



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 08 304 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
H 02 N 2/04
F 02 M 47/04
F 15 B 5/00

⑲ Aktenzeichen: 197 08 304.8
⑳ Anmeldetag: 28. 2. 97
㉔ Offenlegungstag: 10. 9. 98

DE 197 08 304 A 1

⑦① Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:
Klügl, Wendelin, 92358 Seubersdorf, DE; Krüger,
Hinrich, Dr., 93053 Regensburg, DE; Werner, Martin,
93155 Hemau, DE

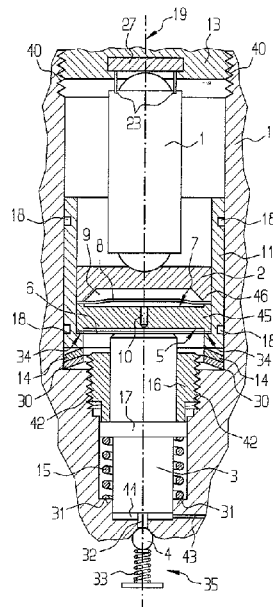
⑤⑥ Entgegenhaltungen:
EP 04 77 400 A1
WO 94 19 598

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Vorrichtung zur Übertragung einer Bewegung und Einspritzventil mit einer Vorrichtung zur Übertragung einer Bewegung

⑤⑦ Es wird eine Vorrichtung zur Übertragung einer Bewegung für ein Einspritzventil beschrieben, bei der zwischen einem piezoelektrischen Aktor und einem Antriebskolben ein Übertragungsmodul 2 angeordnet ist, das mindestens eine Druckkammer 5 aufweist, die über eine erste Membran abgeschlossen ist. Die Druckkammer 5 ist über eine Drossel 10 mit einer Ausgleichskammer 7 verbunden, die ebenfalls im Übertragungsmodul 2 angeordnet ist.



DE 197 08 304 A 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Übertragung einer Bewegung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. und Einspritzventile mit einer Vorrichtung zur Übertragung einer Bewegung gemäß dem Oberbegriff der Patentansprüche 6 und 7.

Eine Vorrichtung zur Kraftübertragung wird beispielsweise in der Kraftfahrzeugtechnik dazu eingesetzt, um in einem Einspritzventil die Bewegung eines piezoelektrischen Aktors auf ein Stellglied zu übertragen, wobei das Stellglied beispielsweise ein Servoventil öffnet, das wiederum das Öffnen und das Schließen eines Einspritzventiles steuert.

Aus EP 0 477 400 A1 ist eine Anordnung für einen in Hubrichtung wirkenden adaptiven Toleranzausgleich für den Wegtransformator eines piezoelektrischen Aktors bekannt, bei der die Auslenkung eines Aktors 1 über eine Hydraulikkammer 2 auf einen Hubkolben 3 übertragen wird. Für einen mechanischen Toleranzausgleich ist die Hydraulikkammer 2 über einen Kanal 16 mit einer Ausgleichskammer 17 verbunden.

Die Aufgabe der Erfindung beruht darin, eine besonders kompakte und einfach zu montierende Vorrichtung zur Übertragung einer Bewegung eines Aktors bereit zu stellen.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale des Anspruchs 1, durch die Merkmale des Anspruchs 6 und durch die Merkmale des Anspruchs 7 gelöst.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung beruht darin, daß die Druckkammer und die Ausgleichskammer in einem kompakten Gehäuse eingebracht sind, und daß sich das Gehäuse zwischen dem Aktor und dem Stellglied befindet. Auf diese Weise ist eine besonders einfache Fertigung der Vorrichtung, insbesondere für ein Einspritzventil möglich. Das Gehäuse mit der Vorrichtung zur Kraftübertragung ist vormontiert und wird bei der Fertigung in das Gehäuse des Einspritzventiles eingelegt.

Vorteilhafte Ausbildungen und Verbesserungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben. Weiterhin ist es von Vorteil, in der Ausgleichskammer ein Druckmittel vorzusehen, das das Übertragungsmedium in der Ausgleichskammer mit einem vorgebbaren Druck beaufschlagt.

Die Erfindung wird anhand der Figuren näher erläutert; es zeigen:

Fig. 1 eine Vorrichtung zur Kraftübertragung ohne Hubübersetzung,

Fig. 2 eine Vorrichtung zur Kraftübertragung mit einer Feder als Druckmittel und

Fig. 3 eine Vorrichtung zur Kraftübertragung mit Hubübersetzung.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Teil eines Einspritzventiles mit einem Piezoaktor 1 und einem Servoventil 4. Der Piezoaktor 1 ist in ein Gehäuse 12 eingebracht und zwischen einem oberen Anschlag 13 und einem Übertragungsmodul 2 in Längsrichtung des Einspritzventiles angeordnet. Der Piezoaktor 1 ist über Steuerleitungen 23 mit einem Steuermittel 27 verbunden, mit dem die Länge des Piezoaktors 1 einstellbar ist. Vorzugsweise besteht der Piezoaktor 1 aus einem Stapel von Piezoelementen, mit dem eine größere Auslenkung erreicht wird.

Der obere Anschlag 13 ist über ein Schraubgewinde 40 mit dem Gehäuse 12 verbunden und kann je nach der gewünschten Vorspannung des Piezoaktors 1 in der Längsrichtung des Gehäuses 12 positioniert werden. Das Übertragungsmodul 2 ist im wesentlichen zylinderförmig ausgebildet und weist eine Druckkammer 5 auf, die von einer ersten Membran 6 begrenzt ist. Im Übertragungsmodul 2 ist eine Verbindungsbohrung 10, die eine Drosselwirkung aufweist, angeordnet. Die Verbindungsbohrung 10 verbindet die erste

Druckkammer 5 mit einer Ausgleichskammer 7, die ebenfalls in das Übertragungsmodul 2 eingebracht ist. Die Ausgleichskammer 7 ist durch eine vorgespannte Federplatte 8 abgeschlossen. Die Druckkammer 5 ist mindestens teilweise mit einem Übertragungsmedium, beispielsweise einer Hydraulikflüssigkeit gefüllt, die eine geringe Kompressibilität aufweist. Vorzugsweise sind die Druckkammer 5 und die Ausgleichskammer 7 mit dem Übertragungsmedium vollständig gefüllt. Anstelle der Federplatte 8 können auch andere Mittel vorgesehen sein, die den Druck des Übertragungsmediums in der Ausgleichskammer 7 vorgeben, wie z. B. eine elastische Membran. Die Mittel sind vorzugsweise so ausgebildet, daß bei einem Zufluß von Übertragungsmedium in die Ausgleichskammer 7 der Druck in der Ausgleichskammer 7 erhöht wird.

Das Übertragungsmodul 2 ist von einer Führungshülse 11 umgeben, die im Einspritzventilgehäuse 12 eingebracht ist und die über eine Tellerfeder 14 in Längsrichtung des Einspritzventiles gegen das Gehäuse 12 vorgespannt ist. Das Übertragungsmodul 2 liegt in einem kreisförmigen Randbereich auf einer ringförmigen Lagerfläche 34 der Führungshülse 11 auf. Die Tellerfeder 14 ist gegen einen ringförmig umlaufenden ersten Anschlag 30, der in das Gehäuse 12 eingebracht ist, gestützt. Das Übertragungsmodul 2 und die Führungshülse 11 sind in der Längsrichtung des Einspritzventiles gegen die Tellerfeder 14 verschiebbar angeordnet.

Das Übertragungsmodul 2 ist vorzugsweise in zwei getrennte Bauteile aufgeteilt. Das erste Bauteil ist eine Grundplatte 45, in die die Verbindungsbohrung 10 eingebracht ist, und mit der die erste Membran 6 und die Federplatte 8 verbunden sind. Als zweites Bauteil ist eine Abdeckplatte 46 vorgesehen, die über der Federplatte 8 angeordnet ist und an den Piezoaktor 1 anliegt. Vorzugsweise ist eine entsprechend dem Endbereich des Piezoaktors 1 ausgebildete Ausnehmung in die Abdeckplatte eingebracht, in der der Endbereich des Piezoaktors 1 eingebracht ist. Die Abdeckplatte 46 liegt vorzugsweise auf einer umlaufenden Ringfläche auf der Grundplatte 45 auf und weist eine Ausnehmung 9 auf, die einen Raum für eine Auswölbung der Federplatte 8 bereitstellt.

Der ersten Membran 6 ist ein Antriebskolben 3 zugeordnet, der von einer Feder 15 gegen einen unteren Anschlag 16 vorgespannt ist. Der untere Anschlag 16 ist über eine Schraubverbindung 42 mit dem Gehäuse 12 verbunden und somit in der Längsrichtung justierbar angeordnet. Der untere Anschlag 16 weist die Form eines Hohlzylinders auf, in dessen zylinderförmiger Ausnehmung der Antriebskolben 3 beweglich geführt ist. Der Antriebskolben 3 weist unterhalb des unteren Anschlags 16 einen Ansatzring 17 auf, der einen größeren Durchmesser als der Hohlzylinder des unteren Anschlags 16 aufweist. Zudem ist die Feder 15, die als Zylinderfeder ausgebildet ist und im unteren Bereich den Antriebskolben 3 umfaßt, zwischen eine Anschlagfläche 31 und den Ansatzring 17 eingespannt. Damit wird der Ansatzring 17 gegen den unteren Anschlag 16 gedrückt. Der untere Anschlag 16 gibt somit die Ruheposition des Antriebskolbens 3 vor.

Der Antriebskolben 3 geht an seinem unteren Ende in eine Ansteuernadel 32 über, die sich durch einen Entlastungsraum 44 bis zu einem Ventilsitz 35 eines Servoventiles erstreckt. Der Entlastungsraum 44 steht mit einer im Gehäuse 12 eingebrachten Entlastungsleitung 43 in Verbindung.

Als Schließglied ist eine Kugel 4 vorgesehen, die von einer Ventillfeder 33 gegen den Ventilsitz gedrückt wird. Das Servoventil dient zur Ansteuerung einer Einspritznadel, mit der die Einspritzung einer Brennkraftmaschine gesteuert wird.

Bei der Fertigung des Einspritzventiles erfolgt eine Vorjustierung des Piezoaktors 1, des Übertragungsmoduls 2 und des Antriebskolbens 3 über den oberen Anschlag 13 und den unteren Anschlag 16. Dabei wird der Piezoaktor 1, das Übertragungsmodul 2 und der Antriebskolben 3 derart justiert, daß das Servoventil 4 bei einer Nichtansteuerung des Piezoaktors 1 geschlossen ist und der Piezoaktor 1 am Übertragungsmodul 2 mit einer vorgegebenen Vorspannung und der Antriebskolben 3 an der ersten Membran 6 anliegt.

Im folgenden wird die Funktionsweise der Fig. 1 näher erläutert: Im Ruhezustand ist der Piezoaktor 1 nicht angesteuert und das Schließglied 4 sitzt auf dem Ventilsitz 35 auf. Weiterhin liegen der Piezoaktor 1 und der Antriebskolben 3 an gegenüberliegenden Seiten des Übertragungsmoduls 2 an, wobei der Antriebskolben 3 an der ersten Membran 6 anliegt. In der Ruheposition ist der Piezoaktor 1 durch die Tellerfeder 14 über die Führungshülse 11 und das Übertragungsmodul 2 gegen den oberen Anschlag 13 vorgespannt. Der Antriebskolben 3 ist durch die Feder 15 gegen den unteren Anschlag 16 gedrückt, der so eingestellt ist, daß der Antriebskolben 3 an der ersten Membran 6 anliegt.

Wird nun der Piezoaktor 1 angesteuert, so drückt der Piezoaktor 1 das gesamte Übertragungsmodul 2 gegen die Federkraft der Tellerfeder 14 in Richtung auf den Antriebskolben 3, so daß über die erste Membran 6 und das in der Druckkammer 5 befindliche Übertragungsmedium ein Druck auf den Antriebskolben 3 ausgeübt wird.

Der Antriebskolben 3 wird dabei gegen die Federkraft der Spannfeder 15 in Richtung auf das Schließglied 4 verschoben, so daß das Schließglied 4 von der Ansteuernadel 32 vom Ventilsitz 35 abgehoben wird. Dadurch wird ein Druckraum, der die Einspritznadel des Einspritzventils mit Hochdruck beaufschlagt, mit dem Entlastungsraum 44 und der Entlastungsleitung 42 verbunden, so daß der Druck im Druckraum sinkt und die Einspritznadel vom zugeordneten Ventilsitz abhebt und die Einspritzung beginnt.

Wird die Ansteuerung des Piezoaktors 1 beendet, so verkürzt sich der Piezoaktor 1 und das Übertragungsmodul 2 und die Führungshülse 11 werden von der Tellerfeder 14 in Richtung auf den Piezoaktor 1 verschoben. Der Antriebskolben 3 wird von der Feder 15 vom Schließglied 4 weggeschoben, so daß das Schließglied 4 von der Ventildfeder 33 wieder auf den zugeordneten Ventilsitz 35 gedrückt wird. Damit wird die Verbindung des Druckraumes mit der Entlastungsleitung 42 abgebrochen und die Ventildfeder 33 wieder mit Hochdruck beaufschlagt, so daß die Ventildfeder 33 auf den zugeordneten Ventilsitz gedrückt wird und somit die Einspritzung endet.

Die Justierung des piezoelektrischen Aktors 1, des Übertragungsmoduls 2 und des Antriebskolbens 3 wird bei einem neuen Einspritzventil und bei einer vorgegebenen Temperatur vorgenommen. Ergibt sich nun durch Verschleiß oder durch eine Temperaturveränderung, daß die Justierung nicht mehr paßt, so wird durch das Übertragungsmodul 2 eine automatische Justierung erreicht.

Vorzugsweise ist dazu sowohl die Druckkammer 5 als auch die Ausgleichskammer 7 vollständig mit dem Übertragungsmedium gefüllt und der Antriebskolben 3 in der Ruheposition des Piezoaktors 1 gegen die erste Membran 6 vorgespannt, so daß das Übertragungsmedium in der Druckkammer 5 und in der Ausgleichskammer 7 unter einem vorgegebenen Druck steht.

Verkürzt sich nun der Piezoaktor 1 ohne Ansteuerung in der Ruhestellung aufgrund von thermischen Einflüssen oder von Alterungserscheinungen gegenüber dem Gehäuse 12, so wird von der Federplatte 8 über die Drossel 10 von der Ausgleichskammer 7 Übertragungsmedium in den Druckraum 5 gedrückt, so daß die erste Membran 6 in Richtung auf den

Antriebskolben 3 bewegt wird und somit der Antriebskolben 3 trotz der Verkürzung des Piezoaktors 1 an der ersten Membran 6 anliegt.

Wird jedoch der Abstand zwischen dem Piezoaktor 1 und dem Antriebskolben 3 verkleinert, so wird die erste Membran 6 durch den Antriebskolben 3 eingedrückt, so daß Übertragungsmedium über die Drossel 10 in die Ausgleichskammer 7 gegen die Federkraft der Federplatte 8 gedrückt wird. Als Folge davon liegt auch in diesem Fall der Antriebskolben 3 immer an der ersten Membran 6 an.

Die Drossel 10 ist vorzugsweise derart in Bezug auf das Übertragungsmedium zu dimensionieren, daß während einer gewöhnlichen Ansteuerung des Antriebskolbens 3 nur wenig Übertragungsmedium in die Ausgleichskammer 7 abfließt, daß die Ansteuerung des Antriebskolbens nicht beeinträchtigt ist. Beispielsweise wird mit dem Antriebskolben 3 ein Servoventil eines Einspritzventiles oder eine Düsenadel eines Einspritzventiles angesteuert. In diesen Beispielen muß die Drossel 10 derart dimensioniert sein, daß während der Ansteuerzeiten für das Servoventil oder während der Ansteuerzeiten für die Düsenadel nur unwesentlich Übertragungsmedium in die Ausgleichskammer 7 abfließt. Die Ansteuerzeiten liegen dabei im Bereich von Millisekunden, vorzugsweise zwischen 0 ms und 10 ms. Schnelle Ansteuerzeiten liegen bei 0,1 bis 1 ms.

Liegen jedoch zeitlich lang andauernde Druckunterschiede zwischen der Druckkammer 5 und der Ausgleichskammer 7 vor, die eine Zeitdauer von einer Sekunde bis zu Minuten andauern, so wird Übertragungsmedium über die Drossel 10 zwischen der Ausgleichskammer 7 und der Druckkammer 5 ausgetauscht. Dies ist insbesondere bei thermischen Ausdehnungsunterschieden und einem allmählichen Verschleiß der Fall.

Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung, die im wesentlichen dem Einspritzventil der Fig. 1 entspricht, wobei jedoch an Stelle der Federplatte 8 eine zweite Membran 20 zur Abgrenzung der Ausgleichskammer 7 vorgesehen ist. Die zweite Membran 20 weist einen Druckstempel 21 auf, der über eine Druckfeder 22 gegen das Übertragungsmodul 2, insbesondere gegen die Abdeckplatte 46, gespannt ist. Auf diese Weise wirkt der Auslenkung der zweiten Membran 20 aus ihrer Ruhelage die Federkraft der Druckfeder 22 entgegen. Somit wird der in der Druckkammer 5 und in der Ausgleichskammer 7 vorherrschende Druck des Übertragungsmediums durch die Federkraft der Druckfeder 22 eingestellt. Damit wird auch von der Druckfeder 22 und der Drossel 10 ein Justageausgleich dadurch erreicht, daß die Druckkammer 5 mit einem Übertragungsmedium gefüllt ist, das einen entsprechenden Druck aufweist, so daß die erste Membran 6 immer an Antriebskolben 3 anliegt. Auf diese Weise wird entsprechend Fig. 1 eine automatische Justierung erreicht.

Fig. 3 zeigt ebenfalls einen Teil eines Einspritzventiles mit einem Piezoaktor 1, der über einen Stempel 29 auf ein Übertragungsmodul 2 und einen Antriebskolben 3 einwirkt. Das in Fig. 3 dargestellte Einspritzventil unterscheidet sich von den Einspritzventilen der Fig. 2 und 1 in der Art der Kraftübertragung vom Piezoaktor 1 zum Antriebskolben 3. Dazu ist anliegend an den Piezoaktor 1 ein Stempel 29 im Gehäuse 12 vorgesehen, der in Längsrichtung des Gehäuses 12 verschiebbar gegen eine Tellerfeder 14 gelagert ist. Die Tellerfeder 14 spannt über den Stempel 29 den Piezoaktor 1 gegen den oberen Anschlag 13 vor, der über eine Schraubverbindung mit dem Gehäuse 12 in der Längsrichtung verstellbar verbunden ist. Die Tellerfeder 14 stützt sich gegen das Übertragungsmodul 2, das auf einem unteren, in Längsrichtung des Gehäuses 12 verstellbar ausgebildeten, Anschlag 16 aufliegt. Der untere Anschlag 16 ist über eine

Schraubverbindung 42 mit dem Gehäuse 12 verbunden. Der untere Anschlag 16 weist mittig eine zylinderförmige Ausnehmung auf, in der der Antriebskolben 3 in Längsrichtung beweglich gelagert ist. Der Antriebskolben 3 wird von einer Spiralfeder 15, die an einer Seite an einem Ansatzring 17 des Antriebskolbens 3 und an der anderen Seite am Gehäuse 12 anliegt, gegen den unteren Anschlag 16 vorgespannt, wobei die Spiralfeder 15 den Antriebskolben 3 umfaßt.

Das Übertragungsmodul 2 weist nun im Vergleich zu den Übertragungsmodulen der Fig. 1 und 2 eine zweite Druckkammer 28 auf, die dem Stempel 29 zugeordnet ist, und die über eine dritte Membran 26 abgeschlossen ist, wobei die dritte Membran 26 dem Stempel 29 zugeordnet ist. Die zweite Druckkammer 28 ist über zwei Leitungen 25 mit der ersten Druckkammer 5 verbunden. Es können auch eine oder mehrere Leitungen 25 vorgesehen werden. In einer einfachen Ausführung ist eine Leitung 25 ausreichend. Die Druckkammer 5 ist über eine erste Membran 6 abgeschlossen, die dem Antriebskolben 3 zugeordnet ist. Die Leitungen 25 sind jeweils im Randbereich des Übertragungsmoduls 2 vorgesehen und derart ausgebildet, daß das in der Druckkammer 5 und der zweiten Druckkammer 28 befindliche Übertragungsmedium nahezu ohne Druckverlust zwischen der zweiten Druckkammer 28 und der Druckkammer 5 ausgetauscht werden kann.

Vorzugsweise sind sowohl die zweite Druckkammer 28, die Leitungen 25, die erste Druckkammer 5 und die Ausgleichskammer 7 vollständig mit dem Übertragungsmedium gefüllt. In einer einfacheren, weniger vorteilhaften Ausführung sind die zweite Druckkammer 28, die Druckkammer 5 und die Ausgleichskammer 7 nur teilweise mit dem Übertragungsmedium gefüllt.

Die Druckkammer 5 ist über eine Verbindungsbohrung 10, die als Drossel ausgebildet ist, mit der Ausgleichskammer 7 verbunden. Die Ausgleichskammer 7 ist mit einer Membran mit Federwirkung, in diesem Fall eine Federplatte 8, abgeschlossen. Anstelle der Federplatte 8 kann jedoch auch, wie in Fig. 2 dargestellt ist, ein anderes Mittel verwendet werden, mit dem der Druck in der Ausgleichskammer und das Volumen der Ausgleichskammer auf vorgebbare Werte einstellbar ist.

Die Anordnung nach Fig. 3 funktioniert folgendermaßen: In der Ruheposition wird der Piezoaktor 1 von der Tellerfeder 14 über den Stempel 29 gegen den oberen Anschlag 13 vorgespannt. Die Tellerfeder 14 stützt sich über das Übertragungsmodul 2' und den unteren Anschlag 16 gegen das Gehäuse 12 ab.

Das Übertragungsmodul 2 liegt mit der dritten Membran 26 an der kreisförmigen Druckfläche des Stempels 29 an. Zudem liegt das Übertragungsmodul 2 auf der ringförmigen Auflagefläche 36 des unteren Anschlages 16 auf. Der Antriebskolben 3 wird mit seiner kreisförmigen Kolbenfläche 37 gegen die erste Membran 6 gedrückt und das Schließglied 4 wird von der Ventildfeder 33 auf den zugeordneten Ventilsitz 35 gedrückt.

Wird nun der Piezoaktor 1 von den Ansteuermitteln 27 über die Ansteuerleitungen 23 angesteuert, so verlängert sich der Piezoaktor 1, so daß als Folge davon der Stempel 29 gegen die Federkraft der Tellerfeder 14 in Richtung auf das Übertragungsmodul 2 ausgelenkt wird. Das Übertragungsmodul 2 ist jedoch von dem unteren Anschlag 16 in der Position festgelegt, so daß es der Längsbewegung des Stempels 29 nicht folgen kann. Als Folge davon wird die dritte Membran 26 von dem Stempel 29 mit der kreisförmigen Stempelfläche 38 nach unten eingedrückt, so daß als Folge davon das in der zweiten Druckkammer 28 befindliche Übertragungsmedium über die Leitungen 25 in die Druckkammer 5 gepreßt wird. Dadurch wird die erste Membran 6

in Richtung auf den Antriebskolben 3 ausgelenkt und somit der Antriebskolben 3 gegen die Federkraft der Feder 15 in Richtung auf das Schließglied 4 bewegt. Als Folge davon wird das Schließglied 4 durch die Ansteuernadel 32 vom Ventilsitz 35 gegen die Kraft der Ventildfeder 33 abgehoben.

Zwischen der Druckkammer 5 und der Ausgleichskammer 7 besteht zwar eine Verbindung über die Verbindungsbohrung 10, diese ist jedoch als Drossel derart ausgebildet, daß kurzzeitige Druckerhöhungen in der Druckkammer 5 zu einem nur sehr geringen Abfluß von Übertragungsmedium in die Ausgleichskammer 7 führen. Zumindest sind die Drossel 10 und das Übertragungsmedium derart aufeinander abgestimmt, daß für die Zeiten, in denen der Piezoaktor 1 zur Ansteuerung des Schließgliedes 4 angesteuert wird, nur eine geringe Menge an Übertragungsmedium in die Ausgleichskammer 7 fließt, so daß die Ansteuerung des Schließgliedes nicht beeinflußt wird.

Nach einem Abschalten der Ansteuerung des Piezoaktors 1 verkürzt sich der Piezoaktor 1, so daß der Stempel 29 von der Tellerfeder 14 in Richtung auf den Piezoaktor 1 verschoben wird. Infolge der über den Antriebskolben 3 auf die Membran 6 einwirkenden Kraft der Feder 15 fließt Übertragungsmedium aus der ersten Druckkammer 5 durch die Leitungen 25 in die zweite Druckkammer 28, so daß die erste und dritte Membran 6, 26 wieder in ihre Ausgangslage zurückkehren.

Als Folge der Bewegung des Antriebskolbens 3 in Richtung auf das Übertragungsmodul 2 wird das Schließglied 4 von der Ventildfeder 33 wieder auf den zugeordneten Ventilsitz 35 gedrückt wird. Das während der Ansteuerung des Piezoaktors 1 in die Ausgleichskammer 7 geflossene Übertragungsmedium wird von der Federplatte 8 über die Drossel 10 wieder zurück in die Druckkammer 5 gedrückt. Auf diese Weise wird wieder die vorgegebene Ruheposition erreicht.

Ergibt sich nun aufgrund von unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten oder aus Verschleißerscheinungen, daß sich der Piezoaktor 1, der Stempel 29, das Übertragungsmodul 2, oder der Antriebskolben 3 gegenüber der voreingestellten Justage verändern, so wird diese Dejustage durch das Übertragungsmodul 2 automatisch ausgeglichen. Verschiebt sich zum Beispiel der Piezoaktor 1 und der Stempel 29 gegenüber der voreingestellten Position in Richtung auf den Antriebskolben 3, so wird als Folge davon die dritte Membran 26 andauernd eingewölbt, so daß das Übertragungsmedium von der zweiten Druckkammer 28 in die Druckkammer 5 gedrückt wird. Die erste Membran 6 der Druckkammer 5 wird von dem Antriebskolben 3 durch die Federkraft der Feder 15 von einer Durchbiegung in Richtung auf den Antriebskolben 3 behindert. Als Folge des hohen Druckes in der Druckkammer 5 fließt Übertragungsmedium in die Ausgleichskammer 7 gegen die Federkraft der Federplatte 8 ab. Auf diese Weise wird erreicht, daß auch bei der vorliegenden Dejustage der Antriebskolben 3 in seiner vorgegebenen Position bleibt und das Schließglied 4 nicht vom Ventilsitz 35 abgehoben wird.

Wird nun der vorgegebene Abstand zwischen dem Stempel 29 und dem Antriebskolben 3 vergrößert, so besteht die Gefahr, daß entweder der Stempel 29 und/oder der Antriebskolben 3 nicht mehr auf der dritten Membran 26 beziehungsweise auf der ersten Membran 6 aufliegen. Dies wird jedoch dadurch verhindert, daß aus der Ausgleichskammer 7 Übertragungsmedium durch die Verbindungsbohrung 10 in die Druckkammer 5 und über die Leitungen 25 in die zweite Druckkammer 28 fließt. Auf diese Weise wird auch bei dieser Dejustage gewährleistet, daß der Stempel 29 und der Antriebskolben 3 direkt über das Übertragungsmedium in Wirkverbindung miteinander stehen.

Die Federkraft der Federplatte **8**, die Federkraft der ersten Membran **6** und der dritten Membran **26**, sowie der Querschnitt der Verbindungsbohrung **10**, also auch das Übertragungsmedium und der Füllstand der Druckkammer **5**, der Leitungen **25**, der zweiten Druckkammer **28** und der Ausgleichskammer **7** sind entsprechend den Gegebenheiten anzupassen, damit eine automatische Justage erreicht wird.

Die Stempelfläche **38**, mit der der Stempel **29** an der dritten Membran **26** anliegt, ist vorteilhafter Weise größer als die Kolbenfläche **37**, mit der der Antriebskolben **3** an der ersten Membran **6** anliegt. Auf diese Weise wird eine Hubübersetzung zwischen der Auslenkung des Piezoaktors **1** und der Auslenkung des Antriebskolbens **3** erreicht. Zudem ist es vorteilhaft, wenn die Fläche der dritten Membran **26** größer ist, als die Fläche der ersten Membran **6**, so daß schon über die unterschiedlich großen Flächen der ersten Membran **6** und der dritten Membran **26** eine Hubübersetzung zwischen der Auslenkung des Piezoaktors **1** und der Auslenkung des Antriebskolbens **3** erreicht wird.

Das Übertragungsmodul **2** weist im Randbereich Dichterringe **18** auf, die den Piezoaktor **1** gegenüber dem Antriebskolben **3** und dem Schließglied **4** dicht abschließen.

Die Anordnung der **Fig. 3** bietet den Vorteil, daß bei einer Übertragung der Auslenkung des Piezoaktors **1** zum Antriebskolben **3** das Übertragungsmodul nicht bewegt wird, sondern die Auslenkung direkt über die erste und die dritte Membran **6**, **26** und das Übertragungsmedium übertragen wird. Auf diese Weise werden nur geringe Massen bewegt, so daß eine schnelle Bewegungsübertragung insbesondere für die Ansteuerung eines Einspritzventils möglich ist.

Die in den **Fig. 1** bis **3** dargestellten Teile der Einspritzventile sind rotationssymmetrisch zur Symmetrieachse **19** aufgebaut.

Eine vorteilhafte Justierung eines Einspritzventils entsprechend **Fig. 1** oder **3** wird dadurch erreicht, daß der obere Anschlag **13** in Richtung auf den Antriebskolben **3** verstellt wird und somit der Druck des Piezoaktors **1** über das Übertragungsmodul **2** auf den Antriebskolben **3** erhöht wird. Gleichzeitig wird der Piezoaktor **1** wechselweise von dem Ansteuermittel **27** angesteuert, so daß sich der Piezoaktor **1** abwechselnd verlängert und verkürzt. Gleichzeitig wird das Öffnungsverhalten des Servoventils **35**, **4** gemessen und bei einem optimalen Ansteuerverhalten das Einschrauben des oberen Anschlages **13** gestoppt. Die Justierung bietet vor allem Vorteile bei flexiblen Membranen **6**, **8**, **26**, die eine progressive Kennlinie der Federkraft in bezug auf den Federweg aufweisen. Systeme mit entsprechenden Membranen sind im allgemeinen aufwendig zu justieren. Das beschriebene Verfahren ermöglicht jedoch eine einfache und präzise Einstellung. Vorzugsweise erfolgt sowohl das Einschrauben und die Ansteuerung des Piezoaktors **1** und das Messen des Öffnungsverhaltens des Servoventils **35**, **4** automatisch über eine entsprechend ausgebildete Prüfvorrichtung.

In einer Weiterführung der Erfindung wird anstelle des Öffnungsverhaltens des Servoventils **35**, **5** das Einspritzverhalten des Einspritzventils gemessen, das vom Servoventil angesteuert wird. Dies erfolgt vorzugsweise dadurch, daß die vom Einspritzventil während eines Einspritzvorganges abgegebene Kraftstoffmenge gemessen wird. Auf diese Weise wird auf einfache Weise eine optimale Justierung des Einspritzventils erreicht.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Übertragung einer Bewegung mit einer Druckkammer (**5**), die mit einem Übertragungsmedium mindestens teilweise gefüllt ist, und die mindestens teilweise von einem ersten flexiblen Element

(**6**) begrenzt ist, mit einer Ausgleichskammer (**7**), die über eine Verbindung (**10**) mit der Druckkammer (**5**) verbunden ist, wobei die Verbindung (**10**) und das Übertragungsmedium derart ausgebildet sind, daß kurzzeitige Druckunterschiede zwischen dem Druck in der Druckkammer (**5**) und dem Druck in der Ausgleichskammer (**7**) kaum und zeitlich lang anhaltende Druckunterschiede nahezu vollständig ausgeglichen werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Druckkammer (**5**) und die Ausgleichskammer (**7**) in einem Übertragungsmodul (**2**) eingebracht sind, und daß die Ausgleichskammer (**7**) mit Mittel (**8**; **20**, **21**, **22**) in Wirkverbindung steht, die den Druck in der Ausgleichskammer (**7**) und das Volumen der Ausgleichskammer (**7**) vorgeben.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine zweite Druckkammer (**28**) im Übertragungsmodul (**2**) vorgesehen ist, die mindestens teilweise mit dem Übertragungsmedium gefüllt ist, daß die zweite Druckkammer (**28**) mit der ersten Druckkammer (**5**) in Verbindung steht, daß die zweite Druckkammer (**28**) durch ein zweites, mindestens teilweise, flexibles Element (**26**) begrenzt ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Fläche, mit der das erste flexible Element (**6**) die erste Druckkammer (**5**) begrenzt, unterschiedlich zu der Fläche ist, mit der das zweite flexible Element (**26**) die zweite Druckkammer (**28**) begrenzt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Mittel eine flexible Membran (**8**) vorgesehen ist, die die Ausgleichskammer (**7**) wenigstens teilweise begrenzt, und die den Druck in der Ausgleichskammer (**7**) und das Volumen der Ausgleichskammer (**7**) einstellt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Mittel eine wenigstens teilweise flexible Membran (**20**) vorgesehen ist, die die Ausgleichskammer (**7**) begrenzt, daß Federmittel (**22**) vorgesehen sind, die in Wirkverbindung mit der Membran (**20**) stehen, und die einer Auslenkung der Membran (**20**) entgegenwirken.

6. Einspritzventil mit einem Aktor (**1**) und einem Stellglied (**3**), die durch ein Übertragungsmodul (**2**) miteinander in Wirkverbindung stehen mit folgenden Merkmalen:

das Übertragungsmodul (**2**) weist eine Druckkammer (**5**) auf, die mit einem Übertragungsmedium gefüllt ist und von einer ersten flexiblen Membran (**6**) begrenzt ist;

das Übertragungsmodul (**2**) weist eine Ausgleichskammer (**7**) auf, die über eine Verbindung (**10**) mit der Druckkammer (**5**) verbunden ist;

die Verbindung (**10**) und das Übertragungsmedium sind derart ausgebildet, daß kurzzeitige Druckunterschiede zwischen dem Druck in der Druckkammer (**5**) und dem Druck in der Ausgleichskammer (**7**) kaum und zeitlich lang anhaltende Druckunterschiede nahezu vollständig ausgeglichen werden;

der Aktor (**1**) ist einer oberen Seite des Übertragungsmoduls (**2**) zugeordnet;

das Stellglied (**3**) ist dem ersten flexiblen Element (**6**) an der unteren Seite des Übertragungsmoduls (**2**) zugeordnet;

das Übertragungsmodul (**2**) ist im Gehäuse (**12**) des Einspritzventils beweglich angeordnet, so daß bei einer Bewegung des Aktors (**1**) in Richtung auf das Übertragungsmodul (**2**) das Übertragungsmodul (**2**) im Ge-

häuse (12) in Richtung auf das Stellglied (3) verschoben und die Bewegung des Aktors (1) mindestens teilweise über eine Bewegung des Übertragungsmoduls (2) auf das Stellglied (3) übertragen wird.

7. Einspritzventil mit einem Aktor (1) und einem Stellglied (3), die durch ein Übertragungsmodul (2) miteinander in Wirkverbindung stehen mit folgenden Merkmalen:

das Übertragungsmodul (2) weist eine Druckkammer (5) auf, die mit einem Übertragungsmedium gefüllt ist und von einer ersten flexiblen Membran (6) begrenzt ist;

das Übertragungsmodul (2) weist eine Ausgleichskammer (7) auf, die über eine Verbindung (10) mit der Druckkammer (5) verbunden ist;

die Verbindung (10) und das Übertragungsmedium sind derart ausgebildet, daß kurzzeitige Druckunterschiede zwischen dem Druck in der Druckkammer (5) und dem Druck in der Ausgleichskammer (7) kaum und zeitlich lang anhaltende Druckunterschiede nahezu vollständig ausgeglichen werden;

das Übertragungsmodul (2) weist eine zweite Druckkammer (28) auf, die von einem zweiten flexiblen Element (26) begrenzt ist;

die erste und die zweite Druckkammer (5, 28) sind über eine Leitung (25) miteinander verbunden;

der Aktor (1) ist dem zweiten flexiblen Element (26) zugeordnet;

das Stellglied (3) ist dem ersten flexiblen Element (6) zugeordnet;

das Übertragungsmodul (2) ist in der Bewegungsrichtung des Aktors (1) festgelegt, so daß bei einer Bewegung des Aktors (1) in Richtung auf das Übertragungsmodul (2) das Übertragungsmodul (2) im Gehäuse (12) feststeht und die Bewegung des Aktors (1) über das erste flexible Element (6), das Übertragungsmedium und das zweite flexible Element (26) auf das Stellglied (3) übertragen wird.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Übertragungsmodul (2) über Mittel mit Federwirkung (14) mit dem Gehäuse (12) verbunden ist.

9. Verfahren zur Justierung eines Aktors (1) und eines Stellgliedes (3) und eines Übertragungsmoduls (2) in einem Einspritzventil nach Anspruch 6 oder 7, bei dem das Stellglied (3) in Wirkverbindung mit einem Schließglied (4) eines Ventiles steht, dadurch gekennzeichnet,

- daß der Aktor (1) zeitlich intermittierend angesteuert wird,
- daß gleichzeitig über Einstellmittel (13, 40) die Position des Aktors (1) in Richtung auf das Übertragungsmodul (2) verändert wird,
- daß in Abhängigkeit von der Ansteuerung des Aktors (1) das Öffnungsverhalten des Ventiles überprüft wird, und
- daß die Justierung beendet ist, wenn das Ventil ein vorgegebenes Öffnungs- und Schließverhalten aufweist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG 1

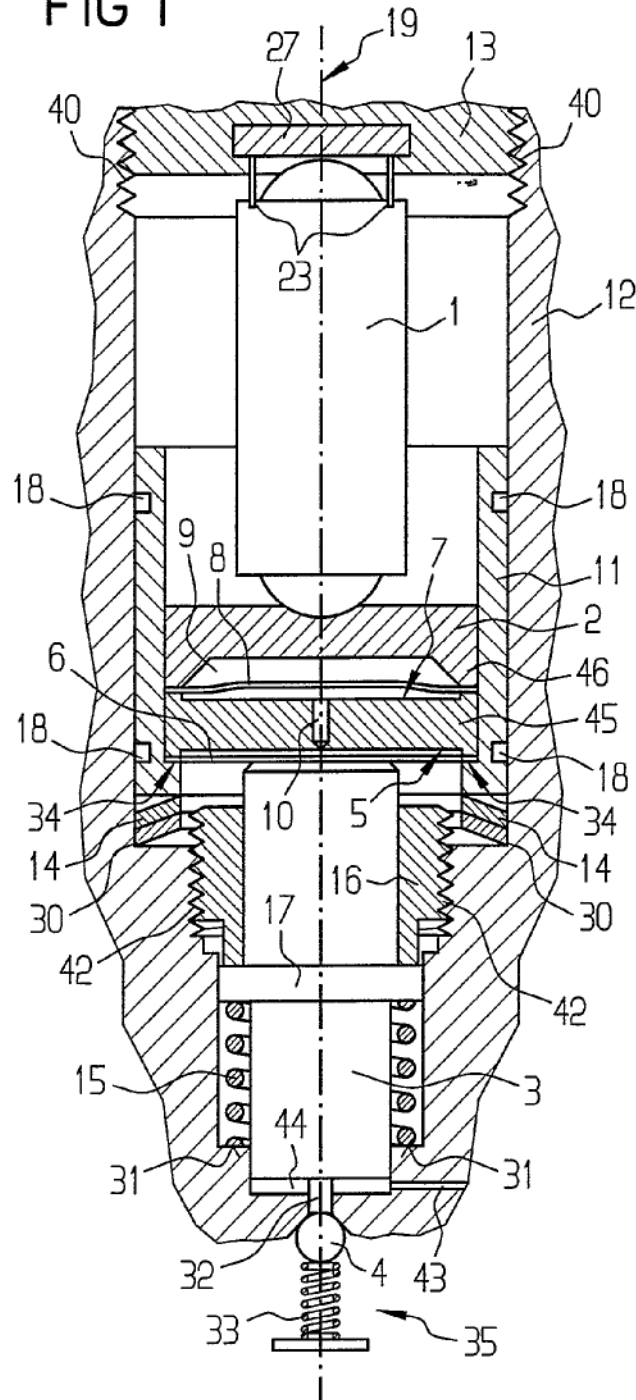


FIG 2

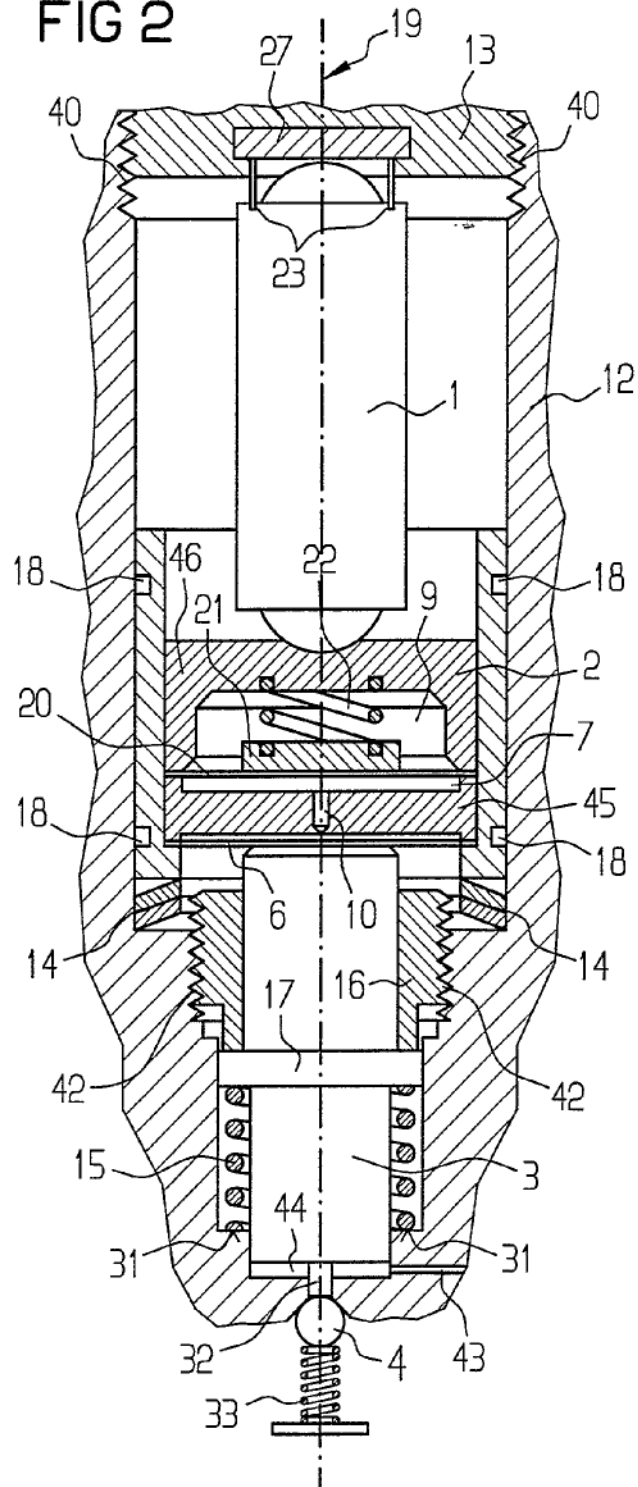


FIG 3

