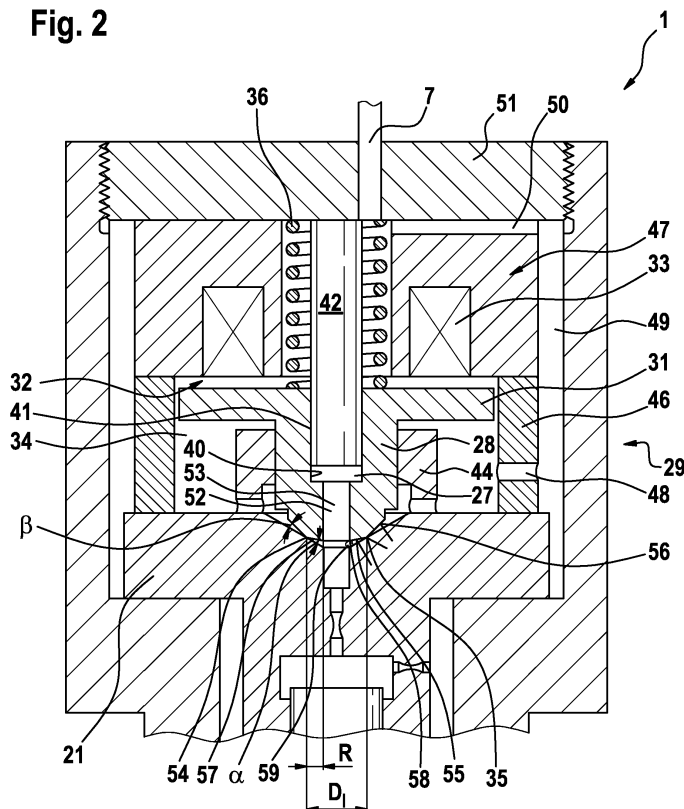




Beschreibung

Stand der Technik

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

[0002] Aus der EP 1 253 314 A2 ist ein Kraftstoff-Injektor bekannt, der mittels eines Steuerventils servogesteuert ist. Das Steuerventil weist ein hülsenförmiges Steuerventilelement auf, das an seiner seinem Steuerventilsitz zugewandten Stirnseite kegelförmig ausgebildet ist, wobei der Steuerventilsitz von einer Ringkante einer Stufenbohrung gebildet ist. Nachteilig bei dem bekannten Kraftstoff-Injektor ist die starke Belastung an der linienförmigen Sitzkante, die von zwei rechtwinklig zueinander verlaufenden Flächen gebildet ist. Hierdurch kommt es während des Betriebs zu erheblichen Verschleißerscheinungen.

Offenbarung der Erfindung

Technische Aufgabe

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde einen Kraftstoff-Injektor mit einem ein hülsenförmiges Steuerventilelement aufweisenden Steuerventil vorzuschlagen, das zum einen auf einfache Weise fertigbar und zum anderen einen vergleichsweise geringen Verschleiß im Sitzbereich garantiert.

Technische Lösung

[0004] Diese Aufgabe wird mit einem Kraftstoff-Injektor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0005] Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, am Steuerventilelement als Dichtfläche zum Zusammenwirken mit dem in axialer Richtung gegenüberliegenden Steuerventilsitz, eine Dichtkante vorzusehen, die zwischen zwei winklig zueinander angeordneten, vorzugsweise in axialer Richtung benachbarten, insbesondere konusförmigen, Kegelflächen (Ringflächen) ausgebildet ist, von denen sich eine in den Hochdruckbereich des Kraftstoff-Injektors und die andere in den Niederdruckbereich erstreckt. Hierdurch wird die Belastung des Steuerventilsitzes im Bereich seiner Dichtfläche im Vergleich mit den aus dem Stand der Technik bekannten Kraftstoff-Injektoren minimiert, da durch die Ausbildung einer Dichtkante an einem Doppelkegel eine gute Verteilung der Kontaktkräfte im Steuerventilelement realisiert werden kann. Zudem ist die Lage der Dichtkante im Gegensatz zum Stand der Technik genau definiert, wodurch sich auf einfache Weise ein in Schließstellung in axialer Richtung druckausgeglichenes Steuerventil realisieren lässt. Zudem weist ein nach dem Konzept der Erfindung ausge-

bildeter Kraftstoff-Injektor eine gute Dichtheit - auch bei sehr hohen Drücken von über 2000 bar - auf. Ein nach dem Konzept der Erfindung ausgebildeter Kraftstoff-Injektor ist nicht nur vorteilhaft gegenüber einem Kraftstoff-Injektor, bei dem am Steuerventilelement eine Kegelfläche ausgebildet ist, sondern auch gegenüber einem Kraftstoff-Injektor, bei dem das hülsenförmige Steuerventilelement endseitig mit einer Teilkugelfläche versehen ist, da zwei winklig zueinander verlaufende, insbesondere axial, zwischen sich eine Dichtkante ausbildende Kegelflächen einfacher zu fertigen sind und zum anderen zu einer definierten Lage der Dichtkante führen. Auch lassen sich zwei gerade, kegelförmige Flächen messtechnisch besser überprüfen als eine Kugelform. Besonders bevorzugt ist die Kombination eines hülsenförmigen Steuerventilelementes mit daran ausgebildeter, zwischen zwei Kegelflächen angeordneter Dichtkante, mit einem elektromagnetischen Aktuator, der mit einer mit dem Steuerventilelement wirkverbundenen, insbesondere einstückig mit dieser ausgebildeten, Ankerplatte zusammenwirkt. Weiterhin von Vorteil ist, dass die hochdruckseitige Kegelfläche des abschnittsweise doppelkegelförmigen Steuerventilsitzes im Bereich des Kraftstoff-Zulaufes zum Steuerventilsitz zusammen mit der Sitzfläche des Steuerventilsitzes einen in Richtung der Dichtkante spitz zulaufenden Zulaufspalt begrenzt. Hieraus resultiert ein Schutz der Dichtkante vor im Kraftstoff befindlichen Partikeln, da ankommende (größere) Partikel zum Teil zunächst im Zulaufspalt zur Dichtkante angehalten und somit von der Dichtkante ferngehalten werden. Zudem kommt es bereits vor Erreichen der im Betrieb durch Verschleißerscheinungen unvermeidlich breiter werdenden Dichtkante im Bereich des spitz in Richtung der Dichtkante zulaufenden Zulaufspaltes zu einer Zerkleinerung der Partikel durch Anschlagen an die den Zulaufspalt begrenzenden Flächen und/oder Kanten, und/oder durch eine die Partikel zerdrückende Schließbewegung des Steuerventilelementes, wodurch die Gefahr einer Beschädigung der Dichtkante minimiert wird.

[0006] Nachteilig an dem Vorsehen einer hochdruckseitigen Kegelfläche ist jedoch, dass durch diese negative Strömungskräfte entstehen, die sich negativ auf das Schaltverhalten auswirken. Insbesondere werden die Öffnungsgeschwindigkeit und die Schaltgenauigkeit reduziert. Akzeptabel bis gute Strömungseigenschaften bei gleichzeitiger Gewährleistung von guten Partikelzerstörungseigenschaften sowie einer ausreichenden Stützung der Dichtkante werden erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass die Radialerstreckung der hochdruckseitigen Kegelfläche maximal 15 %, vorzugsweise maximal 10 %, des Durchmessers der Dichtkante entspricht. Hierbei ist unter dem Durchmesser der Dichtkante der Durchmesser der hochdruckseitigen Grenzlinie, der sich im Betrieb des Kraftstoff-Injektors verschleißbedingt abplattenden Dichtkante zu verstehen. Unter der Radialerstreckung der hochdruckseitigen Kegelfläche ist die (radiale) Breite der axialen Projektionsfläche der hoch-

druckseitigen Kegelfläche zu verstehen.

[0007] Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform, bei der dieser Durchmesser der Dichtkante 3 mm oder geringer ist und in der Folge die Radialerstreckung der hochdruckseitigen Kegelfläche maximal 450 μm , vorzugsweise zwischen 30 μm und 300 μm beträgt. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform beträgt der Durchmesser der Dichtkante weniger als 2 mm und in der Folge die Radialerstreckung der Dichtkante weniger als 300 μm , vorzugsweise zwischen 30 μm und 200 μm .

[0008] Das nach dem Konzept der Erfindung ausgebildete Steuerventilelement ist in axialer Richtung in seinem geschlossenen Zustand, zumindest näherungsweise druckausgeglichen, was bedeutet, dass das Steuerventilelement derart ausgebildet ist, dass auf dieses in seiner Schließstellung keine oder nur sehr geringe hydraulische Kräfte wirken. Diese axiale Druckausgeglichenheit kann beispielsweise mit einem hülsenförmigen Steuerventilelement erzielt werden. Unter einem hülsenförmigen Steuerventilelement wird dabei ein Steuerventilelement verstanden, das eine, vorzugsweise zentrische, durchgehende Öffnung bzw. einen durchgehenden, bei Bedarf auch als Stufenbohrung ausgebildeten, Kanal aufweist, wobei in dem Kanal, wie später noch erläutert werden wird, ein Druckstift aufgenommen werden kann, der den Kanal axial verschließt und bei dem es sich bevorzugt um ein von dem den Steuerventilsitz aufweisenden Ventilkörper separates Bauteil handelt. Ein in axialer Richtung druckausgeglichenes Steuerventilelement kann alternativ auch mit einem bolzenförmigen Steuerventil (ohne Durchgangsbohrung) realisiert werden, beispielsweise indem dieses mit einer ringnutförmigen, randseitigen Ventilkammer versehen wird, deren in beide Axialrichtungen wirksamen Druckangriffsflächen gleich groß sind.

[0009] In Weiterbildung der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass die von einem Doppelkegel ausgebildete Dichtkante mit einem innenkegelförmigen Steuerventilsitz zusammenwirkt. Ein innenkegelförmiger Steuerventilsitz zeichnet sich, wie das Doppelkegel-Steuerventilelement, durch eine einfache und genaue Fertigbarkeit aus. Zudem bietet die Kombination einer zwischen zwei Kegelflächen ausgebildeten Dichtkante mit einem innenkegelförmigen Steuerventilsitz die Möglichkeit, Winkeltoleranzen zwischen dem Steuerventilelement und dem den Steuerventilsitz aufweisenden Ventilkörper auszugleichen. Insgesamt werden hierdurch vergleichsweise kostengünstig herstellbare, mehrteilige Steuerventilaufbauten realisierbar. Darüber hinaus werden gute Zuströmbedingungen zum Steuerventilsitz ohne eine scharfe Kraftstoff-Umlenkung in einem Bereich zwischen einer Ablaufdrossel und dem Steuerventilsitz realisiert.

[0010] Im Hinblick auf einen möglichst einfachen, wenige Bauteile aufweisenden Injektoraufbau ist eine Ausführungsform bevorzugt, bei der der, insbesondere innenkegelförmige, Steuerventilsitz an demselben Ventil-

körper ausgebildet ist, der auch eine Steuerkammer begrenzt, welche, vorzugsweise unmittelbar, mit einem in axialer Richtung verstellbaren Einspritzventilelement zusammenwirkt. Die Steuerkammer kann dabei mittels des Steuerventils mit einem Niederdruckbereich des Injektors verbunden oder von diesem getrennt werden, wobei bei mit dem Niederdruckbereich verbundener Steuerkammer aufgrund des sinkenden Drucks in der Steuerkammer eine auf das Einspritzventilelement wirkende Kraft in Öffnungsrichtung erzielt wird. Von besonderem Vorteil ist eine Ausführungsform des Kraftstoff-Injektors, bei der auf das Steuerventilelement in seiner Schließstellung keine oder allenfalls minimale Kräfte in Öffnungsrichtung wirken. Ein in seiner Schließstellung in axialer Richtung druckausgeglichenes Steuerventilelement kann bei einem hülsenförmigen Steuerventilelement dadurch realisiert werden, dass der innere Führungsdurchmesser mit dem das Steuerventilelement an einem inneren, später noch zu erläuternden, Druckstift geführt ist, dem Dichtkantendurchmesser entspricht, mit dem das Steuerventilelement an seinem Steuerventilsitz anliegt. Um Prellereffekte beim Schließen des Steuerventilelementes zu minimieren, ist eine Ausführungsform bevorzugt, bei der keine exakte axiale Druckausgeglichenheit in Schließstellung realisiert wird, sondern bei der auf das Steuerventilelement eine "kleine" hydraulische Schließkraft wirkt. Diese kann durch das Vorsehen einer kleinen schließenden Druckstufe realisiert werden, beispielsweise indem der innere Führungsdurchmesser etwas größer gewählt wird als der Dichtkantendurchmesser.

[0011] Besonders vorteilhaft ist die vorgeschlagene Dichtkante in Kombination mit einem Steuerventilelement, das mit seinem Innenumfang an einem Druckstift geführt ist, der den im Steuerventilelement ausgebildeten Kanal in axialer Richtung nach oben abdichtet. Bevorzugt ist dieser Druckstift als von dem den Steuerventilsitz aufweisenden Ventilkörper separates Bauteil ausgebildet, welches vorzugsweise lose innerhalb des Steuerventilelementes aufgenommen ist. Im Betrieb des Kraftstoff-Injektors wird dieser Druckstift von dem aus der Steuerkammer nachströmenden Kraftstoff in axialer Richtung, in Richtung von dem Steuerventilsitz weg kraftbeaufschlagt, vorzugsweise derart, dass sich der Druckstift an einem Injektorbauteil, vorzugsweise an einem Injektordeckel in axialer Richtung abstützt.

[0012] Von besonderem Vorteil ist eine Ausführungsform des Kraftstoff-Injektors, bei der das, insbesondere hülsenförmige, Steuerventilelement, vorzugsweise zusätzlich zu einer Führung am Innenumfang, an seinem Außenumfang geführt ist. Bei einer derartigen Ausführungsform hat ein ggf. vorgesehener Druckstift im Wesentlichen nur noch die Funktion der Abdichtung des inneren Steuerventilelementkanals in axialer Richtung nach oben.

[0013] Im Hinblick auf die Minimierung der Bauteilzahl ist eine Ausführungsform bevorzugt, bei der das hülsenförmige Steuerventilelement mit seinem Außenumfang

an dem Bauteil geführt ist, an dem auch der Steuerventilsitz ausgebildet ist. Vorzugsweise handelt es sich bei dem Bauteil auch um das die Steuerkammer radial außen begrenzende Bauteil. Eine derartige Ausführungsform ist insbesondere dann auf vergleichbar einfache Art und Weise realisierbar, wenn der Steuerventilsitz von einem Innenkegel gebildet ist, da der Innenkegel durch die Führung (Führungsbohrung) in axialer Richtung hindurch gefertigt werden kann.

[0014] Um an der dem Steuerventilsitz zugewandten Stirnseite des Steuerventilelementes einen Flächengewinn zu realisieren, der die Ausbildung ausreichend großer Kegelflächen zur Bildung der Dichtkante ermöglicht, ist eine Ausführungsform zu bevorzugen, bei der das hülsenförmige Steuerventilelement nicht einen durchgehenden Zentralkanal (Innenkanal) aufweist, sondern bei dem in dem Steuerventilelement eine, vorzugsweise zentrische, Stufenbohrung realisiert ist, wobei ein oberer, von dem Steuerventilsitz abgewandter Abschnitt der Stufenbohrung einen größeren Durchmesser aufweist, als der untere Bohrungsabschnitt. Bevorzugt dient der größere Durchmesserabschnitt zur Führung des Steuerventilelementes an einem (losen) Druckstift.

[0015] In Weiterbildung der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass das Einspritzventilelement niederdruckstufenfrei ausgebildet ist. Um bei dieser Ausführungsform dennoch ein schnelles Nadelschließen zu realisieren, ist eine Ausführungsform bevorzugt, bei der am Außenumfang des Einspritzventilelementes realisierte Axialkanäle als Drosselkanäle ausgebildet sind, um den aus einem internen Hochdruckspeicherraum (Minirail) axial in Richtung eines Düsenraums strömenden Kraftstoff zu drosseln.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0016] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen. Diese zeigen in:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines als Common-Rail-Injektor ausgebildeten Kraftstoff-Injektors mit einem hülsenförmigen Steuerventilelement, das endseitig eine Dichtkante aufweist, die zwischen zwei winklig zueinander verlaufenden Kegelflächen ausgebildet ist, wobei die Dichtkante mit einem innenkonusförmigen Steuerventilsitz zusammenwirkt und
- Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung des Injektorkopfes aus Fig. 1.

Ausführungsformen der Erfindung

[0017] In den Figuren sind gleiche Bauteile und Bauteile mit der gleichen Funktion mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0018] In Fig. 1 ist ein als Common-Rail-Injektor aus-

gebildeter Kraftstoff-Injektor 1 zum Einspritzen von Kraftstoff in einen nicht gezeigten Brennraum einer ebenfalls nicht gezeigten Brennkraftmaschine dargestellt. 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 1 neben anderen, nicht gezeigten Kraftstoff-Injektoren, über eine Versorgungsleitung 5 angeschlossen. Die Versorgungsleitung 5 mündet in einen zum Hochdruckbereich des Kraftstoff-Injektors 1 gehörenden, als Mini-Rail zur Druckschwingungsminimierung fungierenden Hochdruckspeicherraum 6. Der Kraftstoff strömt bei einem Einspritzvorgang unmittelbar aus dem Hochdruckspeicherraum 6 in axialer Richtung in den Brennraum der Brennkraftmaschine. Der Kraftstoff-Injektor 1 ist über einen Injektorrücklaufanschluss 7 an eine Rücklaufleitung 8 an den Vorratsbehälter 3 angeschlossen. Über die Rücklaufleitung 8 kann eine später noch zu erläuternde Steuermenge an Kraftstoff von dem Kraftstoff-Injektor 1 zu dem Vorratsbehälter 3 abfließen und von dort aus dem Hochdruckkreislauf wieder zugeführt werden.

[0019] Innerhalb eines Injektorkörpers 9 ist ein in diesem Ausführungsbeispiel zweiteiliges Einspritzventilelement 10, das bei Bedarf auch einteilig ausgeführt sein kann, in axialer Richtung verstellbar. Dabei ist das Einspritzventilelement 10 innerhalb eines Düsenkörpers 11 an seinem Außenumfang geführt. Dieser Düsenkörper 11 ist mittels einer nicht dargestellten Überwurfmutter mit dem Injektorkörper 9 verschraubt.

[0020] Das Einspritzventilelement 10 weist an seiner Spitze 12 eine Schließfläche 13 (Dichtfläche) auf, mit welcher das Einspritzventilelement 10 in eine dichte Anlage an einen innerhalb des Düsenkörpers 11 ausgebildeten Einspritzventilelementsitz 14 bringbar ist. Wenn das Einspritzventilelement 10 an seinem Einspritzventilelementsitz 14 anliegt, d.h. sich in einer Schließstellung befindet, ist der Kraftstoffaustritt aus einer Düsenlochanordnung 15 gesperrt. Ist es dagegen von seinem Einspritzventilelementsitz 14 abgehoben, kann Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicherraum 6 durch in einem Führungsabschnitt 16 am Außenumfang durch Anschliffe gebildete Axialkanäle 17 in einen in der Zeichnungsebene unteren, radial zwischen dem Einspritzventilelement 10 und dem Düsenkörper 11 ausgebildeten Ringraum 18 (Düsenraum) an dem Einspritzventilelementsitz 14 vorbei zur Düsenlochanordnung 15 strömen und dort im Wesentlichen unter dem Hochdruck (Raildruck) stehend in den Brennraum gespritzt werden.

[0021] Von einer oberen Stirnseite 19 des Einspritzventilelementes 10 und einem in der Zeichnungsebene unteren, hülsenförmigen Abschnitt 20 eines Ventilkörpers 21 wird eine Steuerkammer 22 begrenzt, die über eine radial in dem hülsenförmigen Abschnitt 20 des Ventilkörpers 21 verlaufende Zulaufdrossel 23 mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff aus dem Hochdruck-

speicherraum 6 versorgt wird. Der hülsenförmige Abschnitt 20 mit darin eingeschlossener Steuerkammer 22 ist radial außen von unter Hochdruck stehendem Kraftstoff umschlossen, sodass ein ringförmiger Führungsspalt 24 radial zwischen dem hülsenförmigen Abschnitt 20 und dem Einspritzventilelement 10 vergleichsweise kraftstoffdicht ist.

[0022] Die Steuerkammer 22 ist über einen, in dem Ventilkörper 21 angeordneten, axialen Ablaufkanal 25 mit Ablaufdrossel 26 mit einer Ventilkammer 27 verbunden, die radial außen von einem in axialer Richtung verstellbaren, hülsenförmigen Steuerventilelement 28 eines in axialer Richtung im geschlossenen Zustand druckausgeglichenen Steuerventils 29 (Servo-Ventil) begrenzt ist. Aus dem Ablaufkanal 25 kann Kraftstoff in einen Niederdruckbereich 30 des Kraftstoff-Injektors 1 und von dort aus zum Injektorrücklaufanschluss 7 strömen, wenn das hülsenförmige Steuerventilelement 28, das mit einer Ankerplatte 31 fest verbunden ist, von seinem am Ventilkörper 21 ausgebildeten Steuerventilsitz abgehoben, d.h. das Steuerventil 29 geöffnet ist. Zum Verstellen des hülsenförmigen Steuerventilelementes 28 in der Zeichnungsebene nach oben ist ein elektromagnetischer Aktuator 32 mit einem Elektromagneten 33 vorgesehen, der mit der Ankerplatte 31, die in einem Ankerplattenraum 34 angeordnet ist, zusammenwirkt und in der Folge auch mit dem hülsenförmigen Steuerventilelement 28. Bei Bestromung des elektromagnetischen Aktuators 32 hebt das Steuerventilelement 28 von seinem am Ventilkörper 21 angeordneten, in diesem Ausführungsbeispiel als innenkonusförmiger Innenkegel ausgebildeten, Steuerventilsitz 35 ab. Die Durchflussquerschnitte der Zulaufdrossel 23 und der Ablaufdrossel 26 sind dabei derart aufeinander abgestimmt, dass bei geöffnetem Steuerventil 29 ein Nettoabfluss von Kraftstoff (Kraftstoffsteuermenge) aus der Steuerkammer 22 in den Niederdruckbereich 30 des Kraftstoff-Injektors 1 und von dort aus über den Injektorrücklaufanschluss 7 und die Rücklaufleitung 8 in den Vorratsbehälter 3 resultiert. Hierdurch sinkt der Druck in der Steuerkammer 22 rapide ab, wodurch das Einspritzventilelement 10 von einem Einspritzventilelement 14 abhebt, sodass Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicherraum 6 durch die Düsenlochanordnung 15 ausströmen kann.

[0023] Zum Beenden des Einspritzvorgangs wird die Bestromung des elektromagnetischen Aktuators 32 unterbrochen, wodurch das hülsenförmige Steuerventilelement 28 mit einer Steuerfeder 36, die sich auf der Ankerplatte 31 abstützt, in der Zeichnungsebene nach unten auf ihren Steuerventilsitz 35 verstellt wird. Der durch die Zulaufdrossel 23 in die Steuerkammer 22 nachströmende Kraftstoff sorgt für eine schnelle Druckerhöhung in der Steuerkammer 22 und damit für eine auf das Einspritzventilelement 10 wirkende Schließkraft. Die daraus resultierende Schließbewegung des Einspritzventilelementes 10 wird von einer Schließfeder 37 unterstützt, die sich einenends an einem Umfangsbund 38 und anderenends an der in der Zeichnungsebene unteren, ring-

förmigen Stirnseite 39 des hülsenförmigen Abschnitts 20 des Ventilkörpers 21 abstützt.

[0024] Aus Fig. 1 ist zu erkennen, dass innerhalb einer in das Steuerventilelement 28 eingebrachten Stufenbohrung 40, genauer im in der Zeichnungsebene oberen Abschnitt 41 der Stufenbohrung 40, ein loser Druckstift 42 aufgenommen ist, der als von dem Ventilkörper 21 separates Bauteil ausgebildet ist. Der zylindrische Druckstift 42 hat die Aufgabe, die von der Stufenbohrung 40 gebildete Ventilkammer 27 in axialer Richtung nach oben abzudichten, um zu verhindern, dass bei geschlossenem Steuerventilelement 28 Kraftstoff aus dem Ablaufkanal 25 in den Niederdruckbereich 30 strömen kann. Der Druckstift 42 dient weiterhin zur Führung des Steuerventilelementes 28 an seinem von der Stufenbohrung 40 bzw. dem Abschnitt 41 gebildeten Innenumfang.

[0025] Zusätzlich ist das hülsenförmige, in geschlossenem Zustand in axialer Richtung druckausgeglichene Steuerventilelement 28 an seinem Außenumfang 43 geführt. Hierzu ist am Ventilkörper 21 ein in der Zeichnungsebene nach oben ragender Führungsabschnitt 44 vorgesehen, der das Steuerventilelement 28 radial außen umschließt. Der Steuerventilsitz 35 wurde durch den Führungsabschnitt 44 des Ventilkörpers 21 in axialer Richtung hindurch gefertigt. Radial in den Führungsabschnitt 44 sind Bohrungen 45 eingebracht, über die aus dem Ablaufkanal 25 bei geöffnetem Steuerventilelement 28 strömender Kraftstoff radial nach außen in den Ankerplattenraum 34 strömen kann. Damit dieser in den Niederdruckbereich 30 strömende Kraftstoff möglichst wenige hydraulische Kraftimpulse auf die Ankerplatte 31 verursacht, ist in einem den Ankerplattenraum 34 begrenzenden Stützring 46, der die Elektromagnetanordnung 47 des elektromagnetischen Aktuators 32 trägt, ein Radialkanal 48 eingebracht, durch den Kraftstoff in eine Ringkammer 49 strömen kann, die sowohl den Stützring 46 als auch die Elektromagnetanordnung 47 radial außen umschließt. Über einen axial von dem Radialkanal 48 beabstandeten Radialkanal 50 kann der Kraftstoff aus der Ringkammer 49 wieder nach radial innen zum Injektorrücklaufanschluss 7 und von dort aus über die Rücklaufleitung 8 zum Vorratsbehälter 3 fließen.

[0026] Im Folgenden werden Details des Kraftstoff-Injektors 1 anhand einer vergrößerten Darstellung des Injektorkopfes gemäß Fig. 2 näher erläutert.

[0027] In Fig. 2 ist das hülsenförmige Steuerventilelement 28 in einer vergrößerten Darstellung gezeigt, wobei in dem hülsenförmigen Steuerventilelement 28 die Stufenbohrung 40 eingebracht ist, die einen von dem Druckstift 42 verschlossenen Durchgangskanal bildet. Der Druckstift 42, der sich axial an einem Deckel 51 des Kraftstoff-Injektors 1 abstützt hat dabei die Funktion, eine innerhalb des Steuerventilelementes 28 ausgebildete Ventilkammer 27 in axialer Richtung nach oben abzudichten. In die von dem Druckstift 42 axial begrenzte Ventilkammer 27 führt ein Innenkanal 52 aus axialer Richtung von in der Zeichnungsebene unten, wobei der Innenkanal 52 von einem in der Zeichnungsebene unteren Abschnitt 53

der Stufenbohrung 40 gebildet ist. Dabei ist der Durchmesser des Innenkanals 52 geringer als der Durchmesser des in der Zeichnungsebene oberen Abschnittes 41 der Stufenbohrung 40.

[0028] An dem dem innenkegelförmigen Steuerventilsitz 35 zugewandten Ende des Steuerventilelementes 28 ist eine ringförmige Dichtkante 54 ausgebildet, die die Kontaktlinie bzw. Schnittlinie von zwei in axialer Richtung benachbarten, jeweils konusförmigen Kegelflächen 55, 56 bildet, wobei die beiden konusförmigen Kegelflächen 55, 56 einen voneinander unterschiedlichen Kegelwinkel (hier Konuswinkel) aufweisen. Dabei handelt es sich bei der in der Zeichnungsebene unteren Kegelfläche 55 um eine hochdruckseitige und bei der axial unmittelbar angrenzenden in der Zeichnungsebene oberen Kegelfläche 56 um eine niederdruckseitige Kegelfläche. Die in der Zeichnungsebene untere, hochdruckseitige Kegelfläche 55 weist dabei einen größeren Kegelwinkel α auf, als die in der Zeichnungsebene, axial benachbarte, obere, niederdruckseitige Kegelfläche 50, deren Kegelwinkel β kleiner ist. Unter einem Kegelwinkel wird dabei der Winkel zwischen zwei diametral gegenüberliegenden Flächenabschnitten der jeweiligen ringförmigen Kegelfläche verstanden.

[0029] Die axial zwischen den Kegelflächen 55, 56 gebildete Dichtkante 54 wirkt in ihrer Schließstellung mit dem innenkegelförmigen Steuerventilsitz 35 zusammen, der am Ventilkörper 21 ausgebildet ist. Der Kegelwinkel des innenkonusförmigen Steuerventilsitzes 35 ist dabei kleiner als der Kegelwinkel α zwischen den in der Zeichnungsebene unteren Kegelflächen 55 und größer als der Kegelwinkel β zwischen den in der Zeichnungsebene oberen Kegelflächen 56.

[0030] Wesentlich ist, was jedoch aus zeichnungstechnischen Gründen nicht dargestellt ist, dass die Radialerstreckung R (hier $150\mu\text{m}$) der hochdruckseitigen Kegelfläche 55 maximal 15 %, vorzugsweise maximal 10 % des Durchmessers D_1 (hier 2 mm) der Dichtkante 54 entspricht, um negative Strömungseinflüsse der hochdruckseitigen Kegelfläche 55 zu minimieren. Bei dem Durchmesser D_1 handelt es sich bei der gezeigten Injektorvariante mit innerhalb des Steuerventilelementes 28 anliegendem Hochdruck um den innersten Durchmesser der, insbesondere durch Verschleiß, nicht ideal linienförmigen Dichtkante 54. Bei einem Kraftstoff-Injektor 1 mit außen liegendem Hochdruck würde es sich um den äußersten Durchmesser der Dichtkante 54 handeln. Axial zwischen der radial inneren, hochdruckseitigen Kegelfläche 55 und dem innenkegelförmigen Steuerventilsitz 35 ist ein in radialer Richtung zur Dichtkante 54 hin spitz zulaufender Zulaufspalt 57 gebildet, der neben einer zwischen der Kegelfläche 55 und dem Innenkanal 52 ausgebildeten Kante 58 zu einer Zerkleinerung von im Kraftstoff enthaltenen Partikeln beiträgt.

[0031] Für den vorliegenden Fall, dass man bei einem hülsenförmigen Steuerventilelement 28 ein in seiner Schließstellung in axialer Richtung druckausgeglichenes Steuerventilelement 28 erhalten möchte, muss der

Durchmesser der Ventilkammer 27, und damit des oberen Abschnittes 41 der Stufenbohrung 40 genauso groß gewählt werden, wie der Durchmesser D_1 der Dichtkante 54. Für den Fall, dass man eine minimale, in Schließrichtung wirkende Druckstufe realisieren möchte, also ein nur näherungsweise druckausgeglichenes Steuerventilelement 28, muss der Durchmesser der Ventilkammer 27 (etwas) größer gewählt werden, als der Durchmesser D_1 der Dichtkante 54 zwischen den Kegelflächen 55, 56.

[0032] In Fig. 2 ist ein Partikel 59 im Übergang zwischen dem Ablaufkanal 25 und der Dichtkante 54 gezeigt. Ein Partikel 59 dieser Größe strömt nicht unmittelbar zur Dichtkante 54, sondern bleibt in der Regel zunächst im Zulaufspalt 57 hängen und wird bei einer Schließbewegung des Steuerventilelementes 28 zwischen dem Steuerventilelement 28 und der hochdruckseitigen Kegelfläche 55 zerdrückt. Alternativ wird der Partikel durch Anschlagen an die den Zulaufspalt 57 begrenzenden Kanten und Flächen zertrümmert.

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Injektor, insbesondere Common-Rail-Injektor, zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem Einspritzventilelement (10), welches mittels eines Steuerventils (29) ansteuerbar ist, wobei das Steuerventil (29) ein, in seiner Schließstellung, zumindest näherungsweise, druckausgeglichenes, vorzugsweise hülsenförmiges, Steuerventilelement (10) aufweist, das auf seiner einem Steuerventilsitz (35) zugewandten Seite eine Dichtfläche aufweist, die in eine dichte Anlage mit dem Steuerventilsitz (35) bringbar ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Dichtfläche von einer, zwischen einer hochdruckseitigen und einer winklig zu dieser angeordneten niederdruckseitigen Kegelfläche (55, 56) ausgebildeten, Dichtkante (54) gebildet ist, und dass die Radialerstreckung (R) der hochdruckseitigen Kegelfläche (55) maximal 15 % des Durchmessers D_1 der Dichtkante (54) beträgt.
2. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Radialerstreckung (R) der hochdruckseitigen Kegelfläche (56) maximal 10% des Durchmessers der Dichtkante (54) entspricht, und/oder vorzugsweise der Durchmesser der Dichtkante (54) zwischen etwa 1,0 mm und etwa 3,0 mm, vorzugsweise zwischen etwa 1,5 mm und etwa 2,0 mm, beträgt.
3. Kraftstoff-Injektor nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die, vorzugsweise axial, zwischen den Kegel-

flächen (55, 56) ausgebildete Dichtkante (54) mit einem innenkegelförmigen Steuerventilsitz (35) zusammenwirkt.

4. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Steuerventilsitz (35) an einem eine Steuerkammer (22) begrenzenden Ventilkörper (21) ausgebildet ist. 5
5. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Steuerventilelement (28) in seiner Schließstellung in axialer Richtung vollständig druckausgeglichen ist oder eine minimale, in Schließrichtung wirkende, Druckstufe aufweist. 10 15
6. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Steuerventilelement (28) mit seinem Innenumfang an einem Druckstift (42) geführt ist, der als von einem den Steuerventilsitz (35) aufweisenden Bauteil separates Bauteil gebildet ist. 20 25
7. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der innere Führungsdurchmesser des hülsenförmigen Steuerventilelementes (28) zumindest näherungsweise dem Durchmesser (D_1) der Dichtkante (54) entspricht. 30 35
8. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Steuerventilelement (28) an seinem Außenumfang (43) geführt ist. 40
9. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Führung zur Führung des Steuerventilelementes (28) an einem den Steuerventilsitz (35) aufweisenden Bauteil ausgebildet ist. 45
10. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem hülsenförmigen Steuerventilelement (28) eine Stufenbohrung (40) vorgesehen ist, deren dem Steuerventilsitz (35) zugewandter Abschnitt von einem Innenkanal (52) gebildet ist, der dauerhaft hydraulisch mit einem Ablaufkanal (25) aus einer Steuerkammer (22) verbunden ist, und der in einen von dem Steuerventilsitz (35) abgewandten Abschnitt (41) der Stufenbohrung (40) mündet, der ei- 50 55

nen größeren Innendurchmesser aufweist als der Innenkanal (52).

11. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass axial zwischen einem Hochdruckspeicherraum (6) und einem Düsenraum am Außenumfang des Einspritzventilelementes (10) ausgebildete Axialkanäle (17) als Drosselkanäle ausgebildet sind.

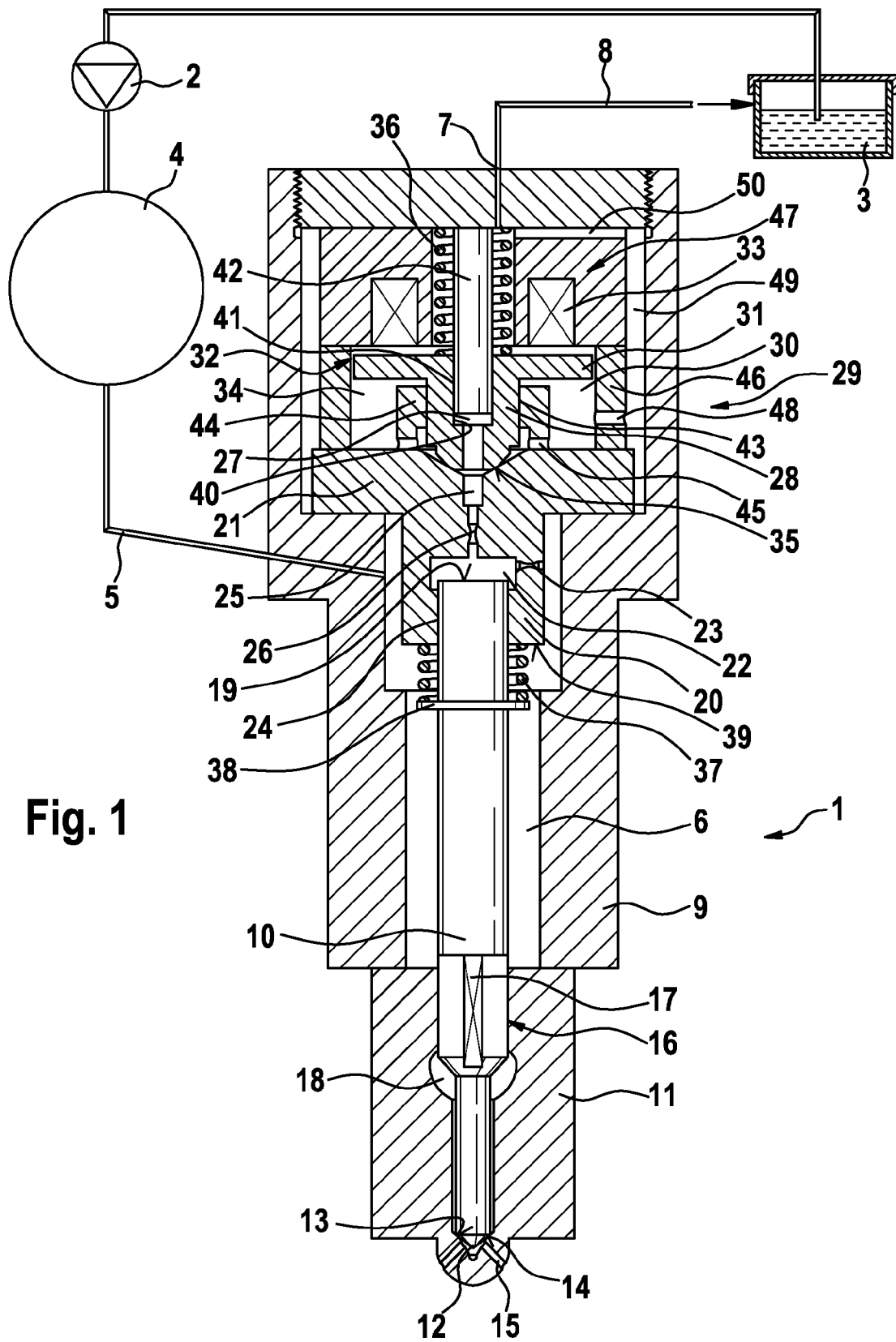
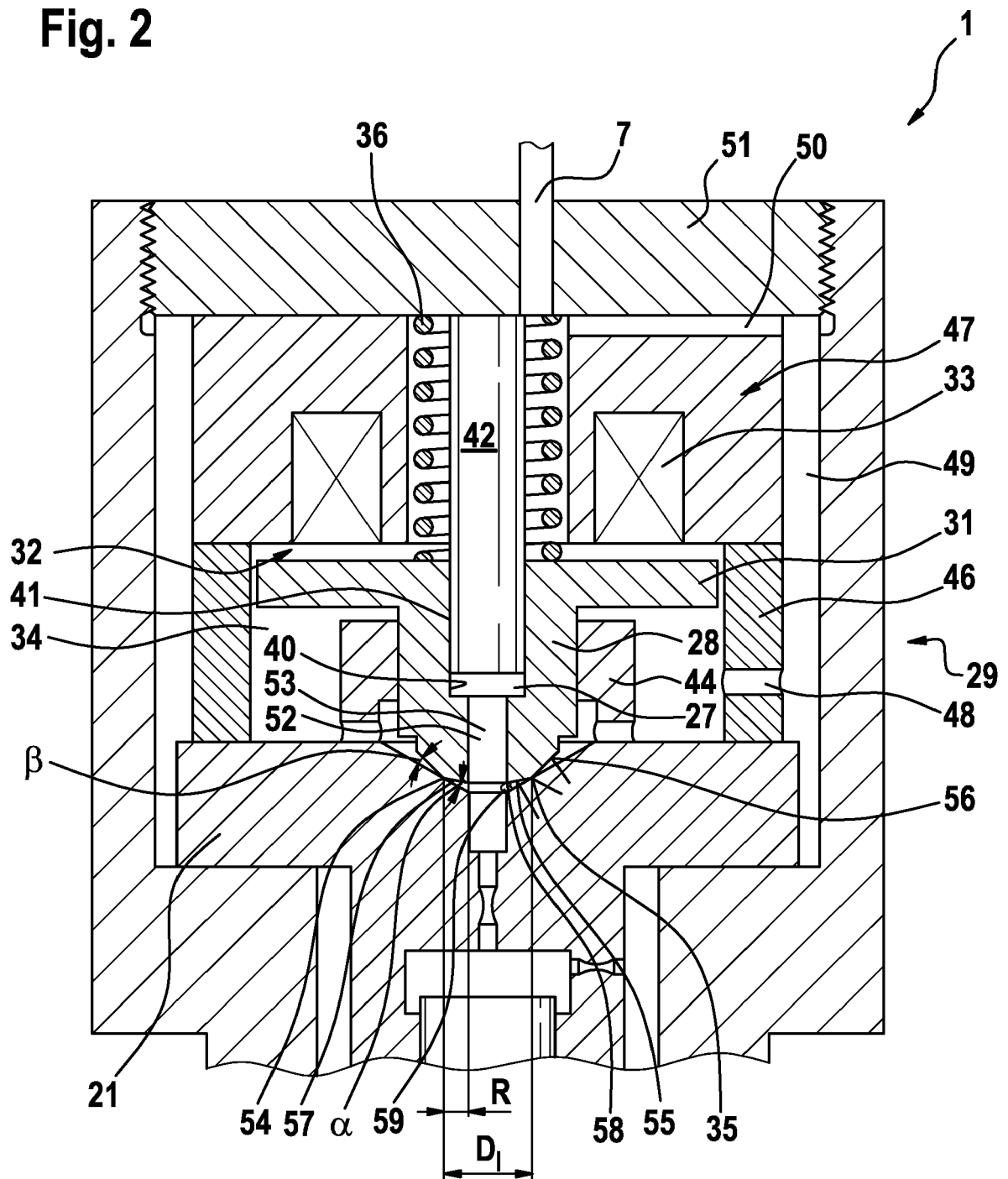


Fig. 1

Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 09 10 0198

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
P,X	WO 2008/155260 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; HAUG STEFAN [DE]; EISENMENGER NADJA [DE]; MAGE) 24. Dezember 2008 (2008-12-24) * Seite 13, Zeilen 5-13; Abbildung 2 *	1-7	INV. F02M47/02 ADD. F02M63/00
X	WO 2006/067015 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; HEINZ RUDOLF [DE]; STOECKLEIN WOLFGANG [DE]) 29. Juni 2006 (2006-06-29) * Seite 7, Zeilen 18-26; Abbildung 2 *	1-5	
A	US 5 934 643 A (COOKE MICHAEL PETER [GB]) 10. August 1999 (1999-08-10) * Abbildung 7 *	1-10	
A	EP 1 600 627 A (ORANGE GMBH [DE]) 30. November 2005 (2005-11-30) * Absätze [0025], [0026]; Abbildungen 3,4a,c *	1,2	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 7. Oktober 2009	Prüfer Kolland, Ulrich
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 Patentdokument, 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	

2
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 09 10 0198

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.

07-10-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2008155260 A	24-12-2008	DE 102007044355 A1	24-12-2008
		DE 102007044357 A1	24-12-2008
		WO 2008155275 A1	24-12-2008

WO 2006067015 A	29-06-2006	AT 424506 T	15-03-2009
		CN 101061308 A	24-10-2007
		DE 102004061800 A1	06-07-2006
		EP 1831537 A1	12-09-2007
		US 2009145404 A1	11-06-2009

US 5934643 A	10-08-1999	EP 0781913 A2	02-07-1997
		JP 9178041 A	11-07-1997

EP 1600627 A	30-11-2005	AT 399937 T	15-07-2008
		DE 102004024215 A1	08-12-2005

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

- EP 1253314 A2 [0002]