



R. 17934  
19.4.1982 Ki/Le

- 1 -

0096312

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART 1

### Kraftstoff-Einspritzdüse für Brennkraftmaschinen

#### Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Kraftstoff-Einspritzdüse nach der Gattung des Hauptanspruchs. Die Dämpfungseinrichtung dient dazu, den Öffnungsquerschnitt der Einspritzdüse so zu steuern, daß die unterschiedlichen Forderungen der Brennkraftmaschine bei verschiedenen Drehzahlen und Belastungen erfüllt werden. Solche Dämpfungseinrichtungen sind sowohl für Einspritzdüsen mit in Strömungsrichtung des Kraftstoffs öffnender Ventalnadel (A-Düse) als auch für Einspritzdüsen mit nach innen öffnender Ventalnadel (I-Düse) bekannt. Bei den bekannten Einspritzdüsen ist die Dämpfung so abgestimmt, daß der Rücklauf der Dämpfungsmittel, z.B. eines massebehafteten Körpers, in jedem Drehzahl-/Lastpunkt der Brennkraftmaschine vollständig ist und die folgende Öffnungsbewegung der Ventalnadel von Anfang an oder von einem fest vorgegebenen geringen Vorhub ab gedämpft erfolgt. Das kann zur Folge haben, daß sich bei höheren Drehzahlen und Lasten eine zu lange Spritzdauer ergibt. Zur Behebung dieses Nachteils ist schon vorgeschlagen worden, die Dämpfung bereits vor dem Ende des Öffnungshubes der Ventalnadel unwirksam zu machen (DE-OS 32 02 364.2).

...

Dadurch kann bereits eine erhebliche Verkürzung der gesamten Dauer eines Einspritzvorgangs erzielt werden. Problematisch ist jedoch, daß der Zeitpunkt des Unwirksamwerdens der Dämpfung nadelhubabhängig festgelegt ist und daher gewisse Kompromisse zwischen Leerlauf- und Vollast der Brennkraftmaschine in Kauf genommen werden müssen.

#### Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Anordnung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß sich in jedem Betriebspunkt der Brennkraftmaschine eine den Anforderungen weitgehend entsprechende Dämpfung der Öffnungsbewegung der Ventilsnadel und der Spritzdauer selbsttätig einstellt.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen der im Hauptanspruch angegebenen Anordnung möglich.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Dämpfungswirkung veränderbar ist durch zeitliches Verschieben des Dämpfungsbegins gegenüber dem Einspritzbeginn. Dadurch ist erreicht, daß die gesamte Dauer eines Einspritzvorgangs bei hoher Drehzahl und großer Menge auch gegenüber einer Anordnung mit Anfangsdämpfung der Ventilsnadel noch weiter verkürzt werden kann, obwohl bei niedriger Drehzahl/Menge eine lange Spritzdauer erhalten bleibt. Selbst im Vollastbetrieb der Brennkraftmaschine kann die Dauer eines Einspritzvorgangs erfahrungsgemäß so kurz gemacht werden, daß bei der Anpassung der Einspritzanlage an die Betriebsverhältnisse die Spritzdauer in weiteren Grenzen als bisher verändert werden kann. Außerdem ergibt sich die Möglichkeit der unabhängigen Beeinflussung der Spritzdauer bei niedriger und hoher Drehzahl.

Die Hubzahl und/oder die Hublänge der Ventalnadel bzw. die pro Einspritzvorgang durchgesetzte Kraftstoffmenge kann gemäß Anspruch 3 auf einfache Weise durch ein mit der Ventalnadel gekoppeltes Zeit-Wegglied ermittelt und zur Steuerung der Dämpfungseinrichtung ausgenutzt werden, welches beim Schließhub der Ventalnadel aus einer ersten Endstellung in eine zweite Endstellung bewegt und danach von einer Rückholfeder mit verzögerter Geschwindigkeit gegen die erste Endstellung rückgeführt ist, und welches ferner beim nächsten Öffnungshub der Ventalnadel die Dämpfungseinrichtung erneut aktiviert, wenn es bei seiner verzögerten Rückführung die erste Endstellung wieder erreicht.

Dieser erfindungsgemäße Vorschlag geht von der Erkenntnis aus, daß mit steigender Drehzahl die Zeit zwischen zwei Einspritzvorgängen kürzer wird und daß sich bei größeren Einspritzmengen auch ein größerer Hub der Ventalnadel ergibt. Mit Rücksicht darauf, daß die Rückführung des Zeit-Wegglieds jeweils am Beginn des Schließhubs der Ventalnadel beginnt, wird der Zeitpunkt der Aktivierung der Dämpfungsmittel für den nächsten Öffnungshub der Ventalnadel um so weiter gegenüber dem Zeitpunkt des Beginns dieses Öffnungshubes hinaus verzögert, je größer der vorangegangene Ventalnadelhub war und je kürzer die Zeit zwischen den aufeinanderfolgenden Hübten, d.h. je größer die Drehzahl der Brennkraftmaschine ist. Die Ventalnadel kann daher zu Beginn eines Öffnungshubs einen ungedämpften Teilhub ausführen, dessen Länge selbsttätig auf die jeweiligen Betriebsparameter der Brennkraftmaschine abgestimmt ist.

...

Die Anordnung könnte auch so getroffen sein, daß im unteren Drehzahl- und Lastbereich oder allein im kritischen Punkt Leerlauf die Dämpfung über den gesamten Öffnungshub der Ventilmadel wirksam bleibt. Auch könnte es in manchen Fällen zweckmäßig sein, eine Mindestverzögerung der Dämpfungsmittel, d.h. einen Mindestfreihub der Ventilmadel vorzusehen, der in allen Betriebspunkten der Brennkraftmaschine vorhanden ist.

Die Dämpfungseinrichtung selbst kann gemäß Anspruch 5 mit an sich bekannten und bewährten Mitteln verwirklicht sein.

Eine einfache und platzsparende Ausführung ergibt sich, wenn gemäß Anspruch 6 der Zylinder und der Kolben der Dämpfungseinrichtung gleichzeitig das beim Schließhub der Ventilmadel aktivierte Zeit-Wegglied bilden. In diesem Fall haben der Zylinder und der Kolben beim gedämpften Teilhub der Ventilmadel die Funktion der Dämpfungsmittel, während sie bei den ungedämpften Bewegungen und in den Ruhezeiten der Ventilmadel die Funktion des Zeit-Weggliedes ausüben, welches den verzögerten Einsatz der Dämpfung in Relation zum Betriebspunkt der Brennkraftmaschine setzt.

Eine einfache und klemmfreie Ausführung ergibt sich, wenn gemäß Anspruch 7 der Kolben der Dämpfungseinrichtung durch den zulaufseitigen Endabschnitt der Ventilmadel 26 gebildet ist und als Zylinder eine auf diesen Endabschnitt aufgesteckte Kappe dient.

#### Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine Einspritzdüse für eine Dieselmotorenmaschine im Längsschnitt, und die Figuren 2 bis 4

Funktionsschaubilder der Dämpfungsmittel der Einspritzdüse nach Figur 1.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Die Einspritzdüse nach Figur 1 hat einen Düsenkörper 10, der durch eine Überwurfmutter 12 an einem Düsenhalter 14 festgespannt ist. Zwischen dem Düsenkörper 10 und dem Düsenhalter 14 ist eine Hülse 16 angeordnet, welche eine nach innen gerichtete Schulter 18 hat, die eine Kammer 20 von einer im Durchmesser größeren Kammer 22 im Inneren der Einspritzdüse abteilt. Im Düsenkörper 10 ist ein Ventilsitz 24 gebildet und eine Ventalnadel 26 verschiebbar gelagert, deren Dichtkegel 27 von einer Schließfeder 28 gegen den Ventilsitz 24 gedrückt ist. Die Schließfeder 28 stützt sich am Düsenkörper 10 ab und greift über ein Flanschteil 30 an einer Stützscheibe 32 an, die sich ihrerseits an einer Schulter 34 der Ventalnadel 26 abstützt.

Im Düsenhalter 14 ist eine Zulaufbohrung 36 gebildet, welche in die Kammer 20 einmündet, die über einen von der Schulter 18 umgebenen Durchbruch 38 mit der Kammer 22 verbunden ist. Aus dieser führt eine Bohrung 40 im Düsenkörper 10 in einen Ringraum 42, der zwischen der zentralen Bohrungswand des Düsenkörpers 10 und dem Mantelumfang eines im Durchmesser verkleinerten Abschnittes 44 der Ventalnadel 26 gebildet ist und bis vor den Ventilsitz 24 reicht. Zwischen dem Flanschteil 30 und dem Düsenkörper 10 ist in der dargestellten Schließlage ein Abstand  $h_g$  vorhanden, welcher dem Gesamthub der Ventalnadel 26 entspricht. Die Ventalnadel 26 wird vom Kraftstoffdruck entgegen der Schließfeder 28 nach außen in Öffnungsrichtung verschoben, bis der Flanschteil 30 am Düsenkörper 10 anschlägt. Beim Schließen des Ventils führt

...

die Schließfeder 28 die Ventilnadel 26 nach innen in die dargestellte Schließlage zurück.

An die Schulter 34 der Ventilnadel 26 schließt sich ein kolbenförmiger Ansatz 46 an, welcher durch den Durchbruch 38 hindurchtritt und in die Kammer 20 ragt. Der Durchmesser des kolbenförmigen Ansatzes 46 entspricht dem Führungsdurchmesser der Ventilnadel 26. Auf den Ansatz 46 ist eine Kappe 48 aufgesetzt, welche einen Boden 50, einen Mantelteil 52 und einen Flanschrand 54 hat. An der Kappe 48 greift eine Rückholfeder 56 an, welche den Mantelteil 52 umgibt und den Flanschrand 54 gegen den Kragen 18 der Hülse 16 drückt.

Im Flanschrand 54 und einem daran anschließenden Bereich des Mantelteils 52 der Kappe 48 sind Querslitze 58 vorgesehen, durch welche der Kraftstoff immer, auch bei geschlossener Ventilnadel, aus der Kammer 20 in die Kammer 22 übertreten kann. Zwischen der Stirnseite des Ansatzes 46 und dem Boden 50 ist in der Kappe 48 eine Dämpfungskammer 60 gebildet, welche über eine Drosselbohrung 62 im Boden 50 gedrosselt mit dem Strömungsweg des Kraftstoffs verbunden ist. In der dargestellten Schließlage überdeckt der Ansatz 46 die Querslitze 58 in axialer Richtung um den Weg  $h_1$ , welcher größer als der Gesamthub  $h_g$  der Ventilnadel 26 ist. Der Weg  $h_1$  könnte aber auch um einen minimalen Betrag kleiner als der Gesamthub  $h_g$  sein, so daß sich am Ende eines Öffnungshubes der Ventilnadel 26 noch ein geringer ungedämpfter Teilhub ergibt.

Die Drosselbohrung 62 könnte auch teilweise oder ganz durch ein entsprechendes Radialspiel zwischen Kappe 48 und Ansatz 46 ersetzt werden. Der kolbenförmige Ansatz 46 der Ventilnadel 26 und die Kappe 48 bilden gleichzeitig die Mittel zum Dämpfen der Ventilnadelbewegung und ein Zeit-Wegglied,

welches den Beginn der Dämpfung abhängig von der Drehzahl und der Größe des Ventilmadelhubes macht. Die Dämpfungswirkung und die Zeit-Wegfunktion werden durch entsprechende Abstimmung der Rückholfeder 56 mit der Drosselbohrung 62 und anderer, das Ein- und Ausströmen des Kraftstoffs in die Dämpfungskammer 60 und aus dieser heraus bestimmender Parameter festgelegt.

Die dargestellte Einspritzdüse arbeitet wie folgt:

Durch den ansteigenden Kraftstoffdruck am Beginn eines ersten Einspritzvorganges entsteht sofort eine Druckdifferenz zwischen der Dämpfungskammer 60 und der Kammer 20, weil die Kappe 48 der Bewegung der Ventilmadel 26 nicht folgen kann. Der Druckanstieg in der Dämpfungskammer 60 erfolgt dabei langsamer als in der Kammer 20, so daß die Bewegung der Ventilmadel 26 bei diesem ersten Hub von Anfang an verzögert bzw. gedämpft wird, bis gegebenenfalls die Ventilmadel 26 den Weg  $h_1$  zurückgelegt hat und die Stirnseite des Ansatzes 46 in den Bereich der Querschlitz 58 gelangt. Von dort ab erfolgt ein minimaler Resthub der Ventilmadel ungedämpft, bis das Flanschteil 30 am Düsenkörper 10 anschlägt. Die gezeigte Stellung der Kappe 48 ist im folgenden als deren erste Endstellung bezeichnet.

Beim beschriebenen Öffnungshub der Ventilmadel 26 wird Kraftstoff durch die Drosselbohrung 62 in die Dämpfungskammer 60 eingesaugt bzw. - gedrückt. Beim folgenden Schließhub wird die Kappe 48 über das Kraftstoffpolster in der Dämpfungskammer 60 mit nach oben in eine im folgenden als zweite Endstellung bezeichnete Stellung verschoben. Dabei setzt die Rückholfeder 56 der wesentlich stärkeren Schließfeder 28 nur einen verhältnismäßig geringen Widerstand entgegen, so daß

der Schließhub weitgehend ungedämpft erfolgt. Vom Beginn des Schließhubes ab drückt die Rückholfeder 56 die Kappe 48 gegen das Stirnende des Ansatzes 46 zurück, wobei die in die Dämpfungskammer 60 vorher eingeströmte Kraftstoffmenge aus der Dämpfungskammer 60 wieder verdrängt wird. Das kann wegen der engen Drosselbohrung 62 wiederum nur mit einer gewissen Verzögerung erfolgen. Der Abstand zwischen der ersten und der zweiten Endstellung der Kappe 48 entspricht etwa dem Ventilnadelhub, verringert um einen geringen Rückhub, welchen die Kappe 48 schon während der Schließzeit der Ventilnadel 26 unter dem ständigen Einfluß der Rückholfeder 56 ausführt.

Die Funktion des aus Kappe 48 samt Dämpfungskammer 60 und Rückholfeder 56 gebildeten Zeit-Weggliedes ist im folgenden anhand der Schaubilder in den Figur 2 bis 4 beschrieben. In diesen Schaubildern sind jeweils der Verlauf des Ventilnadelhubes mit voll ausgezogenen Linien  $h$  und der Verlauf der Auslenkung der Kappe 48 mit gestrichelten Linien  $a$  über der Zeit  $t$  dargestellt. In allen drei Schaubildern liegt die in Figur 1 dargestellte Schließlage der Ventilnadel 26 und die erste Endstellung der Kappe 48 in der Zeitachse  $t$ .

Zum Zeitpunkt  $t_1$  (Figur 2) soll der Schließhub der Ventilnadel 26 beginnen, bei welchem die Kappe 48 aus der ersten Endstellung  $E_1$  in die zweite Endstellung  $E_2$  geschoben wird. Die Kappe 48 legt dabei einen Weg  $a_g$  zurück, der, wie bereits erwähnt, etwas kleiner als der Gesamthub  $h_g$  der Ventilnadel 26 ist. Der Schließhub ist zum Zeitpunkt  $t_2$  beendet. Von da ab beginnt sich die Kappe 48 unter dem Einfluß der Rückholfeder 56 mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit zurückzubewegen, welche im Schaubild sich als Winkel  $\alpha$  darstellt.

Zum Zeitpunkt  $t_3$  beginnt ein neuer Öffnungshub der Ventilsnadel 26. Wenn, wie in Figur 2 dargestellt, zum Zeitpunkt  $t_3$  die Kappe 48 ihre erste Endstellung noch nicht wieder erreicht hat, wird sie mit annähernd der gleichen Geschwindigkeit wie die Ventilsnadel 26 in diese Endstellung zurückgeführt. Sie erreicht dann die erste Endstellung zum Zeitpunkt  $t_4$ . Von da ab wird die Kappe 48 durch die Schulter 18 an einer weiteren Bewegung in Öffnungsrichtung der Ventilsnadel 26 festgehalten, wodurch die beschriebenen Dämpfungsmittel wieder wirksam werden. Im Schaubild ist dies dadurch erkennbar, daß der Hubverlauf zum Zeitpunkt  $t_4$  ein Knickpunkt K hat. Vom Zeitpunkt  $t_4$  wird die Ventilsnadel 26 mit gedämpfter, d.h. mit verringerter Geschwindigkeit, in die Hubendstellung überführt, worauf sich das beschriebene Spiel wiederholt.

In den Figuren 3 und 4 ist veranschaulicht, daß sich die erfindungsgemäße Dämpfungseinrichtung den verschiedenen Betriebszuständen der Brennkraftmaschine selbsttätig anpaßt. In Figur 3 läuft die Brennkraftmaschine mit geringer Drehzahl und geringer Belastung, so daß die Kappe 48 ihre erste Endstellung bereits vor Beginn des nächsten Öffnungshubes erreicht. In diesem Fall ist die Dämpfung über dem gesamten Öffnungshub der Ventilsnadel 26 wirksam. In Figur 4 ist ein Betriebszustand dargestellt, bei welchem die Brennkraftmaschine mit hoher Drehzahl unter großer Belastung läuft, bei welcher sich auch ein großer Ventilsnadelhub einstellt. In diesem Fall beginnt der nächste Öffnungshub, bevor die Kappe 48 in ihre erste Endstellung zurückgelaufen ist. Der Knickpunkt K des Hubverlaufes h der Ventilsnadel 26 ist noch weiter gegen das Hubende hin gerückt, als beim Betriebszustand nach Figur 2,

...

so daß auch ein geringerer Teil der Öffnungsbewegung der Ventilnadel 26 gedämpft wird. Die Figur 4 macht auch deutlich, daß der Knickpunkt K um so weiter gegen das Öffnungshubende der Ventilnadel rückt, je schneller die Einspritzvorgänge auf einander folgen und je größer der Ventilnadelhub ist.

Die Kappe 48 zentriert sich auf der Ventilnadel 26 und hat ein ausreichend großes radiales Spiel gegenüber dem Düsenhalter 14, so daß die Ventilnadel 26 klemmfrei arbeiten kann. Die Rückholfeder 56 erstreckt sich zum Teil über die Kappe 48 hinweg, so daß bei dieser Ausführung die Mittel zum partiellen Dämpfen des Öffnungshubes der Ventilnadel 26 nur wenig Platz in Achsrichtung der Einspritzdüse benötigen.

R. 1/334  
19.4.1982 Ki/Le

-1-

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART ;

### Ansprüche

1. Kraftstoff-Einspritzdüse für Brennkraftmaschinen, mit einer Ventilnadel, die von einer Schließfeder belastet, vom Kraftstoffdruck im Öffnungssinn beaufschlagt und mit einer Dämpfungseinrichtung gekoppelt ist, welche die Bewegung der Ventilnadel beim Öffnungshub nach Maßgabe mindestens eines Betriebsparameters der Brennkraftmaschine dämpft, beim Schließhub dagegen weitgehend unwirksam ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Dämpfungseinrichtung (46, 48, 56) die Bewegung der Ventilnadel (26) in Abhängigkeit von deren Hubzahl und/oder Hublänge bzw. der pro Einspritzvorgang durchgesetzten Kraftstoffmenge dämpft.

2. Einspritzdüse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dämpfungswirkung veränderbar ist durch zeitliches Verschieben des Dämpfungsbeginns gegenüber dem Einspritzbeginn.

3. Einspritzdüse nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß mit der Ventilnadel (26) ein Zeit-Wegglied (46, 48, 56) gekoppelt ist, welches beim Schließhub der Ventilnadel (26) aus einer ersten Endstellung in eine zweite Endstellung be-

...

wegt und danach von einer Rückholfeder (56) mit verzögerter Geschwindigkeit gegen die erste Endstellung zurückgeführt ist, und welches ferner beim nächsten Öffnungshub der Ventilsnadel (26) die Dämpfungseinrichtung (46, 48, 56) erneut aktiviert, wenn es bei seiner verzögerten Rückführung die erste Endstellung wieder erreicht.

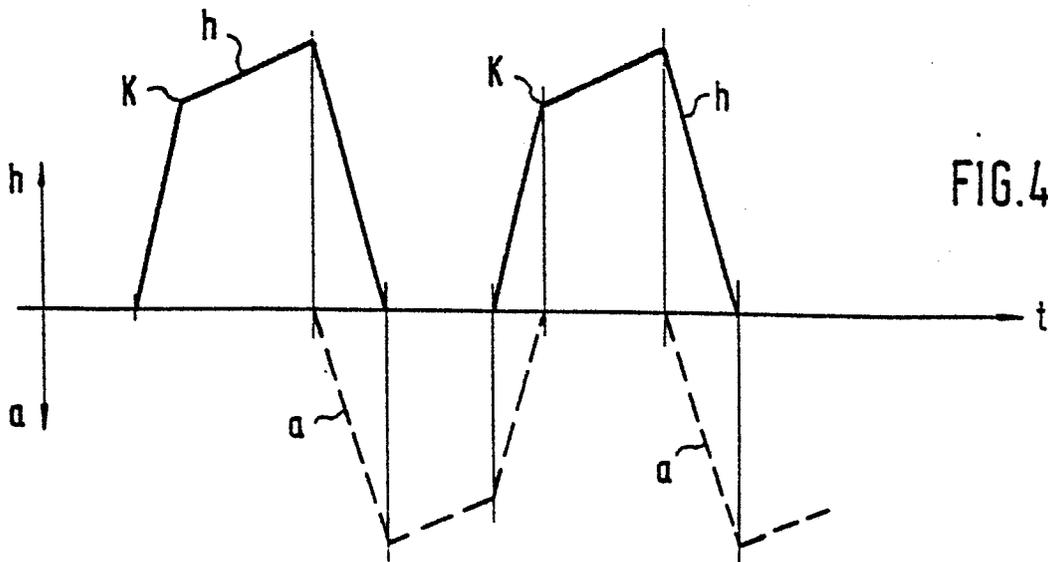
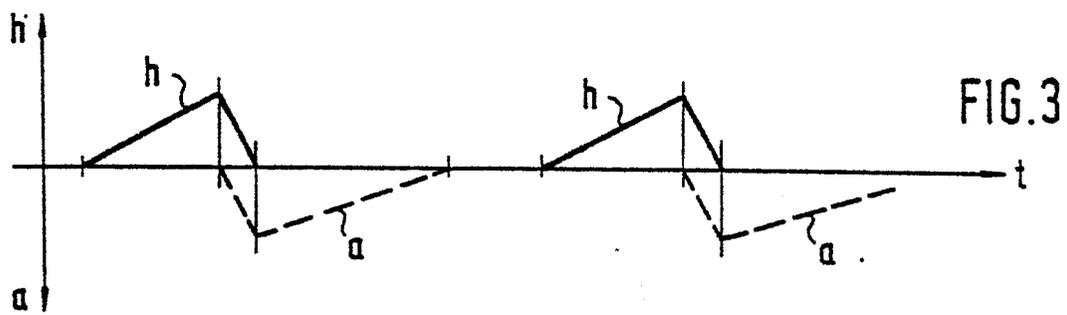
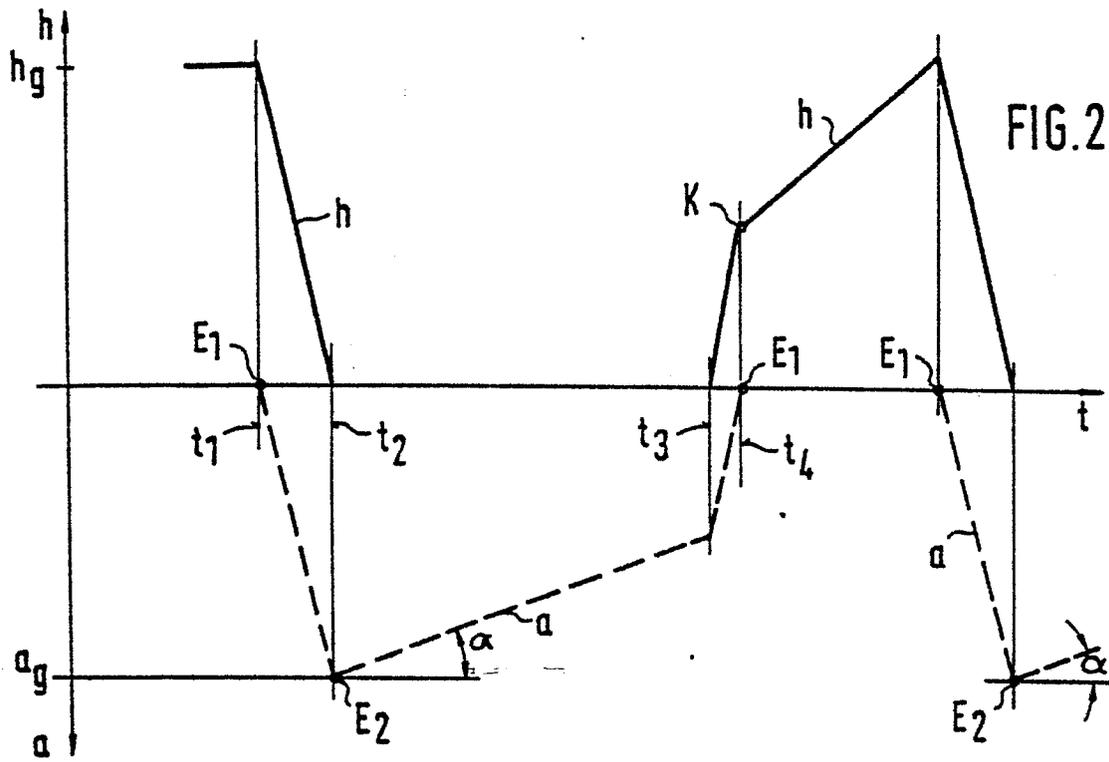
4. Einspritzdüse nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückführbewegung des Zeit-Wegglieds (46, 48, 56) durch hydraulische Mittel hervorgerufen ist.

5. Einspritzdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dämpfungseinrichtung eine kraftstoffgefüllte Dämpfungskammer (60) in einem Zylinder (48) hat, die über eine Drosselöffnung (62) an den Strömungsweg des Kraftstoffs angeschlossen und von einem Kolben (46) begrenzt ist, der während des gedämpften Teil des Öffnungshubes der Ventilsnadel (26) eine das Volumen der Dämpfungskammer (60) verändernde Relativbewegung gegenüber dem Zylinder (48) ausführt.

6. Einspritzdüse nach den Ansprüchen 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Zylinder (48) und der Kolben (46) der Dämpfungseinrichtung gleichzeitig das beim Schließhub der Ventilsnadel (26) aktivierte Zeit-Wegglied bilden.

7. Einspritzdüse nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (46) der Dämpfungseinrichtung durch den zulaufseitigen Endabschnitt der Ventilsnadel (26) selbst gebildet ist und als Zylinder eine auf diesen Endabschnitt (46) aufgesteckte Kappe (48) dient.







EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. <sup>3</sup> )
E	EP-A-0 084 662 (BOSCH)  * Seite 5, Absatz 3 - Seite 12, Absatz 2; Figuren 1-7 *	1,3,5,7	F 02 M 61/16 F 02 M 61/08
A	--- GB-A- 736 794 (KYLE) * Seite 2, Zeile 51 - Seite 3, Zeile 80; Figuren 1,2 *	1	
A	--- GB-A-1 110 102 (RUSTON & HORNSBY) * Seite 1, Zeile 63 - Seite 3, Zeile 38; Figuren 1-3 *	1	
A	--- FR-A-2 365 032 (LUCAS) * Seite 2, Zeile 34 - Seite 3, Zeile 37; Figuren 1,2 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. <sup>3</sup> )
			F 02 M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 09-09-1983	Prüfer HAKHVERDI M.
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</p> <p>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</p> <p>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</p> <p>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			