



(10) **AT 518510 A2 2017-10-15**

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50074/2017 (51) Int. Cl.: **F02M 47/02** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 02.02.2017 **F02M 55/02** (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: 15.10.2017 **F02M 63/00** (2006.01)

(30) Priorität:
18.03.2016 CH 00379/16 beansprucht.

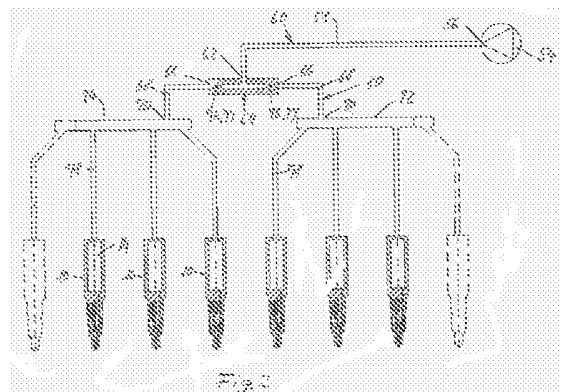
(71) Patentanmelder:
Ganser CRS AG
8404 Winterthur (CH)

(72) Erfinder:
Ganser Marco
6315 Oberägeri (CH)

(74) Vertreter:
Puchberger & Partner Patentanwälte
Wien (AT)

(54) **Speichereinspritzsystem für Verbrennungskraftmaschinen**

(57) Das Speichereinspritzsystem zur intermittierenden Einspritzung von Hochdruckbrennstoff in die Brennräume einer Brennkraftmaschine weist eine Hochdruckfördereinrichtung (54) auf, welche über eine Hochdruckspeiseleitung (60) zwei externe Einzelspeicher (72, 74) speist. Von jedem der externen Einzelspeicher (72, 74) führen individuelle Hochdruckleitungen (78) zu den wenigstens drei zugeordneten Einspritzeinheiten (10). Die Hochdruckleitungen (78) verbinden die externen Einzelspeicher (72, 74) mit den diskreten Speicherkammern (14) der Einspritzeinheiten (10) drosselungsfrei. Jedem der Einzelspeicher (72, 74) ist jedoch eine Drosselvorrichtung (76) zugeordnet, welche den Fluss des Hochdruckbrennstoffs in beiden Richtungen wenigstens annähernd gleich drosselt. Dadurch werden die geforderten reproduzierbar gleichen Einspritzvorgänge der Einspritzventile (12) der Einspritzeinheiten (10) erzielt, obwohl die Leitungselemente (80) dazu eine zu geringe Speicherwirkung aufweisen.



AT 518510 A2 2017-10-15

Zusammenfassung

Das Speichereinspritzsystem zur intermittierenden Einspritzung von Hochdruckbrennstoff in die Brennräume einer Brennkraftmaschine weist eine Hochdruckfördereinrichtung (54) auf, welche über eine Hochdruckspeiseleitung (60) zwei externe Einzelspeicher (72, 74) speist. Von jedem der externen Einzelspeicher (72, 74) führen individuelle Hochdruckleitungen (78) zu den wenigstens drei zugeordneten Einspritzeinheiten (10). Die Hochdruckleitungen (78) verbinden die externen Einzelspeicher (72, 74) mit den diskreten Speicherkammern (14) der Einspritzeinheiten (10) drosselungsfrei. Jedem der Einzelspeicher (72, 74) ist jedoch eine Drosselvorrichtung (76) zugeordnet, welche den Fluss des Hochdruckbrennstoffs in beiden Richtungen wenigstens annähernd gleich drosselt. Dadurch werden die geforderten reproduzierbar gleichen Einspritzvorgänge der Einspritzventile (12) der Einspritzeinheiten (10) erzielt, obwohl die Leitungselemente (80) dazu eine zu geringe Speicherwirkung aufweisen.

(Fig. 2)

Speichereinspritzsystem für Verbrennungskraftmaschinen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Speichereinspritzsystem zur intermittierenden Einspritzung von Hochdruckbrennstoff in Brennräume einer Brennkraftmaschine.
5

Ein Speichereinspritzsystem dieser Art ist in der älteren internationalen Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen PCT/EP2015/072244 offenbart. Dieses Speichereinspritzsystem weist Einspritzeinheiten mit je einem Einspritzventil und einer diskreten Speicherkammer auf. Den Einspritzeinheiten sind Drosselvorrichtungen zugeordnet, welche den Fluss des Hochdruckbrennstoffs in Richtung zur jeweiligen Einspritzeinheit ungehindert zulassen und in entgegengesetzter Richtung drosseln.
10 Weiter weist das Speichereinspritzsystem mindestens zwei externe Einzelspeicher auf, welche die ihnen zugeordneten Einspritzeinheiten mit Hochdruckbrennstoff speisen. Diesen Einzelspeichern ist je eine weitere Drosselvorrichtung vorgeschaltet, welche den Fluss des Hochdruckbrennstoffs von einer Hochdruckfördereinrichtung in die externen Einzelspeicher ungehindert zulässt und in entgegengesetzter Richtung drosselt. Dies ermöglicht, dass jedem Einspritzventil während eines Einspritzvorgangs Hochdruckbrennstoff sowohl aus der zugeordneten diskreten Speicherkammer als auch aus diskreten Speicherkammern anderer Einspritzeinheiten und den externen Einzelspeichern und von der Hochdruckfördereinrichtung zufließen kann. Dadurch sind reproduzierbar gleiche Einspritzvorgänge bei kleinem Speichervolumen der
25 Leitungselemente ermöglicht.
30

Ein weiteres Speichereinspritzsystem ist aus dem Dokument
WO 2007/009279 A1 bekannt. Dieses Hochdruck-
Speichereinspritzsystem für eine Brennkraftmaschine,
vorzugsweise einen Dieselmotor, weist eine Anzahl
5 Einspritzventile auf, welche über Brennstoffleitungen mit
einer Hochdruckfördereinrichtung verbunden sind. Jedem
Einspritzventil sind eine Speicherkammer und ein
Rückschlagventil mit dazu parallel geschalteter Bypass-
Drossel zugeordnet. Dank dem jedem Einspritzventil
10 zugeordneten Rückschlagventil mit parallel geschalteter
Bypass-Drossel können mit dem Speichereinspritzsystem auch
dann noch stabile und reproduzierbare Einspritzvorgänge
mit einem günstigen Druckverlauf bei jedem
Einspritzvorgang realisiert werden, wenn die diskreten
15 Speicherkammern ein ungewöhnlich kleines Volumen
aufweisen. Die Speicherkammern können im Gehäuse der
Einspritzventile integriert sein und externe
Einzelspeicher in Form von Commonrails entfallen.

Weitere Brennstoffeinspritzsysteme sind aus den Dokument
20 DE 10 2009 055 129 A1, EP 1 469 189 A1, EP 0 657 642 A2,
DE 37 00 687 A1, US 2004/0112337 A1 und DE 102 38 951 A1
bekannt.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein
kostengünstiger herstellbares Speichereinspritzsystem zu
25 schaffen, welches dennoch stabile und reproduzierbare
Einspritzvorgänge mit einem günstigen Druckverlauf bei
jedem Einspritzvorgang gewährleistet.

Diese Aufgabe wird mit einem Speichereinspritzsystem,
welches die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist, gelöst.

30 Das Speichereinspritzsystem zur intermittierenden
Einspritzung von Hochdruckbrennstoff in Brennräume einer

Brennkraftmaschine, insbesondere eines Dieselmotors, weist eine Hochdruckfördereinrichtung auf, welche eine Anzahl Einspritzeinheiten mit je einem Einspritzventil und je einer diesem zugeordneten diskreten Speicherkammer mit
5 Hochdruckbrennstoff versorgt.

In der Regel weist die Hochdruckfördereinrichtung eine Hochdruckpumpe auf, welche bevorzugt von der Brennkraftmaschine mechanisch und mit festem Drehzahlverhältnis angetrieben ist.

10 Die Einspritzeinheiten sind miteinander und mit der Hochdruckfördereinrichtung über hydraulische Leitungselemente verbunden, welche eine zu geringe Speicherwirkung aufweisen, um die geforderten reproduzierbar gleichen Einspritzvorgänge der
15 Einspritzventile zu gewährleisten.

Die Leitungselemente weisen wenigstens zwei externe Einzelspeicher - bevorzugt in Form eines Rails - und eine diese mit der Hochdruckfördereinrichtung verbindende Hochdruckspeiseleitung auf. Weiter weisen die
20 Leitungselemente pro Einspritzeinheit eine Hochdruckleitung auf, wobei diese Hochdruckleitungen die diskreten Speicherkammern von den wenigstens drei jedem der externen Einzelspeicher zugeordneten Einspritzeinheiten individuell mit den zugeordneten
25 externen Einzelspeicher wenigstens annähernd ungedrosselt verbinden; das heisst, dass diese Verbindungen frei von Drosselvorrichtungen sind.

Hingegen ist jedem der externen Einzelspeicher eine Drosselvorrichtung zugeordnet, beziehungsweise
30 vorgeschaltet, welche mittels einer festen Geometrie aufweisenden Drosseldurchlasses ausschliesslich

Drosselwirkung entfaltet. Mit andern Worten muss der Hochdruckbrennstoff in Richtung von der Hochdruckfördereinrichtung in den betreffenden externen Einzelspeicher sowie in entgegengesetzter Richtung durch
5 den Drosseldurchlass fließen.

Die Drosselvorrichtungen weisen kein dem Drosseldurchlass vor- oder parallelgeschaltetes Rückschlagventil auf.

Der Vorteil des erfindungsgemässen Speichereinspritzsystems gegenüber dem aus der
10 internationalen Patentanmeldung PCT/EP 2015/072244 bekannten Einspritzsystem liegt insbesondere darin, dass zwischen den externen Einzelspeichern und den diskreten Speicherkammern der Einspritzeinheiten keine
15 Drosselvorrichtungen vorhanden sind, insbesondere keine den Fluss des Hochdruckbrennstoffs in Richtung zum Einspritzventil wenigstens annähernd ungehindert zulassende und in entgegengesetzter Richtung drosselnde Drosselvorrichtungen. Weiter sind die den externen Einzelspeichern vorgeschalteten Drosselvorrichtungen im
20 Aufbau einfacher als jene gemäss der internationalen Patentanmeldung PCT/EP 2015/072244.

Bevorzugt sind die Drosseldurchlässe der Drosselvorrichtungen identisch ausgebildet; sie haben somit dieselbe Geometrie. Dies führt zu einer günstigen
25 Herstellung der Drosselvorrichtungen und zu gleichen Drosseleigenschaften der Drosselvorrichtungen.

Bevorzugt drosseln die Drosselvorrichtungen den Fluss des Hochdruckbrennstoffs in Richtung von der Hochdruckfördereinrichtung in den betreffenden externen
30 Einzelspeicher sowie in entgegengesetzter Richtung wenigstens annähernd gleich. Mit andern Worten haben die

Drosselvorrichtungen in beiden Strömungsrichtungen wenigstens annähernd gleiche Drosseleigenschaften.

Jedem externen Einzelspeicher sind mindestens drei Einspritzeinheiten zugeordnet, das heisst, letztere werden
5 über den betreffenden Einzelspeicher gespeist. Es können jedem der externen Einzelspeicher auch vier Einspritzeinheiten zugeordnet sein.

Bevorzugt weisen die hydraulischen Leitungselemente genau zwei externe Einzelspeicher auf. Es können somit die
10 Einspritzeinheiten von Brennkraftmaschinen mit zwei Zylinderbänken à drei bis vier Zylinder beziehungsweise Brennräume oder einer Zylinderbank mit sechs bis acht Zylinder beziehungsweise Brennräume mit Hochdruckbrennstoff versorgt werden.

Bevorzugt weist die Hochdruckspeiseleitung ein Verteilerelement, insbesondere in der Form eines T-Stücks auf, wobei von der Hochdruckfördereinrichtung zum Verteilerelement ein Förderabschnitt der Hochdruckspeiseleitung führt und wobei pro externen
20 Einzelspeicher ein Speiseabschnitt der Hochdruckspeiseleitung vom Verteilerelement zum zugeordneten externen Einzelspeicher führt. Dies ermöglicht eine kurze Gesamtlänge der Leitungselemente.

Bevorzugt sind die Drosselvorrichtungen in die
25 Speiseabschnitte eingebaut, wobei sich die Drosselvorrichtungen in unmittelbare Nähe der externen Einzelspeicher, vorzugsweise bei deren Eingang, sich in unmittelbarer Nähe des Verteilerelements, vorzugsweise bei dessen Ausgang, oder sich im Abstand zu den
30 Einzelspeichern und dem Verteilerelement befinden können.

Dies bietet die Möglichkeit, je nach vorhandenem Platz, die Drosselvorrichtung an geeigneter Stelle anzuordnen.

Bevorzugt sind die Drosselvorrichtungen in das Verteilerelement selber eingebaut oder sie sind am Verteilerelement selber ausgebildet. Dies führt zu einer äusserst platzsparenden Ausführungsform.

Es besteht die Möglichkeit, das Verteilerelement nahe bei der Hochdruckfördereinrichtung anzuordnen, sodass der Förderabschnitt verglichen mit den Speiseabschnitten wesentlich kürzer ausgebildet ist. Diese Ausführungsform kann insbesondere dann von Vorteil sein, wenn die dem einen externen Einzelspeicher zugeordneten Einspritzeinheiten einer Zylinderbank der Brennkraftmaschine und die dem andern externen Einzelspeicher zugeordneten Einspritzeinheiten einer andern Zylinderbank der Brennkraftmaschine zugeordnet sind.

Es ist jedoch auch möglich, das Verteilerelement nahe der externen Einzelspeicher anzuordnen, sodass der Förderabschnitt, verglichen mit den Speiseabschnitten länger ausfällt. Dies kann von Vorteil sein, wenn die den externen Einzelspeicher zugeordneten Einspritzeinheiten derselben Zylinderbank zugeordnet sind.

Es ist jedoch auch möglich, das Verteilerelement direkt an einem Hochdruckausgang der Hochdruckfördereinrichtung anzuordnen derart, dass vom Verteilerelement zu jedem externen Einzelspeicher ein Speiseabschnitt der Hochdruckspeiseleitung führt.

Bei dieser Ausführungsform sind bevorzugt die Drosselvorrichtungen in das Verteilerelement eingebaut

oder an diesem ausgebildet, was zu einer besonders platzsparenden Ausführungsform beiträgt.

Es ist jedoch auch möglich, bei dieser Ausführungsform die Drosselvorrichtungen in unmittelbarer Nähe zum Verteilerelement, vorzugsweise an dessen Ausgang oder in unmittelbarer Nähe der externen Einzelspeicher, vorzugsweise bei deren Eingang anzuordnen. Selbstverständlich ist es auch möglich, die Drosselvorrichtungen in einem Abstand zur Hochdruckfördereinrichtung und den externen Einzelspeichern zu platzieren.

Je nach gegebener geometrischer Anordnung der Brennräume der Brennkraftmaschine erlauben die angegebenen Möglichkeiten eine optimale Ausführungsform der Leitungselemente zu wählen.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass es durchaus möglich ist, den externen Einzelspeichern eine unterschiedliche Anzahl Einspritzeinheiten zuzuordnen, beispielsweise dem einen externen Einzelspeicher drei Einspritzeinheiten und dem andern vier.

Weiter ist es möglich, einen zweiten Satz von Einspritzeinheiten - d.h. weitere Einspritzeinheiten - und hydraulischen Leitungselementen - d.h. weitere hydraulische Leitungselemente - vorzusehen, die gemäss den oben genannten Möglichkeiten ausgebildet sind und von derselben Hochdruckfördereinrichtung gespiesen werden. Dadurch ist das Speichereinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einer grösseren Anzahl - das heisst, zwölf bis sechzehn - Zylinder beziehungsweise Brennräume geeignet.

Es ist sogar denkbar, mit einer der soeben beschriebenen Ausführungsform ähnlichen Ausführungsform eine Verbrennungskraftmaschine mit zwanzig Zylindern - beispielsweise einen V20 Motor mit zwei Bänken à zehn
5 Zylinder beziehungsweise Brennräume - mit Hochdruckbrennstoff zu versorgen. In diesem Fall hätten die beiden Sätze von hydraulischen Leitungselementen entweder je drei externe Einzelspeicher, wobei zwei dieser externen Einzelspeicher je drei Einspritzeinheiten und
10 einer dieser externen Einzelspeicher vier Einspritzeinheiten mit Hochdruckbrennstoff versorgt, oder je zwei externe Einzelspeicher, wobei jeder dieser externen Einzelspeicher je fünf Einspritzeinheiten mit Hochdruckbrennstoff versorgt.

15 Bevorzugt weist das Verteilerelement einen Verteilerblock auf, an welchen ein Eingang - zum Verbinden des Verteilerblocks mit der Hochdruckfördereinrichtung - und Ausgänge - zum Verbinden des Verteilerblocks mit den externen Einzelspeichern - ausgebildet sind. Vom Boden des
20 Eingangs verläuft im Verteilerblock eine Sacklochbohrung, deren Lochboden vorzugsweise gerundet, beispielsweise halbkugelförmig, ausgebildet ist. Vom Boden jedes Ausgangs geht eine Querbohrung aus, welche in die Sacklochbohrung, vorzugsweise in einem Abstand zum Lochboden, mündet. Jede
25 der Querbohrungen bildet einen Drosseldurchlass. Jeder Drosseldurchlass hat einen engsten Strömungsquerschnitt, welcher bevorzugt unmittelbar bei der Sacklochbohrung liegt.

Es sei erwähnt, dass der engste Querschnitt auch über
30 einen Teil der Länge der Querbohrung oder über deren gesamte Länge gegeben sein kann.

Es ist auch möglich, die Drosseldurchlässe konisch auszubilden und dadurch in beiden Strömungsrichtungen in einem gewissen Grad unterschiedliche Drosseleigenschaften zu erhalten.

- 5 Der Strömungsquerschnitt der Sacklochbohrung ist grösser als die Summe der engsten Strömungsquerschnitte der Drosseldurchlässe.

Bevorzugt verlaufen die Querbohrungen rechtwinklig zur Sacklochbohrung.

- 10 Der Eingang und die Ausgänge sind bevorzugt zur Hochdruckschraubverbindung ausgebildet. Dazu weisen sie bevorzugt am Verteilerblock ausgebildete Anschlussacklochbohrungen mit einem Innengewinde auf, wobei im Boden der Anschlussacklochbohrungen konische
15 Hochdruckdichtflächen ausgebildet sind, von welchen aus die Sacklochbohrung beziehungsweise die Querbohrungen verlaufen.

- Die Drosselvorrichtungen müssen einen Querschnitt haben, welcher gestattet, dass sich der Druck im externen
20 Einzelspeicher von einer „ersten“ Einspritzung zu einer „zweiten“ Einspritzung mit kurzem zeitlichem Abstand gerade ganz erholen kann. Bei Einspritzungen mit grösserem zeitlichem Abstand erholt sich der Druck im betreffenden externen Einzelspeicher dann rascher als nötig und
25 verhardt, gegebenenfalls mit kleinen Rest-Druckschwingungen, auf dem Maximum.

Die Erfindung wird anhand in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen rein schematisch:

- Fig. 1 im Längsschnitt eine Einspritzeinheit mit einem Einspritzventil und einer im selben Gehäuse angeordneten diskreten Speicherkammer, jedoch ohne Drosselvorrichtung;
- 5 Fig. 2 eine erste Ausführungsform des Speichereinspritzsystems mit zwei externen Einzelspeichern, welche je mindestens drei Einspritzeinheiten speisen und über ein Verteilerelement mit darin angeordneten
10 Drosselvorrichtungen mittels der Hochdruckfördereinrichtung mit Hochdruckbrennstoff versorgt werden;
- Fig. 3 eine zweite Ausführungsform des Speichereinspritzsystems mit zwei externen
15 Einzelspeichern, welche je mindestens drei Einspritzeinheiten speisen und von der Hochdruckfördereinrichtung mit Hochdruckbrennstoff versorgt werden, wobei eingangsseitig jedes Einzelspeichers eine
20 Drosselvorrichtung vorgesehen ist;
- Fig. 4 eine dritte Ausführungsform des Speichereinspritzsystems mit zwei externen Einzelspeichern, welche je mindestens drei
25 Einspritzeinheiten speisen und von der Hochdruckfördereinrichtung mit Hochdruckbrennstoff versorgt werden, wobei nahe der Hochdruckfördereinrichtung ein Verteilerelement mit darin integrierten Drosselvorrichtungen angeordnet ist;

- Fig. 5 eine vierte Ausführungsform des Speichereinspritzsystems mit zwei gespiegelt angeordneten Speichereinspritzsystemen gemäss Fig. 2;
- 5 Fig. 6 die mit einer Simulationsberechnung der Ausführungsform gemäss Fig. 2 mit vier Einspritzeinheiten pro externem Einzelspeicher errechneten Druckverläufe bei Volllast-Einspritzungen in die Zylinder beziehungsweise
10 Brennräume eins bis vier, unmittelbar vor den Düsen-spritzöffnungen (Sacklochdruck) und in der Mitte des zugeordneten externen Einzelspeichers;
- Fig. 7 in gleicher Darstellung wie Fig. 6 die entsprechenden Druckverläufe für die Zylinder
15 fünf bis acht; und
- Fig. 8 im Querschnitt eine Ausführungsform eines Verteilerelements.

In der Figurenbeschreibung werden für die gleichen oder gleichwirkenden Teile immer dieselben Bezugszeichen
20 verwendet.

Fig. 1 zeigt im Längsschnitt eine Einspritzeinheit 10, welche ein Einspritzventil 12 und eine diesem zugeordnete diskrete Speicherkammer 14 umfasst. Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Komponenten des
25 Einspritzventils 12 und die diskrete Speisekammer 14 in einem gemeinsamen Gehäuse 16 angeordnet. Der Aufbau und die Funktionsweise der Einspritzeinheit 10 ist dieselbe wie dies im Dokument WO 2007/009297 A1 offenbart ist. Das

Gehäuse 16 ist vereinfacht zweiteilig ausgebildet dargestellt, wobei es einen Gehäuseteil 18 aufweist, in welchem die diskrete Speicherkammer 14 ausgebildet ist und in welchem eine elektromagnetische Aktuatoranordnung 20 aufgenommen ist. Weiter weist das Gehäuse 16 einen Düsenkörper 22 auf, welcher stirnseitig am Gehäuseteil 18 anliegt und mittels einer Überwurfmutter 24 dichtend an diesem gehalten ist. Auf der dem Düsenkörper 22 abgewandten Stirnseite weist das Gehäuse 16 beziehungsweise der Gehäuseteil 18 einen Hochdruckbrennstoffeinlass 26 (ohne Drosselvorrichtung) auf, welcher in die diskrete Speicherkammer 14 mündet.

Von der diskreten Speicherkammer 14 verläuft in Längsrichtung des Gehäuses 16 durch den Gehäuseteil 18 hindurch ein Brennstoffkanal 28, welcher sich im Düsenkörper 22 in einem Winkel zur Längsrichtung fortsetzt und in eine Längsausnehmung 30 im Düsenkörper 22 mündet.

In der Längsausnehmung 30 befindet sich in bekannter Art und Weise ein nadelförmig ausgebildetes Einspritzventilglied 32, welches mittels einer Druckfeder 34 mit einer in Richtung auf einen Einspritzventilsitz 36 zu gerichteten Schliesskraft beaufschlagt wird.

Der mit dem Einspritzventilglied 32 zusammenwirkende, konisch geformte Einspritzventilsitz 36 ist am Düsenkörper 22 ausgebildet. Stromabwärts des Einspritzventilsitzes 36 weist der Düsenkörper 22 ein kugelabschnittförmiges Sackloch auf, von welchem aus eine Düse 38 bildende Düsenspritzöffnungen 40 durch die Wand des Düsenkörpers 22 verlaufen. Im montierten Zustand münden die

Düsenspritzöffnungen 40 in den betreffenden Brennraum der Brennkraftmaschine.

Andererseits stützt sich die Druckfeder 34 an einer Hülse 42 ab, in welcher ein am Einspritzventilglied 32 ausgebildeter, doppelt wirkender Kolben 44 in enger Gleitpassung geführt ist. Der Kolben 44 und die Hülse 42 begrenzen einen Steuerraum 46 einer hydraulischen Steuereinrichtung 48, zu welcher im gezeigten Ausführungsbeispiel auch ein Zwischenventil 50 gehört.

10 Für eine Einspritzung von Hochdruckbrennstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine wird die Aktuatoranordnung 20 erregt, wodurch aus dem Steuerraum 46 Brennstoff in einen Brennstoffrücklauf 52 ausfließen kann und dadurch der Druck im Steuerraum 46 abfällt. Dies hat
15 zur Folge, dass das Einspritzventilglied 32 vom Einspritzventilsitz 36 abgehoben wird und Hochdruckbrennstoff durch die Düsenspritzöffnungen 40 in den Brennraum eingespritzt wird. Zur Beendigung des Einspritzvorgangs wird die Aktuatoranordnung 20 entregt,
20 wodurch der Steuerraum 46 vom Brennstoffrücklauf 52 abgetrennt wird und über das Zwischenventil 50 Brennstoff in den Steuerraum 46 einströmt, um im Steuerraum 46 den Druck zu erhöhen. Infolge dessen wird das Einspritzventilglied 32 wieder in Anlage an den
25 Einspritzventilsitz 36 gebracht, was den Einspritzvorgang beendet.

Die Dimensionierung der diskreten Speicherkammer 14 ist beispielsweise auch im Dokument WO 2007/009279 A1 offenbart. Die betreffende Offenbarung sei durch
30 Referenzname in den vorliegenden Text integriert.

Für das erfindungsgemäße Speichereinspritzsystem können auch Einspritzeinheiten anderer Bauart, insbesondere Einspritzventile anderer Bauart eingesetzt werden.

Fig. 2 zeigt eine erste Ausführungsform eines
5 erfindungsgemässen Speichereinspritzsystems. Dieses weist, wie jede andere Ausführungsform auch, eine Hochdruckfördereinrichtung 54 auf. In der Regel ist die Hochdruckfördereinrichtung 54 eine Hochdruckpumpe, welche von der Brennkraftmaschine mechanisch und mit festem
10 Drehzahl Verhältnis angetrieben wird. Innerhalb der Hochdruckfördereinrichtung 54 beziehungsweise der Hochdruckpumpe können sich ein Hochdruck-Ausgleichsvolumen und zusätzlich ein Drucksensor zur Erfassung und Regelung des Systemhochdrucks befinden.

15 An einem Hochdruckausgang 56 der Hochdruckfördereinrichtung 54 ist ein Förderabschnitt 58 einer Hochdruckspeiseleitung 60 beispielsweise mittels einer Hochdruckverschraubung befestigt.

Andernends ist der Förderabschnitt 58 an den Eingang 62
20 eines als T-Stück ausgebildeten Verteilerelements 64 angeschlossen. An die beiden Ausgänge 66 des Verteilerelements 64 ist je ein Speiseabschnitt 68 der Hochdruckspeiseleitung 60 angeschlossen, welche Speiseabschnitte 68 andernends je an den Eingang 70 eines
25 zugeordneten externen Einzelspeichers 72 beziehungsweise 74 angeschlossen sind. Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Einzelspeicher 72 und 74 in der Art eines Rails ausgebildet.

Im Verteilerelement 64 ist bei jedem der beiden Ausgänge 66 eine Drosselvorrichtung 76 in Form eines Drosseldurchlasses 77 mit einer Querschnittsverengung ausgebildet. Die Drosselvorrichtungen 76 weisen somit in
5 Richtung von der Hochdruckfördereinrichtung 54 in den betreffenden externen Einzelspeicher 72, 74 gleiche Drosseleigenschaften wie in Gegenrichtung auf. Die beiden Drosselvorrichtungen 76 sind identisch ausgebildet.

Jedem der Einzelspeicher 72, 74 ist somit eine eigene
10 Drosselvorrichtung 76 zugeordnet.

Jeder der beiden Einzelspeicher 72, 74 speist über je eine Hochdruckleitung 78 drei Einspritzeinheiten 10, wie dies mit ausgezogenen Linien dargestellt ist. An dieser Stelle sei vermerkt, dass die Einzelspeicher 72, 74 mit den
15 diskreten Speicherkammern 14 der Einspritzeinheiten 10 frei von einer Drossel verbunden sind.

Wie dies mit gestrichelten Linien angedeutet ist, kann einer der Einzelspeicher 72, 74 oder können die beiden Einzelspeicher 72, 74 eine vierte Einspritzeinheit 10 mit
20 Hochdruckbrennstoff beliefern.

Die die externen Einzelspeicher 72, 74 mit der Hochdruckfördereinrichtung 54 verbindende Hochdruckspeiseleitung 60, das heisst der Förderabschnitt 58, das Verteilerelement 64 und die Speiseabschnitte 68,
25 sowie die externen Einzelspeicher 72, 74 und die Hochdruckleitungen 78 bilden hydraulische Leitungselemente 80, welche die Einspritzeinheiten 10 miteinander und mit der Hochdruckfördereinrichtung 54 verbinden.

Diese Leitungselemente 80 weisen eine zu geringe Speicherwirkung auf, um die geforderten reproduzierbar gleichen Einspritzvorgänge der Einspritzventile 12 zu gewährleisten. Überraschenderweise reichen jedoch, wie
5 dies Simulationsberechnungen zeigen - auf welche im Zusammenhang mit den Fig. 6 und 7 näher eingegangen wird - die beiden Drosselvorrichtungen 76 aus, um die geforderten reproduzierbar gleichen Einspritzvorgänge aller Einspritzventile 12, auch unter Volllast, zu
10 gewährleisten.

Die in der Fig. 2 gezeigte Ausführungsform ist für eine Brennkraftmaschine mit einer Zylinderbank mit sechs, sieben oder acht Zylindern beziehungsweise Brennräume und für eine Brennkraftmaschine mit zwei Zylinderbänken à drei
15 oder vier Zylinder beziehungsweise Brennräume geeignet.

Als Hinweis für die Dimensionierung der Drosselvorrichtungen 76 sei folgendes Beispiel erwähnt: bei einer Einspritzmenge von ca. $1'500 \text{ mm}^3$ pro Einspritzung und einer Motorendrehzahl von ca. 1'000 Umdrehungen pro
20 Minute eines Viertakt-Motors beträgt der engste Durchmesserquerschnitt jeder der Drosselvorrichtungen ca. 1,5 mm, wobei jeder externe Einzelspeicher 72, 74 vier Einspritzeinheiten speist.

Dass die hydraulischen Leitungselemente 80 eine zu geringe Speicherwirkung aufweisen, um die geforderten reproduzierbar gleichen Einspritzvorgänge der Einspritzventile 12 zu gewährleisten, kann an einer mit dem Speichereinspritzsystem ausgestatteten Brennkraftmaschine auf einfache Art und Weise dadurch
25 ermittelt werden, dass ein Probelauf bei entfernten
30

Drosselvorrichtungen 76 gefahren wird; dabei wird ein unruhiger Lauf festgestellt werden.

Bei der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform des Speichereinspritzsystems leitet der Förderabschnitt 58 den
5 Hochdruckbrennstoff von der Hochdruckfördereinrichtung 54 ebenfalls zu einem Verteilerelement 64, wobei dieses als T-Stück ausgebildet ist, jedoch keine Drosselvorrichtungen 76 aufweist. Von diesem Verteilerelement 64 führt zu jedem der beiden Einzelspeicher 72, 74 ein Speiseabschnitt 68,
10 in welchen je eine Drosselvorrichtung 76 eingebaut ist. Im gezeigten Ausführungsbeispiel befinden sich die Drosselvorrichtungen 76 in unmittelbarer Nähe des Eingangs 70 der Einzelspeicher 70, 74.

Gleich wie in der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform
15 führen von den Einzelspeichern 72, 74 zu den zugeordneten drei oder vier Einspritzeinheiten 10 die Hochdruckleitungen 78, welche frei von Drosseln die Einzelspeicher 72, 74 mit den diskreten Speicherkammern 14 der Einspritzeinheiten 10 verbinden.

Die in der Fig. 4 gezeigte Ausführungsform des Speichereinspritzsystems ist jener gemäss Fig. 2 ähnlich, wobei der einzige Unterschied darin besteht, dass die Länge des Förderabschnitts 58 kurz ausgebildet ist und das Verteilerelement 64 mit den Drosselvorrichtungen 76 sich
20 nahe beim Hochdruckausgang 56 der Hochdruckfördereinrichtung 54 befindet. Entsprechend länger sind die Speiseabschnitte 68 zu den Einzelspeichern 72, 74 ausgebildet.

Es ist auch möglich, auf den Förderabschnitt 58 zu verzichten und das Verteilerelement 64 am Hochdruckausgang 56 der Hochdruckfördereinrichtung 54 anzuordnen.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass dies auch bei
5 unterschiedlichen Ausführungsformen mit einem Verteilerelemente 64 ohne Drosselvorrichtung 76 der Fall sein kann.

Das Verteilerelement 64 könnte auch integrierter Bestandteil eines Zylinderkopfelements der als
10 Hochdruckpumpe ausgebildeten Hochdruckfördereinrichtung 54 sein. Auch in diesem Fall wäre kein Förderabschnitt 58 vorhanden und die Hochdruckspeiseleitungen 60 wären durch die an Zylinderkopfelement angeschlossenen Speiseabschnitte 68 gebildet.

15 Fig. 5 zeigt mit ausgezogenen Linien erfindungsgemäße Speichereinspritzsysteme für einen Zwölfzylinder-Dieselmotor, welcher vorzugsweise als V12-Motor gestaltet ist. Die Hochdruckfördereinrichtung 54 speist zwei in der Fig. 2 gezeigte und spiegelsymmetrisch angeordnete
20 Speichereinspritzsysteme, wobei von der Hochdruckfördereinrichtung 54 zu jedem der beiden Verteilerelemente 64 mit den Drosselvorrichtungen 76 ein separater Förderabschnitt 58 der Leitungselemente 80 führt. Im Weiteren wird auf die Beschreibung der Fig. 2
25 verwiesen.

Es sei auch die Möglichkeit erwähnt, bei dieser Anordnung die Förderabschnitte 58 unterschiedlich lang auszubilden.

Selbstverständlich ist es auch möglich, analog der Ausführungsform gemäss Fig. 5 jeweils zwei in den Fig. 3 und 4 gezeigte Speichereinspritzsysteme mittels einer einzigen Hochdruckfördereinrichtung 54 zu speisen und damit eine Zwölfzylinder-Brennkraftmaschine zu betreiben.

Wie in Fig. 5 mit gestrichelten Linien angedeutet, kann das Speichereinspritzsystem ebenfalls für eine Brennkraftmaschine mit sechzehn Zylindern und somit sechzehn Brennräumen ausgebildet werden. An dieser Stelle sei erwähnt, dass es auch möglich ist, mit dem Speichereinspritzsystem eine Brennkraftmaschine mit dreizehn, vierzehn oder fünfzehn Zylindern zu betreiben.

Beim erfindungsgemässen Speichereinspritzsystem werden auf einfachste Weise die Druckschwingungen, welche von den Einspritzungen in die Einzelspeicher 72, 74 und von der Hochdruckfördereinrichtung 54 in die Leitungselemente 80 hineingebracht werden, voneinander getrennt gehalten, was eine erheblich gesteigerte Genauigkeit der Gleichmässigkeit der einzelnen Einspritzungen bewirkt.

Dies zeigen die in den Diagrammen der Fig. 6 und 7 dargestellten Druckverläufe eines Achtzylinder-Speichereinspritzsystems gemäss Fig. 2. Das heisst, dass an jeden der beiden Einzelspeicher 72, 74 vier Einspritzeinheiten 10 angeschlossen sind.

Fig. 6 zeigt die Druckverläufe des Hochdruckbrennstoffs für die Zylinder beziehungsweise Brennräume 1, 2, 3 und 4 mit den in der Legende angegebenen Strichmustern. Der sogenannte „Sacklochdruck“ ist der Druck im Raum - siehe Fig. 1 - zwischen dem Einspritzventilsitz 36 und den

Düsenspritzöffnungen 40. Mit „Raildruck 1“ ist der Druckverlauf im zugeordneten Einzelspeicher 72 angegeben.

Fig. 7 stellt die entsprechenden Druckverläufe für die Zylinder 5, 6, 7 und 8, das heisst der entsprechenden Einspritzeinheiten 10 und den Druckverlauf im zugeordneten Einzelspeicher 74 dar.

Aus den Diagrammen in den Fig. 6 und 7 ist ersichtlich, dass die Einspritzfolge für die jeweils vier einem Einzelspeicher 72, 74 zugeordneten Einspritzeinheiten 10 mit unterschiedlichen Zeitabständen stattfindet. Dies weil die Zündfolge es so erforderlich macht. Legt man die beiden Diagramme übereinander, resultiert eine Einspritzbeziehungsweise Zündfolge für alle Einspritzeinheiten 10 mit gleichen zeitlichen Abständen, was am Abtrieb der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine eine soweit wie möglich gleichmässige Drehmomentabgabe generiert. Weiter ist ersichtlich, dass die mit einem Computermodell errechneten Druckverläufe in allen Einspritzeinheiten 10 praktisch identisch verlaufen und somit für alle Brennräume und entsprechenden Einspritzeinheiten 10 identische Voraussetzungen gegeben sind.

Figur 8 zeigt im Querschnitt eine Verteilerelement 64 mit daran ausgebildeten Drosselvorrichtungen 76. Ein solches Verteilerelement 64 kann bei den in den Fig. 2, 4 und 5 gezeigten Ausführungsformen des Speichereinspritzsystems eingesetzt werden.

Das ein T-Stück bildende Verteilerelement 64 weist einen quaderförmigen Verteilerblock 82, beispielsweise aus Stahl, auf. An einer Eingangsseite des Verteilerblocks 82

ist ein Eingang 62 und an zwei einander gegenüberliegenden sowie an die Eingangsseite anschliessenden Ausgangsseiten ist je ein Ausgang 66 ausgebildet. Der Eingang 62 und die Ausgänge 66 sind gleich geformt und in T-Anordnung
5 zueinander orientiert.

Der Eingang 62 und die Ausgänge 66 sind gleich ausgebildet. Sie weisen eine von der Eingangsseite beziehungsweise den Ausgangsseiten her ausgebildete Anschluss-Sacklochbohrung 84 mit Innengewinde auf, um über
10 eine allgemein bekannte Hochdruck-Verschraubung den Förderabschnitt 58 beziehungsweise die Speiseabschnitte 68 der Hochdruckspeiseleitung 60 anzuschliessen. Ein ansonsten ebener Boden 86 der Anschluss-Sacklochbohrungen 84 weist mittig eine konisch sich verjüngende Dichtfläche
15 88, d.h. eine Hochdruckdichtfläche, auf.

Von der Dichtfläche 88 und somit dem Boden 86 des Eingangs 62 verläuft zentrisch zur von der Anschluss-Sacklochbohrung 84 und der Dichtfläche 88 definierten Achse eine Sacklochbohrung 90 konstanten Durchmessers,
20 wobei der Lochboden 92 der Sacklochbohrung 90 halbkugelförmig gerundet ist, um vom Hochdruckbrennstoff im Verteilerblock 82 erzeugte Spannungen minimal zu halten.

Von der Dichtfläche 88 und somit dem Boden 86 der Ausgänge 66 verläuft zentrisch zur von den betreffenden Anschluss-Sacklochbohrungen 84 und den betreffenden Dichtflächen 88 definierten, die Achse rechtwinklig kreuzenden Querachse je eine Querbohrung 94, welche in einem Abstand zum Lochboden 92 in die Sacklochbohrung 90 münden.

Diese Querbohrungen 94 bilden die Drosseldurchlässe 77 der betreffenden Drosselvorrichtungen 76.

Ausgehend von den Dichtflächen 88 verjüngen sich die Querbohrungen 94 mit einem kleineren Konuswinkel als die
5 Dichtflächen 88 bis zu einem engsten Strömungsquerschnitt 96, welcher in einem bis zur Sacklochbohrung 84 reichenden, den Drosseldurchlass 77 bildenden, kreiszylinderförmigen Abschnitt der Querbohrung beibehalten ist.

10 Durch den symmetrischen Aufbau sind die Drosseleigenschaften der beiden Drosselvorrichtungen 76 identisch.

Als Beispiel sei erwähnt, dass für einen bereits weiter oben im Zusammenhang mit Fig. 2 erwähnten Viertaktmotor
15 die die Drosseldurchlässe 77 bildendem, kreiszylinderförmige Abschnitte einen Durchmesser von 1,5 mm und eine Länge von 10 mm (oder weniger) aufweisen.

Falls die Leitungselemente 80, in bekannter Art und Weise, doppelwandig ausgeführt werden müssen, beispielsweise für
20 Marine-Anwendungen, werden im Verteilerblock 82 Leckage-Detektionsbohrungen 98 angebracht, welche jeweils vom Boden 86 der Anschluss-Sacklochbohrungen 84, radial ausserhalb der Dichtflächen 88, ausgehen und die Ausgänge 66 mit dem Eingang 62 verbinden.

25 Der Querschnitt der Sacklochbohrung 90 ist grösser als die Summe der zwei engsten Strömungsquerschnitte 96.

Weiter sind am Verteilerblock 82 zwei Befestigungslöcher 100 angebracht, welche der Befestigung des Verteilerblocks

82 an der Struktur der Verbrennungskraftmaschine mittels Schrauben dienen.

In den Fig. 2 bis 5 sind die Drosseldurchlässe 77 als sich kontinuierlich verjüngende und wieder erweiternde Verengungen angedeutet. In der Fig. 8 sind sie als kreiszylinderförmiger Abschnitt einer Bohrung gezeigt. Es ist jedoch auch möglich, die Drosselvorrichtungen 76 als Scheibe mit einer den Drosseldurchlass 77 bildenden Bohrung oder als Blende auszubilden. Weiter ist es möglich, je nach gewünschten unterschiedlichen Drosseleigenschaften in beiden Strömungsrichtungen, die Drosseldurchlässe als sich verjüngend oder erweiternd auszugestalten.

Wie mit der gestrichelten Linie 102 angedeutet, ist es möglich, das Verteilerelement 80, beziehungsweise den Verteilerblock 82 beim Hochdruckausgang 56 an der Hochdruckfördereinrichtung 54 anzuordnen. Die Sacklochbohrung 90 ist dann direkt mit den Hochdruckausgang 56 verbunden.

Bei allen Ausführungsformen weisen die Drosseldurchlässe 77 eine feste geometrische Form auf.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass für alle gezeigten Ausführungsformen ähnliche Drosselverhältnisse, wie im Zusammenhang mit Figur 2 angegeben, dienen können.

25

Patentansprüche

1. Speichereinspritzsystem zur intermittierenden Einspritzung von Hochdruckbrennstoff in Brennräume einer Brennkraftmaschine, mit einer Hochdruckfördereinrichtung (54), einer Anzahl von der Hochdruckfördereinrichtung (54) mit Hochdruckbrennstoff versorgten, je ein Einspritzventil (12) und eine diesem zugeordnete diskrete Speicherkammer (14) aufweisenden Einspritzeinheiten (10) und mit die Einspritzeinheiten (10) miteinander und mit der Hochdruckfördereinrichtung (54) verbindenden hydraulischen Leitungselementen (80), welche eine zu geringe Speicherwirkung aufweisen, um die geforderten, reproduzierbar gleichen Einspritzvorgänge der Einspritzventile (12) zu gewährleisten, wobei die Leitungselemente (80) wenigstens zwei externe Einzelspeicher (72, 74) und eine diese mit der Hochdruckfördereinrichtung (54) verbindende Hochdruckspeiseleitung (60) sowie pro Einspritzeinheit (10) eine Hochdruckleitung (78) aufweisen, welche Hochdruckleitungen (78) die diskreten Speicherkammern (14) der wenigstens drei jedem der externen Einzelspeicher (72, 74) zugeordneten Einspritzeinheiten (10) individuell mit dem betreffenden externen Einzelspeicher (72, 74) wenigstens annähernd ungedrosselt verbinden, und wobei jedem der Einzelspeicher (72, 74) eine ausschliesslich Drosselwirkung entfaltende Drosselvorrichtung (76) mit einem eine feste

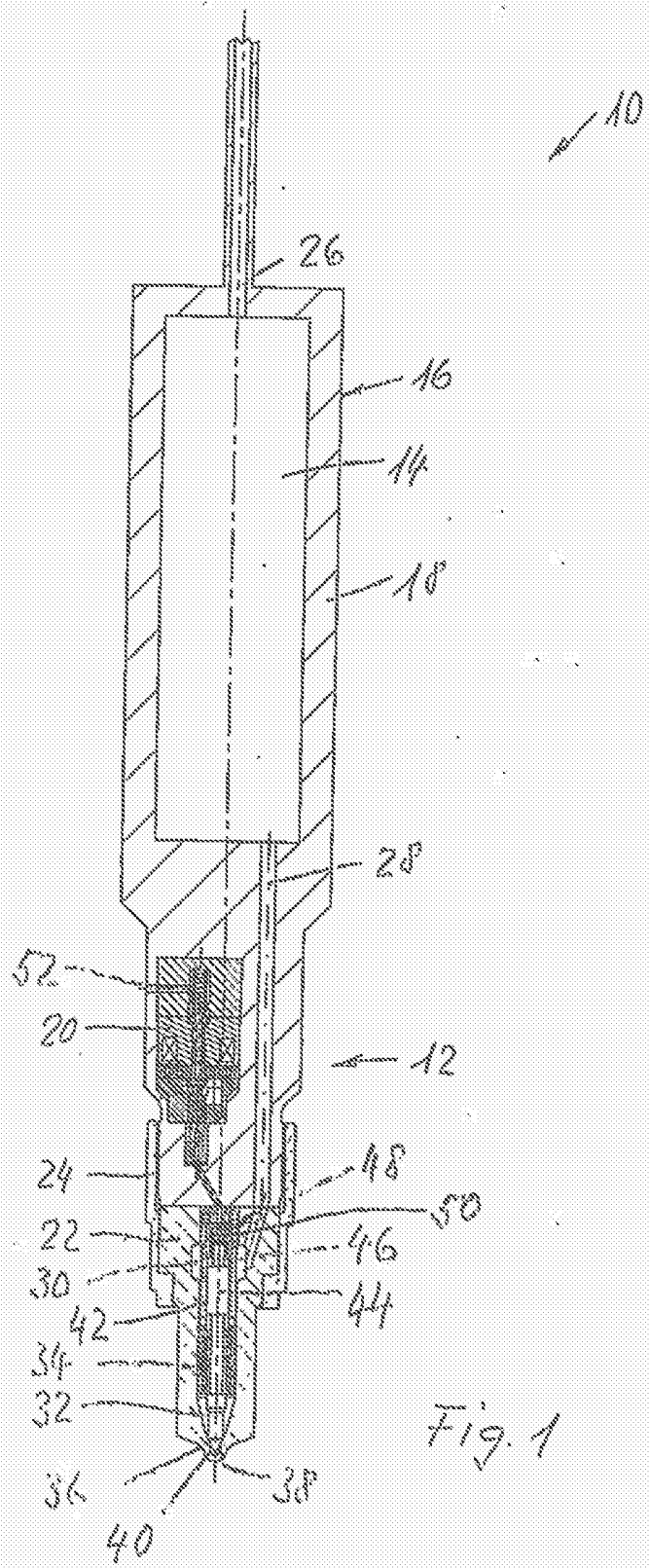
Geometrie aufweisenden Drosseldurchlass (77) vorgeschaltet ist.

2. Speichereinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Drosseldurchlässe (77) der Drosselvorrichtungen (76) identisch ausgebildet sind.
5
3. Speichereinspritzsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Drosselvorrichtungen (76) in Richtung von der Hochdruckfördereinrichtung (54) in den betreffenden externen Einzelspeicher (72, 74) sowie in entgegengesetzter Richtung wenigstens annähernd gleiche Drossel­eigenschaften aufweisen.
10
4. Speichereinspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckspeiseleitung (60) ein Verteilerelement (64), einen von der Hochdruckfördereinrichtung (54) zum Verteilerelement (64) führenden Förderabschnitt (58) und pro externen Einzelspeicher (72, 74) einen vom Verteilerelement (64) zum zugeordneten externen Einzelspeicher (72, 74) führenden Speiseabschnitt (68) aufweist.
15
20
5. Speichereinspritzsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Drosselvorrichtungen (76) in den Speiseabschnitten (68) angeordnet sind.
6. Speichereinspritzsystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Drosselvorrichtungen (76) sich im unmittelbarer Nähe der externen Einzelspeicher (72, 74), vorzugsweise bei deren Eingang (70) befinden.
25

7. Speichereinspritzsystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Drosselvorrichtungen (76) sich im unmittelbarer Nähe des Verteilerelements (64), vorzugsweise bei dessen Ausgang (66) befinden.
- 5 8. Speichereinspritzsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Drosselvorrichtungen (76) in das Verteilerelement (64) eingebaut oder an diesem ausgebildet sind.
9. Speichereinspritzsystem nach einem der Ansprüche 4
10 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Förderabschnitt (58) verglichen mit den Speiseabschnitten (68) kürzer ausgebildet ist.
10. Speichereinspritzsystem nach einem der Ansprüche 4
15 bis 8, durch gekennzeichnet, dass der Förderabschnitt (58) verglichen mit den Speiseabschnitten (68) länger ausgebildet ist.
11. Speichereinspritzsystem nach einem der Ansprüche 1
20 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckspeiseleitung (60) ein an einem Hochdruckausgang (56) der Hochdruckfördereinrichtung (54) angeordnetes Verteilerelement (64) und pro externen Einzelspeicher (72, 74) einen vom Verteilerelement (64) zum zugeordneten externen Einzelspeicher (72, 74) führenden Speiseabschnitt
25 (68) aufweist.
12. Speichereinspritzsystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Drosselvorrichtungen (76) in das Verteilerelement (64) eingebaut oder an diesem ausgebildet sind.

13. Speichereinspritzsystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Drosselvorrichtungen (76) sich im unmittelbarer Nähe des Verteilerelements (64), vorzugsweise bei dessen Ausgang (66) befinden.
- 5 14. Speichereinspritzsystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Drosselvorrichtungen (76) sich im unmittelbarer Nähe der externen Einzelspeicher (72, 74), vorzugsweise bei deren Eingang (70) befinden.
- 10 15. Speichereinspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitungselemente (80) genau zwei externe Einzelspeicher (72, 74) aufweisen.
- 15 16. Speichereinspritzsystem nach Anspruch 8 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Verteilerelement (64) einen Verteilerblock (82) aufweist, an welchem ein Eingang (62) und Ausgänge (66) ausgebildet sind, von einem Boden (86) des Eingangs (62) eine Sacklochbohrung (90) mit einem vorzugsweise gerundeten Lochboden (92) sowie von einem Boden (86) jedes Ausganges (66) eine in die Sacklochbohrung (90) mündende Querbohrung (94) ausgeht, und die Querbohrungen (94), vorzugsweise unmittelbar anschliessend an die Sacklochbohrung (90), einen engsten Strömungsquerschnitt (96) des betreffenden Drosseldurchlasses (77) aufweisen, wobei der Strömungsquerschnitt der Sacklochbohrung (90) grösser ist als die Summe der engsten Strömungsquerschnitte (96) der Drosseldurchlässe.
- 20
- 25
- 30 17. Speichereinspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 16, gekennzeichnet durch eine weitere Anzahl von

der Hochdruckfördereinrichtung (54) mit Hochdruckbrennstoff versorgen, je ein weiteres Einspritzventil (12) und eine diesem zugeordnete weitere diskrete Speicherkammer (14) aufweisenden
5 weiteren Einspritzeinheiten (10) und mit die weiteren Einspritzeinheiten (10) miteinander und mit der Hochdruckfördereinrichtung (54) verbindenden weiteren hydraulischen Leitungselementen (80), welche eine zu geringe Speicherwirkung aufweisen, um die
10 geforderten, reproduzierbar gleichen Einspritzvorgänge der weiteren Einspritzventile (12) zu gewährleisten, wobei die weiteren Leitungselemente (80) wenigstens zwei weitere externe Einzelspeicher (72, 74) und eine diese mit der
15 Hochdruckfördereinrichtung (54) verbindende weitere Hochdruckspeiseleitung (60) sowie pro weitere Einspritzeinheit (10) eine weitere Hochdruckleitung (78) aufweisen, welche weiteren Hochdruckleitungen (78) die weiteren diskreten Speicherkammern (72, 74)
20 der wenigstens drei jedem der weiteren externen Einzelspeicher (72, 74) zugeordneten weiteren Einspritzeinheiten (10) individuell mit dem betreffenden weiteren externen Einzelspeicher (72, 74) wenigstens annähernd ungedrosselt verbinden, und
25 wobei jedem der weiteren Einzelspeicher (72, 74) eine weitere Drosselvorrichtung (76) zugeordnet ist, welche ausschliesslich einen geometrisch festen Drosseldurchlass (77) aufweist.



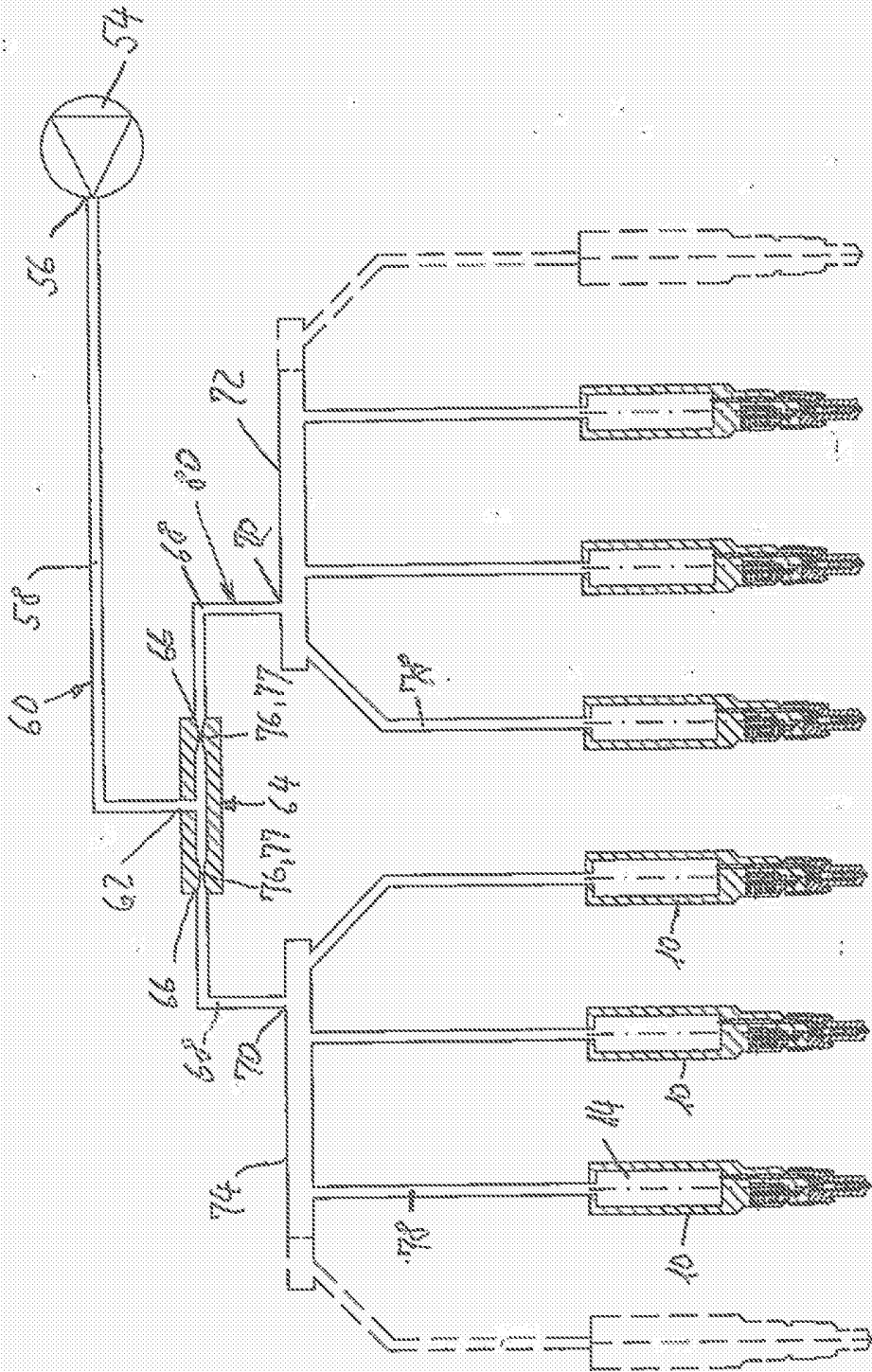


Fig. 2

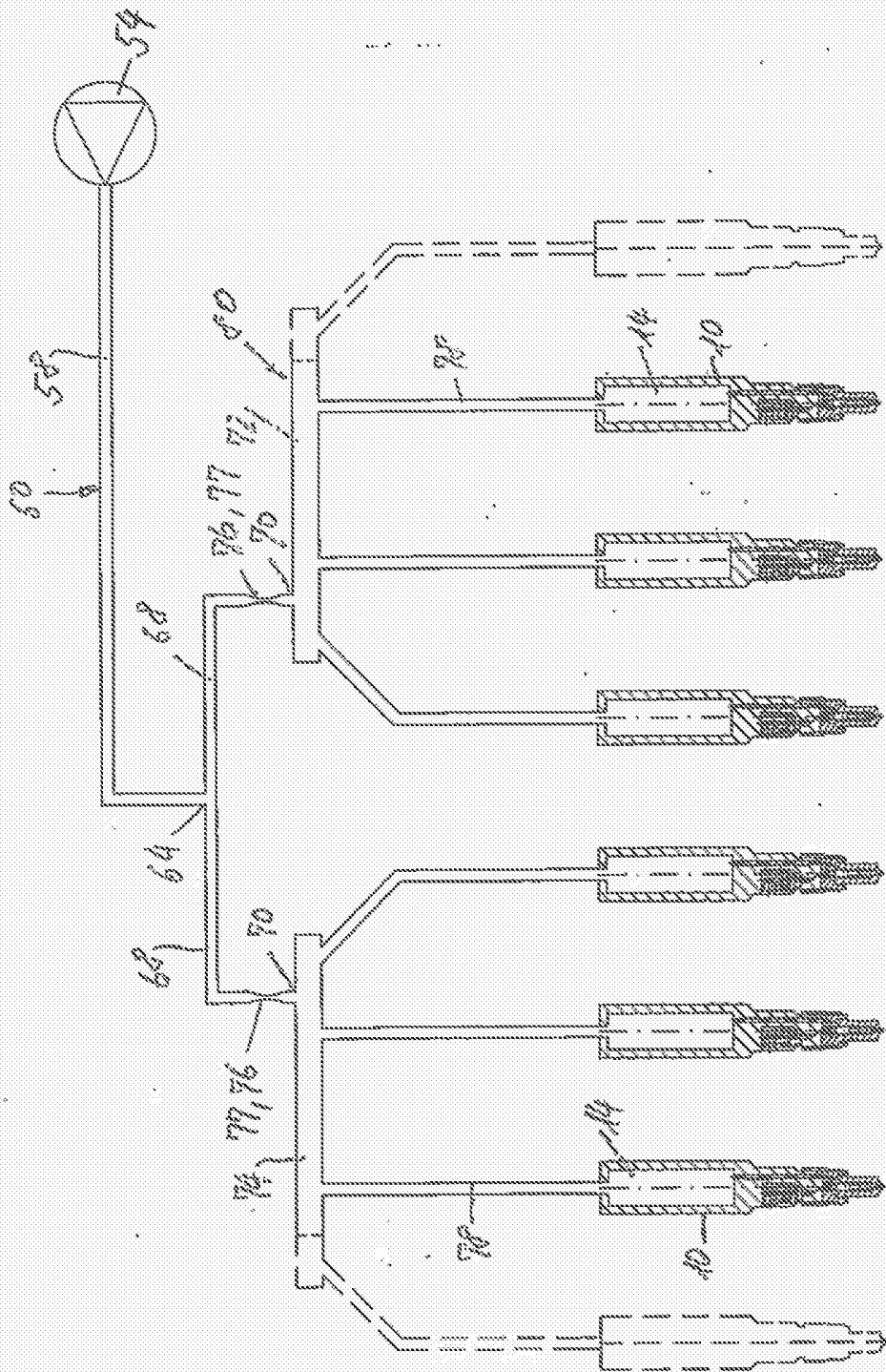


Fig. 3

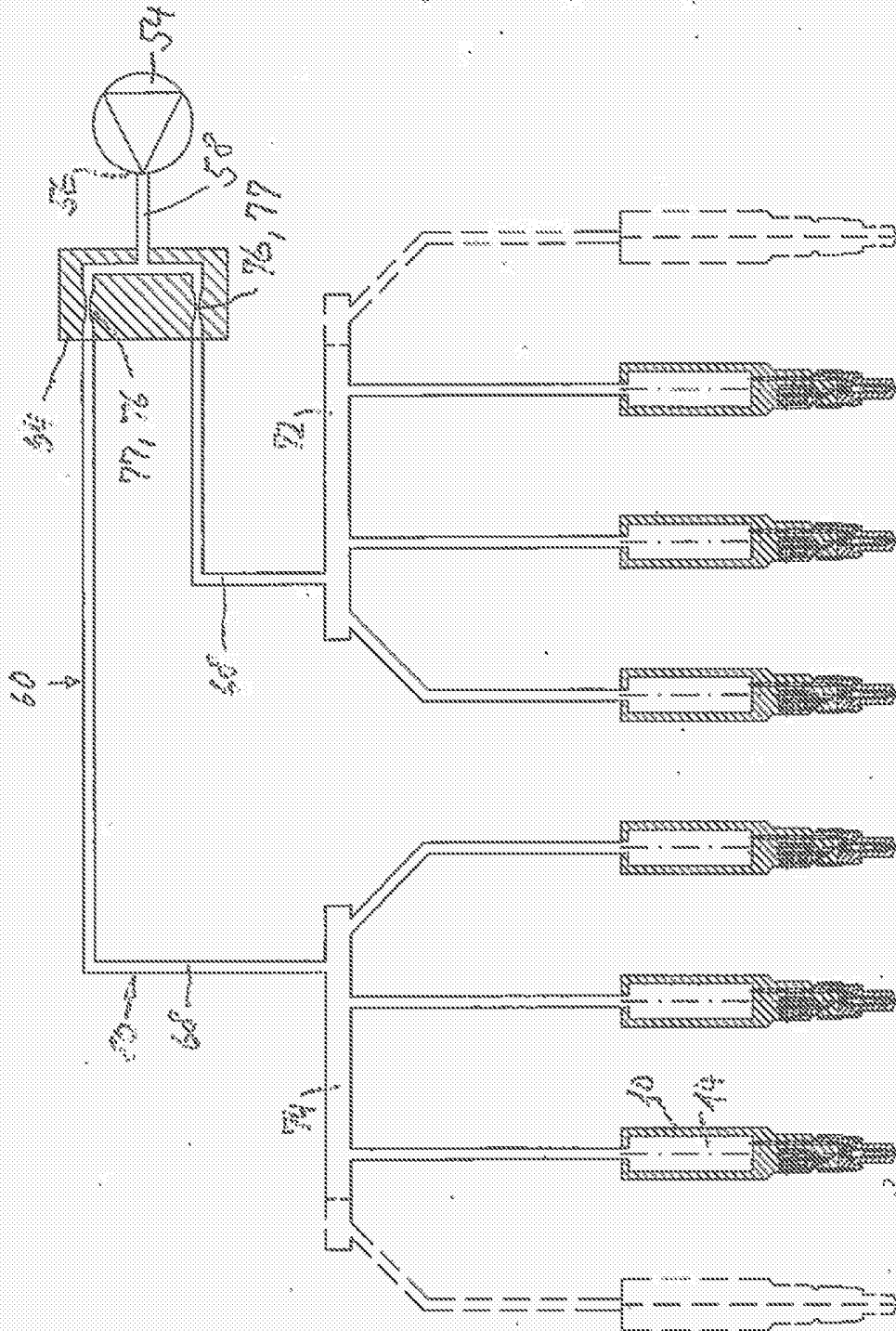


Fig. 4

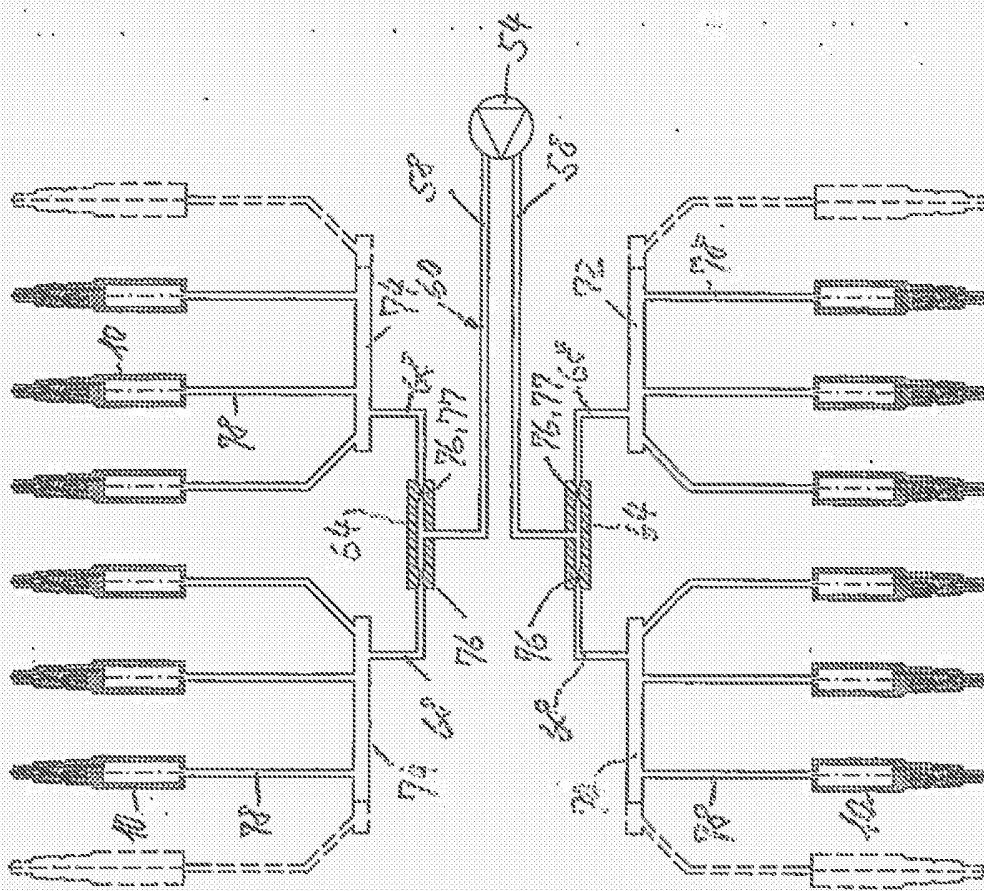


Fig. 3

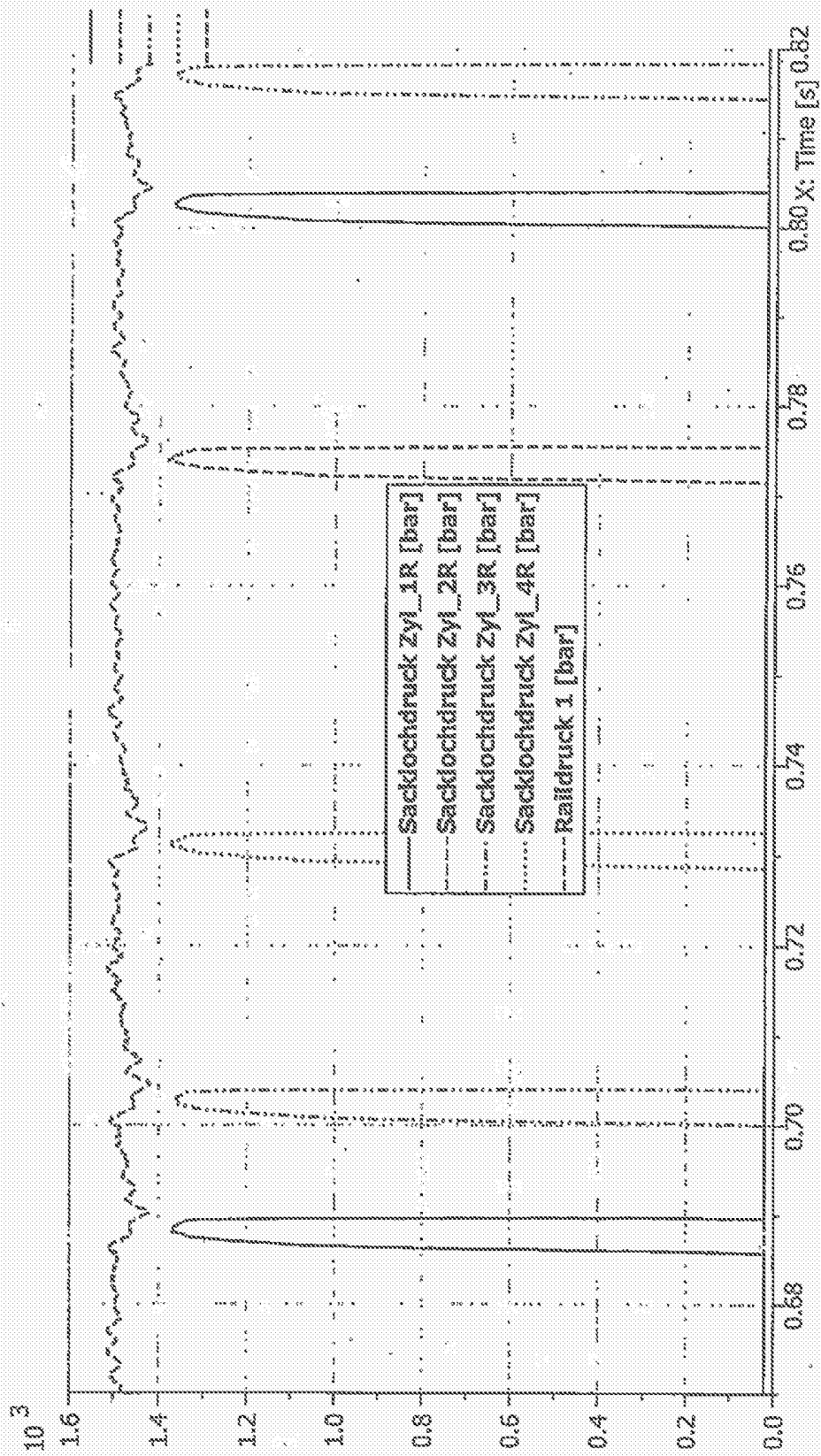


Fig. 6

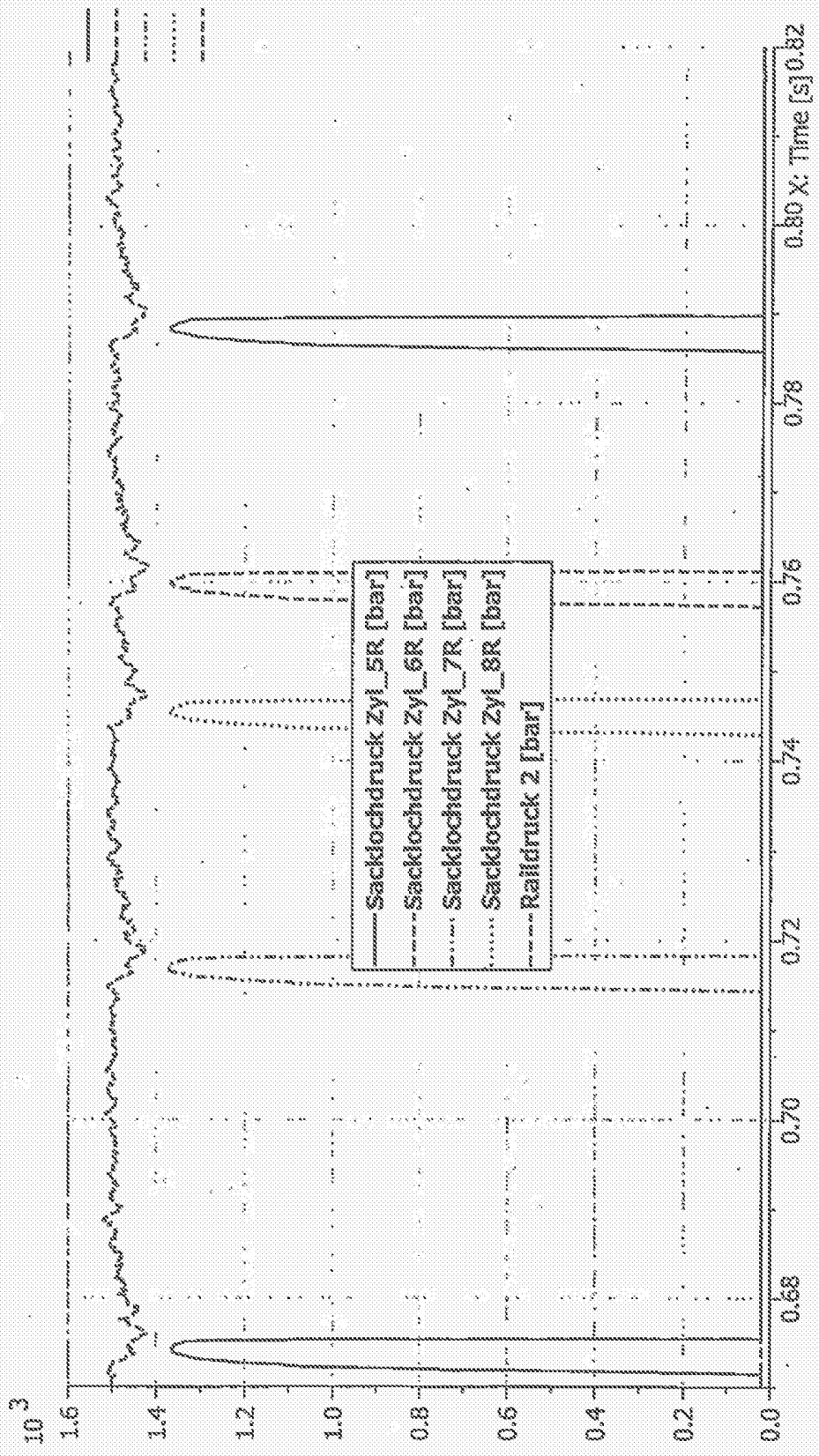


Fig. 7

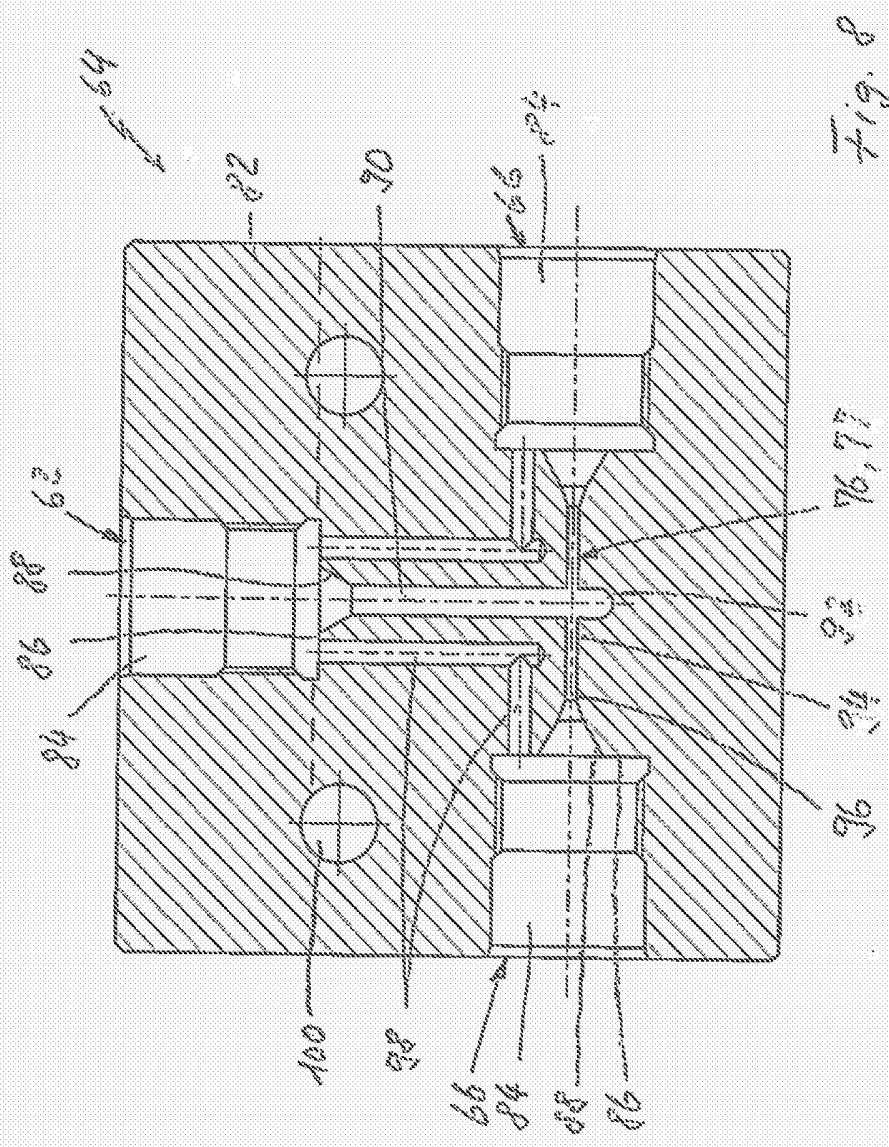


Fig. 8