

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/109087 A1

- [Fortsetzung auf der nächsten Seite]



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Ventilvorrichtung und Verfahren zum Einblasen von gasförmigem Kraftstoff

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Ventilvorrichtung und ein Verfahren
5 zum direkten Einblasen von gasförmigem Kraftstoff in einen Verbrennungs-
raum eines Verbrennungsmotors sowie eine Verwendung eines Federmittels
bei einer derartigen Ventilvorrichtung.

Eine derartige Ventilvorrichtung wird teilweise auch als Einspritzventil, In-
10 jektor oder Gaseinblasedüse bezeichnet. Nachfolgend wird hierfür der Begriff
Ventilvorrichtung verwendet.

Die DE 195 43 080 A1 offenbart eine hydraulisch arbeitende Ventilvorrich-
tung für einen Gasmotor. Nachteilig ist das verhältnismäßig träge Ansprech-
15 verhalten.

Die DE 100 52 336 A1 offenbart eine Ventilvorrichtung, bei der ein Ventil
wiederum hydraulisch geöffnet wird, wobei der Hydraulikdruck mittels eines
elektromagnetischen oder piezoelektrischen Steuerventils gesteuert wird.
20 Hierbei sind das Ansprechverhalten und die Steuermöglichkeiten, insbesonde-
re hinsichtlich Mehrfach-Einblasungen oder zur Formung des Einblasever-
laufs, nicht optimal.

Die DE 101 29 375 A1 offenbart einen Injektor mit einem Piezo-Aktuator, der
25 gegebenenfalls über eine Übersetzungseinrichtung auf ein Steuerventil wirkt,
um die Einspritzung von flüssigem Kraftstoff durch ein Nadelventil zu steu-
ern. Der Piezo-Aktuator ist aus einem Stapel von Piezoelementen aufgebaut,
wobei das dem Steuerventil benachbarte Piezoelement als Sensor zum Erken-
nen des Anliegens des Piezo-Aktuators am Steuerventil oder zum Erkennen
30 des Öffnens des Steuerventils ausgebildet ist. Der Aufbau dieses Injektors ist
für die Einblasung von gasförmigem Kraftstoff nicht geeignet.

Die DE 199 29 589 A1 offenbart einen Injektor mit einem Piezo-betätigten
Steuerventil, daß seinerseits hydraulisch ein Nadelventil zur Einspritzung von
35 flüssigem Kraftstoff steuert. Es ist eine elektrische Anordnung zur Bestim-

mung des Öffnens des Steuerventils vorgesehen, um den Piezo-Aktuator zu kalibrieren oder temperaturabhängige Änderungen zu kompensieren.

5 Die DE 199 05 340 A1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Einstellen und Nachführen elektrischer Piezo-Aktuatoren, wobei zum Einstellen eines gewünschten Leerhubs zwischen dem Piezo-Aktuator und einem Betätigungselement dem Piezo-Aktuator eine Gleichspannung zugeführt wird, die gegebenenfalls von einer beispielsweise gepulsten Ansteuerspannung überlagert wird und die eine von der Ansteuerspannung unabhängige Längen-
10 änderungen des Piezo-Aktuators bewirkt.

Die DE 198 57 615 C1 offenbart einen Hebelübersetzer zur Übertragung einer Auslenkung eines Aktuators auf ein Stellglied, insbesondere bei einem Einspritzventil. Der Hebelübersetzer steht über Gleitelemente mit dem Aktuator und dem Stellglied in Kontakt, wobei die Berührungsflächen mit den Gleit-
15 elementen bzw. einem Gegenlager konvex oder konkav gewölbt ausgebildet sind, wobei die einander zugeordneten Oberflächenbereiche in ihren Radien zur Verringerung der Flächenpressung aneinander angepaßt sind.

20 Die DE 101 30 857 A1 offenbart einen Kraftstoffinjektor mit piezoelektrischen Elementen, die an einem zapfenartigen Stellelement anliegen und mittels des Stellelements ein nachgeordnetes Ventilelement zum Öffnen und Schließen einer Einspritzöffnung betätigen können. Bei geschlossener Einspritzöffnung wird der Abstand des Stellelements vom Ventilelement vor-
25 zugsweise mittels einer Abtastspule erfaßt und auf einen Sollwert geregelt, um die Wärmeausdehnung bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen und die mechanische Verformung bei unterschiedlichen Kraftstoffdrücken und Belastungen kompensieren zu können.

30 Die DE 101 20 709 A1 und die DE 102 20 498 A1 offenbaren Kraftstoffeinspritzventile mit einem Piezo-Aktuator und einer einen einzigen Hebel aufweisenden Übersetzungseinrichtung.

Die DE 197 57 659 C1 offenbart ein Einspritzventil mit einem Piezo-Aktuator und einem über zwei parallel geschaltete Übertragungselemente betätigbarem
35 Ventilelement. Zwischen den Übertragungselementen und dem Piezo-

Aktuator ist ein Ausgleichselement mit einer gekrümmten Fläche angeordnet, um sowohl ein Verkippen des Piezo-Aktuators als auch unterschiedliche Bauhöhen der Übertragungselemente auszugleichen.

- 5 Die DE 101 01 799 A1 offenbart ein Kraftstoffeinspritzventil, insbesondere für ein Common-Rail-System, wobei ein Piezo-Aktuator über ein plattenförmiges Betätigungselement an zwei nierenförmigen, parallel geschalteten Kipphelben angreift, die ihrerseits ein Ventilelement betätigen.
- 10 Bekannte Ventilvorrichtungen weisen den Nachteil auf, daß bei geöffnetem Ventil der durch den Ventilhub und die Ventilgeometrie vorgegebene Öffnungsquerschnitt verhältnismäßig gering ist, so daß beim Einblasen von gasförmigem Kraftstoff einem zugeordneten Verbrennungsraum allenfalls bei sehr hohem Gasdruck eine ausreichende Menge an Kraftstoff zuführbar ist. Es
- 15 besteht daher ein Bedarf, eine Ventilvorrichtung anzugeben, die eine ausreichende Versorgung mit gasförmigem Kraftstoff bei Vollastbetrieb ermöglicht, wobei jedoch auch sehr kurze Einblasedauern im Leerlauf oder bei geringer Motorlast ermöglicht werden.
- 20 Weiter besteht ein Bedarf, eine Ventilvorrichtung und ein Verfahren zum Einblasen von gasförmigem Kraftstoff in den Verbrennungsraum eines Verbrennungsmotors anzugeben, so daß ein einfacher, kostengünstiger Aufbau und ein schnelles Ansprechen, insbesondere ein mehrfaches bzw. unterbrochenes Einblasen von Kraftstoff während eines Arbeitstakts und/oder eine Formung
- 25 des Einblaseverlaufs über die Einblasedauer, ermöglicht werden.

- Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Ventilvorrichtung und ein Verfahren zum Einblasen von gasförmigem Kraftstoff in den Verbrennungsraum eines Verbrennungsmotors sowie die Verwendung eines
- 30 Federmittels bei einer Ventilvorrichtung anzugeben, so daß eine ausreichende Versorgung mit gasförmigem Kraftstoff insbesondere im Vollastbetrieb des Motors, ein einfacher, kostengünstiger und verschleißarmer Aufbau und/oder ein schnelles Ansprechen sowie ein variabler Ventilhub, insbesondere ein mehrfaches bzw. unterbrochenes Einblasen von Kraftstoff während eines Arbeitstakts und/oder eine Formung des Einblaseverlaufs über die Einblasedauer,
- 35 ermöglicht werden.

Die obige Aufgabe wird durch eine Ventilvorrichtung gemäß Anspruch 1, ein Verfahren gemäß Anspruch 26 oder eine Verwendung gemäß Anspruch 33 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

5

Zur Erzielung eines guten Ansprechverhaltens bei für das Einblasen von gasförmigem Kraftstoff ausreichend großer Ventilöffnung, also ausreichend großem Ventilhub, ist vorzugsweise die Kombination eines Direktantriebs, wie eines piezoelektrisch oder magnetostruktiv, gegebenenfalls auch elektromagnetisch arbeitenden Aktuators, mit einer zugeordneten Übersetzungseinrichtung vorgesehen, die mechanisch den Hub des Aktuators vergrößert. Dies ermöglicht einen einfachen Aufbau der Ventilvorrichtung, wobei ein ausgezeichnetes, also schnelles Ansprechverhalten und eine ausreichend große Ventilöffnung für die Einblasung von gasförmigem Kraftstoff erreichbar sind.

15

Eine wesentliche Idee der vorliegenden Erfindung liegt darin, daß die Übersetzungseinrichtung mindestens zwei Hebel aufweist, die in Serie geschaltet sind, um den Hub des Aktuators zur Betätigung des Ventils zu vergrößern. Dies gestattet einen einfachen Aufbau, wobei die zwei Hebel einen kompakten Aufbau und ein für das Einblasen von gasförmigem Kraftstoff wünschenswertes großes Übersetzungsverhältnis ermöglichen.

20

Vorzugsweise weist der Aktuator ein elektromagnetisches, magnetostruktives oder insbesondere piezoelektrisches Antriebsmittel bzw. -system auf. In Kombination mit dem bevorzugten Aufbau der Übersetzungseinrichtung wird ein sehr schnelles Schalten bzw. Ansprechen der Ventilvorrichtung ermöglicht, so daß insbesondere ein mehrfaches bzw. unterbrochenes Einblasen von Kraftstoff während eines Arbeitstakts und/oder eine Formung des Einblaseverlaufs über die Einblasedauer (Variation des Durchflusses bzw. der Einblasrate über die Einblasdauer) ermöglicht wird bzw. werden.

25

30

Ein weiterer wesentlicher, auch unabhängig realisierbarer Aspekt der vorliegenden Erfindung liegt darin, dem Ventil eine Sensoreinrichtung zur Erfassung der Position oder des Hubs eines von der Übersetzungseinrichtung bewegbaren Ventilelements zuzuordnen. Durch die unmittelbare Erfassung einer Öffnung des Ventils (Hub des Ventilelements) ist es möglich, das gerade bei

35

großen Übersetzungsverhältnissen relevante Spiel zwischen dem Aktuator und dem Ventil zu minimieren oder zu begrenzen, so daß ein schnelles und definiertes (beispielsweise zeitlich bestimmtes Öffnen) Ansprechverhalten ermöglicht wird.

5

Insbesondere ermöglicht die vorschlagsgemäße Ventilvorrichtung einen variablen, vorzugsweise regel- oder steuerbaren Ventilhub, so daß auch geringere bzw. kleinere Gasmengen im Leerlauf- oder Teillastbetrieb des Motors ein-
geblasen werden können (Mengendrosselung durch das Ventil) und/oder eine
10 Anpassung an unterschiedliche Versorgungsdrücke möglich ist.

Ein schnelles Ansprechen und ein variabler Ventilhub bzw. Öffnungsquerschnitt des Ventils ermöglichen insbesondere eine genaue Festlegung der Ein-
blasedauer und -menge, ein mehrfaches bzw. unterbrochenes Einblasen von
15 Kraftstoff und eine Formung des Einblaseverlaufs über die Einblasedauer.

Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung liegt darin, zwischen dem Aktuator und der Übertragungseinrichtung oder an der Übertragungseinrichtung ein Federmittel vorzusehen, so daß im Antriebszug zum Ventil hin-
20 – insbesondere bei abgeschaltetem bzw. inaktiviertem Aktuator – auftretendes Spiel lediglich zwischen dem Aktuator und der Übertragungseinrichtung auftritt, indem das Federmittel in Betätigungsrichtung mittelbar oder unmittelbar auf die Übertragungseinrichtung wirkt. Dies ermöglicht eine Verschleißminimierung und definierte Steuerung des erforderlichen bzw. gewünschten Spiels
25 und ist einem definierten, schnellen Ansprechverhalten zuträglich.

Weitere Vorteile, Merkmale, Eigenschaften und Aspekte der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen anhand der Zeichnung. Es zeigt:

30

Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung einer vorschlagsgemäßen Ventilvorrichtung und eines teilweise angedeuteten Verbrennungsmotors gemäß einer ersten Ausführungsform;

35

Fig. 2 eine schematische Schnittdarstellung einer vorschlagsgemäßen Ventilvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform;

Fig. 3 eine schematische ausschnittweise Schnittdarstellung einer Übersetzungseinrichtung der Ventilvorrichtung gemäß Fig. 2; und

5 Fig. 4 eine schematische Schnittdarstellung einer vorschlagsgemäßen Ventilvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform.

10 In den Figuren werden für gleiche oder ähnliche Teile die selben Bezugszeichen verwendet, wobei entsprechende oder vergleichbare Vorteile erreicht werden, auch wenn eine wiederholte Beschreibung aus Vereinfachungsgründen weggelassen ist.

15 Fig. 1 zeigt in schematischer, nicht maßstabgerechter Darstellung eine vorschlagsgemäße Ventilvorrichtung 1 zum Einblasen von gasförmigem Kraftstoff, wie Wasserstoff, Erdgas, eine Mischung von Wasserstoff und Erdgas oder dergleichen, für einen ausschnittsweise dargestellten Verbrennungsmotor 2. Insbesondere dient die Ventilvorrichtung 1 einem direkten Einblasen des Kraftstoffs, wie durch die gestrichelten Kraftstoffstrahlen S angedeutet, in einen Verbrennungsraum 3 des Verbrennungsmotors 2.

20 Üblicherweise ist die Ventilvorrichtung 2 in einen Zylinderkopf 4 des Verbrennungsmotors 2 eingebaut. Andere Komponenten, wie Einlaßventile, Auslaßventile oder eine Zündeinrichtung, sind aus Vereinfachungsgründen nicht dargestellt.

25 Der Verbrennungsraum 3 ist weiter beispielsweise durch einen Zylinder bzw. Zylinderblock 5 und einen darin bewegbaren Kolben 6 begrenzt.

30 Wie bereits erwähnt, dient die Ventilvorrichtung 1 einem vorzugsweise direktem Einblasen von gasförmigem Kraftstoff in den zugeordneten Verbrennungsraum 3. Der Kraftstoff wird insbesondere mittels einer nicht dargestellten Zuführeinrichtung oder einem nicht dargestellten Druckspeicher bereitgestellt. Bedarfsweise wird der Kraftstoff durch eine Verdichtungseinrichtung, Druckregleinrichtung oder dergleichen auf einen gewünschten Druck gebracht oder erst fahrzeugseitig oder von dem Verbrennungsmotor 2 zugeordneten, nicht dargestellten Komponenten erzeugt.

35

Die Ventilvorrichtung 1 weist einen vorzugsweise gekapselten Aktuator 7, eine davon betätigbare Übersetzungseinrichtung 8 und ein sich daran anschließendes Ventil 9 auf. Das Ventil 9 ist vom Aktuator 7 mittels der Übersetzungseinrichtung 8 betätigbar, insbesondere öffnenbar.

Der Aktuator 7 stellt einen Direktantrieb oder Linearantrieb dar und weist ein nicht dargestelltes, vorzugsweise elektromagnetisch, magnetostruktiv oder piezoelektrisch arbeitendes Antriebsmittel, insbesondere einen Stapel bzw. Stack von Piezoelementen, auf. Der Aktuator 7 ist elektrisch aktivierbar bzw. steuerbar. Dies ermöglicht ein sehr schnelles Ansprechen und hohe Stell- bzw. Betätigungskräfte des Aktuators 7.

Die vom Aktuator 7 erzeugbare Linearbewegung bzw. der Hub des Aktuators 7 ist verhältnismäßig klein und beträgt insbesondere etwa 20 bis 60 μm . Zur Einblasung von gasförmigem Kraftstoff ist jedoch ein großer Öffnungsquerschnitt erforderlich, um innerhalb der verhältnismäßig kurzen Einblasedauer eine ausreichende Menge an Kraftstoff in den Verbrennungsraum 3 einblasen zu können. Dementsprechend ist ein großer Ventilhub vorteilhaft bzw. erforderlich. Die den Hub des Aktuators 7 vergrößernde Übersetzungseinrichtung 8 weist daher ein Übersetzungsverhältnis größer 5, insbesondere größer 10 oder 12, auf. Insbesondere beträgt das Übersetzungsverhältnis etwa mindestens 15.

Die Übersetzungseinrichtung 8 weist mindestens zwei Hebel 10 und 11 auf. Durch die Verwendung von mindestens zwei Hebeln 10, 11 wird trotz kompaktem Aufbau das gewünschte, verhältnismäßig große Übersetzungsverhältnis ermöglicht. Insbesondere arbeitet die Übersetzungseinrichtung 8 ausschließlich hebelmechanisch.

Die Hebel 10, 11 sind vorzugsweise länglich bzw. gerade und/oder stabförmig ausgebildet. Vorzugsweise sind die Hebel 10, 11 aus einer hochfesten, möglichst leichten Legierung, Verbundwerkstoff (insbesondere kohlefaserverstärktem Kunststoff) und/oder Keramik hergestellt.

Ein wesentlicher Aspekt ist, daß die Hebel 10, 11 zumindest im wesentlichen starr ausgebildet sind bzw. ein hohes Elastizitätsmodul aufweisen, um ein de-

finiertes schnelles Ansprechen, insbesondere Öffnen und Schließen, sicherzustellen. Jedoch sind die Hebel 10, 11 vorzugsweise möglichst leicht ausgebildet, um geringe Trägheitskräfte zu erreichen und insbesondere die bewegte Masse zu minimieren.

5

Die Hebel 10, 11 sind vorzugsweise im wesentlichen parallel zueinander verlaufend und/oder übereinanderliegend angeordnet. So ergibt sich ein kompakter Aufbau. Insbesondere bilden die in Serie geschalteten Hebel 10, 11 einen gefalteten Antriebszug, der eine kompakte, raumsparende Anordnung ermöglicht.

10

Vorzugsweise greift der Aktuator 7 unmittelbar an der Übersetzungseinrichtung 8 bzw. am ersten Hebel 10 an. Die Übersetzungseinrichtung 8 bzw. der zweite Hebel 11 wirkt vorzugsweise unmittelbar auf das Ventil 9 ein, wie in Fig. 1 angedeutet. Jedoch sind hier auch andere Konstruktionen oder der Einsatz von Zwischenstücken oder dergleichen möglich.

15

Insbesondere bei dem vorschlagsgemäßen Einsatz mehrerer Hebel 10, 11 bzw. bei einem großen Übersetzungsverhältnis ist das zwischen dem Aktuator 7 und dem Ventil 9 auftretende Spiel besonders nachteilig, und zwar insbesondere hinsichtlich eines gewünschten schnellen Ansprechens und/oder einer genauen Dosierung bzw. Formung des Einblaseverlaufs sowie hinsichtlich eines geringen Verschleißes der Kontaktflächen.

20

Die Ventilvorrichtung 1 weist zur Minimierung des genannten Spiels eine dem Ventil 9 zugeordnete Sensoreinrichtung 12 auf, die einer Erfassung einer Öffnung bzw. Stellung des Ventils 9 dient, so daß das genannte Aktuator/Ventil-Spiel, das sich insbesondere über die Zeit durch Abnutzung bzw. Verschleiß vergrößert oder temperaturabhängig ändert, durch eine entsprechende Steuerung oder Regelung des Aktuators 7 kompensiert bzw. minimiert oder begrenzt werden kann.

25

30

Die Sensoreinrichtung 12 ist vorzugsweise unmittelbar in die Ventilvorrichtung 1 integriert, vorzugsweise in unmittelbarer Nähe des Ventils 9 angeordnet. Beispielsweise umfaßt die Sensoreinrichtung 12 als Sensor einen Wegaufnehmer, Mikroweggeber, Näherungsweggeber oder dergleichen, der die

35

aktuelle Stellung bzw. Position des Ventils 9 bzw. eines bewegbaren Ventilelements 16, insbesondere den Öffnungsgrad, direkt oder indirekt erfaßt. Beispielsweise kann die Erfassung kapazitiv oder basierend auf einem Wirbeleffekt, Hall-Effekt oder elektromagnetischen Feldänderungen erfolgen.

5

Zur Minimierung des Verschleißes ist vorgesehen, daß die Hebel 10, 11 zumindest bereichsweise mit einer entsprechend widerstandsfähigen Beschichtung versehen und/oder mit einem vorzugsweise keramischen oder Hartmetall-Einsatz 13, wie beispielhaft für den ersten Hebel 10 in Fig. 1 angedeutet, versehen sind.

10

Die Übersetzungseinrichtung 8 bzw. die Hebel 10, 11 sind vorzugsweise auch derart ausgebildet, daß kein Schmiermittel erforderlich ist. Jedoch kann beispielsweise auch ein Feststoffschmiermittel oder dergleichen bedarfsweise eingesetzt werden.

15

Jeder Hebel 10 ist um einen Lagerpunkt 14a verschwenkbar gelagert. Jeweils am Angriffspunkt 14b wird auf den Hebel 10 bzw. 11 eingewirkt. Die vergrößerte bzw. verstärkte Bewegung wird vom Hebel 10 bzw. 11 dann jeweils über einen Abtriebspunkt 14c abgegeben bzw. abgenommen. Bei den genannten "Punkten" handelt es sich gegebenenfalls auch um linienförmige und/oder flächige Anlage- bzw. Eingriffsbereiche, die sich gegebenenfalls je nach Hebelstellung verschieben können.

20

Die Hebel 10, 11 können wahlweise fest oder schwimmend gelagert sein. Dies wird später noch anhand von Fig. 4 erläutert.

25

Im Hinblick auf einen kompakten Aufbau erstrecken sich die beiden Hebel 10, 11 zumindest im wesentlichen quer zu der Wirkachse bzw. Hubachse A des Aktuators 7 und zur Bewegungs- bzw. Betätigungsachse V des Ventils 9 bzw. dessen Ventilelements 16.

30

Vorzugsweise verlaufen die Achsen A und V koaxial oder parallel versetzt zueinander. Dies ermöglicht einen sehr schlanken, länglichen Aufbau der Ventilvorrichtung 1.

35

Alternativ können die Achsen A und V jedoch auch geneigt zueinander, insbesondere quer zueinander, verlaufen.

5 Vorzugsweise greift der Aktuator 7 mittels eines Stößels 15 oder dergleichen unmittelbar am ersten Hebel 10 am Antriebspunkt 14b an. Der Stößel 15 weist eine vorzugsweise ballige Kontaktfläche zum ersten Hebel 10 hin auf, so daß eine im wesentlichen punktförmige, gegen Verschwenken bzw. Fluchtungsfehler unempfindliche Anlage gebildet ist.

10 Eine Längenausdehnung bzw. Aktivierung oder Hub des Aktuators 7 bewirkt ein Verschwenken des ersten Hebels 10 bei der Darstellung gemäß Fig. 1 in Uhrzeigerrichtung, also nach unten.

15 Der vergrößerte Hub wird vom Abtriebspunkt 14c des ersten Hebels 10 – hier von der Oberfläche des keramischen Einsatzes 13 – auf den Antriebspunkt 14b des zweiten Hebels 11 übertragen. Dieser Antriebspunkt 14b des zweiten Hebels 11 liegt vorzugsweise in der Nähe des Lagerpunktes 14a des zweiten Hebels 11.

20 Die Hebel 10, 11 sind vorzugsweise jeweils im wesentlichen linienförmig gelagert (linienförmige Ausbildung der Lagerpunkte 14a), wie in Fig. 3 angedeutet. So wird eine definierte Lagerung und Kinematik erreicht. Zwischen den beiden Hebeln 10, 11 ist vorzugsweise wiederum eine im wesentlichen punktförmige Anlage zur Bewegungsübertragung vorgesehen.

25 Der zweite Hebel 11 überträgt dann den bereits vom ersten Hebel 10 vergrößerten Hub des Aktuators 7 über seinen Abtriebspunkt 14c auf das Ventil 9, insbesondere unmittelbar auf das Ventilelement 16, wie eine Ventalnadel oder einen Ventilteller, einen Stößel oder dergleichen, des Ventils 9. Vorzugsweise
30 ist wiederum eine im wesentlichen punktförmige Anlage zwischen dem zweiten Hebel 11 und dem Ventilelement 16 oder einem Übertragungselement durch vorzugsweise entsprechende ballige Ausbildung einer Kontaktfläche gebildet.

Bei der Betätigung bzw. beim Öffnen des Ventils 9 wird der zweite Hebel 11 vom ersten Hebel 10 ebenfalls nach unten, jedoch entgegen des Uhrzeigersinns bei der Darstellung gemäß Fig. 1 verschwenkt.

- 5 Der so vergrößerte Hub des Aktuators 7 führt dazu, daß das Ventil 9 ausreichend öffnet, so daß der beispielsweise über einen gestrichelten Kanal 17 dem Ventilhohlraum 18 zugeführte, gasförmige Kraftstoff in den Verbrennungsraum 3 einströmen kann.
- 10 Eine ausreichende Leichtgängigkeit des Ventils 9 bzw. des Ventilelements 16 wird insbesondere dadurch erreicht, daß das Ventilelement 16 nur bereichsweise, insbesondere im Bereich beider Enden, geführt ist, und zwar bei entsprechender Materialwahl vorzugsweise schmiermittelfrei.
- 15 Zur Beendigung der Einblasung wird der Aktuator 7 deaktiviert und das Ventil 9 von einer zugeordneten Rückstelleinrichtung 19 geschlossen, die die Übertragungseinrichtung 8 und den Stößel 15 zurückdrückt. Vorzugsweise ist die Rückstelleinrichtung 19 in das Ventil 9 integriert bzw. diesem zugeordnet und greift am Ventilelement 16 an.
- 20 Beim Darstellungsbeispiel weist die Rückstelleinrichtung 19 eine Feder, insbesondere eine Schraubenfeder auf, gegen deren Kraft das Ventil 9 bzw. dessen Ventilelement 16 betätigbar, insbesondere öffnenbar ist. Jedoch kann hierfür auch ein sonstiges Federelement oder dergleichen eingesetzt werden.
- 25 Die Ventilvorrichtung 1 weist vorzugsweise ein Federmittel 25, wie eine Schraubenfeder, auf, das der Übersetzungseinrichtung 8 oder dem Stößel 15 zugeordnet ist, um zumindest die Übersetzungseinrichtung 8 und ggf. den Stößel 15 zum Ventil 9 hin bzw. in Betätigungsrichtung vorzuspannen. So wird erreicht, daß das zwischen dem Aktuator 7 und dem Ventil 9 bzw. Ventilelement 16 – bei geschlossenem Ventil 9 bzw. im Ruhezustand des Aktuators 7 – vorhandene bzw. erforderliche Spiel nur zwischen dem Aktuator 7 und dem Stößel 15 oder zwischen dem Stößel 15 und der Übersetzungseinrichtung 8 auftritt, also die anderen Komponenten des Antriebszugs immer spielfrei aneinander anliegen. Die vom Federmittel 25 auf das Ventilelement 16 ausgeübte Öffnungskraft ist jedoch wesentlich geringer als die von der
- 30
- 35

Rückstelleinrichtung 19 ausgeübte Schließkraft, um ein sicheres Schließen des Ventils 9 zu gewährleisten.

5 Die Ventilvorrichtung 1 weist eine zugeordnete, vorzugsweise in die Ventilvorrichtung 1 integrierte Signalaufbereitung 20a auf, die Signale der Sensoreinrichtung 12 hinsichtlich der Position oder des Hubs des Ventilelements 16 aufbereitet und für die weitere Steuerung bzw. Regelung einer der Ventilvorrichtung zugeordneten Steuereinrichtung 20b zur Verfügung stellt.

10 Die Steuereinrichtung 20b (ggf. auch Motorsteuerung bzw. Motor-ECU) steuert oder regelt den Aktuator 7 in Abhängigkeit von Signalen der Sensoreinrichtung 12, und zwar derart, daß das Spiel zwischen dem Aktuator 7 und dem Ventil 9 bzw. dessen Ventilelement 16 bei geschlossenem oder nicht betätigtem Ventil 9, also in der Ruhestellung, begrenzt oder minimiert wird. Diese
15 Steuerung oder Regelung wird nachfolgend Ruhesteuering genannt.

Vorzugsweise wird die Ruhesteuering dadurch realisiert, daß in einem Einstellvorgang ausgehend von einem Zustand mit unbetätigtem Ventil 9 bzw. beim Schließen des Ventils 9 der Aktuator 7, insbesondere langsam oder
20 schrittweise, zunehmend aktiviert oder sein Hub in Richtung zur Betätigung des Ventils 9 vergrößert wird, bis ein Öffnen des Ventils 9 bzw. ein Hub des Ventilelements 16 von der Sensoreinrichtung 12 erfaßt wird. Dann wird die Aktivierung des Aktuators 7 bzw. dessen Hub wieder um ein bestimmtes Maß zu einem Basiswert verringert, um das Spiel zwischen dem Aktuator 7 und
25 dem Ventil 9 bzw. der Übersetzungseinrichtung 8 festzulegen oder zu minimieren.

In dem Einstellvorgang wird also insbesondere der dem Aktuator 7 zugeführte Strom bzw. die am Aktuator 7 anliegende Spannung wieder etwas derart reduziert, daß das Ventil 9 gerade noch geschlossen ist. Ausgehend von diesem
30 Basiswert bzw. dieser Grundstellung wird dann bei späteren Einblasevorgängen der Aktuator 7 zusätzlich bedarfsgerecht aktiviert bzw. dessen Hub vergrößert, um eine Betätigung, insbesondere ein Öffnen, des Ventils 9 und damit ein gewünschtes Einblasen von Kraftstoff zu erreichen.

Nach einer vorzugsweise vorbestimmten Anzahl oder von Betriebsparametern abhängig variierenden Anzahl von Einblasevorgängen bzw. Einspritzzyklen oder Motortakten und/oder bei nicht vollständiger Rückkehr des Ventilelements 16 in seinem unbetätigten Zustand bzw. nicht vollständigem Schließen des Ventils 9 wird der genannte Einstellvorgang wiederholt. Der dabei aktuell
5 neu bestimmte Basiswert kann dann für den nächsten und die weiteren Einblasevorgänge eingesetzt werden. Gemäß einer Ausführungsvariante ist es jedoch auch möglich, den zukünftigen Basiswert aus einem aktuell neu bestimmten Basiswert und beispielsweise aus vorangehenden Basiswerten, beispielsweise
10 durch Mittelwertbildung, gegebenenfalls auch gewichtet, zu bestimmen.

Die über die Zeit variierenden Basiswerte geben einen Aufschluß über den Verschleiß bzw. die Abnutzung des Antriebszuges. Vorzugsweise werden die Basiswerte daher fortlaufend gespeichert und zur Erfassung von Verschleiß,
15 beispielsweise bei Inspektionen oder zur Fehlererkennung, ausgewertet.

Es ist anzumerken, daß das bei der Ruhesteuerung vorgesehene, bestimmte Maß zur Verringerung des Hubs des Aktuators 7 auf den Basiswert fest vorgegeben, von Betriebsparametern abhängig bzw. kennfeldgesteuert und/oder
20 aus vorangehenden Werten bestimmt werden kann.

Es ist anzumerken, daß die oben genannte Ruhesteuerung vorzugsweise rückgekoppelt erfolgt und so eine automatische Kompensation von Spiel bzw. Verschleiß zwischen dem Aktuator 7 und dem Ventil 9 bzw. der Übersetzungseinrichtung 8 ermöglicht.
25

Zum Öffnen des Ventils erfolgt vorzugsweise anfänglich eine langsame Aktivierung bzw. Hubbewegung des Aktuators 7, bis das durch die Ruhesteuerung vorgegebene Spiel überwunden ist, um ein übermäßiges Aufeinanderprallen der durch das Spiel beabstandeten Flächen zu vermeiden und damit verschleiß
30 zu minimieren.

Die Steuerung oder Regelung der Einblasung, also insbesondere des Einblasezeitpunkts, der Einblasedauer, das Ventilhubes, der Öffnungs- und Schließgeschwindigkeiten, u. dgl., und die entsprechende Ansteuerung bzw. Aktivierung des Aktuators 7 erfolgen vorzugsweise durch die Steuereinrichtung 20b,
35

insbesondere kennfeldgesteuert bzw. abhängig von der Motorlast und sonstigen Betriebsparametern.

5 Selbstverständlich ist der maximale Öffnungsquerschnitt des Ventils 9 an den Vollastbetrieb des Motors 1 angepaßt.

Bei der ersten Ausführungsform ist das Ventil 9 nach außen, also zum Verbrennungsraum 3 hin öffnend ausgebildet.

10 Bei der dargestellten Ausführungsform wird der Kraftstoff vorzugsweise konusförmig – insbesondere mit einem Öffnungswinkel von 60° bis 120° – in den Verbrennungsraum 3 eingeblasen.

15 Jedoch kann an dem in den Verbrennungsraum 3 hineinragenden Ende bedarfsweise eine nicht dargestellte Düse, insbesondere mit mehreren Durchtrittsöffnungen, zur Erzeugung einer entsprechenden Anzahl und in gewünschter Weise gerichteter Kraftstoffstrahlen S angeordnet sein.

20 Die Ventilvorrichtung 1 weist vorzugsweise ein gemeinsames, insbesondere mehrteiliges Gehäuse 21 zur Aufnahme und/oder Halterung des Aktuators 7, der Übersetzungseinrichtung 8, des Ventils 9, der Rückstelleinrichtung 19, der Düse, der Sensoreinrichtung 12 und/oder der Signalaufbereitung 20a auf.

25 Nachfolgend werden weitere Ausführungsformen anhand der Fig. 2, 3 und 4 erläutert. Bei diesen Ausführungsformen sind die Sensoreinrichtung 12, die Steuereinrichtung 20 und der Kanal 17 aus Vereinfachungsgründen weggelassen. Die diesbezüglichen Ausführungen gelten hier jedoch entsprechend. Nachfolgend wird lediglich auf sonstige, wesentlich erscheinende Unterschiede zur ersten Ausführungsform näher eingegangen.

30 Bei der zweiten Ausführungsform der Ventilvorrichtung 1 gemäß Fig. 2 ist der vorzugsweise bereits gekapselte Aktuator 7 gasdicht gegenüber der Übersetzungseinrichtung 8 abgedichtet, insbesondere mittels einer Membran 22. Die Membran 22 ist beim Darstellungsbeispiel zwischen einem Stößel 23 des
35 Aktuators 7 und dem an der Übersetzungseinrichtung 8 angreifenden Stößel 15 eingebaut bzw. angeordnet.

Die Ventilvorrichtung 1 gemäß der zweiten Ausführungsform weist einen seitlichen Anschluß 24 zur Zuführung des Kraftstoffs auf. Auch hier kommuniziert der Anschluß 24 mit dem Innenraum 18 des Ventils 9. Wie bereits erwähnt, ist hier jedoch ein Kanal 17, wie in Fig. 1 angedeutet, nicht dargestellt.

Fig. 3 zeigt in ausschnittsweiser Teilschnittansicht die Übersetzungseinrichtung 8 der Ventilvorrichtung 1 gemäß der zweiten Ausführungsform gemäß Fig. 2. Diese Übersetzungseinrichtung 8 entspricht im wesentlichen der Übersetzungsvorrichtung 8 gemäß der ersten Ausführungsform. Fig. 3 veranschaulicht insbesondere die Lage der Lagerpunkte 14a, der Antriebspunkte 14b und der Abtriebspunkte 14c der Hebel 10 und 11.

Die Lagerpunkte 14a der Hebel 10, 11 sind vorzugsweise auf entgegengesetzten Seiten bzw. im wesentlichen einander gegenüberliegend bezüglich der Achse V des Ventils 9 angeordnet. Dies ist einem kompakten Aufbau sehr zuträglich.

Fig. 3 zeigt als Ausführungsvariante eine umlaufende, dem Stößel 15 zugeordnete Dichtung 26, insbesondere in Form eines ggf. rollbaren O-Rings, zur Abdichtung des Aktuators 7 gegenüber dem Kraftstoff. Die Dichtung 26 kann zusätzlich oder alternativ zu der Membran 22 vorgesehen sein.

Die schematische Schnittdarstellung gemäß Fig. 4 zeigt die Ventilvorrichtung 1 in einer dritten Ausführungsform. Auch hier ist ein seitlicher Anschluß 24 für die Zuführung des nicht dargestellten Kraftstoffs vorgesehen.

Wesentliche Unterschiede zur ersten und zweiten Ausführungsform bestehen darin, daß bei der dritten Ausführungsform das Ventil 9 als nach innen öffnendes Nadelventil ausgebildet ist und daß dementsprechend die Übersetzungseinrichtung 8 etwas anders ausgebildet ist. Im Gegensatz zur ersten und zweiten Ausführungsform sind bei der dritten Ausführungsform nämlich die Bewegungsrichtung bzw. Hubrichtung des Aktuators 7 und die daraus resultierende Bewegung des Ventils 9 bzw. dessen Ventilelement 16 entgegengerichtet. Dies wird dadurch erreicht, daß der Abtriebspunkt 14c des ersten Hebels 10 und damit der Antriebspunkt 14b des zweiten Hebels 11 außerhalb des

Lagerpunkts 14a des zweiten Hebels 11 liegen; der Lagerpunkt 14a des zweiten Hebels 11 also zwischen dessen Antriebspunkt 14b und dessen Abtriebspunkt 14c liegt.

- 5 Bei Aktivierung des Aktuators 7 verschwenken beide Hebel 10, 11 in die gleiche Drehrichtung, nämlich jeweils in Uhrzeigerrichtung, so daß der untere Hebel 11 nach oben schwingt, und das den Hebel 11 vorzugsweise durchgreifende Ventilelement 16 zum Öffnen des Ventils 9 bei der Darstellung gemäß Fig. 4 gegen die Kraft der Rückstellrichtung 19 nach oben anhebt.

10

Fig. 4 veranschaulicht weiter die vorzugsweise schwimmende Lagerung der Hebel 10, 11. Beispielsweise ist ein Einsatz 27 in das Gehäuse 21 eingesetzt, der den Hebel 10 und/oder 11 lagert und vorzugsweise eine Aussparung zur seitlichen Führung des Hebels 10 und/oder 11 aufweist.

15

Bei der dritten Ausführungsform sind die beiden Hebel 11 vorzugsweise im wesentlichen stabförmig, länglich, plattenförmig oder ringförmig ausgebildet, wobei die eigentliche Lagerung und Mechanik ansonsten im wesentlichen den ersten beiden Ausführungsformen entsprechen.

20

Die vorschlagsgemäße Ventilvorrichtung 1 ermöglicht Ansteuer- bzw. Öffnungszeiten von 0,1 ms und damit Mehrfach-Einspritzungen bzw. -Einblasungen von Kraftstoff während eines Zyklus.

25

Ein genereller Vorteil liegt darin, daß die vorschlagsgemäße Ventilvorrichtung 1 sehr preisgünstig herstellbar ist, insbesondere bei Verwendung eines piezoelektrischen Aktuators 7.

30

Generell ist anzumerken, daß die einzelnen Komponenten gegenüber dem Kraftstoff resistent ausgebildet sind. Dies gilt insbesondere bei Verwendung von Wasserstoff, da beispielsweise Titanlegierungen oder Elastomere gegenüber Wasserstoff nicht beständig sind.

Patentansprüche:

1. Ventilvorrichtung (1) für einen Verbrennungsmotor (2) zur Einblasung von gasförmigem Kraftstoff mit einem Aktuator (7), einer Übersetzungseinrichtung (8) zur Vergrößerung des Hubs des Aktuators (7), und einem vom
5 Aktuator (7) mittels der Übersetzungseinrichtung (8) betätigbaren Ventil (9),
wobei die Übersetzungseinrichtung (8) mindestens zwei Hebel (10, 11) aufweist, die in Serie geschaltet sind, um den Hub des Aktuators (7) zur Betätigung des Ventils (9) zu vergrößern, und/oder
10 wobei die Ventilvorrichtung (1) eine einem bewegbaren Ventilelement (16) des Ventils (9) zugeordnete Sensoreinrichtung (12) aufweist, um die Position oder den Hub des Ventilelements (16) zu erfassen.
15
2. Ventilvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktuator (7) elektromagnetisch, piezoelektrisch oder magnetostriktiv arbeitet.
3. Ventilvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß
20 die Wirkachse (A) des Aktuators (7) parallel versetzt oder koaxial zur Betätigungssachse (V) des Ventils (9) verläuft.
4. Ventilvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß
25 die Wirkachse (A) des Aktuators (7) quer oder geneigt zur Betätigungssachse (V) des Ventils (9) verläuft.
5. Ventilvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Übersetzungseinrichtung (8) ausschließlich hebelmechanisch arbeitet und/oder unmittelbar am Ventil (9) bzw. dessen Ventilelement zu dessen Betätigung angreift.
30
6. Ventilvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Übersetzungseinrichtung (8) ein Übersetzungsverhältnis größer 5, insbesondere größer 10 oder 12, aufweist.
35
7. Ventilvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Übersetzungseinrichtung (8) ein Federmittel vor-

oder zugeordnet ist, so daß Spiel zwischen dem Aktuator (7) und der Übersetzungseinrichtung (8) oder einem dazwischen angeordneten Übertragungselement auftreten kann, jedoch zwischen den Hebeln (10, 11) der Übertragungseinrichtung (8) oder zwischen der Übertragungseinrichtung (8) und dem Ventil (9) vermieden wird.

8. Ventilvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hebel (10, 11) scheibenförmig, länglich, plattenförmig, stabförmig und/oder starr ausgebildet sind und/oder ein hohes Elastizitäts-Modul aufweisen.

9. Ventilvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hebel (10, 11) aus einer leichten Metallegierung, Verbundwerkstoff und/oder Keramik hergestellt sind.

10. Ventilvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Hebel (10, 11) zur Verschleißminimierung zumindest bereichsweise beschichtet und/oder mit einem vorzugsweise keramischen oder Hartmetall-Einsatz (13) versehen ist.

11. Ventilvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hebel (10, 11) jeweils schwenkbar um einen Lagerpunkt (14a) gelagert sind, insbesondere wobei ein Antriebspunkt (14b) jeweils zwischen dem Lagerpunkt (14a) und einem Abtriebspunkt (14c) liegt.

12. Ventilvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Antriebspunkte (14b) der Hebel (10, 11) auf entgegengesetzten Seiten der Betätigungssachse (V) des Ventils (9) angeordnet sind.

13. Ventilvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Betätigung des Ventils (9) die Hebel (10, 11) in die gleiche oder entgegengesetzte Richtung verschwenkbar sind.

14. Ventilvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hebel (10, 11) im wesentlichen parallel zueinander verlaufen und/oder übereinanderliegend angeordnet sind.

15. Ventilvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hebel (10, 11) schwimmend gelagert sind.
- 5 16. Ventilvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil (9) bzw. dessen Ventilelement (16) direkt das Einblasen bzw. den Strom des gasförmigen Kraftstoffs in einen zugeordneten Verbrennungsraum (3) des Verbrennungsmotors (2) steuert.
- 10 17. Ventilvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil (9) bzw. dessen Ventilelement (16) in oder entgegen Einblaserichtung betätigbar, insbesondere öffnbar, ist.
- 15 18. Ventilvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Ventil (9) eine Rückstelleinrichtung (19) zum Schließen oder Öffnen des Ventils (9) zugeordnet ist, gegen deren Rückstellkraft das Ventil (9) vom Aktuator (7) öffnen- bzw. schließbar ist.
- 20 19. Ventilvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Ventil (9) eine Einblasedüse nachgeordnet ist.
- 25 20. Ventilvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Öffnungsgrad des Ventils (9) bzw. der Hub des Ventilelements (16) insbesondere zur Steuerung der Einblasemenge und/oder Formung des Einblaseverlaufs variierbar ist.
- 30 21. Ventilvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoreinrichtung (12) die Position oder den Hub des Ventilelements (16) zeitlich aufgelöst und/oder fortlaufend erfaßt und entsprechende Signale bereitstellt.
- 35 22. Ventilvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilvorrichtung (1) eine Signalauswertung (20a) aufweist, die Signale der Sensoreinrichtung (12) aufbereitet und/oder insbesondere einer nachgeordneten Steuereinrichtung (20b) bereitstellt, insbesonde-

re wobei die Signalaufbereitung (20a) in die Ventilvorrichtung (1) eingebaut ist.

23. Ventilvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilvorrichtung (1) eine Steuereinrichtung (20b) zugeordnet ist, mittels derer der Aktuator (7) in Abhängigkeit von Signalen der Sensoreinrichtung (12) derart steuerbar oder regelbar ist, daß das Spiel zwischen dem Aktuator (7) und dem Ventil (9) oder dessen Ventilelement (16) bei geschlossenem oder nicht betätigtem Ventil (9) begrenzt oder minimiert wird.

24. Ventilvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilvorrichtung (1) ein Gehäuse (21) zur Aufnahme und/oder Halterung des Aktuators (7), der Übersetzungseinrichtung (8), des Ventils (9), einer Rückstelleinrichtung (19), einer Einblasedüse, der Sensoreinrichtung (12) und/oder einer den Aktuator (7) steuernden Steuereinrichtung (20) aufweist.

25. Ventilvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktuator (7), insbesondere mittels einer Membran (22), gasdicht gegenüber dem Kraftstoff, vorzugsweise der Übersetzungseinrichtung (8), abgedichtet ist, insbesondere wobei die Membran (22) zwischen einem Stößel (15) des Aktuators (7) und der Übersetzungseinrichtung (8) eingebaut ist.

26. Verfahren zum direkten Einblasen von gasförmigem Kraftstoff in einen Verbrennungsraum (3) eines Verbrennungsmotors (2), wobei ein Aktuator (7) mittels einer den Hub des Aktuators (7) vergrößernden Übersetzungseinrichtung (8) ein Ventilelement (16) eines Ventils (9) gegen die Kraft einer Rückstelleinrichtung (19) betätigt, wobei die Position oder der Hub des Ventilelements (16) mittels einer dem Ventil (9) zugeordneten Sensoreinrichtung (12) erfaßt wird und der Aktuator (7) in Abhängigkeit von Signalen der Sensoreinrichtung (12) derart gesteuert oder geregelt wird, daß das Spiel zwischen dem Aktuator (7) und dem Ventilelement (16) oder der Übersetzungseinrichtung (8) bei unbetätigtem Ventil (9) begrenzt oder minimiert wird.

27. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Einstellvorgang ausgehend von einem Zustand mit unbetätigtem oder geschlossenem Ventil (9) der Aktuator (7), insbesondere langsam oder schrittweise, zunehmend aktiviert oder sein Hub in Richtung zur Betätigung des Ventils (9) vergrößert wird, bis eine erste Betätigung des Ventils (9) erfaßt wird, und daß dann die Aktivierung des Aktuators (7) bzw. dessen Hub wieder um ein bestimmtes Maß zu einem Basiswert verringert wird, um das Spiel zwischen dem Aktuator (7) und dem Ventil (9) bei unbetätigtem oder geschlossenem Ventil (9) zu begrenzen oder zu minimieren.
28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß der Basiswert für eine Ausgangseinstellung des Aktuators (7) bei nachfolgenden Einblasevorgängen verwendet wird.
29. Verfahren nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß das Maß fest vorgegeben, von Betriebsparametern abhängig bzw. kennfeldgesteuert und/oder aus vorangehenden Werten bestimmt wird.
30. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß der zukünftige Basiswert aus einem aktuell bestimmten Basiswert und aus vorangehenden Basiswerten, insbesondere von Betriebsparametern abhängig bzw. kennfeldgesteuert, bestimmt wird.
31. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß der Einstellvorgang nach einer vorbestimmten Anzahl von Einblasevorgängen oder Motortakten und/oder bei nicht vollständiger Rückkehr des Ventils (9) in seinen unbetätigten oder geschlossenen Zustand wiederholt wird.
32. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß die Basiswerte fortlaufend gespeichert und/oder zur Erfassung von Verschleiß ausgewertet werden.
33. Verwendung eines Federmittels (25) bei einer Ventilvorrichtung (1) zur Einblasung von gasförmigem Kraftstoff, wobei ein Aktuator (7) über eine den Hub des Aktuators (7) vergrößernde Übersetzungseinrichtung (8) ein Ventil (9) gegen die Kraft einer Rückstelleinrichtung (19) betätigt, wobei das Feder-

mittel (25) der Übersetzungseinrichtung (8) oder einem Übertragungselement zwischen dem Aktuator (7) und der Übersetzungseinrichtung (8) derart zugeordnet ist und in Betätigungsrichtung wirkt, daß Spiel in der Übersetzungseinrichtung (8) und/oder zwischen Übersetzungseinrichtung (8) und dem Übertragungselement und/oder zwischen der Übersetzungseinrichtung (8) und dem Ventil (9) vermieden wird.

34. Verwendung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß eine Ventilvorrichtung (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 25 verwendet wird.

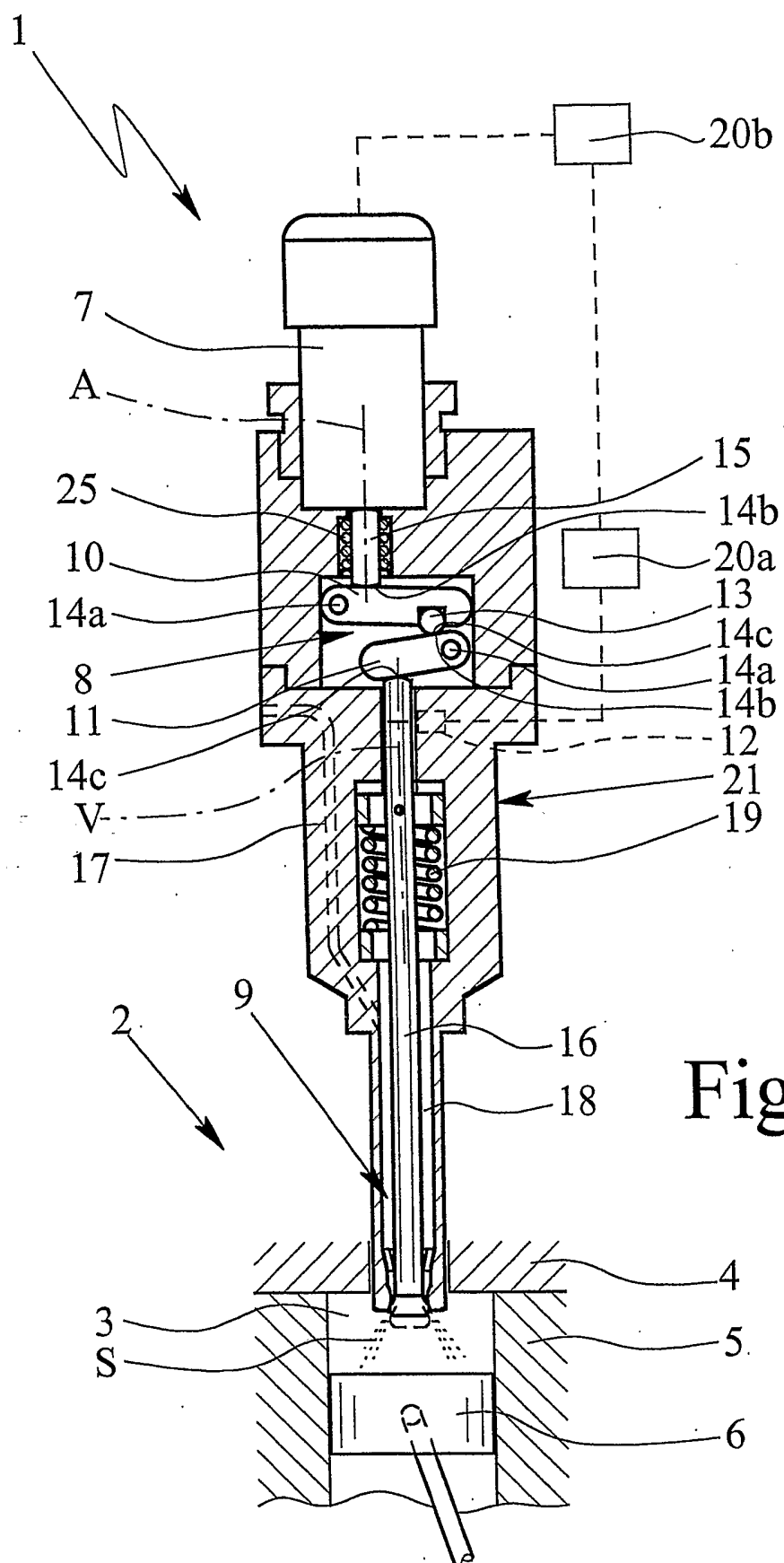


Fig. 1

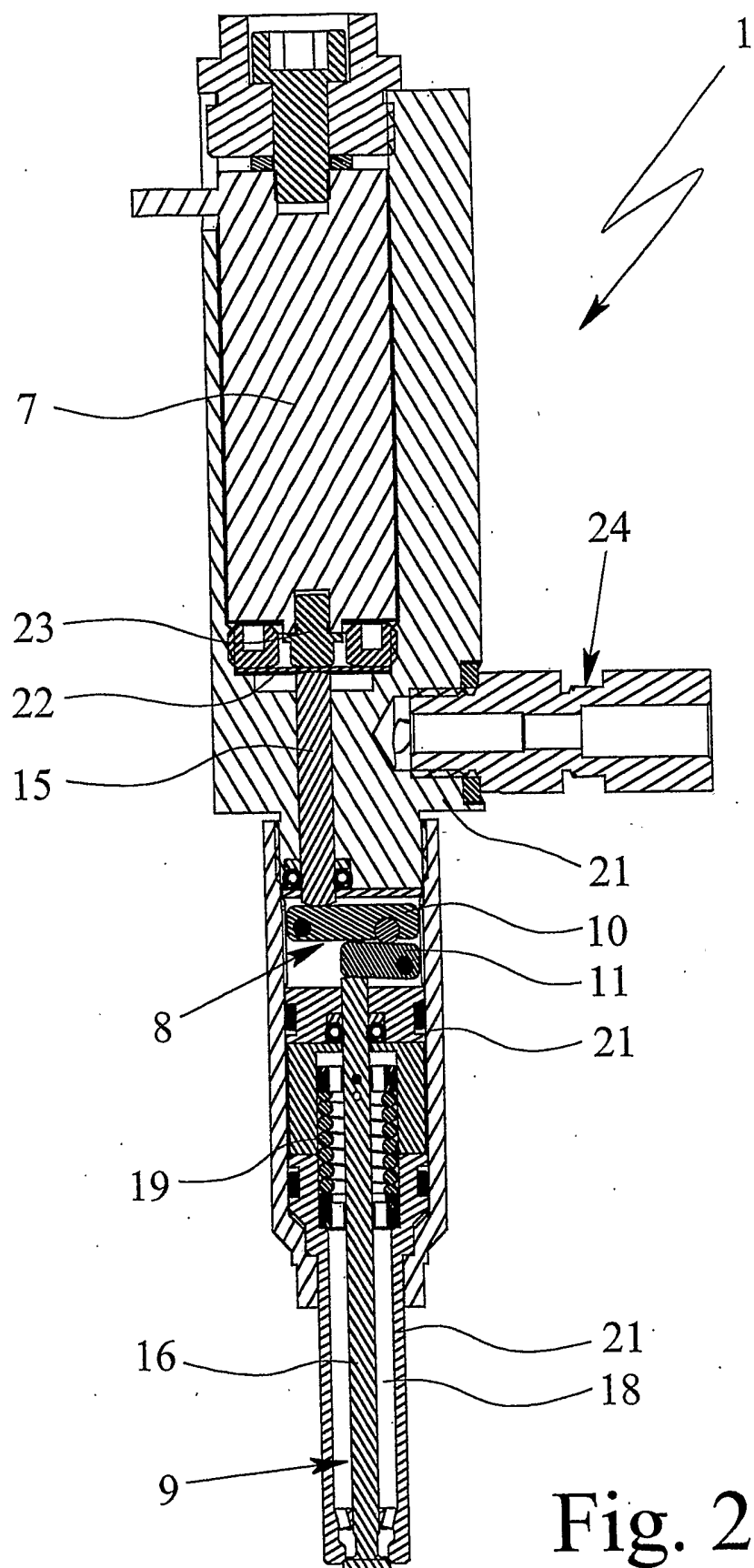


Fig. 2

4/4

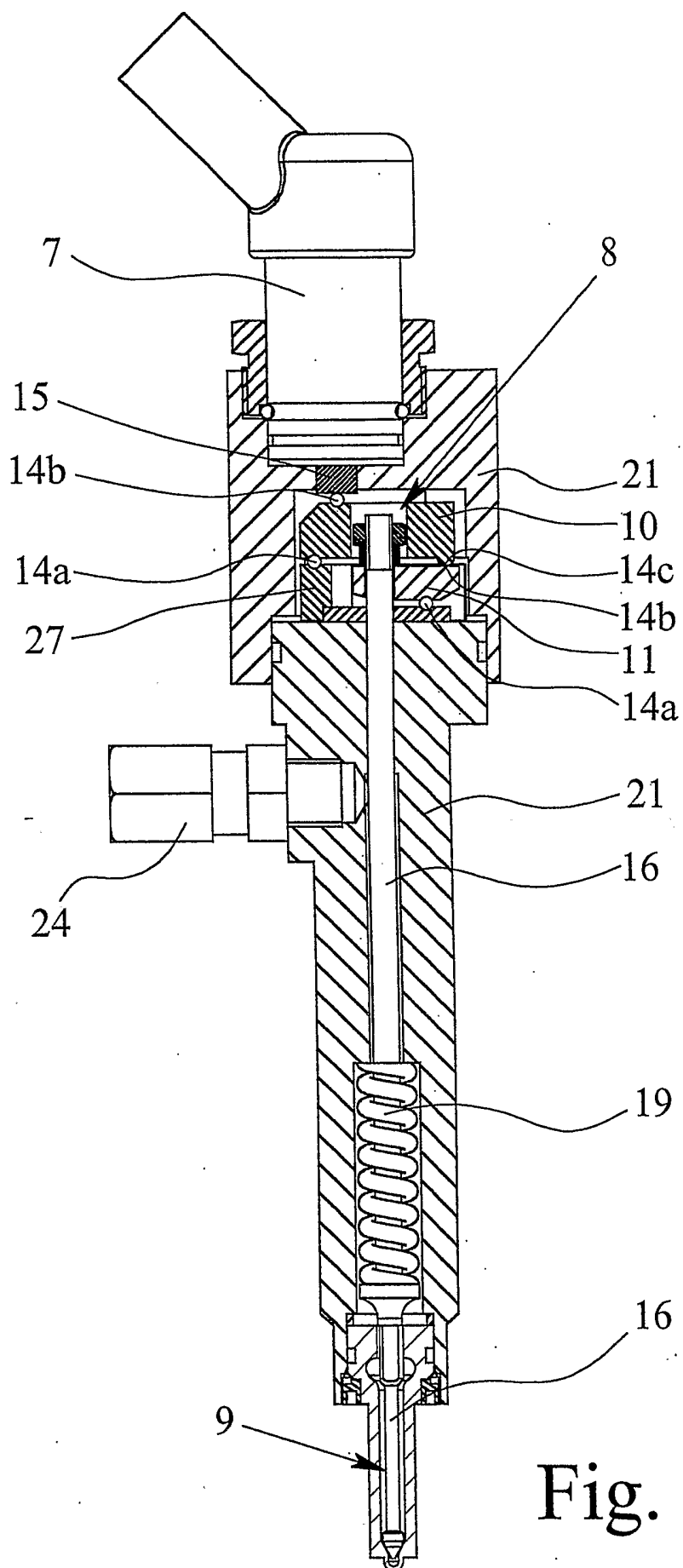


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/006130

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02M21/02 F02M51/06 F02M65/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 697 554 A (AUWAERTER ET AL) 16 December 1997 (1997-12-16)	1-3,5,7, 18,21, 22,24, 26,34 33
X	the whole document	
Y	US 5 479 902 A (WIRBELEIT ET AL) 2 January 1996 (1996-01-02)	1-3,5,7, 18,21, 22,24, 26,34
	the whole document	
Y	DE 101 30 857 A (SIEMENS AUTOMOTIVE CORP LP) 14 March 2002 (2002-03-14) column 4, line 37 - line 58; figures 1,2 abstract	26
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 September 2004

Date of mailing of the international search report

01/10/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van Zoest, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/006130

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 750 706 A (SCHLAGMUELLER) 14 June 1988 (1988-06-14) the whole document -----	1-3, 26, 33, 34
A	US 4 865 001 A (JENSEN) 12 September 1989 (1989-09-12) abstract column 2, line 38 - column 4, line 66; figure 3 -----	1-3, 16, 18, 20, 24, 25, 33
T	WO 2004/070929 A (KRONBERGER MAXIMILIAN ; VOLKSWAGEN MECHATRONIC GMBH & (DE)) 19 August 2004 (2004-08-19) the whole document -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/006130

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5697554	A	16-12-1997	DE 19500706 A1	18-07-1996
			CN 1133941 A ,B	23-10-1996
			GB 2296940 A ,B	17-07-1996
			JP 8233141 A	10-09-1996
US 5479902	A	02-01-1996	DE 4325904 A1	09-02-1995
			GB 2280712 A ,B	08-02-1995
DE 10130857	A	14-03-2002	US 6400066 B1	04-06-2002
			DE 10130857 A1	14-03-2002
			JP 2002031010 A	31-01-2002
			US 2002195904 A1	26-12-2002
US 4750706	A	14-06-1988	DE 3533975 A1	26-03-1987
			DE 3661370 D1	12-01-1989
			EP 0219669 A1	29-04-1987
			JP 2009870 C	02-02-1996
			JP 7045857 B	17-05-1995
			JP 62075065 A	06-04-1987
US 4865001	A	12-09-1989	NONE	
WO 2004070929	A	19-08-2004	WO 2004070929 A1	19-08-2004

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/006130

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02M21/02 F02M51/06 F02M65/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 697 554 A (AUWAERTER ET AL) 16. Dezember 1997 (1997-12-16)	1-3,5,7, 18,21, 22,24, 26,34 33
X	das ganze Dokument	
Y	US 5 479 902 A (WIRBELEIT ET AL) 2. Januar 1996 (1996-01-02)	1-3,5,7, 18,21, 22,24, 26,34
	das ganze Dokument	
Y	DE 101 30 857 A (SIEMENS AUTOMOTIVE CORP LP) 14. März 2002 (2002-03-14) Spalte 4, Zeile 37 - Zeile 58; Abbildungen 1,2 Zusammenfassung	26
	----- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. September 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

01/10/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Van Zoest, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/006130

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 750 706 A (SCHLAGMUELLER) 14. Juni 1988 (1988-06-14) das ganze Dokument	1-3, 26, 33, 34
A	US 4 865 001 A (JENSEN) 12. September 1989 (1989-09-12) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 38 - Spalte 4, Zeile 66; Abbildung 3	1-3, 16, 18, 20, 24, 25, 33
T	WO 2004/070929 A (KRONBERGER MAXIMILIAN ; VOLKSWAGEN MECHATRONIC GMBH & (DE)) 19. August 2004 (2004-08-19) das ganze Dokument	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/006130

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5697554	A	16-12-1997	DE 19500706 A1	18-07-1996
			CN 1133941 A ,B	23-10-1996
			GB 2296940 A ,B	17-07-1996
			JP 8233141 A	10-09-1996
US 5479902	A	02-01-1996	DE 4325904 A1	09-02-1995
			GB 2280712 A ,B	08-02-1995
DE 10130857	A	14-03-2002	US 6400066 B1	04-06-2002
			DE 10130857 A1	14-03-2002
			JP 2002031010 A	31-01-2002
			US 2002195904 A1	26-12-2002
US 4750706	A	14-06-1988	DE 3533975 A1	26-03-1987
			DE 3661370 D1	12-01-1989
			EP 0219669 A1	29-04-1987
			JP 2009870 C	02-02-1996
			JP 7045857 B	17-05-1995
			JP 62075065 A	06-04-1987
US 4865001	A	12-09-1989	KEINE	
WO 2004070929	A	19-08-2004	WO 2004070929 A1	19-08-2004