



(10) **DE 10 2009 002 793 B4** 2011.07.07

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 002 793.9**
 (22) Anmeldetag: **04.05.2009**
 (43) Offenlegungstag: **18.11.2010**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **07.07.2011**

(51) Int Cl.: **F02M 65/00 (2006.01)**
F02D 41/30 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**MTU Friedrichshafen GmbH, 88045,
 Friedrichshafen, DE**

**88046, Friedrichshafen, DE; Speetzen, Ralf, Dipl.-
 Ing., 88048, Friedrichshafen, DE; Walder, Michael,
 Dipl.-Ing., 88212, Ravensburg, DE; Willmann,
 Michael, Dr.-Ing., 88697, Bermatingen, DE**

(74) Vertreter:
Eisenführ, Speiser & Partner, 10178, Berlin, DE

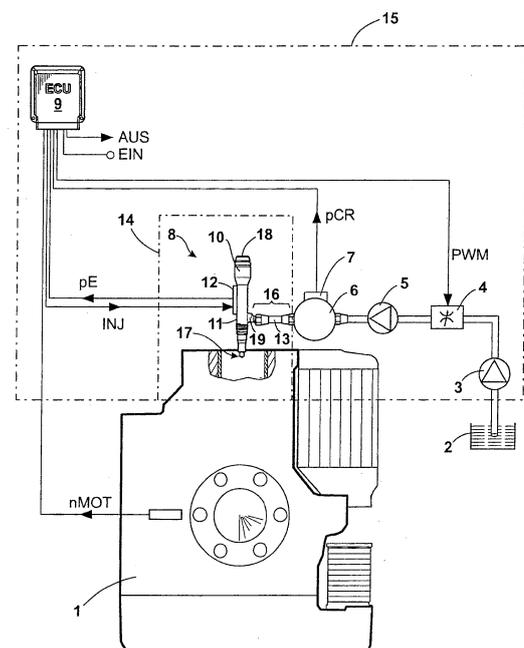
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

(72) Erfinder:
**Hehle, Marc, Dr.-Ing., 78464, Konstanz,
 DE; Gerbeth, Robby, Dipl.-Ing., 88046,
 Friedrichshafen, DE; Remele, Jörg, Dipl.-Ing.,
 88709, Hagnau, DE; Schmidt, Günther, Dipl.-Ing.,**

DE	31 18 425	C2
DE	10 2006 034515	B3
DE	10 2005 053683	A1
DE	103 44 181	A1
DE	101 22 423	A1
DE	37 88 406	T2
WO	2007/0 09 279	A1

(54) Bezeichnung: **Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem sowie Brennkraftmaschine, Elektronische Einrichtung und Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung einer Brennkraftmaschine**

(57) Hauptanspruch: Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem (15) mit einer Hochdruckquelle (6) und einem an dieser über eine Hochdruckführung fluidverbunden angeschlossenen Injektor (8) für Kraftstoff zur Injektion des Kraftstoffs in einen Arbeitsraum einer Brennkraftmaschine (1), wobei die Hochdruckführung eine Hochdruckkomponente (14) mit einem Einzelspeicher (10) mit einer Druckmesseinrichtung aufweist, die in Form eines Dehnungssensors (12) gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Dehnungssensor (12) in Form eines Dehnungsmessstreifens gebildet und auf der Außenseite (11) einer Wandung des Einzelspeichers (10) angeordnet ist und dem Einzelspeicher (10) ein hydraulischer Widerstand (16) unmittelbar zur Integration in die Hochdruckführung vorgeordnet oder nachgeordnet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem mit einer Hochdruckquelle und einem an dieser über eine Hochdruckführung fluidverbunden angeschlossenen Injektor für Kraftstoff zur Injektion des Kraftstoffs in einen Arbeitsraum einer Brennkraftmaschine, wobei die Hochdruckführung eine vorgenannte Hochdruckkomponente und/oder Einzelspeicher mit einer Druckmesseinrichtung aufweist. Weiter betrifft die Erfindung eine Brennkraftmaschine mit einem Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem und einer elektronischen Einrichtung zur Steuerung und/oder Regelung einer Brennkraftmaschine. Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung einer Brennkraftmaschine mit einem Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem der vorgenannten Art, mittels einer elektronischen Einrichtung, wobei während eines Messintervalls ein Druck des Einzelspeichers erfasst und gespeichert wird und eine signifikante Änderung des Drucks als Einspritzbeginn oder Einspritzende für die Steuerung interpretiert wird.

[0002] DE 3 88 406 T2 beschreibt ein klassisches Einspritzsystem mit einer Ein- der Mehrzylinder-Einspritzpumpe bei dem es wichtig ist, dass die Bewegung der Kolben der Pumpe harmonisch mit der Kurbelwelle erfolgt und jeder Pumpvorgang über einen großen Drehwinkel der Pumpenantriebswelle und somit auch der Kurbelwelle des Motors stattfindet. Dadurch wird es möglich, Kraftstoffsammelkammern sowie einen Speicherraum, die innerhalb des Einspritzventilgehäuses angeordnet sind, wegzulassen. Solche Einspritzsysteme sind benachteiligt gegenüber elektronisch regelbaren, sogenannten Common-Rail-Einspritzsystemen der eingangs genannten Art.

[0003] WO 2007/009279 offenbart ein Einspritzsystem, bei dem als Common-Rail bekannter Leitungsabschnitt mit größerem Querschnitt nicht vorhanden ist und stattdessen diskrete Speicherkammern von so kleinem Volumen eingesetzt werden, dass diese bei Bedarf in den Bauraum des Einspritzventilgehäuses integriert werden können. Jedem Einspritzventil des Speichereinspritzsystems ist eine solche diskrete Speicherkammer zugeordnet. Auch ein solches Einspritzsystem lässt sich nur mit Nachteilen behaftet regeln. Ein Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem hat dem gegenüber Vorteile.

[0004] Bei einer Brennkraftmaschine bestimmen der Spritzbeginn und das Spritzende maßgeblich die Güte der Verbrennung und die Zusammensetzung des Abgases. Um die gesetzlichen Grenzwerte einzuhalten, werden diese beiden Kenngrößen üblicherweise von einer elektronischen Einrichtung geregelt. In der Praxis tritt bei einer Brennkraftmaschine mit einem Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem das Problem auf, dass zwischen dem Bestromungsbeginn des In-

jektors, dem Nadelhub des Injektors und dem tatsächlichen Spritzbeginn ein zeitlicher Versatz besteht. Für das Spritzende gilt entsprechendes. Eine Ungenauigkeit in der Regelung des Spritzbeginns und des Spritzendes führt letztendlich zu einer Ungenauigkeit betreffend die der Brennkraftmaschine zugeführten Kraftstoffmenge.

[0005] Zur Behebung dieser Problematik ist in DE 3 118 425 C2 eine Einrichtung zum Erfassen der den Brennräumen eines Dieselmotors zugeführten Kraftstoffmenge mit einem Drucksensor vorgeschlagen worden, wobei über Schwellwerte des Gradienten des vom Sensor gemessenen Drucks auf den Beginn und das Ende des Einspritzvorgangs eines Pumpenelements geschlossen wird. Dazu wird vorgeschlagen, den Drucksensor in der Kraftstoffleitung oder möglichst nahe der Einspritzdüse oder am Pumpenelement anzuordnen. Dazu wird erläutert für möglichst zeitexakte Messergebnisse den Drucksensor möglichst nahe der Einspritzdüse anzubringen, wobei auch erkannt wird, dass bei dieser Einbaustelle Messverfälschungen im Drucksensor-Signal aufgrund von Druckschwingungen in der Kraftstoffleitung auftreten. Gemäß DE 3 118 425 C2 ergibt sich für die eingespritzte Kraftstoffmenge das beste Messergebnis, wenn der Druckverlauf am Pumpenelement abgefragt wird, da man bei dieser Messstelle dann die Kraftstoffförderung und nicht zu sehr die Kraftstoffzumessung am Einspritzventil erfasst. Problematisch dabei ist jedoch, dass eine beispielsweise durch Förderfrequenz einer Hochdruckpumpe und/oder der Einspritzfrequenz eines Injektors gekennzeichnete Störgröße einen gemessenen Druckverlauf überlagert. Eine Kenngröße zur Steuerung der Einspritzung kann aus dem gemessenen Druckverlauf nur unter Filterung bzw. Gradientenbildung desselben gemäß DE 3 118 425 C2 gewonnen werden, was jedoch einen deutlich zeitlichen Versatz gegenüber dem gemessenen Rohsignal bewirkt und zu unsachgemäßen Verfälschungen in der Kenngröße führen kann.

[0006] In DE 10 2005 053 683 A1 ist ein Kraftstoffeinspritzsystem mit einer Kraftstoffhochdruckquelle und wenigstens einem Injektor zur Kraftstoffeinspritzung in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine beschrieben, wobei die Kraftstoffhochdruckquelle und eine Einspritzöffnung des Injektors über einen kraftstoffführenden Hochdruckkanal miteinander verbunden sind. Zur Fehlervermeidung betreffend die Bestimmung eines tatsächlichen Einspritzbeginns und eines tatsächlichen Einspritzendes wird dort vorgeschlagen einen Dehnungssensor an einem Körper, in dem der Hochdruckkanal ausgebildet ist anzuordnen und damit die durch den Druck im Hochdruckkanal bewirkte elastische Formänderung des Körpers zu bestimmen. Dazu kann der Dehnungssensor an die Hochdruckleitung, vorteilhaft möglichst nahe am Injektor angebracht sein. Es kann aber auch vorge-

sehen sein, dass der Dehnungssensor auf dem Injektor selbst und hier vorzugsweise auf der Düse angebracht ist, die Teil des Injektors ist. Allerdings ist beim Injektor – wie in DE 10 2005 053 683 A1 beschrieben – das Verhältnis von Rohrinnendurchmesser und der Wandstärke sehr viel ungünstiger als in der Hochdruckleitung, sodass das zu erwartende Signal des Dehnungssensors am Injektor gering und damit die Auswertung entsprechend schwierig ist. Außerdem ist aus konstruktiven Gründen das Anbringen eines Dehnungssensors gemäß DE 10 2005 053 683 A1 aufgrund der Bauraumbegrenzung am Injektor selbst schwierig. Darüber hinaus ist auch bei der dort offenbarten Lösung die Störgrößenproblematik nur unter Filterung des Messsignals zu vermeiden; dies wiederum unter deutlichen zeitlichen Versatz des Messsignals gegenüber dem Rohsignal.

[0007] DE 10 122 423 A1 offenbart ein Common-Rail-Einspritzsystem mit einem als Common-Rail dienenden Volumenspeicherelement mit einem Volumenspeicher für eine Volumenspeicherfunktion für Kraftstoff und einem Verteilerelement für eine Verteilerfunktion für Kraftstoff zu Injektoren einer Einspritzvorrichtung. Die Volumenspeicherfunktion und die Verteilerfunktion sind räumlich voneinander getrennt, wodurch die Materialbelastungen deutlich reduziert werden können. Ein Drucksensor kann am Verteilerelement oder auch pumpenseitig angeordnet werden. Weiterhin ist es möglich, dass eine Druckmessung, z. B. mittels Dehnungsmessstreifen erfolgt, welche an der Außenseite des Volumenspeicherelements (Common-Rail) angeordnet sind.

[0008] Die zuvor genannten Common-Rail-Lösungen sind ausschließlich beschrieben worden für Kraftstoffeinspritzsysteme ohne Einzelspeicher. Dagegen ist von der Anmelderin erkannt worden, bei einem Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem mit Einzelspeicher den Druck direkt im Einzelspeicher über eine in DE 10 2006 034 515 B3 beschriebene Druckmesseinrichtung zu erfassen. Dazu kann die Druckmesseinrichtung beispielsweise im Verschlussstopfen des Einzelspeichers angeordnet werden. Die Druckmesseinrichtung weist dazu eine erste Kammer auf, welche über eine Drosselblende mit dem Innenraum des Einzelspeichers verbunden ist und eine Messzelle auf zur Detektion eines ersten Druckniveaus in der ersten Kammer sowie zur Detektion des Einzelspeicherdruckniveaus im Innenraum des Einzelspeichers.

[0009] DE 10 2006 034 515 B3 gibt einen Lösungsansatz der eingangsgenannten Art an, der grundsätzlich überlegen gegenüber anderen Konzepten und dennoch verbesserungswürdig ist.

[0010] Ein vorteilhaftes Verfahren zur Auswertung eines Einzelspeicherdrucks ist beispielsweise von der Anmelderin in DE 10 344 181 A1 vorgeschlagen

worden. Dabei wird ein Verfahren der eingangsgenannten Art verwendet, um in Abhängigkeit des Einspritzendes über eine mathematische Funktion einen virtuellen Einspritzbeginn zu berechnen.

[0011] Wünschenswert wäre eine den Einfluss von Störgrößen bei Druckmessungen weitgehend vermeidende Lösung durch Druckbestimmung an einem Einzelspeicher bei einem Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem, die eine möglichst einfache und dennoch genaue Messung des Einzelspeicherdrucks erlaubt.

[0012] An dieser Stelle setzt die Erfindung an, deren Aufgabe es ist, eine Vorrichtung und ein Verfahren der eingangsgenannten Art anzugeben, mit denen eine Störgrößen weitgehend vermeidende Einzelspeicherdruckmessung mit verbesserter Genauigkeit und auf möglichst einfache Art und Weise möglich ist.

[0013] Die Erfindung führt auf ein Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem der eingangsgenannten Art, bei dem erfindungsgemäß die Druckmesseinrichtung in Form eines Dehnungssensors gebildet ist.

[0014] Die Hochdruckkomponente ist zum Anschluss an eine Hochdruckleitung außerhalb des Injektors oder zur Integration in einer Hochdruckleitung außerhalb des Injektors ausgebildet oder die Hochdruckkomponente ist in Form eines Injektors ausgebildet.

[0015] Die Erfindung führt auf eine Brennkraftmaschine mit einem erfindungsgemäßen Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem und einer elektronischen Einrichtung zur Steuerung und/oder Regelung der Brennkraftmaschine, die erfindungsgemäß zur Verarbeitung einer Messgröße eines Dehnungssensors für den Druck des Einzelspeichers ausgelegt ist, der mit einem Signal-Ausgang des Dehnungssensors-Signal verbunden ist.

[0016] Die Erfindung führt auf eine elektronische Einrichtung zur Steuerung und/oder Regelung einer Brennkraftmaschine, die erfindungsgemäß zur Verarbeitung einer Messgröße eines Dehnungssensors für den Druck des Einzelspeichers ausgelegt ist. Insbesondere weist die elektronische Einrichtung einen Signal-Eingang auf, der zur Signalverbindung mit einem Signal-Ausgang des Dehnungssensors ausgelegt ist.

[0017] Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass aus dem Stand der Technik bekannte Systeme ohne Einzelspeicher immer mit der grundsätzlichen Problematik von Störgrößeneinflüssen, oder bei Korrektur derselben, mit einem zeitlichen Versatz in der korrigierten Kenngröße zuzurechnen haben. Zu dem ist bei solchen Systemen eine vergleichsweise ungenaue Messung an einer Hochdrucklei-

tung einer Messung am Injektor zu bevorzugen aufgrund der schwierigen Mess- und Bauraumsituation am Injektor, wie dies eingangs erläutert ist. Die Erfindung hat dem gegenüber erkannt, dass sich eine Druckmessung direkt am Einzelspeicher in vorteilhafter Weise dazu eignet, nicht nur eine möglichst genaue Druckmessung zur Verfügung zu stellen, sondern darüber hinaus auch die im Stand der Technik bekannte Problematik des Störgrößeneinflusses zu vermeiden. Darüber hinaus hat die Erfindung erkannt, dass bei Verwendung eines Dehnungssensors zur Druckmessung unmittelbar am Einzelspeicher die sonst üblichen Probleme einer Druckmessung direkt am Injektor vermieden werden und eine Druckmessung vergleichsweise einfach realisiert werden kann. So hat die Erfindung in überraschend überzeugender Weise realisiert, dass das zu erwartende Signal eines Dehnungssensors direkt am Einzelspeicher aufgrund des am Einzelspeicher zur Verfügung stehenden größeren Volumens durchaus in einen günstigen Bereich fällt.

[0018] Das Konzept einer Einzelspeicherdruckmessung mit einem Dehnungssensor führt wie von der Erfindung erkannt zu einem Einzelspeicherdruckmesssignal, welches direkt proportional zum tatsächlichen Druckeinbruch im Einzelspeicher ist und aus dem sich die Kenngrößen der Einspritzung – Spritzbeginn, Spritzdauer und Spritzende – unmittelbar, das heißt insbesondere ohne weitere Filterung oder Gradientenbildung, bestimmen lassen.

[0019] Dementsprechend führt das Konzept der Erfindung auch auf ein Verfahren der eingangsgenannten Art, bei dem mittels einer elektronischen Einrichtung während eines Messintervalls ein Druck des Einzelspeichers erfasst und gespeichert wird und eine signifikante Änderung des Drucks als Einspritzbeginn oder Einspritzende für die Steuerung interpretiert wird. Erfindungsgemäß ist dem Konzept der Erfindung folgend vorgesehen, dass der Druck des Einzelspeichers über einen Drucksensor in Form des Dehnungssensors am Einzelspeicher gemessen wird. Das Verfahren lässt sich darüberhinaus grundsätzlich wie in DE 10 344 181 A1 beschrieben durchführen und auswerten, wobei hinsichtlich der detaillierten Verfahrensausführung im Einzelnen auf die Offenbarung der DE 10 344 181 A1 verwiesen wird, deren Offenbarung hiermit durch Zitat in den Offenbarungsgesamt der vorliegenden Anmeldung aufgenommen ist.

[0020] Insgesamt führt das Konzept der Erfindung vorteilhaft auch dazu, dass ein Einzelspeicherdruckmesssignal, welches mit einem Dehnungssensor aufgenommen ist eindeutig dem jeweiligen Injektor und dem jeweiligen Zylinder zuzuordnen ist, da auf dem Drucksignal des Einzelspeichers keine Störfrequenzen anderer Zylinder vorliegen beziehungsweise wenn, in vernachlässigbarem Umfang liegen. Dies hat unter anderen zur Folge, dass eine Filterung und/

oder Kalibrierung des Messsignals gemäß dem Konzept der Erfindung weitgehend überflüssig wird, da das Messsignal unabhängig von der Zylinderzahl und Zündfolge an der Brennkraftmaschine ist. In besonders vorteilhafter Weise gegenüber bisher bekannten Messverfahren hat das Konzept der Erfindung ausgenutzt, dass ein Druckeinbruch im Einzelspeicher üblicherweise um einen Faktor von bis zu fünf höher ist als bei einer Druckmessung außerhalb eines Einzelspeichers, das heißt ein Signal/Rausch-Abstand und damit eine Messgenauigkeit ist beim vorgeschlagenen Konzept erheblich höher als im Stand der Technik. Eine darüberhinaus in Stand der Technik bemängelte Bauraumrestriktion ist beim vorliegenden Konzept deutlich abgeschwächt, da im Einzelspeicher mehr Platz vorhanden ist als zum Beispiel an einer Injektorspitze oder dergleichen.

[0021] Hinsichtlich des Verfahrens gemäß dem Konzept der Erfindung ist das in DE 10 344 181 A1 im Detail beschriebene Verfahren nur eine von weiteren Möglichkeiten zur Implementierung des hier beschriebenen Konzepts. Je nach Bedarf können verwendungsspezifisch geeignete Vorgehensweisen zur Druckbestimmung gewählt werden, wobei wie vom Konzept der Erfindung vorgeschlagen für die Druckbestimmung eine Einzelspeicherdruckbestimmung über einen Dehnungssensor heranzuziehen ist.

[0022] Im Rahmen der Erfindung ist bei der Hochdruckkomponente dem Einzelspeicher ein hydraulischer Widerstand unmittelbar vorgeschaltet zur Integration in die Hochdruckführung. Durch einen dem Einzelspeicher und in aufwärtiger Kraftstoffflussrichtung vorgeschalteten hydraulischen Widerstand lässt sich eine hydraulische Entkopplung des Einzelspeichers gegenüber dem restlichen System verbessern. Dazu kann gegebenenfalls auch – zusätzlich oder alternativ – ein dem Einzelspeicher nach in abwärtiger Kraftstoffflussrichtung nachgeordneter hydraulischer Widerstand dienen. Es kann also auch ein hydraulischer Widerstand dem Einzelspeicher vorgeordnet und ein weiterer hydraulischer Widerstand dem Einzelspeicher nachgeordnet sein. Mit anderen Worten, der Einzelspeicher lässt sich je nach Bedarf in Kombination mit einer vorgeordneten und/oder nachgeordneten hydraulischen Drossel im Rahmen einer Hochdruckkomponente realisieren. Die so weiter gebildete Hochdruckkomponente gemäß dem Konzept der Erfindung lässt sich damit nicht nur in optimierter Weise auf die übrige Hochdruckführung abstimmen, sondern darüberhinaus lässt sich eine Rückkopplung von hydraulischen Störgrößen, wie aus dem Stand der Technik bekannte störende Druckfrequenzen, auf den Einzelspeicher dämpfen beziehungsweise unterbinden.

[0023] Mit Vorteil versehen ist die Ausgestaltung des Dehnungssensors in Form eines Dehnungs-

messstreifens. Zur genauen Wirkungsweise und Funktionsweise eines Dehnungsmessstreifens sei dazu beispielhaft auf die Detailbeschreibung der DE 10 2005 053 683 A1 hingewiesen. Ein Dehnungsmessstreifen lässt sich vergleichsweise einfach realisieren und bauraumsparend am Einzelspeicher unterbringen. Aus dem Stand der Technik bekannte Nachteile betreffend eine Druckmessung durch einen Dehnungssensor, insbesondere Dehnungsmessstreifen, am Injektor sind bei Einsatz an einem Einzelspeicher gemäß dem Konzept der Erfindung vorteilhaft vermieden.

[0024] Die Erfindung betrifft die Ausbildung und Anordnung des Einzelspeichers. Der Dehnungssensor wird vorteilhaft auf der Außenseite einer Wandung des Einzelspeichers angeordnet. Die Wandung kann dazu zur Erhöhung der Messgenauigkeit des Dehnungssensors mit einem entsprechenden Wandungsmaß im Vergleich zu einem Volumenmaß des Volumens des Einzelspeichers versehen sein.

[0025] Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen und geben im einzelnen vorteilhafte Möglichkeiten an, dass oben erläuterte Konzept im Rahmen der Aufgabenstellung, sowie hinsichtlich weiterer Vorteile zu realisieren.

[0026] In vorteilhafterweise mündet ein Hochdruckanschluss der Hochdruckführung direkt in den Einzelspeicher. Dies hat Vorteile hinsichtlich der Kraftstoffführung aber auch hinsichtlich der Messgenauigkeit der Druckmessung am Einzelspeicher.

[0027] Der Einzelspeicher selbst ist vorteilhaft dadurch gebildet, dass ein quer zu einer axialen Führungsrichtung des Kraftstoffs bestimmter Durchmesser des Einzelspeichers größer ausgeführt ist als ein quer zu einer axialen Führungsrichtung des Kraftstoffs bestimmter Querdurchmesser der Hochdruckkomponente vor dem Einzelspeicher. Insbesondere zeichnet sich ein Einzelspeicher dadurch aus, dass er einen größeren Querdurchmesser aufweist als die übrige Kraftstoffhochdruckführung.

[0028] Zur Ausbildung eines hydraulischen Widerstands vor und/oder nachgeordnet zum Einzelspeicher ist es vorteilhaft, dass ein Verlauf des Durchmessers der Hochdruckkomponente entlang einer axialen Führungsrichtung des Kraftstoffs vor dem Einzelspeicher und/oder nach dem Einzelspeicher eine Taille aufweist. Dadurch lässt sich auf besonders einfache Weise eine hydraulische Drossel realisieren, die bei Bedarf durch weitere Elemente und/oder Ausgestaltung der Kraftstoffführung ergänzt werden kann.

[0029] Zur Weiterbildung eines Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystems ist dazu insbesondere vorgesehen, dass die Hochdruckführung vor dem Einzel-

speicher einen hydraulischen Widerstand aufweist, welcher größer als ein hydraulischer Widerstand der Hochdruckführung nach dem Ausgang der Hochdruckquelle ist. Zwar ist üblicherweise im Stand der Technik vorgesehen, den hydraulischen Widerstand des Einzelspeichers und der Zulaufleitung von der Hochdruckquelle möglichst gering zu halten, um eine umgehende und ungehinderte Einspritzung zu erreichen jedoch lässt sich dies gemäß vorliegender Weiterbildung ebenfalls erreichen und zudem ohne Rückkopplung von Störgrößen auf das Volumen im Einzelspeicher.

[0030] Weiter mit Vorteil versehen ist ein Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem, bei dem in der Hochdruckführung nur der Einzelspeicher mit einer Druckmesseinrichtung, insbesondere in Form des Dehnungssensors, versehen ist. Es hat sich gezeigt, dass die Anbringung eines Dehnungssensors nur am Einzelspeicher ausreichend sein kann, um eine geeignete Kraftstoffzuführung in einen Arbeitsraum einer Brennkraftmaschine zu bemessen. Gegebenenfalls ist es vorteilhaft darüberhinaus die Hochdruckquelle – d. h. insbesondere den Rail beziehungsweise den Hochdruckspeicher – mit einem Drucksensor, insbesondere einem weiteren Dehnungssensor, vorteilhaft in Form eines weiteren Dehnungsmessstreifens, zu versehen. Den Hochdruckspeicher ist vorteilhaft eine Hochdruckpumpe vorgeordnet. Eine Druckmessung an der Hochdruckquelle zusammen mit einer Druckmessung am Einzelspeicher erweist sich gemäß dieser Weiterbildung als besonders geeignet zur vollständigen einfachen und störungsfreien genauen Charakterisierung der Kraftstoffeinspritzung zum Zwecke der Steuerung derselben für eine Brennkraftmaschine.

[0031] Entsprechend kann im Rahmen einer Weiterbildung betreffend das Verfahren der am Einzelspeicher gemessene Druck zusätzlich oder alternativ zu einem an der Hochdruckquelle gemessenen Druck der Steuerung zur Verfügung gestellt werden. Im Falle, dass der Druck der Hochdruckquelle zusätzlich zu einem Druck am Einzelspeicher gemessen wird hat es sich als vorteilhaft erwiesen, den am Einzelspeicher gemessenen Druck im Rahmen des Verfahrens zur Plausibilitätsprüfung für den an der Hochdruckquelle gemessenen Druck zu nutzen. Insbesondere ist dazu ein Verfahrensschritt vorgesehen, bei dem durch Vergleich eines am Einzelspeicher gemessenen Drucks und an der Hochdruckquelle gemessenen Drucks eine Plausibilitätsprüfung auf Richtigkeit des an der Hochdruckquelle gemessenen Drucks erfolgt. Dadurch können Störgrößen-Einwirkungen auf ein an der Hochdruckquelle gemessenes Drucksignal eliminiert werden. Für den Fall, dass eine Druckmessung an der Hochdruckquelle aufgrund eines Fehlers oder einer sonstigen Störung ausfallen sollte ist es im Rahmen einer Weiterbildung des Verfahrens mit Vorteil versehen möglich, die Messung des Drucks

am Einzelspeicher statt der Messung des Drucks der Hochdruckquelle der Steuerung zur Verfügung zu stellen. Grundsätzlich kann im Rahmen einer Weiterbildung des Verfahrens eine Einzelspeicherdruckmessung gemäß dem Konzept der Erfindung über einen Drucksensor, vorzugsweise in Form des Dehnungssensors, in vielfältiger Weise zur Steuerung und/oder Regelung der Brennkraftmaschine genutzt werden. Insbesondere ist im Rahmen des Verfahrens vorgesehen, die Einzelspeicherdruckmessung zur Steuerung und/oder Regelung des Ablaufs einer Haupteinspritzung zu nutzen. Zusätzlich oder alternativ kann eine Einzelspeicherdruckmessung auch zum Ablauf einer Voreinspritzung und/oder Nacheinspritzung genutzt werden.

[0032] Eine Initiierung und Anfangseinstellungen der Steuerung kann im Rahmen einer Weiterbildung des Verfahrens dadurch erfolgen, dass eine Druckmessgröße für den Druck des Einzelspeichers als Signalausgang beim Dehnungssensor bereitgestellt wird. Eine erste Druckmessgröße wird vor dem Start der Brennkraftmaschine ermittelt. Eine zweite Druckmessgröße wird in einem statischen Zustand der Brennkraftmaschine ermittelt und eine dritte Druckmessgröße wird in Bezug zur ersten und/oder zweiten Messgröße gesetzt.

[0033] Die erste Druckmessgröße kann dabei zum Einlesen eines Spannungspegels des Dehnungssensors, insbesondere Dehnungsmessstreifens, genutzt werden – also praktisch zur Bestimmung eines Nullspannung-Signalzustandes. Die zweite Druckmessgröße lässt sich praktisch einer für den Druck in der Hochdruckquelle maßgeblichen Druckmessgröße zuordnen, da im statischen Zustand ein Einzelspeicherdruck im Wesentlichen dem Druck in der Hochdruckquelle entsprechen sollte. Jede weitere dritte Druckmessgröße – zum Beispiel beim Öffnen des Injektors ein Druckeinbruch am Einzelspeicher – kann in Bezug zur ersten und/oder zweiten Druckmessgröße gesetzt werden. Dadurch kann der Druckverlauf am Einzelspeicher vergleichsweise genau und einfach direkt bestimmt und der Steuerung zur Verfügung gestellt werden.

[0034] Darüber hinaus kann das Verfahren mit Vorteil als Eingangsgrößen zur Steuerung und/oder Regelung der Brennkraftmaschine einen Einzelspeicherdruck und gegebenenfalls einen Hochdruckquellendruck sowie insbesondere weitere Eingangsgrößen nutzen. Beispielsweise können weitere Eingangsgrößen gebildet sein durch ein Drehzahlsignal für die Brennkraftmaschine, weitere Einzelspeicherdrucksignale für andere Einzelspeicher der weiteren Zylinder sowie gegebenenfalls weitere Eingangssignale aus der Peripherie der Brennkraftmaschine, wie beispielsweise Signale für den Ladeluftdruck eines Turboladers und die Temperaturen der Kühl- und/oder Schmiermittel des Kraftstoffs.

[0035] Darüberhinaus kann mit Vorteil das Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung einer Brennkraftmaschine Ausgangsgrößen verschiedener Art aufweisen. Dazu zählt insbesondere eine Ausgangsgröße zur Ansteuerung einer der Hochdruckpumpe vorgeschalteten Saugdrossel, einen Signal zur Ansteuerung der Anzahl von Injektoren, dort insbesondere Spritzbeginn und Spritzende. Darüberhinaus können weitere Ausgangsgrößen die Peripherie der Brennkraftmaschine betreffen, wie zum Beispiel Stellsignale zur Steuerung und/oder Regelung beispielsweise eines Abgasrückführventils.

[0036] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Diese soll die Ausführungsbeispiele nicht notwendigerweise maßstäblich darstellen, vielmehr ist die Zeichnung, wo zur Erläuterung dienlich, in schematisierter und/oder leicht verzerrter Form ausgeführt. Im Hinblick auf Ergänzungen der aus der Zeichnung unmittelbar erkennbaren Lehren wird auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass vielfältige Modifikationen und Änderungen betreffend die Form und das Detail einer Ausführungsform vorgenommen werden können, ohne von der allgemeinen Idee der Erfindung abzuweichen. Die in der Beschreibung, in der Zeichnung sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Weiterbildung der Erfindung wesentlich sein. Zudem fallen in den Rahmen der Erfindung alle Kombinationen aus zumindest zwei der in der Beschreibung, der Zeichnung und/oder den Ansprüchen offenbarten Merkmale. Die allgemeine Idee der Erfindung ist nicht beschränkt auf die exakte Form oder das Detail der im Folgenden gezeigten und beschriebenen bevorzugten Ausführungsform oder beschränkt auf einen Gegenstand, der eingeschränkt wäre im Vergleich zu dem in den Ansprüchen beanspruchten Gegenstand. Bei angegebenen Bemessungsbereichen sollen auch innerhalb der genannten Grenzen liegende Werte als Grenzwerte offenbart und beliebig einsetzbar und beanspruchbar sein. Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung. Diese zeigt in:

[0037] [Fig. 1](#): eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine mit einem Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem und einer Hochdruckkomponente mit einem Einzelspeicher gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform;

[0038] [Fig. 2](#): eine besonders bevorzugte konstruktive Realisierung eines Einzelspeichers, der beispielsweise bei der Ausführungsform der [Fig. 1](#), eingesetzt werden kann im Rahmen einer Integration im Injektor;

[0039] **Fig. 3:** eine schematische Darstellung einer Hochdruckkomponente in Form eines Einzelspeichers mit einer Druckmesseinrichtung in Form eines Dehnungssensors gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform.

[0040] **Fig. 1** zeigt eine Brennkraftmaschine **1** mit einem Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem **15**, welches dazu ausgelegt ist, über eine Niederdruckpumpe **3**, einem Kraftstofftank **2** entnommenen Kraftstoff, einem Arbeitsraum der Brennkraftmaschine **1** zu injizieren. Das Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem **15** – im folgenden Common-Rail-System **15** – ist vorliegend mit einer elektronischen Einrichtung **9** zur Steuerung und/oder Regelung einer Brennkraftmaschine **1** versehen, welche Einrichtung im folgenden als elektronisches Steuergerät **9** bezeichnet ist. Weiter weist das Common-Rail-System **15** auch gemäß dem Konzept der Erfindung eine Hochdruckkomponente **14** mit einem Einzelspeicher **10** auf, der zum Zwischenspeichern des Kraftstoffes vor dem Einspritzen durch den Injektor **8** ausgelegt ist.

[0041] Im Einzelnen umfasst das Common-Rail-System **15** folgende mechanische Komponenten: die Niederdruckpumpe **3** zur Kraftstoffförderung aus dem Kraftstofftank **2**, eine Saugdrossel **4** zur Festlegung eines Volumenstroms des Kraftstoffes, eine Hochdruckpumpe **5** zur Förderung des Kraftstoffes unter Druckerhöhung in eine unter Hochdruck stehende Hochdruckquelle **6** im folgenden Rail **6**. Zudem sind eine für die Zylinder angepasste Anzahl von Injektoren **8** jeweils zum Einspritzen des Kraftstoffes in einen Arbeitsraum, vorliegend Brennraum, der Brennkraftmaschine **1** vorgesehen. Davon ist ein Injektor **8** symbolisch für die Anzahl von Injektoren als Teil einer für die Anzahl von Hochdruckkomponenten symbolisch gezeigten Hochdruckkomponente **14** gezeigt. Vorliegend ist der Einzelspeicher **10** im Injektor **8** integriert. Dies kann grundsätzlich auf unterschiedliche Weise geschehen und wird im Einzelnen weiter unten in Bezug auf diese **Fig. 1** und die weitere **Fig. 2** erläutert.

[0042] Ebenso kann – in einer hier nicht dargestellten Ausführungsform – ein Einzelspeicher, zusätzlich oder alternativ, als separates Puffervolumen in der Hochdruckkomponente **14** außerhalb des Injektors **8** integriert sein, beispielsweise in der Zulaufleitung **13** vom Rail **6** zum Injektor **8**.

[0043] Das Common-Rail-System **15** mit Einzelspeichern **10** unterscheidet sich von einem Common-Rail-System ohne Einzelspeicher dahin, dass der einzuspritzende Kraftstoff aus dem Einzelspeicher **10** entnommen wird. Während der Einspritzpause fließt gerade so viel Kraftstoff aus dem Rail **6** in den Einzelspeicher **10** nach, dass bei Spritzbeginn der Einzelspeicher **10** wieder vollständig gefüllt ist, wodurch dann der Druck im Einzelspeicher **10** so hoch wie der Druck pCR im Rail **6** ist.

[0044] Der hydraulische Widerstand des Einzelspeichers **10** und der Zulaufleitung **13** vom Rail **6** zum Injektor **8** sind aufeinander abgestimmt, indem vorliegend die Zulaufleitung **13** vom Rail zum Einzelspeicher **10** im Injektor **8** einen vergleichsweise hohen hydraulischen Widerstand **16** besitzt. Der hydraulische Widerstand **16** der Hochdruckkomponente **14** ist gegenüber einem Verlauf des Durchmessers der Zulaufleitung **13** der Hochdruckkomponente entlang einer axialen Führungsrichtung des Kraftstoffes vor dem Einzelspeicher **10** derart gebildet, dass dieser eine Taille aufweist. Der hydraulische Widerstand **16** der Hochdruckkomponente **14** stellt also praktisch eine dem Einzelspeicher **10** unmittelbar vorgeordnet Drossel dar. Mit anderen Worten weist die Hochdruckführung vor dem Einzelspeicher **10** einen hydraulischen Widerstand **16** auf, welche größer als ein hydraulischer Widerstand unmittelbar nach dem Ausgang des Rail **6** ist. Bei einem bekannten Common-Railsystem ohne Einzelspeicher, welches hier nicht dargestellt ist, ist üblicherweise hingegen der hydraulische Widerstand zwischen einem Rail und Injektor möglichst gering gehalten, sodass eine möglichst umgehende und ungehinderte Einspritzung erreicht werden kann. Vorliegend wird jedoch durch den dem Einzelspeicher **10** unmittelbar vorgeschalteten hydraulischen Widerstand **16** der Hochdruckkomponente **14** erreicht, dass eine Rückkopplung von Störfrequenzen vom Rail **6** in den Einzelspeicher **10** gedämpft wird.

[0045] Vorliegend in **Fig. 1** erstreckt sich der Einzelspeicher **10** in einen der Injektorspitze **17** gegenüberliegendes distales Ende **18** des Injektors **8**. Ein Hochdruckanschluss **19** der Hochdruckführung mündet direkt in den Einzelspeicher **10**. Im vorliegenden Fall der **Fig. 1** bildet ein Volumen des Einzelspeichers **10** zusammen mit einem Volumen des Hochdruckanschlusses **19** der Hochdruckführung an den Einzelspeicher **10** einen in etwa L-förmigen Querschnitt.

[0046] In einer abgewandelten Form ist eine mit gleichen Bezugszeichen versehene Hochdruckkomponente **14** in **Fig. 2** gezeigt. Die abgewandelte Hochdruckkomponente **14** weist ebenfalls einen Injektor **8** mit einem integrierten Einzelspeicher **10** und einem diesem unmittelbar vorgeordneten symbolisch dargestellten hydraulischen Widerstand **16** in der Hochdruckleitung **13** auf. Der Hochdruckanschluss **19** mündet mit seinem Hochdruckkanal **20** direkt in den Einzelspeicher **10**. Bei der abgewandelten Ausführungsform der **Fig. 2** ist der Einzelspeicher **10** in einem von der Injektorspitze beabstandeten Körper **21** des Injektors **8** angeordnet, wobei der Körper **21** von der Injektorspitze **17** als auch von dem gegenüberliegenden distalen Ende **18** beabstandet ist. In der abgewandelten Ausführungsform der **Fig. 2** der Hochdruckkomponente **14** bildet ein Volumen des Einzelspeichers **10** zusammen mit einem Volumen des Hochdruckanschlusses **19** – nämlich dem Hoch-

druckkanal **20** – der Hochdruckführung an den Einzelspeicher **10** einen etwa T-förmigen Querschnitt.

[0047] Solche und andere Abwandlungen zur Integration des Einzelspeichers **10** in den Injektor **8** können vorgenommen werden, ohne vom Konzept der Erfindung abzuweichen. In jedem Fall zeichnet sich ein Einzelspeicher **10** durch ein größeres Volumen im Vergleich zu einem Hochdruckkanal der Hochdruckführung – sei es ein Hochdruckkanal **20** im Injektor oder eine Hochdruckleitung **13** – aus. Ein quer zu einer axialen Führungsrichtung des Kraftstoffs bestimmter Durchmesser des Einzelspeichers **10** ist insbesondere größer als ein quer zu einer axialen Führungsrichtung des Kraftstoffs bestimmter Querdurchmesser der Hochdruckkomponente **14**. Vorliegend ist der Durchmesser des Hochdruckkanals **20** wesentlich geringer als der Durchmesser des Einzelspeichers **10**.

[0048] Es zeigt sich, dass das größere Volumen beziehungsweise der größere Durchmesser eines Einzelspeichers **10** gemäß dem Konzept der Erfindung vorteilhaft genutzt werden kann, um das Messsignal eines direkt am Einzelspeicher **10** angebrachten Dehnungssensors **12**, vorliegend in Form eines Dehnungsmessstreifens, genutzt werden kann. Es zeigt sich nämlich, dass aufgrund des größeren Durchmessers des Einzelspeichers im Verhältnis zur Wandung des Körpers **21** des Injektors **8** ein Messsignal am Einzelspeicher **10** wesentlich größer ist als im Vergleich dazu ein fiktives Messsignal an einer Hochdruckführung, deren Durchmesser geringer ist als ein Durchmesser des Einzelspeichers.

[0049] Das Konzept der Erfindung ermöglicht eine verbesserte Regelung der Einspritzung beziehungsweise eine bessere Festlegung des Einspritzbeginns, welcher durch Anheben der Injektornadel **22** in der Injektorspitze **17** aktiviert wird und dem es wiederum das Einspritzen von Kraftstoff durch Öffnungen am Ende **23** der Injektorspitze folgt.

[0050] Beispielhaft wird die Regelung aufgrund eines elektronischen Steuergeräts (ECU) **9** anhand von [Fig. 1](#) und einem im [Fig. 3](#) symbolisch dargestellten Einzelspeicher **10** mit Dehnungssensor **12** erläutert. Das elektronische Steuergerät **9** beinhaltet die üblichen Bestandteile eines Mikrocomputersystems, beispielsweise einen Mikroprozessor, I/O-Bausteine, Puffer und Speicherbausteine (EEPROM, RAM). In den Speicherbausteinen sind die für den Betrieb der Brennkraftmaschine **1** relevanten Betriebsdaten in Kennfeldern/Kennlinien appliziert. Über diese berechnet das elektronische Steuergerät **9** aus den Eingangsgrößen die Ausgangsgrößen. In [Fig. 1](#) sind exemplarisch folgende Eingangsgrößen dargestellt:

- der Druck im Rail **6** (pCR), der Mittels eines weiteren Drucksensors **7** in Rail **6** gemessen wird,
- ein Drehzahlsignal (nMOT) der Brennkraftmaschine **1**,
- eine Anzahl von Drucksignalen pE der Anzahl von Einzelspeichern **10**, von denen hier eines symbolisch dargestellt ist und beispielsweise eine vom Dehnungsmessstreifen abgegebene Spannung (UES) ist wie sie in [Fig. 3](#) dargestellt ist.

[0051] Weiter sind symbolisch für eine Anzahl von Betriebszuständen und anwendungsabhängig Eingangsgrößen EIN dargestellt. Unter der Eingangsgröße EIN sind beispielsweise Ladeluftdruck eines Turboladers und die Temperaturen der Kühl/Schmiermittel und des Kraftstoffs zusammengefasst.

[0052] In [Fig. 1](#) sind als Ausgangsgrößen AUS des elektronischen Steuergeräts **9** ein pulsweites moduliertes Signal (PWM) zur Steuerung der Saugdrossel **4**, ein Signal (INJ) zur Ansteuerung der Anzahl Injektoren **8** dargestellt, wobei das Signal (INJ) insbesondere Einzelsignale zur Festlegung von Spritzbeginn und/oder Spritzende aufweist. Weitere Ausgangsgrößen sind in der Ausgangsgröße (AUS) zusammengefasst. Diese Ausgangsgröße (AUS) steht stellvertretend für die weiteren Stellsignale zur Steuerung und Regelung der Brennkraftmaschine **1**, beispielsweise eines AGR-Ventils.

[0053] [Fig. 3](#) zeigt stark vereinfacht den Einzelspeicher **10** wie er beispielsweise symbolisch in [Fig. 1](#) oder konstruktiv ausgeführt in [Fig. 2](#) gezeigt ist. Die Kraftstoffzufuhr ZU erfolgt im Rahmen der in [Fig. 3](#) nicht dargestellten Hochdruckkomponente **14** durch eine Hochdruckführung während die Kraftstoffabfuhr über die Spitze **17** des Injektors in den Arbeitsraum der Brennkraftmaschine **1** erfolgt. Innerhalb des Einzelspeichers **10** herrscht ein variables Druckniveau pE von 0 bar bei Motorstillstand bis zu einem Maximalwert von zum Beispiel 1800 bar bei Vollast. Gegebenenfalls kann mit der Einzelspeichertechnologie auch ein höherer Maximalwert von durchaus bis zu 3000 bar – vorliegend durchaus zwischen 2200 und 2500 bar – erreicht werden. Auf einer Außenseite **11** des Einzelspeichers **10** ist – wie bereits anhand von [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) erläutert – ein Dehnungssensor **12** in Form eines Dehnungsmessstreifens befestigt, welcher die mechanische Volumenänderung des Einzelspeichers **10** in ein elektrisches Signal UES wandelt, welches das Druckniveau pE des Einzelspeichers an das elektronische Steuergerät **9** weiter gibt. Das elektrische Signal UES wird im elektronischen Steuergerät **9** über eine Brückenschaltung, zum Beispiel eine Wheatstonebrücke, ausgewertet.

Bezugszeichenliste

1	Brennkraftmaschine
2	Kraftstofftank
3	Niederdruckpumpe
4	Saugdrossel
5	Hochdruckpumpe
6	Hochdruckquelle
7	Rail-Drucksensor
8	Injektor
9	elektronische Einrichtung, elektronische Steuergerät
10	Einzel Speicher
11	Außenseite
12	Dehnungssensor
13	Zulaufleitung, Hochdruckleitung
14	Hochdruckkomponente
15	Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem
16	Widerstand
17	Injektorspitze
18	distale Ende
19	Hochdruckanschluss
20	Hochdruckkanal
21	Körper
22	Injektornadel
23	Öffnungen am Ende
nMOT	Motordrehzahl
pE	Einzel Speicherdruck
pCR	Raildruck
PWM	Pulsweitenmoduliertes Signal
INJ	Ansteuersignal Injektor (Spritzbeginn/Spritzende)
EIN	weitere Eingangssignale
AUS	weitere Ausgangssignale

Patentansprüche

1. Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem (15) mit einer Hochdruckquelle (6) und einem an dieser über eine Hochdruckführung fluidverbunden angeschlossenen Injektor (8) für Kraftstoff zur Injektion des Kraftstoffs in einen Arbeitsraum einer Brennkraftmaschine (1), wobei die Hochdruckführung eine Hochdruckkomponente (14) mit einem Einzel Speicher (10) mit einer Druckmesseinrichtung aufweist, die in Form eines Dehnungssensors (12) gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Dehnungssensor (12) in Form eines Dehnungsmessstreifens gebildet und auf der Außenseite (11) einer Wandung des Einzel Speichers (10) angeordnet ist und dem Einzel Speicher (10) ein hydraulischer Widerstand (16) unmittelbar zur Integration in die Hochdruckführung vorgeordnet oder nachgeordnet ist.

2. Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem (15) nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckkomponente (14) zum Anschluss an eine Hochdruckleitung (13) außerhalb des Injektors (8) oder zur Integration in einer Hochdruckleitung (13) außerhalb des Injektors (8) ausgebildet, insbesondere

re in Form eines Hochdruckleitungsrohres, gebildet ist.

3. Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem (15) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckkomponente (14) in Form eines Injektors (8) gebildet ist.

4. Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem (15) nach Anspruch 3 dadurch gekennzeichnet, dass der Einzel Speicher (10) an einen Hochdruckkanal (20) innerhalb des Injektors (8) angeschlossen oder in einen Hochdruckkanal (20) innerhalb des Injektors (8) integriert ist.

5. Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem (15) nach Anspruch 3 oder 4 dadurch gekennzeichnet, dass der Einzel Speicher (10) an einer Injektorspitze (17) gegenüberliegenden distalen Ende des Injektors (8) angeordnet ist. 6 Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem (15) nach einem der Ansprüche 3 bis 5 dadurch gekennzeichnet, dass der Einzel Speicher (10) in einem von der Injektorspitze (17) beabstandeten Körper (21) des Injektors (8) angeordnet ist, welcher Körper (21) von einem der Injektorspitze (17) gegenüberliegenden distalen Ende (18) beabstandet ist.

6. Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass ein Hochdruckanschluss der Hochdruckführung direkt in den Einzel Speicher (10) mündet.

7. Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem (15) nach Anspruch 7 dadurch gekennzeichnet, dass ein Volumen des Einzel Speichers zusammen mit einem Volumen des Hochdruckanschlusses (19) der Hochdruckführung an den Einzel Speicher (10) einen etwa T-förmigen oder etwa L-förmigen Querschnitt bildet.

8. Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass ein quer zu einer axialen Führungsrichtung des Kraftstoffes bestimmter Durchmesser des Einzel Speichers (10) grösser als ein quer zu einer axialen Führungsrichtung des Kraftstoffes bestimmter Quer-Durchmesser der Hochdruckkomponente (14) vor dem Einzel Speicher (10) ist.

9. Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass ein Verlauf des Durchmesser der Hochdruckkomponente (14) entlang einer axialen Führungsrichtung des Kraftstoffes vordem Einzel Speicher (10) eine Taille aufweist.

10. Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckführung

vor dem Einzelspeicher (10) einen hydraulischen Widerstand (16) aufweist, welcher grösser als ein hydraulischer Widerstand (16) der Hochdruckführung nach dem Ausgang der Hochdruckquelle (6) ist.

11. Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Hochdruckführung nur der Einzelspeicher (10) mit einer Druckmesseinrichtung versehen ist, insbesondere nur der Einzelspeicher (10) mit einer Druckmesseinrichtung in Form des Dehnungssensors (12) versehen ist.

12. Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckquelle (6) einen weiteren Dehnungssensor (12) aufweist, insbesondere nur die Hochdruckquelle (6) einen weiteren Dehnungssensor (12) aufweist.

13. Brennkraftmaschine (1) mit einem Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem (15) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 und einer Elektronischen Einrichtung (9) zur Steuerung und/oder Regelung der Brennkraftmaschine (1), welche zur Verarbeitung einer Messgröße eines Dehnungssensors (12) für den Druck des Einzelspeichers ausgelegt ist, insbesondere einen Signal-Eingang aufweist, der mit einem Signal-Ausgang des Dehnungssensors (12) signalverbunden ist.

14. Elektronische Einrichtung (9) zur Steuerung und/oder Regelung einer Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 14, welche Einrichtung zur Verarbeitung einer Messgröße eines Dehnungssensors (12) für den Druck des Einzelspeichers ausgelegt ist, insbesondere einen Signal-Eingang aufweist, der zur Signalverbindung mit einem Signal-Ausgang des Dehnungssensors (12) ausgelegt ist.

15. Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere mit einem Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem (15) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, mittels einer elektronischen Einrichtung (9), wobei während eines Messintervalls ein Druck des Einzelspeichers (10) erfasst und gespeichert wird und eine signifikante Änderung des Drucks als Einspritzbeginn oder Einspritzende für die Steuerung interpretiert wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck des Einzelspeichers über einen Drucksensor als Dehnungssensor in Form eines Dehnungsmessstreifens (12) am Einzelspeicher (10) unmittelbar nach oder vor einem hydraulischen Widerstand der Hochdruckführung gemessen wird.

16. Verfahren nach Anspruch 16 dadurch gekennzeichnet, dass

eine Druckmessgröße für den Druck des Einzelspeichers als Signal am Signal-Ausgang beim Dehnungssensor (12) bereitgestellt wird, und

- eine erste Druckmessgröße vor dem Start der Brennkraftmaschine (1) ermittelt wird;
- eine zweite Druckmessgröße in einem statischen Zustand der Brennkraftmaschine (1) ermittelt wird;
- eine dritte Druckmessgröße in Bezug zur ersten und/oder zweiten Druckmessgröße gesetzt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17 dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich der Druck der Hochdruckquelle (6) gemessen wird und in Bezug zum Druck des Einzelspeichers (10) gesetzt wird.

18. Verfahren nach Anspruch 18 dadurch gekennzeichnet, dass der Druck des Einzelspeichers (10) statt des Drucks der Hochdruckquelle (6) der Steuerung zur Verfügung gestellt wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19 dadurch gekennzeichnet, dass der Druck des Einzelspeichers (10) über einen Drucksensor in Form des Dehnungssensors (12) am Einzelspeicher (10) gemessen wird zur Steuerung und/oder Regelung einer Brennkraftmaschine (1) mit einem Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem (15) beim Ablauf einer Haupteinspritzung und/oder Voreinspritzung und/oder Nacheinspritzung.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

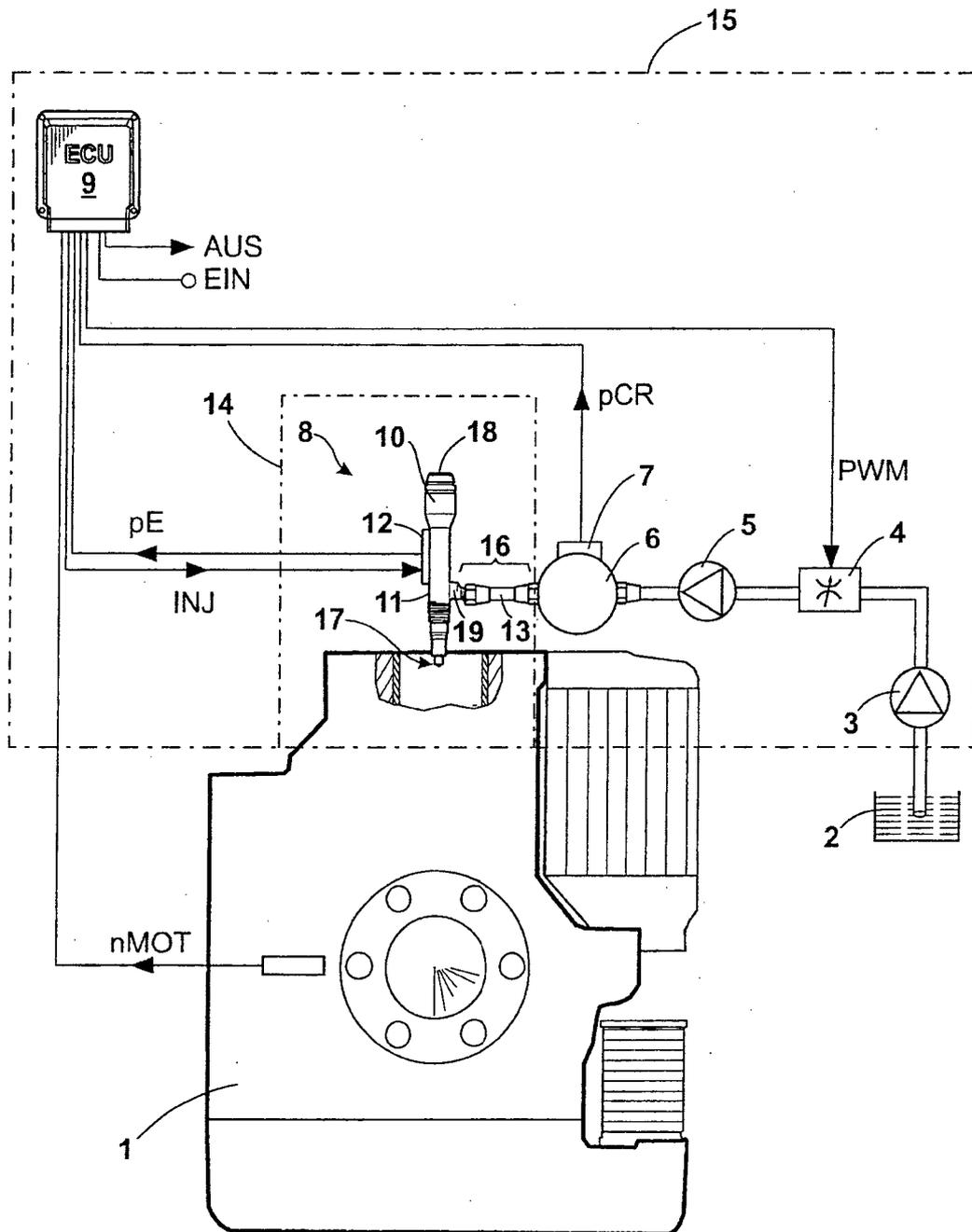


Fig. 1

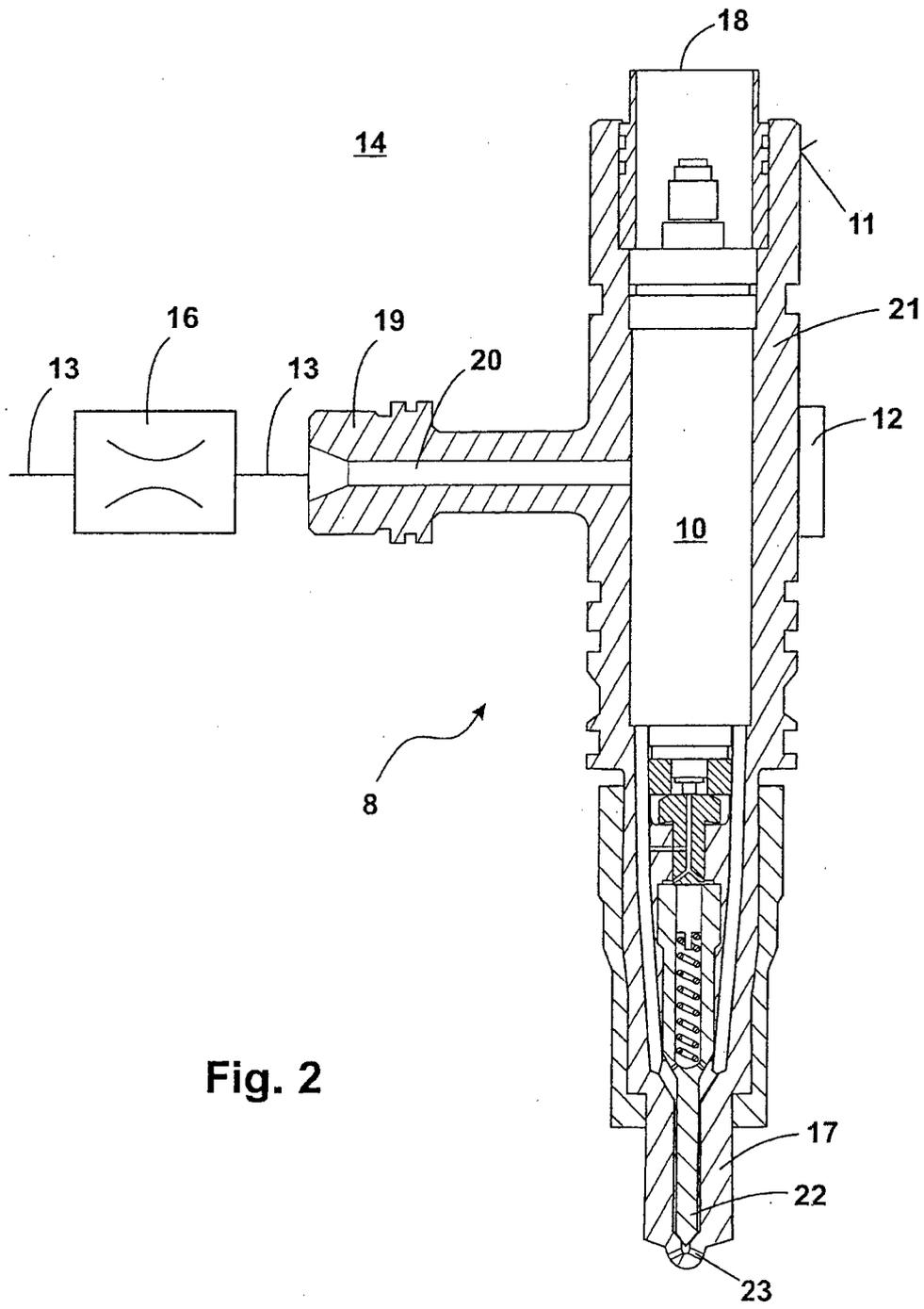


Fig. 2

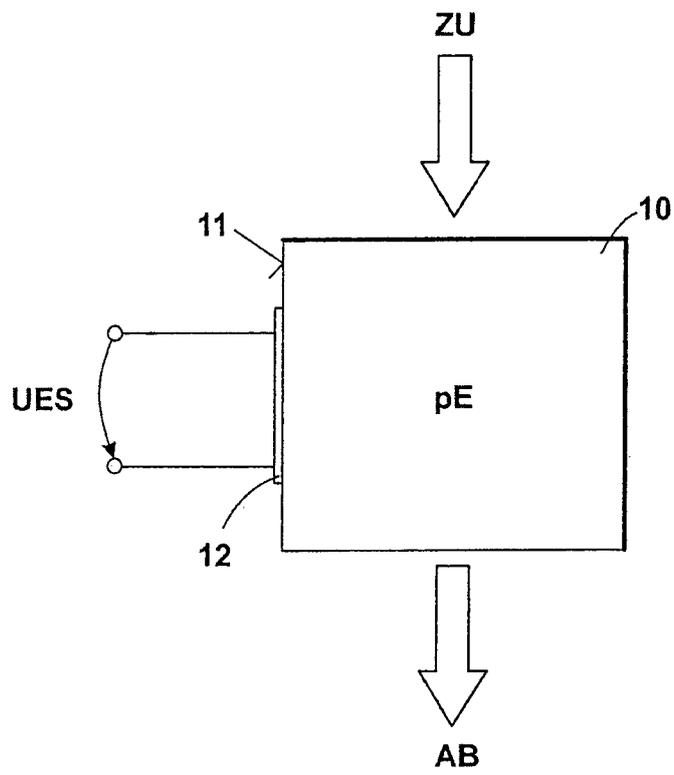


Fig. 3