



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.06.2012 Patentblatt 2012/25

(51) Int Cl.:
F02M 61/16 (2006.01) F02M 55/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11009813.4**

(22) Anmeldetag: **14.12.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **15.12.2010 DE 102010054675**
15.12.2010 DE 102010054674
19.10.2011 DE 102011116274

(71) Anmelder: **KW Technologie GmbH & Co. KG**
88400 Biberach/Riss (DE)

(72) Erfinder:
• **Wanner, Stephan**
88400 Biberach/Riss (DE)

- **Handtmann, Arthur**
88400 Biberach/Riss (DE)
- **Franz, Sebastian**
89584 Ehingen/Donau (DE)
- **Schneider, Stefan**
88284 Mochenwangen (DE)
- **Durst, Franz, Prof. Dr. Dr. h.c.**
91094 Langensendelbach (DE)

(74) Vertreter: **Roth, Klaus**
Otten, Roth, Dobler & Partner Patentanwälte
Grosstobeler Strasse 39
88276 Ravensburg / Berg (DE)

(54) **Pulsationsdämpfer**

(57) Es wird eine Vorrichtung zum Einspritzen eines unter Druck stehenden Brennstofffluids in einen Brennraum mit einem Druckerzeuger, wenigstens einem Injektor mit Einspritzöffnung und einer Brennstoffleitung zwischen dem Druckerzeuger und dem Injektor, wobei in Strömungsrichtung des Brennstofffluids wenigstens ein erstes (23) und ein zweites (24) Dämpfungselement zur Reduktion von Brennstofffluid-Druckwellen zwischen dem Druckerzeuger und der Einspritzöffnung des Injektors hintereinander angeordnet sind, wobei jedes der Dämpfungselemente (23,24) mehrere Strömungswege mit frei durchströmbarer, einen Querschnittsdurchmesser aufweisende, durchschnittliche Querschnittsfläche und/oder mit frei durchströmbarer, einen Porendurchmesser aufweisende Poren umfasst, vorgeschlagen, die dadurch gekennzeichnet ist, dass wenigstens zwei unterschiedliche Dämpfungselemente (23,24) vorgesehen sind, wobei das erste Dämpfungselement wenigstens ein erstes Material und/oder eine erste Struktur aufweist und wobei das zweite Dämpfungselement wenigstens ein zweites, zum ersten verschiedenes Material und/oder eine zweite, zur ersten verschiedene Struktur aufweist.

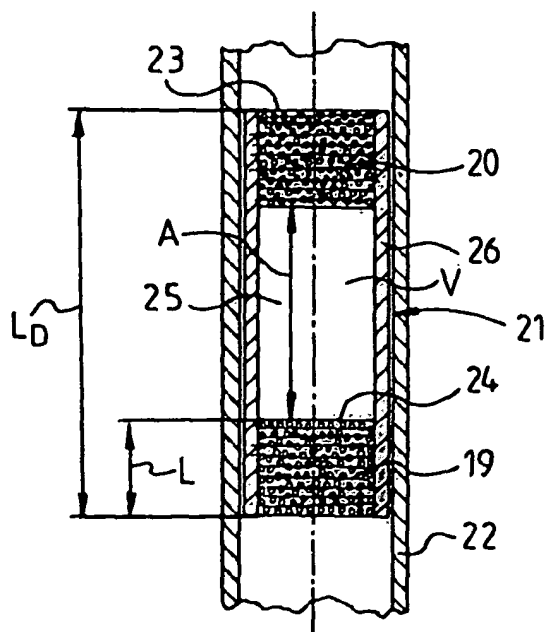


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Einspritzen eines unter Druck stehenden Brennstofffluids in einen Brennraum mit einem Druckerzeuger, wenigstens einem Injektor mit Einspritzöffnung und einer Brennstoffleitung zwischen dem Druckerzeuger und dem Injektor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Derartige Vorrichtungen werden beispielsweise bei Verbrennungsmotoren verwendet, in denen unter hohem Druck stehender Brennstoff getaktet und dosiert in den Brennraum einzelner Zylinder eingespritzt wird. Insbesondere bei dieser Anwendung sind sehr kurze Schaltzeiten der Injektoren und eine genaue Volumendosierung des Brennstoffs von Vorteil.

[0003] Durch das Schalten der Injektoren werden Druckpulse erzeugt, die zu unerwünschten Schwingungen im Brennstoff in der Brennstoffleitung führen und die die Dosierung des Brennstoffs sowohl im Zeitablauf als auch im Hinblick auf die zu dosierenden Mengen stören können.

[0004] Zu diesem Zweck sind bereits Pulsationsdämpfer für Kraftstoff in Kraftstoffversorgungssystemen einer Brennkraftmaschine bekannt geworden, wie sie beispielsweise in der DE 195 16 358 C1 beschrieben sind.

[0005] Zudem sind z.B. aus der DE 102 47 775 B4 oder US 4,356,091 Dämpfungselemente bzw. Filter bekannt, die u.a. als Sintermaterial, Blechstreifen, Fasern, Rohrbündel oder Gewebe ausgebildet sind.

[0006] Es hat sich jedoch gezeigt, dass hiermit die Dämpfung einerseits nur in einem bestimmten, engen Frequenzbereich gedämpft werden kann. Andererseits können die auftretenden Druckpulsationen bzw. Druckwellen im Allgemeinen nur unbefriedigend gedämpft werden. So ist eine sehr exakte Dosierung der Einspritzung, insbesondere bei mehreren, kurzzeitigen und kurz hintereinander stattfindenden Einspritzphasen mit sehr kleinen Mengen nur bedingt möglich. Dies führt zu einer nicht optimalen Verbrennung mit entsprechend erhöhtem Brennstoffverbrauch und nachteiligen Schadstoffemissionen.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 mit einer verbesserten Dämpfung zu schaffen.

[0008] Dieser Aufgabe wird jeweils durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Durch die in den abhängigen Unteransprüchen genannten Merkmale sind vorteilhafte Ausführungen und Weiterbildungen der Erfindung möglich.

[0009] Dementsprechend zeichnet sich eine erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch aus, dass wenigstens zwei unterschiedliche Dämpfungselemente vorgesehen sind, wobei das erste Dämpfungselement wenigstens ein erstes Material und/oder eine erste Struktur aufweist und wobei das zweite Dämpfungselement wenigstens ein zweites, zum ersten verschiedenes Material und/oder eine zweite, zur ersten verschiedene Struktur aufweist.

[0010] Mit Hilfe der Erfindung können in vorteilhafter Weise unterschiedliche Dämpfungsprinzipien bzw. -mechanismen gemeinsam eingesetzt werden. So können zwei oder mehr verschiedene Dämpfungselemente sich in besonderer Weise ergänzen bzw. es können Synergieeffekte verwirklicht werden, um die Dämpfungswirkung und/oder die Vermeidung von Druckverlusten in Strömungsrichtung hinter dem/den Dämpfungselementen bzw. der Dämpfungseinheit zu optimieren. So kann mindestens eine zweistufige oder dreistufige Dämpfung verwirklicht werden.

[0011] Vorzugsweise ist wenigstens ein Abstandselement zum Festlegen des Abstands und/oder des Volumens des Zwischenraums zwischen den beiden Dämpfungselementen vorgesehen. Hiermit kann die Größe des Zwischenraums bzw. des Abstandes exakt, insbesondere kraftschlüssig eingestellt bzw. festgelegt werden. Dies ist von Vorteil, um z.B. die Bildung von stehenden Wellen und/oder Reflexionen im Zwischenraum zu begünstigen bzw. zu generieren. So kann auch eine Baueinheit bzw. Dämpfungseinheit mit mindestens zwei Dämpfungselementen vorgesehen werden, wobei zwischen den Dämpfungselementen das Abstandselement angeordnet ist und/oder wobei eine gemeinsame Hülse oder dergleichen den Abstand zwischen den Dämpfungselementen festlegt bzw. definiert.

[0012] Grundsätzlich können gemäß der Erfindung zum Beispiel Überlagerungseffekte bzw. Interferenzen in vorteilhafter Weise mit Reibungseffekten, Turbulenzen bzw. mit Dissipation oder dergleichen kombiniert bzw. sich ergänzend oder gar gegenseitig verstärkend eingesetzt werden.

[0013] Diese vorteilhafte Wirkung bzw. Effekte werden dadurch verstärkt bzw. optimiert, dass gemäß der Erfindung zwischen den zwei Dämpfungselementen in vorteilhafter Weise eine Grenzzone bzw. ein Übergangsbereich, insbesondere mit einer wirksamen bzw. effektiven Grenzfläche und/oder Reflexionsfläche, generiert wird, die/der eine zu den Dämpfungswirkungen der beiden Dämpfungselemente, weitere bzw. dritte Dämpfungswirkung generiert. Dies kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass zwei benachbarte Dämpfungselementen jeweils eine Berührungs- bzw. Kontaktfläche aufweisen. Das bedeutet, dass bei dieser Variante der Erfindung diese beiden Dämpfungselemente unmittelbar aneinanderstoßend bzw. sich berühren bzw. in Kontakt miteinander stehend ausgebildet sind.

[0014] Durch die Ausbildung dieser wirksamen Grenzzone bzw. des Übergangsbereichs zwischen zwei benachbarten Dämpfungselementen wird bereits eine dreistufige Dämpfung verwirklicht werden.

[0015] Alternativ oder auch in Kombination zur vorgenannten Variante mit direktem Kontakt der Dämpfungselemente können in einer weiteren Ausführung der Erfindung wenigstens zwei voneinander beabstandete Dämpfungselemente vorgesehen werden, zwischen denen ein Zwischenraum angeordnet ist. In diesem Zwischenraum können sich unter Umständen in vorteilhafter

Weise stehende Wellen und/oder Reflexionen und/oder sich beruhigtere Strömungsverhältnisse ausbilden. Die Kombination der zuvor genannten Varianten wird z.B. durch gebogene Lochbleche, Metallgewebe oder dergleichen realisierbar, die sich beispielsweise am Umfang oder mittig berühren, jedoch an jeweils anderen Oberflächen (etwas) beabstandet sind und hierin einen Zwischenraum bzw. Hohlraum einschließen.

[0016] Vorzugsweise ist wenigstens ein Abstandselement zum Festlegen des Abstands und/oder des Volumens des Zwischenraums zwischen den beiden Dämpfungselementen vorgesehen. Hiermit kann die Größe des Zwischenraums bzw. des Abstandes exakt, insbesondere kraftschlüssig eingestellt bzw. festgelegt werden. Dies ist von Vorteil, um z.B. die Bildung von stehenden Wellen und/oder Reflexionen im Zwischenraum zu begünstigen bzw. zu generieren. So kann auch eine Baueinheit bzw. Dämpfungseinheit mit mindestens zwei Dämpfungselementen vorgesehen werden, wobei zwischen den Dämpfungselementen das Abstandelement angeordnet ist und/oder wobei eine gemeinsame Hülse oder dergleichen den Abstand zwischen den Dämpfungselementen festlegt bzw. definiert.

[0017] In aufwendigen Versuchen hat es sich gezeigt, dass vor allem die Größe des Volumens des Zwischenraums bzgl. der Dämpfungswirkung von Vorteil ist. Vorzugsweise ist das Zwischenvolumen im Wesentlichen zwischen 1 und 10 Kubikzentimeter groß ist. Um den beengten Platzverhältnissen z.B. bei Fahrzeug-, insbesondere Automobil-Anwendungen genüge zu tun, ist das Volumen des Zwischenraums möglichst klein bzw. im Wesentlichen 1 Kubikzentimeter groß. Hiermit können vergleichsweise kleine Dämpfer mit recht guten Dämpfungswirkungen erreicht werden. So werden besonders auch Injektoren bzw. Dämpfungseinheiten realisierbar, die relativ klein sind und gut auch in moderne Fahrzeuge mit wenig Platzangebot untergebracht werden können.

[0018] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung umfasst wenigstens eines der Dämpfungselemente ein Bündel langgestreckter Elemente, die als Hohlkörper und/oder durch Räume zwischen Hohl- und/oder Vollkörpern vorteilhafte Strömungskanäle für Teilströme des Brennstofffluids umfassen.

[0019] Vorteilhafterweise umfasst wenigstens eines der Dämpfungselemente ein porenbildendes Material, insbesondere ein Sintermaterial, Schaummaterial, Fasermaterial wie Flies oder Gewebe, eine Schüttung aus losen und/oder wenigstens teilweise miteinander fixierten bzw. geklebten, verschweißten Einzelkörpern, oder dergleichen.

[0020] Durch die Verwendung eines porenbildenden Materials ergibt sich in der Strömung des Brennstofffluids eine Energiedissipation, die auf unterschiedlichen Effekten, z.B. auf Reibung, Drosselung usw. basiert. Porenbildendes Material vergrößert beispielsweise die Kontaktfläche des Brennstofffluids mit dem umgebenden Material, sodass eine deutlich vergrößerte Reibung erzeugt wird. Darüber hinaus wird durch eine Querschnitts-

verminderung auch ein Drossелеffekt und Verwirbelungen erzielt. Diese und andere Vorgänge sorgen z.B. für die gewünschte Energiedissipation, die in einem schwingenden System dämpfend wirkt.

[0021] Ein derartiges erfindungsgemäßes Dämpfungselement kann auf unterschiedliche Weise realisiert werden. So kann beispielsweise eine Kammer vorgesehen werden, die mit porenbildenden Material gefüllt ist, das durch geeignete Rückhalteelemente, beispielsweise durch Siebe oder dergleichen in der Kammer zusammengehalten wird.

[0022] Eine andere Möglichkeit besteht darin, aus dem porenbildenden Material einen Körper herzustellen, indem das Material gebunden ist, sodass keine äußere Wandung erforderlich ist, um das porenbildende Material in Form zu halten.

[0023] In einer Variante eines Dämpfungselementes kann beispielsweise eine Kammer mit Schüttmaterial gefüllt werden, wodurch ein Dämpfungselement auf einfache Weise verwirklicht werden kann. Als Schüttmaterial kommt beispielsweise ein Fasermaterial oder dergleichen in Frage. Dabei kann eine einzige Materialsorte oder auch ein Gemisch unterschiedlicher Materialien verwendet werden. Auch unterschiedliche Korngrößen können je nach Anwendungsfall in einem Gemisch von Schüttmaterial zum Einsatz kommen.

[0024] Als Fasermaterial zum Füllen einer Kammer sind beispielsweise auch Gebilde aus Metallfasern, wie Stahlwolle oder der gleichen denkbar, die die gewünschte Energiedissipation bewirken können und darüber hinaus auch in einer Umgebung mit sehr rauen Einsatzbedingungen im Hinblick auf die Temperatur, Druck oder der gleichen verwendbar sind.

[0025] In einer weiteren Ausführungsform mit gebundenem porösem Material sind ebenfalls unterschiedliche Körper verwendbar. So kann beispielsweise ein poröser Sinterkörper eingesetzt werden, bei dem ein körniges Material oder Granulat unter hohem Druck und unter hoher Temperatur zu einem Körper gebunden wird. Eine andere Variante besteht darin, entsprechende Partikel oder Körner miteinander zu verkleben, indem ein entsprechender Klebstoff als Bindemittel bei der Formung des Körpers eingebracht wird. Es lässt sich auch mit Fasermaterial ein Filzkörper herstellen, der ebenfalls für die erfindungsgemäße Dissipation sorgen kann. Auch ein offenporiger Schaum kann beispielsweise als erfindungsgemäßer Dämpfungskörper zum Einsatz kommen. Insbesondere kommen hierbei auch Metallschäume in Frage, die ähnliche Eigenschaften wie Sinterkörper aufweisen.

[0026] Vorzugsweise umfasst wenigstens eines der Dämpfungselemente wenigstens ein Lochblech und/oder wenigstens ein Geflecht und/oder eine mehrere, aneinanderliegende oder ineinandergeschlungene Stränge aufweisende Einheit wie ein Gewebe, Geflecht, Netz, Gitter, Sieb oder dergleichen.

[0027] Die Einzelelemente eines Dämpfungselementes wie Rohre, Stäbe, Drähte, Geflechte, Bleche bzw.

Lagen können lose und/oder wenigstens teilweise gebunden angeordnet bzw. fixiert werden, z.B. Punkt geschweißt, geklebt, gelötet etc., sodass keine äußere Wandung erforderlich ist, um das Dämpfungselement bzw. einen Stapel dieser Einzelelemente bzw. Dämpfungsschichten in Form und/oder am Einbauort zu halten.

[0028] Vorzugsweise umfasst wenigstens eines der Dämpfungselemente wenigstens einen Stapel mit mehreren als Dämpfungsschichten ausgebildeten Lochblechen und/oder mehreren Geflechten und/oder mehreren, die Stränge aufweisenden Einheiten.

[0029] Generell kann eine einzige Materialsorte oder auch ein Gemisch unterschiedlicher Materialien für ein Dämpfungselement gemäß der Erfindung verwendet werden. Auch unterschiedliche Strukturen bzw. Einzelelemente wie Sintermaterial, Rohrbündel, Gewebe- und/oder Faser-/Drahtgrößen können je nach Anwendungsfall in einem Konglomerat, Gemisch bzw. einem einzigen Dämpfungselement gemäß der Erfindung zum Einsatz kommen.

[0030] Als Fasermaterial für die Metallseile bzw. Lizen sind beispielsweise Metallfasern wie (Edel-) Stahl-, Messing-, Kupferdraht bzw. entsprechende Drahtseile oder der gleichen denkbar. Entsprechende Materialien können auch für die Drähte bzw. Lochbleche verwendet bzw. kombiniert werden. Zum einen kann hiermit die gewünschte Energiedissipation bewirkt werden bzw. zum andern auch in einer Umgebung mit sehr rauen Einsatzbedingungen im Hinblick auf die Temperatur, Druck oder der gleichen sind diese Materialien bzw. Ausführungen in vorteilhafter Weise verwendbar.

[0031] In einer weiteren Ausführungsform mit wenigstens einem Lochblech und/oder wenigstens einem Geflecht sowie zusätzlich mit einem gebundenen porösen Material sind zudem unterschiedliche Körper verwendbar, so dass in vorteilhafter Weise verschiedene Strukturen entstehen. So kann beispielsweise ein poröser Sinterkörper eingesetzt werden, bei dem ein körniges Material oder Granulat unter hohem Druck und unter hoher Temperatur zu einem Körper gebunden wird. Eine andere Variante besteht darin, entsprechende Partikel oder Körner miteinander zu verkleben, indem ein entsprechender Klebstoff als Bindemittel bei der Formung des Körpers eingebracht wird. Es lässt sich auch mit Fasermaterial ein Filzkörper herstellen, der ebenfalls für die erfindungsgemäße Dämpfung bzw. Dissipation sorgen kann. Auch ein offenporiger Schaum kann beispielsweise als erfindungsgemäßer Dämpfungskörper zum Einsatz kommen. Insbesondere kommen hierbei auch Metallschäume in Frage, die ähnliche Eigenschaften wie Sinterkörper aufweisen.

[0032] In einer besonderen Weiterbildung der Erfindung ist ein Querschnittsdurchmesser der Querschnittsfläche und/oder ein Porendurchmesser der Poren im Wesentlichen zwischen 10 und 100 Mikrometern, vorzugsweise zwischen 10 und 50 Mikrometern groß. In zahlreichen Versuchen und umfangreichen Simulationen hat es sich überraschender Weise gezeigt, dass eine derartige

Länge des Dämpfungselementes ein Optimum in Bezug auf die gegensätzlichen Anforderungen wie (möglichst große) Dämpfungswirkung, (möglichst geringe) Druckminderung und (möglichst wenig) Platzbedarf darstellt. Die beiden erstgenannten Anforderungen sind vor allem bzgl. des exakten und effektiven Brennstoffmanagements von wesentlicher Bedeutung.

[0033] Die letztgenannte Anforderung ist vor allem für Fahrzeuganwendungen, insbesondere für Automobilanwendungen von hoher Relevanz. Um den beengten Platzverhältnissen z.B. bei Fahrzeug-, insbesondere Automobil-Anwendungen genüge zu tun, ist das Bauvolumen der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. Dämpfungseinheit bzw. Injektors möglichst klein zu realisieren. Gemäß der Erfindung können vergleichsweise kleine Dämpfer mit recht guter Dämpfung verwirklicht werden, um auch in modernen Fahrzeugen mit wenig Platzangebot untergebracht werden zu können.

[0034] Gemäß der Erfindung ist ein Querschnittsdurchmesser der Querschnittsfläche und/oder ein Porendurchmesser der Poren im Wesentlichen zwischen 5 und 200 Mikrometern groß, vorzugsweise im Wesentlichen zwischen 10 und 100 Mikrometern groß. Auch hier hat es sich in zahlreichen Versuchen gezeigt, dass diese Größenbereiche von besonderem Vorteil sind, um den vielfältigen und zum Teil konträren Anforderungen (siehe oben) genüge zu tun.

[0035] Eine im Vergleich zum Stand der Technik wesentlich verbesserte Dämpfung wird dadurch erreicht, dass ein Verhältnis von einem Querschnittsdurchmesser der Querschnittsfläche und/oder ein Porendurchmesser der Poren zur in Strömungsrichtung des Brennstofffluids ausgerichtete Länge des Dämpfungselementes im Wesentlichen zwischen 2 und 5 Mikrometer pro Millimeter ist.

[0036] Bei besonders bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung ist zum Beispiel ein Querschnittsdurchmesser der Querschnittsfläche und/oder der Porendurchmesser der Poren im Wesentlichen 10 Mikrometer und die in Strömungsrichtung des Brennstofffluids ausgerichtete Länge des Dämpfungselementes im Wesentlichen 2 Millimeter groß. Zum andern ist zum Beispiel ein Querschnittsdurchmesser der Querschnittsfläche und/oder ein Porendurchmesser der Poren im Wesentlichen 100 Mikrometer und die in Strömungsrichtung des Brennstofffluids ausgerichtete Länge des Dämpfungselementes im Wesentlichen 50 Millimeter groß. Diese Dimensionierungen haben sich in den Versuchen besonders hervorgehoben.

[0037] Ein Volumen des Zwischenraums/-bereichs zwischen zwei Dämpfungselementen kann $> 0,5 \text{ cm}^3$ ausgebildet werden, z.B. von ca. 1 cm^3 bis 2 cm^3 hat sich bereits als besonders vorteilhaft erwiesen.

[0038] Durch die Anpassung des Volumens und/oder der Länge und des Querschnitts des Zwischenbereichs zwischen den Dämpfungselementen kann die Dämpfungswirkung positiv beeinflusst werden. Insbesondere kann dabei eine Abstimmung auf Eigen- bzw. Resonanz-

frequenzen der Pulsationen erfolgen.

[0039] Grundsätzlich ist eine Anordnung eines erfindungsgemäßen Dämpfungselementes in der Nähe eines Injektors oder gar in dem Injektor durchaus sinnvoll, um in unmittelbarer Nähe des Entstehungsortes der Pulsation die dämpfende Wirkung einzubringen. Konstruktiv ist jedoch von Vorteil, das Dämpfungselement an vorgeordneter Position in Bezug auf die Strömungsrichtung des Brennstofffluids anzuordnen, da im Bereich der Injektoren häufig ein extremer Platzmangel, eine schwere Zugänglichkeit und/oder weitere ungünstige Bedingungen herrschen.

[0040] Darüber hinaus werden insbesondere bei Verbrennungsmotoren in der Regel mehrere Injektoren eingesetzt, um unterschiedliche Zylinder mit Brennstoff zu versorgen. Häufig wird dabei eine gemeinsame Brennstoffleitung verwendet, die Verzweigungen bzw. Zweigleitungen zur Versorgung mehrerer Injektoren aufweist. Weiterhin wird bei derartigen Vorrichtungen häufig eine Hauptleitung vorgesehen, von der aus in bestimmten Abständen Zweigleitungen zu verschiedenen Injektoren abzweigen. Diese Anordnung entspricht beispielsweise dem Aufbau von sogenannten Common Rail Einspritzanlagen.

[0041] Die Anordnung erfindungsgemäßer Dämpfungselemente oder Dämpfungseinheiten ist, wie oben angegeben, im Bereich von Zweigleitungen der Brennstoffzufuhr von Vorteil, wobei im Bereich der Zweigleitungen aufgrund der äußeren Bedingungen sowie der Dimensionierung der Einbau schwieriger zu realisieren ist und zudem die Dämpfung unmittelbar auf alle Injektoren wirkt.

[0042] Andererseits kann aber durch Dämpfung im Bereich der Zweigleitungen das Gesamtsystem von den durch einen bestimmten Injektor hervorgerufenen Pulsationen weitgehend abgekoppelt werden. Daher kann es je nach Anwendungsfall auch besonders vorteilhaft sein, insbesondere in einer solchen Zweigleitung einem Injektor ein oder mehrere Dämpfungselemente unmittelbar vorzuordnen.

[0043] In einer anderen Ausführungsform der Erfindung können dabei ein oder mehrere Dämpfungselemente in einem unverzweigten Bereich der Brennstoffleitung hinter dem Druckerzeuger angeordnet werden. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass mit den gleichen Dämpfungselementen die Druckpulsationen, die durch alle Injektoren verursacht werden, erfindungsgemäß gedämpft werden können. Darüber hinaus ist die Brennstoffleitung in diesem Bereich in der Regel besser zugänglich und weist in diesem Bereich in der Regel auch einen größeren Querschnitt auf. Demnach können ein oder mehrere Dämpfungselemente in diesem Bereich der Brennstoffleitung einfacher untergebracht werden.

[0044] Vorteilhafterweise kann aus einem oder mehreren Dämpfungselementen eine Dämpfungseinheit gebildet werden. Diese kann in vorteilhafter Weise als ganzes, beispielsweise über endseitige Anschlusselemente, wie Anschlussflansche oder dergleichen in die Brenn-

stoffleitung eingesetzt werden. Eine solche Dämpfungseinheit kann aber auch als Einsatz bzw. als separat handhabbare Baueinheit ausgebildet werden, der/die in vorteilhafter Weise in die Brennstoffleitung montierbar ist bzw. eingeschoben werden kann.

[0045] Im Falle einer Hauptleitung wie oben angeführt kann eine Dämpfungseinheit auch in diese Hauptleitung integriert werden, wobei wiederum eine Dämpfungseinheit denkbar ist, die über endseitige Anschlusselemente in die Brennstoffleitung eingebracht oder als Einschub in die Hauptleitung eingelegt wird.

[0046] Insbesondere bei der Anordnung als Einschub bzw. als separat handhabbare Baueinheit kann die Dämpfungseinheit auch so gebildet werden, dass zwischen zwei oder mehreren Zweigleitungen in der Hauptleitung jeweils ein oder mehrere Dämpfungselemente angeordnet werden, sodass sichergestellt ist, dass zwischen zwei oder mehreren Injektoren jeweils ein Dämpfungselement angeordnet ist und eine direkte Pulsübertragung zwischen Injektoren ohne Dämpfungselement unterbunden ist.

[0047] Eine Dämpfungseinheit mit mehreren Dämpfungselementen wird bevorzugt so ausgebildet, dass sich zwischen den einzelnen Dämpfungselementen eine Strömungszone ergibt, in dem die Teilströme wenigstens teilweise wiedervereint sind.

[0048] Bei Verwendung mehrerer erfindungsgemäßer Dämpfungselemente können dabei alle Dämpfungselemente vom gleichen Typ, d.h. nur ein Material bzw. nur eine einzige Struktur/Art sein. Der vorteilhafte Einsatz (völlig) unterschiedlich aufgebauter bzw. strukturierter Dämpfungselemente ist jedoch von besonderem Vorteil.

[0049] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird zudem in Strömungsrichtung vor wenigstens einem Dämpfungselement ein Brennstofffilter vorgesehen. Bevorzugt wird der Brennstofffilter vor dem ersten durchströmten Dämpfungselement angebracht, um störende Partikel oder Verunreinigungen vor dem Durchtritt in ein Dämpfungselement zurückzuhalten oder zu entfernen. Hierdurch wird die Gefahr des Verstopfens eines Dämpfungselementes reduziert oder ganz vermieden. Grundsätzlich kann ein solcher Brennstofffilter auch bereits vor dem Druckerzeuger in Strömungsrichtung angeordnet sein.

[0050] Weiterhin kann eine erfindungsgemäße Pulsationsdämpfung vorteilhafterweise mit einem oder mehreren Druckausgleichsbehältern kombiniert werden. Ein oder mehrere Druckausgleichsbehälter die mit der Brennstoffleitung in Verbindung stehen, können für einen möglichst konstanten Druck in der Brennstoffleitung sorgen. Derartige Druckausgleichsbehälter, die in der Regel eine Membran oder einen Kolben aufweisen, der flüssiges und somit weitgehend inkompressibles unter Druck stehendes Brennstofffluid von einer Kammer trennt, in der ein kompressibles Medium, in der Regel ein gasförmiges Fluid, wie Luft oder der gleichen unter Druck stehend angeordnet ist, kann beispielsweise Schwankungen einer Brennstoffpumpe ausgleichen. Darüber hinaus

kann ein solcher Druckausgleichsbehälter die Pulsationsdämpfung weiter verbessern.

[0051] Die erfindungsgemäße Dämpfung lässt sich weiterverbessern, indem zum einen der Strömungsweg des Brennstofffluids im Dämpfungskörper verlängert wird und/oder zum anderen die Porengröße verkleinert wird. Hierdurch wird die gewünschte Dämpfung bzw. Energiedissipation gesteigert. Vorzugsweise werden dementsprechend mittlere Porengrößen kleiner 80 μm , bevorzugt kleiner 40 μm gewählt.

[0052] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird anhand der Figuren nachfolgend näher erläutert.

[0053] Im Einzelnen zeigt

- Figur 1 eine schematische Darstellung einer Brennstoffleitung für einen Verbrennungsmotor,
- Figur 2 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Dämpfungseinheit mit zwei Dämpfungselementen,
- Figur 3 eine schematische Darstellung eines Teilausschnitts eines Dämpfungselementes,
- Figur 4 eine weitere Ausführungsvariante eines Dämpfungselementes zur Verwendung in einem Injektor,
- Figur 5 eine schematische Darstellung eines Injektors mit Dämpfungselement,
- Figur 6 eine weitere Ausführungsvariante eines Dämpfungselementes,
- Figur 7 eine Schemadarstellung eines Common-Rail-Systems mit zwei Injektoren vorgeordneten Dämpfungselementen,
- Figur 8 eine schematische Darstellung eines als mehrschichtiger Stapel ausgebildetes Dämpfungselementes in zwei Varianten,
- Figur 9 mehrere schematische Querschnitt-Darstellung von verschiedenen Dämpfungselementen,
- Figur 10 zwei schematische Darstellungen von Druckverläufen mit und ohne Dämpfungselement und
- Figur 11 schematische Darstellungen von verschiedenen Auswirkungen von Druckpulsationen auf eine Einspritzmenge in Abhängigkeit der Zeit.

[0054] Eine Brennstoffleitung 1 gemäß Figur 1 umfasst eine Hauptleitung 2, von der verschiedene Zweigleitungen

gen 3 abzweigen.

[0055] Jede Zweigleitung 3, 4, 5, 6 dient zur Brennstoffversorgung eines Injektors eines Verbrennungsmotors. Die Hauptleitung 2 kann an ihrem zeichnerisch nicht mehr dargestellten Ende verlängert werden, sodass noch eine beliebige weitere Anzahl von Zweigleitungen folgen können.

[0056] In jede Zweigleitung 3, 4, 5, 6 ist ein Dämpfungselement 7, 8 eingesetzt, das von dem Brennstoffstrom durchströmt wird. Durch den vorteilhaften, insbesondere (unterschiedlich) gestapelten Aufbau der Dämpfungselemente wird die o. a. Energiedissipation und somit auch die besonders vorteilhafte Pulsationsdämpfung ermöglicht.

[0057] In der Hauptleitung 2 befindet sich zusätzlich eine Dämpfungseinheit 11, die in die Hauptleitung 2 eingesetzt ist. Vor allem in Figur 2 wird für eine derartige Baueinheit bzw. Dämpfungseinheit 11 deutlich, dass diese in vorteilhafter Weise separat gehandhabt werden kann und z.B. unabhängig von anderen Komponenten geprüft bzw. getestet werden kann und schließlich vormontiert in das Brennstoffsystem eingebaut bzw. montiert und ggf. demontiert bzw. wieder bei Bedarf ausgetauscht werden kann. Hierbei sind nicht nur eine Gesamtlänge L_D der Dämpfungseinheit 11, 21, sondern vor allem auch ein Abstand A zwischen zwei benachbarten Dämpfungselementen bzw. Stapel 17, 18, 19, 20 und somit bei vorgegebenem Rohr-Innenndurchmesser der Baueinheit 11, 21 entsprechend ein Abstandsvolumen V exakt einstellbar. Dies ist für die Dämpfung bzw. die Einstellung der zu dämpfenden Frequenzen bzw. des zu dämpfenden Frequenzspektrum von besonderer Bedeutung. Auch ist ein Durchmesser D (vgl. Figur 3) von Öffnungen 28 bzw. Poren 28 bzw. Kapillaren 28 für die Dämpfungswirkung von Bedeutung.

[0058] In einer weiteren Variante der Erfindung können z.B. durchaus auch drei oder vier Dämpfungselemente 17, 18, 19, 20 in einer Dämpfungseinheit 11, 21 integriert bzw. montiert werden.

[0059] Vorzugsweise ist die Gesamtlänge L_D der Dämpfungseinheit 11, 21 doppelt so groß wie die Länge des Innenraums von einer Injektordüse zum Injektorausgang. Das Volumen V ist (mindestens) ca. 1 Kubikzentimeter groß. Eine Länge L des Dämpfungselementes bzw. Stapels 17, 18, 19, 20 ist vorzugsweise ca. 2 bis 50 Millimetern groß.

[0060] Die Dämpfungseinheit 11 gemäß Figur 1 umfasst ein axial durchströmbares Rohr, das an verschiedenen Stellen aufgetrennt ist, sodass an diesen Stellen auch eine Radialströmung möglich ist. Dargestellt sind in dem Rohr 12 der Dämpfungseinheit 11 beispielhaft drei Radialöffnungen, die dem Zufluss bzw. Abfluss von Brennstofffluid dienen. Die Radialöffnungen 13, 14, stehen mit den Zweigleitungen 5, 6 in Verbindung, sodass Brennstofffluid aus dem Innern des Rohrs 12 der Dämpfungseinheit 11 in diese Zweigleitungen in radialer Richtung strömen kann.

[0061] Die Radialöffnung 15 steht in Verbindung mit

einer Zuführungsleitung 16, die an einen nicht näher dargestellten Druckerzeuger angeschlossen wird.

[0062] In dem Rohr 12 der Dämpfungseinheit 11 befinden sich zwei Dämpfungselemente 17, 18, die vorzugsweise als Stapel 20 aus mehreren Lochblechen 48 und/oder (geordneten) Geflechtlagen bzw. Gewebelagen 47 aufgebaut sind. In Figur 8 ist schematisch eine derartige Schichtung in zwei verschiedenen Varianten dargestellt. In Figur 8a ist eine geordnete Schichtung von z.B. Lochblechen 48 bzw. Geweben 47 dargestellt. Hier sind die Öffnungen 28 bzw. Poren 28 im Wesentlichen übereinander bzw. derart angeordnet, dass (nahezu geradlinig ausgebildete) Kanäle generiert werden. In Figur 8b dagegen sind die Schichten bzw. Lagen bzw. Dämpfungsschichten derart (quer) versetzt angeordnet, dass das Brennstofffluid nicht geradlinig, sondern durch ein sehr verzweigtes Porensystem über "Umwege" durch das Dämpfungselement bzw. den Stapel 20 hindurchströmen muss. Entsprechend vergrößert sich der effektive Kanalweg im Vergleich zur geradlinigen Durchströmung gemäß Figur 8a.

[0063] Die in Figur 1 dargestellte Anordnung von Dämpfungselementen kann beispielsweise in einem sogenannten Common Rail System Verwendung finden. Der Brennstoff wird über den Druckerzeuger durch die Zufuhrleitung 16 in die Hauptleitung 2 eingespeist und kann sich dort in beide Axialrichtungen der Hauptleitung 2 ausbreiten. Der Brennstoff durchströmt dabei jeweils ein Dämpfungselement 17, 18, wobei die Energiedissipation auftritt und Pulsationen gedämpft werden.

[0064] Von der Hauptleitung 2 zweigen Zweigleitungen 3, 4, 5, 6 ab, die der Zufuhr von Brennstofffluid zu den einzelnen Injektoren bzw. Zylindern eines Verbrennungsmotors dienen. Die Dämpfungselemente 7, 8, 9, 10 in diesen Zweigleitungen 3, 4, 5, 6 sind wiederum gemäß der Erfindung und insb. gestapelt aufgebaut, um die Energiedissipation hervorzurufen, die gegenüber Pulsationen dämpfend wirkt.

[0065] Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 sind sowohl in der Hauptleitung als auch in den Zweigleitungen Dämpfungselemente untergebracht. Da die Brennstoffzufuhr als Gesamtsystem zu betrachten ist, kann je nach Anwendungsfall auch bereits eine ausreichende Dämpfung mit Anordnungen erreicht werden, bei denen nur in der Hauptleitung oder nur in den Zweigleitungen Dämpfungselemente angeordnet sind.

[0066] Figur 2 zeigt eine Ausführungsvariante, bei der eine Dämpfungseinheit 21 als Einschub in eine Brennstoffleitung 22 eingesetzt ist, die zwei Dämpfungselemente 23, 24 umfasst, zwischen denen ein Zwischenraum 25 als Strömungszone ohne ein Lochblech und/oder ein Geflecht/Gewebe ausgebildet ist. In den Dämpfungselementen 23, 24 ist der Stapel 19, 20 aus mehreren Lochblechen und/oder Geflecht-/Gewelagen angedeutet. Die Dämpfungselemente 23, 24 sind in einem Trägerrohr 26 angebracht, sodass die Dämpfungseinheit 21 als komplette Baueinheit handhabbar ist.

[0067] Eine Dämpfungseinheit gemäß Figur 2 kann

beispielsweise anstelle der Dämpfungselemente in Figur 1 eingesetzt werden. Die Kombination zweier Dämpfungselemente 23, 24 mit dem Zwischenraum 25 hat bereits eine gegenüber der reinen Kumulation der Dämpfungswirkung der einzelnen Dämpfungselemente 23, 24 verbesserte Dämpfungswirkung gezeigt. Die Ausführung gemäß Figur 2 kann dahingehend weiter ausgebaut werden, dass weitere Dämpfungselemente und weitere Zwischenräume in einer Einheit zusammengefasst werden.

[0068] Figur 3 zeigt ein Ausschnitt aus einem Lochblech 27 mit kreisrundem Querschnitt, wobei zahlreiche Löcher 28 vorgesehen sind. Diese Löcher 28 können gebohrt, gestanzt, gelasert oder vergleichbar hergestellt werden. Als Stapel 20 (vgl. z.B. Fig. 4) ist von Vorteil, wenn die Löcher 28 in Querrichtung zum Lochblech 27 bzw. zur Strömungsrichtung des Fluids wenigstens teilweise versetzt angeordnet sind bzw. sich nur teilweise überlappen.

[0069] Figur 4 zeigt eine im Prinzip der Ausführung gemäß Figur 2 entsprechende Variante eines Dämpfungselementes 29 mit einem mehrlagigen Stapel 20. Das Dämpfungselement 29 ist unmittelbar in einem Injektor verwendbar ist. Hierzu ist eine große Zentralbohrung 30, die von einer Nadel eines Nadelventils eines Injektors durchsetzt werden kann.

[0070] Figur 5 zeigt eine schematische Darstellung eines solchen Injektors 31. Der Injektor 31 zeigt ein Düsengehäuse 32 mit einer Düsenöffnung 33. Im Innern des Düsengehäuses 32 befindet sich eine Brennstoffleitung 34, in die ein Dämpfungselement 29 gemäß Figur 4 eingesetzt ist. Das Dämpfungselement 29 wird von einer Düsenadel 35 durchsetzt, die mit ihrer Spitze 36 gegenüber einem Ventilsitz 37 dichten kann und dabei die Düsenöffnung 33 verschließt bzw. öffnet. Der Injektor kann durch axiale Bewegung der Düsenadel 35 den Einspritzvorgang sowohl hinsichtlich des zeitlichen Verlaufs und dadurch auch im Hinblick auf das eingespritzte Brennstoffvolumen steuern.

[0071] Auch in der Ausführung gemäß den Figuren 4 und 5 erfährt der Brennstoffstrom durch das Dämpfungselement 29 eine Energiedissipation. Die Zentralbohrung 30 des ringförmigen Dämpfungselements 29 wird dabei von der Düsenadel 35 verschlossen, sodass für das Brennstofffluid nur der Weg durch Stapel 20 verbleibt. Hierdurch wird die erfindungsgemäße Dämpfungswirkung unmittelbar am Entstehungsort der Pulsation in der Nähe der Düsenöffnung 33 erzeugt.

[0072] Auch derartige ringförmige Dämpfungselemente 29 können in mehrfacher Ausführung mit Zwischenräumen entsprechend dem Zwischenraum 25 nach der Ausführung gemäß Figur 3 eingesetzt werden, um die Dämpfungswirkung weiter zu erhöhen.

[0073] Figur 6 zeigt eine weitere Ausführungsvariante eines Dämpfungselements 17, 18. Es umfasst einen Grundkörper in dem viele kleine Längsbohrungen 28 angebracht sind. Die Längsbohrungen 28 sind durchgehend ausgebildet. In jeder Längsbohrung 28 kann sich demnach ein Teilstrom ausbilden, der zur erfindungs-

gemäßen Dämpfung beiträgt. Die in Figur 1 eingezeichneten Dämpfungselemente können beispielsweise mit einem Dämpfungselement 17 gemäß Figur 2 zum Teil ersetzt bzw. kombiniert verwendet werden.

[0074] Figur 7 zeigt eine Schemadarstellung eines Common-Rail-Systems 38 mit einer üblicherweise als "Common-Rail" bezeichneten Hauptleitung 39, von der im dargestellten Fall zwei Zweigleitungen 40, 41 abgehen. Die Zweigleitungen 40, 41 führen zu Injektoren 42, 43. Der Injektor 42 ist gerade in Betrieb, was durch gestrichelte Linien ersichtlich ist, die Sprühstrahlen 44 von eingespritztem Brennstoff darstellen sollen.

[0075] In der Ausführung gemäß Figur 7 ist erkennbar, dass erfindungsgemäße Dämpfungseinheiten 45, 46 den Injektoren 42, 43 vorgeordnet sind.

[0076] Die Dämpfungseinheiten können dabei als einfache, vorzugsweise gestapelte bzw. mehrschichtige Dämpfungselemente, wie beispielsweise das Dämpfungselement gemäß Figur 4 oder 6 oder 8 oder aber auch als mehrstufige, insbesondere zweistufige Dämpfungseinheit entsprechend der Dämpfungseinheit 21 gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Figur 2 ausgebildet sein.

[0077] Die Anordnung der Dämpfungseinheiten 45, 46 führt ebenso wie eine Integration eines Dämpfungselements in den Injektor, wie dies in der Ausführung gemäß Figur 7 mit dem Dämpfungselement 29 vorgesehen ist, dazu, dass Pulsationen, die durch einen Injektor ausgelöst werden, weitgehend vom Gesamtsystem abgekoppelt werden können. In der Anordnung gemäß Figur 7 ist der Injektor 42 aktiv, d.h. er löst entsprechende Pulsationen aus, die jedoch in der Dämpfungseinheit 45 weitgehend gedämpft werden, sodass das in Strömungsrichtung vor der Dämpfungseinheit 45 befindliche Gesamtsystem weitgehend von den Pulsationen des Injektors 42 abgekoppelt ist. Dies bedeutet, dass in der zeitlichen Abfolge der Injektor 43 betrieben werden kann, ohne dabei durch vorher vom Injektor 42 verursachte Pulsationen beeinträchtigt zu werden. Hierdurch ist eine genauere Dosierung von Brennstoff, insbesondere im Hinblick auf den Einspritzdruck und die Dosiermenge möglich.

[0078] Neben den beschriebenen Ausführungsvarianten sind noch vielfältige weitere Ausführungen erfindungsgemäßer Dämpfungselemente und Dämpfungsanordnungen möglich. Ein Aufbau gemäß Figur 3 kann auch mit flexiblen Fasern erzielt werden, wobei sowohl Varianten mit Fasern aus Vollmaterial als auch aus Hohlfasern denkbar sind. Hierzu sind in Figur 9 weitere Varianten dargestellt.

[0079] Die in Figur 9 dargestellten Varianten weisen z.B. einzelne Öffnungen 28 bzw. Kapillare 28 bzw. Kanäle 28 auf, welche auch zu Kapillarbündeln zusammengefügt werden können. Die Herstellung der Kapillare erfolgt durch mechanische Bearbeitung (bsp. Bohren, Erodieren, Lasern), durch Umformen (bsp. große Rohre werden gewalzt und gezogen bis sie den gewünschten Durchmesser erreichen), sind urgeformt (bsp. Herstellung durch Gießen, Spritzgießen) oder gebaut (bsp.

durch Schichten mehrerer Lochplatten/-bleche). Miteinander verbunden werden können die einzelnen Kapillaren 28 zu einem Bündel indem sie an den Kontaktflächen verschweißt oder verklebt werden (Figur 9 a) oder mit einem Kraftstoffbeständigen Material 99 (Bsp: PPE, Lauramid) vergossen werden (Figur 9 b). Eine Trägerhülse 12 bzw. Rohr 12 (Figur 9 c) in die die einzelnen Kapillare 28 bzw. Rohre 28 eingebracht werden, kann ebenfalls verwendet werden. Das Volumen kann in besonderen Fällen auch durch eine Distanzhülse eingestellt werden.

[0080] Ebenfalls kann zur Generierung von Kapillaren 28 bzw. Kapillarbündeln ein Bündel aus Vollrohren bzw. Draht 98 oder dergleichen (Figur 9 d) verwendet werden.

[0081] Ebenfalls können Löcher 28 in Platten 27 geätzt werden um Lochbleche herzustellen, welche dann in vorteilhafter Weise aufeinander gestapelt ggf. wieder ein Kapillarbündel ergeben. Ebenfalls können lange Kanäle / Linen entlang der Oberfläche einer Platte eingezätzt werden. Legt man zwei dieser Platten mit der geätzten Seite aufeinander erhält man auch Kapillare. So sind auch verschiedene Kombinationen der Fertigungsverfahren untereinander zu Herstellung von Kapillaren denkbar. Beispielsweise können Kapillare durch Nanotubes und Mikrostrukturen generiert werden.

[0082] Der vorteilhafte Durchmesser einer Pore bzw. Kapillare beträgt $10\mu\text{m}$ - $40\mu\text{m}$, um in vorteilhafter Weise eine Verschmutzung bzw. ein Zusetzen zu vermeiden und einen guten Dämpfung zu erreichen.

[0083] Grundsätzlich können gemäß der Erfindung sowohl gleichartige, vorzugsweise (unterschiedlich) gestapelte als auch verschiedene Dämpfungselemente, z.B. Gewebe mit Gitter und/oder Rohrbündel oder Lochblechen kombiniert, in einer Vorrichtung kombiniert werden.

[0084] Von besonderem Vorteil ist der erfindungsgemäße Aufbau z.B. mit (unterschiedlichen) Lochblechen und/oder Geflecht-/Gewebelagen des Dämpfungselementes, wodurch die Dämpfungswirkung maßgeblich gegenüber bisherigen Drosseleinrichtungen verbessert wird.

[0085] Gemäß der Erfindung wird eine vorteilhafte Dämpfung der Pulsationsschwingungen, welche beim Schließen des Injektors erzeugt werden, erreicht. Dies ist in Figur 10 etwas veranschaulicht. Figur 10a zeigt einen Druckverlauf ohne Dämpfungselemente und Figur 10 b mit Dämpfung.

[0086] Durch das schnelle Schließen des Injektors nach dem Einspritzvorgang werden Druckpulsationen erzeugt (Figur 10a). Diese werden durch das Fluid in das Rail oder die Leitung übertragen. Sind mehrere Injektoren an der gleichen Leitung oder Rail angeschlossen erfahren diese auch die Druckpulsationen vom schließenden Injektor. Die erzeugten Druckpulsationen verhalten sich ähnlich einer Sinusschwingung. Je nach zeitlichem Abstand liegen somit unterschiedlichste Drücke vor dem einspritzenden Injektor an, was eine genaue, reproduzierbare Mindermengeneinspritzung zur Senkung der Schadstoffemissionen unmöglich macht (Figur 11).

[0087] Ein vorteilhaftes Dämpfungselement vorzugs-

weise zwischen dem Druckerzeuger und der Einspritzöffnung eines Injektors wird gemäß einer Variante der Erfindung in vorteilhafter Weise vorgesehen, wobei der Brennstoffstrom durch das Dämpfungselement, insb. durch die Gewebeporen und/oder die Löcher der Lochbleche, in eine Vielzahl von Teilströmen unterteilt wird und wobei in Strömungsrichtung hinter dem Dämpfungselement die Teilströme wenigstens teilweise wiedervereint sind. Durch die Aufteilung des Gesamtstroms der Brennstoffmenge in Teilströme wird eine erhöhte Energiedissipation in dem Dämpfungselement realisiert, die auf unterschiedlichen Effekten beruhen kann. Dabei spielen insbesondere Reibungs- und Drosseffekte eine Rolle. So wird beispielsweise durch die erfindungsgemäße Aufteilung des Gesamtstroms des Brennstofffluids die Kontaktfläche und die Kontaktzeit des Brennstofffluids mit den Wandungsbereichen des Dämpfungselements und somit auch die Reibung erheblich vergrößert. Durch die erhöhte Energiedissipation lässt sich eine Pulsation, die beispielsweise durch das Schalten eines Injektors verursacht wird, wirkungsvoll dämpfen. Infolgedessen ist eine verbesserte Dosierung des Brennstoffs sowohl hinsichtlich des zeitlichen Ablaufs als auch im Hinblick auf die zu dosierende Menge möglich. Durch eine reproduzierbare Einspritzung (auch Mindermengeneinspritzung) werden die Schadstoffemissionen verringert und der Verbrennungsprozess verbessert sich.

[0088] Vorteilhaft ist ein Dämpfungselement bzw. eine Dämpfungseinheit, das/die den Brennstoff in eine Vielzahl von Teilströmungen unterteilt und nach dem Dämpfungselement wiedervereint und/oder mindestens zwei voneinander beabstandete Dämpfungselemente vorgesehen sind, wobei sich dazwischen eine Strömungszone befindet in der sich die Teilströme wieder vereinen. Von Vorteil sind auch Dämpfungseinheiten mit Kombinationen aus geordnetem Drahtgeflecht und/oder Schüttgut und/oder Drahtgeflecht, hierbei kann die Anzahl jeder beliebigen Schicht/Lage beliebig variiert werden.

Bezugszeichenliste

[0089]

- 1 Brennstoffleitung
- 2 Hauptleitung
- 3 Zweigleitung
- 4 Zweigleitung
- 5 Zweigleitung
- 6 Zweigleitung
- 7 Dämpfungselement
- 8 Dämpfungselement

- 9 Dämpfungselement
- 10 Dämpfungselement
- 5 11 Dämpfungseinheit
- 12 Rohr
- 13 Radialöffnung
- 10 14 Radialöffnung
- 15 Radialöffnung
- 15 16 Zuführungsleitung
- 17 Dämpfungselement
- 18 Dämpfungselement
- 20 19 Stapel
- 20 Stapel
- 25 21 Dämpfungseinheit
- 22 Brennstoffleitung
- 23 Dämpfungselement
- 30 24 Dämpfungselement
- 25 Zwischenraum
- 35 26 Trägerrohr
- 27 Lochblech
- 28 Löcher
- 40 29 Dämpfungselement
- 30 Zentralbohrung
- 45 31 Injektor
- 32 Düsengehäuse
- 33 Düsenöffnung
- 50 34 Brennstoffleitung
- 35 Düsennadel
- 55 36 Nadelspitze
- 37 Ventilsitz

38 Common-Rail
 39 Hauptleitung
 40 Zweigleitung
 41 Zweigleitung
 42 Injektor
 43 Injektor
 44 Sprühstrahl
 45 Dämpfungseinheit
 46 Dämpfungseinheit
 47 Gewebe
 48 Lochblech
 98 Draht
 99 Material

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Einspritzen eines unter Druck stehenden Brennstofffluids in einen Brennraum mit einem Druckerzeuger, wenigstens einem Injektor mit Einspritzöffnung und einer Brennstoffleitung zwischen dem Druckerzeuger und dem Injektor, wobei in Strömungsrichtung des Brennstofffluids wenigstens ein erstes und ein zweites Dämpfungselement zur Reduktion von Brennstofffluid-Druckwellen zwischen dem Druckerzeuger und der Einspritzöffnung des Injektors hintereinander angeordnet sind, wobei jedes der Dämpfungselemente mehrere Strömungswege mit frei durchströmbarer, einen Querschnittsdurchmesser aufweisende, durchschnittliche Querschnittsfläche und/oder mit frei durchströmbarer, einen Porendurchmesser aufweisende Poren umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei unterschiedliche Dämpfungselemente vorgesehen sind, wobei das erste Dämpfungselement wenigstens ein erstes Material und/oder eine erste Struktur aufweist und wobei das zweite Dämpfungselement wenigstens ein zweites, zum ersten verschiedene Material und/oder eine zweite, zur ersten verschiedene Struktur aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens drei Dämpfungselemente vorgesehen sind, wobei das dritte Dämpfungselement wenigstens ein drittes, zum ersten und/oder zum zweiten verschiedene Material und/

oder eine dritte, zur ersten und/oder zum zweiten verschiedene Struktur aufweist.

3. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei voneinander beabstandete Dämpfungselemente (23, 24) vorgesehen sind, zwischen denen ein Zwischenraum (25) angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zwischenraum im Wesentlichen zwischen 1 und 10 Kubikzentimeter groß ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eines der Dämpfungselemente ein Bündel langgestreckter Elemente (27) umfasst, die als Hohlkörper und/oder durch Räume zwischen Hohl- und/oder Vollkörpern Strömungskanäle (28) für Teilströme umfassen.
6. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eines der Dämpfungselemente (17, 18) ein porenbildendes Material (19, 20) umfasst.
7. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eines der Dämpfungselemente (17, 18) wenigstens ein Lochblech und/oder wenigstens ein Geflecht und/oder eine mehrere, aneinanderliegende oder ineinandergeschlungene Stränge aufweisende Einheit umfasst.
8. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eines der Dämpfungselemente wenigstens einen Stapel mit mehreren als Dämpfungsschichten ausgebildeten Lochblechen und/oder mehreren Geflechten und/oder mehreren, die Stränge aufweisenden Einheiten umfasst.
9. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in Strömungsrichtung des Brennstofffluids ausgerichtete Länge des Dämpfungselementes im Wesentlichen zwischen 2 und 50 Millimetern groß ist.
10. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Querschnittsdurchmesser der Querschnittsfläche und/oder ein Porendurchmesser der Poren im Wesentlichen zwischen 10 und 100 Mikrometern groß ist.
11. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine separat handhabbare Dämpfungseinheit mit

wenigstens zwei voneinander beabstandete Dämpfungselemente (23, 24) vorgesehen ist, wobei zwischen den beiden Dämpfungselementen (23, 24) ein Zwischenraum (25) angeordnet ist.

5

12. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die separat handhabbare Dämpfungseinheit wenigstens ein Abstandselement zum Festlegen des Abstands und/oder des Volumens des Zwischenraums (25) zwischen den beiden Dämpfungselementen (23, 24) aufweist. 10
13. Dämpfungseinheit zum Einsatz in einer Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei voneinander beabstandete Dämpfungselemente (23, 24) vorgesehen sind, wobei zwischen den beiden Dämpfungselementen (23, 24) ein Zwischenraum (25) angeordnet ist. 15 20
14. Injektionseinheit für eine Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Injektor und eine vorgeordnete Dämpfungseinheit nach dem vorgenannten Anspruch vorgesehen sind. 25

30

35

40

45

50

55

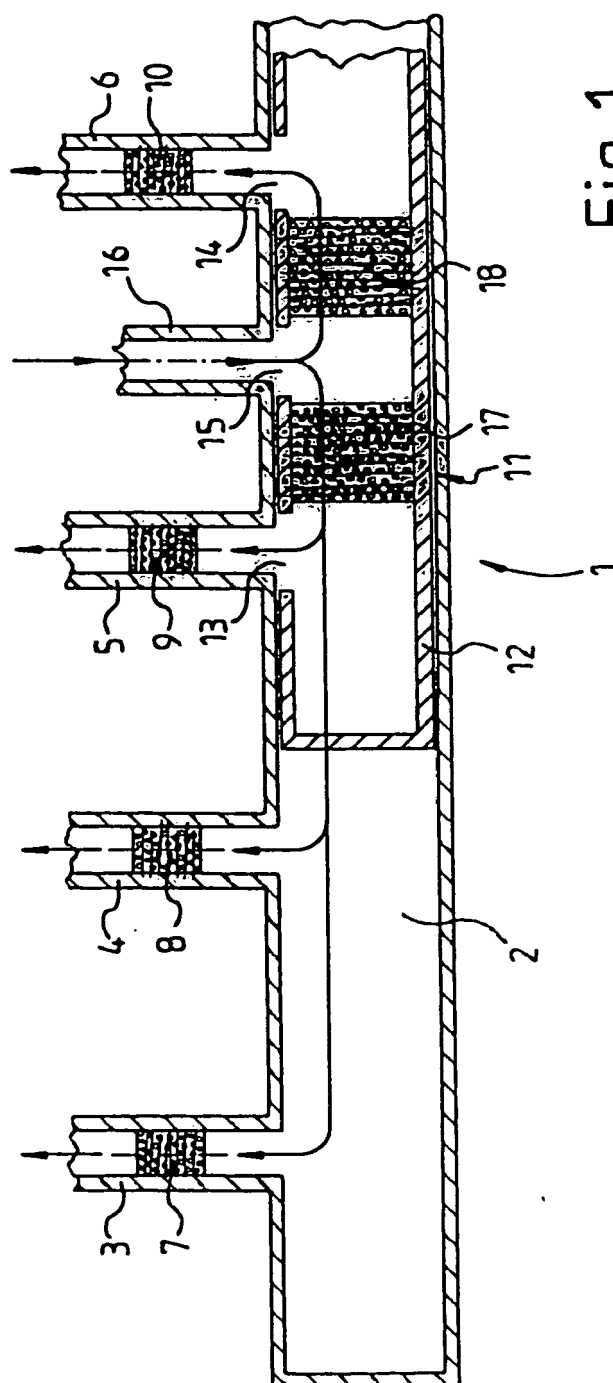


Fig.1

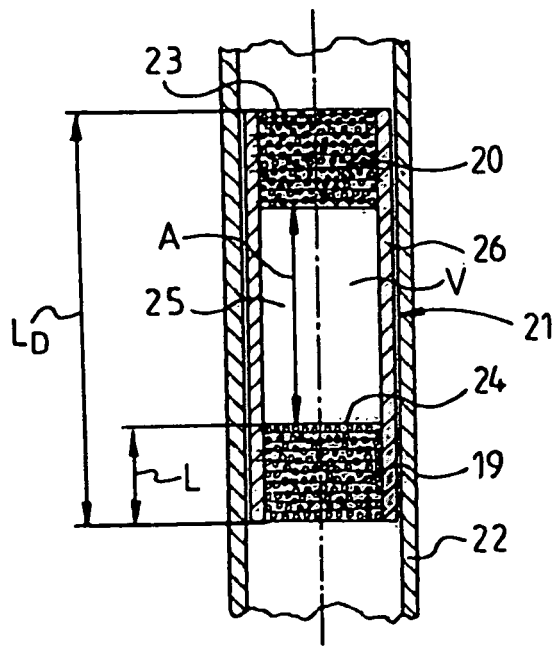


Fig. 2

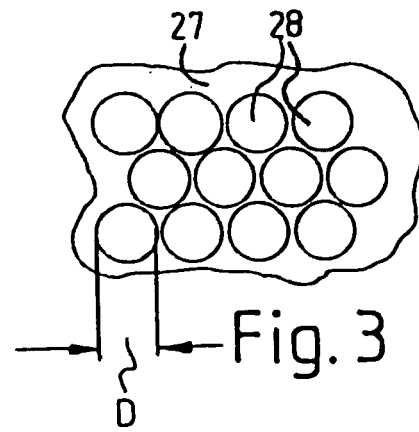


Fig. 3

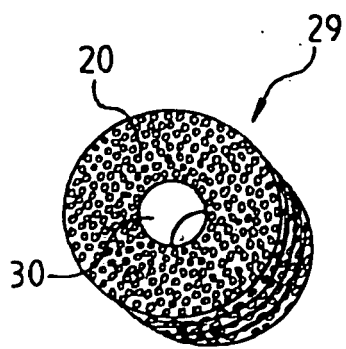


Fig. 4

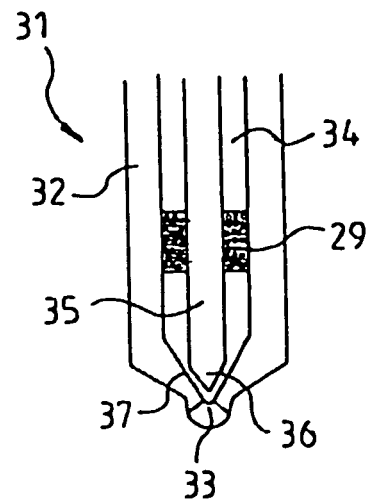
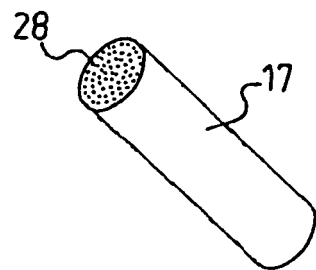
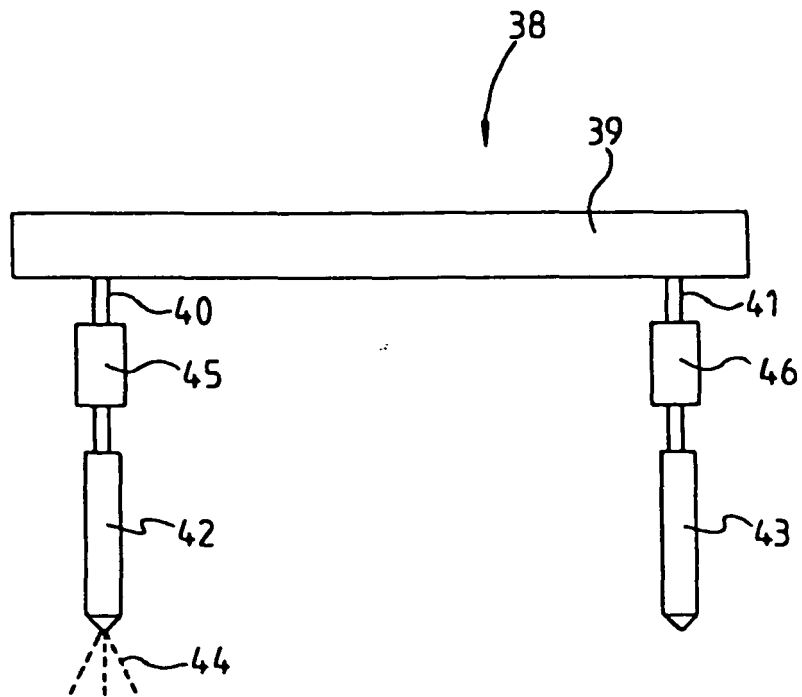


Fig. 5



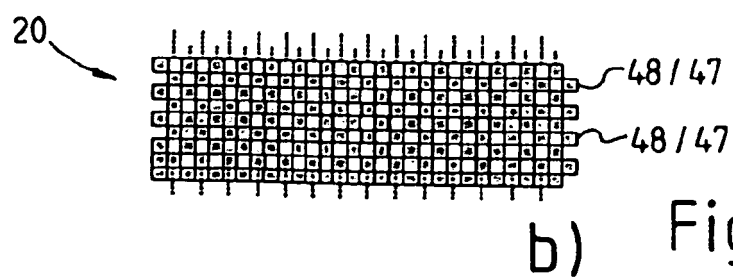
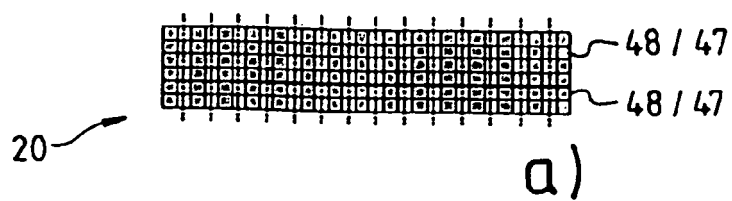


Fig.8

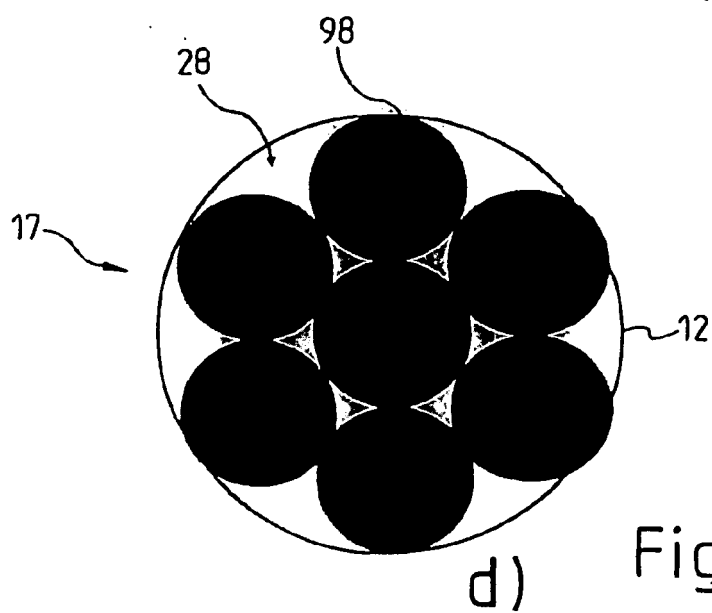
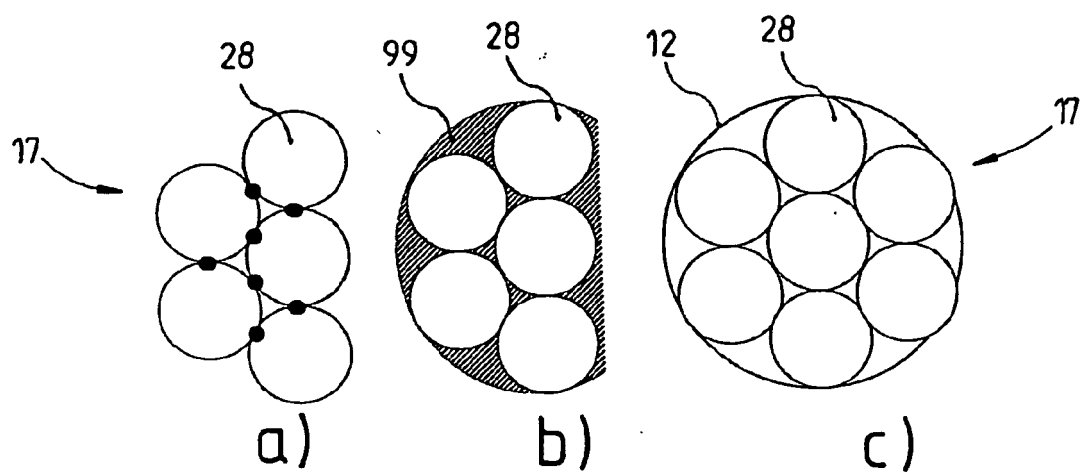
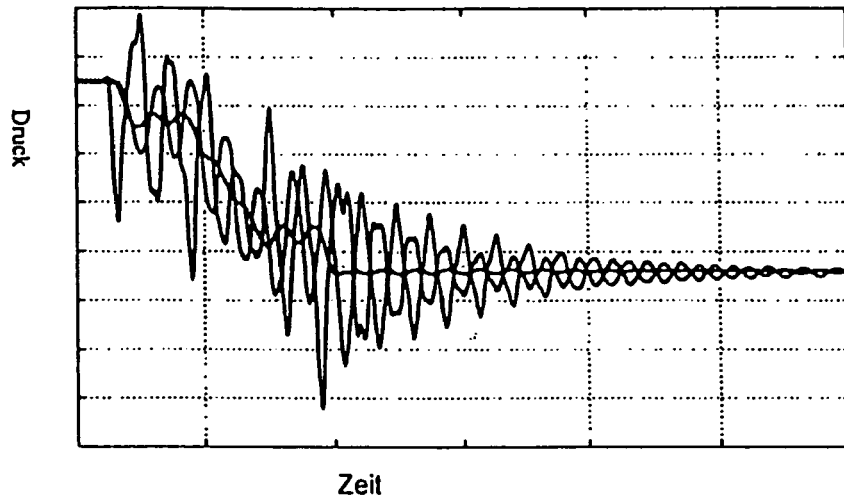
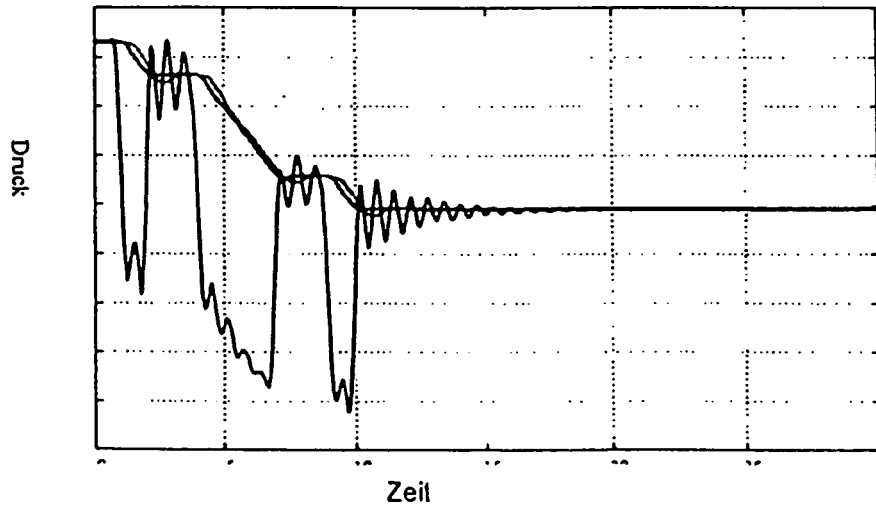


Fig.9



a)



b)

Fig.10

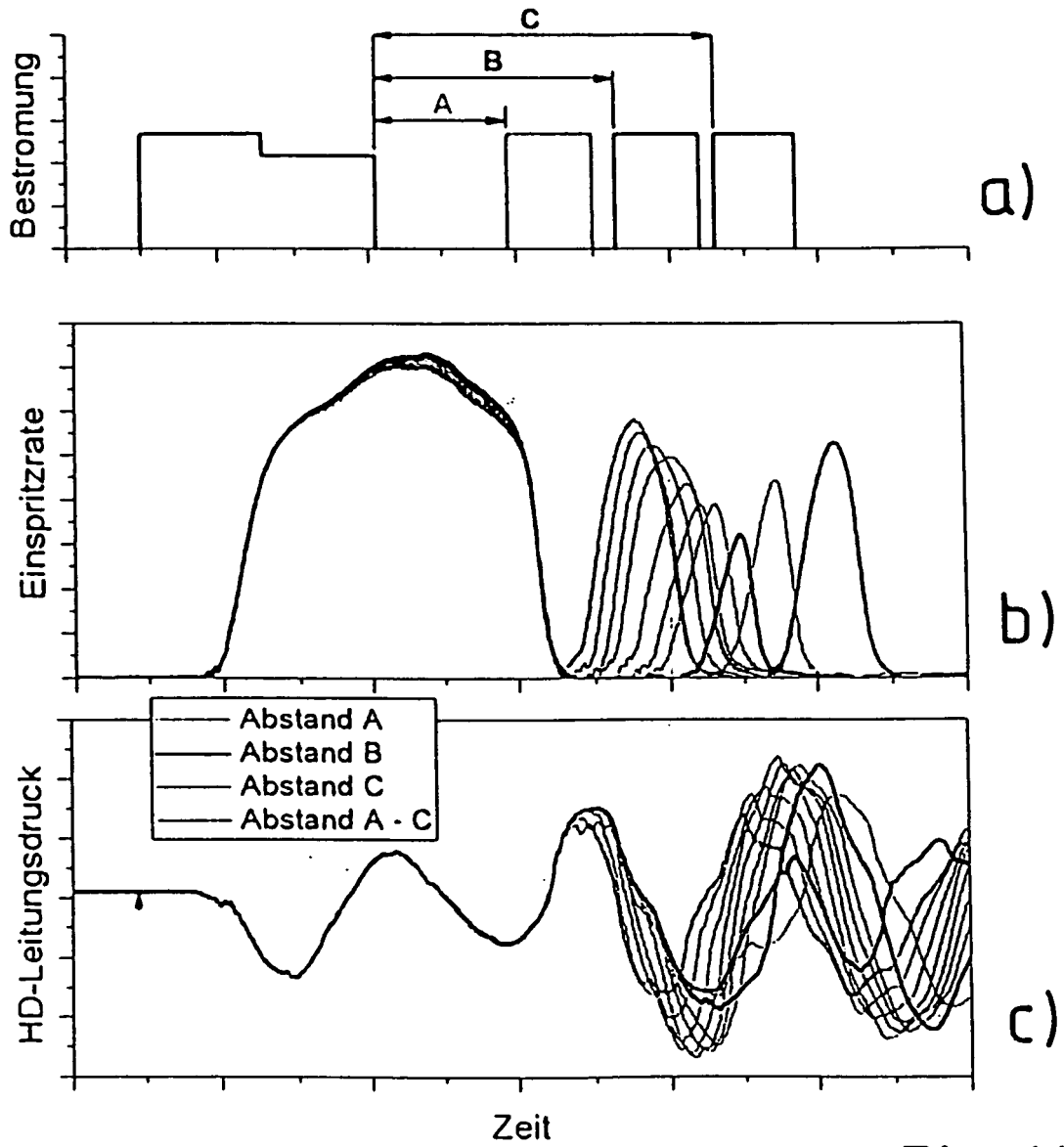


Fig.11

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19516358 C1 [0004]
- DE 10247775 B4 [0005]
- US 4356091 A [0005]