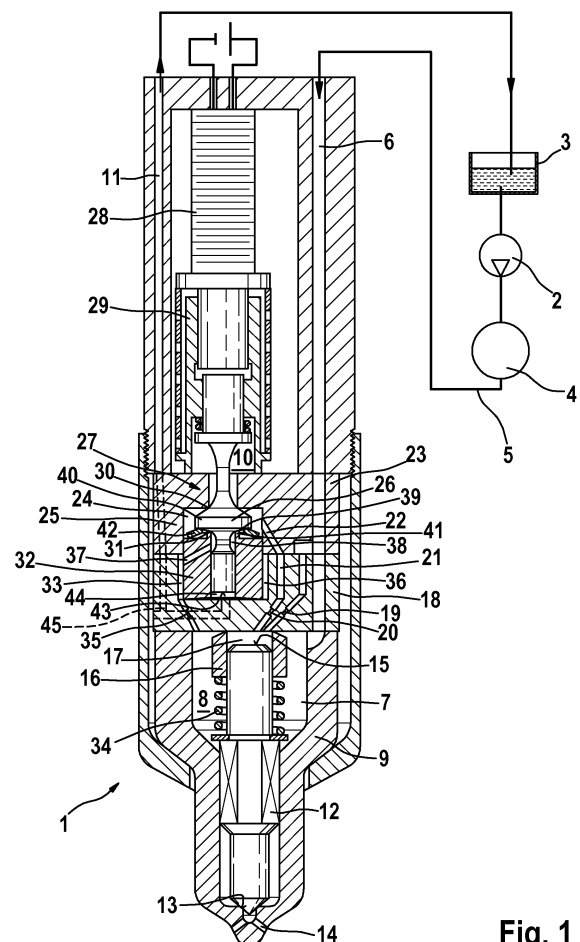
Benannte Erstreckungsstaaten:

**BA ME RS**(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH****70442 Stuttgart (DE)**(72) Erfinder: **Rau, Andreas****70469 Stuttgart (DE)**Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2)  
EPÜ.

(30) Priorität: **07.07.2009 DE 102009027494****(54) Kraftstoff-Injektor mit druckausgeglichenem Steuerventil**

(57) Die Erfindung betrifft einen Kraftstoff-Injektor (1) zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, insbesondere Common-Rail-Injektor, umfassend ein ein- oder mehrteiliges Einspritzventilelement (12) zum Öffnen und Schließen mindestens einer Einspritzöffnung, wobei dem Einspritzventilelement (12) ein Steuerventil (27) zugeordnet ist, welches ein zwischen einer ersten und einer zweiten Schaltstellung verstellbares, in einem Steuerventilraum (24) angeordnetes Steuerventilelement (26) aufweist, wobei in der ersten Schaltstellung eine hydraulische Verbindung zwischen einem mit dem Einspritzventilelement (12) wirkverbundenen Steuerraum (17) und einem Niederdruckbereich (10) des Kraftstoff-Injektors (1) gesperrt und eine hydraulische Verbindung zwischen einem Hochdruckbereich (8) des Kraftstoff-Injektors (1) und dem Steuerventilraum (24) geöffnet ist und wobei in der zweiten Schaltstellung die hydraulische Verbindung (33) zwischen dem Steuerraum (17) und dem Niederdruckbereich (10) geöffnet und die hydraulische Verbindung zwischen dem Hochdruckbereich (8) und dem Steuerventilraum (24) unterbrochen ist.

**Fig. 1**

## Beschreibung

### Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Kraftstoff-Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, insbesondere einen Common-Rail-Injektor, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Aus der DE 10 2004 030 445 A1 ist ein Kraftstoff-Injektor bekannt, der ein Steuerventil (Servoventil) aufweist. Das Steuerventil ist als sogenanntes 3/2-Wegeventil ausgeführt und steuert die Verbindung zwischen einem von einem Einspritzventilelement unmittelbar begrenzten Steuerraum und einem Niederdruckbereich (Leckölraum) des Kraftstoff-Injektors. Das Steuerventil weist ein Steuerventilelement auf, das mittels eines Aktuators, beispielsweise eines elektromagnetischen oder piezoelektrischen Aktuators, innerhalb eines Steuerventilraums axial verstellt werden kann und somit mit einem ersten Steuerventilsitz und mit einem zweiten Steuerventilsitz zusammenwirkt. Befindet sich das Steuerventilelement in der Anlage am ersten (oberen) Steuerventilsitz, so ist die Verbindung zwischen dem von dem Einspritzventilelement begrenzten Steuerraum und dem Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors gesperrt. Gleichzeitig ist eine Bypass-Drossel geöffnet, über die der Steuerraum rückbefüllt wird. Liegt das Steuerventilelement am zweiten (unteren) Steuerventilsitz an, ist die Bypass-Drossel geschlossen und die hydraulische Verbindung zwischen dem Steuerraum und dem Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors hergestellt, wodurch der Druck im Steuerventilraum abfällt, was wiederum dazu führt, dass das Einspritzventilelement von seinem Einspritzventilelementensitz abhebt und so den Kraftstofffluss durch eine Düsenlochanordnung in den Brennraum der Brennkraftmaschine freigibt. Nachteilig bei dem axial nicht druckausgeglichenen Steuerventil ist, dass die Belastung des Aktuators bei steigendem Rail-Druck immer weiter zunimmt. Dies führt dazu, dass bei gegebenem Aktuator mit dem bekannten Prinzip kein Potential für eine weitere Systemdrucksteigerung vorhanden ist.

**[0003]** Aus der zum Anmeldezeitpunkt vorliegenden Anmeldung noch nicht offengelegten DE 10 2008 001 330 der Anmelderin ist ein alternatives Injektorkonzept mit einem druckausgeglichenem Steuerventil (Servoventil) bekannt. Dieses neue Servoprinzip schaltet prinzipbedingt nicht gegen Rail-Druck, sondern es ist konstruktiv eine Niederdruckanbindung unter das Steuerventilelement geführt. Dies führt dazu, dass die Öffnungskraft des Steuerventils, je nach Grad des Druckausgleichs, geringer und weniger stark vom Rail-Druck abhängig ist. Damit bietet das neue Injektorkonzept, ohne die Aktuatorbelastung unzulässig zu erhöhen, das Potential einer weiteren Systemdruckanhebung. Das Steuerventilelement des Steuerventils ist in einem Steuerventilraum angeordnet, der radial außen von einem einzigen Plattenbauteil begrenzt ist, an das axial unten eine Drosselplatte und axial oben ein Aktuatorraum

begrenztes Bauteil angrenzt. Der neue Injektor scheint hinsichtlich einer verkürzten Rückbefüllbarkeit des Steuerraums optimierbar.

### 5 Offenbarung der Erfindung

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde einen Kraftstoff-Injektor anzugeben, der einerseits ausreichend Potential für Systemdrucksteigerungen aufweist und bei dem andererseits eine minimierte Rückbefüllzeit zum Rückbefüllen des Steuerraums realisiert ist.

**[0005]** Diese Aufgabe wird mit einem Kraftstoff-Injektor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhaft Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben. In den Rahmen der Erfindung fallen sämtliche Kombinationen aus zumindest zwei von in der Beschreibung, den Ansprüchen und/oder den Figuren offenbarten Merkmalen.

**[0006]** Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, einen zweiten, insbesondere unteren Steuerventilsitz, an dem das Steuerventilelement des Steuerventils (Servoventils) in der zweiten Schaltstellung dichtend anliegt, um die unmittelbare hydraulische Verbindung zwischen dem Hochdruckbereich des Kraftstoff-Injektors und dem Steuerventilraum zu unterbrechen an einer Führungshülse für das Steuerventil auszubilden, die das, vorzugsweise nicht hülsenförmige, insbesondere bolzenförmige, Steuerventilelement an seinem Außenumfang führt. Anders ausgedrückt liegt das Steuerventilelement in der zweiten Schaltstellung des vorzugsweise aus 3/2-Wegeventil ausgebildeten Steuerventils unmittelbar dichtend an der Führungshülse an. Auf diese Weise wird in der ersten Schaltstellung, in der das Steuerventilelement nicht dichtend an der Führungshülse anliegt, eine große Querschnittsfläche freigegeben, durch die der Steuerventilraum und damit vorzugsweise über eine Ablaufdrossel, der Steuerraum rückbefüllt werden kann. Hieraus resultiert wiederum ein deutlich schnelleres Schließen des ein- oder mehrteiligen Einspritzventilelementes mit einer wiederum daraus resultierenden größeren Robustheit des Kraftstoff-Injektors. Aufgrund der Verschleißbarkeit der hydraulischen Verbindung zwischen dem Hochdruckbereich des Kraftstoff-Injektors, vorzugsweise zwischen einem Druckraum des Kraftstoff-Injektors und dem Steuerventilelement, kann zudem während der Einspritzung eine deutlich geringere Steuermenge als bei üblichen druckausgeglichenen Kraftstoff-Injektoren mit permanent wirkender Fülldrossel realisiert werden, da bei einem nach dem Konzept der Erfindung ausgebildeten Kraftstoff-Injektor die vorzugsweise als Drosselverbindung ausgebildete hydraulische Verbindung zwischen dem Hochdruckbereich des Kraftstoff-Injektors und dem Steuerventilraum durch den zweiten, vorzugsweise unteren, Steuerventilsitz getrennt werden kann. Dieser Vorteil ist deshalb so bedeutend, da bei druckausgeglichenen Kraftstoff-Injektoren aufgrund der vorhandenen Permanentleckagestellen sowieso sehr große und damit teure Hochdruckpumpen benötigt werden

und aufgrund der Erfindung die Möglichkeit geschaffen wird, kleinere und damit günstigere Hochdruckpumpen einzusetzen, wodurch die Systemkosten insgesamt reduziert werden. Durch das minimierte Steuerventilraumvolumen ergibt sich zudem eine deutlich geringere Kennfeldsteilheit, welche es ermöglicht, schnell entdrosselnde Düsen einzusetzen, wodurch die Motorleistung erhöht werden kann, ohne die Kleinstmengenfähigkeit des Kraftstoff-Injektors zu verschlechtern. Der erfindungsgemäße Kraftstoff-Injektor hat besonders gute hydraulische Eigenschaften durch das gleichzeitige Vorhandensein eines Bypasses (hydraulische Verbindung zwischen dem Hochdruckbereich und dem Steuerventilraum) und eines minimalen Steuerventilraumvolumens, was in der Kombination zu einem extrem schnellen Wiederbefüllen des Steuerventilraums und damit des Stellerraums und damit wiederum zu einem sehr schnellen Umkehren des Einspritzventilelementes mit besagtem flachem Kennfeld führt.

**[0007]** Die Rückbefüllzeit, die benötigt wird, um den Stellerraum rückzubefüllen, kann in Weiterbildung der Erfindung dadurch auf ein Minimum reduziert werden, in dem anstelle einer Schraubendruckfeder eine Tellerfeder als Ventildfeder für das Steuerventil eingesetzt wird. Bevorzugt ist die Tellerfeder dabei derart angeordnet, dass das Steuerventilelement in Richtung erster Schaltstellung, d.h. in Richtung erstem Steuerventilsitz federkraftbeaufschlagt wird, so dass das Steuerventilelement entgegen der Federkraft der Federteller von der ersten Schaltstellung in die zweite Schaltstellung bewegt werden muss. Durch die Ausbildung der Feder als Tellerfeder kann das Steuerventilraumvolumen auf ein Minimum reduziert werden, woraus in der ersten Schaltstellung des Steuerventils ein beschleunigter Druckanstieg im Steuerventilraum und damit auch im Stellerraum resultiert. Die Kombination der Ausbildung des zweiten Steuerventilsitzes an der Führungshülse für das Steuerventilelement mit der Ausbildung der Steuerventildfeder als Tellerfeder bringt minimale Rückbefüllzeiten mit sich, was in einem extrem schnellen Umkehren, d.h. Schließen des Einspritzventilelementes resultiert.

**[0008]** Besonders zweckmäßig ist eine Ausführungsvariante des Kraftstoff-Injektors, bei der die hydraulische Verbindung zwischen dem Hochdruckbereich, beispielsweise einem den Stellerraum radial außen umgebenden Druckraum und dem Steuerventilraum als Drosselverbindung ausgebildet ist. Dies kann auf einfache Weise dadurch realisiert werden, dass in der hydraulischen Verbindung eine Drosselbohrung integriert ist, die besonders bevorzugt, wie später noch erläutert werden wird, in einer Drosselplatte angeordnet ist, an die axial die Führungshülse für das Steuerventilelement anliegt.

**[0009]** Besonders zweckmäßig im Hinblick auf eine Minimierung des Steuerventilraumvolumens ist es, die Feder, insbesondere die Tellerfeder, entgegen deren Federkraft das Steuerventilelement auf seinem Weg von der ersten Schaltstellung zur zweiten Schaltstellung verstellt werden muss sich einenends axial am Steuerventilelement, insbesondere an einem Umfangsbund des Steuerventilelementes und anderenends an der Führungshülse für das Steuerventilelement abstützt. Bevorzugt ist die Feder derart angeordnet, dass sie auch in der zweiten Schaltstellung des Steuerventils nicht vollständig plattgedrückt ist.

**[0010]** Im Hinblick auf die konkrete Ausbildung der hydraulischen Verbindung zwischen dem Hochdruckbereich des Kraftstoff-Injektors und dem Steuerventilraum gibt es unterschiedliche Möglichkeiten. Ganz besonders bevorzugt ist eine Ausführungsvariante, bei der die hydraulische Verbindung einen Zwischenraum umfasst, der radial außen unmittelbar von der Führungshülse und radial innen unmittelbar von dem Steuerventilelement begrenzt ist. Dabei ist der als Ringraum ausgebildete Zwischenraum bevorzugt derart konturiert und angeordnet, dass aus dem unter Hochdruck stehenden Kraftstoff im Zwischenraum keine resultierenden Axialkräfte auf das Steuerventilelement resultieren.

**[0011]** In Weiterbildung der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass der vorgenannte Zwischenraum über mindestens eine in die Führungshülse eingebrachte Hülsenbohrung hydraulisch dauerhaft mit einem Ringraum verbunden ist, welcher radial innen von der Führungshülse begrenzt ist und der vorzugsweise radial außen vom Innenumfang einer stirnseitigen Ausnehmung in einer Drosselplatte begrenzt ist. Durch die Anordnung eines mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff gefüllten Ringraums radial außerhalb der Führungshülse können vergleichsweise kraftstoffdichte Führungsspalte zwischen dem Steuerventilelement und der Führungshülse sichergestellt werden, wodurch Leckageverluste aus dem zuvor erläuterten Zwischenraum in einen radial außen von der Führungshülse und in axialer Richtung von dem Steuerventilelement begrenzten, auf Niederdruck liegenden Raum minimiert werden.

**[0012]** Ganz besonders bevorzugt ist es, wenn der radial außerhalb der Führungshülse angeordnete Ringraum über einen Kanal in einer Drosselplatte, auf der die Führungshülse in axialer Richtung aufliegt mit dem Hochdruckbereich, vorzugsweise einem den Stellerraum radial außen umgebenden Druckraum verbunden ist. Besonders bevorzugt ist dieser Kanal als Drosselbohrung ausgeführt.

**[0013]** Besonders zweckmäßig ist eine Ausführungsform des Kraftstoff-Injektors, bei der die das Steuerventilelement am Außenumfang führende Führungshülse, insbesondere an einer dem, insbesondere piezoelektrischen Aktuator zugewandten Seite eine Beißkante zum dichtenden Zusammenwirken mit dem Steuerventilelement in der zweiten Schaltstellung aufweist. Durch das Vorsehen einer Beißkante kann eine gute Kraftstoffdichtheit sichergestellt werden, wodurch ein Kraftstoffaustritt über die hydraulische Verbindung in den Steuerventilraum in der zweiten Schaltstellung des Steuerventils unterbunden wird.

**[0014]** Grundsätzlich kann der Kraftstoff mit einem elektromagnetischen Aktuator betätigt werden. Besonders

ders bevorzugt ist jedoch eine Ausführungsvariante mit piezoelektrischem Aktuator, wobei bevorzugt zwischen dem piezoelektrischen Aktuator und dem Steuerventilelement ein Koppler vorgesehen ist, mit dem zum einen eine Kraftwegübersetzung realisierbar ist und mit dem zum anderen wärmebedingte Ausdehnungseffekte ausgeglichen werden können.

**[0015]** In Weiterbildung der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass die hydraulische Verbindung zwischen dem Steuerraum und dem Steuerventilraum, also die hydraulische Verbindung, durch die in der zweiten Schaltstellung des Steuerventils Kraftstoff aus dem von dem Einspritzventilelement begrenzten Steuerraum in den Niederdruckbereich strömen kann, mindestens zwei, in unterschiedlichen Injektorbauteilen verlaufende Abschnitte aufweist. Ganz besonders bevorzugt verläuft ein Abschnitt in einer zuvor bereits erläuterten Drosselplatte und ein weiterer Abschnitt in einer den Steuerventilraum radial außen begrenzenden Platte.

**[0016]** Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnung.

**[0017]** Diese zeigt in der einzigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Kraftstoff-Injektors mit in axialer Richtung druckausgeglichenem Steuerventil und mit einem piezoelektrischen Aktuator zum Betätigen des Steuerventils.

**[0018]** In Fig. 1 ist ein als Common-Rail-Injektor ausgebildeter Kraftstoff-Injektor 1 zum Einspritzen von Kraftstoff in einem nicht gezeigten Brennraum einer ebenfalls nicht gezeigten Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs in einer schematischen Darstellung gezeigt. Eine Hochdruckpumpe 2 fördert Kraftstoff aus einem Vorratsbehälter 3 in einen Kraftstoff-Hochdruckspeicher 4 (Rail). In diesem ist Kraftstoff, insbesondere Diesel oder Benzin, unter hohem Druck, von in diesem Ausführungsbeispiel etwa 2000 bar gespeichert. An den Kraftstoff-Hochdruckspeicher 4 ist der Kraftstoff-Injektor neben anderen, nicht gezeigten Injektoren über eine Versorgungsleitung 5 angeschlossen. Die Versorgungsleitung 5 mündet in einen Versorgungskanal 6 innerhalb des Kraftstoff-Injektors 1, welcher wiederum in einen Druckraum 7, der wie der Versorgungskanal 6 zum Hochdruckbereich 8 des Kraftstoff-Injektors 1 gehört, mündet. Der in den von einem Düsenkörper 9 radial außen begrenzten Druckraum 7 einströmende Kraftstoff strömt bei einem Einspritzvorgang unmittelbar in den Brennraum der Brennkraftmaschine. Der Kraftstoff-Injektor 1, genauer ein Niederdruckbereich 10 des Kraftstoff-Injektors 1, ist über einen nicht dargestellten Injektorrücklaufanschluss an eine Rücklaufleitung 11 angeschlossen. Über die Rücklaufleitung 11 kann eine später noch zu erläuternde Steuer-  
menge an Kraftstoff in den Kraftstoff-Injektor 1 zu dem Vorratsbehälter 3 abfließen und von dort aus dem Hoch-

druckkreislauf wieder zugeführt werden.

**[0019]** Innerhalb des Düsenkörpers 9 ist ein hier einteiliges als Düsennadel ausgebildetes Einspritzventilelement 12 axial verstellbar angeordnet. Dieses kann anstelle der hier einteiligen Ausbildung auch mehrteilig ausgebildet sein und beispielsweise aus einer Steuerstange und einer mit dieser gekoppelten Düsennadel bestehen. Jedenfalls ragt das bevorzugt einteilige Einspritzventilelement 12 in der Zeichnungsebene nach unten bis zu einem Einspritzventilelementsitz 13, mit dem es in an sich bekannter Weise dichtend zusammenwirkt. Wenn das Einspritzventilelement 12 an seinem Einspritzventilelementsitz 13 anliegt, d.h. sich in einer Schließstellung befindet, ist der Kraftstoffaustritt aus einer mehrere Einspritzöffnungen umfassenden Düsenlochanordnung 14 gesperrt. Ist es dagegen von seinem Einspritzventilelementsitz 13 abgehoben, kann Kraftstoff aus dem Druckraum 7 in einen Bereich unterhalb des Einspritzventilelementes 12 und von dort aus durch die Düsenlochanordnung 14, im Wesentlichen unter Hochdruck (Raildruck) stehend in den Brennraum gespritzt werden.

**[0020]** Von einer oberen Stirnseite 15 des Einspritzventilelementes 12 und einer in der Zeichnungsebene nach oben federkraftbelasteten Hülse 16 ist ein Steuerraum 17 begrenzt, der über eine in eine Drosselplatte 18, an der sich die Hülse 16 in axialer Richtung abstützt, eingebrachte Zulaufdrossel 19 mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff aus dem Hochdruckbereich 8, hier dem Versorgungskanal 6, versorgt wird. Alternativ kann die Zulaufdrossel 19 auch als Radialbohrung in der Hülse 16 vorgesehen sein. Die Hülse 16 mit darin eingeschlossenem Steuerraum 17 ist radial außen von unter Hochdruck stehendem Kraftstoff umschlossen, so dass ein ringförmiger Führungsspalt zwischen Hülse 16 und Einspritzventilelement 12 vergleichsweise kraftstoffdicht ist.

**[0021]** Die Hülse 16 stützt sich in axialer Richtung von unten an der zuvor erwähnten Drosselplatte 18 ab, in der neben der Zulaufdrossel 19 eine Ablaufdrossel 20 aufweisender Ablaufkanal 21 eingebracht ist. Der Ablaufkanal 21 gehört ebenso wie ein mit diesem in Strömungsrichtung fluchtender Kanal 22, welcher in einer axial an die Drosselplatte 18 angrenzenden Platten 23 eingebracht ist zu einer hydraulischen Verbindung zwischen dem Steuerraum 17 und einem radial außen von der Platte 23 begrenzten Steuerventilraum 24. Der Steuerventilraum 24 ist in einem unteren Abschnitt einer Stufenbohrung 25 in der Platte 23 eingebracht. Axial verstellbar innerhalb des Steuerventilraums 24 ist ein bolzenförmiges Steuerventilelement 26 eines Steuerventils 27 angeordnet, welches mittels eines piezoelektrischen Aktuators 29 über einen hydraulischen Koppler 29 zwischen einer oberen ersten Schaltstellung, d.h. zwischen einem oberen ersten Steuerventilsitz 30 und einer unteren, d.h. zweiten Schaltstellung, also einem zweiten Steuerventilsitz 31 verstellbar ist. Bei dem Steuerventil 27 handelt es sich um ein 3/2-Wegeventil.

**[0022]** Wenn das Steuerventilelement 26 sich in der zweiten (unteren) Schaltstellung befindet, also das Steu-

erventilelement 26 an dem an einer später noch zu erläuternden Führungshülse 32 für das Steuerventilelement 26 ausgebildeten zweiten Steuerventilsitz 31 anliegt, kann Kraftstoff aus dem mit einem minimalen Volumen versehenen Steuerventilraum 24 am ersten Steuerventilsitz 30 vorbei in den Niederdruckbereich 10 und von dort aus zur Rücklaufleitung 11 strömen. Durch den in dieser Schaltstellung über die aus dem Kanal 22 und dem Ablaufkanal 21 bestehende hydraulische Verbindung aus dem Steuerraum 17 nachfließenden Kraftstoff sinkt der Kraftstoffdruck im Steuerraum 17 rapide ab. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Durchflussquerschnitt der Ablaufdrossel 20 größer ist als der der Zulaufdrossel 19, so dass bei in der zweiten Schaltstellung befindlichem Steuerventil 27 ein Nettoabfluss von Kraftstoff (Kraftstoffsteuermenge) aus dem Steuerraum 17 resultiert. Durch den Druckabfall im Steuerraum 17 hebt das Einspritzventilelement 12 vom Einspritzventilelementsitz 13 ab, so dass Kraftstoff durch die Düsenlochanordnung 14 in den Brennraum der Brennkraftmaschine strömen kann.

**[0023]** Wird das Steuerventilelement 26 in der Zeichnungsebene nach oben in die erste Schaltstellung bewegt, so dass das Steuerventilelement 26 am ersten, an der Platte 23 ausgebildeten Steuerventilsitz 30 anliegt, ist die hydraulische Verbindung zwischen dem Steuerraum 17 und dem Niederdruckbereich 10 verschlossen. Gleichzeitig ist eine später noch zu erläuternde hydraulische Verbindung 33 zwischen dem Hochdruckbereich 8, genauer dem Druckraum 7 und dem Steuerventilraum 24 geöffnet, so dass Kraftstoff über diese hydraulische Verbindung 33 und den Kanal 22 sowie den Ablaufkanal 21 in den Steuerraum 17 strömen und dort eine Druckerhöhung verursachen kann. Darüberhinaus strömt weiterhin Kraftstoff über die Zulaufdrossel 19 zu, was insgesamt zu einer rapiden Druckerhöhung im Steuerraum 17 führt, wodurch das Einspritzventilelement 12 der in der Zeichnungsebene nach unten auf den Einspritzventilelementsitz 13 verstellt wird und somit der Einspritzvorgang beendet wird.

**[0024]** Die hydraulische Verbindung zwischen dem Hochdruckbereich 8 und dem Steuerventilraum 24 umfasst eine Drosselbohrung 35 in der Drosselplatte 18, wobei die Drosselbohrung 35 den Druckraum 7 mit einem Ringraum 36 hydraulisch verbindet, wobei der Ringraum 36 radial außen vom Innenumfang einer stirnseitigen Bohrung in der Drosselplatte 18 und radial innen vom Außenumfang der Führungshülse 32 für das Steuerventilelement 26 begrenzt ist. Der Ringraum 36 steht über eine Hülsenbohrung 37 in dauerhafter hydraulischer Verbindung mit einem Zwischenraum 38, der radial außen vom Innenumfang einer zentrischen Bohrung in der Führungshülse 32 und radial innen vom Außenumfang des Steuerventilelementes 26 begrenzt ist. In der zweiten (unteren) Schaltstellung des Steuerventils 27 ist der Zwischenraum 38 von dem Steuerventilraum 24 über eine an der Führungshülse 32 ausgebildete Beißkante 39 getrennt, die dichtend mit der Unterseite eines Umfangs-

bundes 40 des Steuerventilelementes 26 zusammenwirkt. Die Beißkante 39 befindet sich an der Stirnseite eines axialen, ringförmigen Fortsatzes 41 der Führungshülse 32. Der Fortsatz 41 schafft axialen Raum zur Unterbringung einer Tellerfeder 42 (Steuerventilfeder), entgegen deren Federkraft das Steuerventilelement 26 bei einer Bestromung des piezoelektrischen Aktuators 28 in der Zeichnungsebene nach unten in die zweite Schaltstellung bewegt werden muss. Durch das Vorsehen einer Tellerfeder 42 als Steuerventilfeder kann das Volumen des Steuerventilraums 24 wie dargestellt minimiert werden. Die Tellerfeder 42 stützt sich in axialer Richtung an einer oberen Stirnseite der Führungshülse 32 und in der anderen axialen Richtung von unten an dem Umfangsbund 40 des Steuerventilelementes 26 ab.

**[0025]** Bei dem Steuerventilelement 26 handelt es sich um ein in axialer Richtung zumindest näherungsweise druckausgeglichenes Steuerventilelement 26; dies bedeutet, dass wenn sich das Steuerventilelement 26 in der oberen (ersten) Schaltstellung befindet, wirken in axialer Richtung keine (oder ggf. nur geringe) resultierenden hydraulischen Kräfte. Dies wird dadurch erreicht, dass das Steuerventilelement 26 an einer unteren Stirnseite 43 mit Niederdruck beaufschlagt ist. Die untere Stirnseite 43 begrenzt in axialer Richtung nach oben einen Ausgleichsraum 44, der zum Niederdruckbereich 10 des Kraftstoff-Injektors 1 gehört bzw. über einen Niederdruckkanal 45 mit dem Injektorrücklaufanschluss hydraulisch verbunden ist. Der Ausgleichsraum 44 wird radial außen von der Führungshülse 32 begrenzt, die den Steuerventilraum 24 in axialer Richtung nach unten begrenzt. Die Führungshülse 32 ist über einen Großteil ihrer Axialerstreckung in einer stirnseitigen Bohrung in der Drosselplatte 18 aufgenommen und liegt mit einem oberen Abschnitt ihres Außenumfangs dichtend an einem unteren Abschnitt des Innenumfangs der Stufenbohrung 25 an, so dass der Ringraum 36 gegenüber dem Steuerventilraum 24 abgedichtet ist.

## Patentansprüche

1. Kraftstoff-Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, insbesondere Common-Rail-Injektor, umfassend ein ein- oder mehrteiliges Einspritzventilelement (12) zum Öffnen und Schließen mindestens einer Einspritzöffnung, wobei dem Einspritzventilelement (12) ein Steuerventil (27) zugeordnet ist, welches ein zwischen einer ersten und einer zweiten Schaltstellung verstellbares, in einem Steuerventilraum (24) angeordnetes Steuerventilelement (26) aufweist, wobei in der ersten Schaltstellung eine hydraulische Verbindung zwischen einem mit dem Einspritzventilelement (12) wirkverbundenen Steuerraum (17) und einem Niederdruckbereich (10) des Kraftstoff-Injektors (1) gesperrt und eine hydraulische Verbindung (33) zwischen einem Hochdruckbereich des Kraft-

- stoff-Injektors (1) und dem Steuerventilraum (24) geöffnet ist und wobei in der zweiten Schaltstellung die hydraulische Verbindung zwischen dem Steuer-  
raum (17) und dem Niederdruckbereich (10) geöffnet und die hydraulische Verbindung zwischen dem  
Hochdruckbereich (8) und dem Steuerventilraum (24) unterbrochen ist,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Steuerventilelement (26) derart ausgebildet und angeordnet ist, dass durch den Druck im  
Steuerraum (17) keine oder nur eine geringe resul-  
tierende hydraulische Kraft in axialer Richtung auf  
das Steuerventilelement (26) ausgeübt wird, wenn  
die hydraulische Verbindung (33) zwischen dem  
Steuerraum (17) und dem Niederdruckbereich (10)  
in der ersten Schaltstellung des Steuerventilelemen-  
tes (26) unterbrochen ist und, dass das Steuerventilelement (26) in der zweiten Schaltstellung zum Ab-  
dichtung der hydraulischen Verbindung (33) zwischen dem Hochdruckbereich (8) und dem Steuerventilraum (24) dichtend an einer das Steuerventilelement (26) an seinem Außenumfang führenden Führungshülse (32) anliegt.
2. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Feder als Tellerfeder ausgebildet ist.
3. Kraftstoff-Injektor nach einem der Ansprüche 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die hydraulische Verbindung (33) zwischen dem Hochdruckbereich (8) und dem Steuerventilraum (24) als Drosselverbindung, vorzugsweise durch das Vorsehen einer Drosselbohrung (35), ausgebildet ist.
4. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** sich die Feder zum einen axial an einem Umfangsbund (40) des Steuerventilelementes (26) und zum anderen axial an der Führungshülse (32) für das Steuerventilelement (26) abstützend angeordnet ist.
5. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die hydraulische Verbindung (33) einen radial außen von der Führungshülse (32) und radial innen von dem Steuerventilelement (26) begrenzten Zwischenraum umfasst.
6. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Zwischenraum über mindestens eine Hülsenbohrung (37) in der Führungshülse (32) mit einem radial innen von der Führungshülse (32) begrenzten Ringraum (36) verbunden ist.
7. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Führungshülse (32) axial an eine Drosselplatte (18) angrenzt, in der eine, vorzugsweise als Drosselbohrung (35) ausgeführte, Bohrung als Teilabschnitt der hydraulischen Verbindung (33) zwischen dem Hochdruckbereich (8) und dem Steuerventilraum (24) eingebracht ist.
8. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Führungshülse (32) eine Beißkante zum dichtenden Zusammenwirken mit dem Steuerventilelement (26) in der zweiten Schaltstellung aufweist.
9. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zum Betätigen des Steuerventils (27) ein piezoelektrischer Aktuator (28) vorgesehen ist.
10. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die hydraulische Verbindung (33) zwischen dem Steuerraum (17) und dem Steuerventilraum (24) durch zwei axial aneinander angrenzende Bauteile verläuft.
- Geänderte Patentansprüche gemäß Regel 137(2) EPÜ.**
1. Kraftstoff-Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, insbesondere Common-Rail-Injektor, umfassend ein ein- oder mehrteiliges Einspritzventilelement (12) zum Öffnen und Schließen mindestens einer Einspritzöffnung, wobei dem Einspritzventilelement (12) ein Steuerventil (27) zugeordnet ist, welches ein zwischen einer ersten und einer zweiten Schaltstellung verstellbares, in einem Steuerventilraum (24) angeordnetes Steuerventilelement (26) aufweist, wobei in der ersten Schaltstellung eine hydraulische Verbindung zwischen einem mit dem Einspritzventilelement (12) wirkverbundenen Steuerraum (17) und einem Niederdruckbereich (10) des Kraftstoff-Injektors (1) gesperrt und eine hydraulische Verbindung (33) zwischen einem Hochdruckbereich des Kraftstoff-Injektors (1) und dem Steuerventilraum (24) geöffnet ist und wobei in der zweiten Schaltstellung die hydraulische Verbindung zwischen dem Steuerraum (17) und dem Niederdruckbereich (10) geöffnet und die hydraulische Verbindung zwischen

dem Hochdruckbereich (8) und dem Steuerventilraum (24) unterbrochen ist,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das Steuerventilelement (26) derart ausgebildet und angeordnet ist, dass durch den Druck im Steuerventilraum (24) keine oder nur eine geringe resultierende hydraulische Kraft in axialer Richtung auf das Steuerventilelement (26) ausgeübt wird, wenn die hydraulische Verbindung (33) zwischen dem Steuerventilraum (24) und dem Niederdruckbereich (10) in der ersten Schaltstellung des Steuerventilelementes (26) unterbrochen ist und, dass das Steuerventilelement (26) in der zweiten Schaltstellung zum Abdichtung der hydraulischen Verbindung (33) zwischen dem Hochdruckbereich (8) und dem Steuerventilraum (24) dichtend an einer das Steuerventilelement (26) an seinem Außenumfang führenden Führungshülse (32) anliegt.

2. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** eine Feder zum einen axial an einem Umfangsbund (40) des Steuerventilelementes (26) und zum anderen axial an der Führungshülse (32) für das Steuerventilelement (26) abstützend angeordnet ist.

3. Kraftstoff-Injektor nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die hydraulische Verbindung (33) zwischen dem Hochdruckbereich (8) und dem Steuerventilraum (24) als Drosselverbindung, vorzugsweise durch das Vorsehen einer Drosselbohrung (35), ausgebildet ist.

4. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Feder als Tellerfeder (42) ausgebildet ist.

5. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die hydraulische Verbindung (33) einen radial außen von der Führungshülse (32) und radial innen von dem Steuerventilelement (26) begrenzten Zwischenraum umfasst.

6. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 5,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** der Zwischenraum über mindestens eine Hülsenbohrung (37) in der Führungshülse (32) mit einem radial innen von der Führungshülse (32) begrenzten Ringraum (36) verbunden ist.

7. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Führungshülse (32) axial an eine Drosselplatte (18) angrenzt, in der eine, vorzugsweise als Drosselbohrung (35) ausgeführte, Bohrung als Teilabschnitt der hydraulischen Verbindung (33) zwischen dem Hochdruckbereich (8) und dem Steuerventilraum (24) eingebracht ist.

8. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 7,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Führungshülse (32) eine Beißkante zum dichtenden Zusammenwirken mit dem Steuerventilelement (26) in der zweiten Schaltstellung aufweist.

9. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** zum Betätigen des Steuerventils (27) ein piezoelektrischer Aktuator (28) vorgesehen ist.

10. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die hydraulische Verbindung (20, 21, 22) zwischen dem Steuerraum (17) und dem Steuerventilraum (24) durch zwei axial aneinander angrenzende Bauteile verläuft.

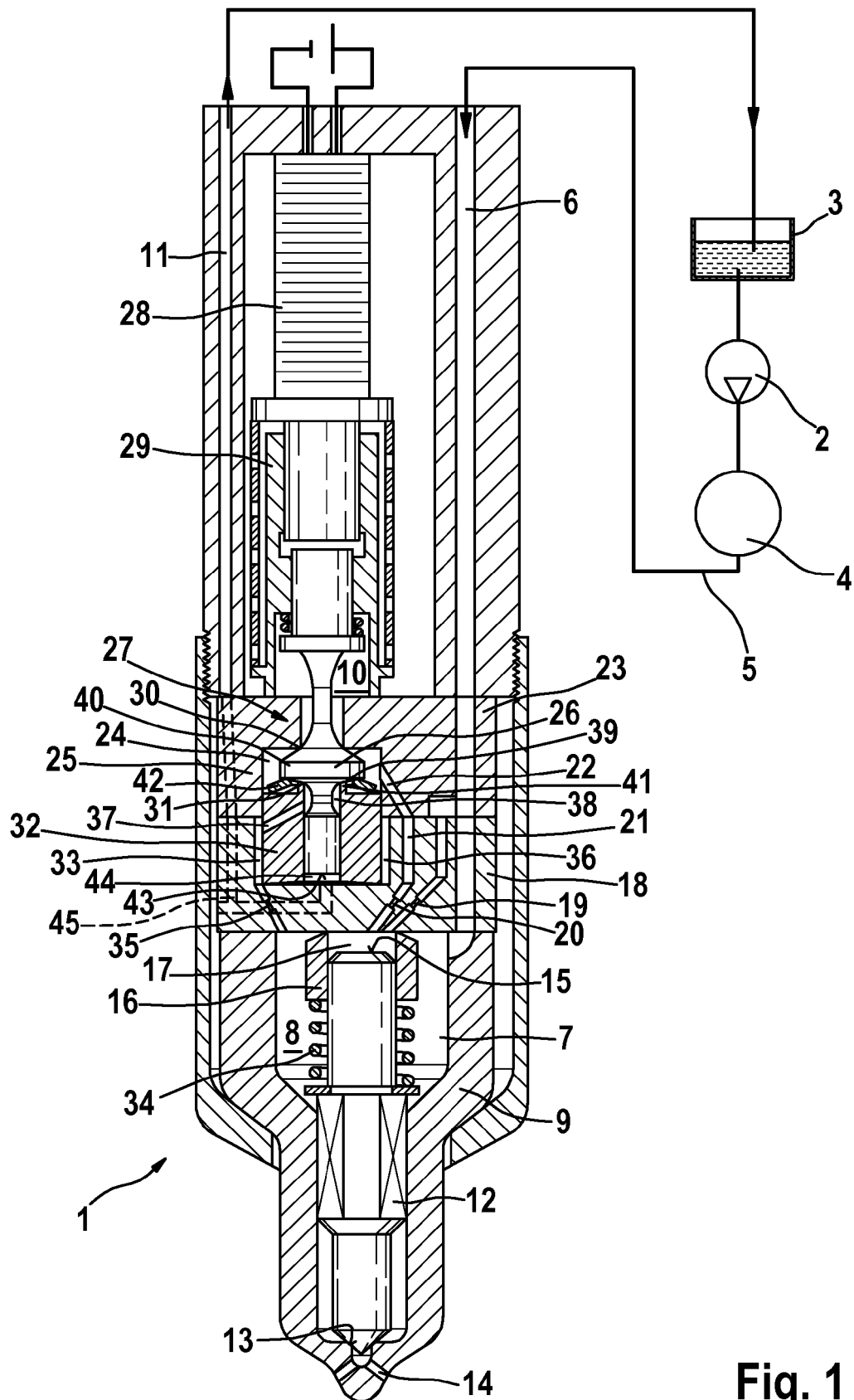


Fig. 1





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 10 16 2230

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 1 640 604 A1 (SIEMENS AG [DE]) 29. März 2006 (2006-03-29) * Abbildungen *	1,3,7-10	INV. F02M47/02 F02M63/00
A	DE 10 2007 047426 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 20. November 2008 (2008-11-20) * Absatz [0036]; Anspruch 3; Abbildungen *	1,3,7,9,10	
A	DE 10 2006 009070 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 30. August 2007 (2007-08-30) * Abbildungen 1,2 *	1,9	
A	DE 10 2004 049702 B3 (SIEMENS AG [DE]) 9. März 2006 (2006-03-09) * Abbildung 2 *	1,9	
A	EP 1 876 342 A2 (DENSO CORP [JP]) 9. Januar 2008 (2008-01-09) * Abbildung 2 *	1,9	
A	US 2009/165749 A1 (IBRAHIM DANIEL R [US] ET AL) 2. Juli 2009 (2009-07-02) * Abbildung 2 *	1,3,10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 7. Oktober 2010	Prüfer Landriscina, V
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 10 16 2230

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

07-10-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1640604 A1	29-03-2006	DE 102004046191 B3	13-04-2006
DE 102007047426 A1	20-11-2008	WO 2008138800 A1	20-11-2008
DE 102006009070 A1	30-08-2007	AT 470066 T	15-06-2010
		EP 1991774 A1	19-11-2008
		WO 2007098988 A1	07-09-2007
DE 102004049702 B3	09-03-2006	WO 2006040290 A1	20-04-2006
EP 1876342 A2	09-01-2008	JP 2008014190 A	24-01-2008
		US 2008006724 A1	10-01-2008
US 2009165749 A1	02-07-2009	WO 2009085152 A1	09-07-2009

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 102004030445 A1 **[0002]**
- DE 102008001330 **[0003]**