(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 466 113 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.06.2012 Patentblatt 2012/25

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

(21) Anmeldenummer: **11009812.6**

(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 wenigstens ein Dämpfungselement zur Reduktion von Brennstofffluid-Druckwellen zwischen dem Druckerzeuger und der Einspritzöffnung des Injektors vorgesehen ist, wobei das Dämpfungselement mehrere Strömungswege mit frei durchströmbarer, einen Querschnittsdurchmesser aufweisende, durchschnittliche Querschnittsfläche und/oder mit frei durchströmbaren, einen Porendurchmesser aufweisende Poren umfasst, vorgeschlagen, die dadurch gekennzeichnet ist, dass das Dämpfungselement wenigstens einen Stapel mit wenigstens zwei Dämpfungsschichten umfasst.

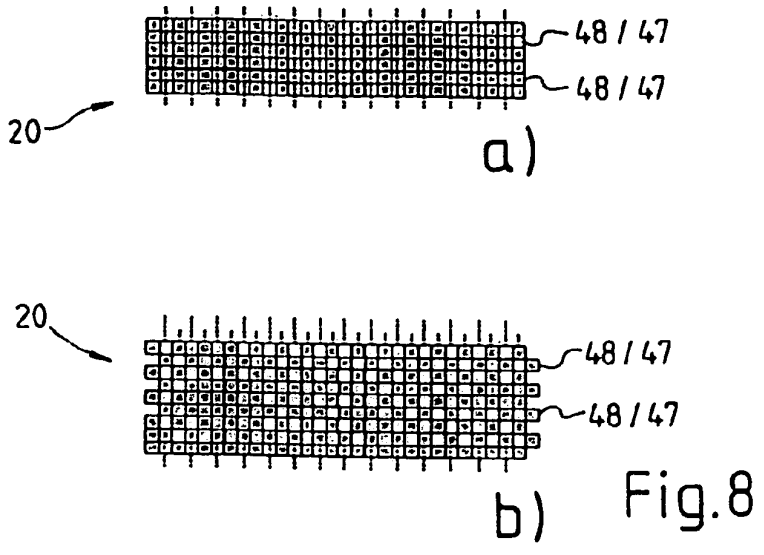


Fig.8

EP 2 466 113 A2

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 Ausführen und Weiterbildungen der Erfindung möglich.

[0009] Dementsprechend zeichnet sich eine erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch aus, dass das Dämpfungselement wenigstens einen Stapel mit wenigstens zwei Dämpfungsschichten umfasst. Hiermit kann mehrstufige Dämpfung realisiert werden, die die Dämpfungswirkung im Vergleich zum Stand der Technik in vorteilhafter Weise verbessert.

[0010] Gemäß der Erfindung kann zwischen zwei bzw. benachbarten bzw. aneinander anliegender bzw. sich wenigstens teilweise berührender Dämpfungsschichten in vorteilhafter Weise eine Grenzzone bzw. ein Übergangsbereich, insbesondere mit einer wirksamen bzw. effektiven Grenzfläche und/oder Reflexionsfläche, generiert werden, die/der eine zu den Dämpfungswirkungen der beiden einzelnen Dämpfungsschichten eine weitere bzw. dritte Dämpfungswirkung generiert. Dies kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass zwei benachbarte Dämpfungsschichten jeweils eine Berührungs- bzw. Kontaktfläche aufweisen. Das bedeutet, dass bei dieser Variante der Erfindung diese beiden Dämpfungsschichten unmittelbar aneinanderstoßend bzw. sich berühren bzw. in Kontakt miteinander stehend ausgebildet sind. Dementsprechend weisen zwei benachbarte Dämpfungsschichten wenigstens teilweise sich berührende Berührungsflächen auf.

[0011] In einer besonderen Ausführung ist zwischen zwei benachbarten Dämpfungsschichten wenigsten teilweise ein Abstand und/oder ein Hohlraum vorgesehen, wobei der Abstand und/oder der Hohlraum eine Strömungszone für das Brennstofffluid ausbildet.

[0012] Vorteilhafterweise sind in einer weiteren Ausführung der Erfindung wenigstens zwei separate Dämpfungselemente vorgesehen. Diese können in einer ersten Variante wenigstens teilweise einen direkten Kontakt der Dämpfungselemente und/oder in einer weiteren Ausführung der Erfindung können wenigstens zwei voneinander beabstandete Dämpfungselemente vorgesehen werden, zwischen denen ein Zwischenraum und/oder ein Abstandselement angeordnet ist.

[0013] Im Hohlraum der Dämpfungsschichten und/oder im Zwischenraum der Dämpfungselemente können sich unter Umständen in vorteilhafter Weise stehende Wellen und/oder Reflexionen und/oder sich beruhigtere Strömungsverhältnisse ausbilden. Die Kombination der zuvor genanten 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.

[0014] Vorteilhafterweise sind wenigstens zwei gleiche bzw. gleichartige Dämpfungsschichten als Stapel innerhalb eines Dämpfungselementes vorgesehen.

[0015] Alternativ oder in Kombination zur vorgenannten Variante sind wenigstens zwei Dämpfungsschichten und/oder Dämpfungselemente mit unterschiedlich ausgebildeten Stapeln vorgesehen, wobei eine erste Dämpfungsschicht und/oder ein erstes Dämpfungselement wenigstens ein erstes Material und/oder eine erste Struktur aufweist und wobei eine zweite Dämpfungsschichten und/oder ein zweites Dämpfungselement wenigstens ein zweites, zum ersten verschiedenes Material und/oder eine zweite, zur ersten verschiedene Struktur aufweist. So kann bereits bei zwei verschiedenen Dämpfungsschichten und/oder Dämpfungselementen mindestens eine drei- oder sogar eine vielstufige Dämpfung verwirklicht werden.

[0016] Vorzugsweise ist wenigstens ein Abstandselement zum Festlegen des Abstands und/oder des Volumens des Hohlraumes bzw. des Zwischenraums zwischen den Dämpfungsschichten und/oder zwischen den Dämpfungselementen vorgesehen. Hiermit kann die Größe des Hohlraums und/oder 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 Hohlraum bzw. im Zwischenraum zu begünstigen bzw. zu generieren. So kann auch ein kompaktes bzw. separat handhabbares Dämpfungselement mit mehreren bzw. einer Vielzahl an Dämpfungsschichten und/oder eine Baueinheit bzw. Dämpfungseinheit mit mindestens zwei Dämpfungselementen vorgesehen werden, wobei zwischen den Dämpfungsschichten und/oder den Dämpfungselementen das Abstandelement oder unterschiedlich groß ausgebildete bzw. unterschiedlich ausgeformte Abstandelemente angeordnet sind und/oder wobei eine gemeinsame Hülse oder dergleichen den Abstand zwischen den Dämpfungselementen festlegt bzw. definiert.

[0017] 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.

[0018] 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.

[0019] 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 Querschnittsverminderung auch ein Drosseleffekt und Verwirbelungen erzielt. Diese und andere Vorgänge sorgen z.B. für die gewünschte Energiedissipation, die in einem schwingenden System dämpfend wirkt.

[0020] 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.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] In einer weiteren Ausführungsform mit gebundenem porösem Material sind ebenfalls unterschiedliche Körper verwendbar. Beispielsweise innerhalb einer einzigen Dämpfungsschicht und/oder zur Generierung zweier verschiedener, insbesondere benachbarter Dämpfungsschichten.

[0025] 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 Dämfungselement 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 zahllosen 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] 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.

[0035] 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.

[0036] 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.

[0037] Bei Verwendung mehrer 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.

[0038] In einer bevorzugten Variante der Erfindung ist in Strömungsrichtung vor und/oder hinter dem Dämpfungselement wenigstens ein Stützelement und/oder Trägerelement zum Stützen oder Tragen des Stapels vorgesehen. Dies kann zum Einklemmen bzw. Fixieren des Stapels bzw. der Dämpfungsschichten verwendet werden. Auch kann z.B. ein vergleichsweise biegeschlaffes Dämpfungselement in vorteilhafter Weise gestützt und/oder fixiert werden. Beispielsweise kann ein mehrschichtiges Drahtnetz-Dämpfungselement oder dergleichen mit einer statisch stabileren bzw. relativ starren Stütze bzw. Fixierung in vorteilhafter Weise gehaltert bzw. angeordnet werden. Zugleich kann das Stützelement und/oder Trägerelement auch als Brennstofffilter ausgebildet werden.

[0039] Im Allgemeinen führt die Verwendung eines oder mehrerer gestapelter Lochbleche und/oder Geflechte bzw. Gewebe in der Strömung des Brennstofffluids eine Energiedissipation, die auf unterschiedli-

chen Effekten, z.B. auf Reibung, Drosselung usw. basiert. Die zahlreichen Löcher bzw. Poren vergrößern beispielsweise die Kontaktfläche des Brennstofffluids mit dem umgebenden Material, sodass eine deutlich vergrößerte Reibung erzeugt wird. Darüber hinaus wird durch eine nicht-geradlinige Strömung des Fluids und/oder durch eine Querschnittsverminderung auch ein Drosseleffekt und Verwirbelungen erzielt. Diese und andere Vorgänge sorgen für die gewünschte Energiedissipation, die in einem schwingenden System dämpfend wirkt.

[0040] Ein derartiges erfindungsgemäßes Dämpfungselement kann auf unterschiedliche Weise realisiert werden. So kann beispielsweise eine Kammer vorgesehen werden, die einen Stapel umfasst, der durch geeignete Rückhalteelemente, beispielsweise durch Siebe, Gitter oder dergleichen, in der Kammer zusammengehalten wird.

[0041] Eine andere Möglichkeit besteht darin, aus mehreren Lochblechen und/oder Geflecht-/Gewebelagen einen separat handhabbaren bzw. zusammengesetzten Körper bzw. Stapel herzustellen, wobei die Bleche bzw. Lagen gebunden sind, z.B. Punkt geschweißt, geklebt, gelötet, verpresst etc., sodass keine äußere Wandung erforderlich ist, um den Stapel in Form zu halten.

[0042] Generell kann eine einzige Materialsorte oder auch ein Gemisch unterschiedlicher Materialien verwendet werden. Auch unterschiedliche Gewebe- und/oder Faser-/Drahtgrößen können je nach Anwendungsfall in einem Gemisch zum Einsatz kommen.

[0043] Als Fasermaterial für die Metallseile bzw. Lizen sind beispielsweise Metallfasern wie (Edel-) Stahl-, Messing-, Kupfer- draht 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 verwendbar.

[0044] In einer weiteren Ausführungsform mit wenigstens einem Lochblech und/oder wenigstens einem Geflecht und/oder mit einem gebundenen porösen Material sind zudem 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.

[0045] Ein Volumen des Zwischenbereichs zwischen zwei Dämpfungselementen > 0,5 cm^3, z. B. von ca. 1 cm^3 bis 2 cm^3 hat sich bereits als vorteilhaft erwiesen.

[0046] Durch die Anpassung der Länge und des Querschnitts des Zwischenbereichs zwischen den Dämpfungselementen kann die Dämpfungswirkung positiv beeinflusst werden. Insbesondere kann dabei eine Abstimmung auf Eigen- bzw. Resonanzfrequenzen der Pulsationen erfolgen.

[0047] 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.

[0048] 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.

[0049] 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.

[0050] 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.

[0051] 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 zu-

gänglich 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.

[0052] Dabei kann aus einem oder mehreren Dämpfungselementen eine Dämpfungseinheit gebildet werden, die als ganzes, beispielsweise über endseitige Anschlusselemente, wie Anschlussflansche oder dergleichen in die Brennstoffleitung eingesetzt wird. Eine solche Dämpfungseinheit kann aber auch als Einsatz ausgebildet werden, der in die Brennstoffleitung eingeschoben werden kann.

[0053] 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.

[0054] Insbesondere bei der Anordnung als Einschub 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.

[0055] 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.

[0056] Bei Verwendung mehrer Dämpfungselemente können dabei alle Dämpfungselemente vom gleichen Typ sein. Auch der Einsatz unterschiedlich aufgebauter Dämpfungselemente ist jedoch möglich.

[0057] 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.

[0058] 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.

[0059] Die erfindungsgemäße Dämpfung lässt sich weiterverbessern, indem zum einen der Strömungsweg des Brennstofffluids im Dämpfungskörper verlängert wird und zum anderen die Porengröße bzw. die Löcher verkleinert werden. Hierdurch wird die gewünschte Energiedissipation gesteigert. Vorzugsweise werden dementsprechend mittlere Porengrößer kleiner 80 μm, bevorzugt kleiner 40 μm gewählt.

[0060] In einer besonderen Variante der Erfindung ist ein Dämpfungselement zwischen dem Druckerzeuger und der Einspritzöffnung eines Injektors vorgesehen, wobei das Fluid bzw. der Brennstoffstrom durch das Dämpfungselement in eine Vielzahl von Teilströmen unterteilt wird und wobei in Strömungsrichtung hinter dem Dämpfungselement die Teilströme wenigstens teilweise wiedervereint sind. Hier ist ein Lochblech und/oder ein (geordnetes) Gewebe/Geflecht bzw. Stapel hieraus von besonderem Vorteil, derartige Teilströme durch die Vielzahl der Löcher und/oder Gewebeporen zu generieren.

[0061] Durch die Aufteilung des Gesamtsstroms der Brennstoffmenge in Teilströme wird eine erhöhte Energiedissipation in dem Dämpfungselement realisiert, die auf unterschiedlichen Effekten beruhen kann. Dabei spielen insbesondere Reibungs- und Drosseleffekte eine Rolle. So wird beispielsweise durch die erfindungsgemäße Aufteilung des Gesamtstroms des Brennstofffluids die Kontaktfläche und die Kontaktzeit des Brennstoffluids 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.

[0062] Vorzugsweise werden wenigstens zwei derartiger Dämpfungselemente vorgesehen, wobei sich dazwischen eine Strömungszone befindet, in der die Teilströme wenigstens teilweise vereint sind.

[0063] Es hat sich überraschenderweise gezeigt, dass eine solche Anordnung zweier oder mehrerer Dämpfungselemente mit einem oder mehreren dazwischen liegenden Zwischenbereichen vereinter Teilströme einen Dämpfungseffekt bewirkt, der über die bloße Kumulation der Wirkung einzelner Dämpfungselemente hinausgeht.

[0064] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung werden die Teilströme hinter einem oder zwischen zwei Dämpfungselementen wieder vollständig vereint. Zum einen ergibt sich hierdurch ein besonders einfacher konstruktiver Aufbau der Vorrichtung, indem alle Teilströme hinter dem Dämpfungselement offen ausmünden können, zum anderen hat sich gezeigt, dass mit

einem derartigen Aufbau eine besonders gute Dämpfung von Druckpulsationen erzielbar ist.

[0065] In einer Weiterbildung der Erfindung werden die Teilströme innerhalb des Dämpfungselementes vollständig voneinander getrennt ausgebildet. Durch diese Maßnahme ist eine definierte Dämpfung für jeden einzelnen Teilstrom zu erzielen, ohne das eine Wechselwirkung der Teilströme innerhalb des Dämpfungselementes stattfindet.

[0066] Grundsätzlich wäre jedoch auch die Verwendung eines Dämpfungselementes möglich, bei dem die Teilströme innerhalb des Dämpfungselementes wenigstens teilweise miteinander in Verbindung stehen. Durch die Wechselwirkung der Teilströme untereinander kann das Dämpfungselement dann in seiner Gesamtheit im Hinblick auf die zu erzielende Dämpfungswirkung ausgelegt werden, da die Wechselwirkung der Teilströme untereinander hinsichtlich ihrer Dämpfungswirkung nur schwer erfassbar ist.

[0067] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird anhand der Figuren nachfolgend näher erläutert.

[0068] 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 Teilausschnitt 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.

[0069] Eine Brennstoffleitung 1 gemäß Figur 1 umfasst eine Hauptleitung 2, von der verschiedene Zweigleitungen 3 abzweigen.

[0070] 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.

[0071] 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.

[0072] 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. getestes werden kann und schließlich vormontiert in das Brennstpoffsystem 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.

[0073] 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.

[0074] 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.

[0075] 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.

[0076] Die Radialöffnung 15 steht in Verbindung mit einer Zuführungsleitung 16, die an einen nicht näher dargestellten Druckerzeuger angeschlossen wird.

[0077] 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.

[0078] 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.

[0079] 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.

[0080] Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 sind sowohl in der Hauptleitung als auch in den Zweigleitungen Dämpfungselemente untergebracht. Da die Brennstoffzufuhr als Gesamtssystem 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.

[0081] 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-/Gewebelagen angedeutet. Die Dämpfungselemente 23, 24 sind in einem Trägerrohr 26 angebracht, sodass die Dämpfungseinheit 21 als komplette Baueinheit handhabbar ist.

[0082] 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.

[0083] Figur 3 zeigt ein Ausschnitt aus einem Lohblech 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.

[0084] 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.

[0085] 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 Düsennadel 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 Düsennadel 35 den Einspritzvorgang sowohl hinsichtlich des zeitlichen Verlaufs und dadurch auch im Hinblick auf das eingespritzte Brennstoffvolumen steuern.

[0086] 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 Düsennadel 35 verschlossen, sodass für das Brennstofffluid nur der Weg durch Stapeel 20 verbleibt. Hierdurch wird die erfindungsgemäße Dämpfungswirkung unmittelbar am Entstehungsort der Pulsation in der Nähe der Düsenöffnung 33 erzeugt.

[0087] Auch derartige ringförmige Dämpfungselemente 29 können in mehrfacher Ausführung mit Zwischen-

räumen entsprechend dem Zwischenraum 25 nach der Ausführung gemäß Figur 3 eingesetzt werden, um die Dämpfungswirkung weiter zu erhöhen.

[0088] 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 erfinddungsgemäßen Dämpfung beiträgt. Die in Figur 1 eingezeichneten Dämpfungselemente können beispielsweise mit einem Dämpfungselement 17 gemäß Figur 2 zum Teil ersetzt bzw. kombiniert verwendet werden.

[0089] 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.

[0090] In der Ausführung gemäß Figur 7 ist erkennbar, dass erfindungsgemäße Dämpfungseinheiten 45, 46 den Injektoren 42, 43 vorgeordnet sind.

[0091] 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.

[0092] 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.

[0093] 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.

[0094] 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 einen 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.

[0095] Ebenfalls kann zur Generierung von Kapillaren 28 bzw.

[0096] Kapillarbündeln ein Bündel aus Vollrohren bzw. Draht 98 oder dergleichen (Figur 9 d) verwendet werden.

[0097] 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 eingeätzt werde. 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.

[0098] Beispielsweise können Kapillare durch Nanotubes und Microstrukturen generiert werden.

[0099] Der vorteilhafte Durchmesser einer Pore bzw. Kapillare beträgt 10μm-40μm, um in vorteilhafter Weise eine Verschmutzung bzw. ein Zusetzen zu vermeiden und einen gute Dämpfung zu erreichen.

[0100] 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.

[0101] 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.

[0102] 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 Durckverlauf ohne Dämpfungselemente und Figur 10b mit Dämfung.

[0103] 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).

[0104] Ein vorteilhaftes Dämpfungselement vorzugsweise 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 Gesamtsstroms der Brennstoffmenge in Teilströme wird eine erhöhte Energiedissipation in dem Dämpfungselement realisiert, die auf unterschiedlichen Effekten beruhen kann. Dabei spielen insbesondere Reibungs- und Drosseleffekte 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.

[0105] 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

[0106]

1 Brennstoffleitung

2 Hauptleitung

3 Zweigleitung

4 Zweigleitung

5 Zweigleitung

6 Zweigleitung

7 Dämpfungselement

8 Dämpfungselement

9 Dämpfungselement

10 Dämpfungselement

11 Dämpfungseinheit

12 Rohr

13 Radialöffnung

14 Radialöffnung

15 Radialöffnung

16 Zuführungsleitung

17 Dämpfungselement

18 Dämpfungselement

19 Stapel

20 Stapel

21 Dämpfungseinheit

22 Brennstoffleitung

23 Dämpfungselement

24 Dämpfungselement

25 Zwischenraum

26 Trägerrohr

27 Lochblech

28 Löcher

29 Dämpfungselement

30 Zentralbohrung

31 Injektor

32 Düsengehäuse

33 Düsenöffnung

34 Brennstoffleitung

35 Düsennadel

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 wenigstens ein Dämpfungselement zur Reduktion von Brennstofffluid-Druckwellen zwischen dem Druckerzeuger und der Einspritzöffnung des Injektors vorgesehen ist, wobei das Dämpfungselement mehrere Strömungswege mit frei durchströmbarer, einen Querschnittsdurchmesser aufweisende, durchschnittliche Querschnittsfläche und/oder mit frei durchströmbaren, einen Porendurchmesser aufweisende Poren umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dämpfungselement wenigstens einen Stapel mit wenigstens zwei Dämpfungsschichten umfasst.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfungsschichten als Lochbleche und/oder als Geflechte und/oder als mehrere, aneinanderliegende oder ineinandergeschlungene Stränge aufweisende Einheiten ausgebildet sind.

3. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** das Geflecht mehrere Metalldrähte und/oder mehrere Drahtseile aufweist, wobei die Drahtseile mehrere Litzen und/oder Kardeelen umfassen.

4. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dämpfungselement (17, 18) ein porenbildendes Material (19, 20) umfasst.

5. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Dämpfungselemente mit unterschiedlich ausgebildeten Stapeln vorgesehen sind, wobei ein erstes Dämpfungselement wenigstens ein erstes Material und/oder eine erste Struktur aufweist und wobei ein zweites Dämpfungselement wenigstens ein zweites, zum ersten verschiedenes Material und/oder eine zweite, zur ersten verschiedene Struktur aufweist.

6. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei benachbarte Dämpfungsschichten wenigstens teilweise sich berührende Berührungsflächen aufweisen.

7. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen zwei benachbarten Dämpfungsschichten wenigsten teilweise ein Abstand und/oder ein Hohlraum vorgesehen ist, wobei der Abstand und/oder der Hohlraum eine Strömungszone für das Brennstofffluid ausbildet.

8. 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.

9. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Strömungsrichtung vor und/oder hinter dem Dämpfungselement wenigstens ein Stützelement und/oder Trägerelement zum Stützen oder Tragen des Stapels vorgesehen ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine in Strömungsrichtung des Brennstofffluids ausgerichtete Länge der Dämpfungselemente im Wesentlichen zwischen 1 und 100 Millimetern groß ist

11. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Querschnittsdurchmesser der Querschnittsfläche und/oder der Porendurchmesser der Poren im Wesentlichen zwischen 5 und 150 Mikrometern groß ist.

12. 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.

13. 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.

14. 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. Injektionseinheit für eine Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Injektor und eine vorgeordnete Dämpfungseinheit nach dem vorgenannten Anspruch vorgesehen sind.

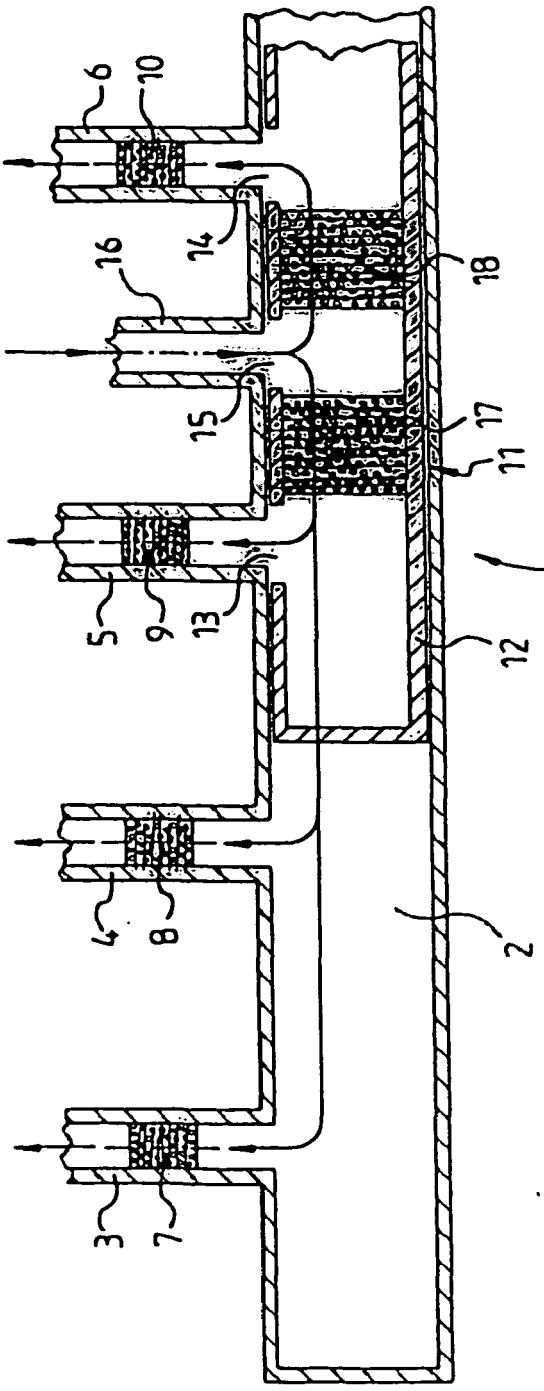


Fig.1

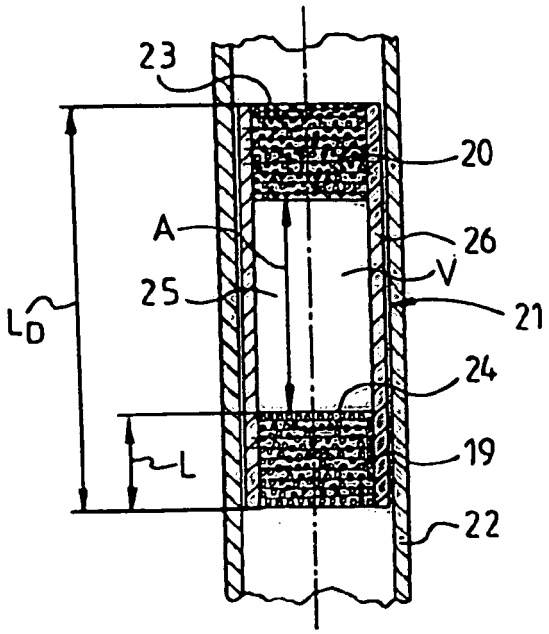


Fig. 2

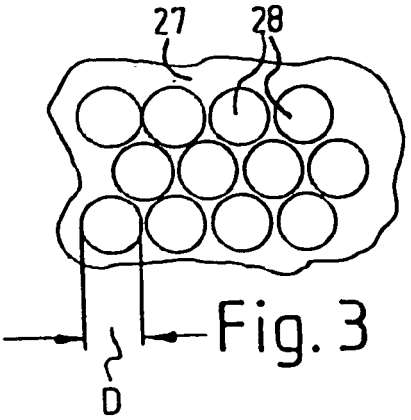


Fig. 3

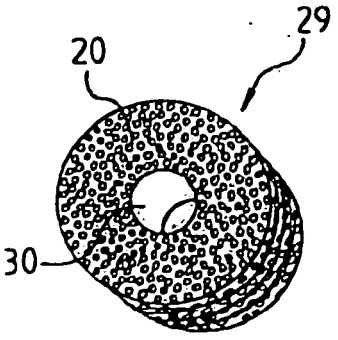


Fig. 4

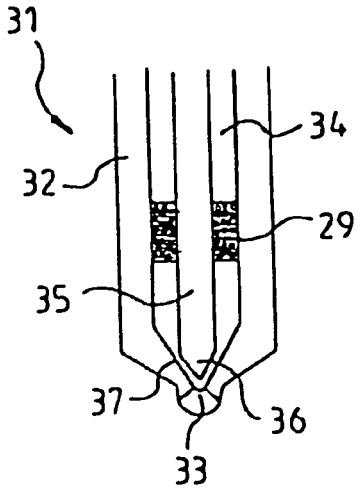


Fig. 5

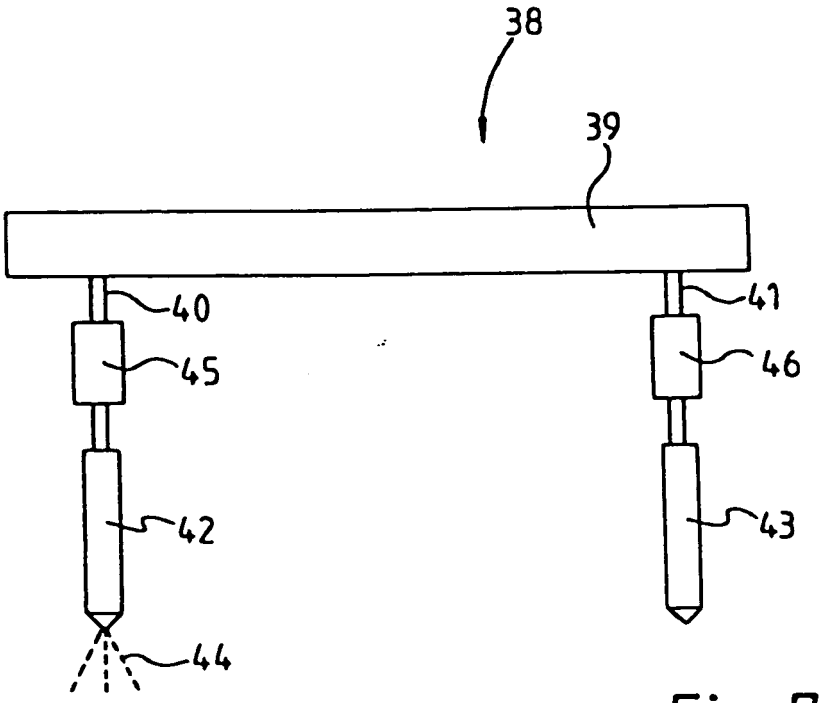


Fig.7

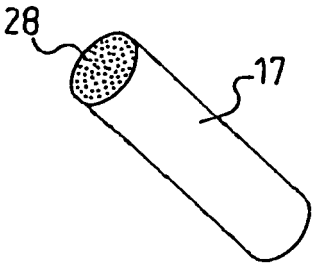
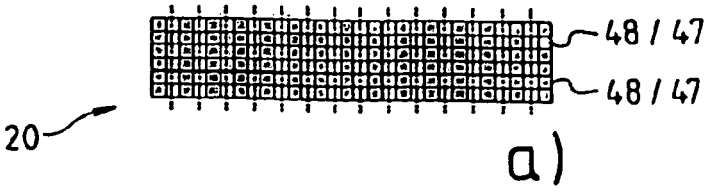


Fig.6



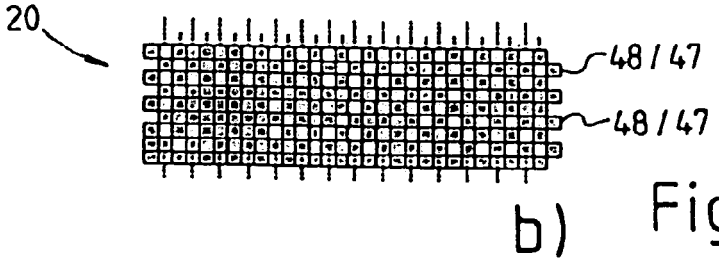
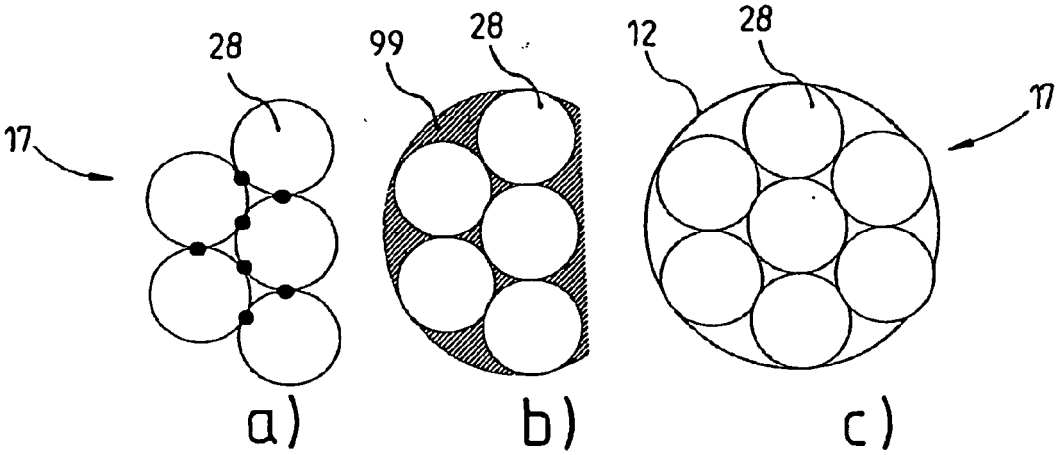


Fig.8



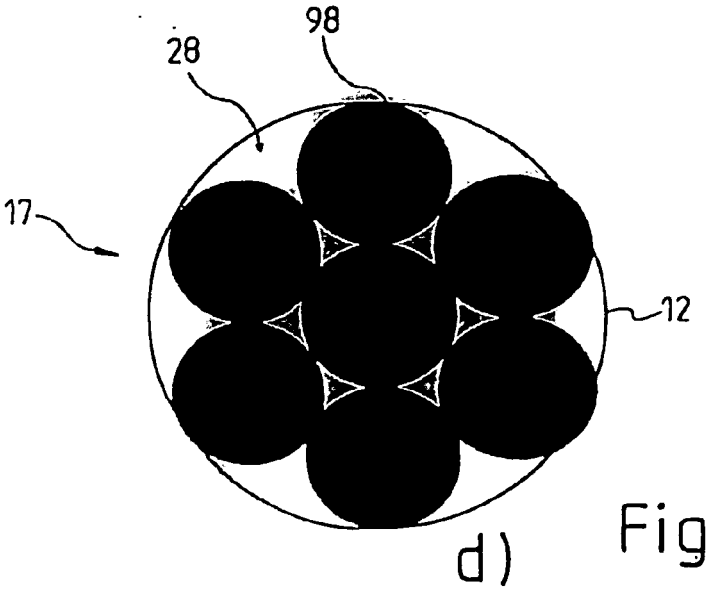
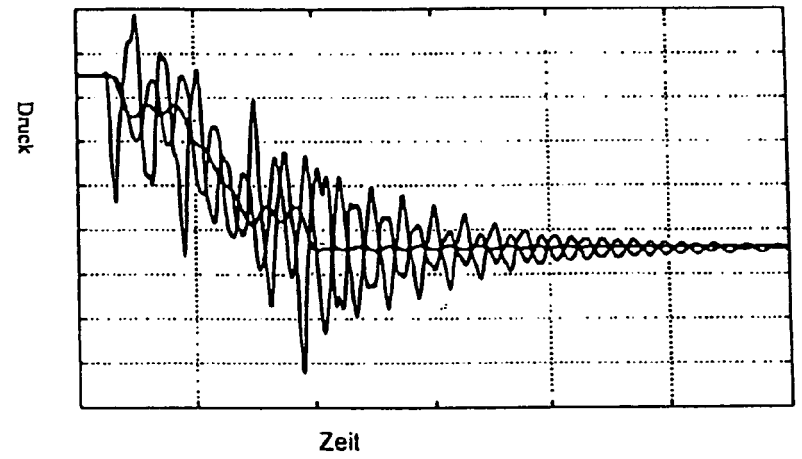
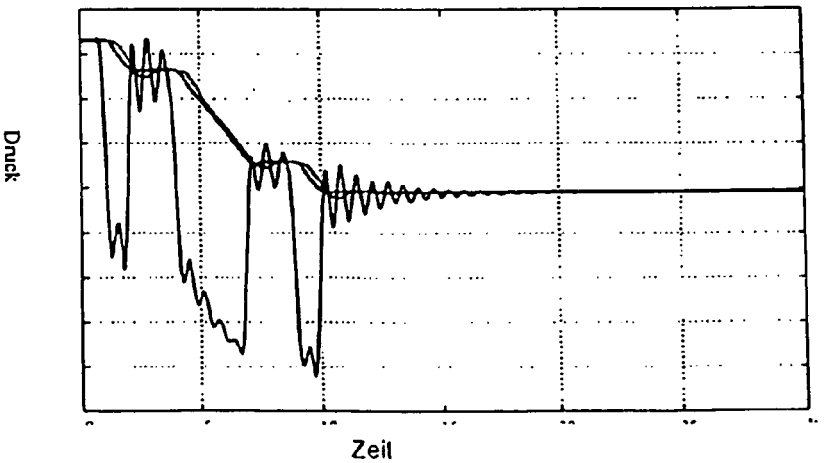


Fig.9



a)



b)

Fig.10

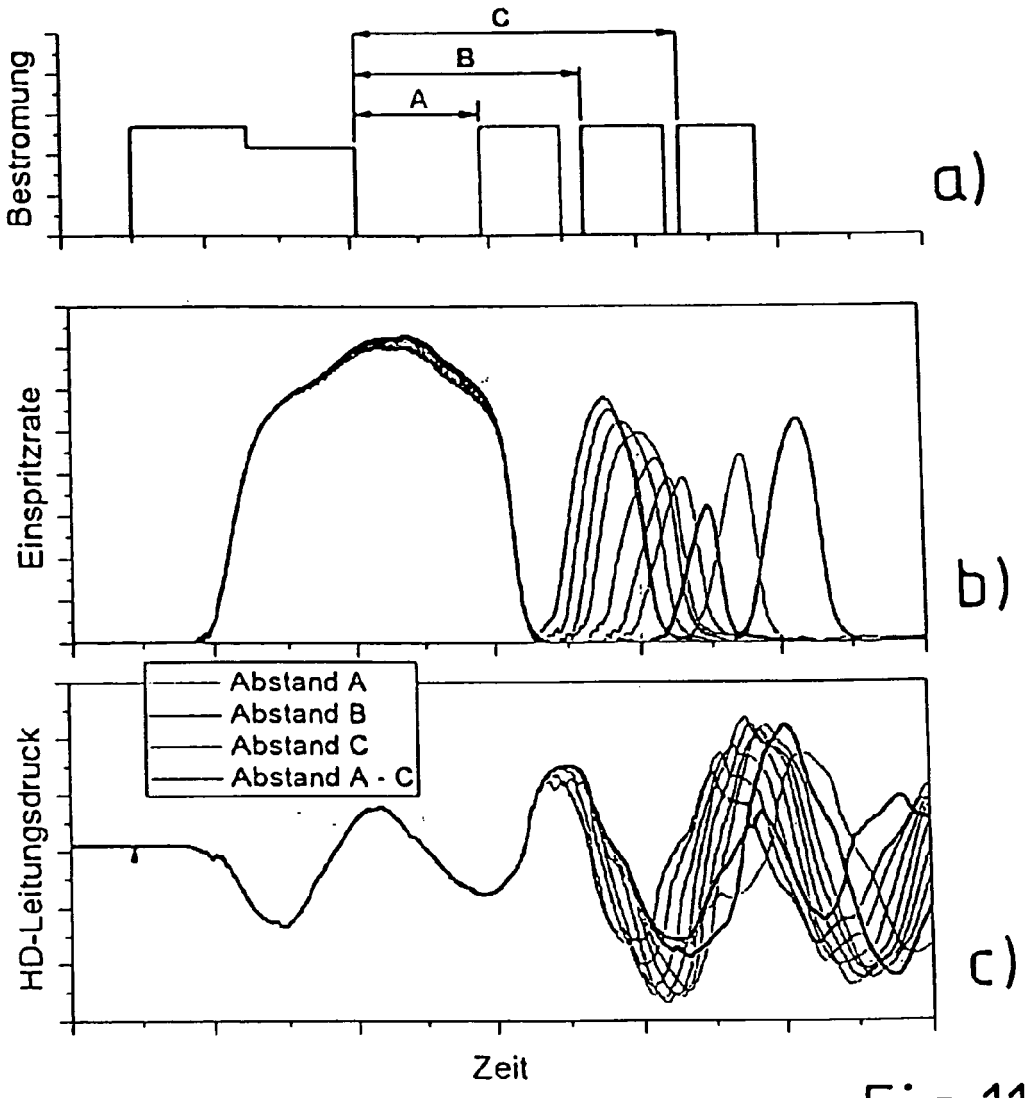

C
B
A
Bestromung
a)
Einspritzrate
b)
Abstand A
Abstand B
Abstand C
Abstand A - C
HD-Leitungsdruck
c)
Zeit

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]**