



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 212 570.1**

(22) Anmeldetag: **18.07.2012**

(43) Offenlegungstag: **23.01.2014**

(51) Int Cl.: **F01N 3/10 (2012.01)**
F04B 49/00 (2012.01)

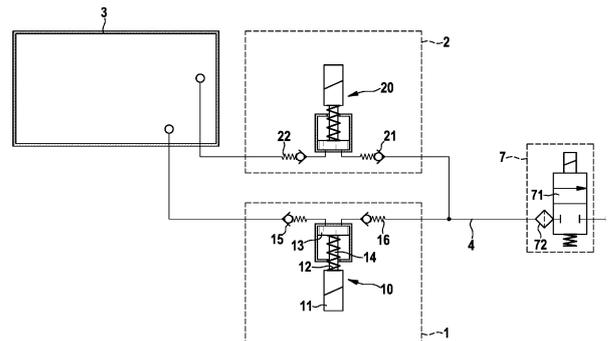
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
**Braun, Jochen, 71296, Heimsheim, DE; Cysneiros
Cavalcanti Soares, Thiago Jose, 70197, Stuttgart,
DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betreiben eines Förder- und Dosiersystems**

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zum Betreiben eines Förder- und Dosiersystems ist das System zur Förderung eines flüssigen Mediums aus einem Tank (3) und zur Dosierung des Mediums über eine Druckleitung (4) mittels wenigstens einer Dosiereinheit (7) vorgesehen. Das System umfasst wenigstens eine Förderpumpe (10) und wenigstens eine Einrichtung zur Rückförderung des Mediums, insbesondere eine Rückförderpumpe (20) und/oder ein Schaltventil für einen Rücklauf. Weiterhin ist wenigstens eine Heizeinrichtung zum Beheizen des Systems vorgesehen. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass nach und/oder während einem Beheizen des Systems durch wenigstens eine Heizeinrichtung, insbesondere nach einem Auftauen von Medium in dem Förder- und Dosiersystem vorgenommen wird, indem Medium aus dem Tank (3) über eine Aktivierung der Förderpumpe (10) bei geschlossener Dosiereinheit (7) gefördert wird und die Einrichtung zur Rückförderung des Mediums (20) aktiviert wird.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Förder- und Dosiersystems, das zur Förderung eines flüssigen Mediums aus einem Tank und zur Dosierung des Mediums über eine Druckleitung mittels wenigstens einer Dosiereinheit vorgesehen ist. Das System umfasst einen Förderpfad mit wenigstens einer Förderpumpe und einen Rückförderpfad mit wenigstens einer Einrichtung zur Rückförderung des Mediums. Weiterhin ist wenigstens eine Einrichtung zum Beheizen des Förder- und Dosiersystems vorgesehen. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Computerprogramm und ein Computerprogrammprodukt mit Programmcode, die zur Durchführung des Verfahrens geeignet sind.

Stand der Technik

[0002] Es sind Verfahren und Vorrichtungen zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere bei Kraftfahrzeugen bekannt, in deren Abgasbereich ein SCR-Katalysator (Selective Catalytic Reduction) angeordnet ist, der die im Abgas der Brennkraftmaschine enthaltenen Stickoxide (NOx) in Gegenwart eines Reduktionsmittels zu Stickstoff reduziert. Hierdurch kann der Anteil von Stickoxiden im Abgas erheblich vermindert werden. Für den Ablauf der Reaktion wird Ammoniak (NH₃) benötigt, das dem Abgas zugemischt wird. Für die Bereitstellung von Ammoniak wird üblicherweise eine wässrige Harnstofflösung verwendet, die stromaufwärts des SCR-Katalysators in den Abgasstrang mit Hilfe einer Dosiereinrichtung eingespritzt wird.

[0003] Die Harnstofflösung wird üblicherweise in einem Harnstofflösungstank in dem Kraftfahrzeug vorgehalten. Zur Förderung der Harnstofflösung ist im Allgemeinen ein Förder- und Dosiersystem vorgesehen, das neben dem Harnstofflösungstank eine Fördereinheit, eine Druckleitung, eine Dosiereinheit, die erforderliche Sensorik sowie eine elektronische Steuereinheit umfasst. Weiterhin ist eine oder sind mehrere Heizeinrichtung(en) vorgesehen, die das Förder- und Dosiersystem bei tiefen Umgebungstemperaturen beheizen und das Medium gegebenenfalls auftauen kann/können, um das System in Dosierbereitschaft versetzen zu können. Beispielsweise können drei Heizkreise vorgesehen sein, insbesondere eine Tankheizung, eine Heizung der Druckleitung und eine Heizung des Pumpensystems. Die Heizung des Pumpensystems kann beispielsweise über die vorhandenen Spulen der verbauten Pumpe(n) realisiert sein. Im Folgenden wird das gesamte Förder- und Dosiersystem, das insbesondere den Tank, die Pumpe(n), Ventile, Leitungen, die Dosiereinrichtung, die Sensorik und ein Steuergerät umfasst, als System bezeichnet. Das Pumpensystem im engeren Sinne umfasst vor allem die Pumpe(n), gegebenenfalls Pulsationsdämpfer sowie Leitungen und Ventile.

[0004] Als wesentliche Komponente des Förder- und Dosiersystems ist im Allgemeinen eine Förderpumpe vorgesehen, die die gewünschte und erforderliche Menge der Harnstofflösung aus dem Tank fördert und in einem Systemdruckbereich in die Druckleitung einspeist. Über die Dosiereinheit, die ein oder mehrere Dosierventile umfassen kann, wird die Harnstofflösung bedarfsgerecht in den Abgasstrang eingespritzt.

[0005] Um bei niedrigen Temperaturen Schädigungen an den empfindlichen Bauteilen dieses Systems durch Eisdruck zu vermeiden, ist es im Allgemeinen vorgesehen, dass nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine bzw. des Kraftfahrzeugs die Harnstofflösung aus der Dosiereinheit zurück in den Tank gesaugt wird. Hierfür kann beispielsweise die Förderpumpe mit einer Umschalteinheit, beispielsweise einem 4/2-Wegeventil ausgestattet sein. In anderen Systemen ist ein separater Rücklaufkanal mit Schaltventil vorgesehen. Neuere Systeme können einen separaten Rücklaufkanal mit separater Rückförderpumpe aufweisen, die das Rücksaugen von Medium aus der Dosiereinheit und gegebenenfalls aus der Druckleitung erlaubt.

[0006] Wenn das System bei niedrigen Umgebungstemperaturen beheizt werden muss und das Medium im System teilweise oder komplett aufgetaut wird, können nach diesem Prozess, der auch als „Defrost“-Prozess bezeichnet wird, undefinierte Startbedingungen und gegebenenfalls lokal stark unterschiedliche Zustände des Mediums und der Komponenten und Bauteile des Systems vorliegen. So kann es beispielsweise eintreten, dass das Medium nicht gleichmäßig und/oder zum Teil nicht vollständig aufgetaut ist, sodass es zu Ungenauigkeiten bei der Dosierung kommen kann. Weiterhin können durch den Auftauprozess Gas- oder Dampfeinschlüsse in dem Pumpensystem auftreten, die die Funktionsfähigkeit des Systems beeinträchtigen. Darüber hinaus kann die ungleichmäßige Erwärmung innerhalb des Förder- und Dosiersystems dazu führen, dass verschiedene Eingangsgrößen für Temperatur- und Druckmodelle ungenau sind und somit für eine weitere Systemsteuerung nicht oder nur bedingt verwendet werden können. Fehlerhafte Modellberechnungen können zu falschen Systemreaktionen führen und unter Umständen die Leistungsfähigkeit des Systems erheblich einschränken.

[0007] Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, das Verfahren zum Betreiben eines Förder- und Dosiersystems zu verbessern und insbesondere nach und/oder während einem Beheizen des Förder- und Dosiersystems, vor allem nach einem teilweisen oder vollständigen Auftauen von Medium in dem System, die Betriebsbereitschaft mit definierten Bedingungen herzustellen und zusätzlich das Problem zu lösen, das nach und/oder während einem

Beheizen des Systems und insbesondere nach einem Auftauen von Medium in dem System keine zuverlässigen Werte als Eingangsgrößen für verschiedene Modellberechnungen zur Verfügung stehen.

[0008] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Betreiben eines Förder- und Dosiersystems gelöst, wie es sich aus dem Anspruch 1 ergibt. Bevorzugte Ausgestaltungen dieses Verfahrens sowie ein entsprechendes Computerprogramm und ein entsprechendes Computerprogrammprodukt ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen.

Offenbarung der Erfindung

Vorteile der Erfindung

[0009] Das erfindungsgemäße Verfahren geht von einem Förder- und Dosiersystem aus, das zur Förderung eines flüssigen Mediums aus einem Tank und zur Dosierung des Mediums über eine Druckleitung mittels wenigstens einer Dosiereinheit vorgesehen ist. Beispielsweise handelt es sich hierbei um das Förder- und Dosiersystem für flüssige Harnstofflösung, die stromaufwärts eines SCR-Katalysators in den Abgastrakt eingesprüht wird. Das System umfasst wenigstens eine Förderpumpe und in einem separaten Rücklaufpfad wenigstens eine Einrichtung zur Rückförderung des Mediums, insbesondere eine Rückförderpumpe und/oder ein Schaltventil im Rücklauf. Das Medium kann somit aus dem druckseitigen Bereich des Fördersystems in den Tank zurückgesaugt werden, um beispielsweise nach dem Abstellen eines entsprechend ausgestatteten Kraftfahrzeugs das flüssige Medium aus dem druckseitigen Bereich und der Dosiereinheit entfernen zu können. Hierdurch können bei tiefen Temperaturen Schädigungen an den Bauteilen durch den von gefrorenem Medium verursachten Eisdruck vermieden werden. Das Förder- und Dosiersystem weist darüber hinaus eine oder mehrere Heizeinrichtungen zum Beheizen des Förder- und Dosiersystems auf. Heizeinrichtungen sind erforderlich, um bei niedrigen Umgebungstemperaturen das gegebenenfalls gefrorene Medium in dem Förder- und Dosiersystem aufzutauen, damit das System in Dosierbereitschaft versetzt werden kann. Beispielsweise können eine Tankheizung, eine Druckleitungsheizung und eine Heizung des Pumpensystems vorgesehen sein. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass nach und/oder während dem Beheizen des Förder- und Dosiersystems und insbesondere nach einem Auftauen von Medium in dem System, vor allem nach einem Auftauen von Medium im Tank und in der/den Pumpe(n) durch Betätigung der entsprechenden Heizeinrichtungen, eine Spülung vorgenommen wird. Hierfür wird flüssiges Medium aus dem Tank mittels der Förderpumpe gefördert, wobei die Dosiereinheit bzw. das Dosierventil geschlossen ist. Weiterhin wird die Einrichtung zur Rückförderung des Mediums aktiviert, so

dass der Rückförderpfad geöffnet ist. In dem Fall, dass ein Schaltventil für den Rücklauf vorgesehen ist, wird das Schaltventil geöffnet. In dem Fall, dass eine Rückförderpumpe im System vorhanden ist, kann die Rückförderpumpe auf offenen Ventilbetrieb oder auf Pumpbetrieb gestellt werden. In diesem so gebildeten Kreislauf wird flüssiges Medium aus dem Tank über die Förderpumpe gefördert und direkt über den Rücklauf in den Tank zurückgeleitet. Das Medium, welches sich während des Auftauens bzw. Beheizens im Pumpensystem befand, wird verdrängt und über den Rücklaufkanal zurück in den Tank gefördert. Im Zuge dieses Spülvorgangs wird gleichmäßig temperiertes Medium aus dem Tank im Pumpensystem verteilt.

[0010] Das erfindungsgemäße Spülverfahren kann nach dem erfolgten Auftauen von Medium und/oder bereits während des Beheizens des Systems erfolgen, sobald ausreichend flüssiges Medium zur Durchführung des Spülverfahrens zur Verfügung steht. Ausreichend flüssiges Medium wird in der Regel dann vorhanden sein, wenn der Heizvorgang für eine gewisse Zeitspanne durchgeführt wurde. Eine ausreichende Zeitspanne kann anwendungsspezifisch vorgegeben werden. Beispielsweise abhängig von den Außentemperaturen kann es vorgesehen sein, dass die Beheizung während des Spülens fortgesetzt wird, insbesondere auch um ein Wiedereinfrieren zu vermeiden. Eine Beheizung der Pumpen findet in der Regel ohnehin indirekt statt, wenn während der Ansteuerung der Pumpen im Zuge des erfindungsgemäßen Spülverfahrens in den Spulen der Pumpen Energie in Wärme umgewandelt wird. Bei kleiner Pumpfrequenz der Pumpen kann während den verfügbaren Pausenzeiten (Pause bezügl. Pumpenhöhe) zusätzlich noch Heizenergie über die Spulen durch zusätzliche Bestromung eingebracht werden. Auch eine Tankheizung und/oder eine Druckleitungsheizung können gegebenenfalls während des erfindungsgemäßen Spülvorgangs weiter betrieben werden.

[0011] Mit besonderem Vorteil dient das erfindungsgemäße Spülverfahren dazu, dass durch die Spülung die Betriebsbereitschaft des Förder- und Dosiersystems mit definierten Bedingungen hergestellt wird. Vor allem können durch das erfindungsgemäße Spülverfahren gegebenenfalls vorhandene Gas- oder Dampfvolamina, die durch den Auftauprozess entstanden sind, aus dem System herausgespült werden. Auch nicht vollständig aufgetautes Medium kann unter Umständen heraus gespült werden, sodass definierte und gleichmäßige Bedingungen des Mediums im System bereitgestellt werden. Weiterhin können durch die Verteilung von gleichmäßig temperiertem Medium aus dem Tank in dem Förder- und Dosiersystem definierte Bedingungen insbesondere im Hinblick auf die Temperatur der verschiedenen Komponenten und Bauteile des Systems hergestellt werden.

Dies kann besonders bei Systemen ohne Drucksensor wichtig sein, bei denen eine Druckinterpretation beispielsweise aus dem Stromsignal der Förderpumpe erfolgt. Hierfür wird eine Abschätzung der Temperatur der Pumpenmembran benötigt. Da der Zustand des Mediums nach dem Auftauen weitestgehend unbekannt ist, kann eine Abschätzung der Membrantemperatur ohne das erfindungsgemäße Spülverfahren (d.h. ohne einen Austausch von Medium) fehlerhaft sein und damit zu einer falschen Druckmodellierung führen. Durch den erfindungsgemäßen Spülprozess wird diese ungleichmäßige Temperaturverteilung vermieden. Die Membrantemperatur kann damit wesentlich genauer abgeschätzt werden, sodass die Druckinterpretation in zuverlässiger Weise aus dem Stromsignal der Pumpe erfolgen kann. Auch für andere Modelle in der Software, insbesondere für verschiedene Temperaturmodelle oder Druckmodelle, können durch den erfindungsgemäßen Spülprozess definierte Eingangsgrößen bereitgestellt werden, um so die Modellierung von Werten in ihrer Genauigkeit zu verbessern oder fehlerhafte Modellberechnungen zu vermeiden, die zu falschen Systemreaktionen führen könnten. Die Vorteile des erfindungsgemäßen Spülprozesses liegen also darin, dass nach oder während einem Beheizen des Systems und insbesondere nach einem teilweisen oder vollständigen Auftauen von Medium innerhalb des Pumpensystems die Temperaturen über das gesamte System an die Tanktemperatur angeglichen werden. Mögliche Einschlüsse von Luft, Dampf oder Gas im System werden ausgespült. So kann beispielsweise eine mögliche Dampfbildung, die durch eine lokale Überhitzung beim Auftauen des Mediums während des Beheizens auftreten kann, oder etwaige noch vorhandene Restluft durch das erfindungsgemäße Spülverfahren aus dem Pumpensystem ausgespült und in den Tank gefördert werden. Damit erlaubt das erfindungsgemäße Verfahren, dass die verschiedenen Zustände des Systems insbesondere im Hinblick auf die Temperierung des Mediums, im Hinblick auf den Aggregatzustand des Mediums und im Hinblick auf die Pumpenmembrantemperaturen in einem abschätzbaren bzw. eingegrenzten Bereich liegen.

[0012] Das erfindungsgemäße Spülverfahren erlaubt es, durch die Temperierung einen definierten Systemzustand im Hinblick auf die verschiedenen Komponenten und Parameter des Pumpensystems herzustellen, insbesondere im Hinblick auf die Temperatur sowie aber auch auf Steifigkeit der Pumpenmembranen und ähnliches. Dies spielt vor allem für die Förderpumpe und die gegebenenfalls vorhandene Rückförderpumpe eine Rolle, da die Temperatur der Pumpenmembranen für deren Funktion maßgeblich ist. Auch beispielsweise eine definierte Temperierung eines gegebenenfalls vorhandenen Pulsationsdämpfers ist für dessen Funktion vorteilhaft. Schließlich können durch das erfindungsgemäße Spülver-

fahren die Modelle in der Software, insbesondere Temperaturmodelle oder Druckmodelle, mit definierten Eingangsgrößen versorgt werden. Auf diese Weise können definierte Randbedingungen eingestellt werden, und die Genauigkeit der Modelle wird verbessert.

[0013] Das erfindungsgemäße Spülverfahren kann nach einer Defrost-Phase, also nach der Beheizung des Systems zum Auftauen von Medium, insbesondere nach einer Aktivierung der Tankheizung und/oder der Pumpensystemheizung, durchgeführt werden, um eine Systemoptimierung zu erreichen. Das Spülverfahren kann auch bereits schon dann durchgeführt werden, wenn ausreichend flüssiges Medium durch den Auftauprozess zur Verfügung steht. Während des Spülprozesses kann das Beheizen fortgeführt werden. Hierdurch kann gegebenenfalls ein vollständiges Auftauen des Mediums im System erreicht werden. Weiterhin kann hierdurch ein Wiedereinfrieren des Mediums bei entsprechend tiefen Außentemperaturen vermieden werden.

[0014] Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Spülverfahrens kann beispielsweise ein applizierbares Volumen von der Förderpumpe gefördert werden und über die Rückförderpumpe oder das Schaltventil im Rücklauf wieder in den Tank geleitet werden. Das Spülverfahren kann beispielsweise auch mit einer applizierbaren Anzahl von Pumpenhüben der Förderpumpe durchgeführt werden. Wenn ein Schaltventil im Rücklauf vorhanden ist, kann dieses Schaltventil entsprechend für den Spülkreislauf geschaltet werden. Wenn eine Rückförderpumpe vorhanden ist, kann diese Rückförderpumpe während des Spülverfahrens beispielsweise im offenen Ventilbetrieb, d.h. bei 100 % und nicht getaktet, angesteuert werden. Weiterhin kann die Rückförderpumpe auch aktiv auf Pumpbetrieb gestellt werden, indem sie getaktet angesteuert wird. Hierdurch kann die Rückförderung in den Tank bzw. der erfindungsgemäße Spülprozess aktiv unterstützt werden.

[0015] Das erfindungsgemäße Verfahren ist für ein System vorgesehen, das für die Rückförderung des Mediums in den Tank einen vom Förderpfad separaten Rücklauf vorsieht. Vorzugsweise führt der separate Rückförderpfad nicht in den Tankfilter, sondern mündet außerhalb des Tankfilters direkt in den Tank. Hierdurch kann vermieden werden, dass Dampf- oder Gasvolumina, die im Verlauf des erfindungsgemäßen Spülverfahrens in den Tank geleitet werden, im Tankfilter verbleiben und wieder in das Fördersystem eingesaugt werden könnten.

[0016] Vorteilhafterweise wird das erfindungsgemäße Spülverfahren bei Umgebungsdruck oder bei Drücken nahe dem Umgebungsdruck durchgeführt, also nahezu drucklos. Hierbei nutzt das erfindungsgemäße Verfahren, dass der Defrost-Prozess selbst in

der Regel drucklos bzw. näherungsweise bei Umgebungsdruck stattfindet. Das Spülverfahren kann daher sofort im Anschluss daran oder nach einer gewissen Zeitspanne parallel dazu durchgeführt werden, ohne dass eine weitere Entlastung des Systems durchgeführt werden müsste. Die Durchführung des erfindungsgemäßen Spülprozesses etwa bei Umgebungsdruck hat den Vorteil, dass bei Umgebungsdruck oder kleinen Unter- oder Überdrücken das Verdichtungsverhältnis der Förderpumpe in jedem Fall ausreichend gut ist, um mögliche Gasvolumina aus dem Elementraum der Pumpe fördern und eliminieren zu können.

[0017] Es kann vorteilhaft sein, die Aktoren im Pumpensystem, also insbesondere die Förderpumpe und/oder die Rückförderpumpe, derart anzusteuern, dass ein geringer Unterdruck oder ein geringer Überdruck auf der Druckseite der Förderpumpe entsteht. Dies kann je nach Anwendungsfall den Spülprozess beschleunigen und optimieren. Weiterhin kann es vorteilhaft sein, die Förderpumpe und die Einrichtung zur Rückförderung des Mediums, also insbesondere die Rückförderpumpe oder das Schaltventil im Rücklauf, zeitlich versetzt zu aktivieren bzw. zu öffnen. Beispielsweise kann die Förderpumpe zeitlich verzögert aktiviert werden. Auch hierdurch können Druckverhältnisse eingestellt werden, die die Förderung von Medium aus dem Tank und damit das Spülen optimieren. In diesem Zusammenhang können auch die Förderpumpe und/oder die Einrichtung zur Rückförderung des Mediums mehrstufig aktiviert werden und/oder vorübergehend deaktiviert werden. Damit kann das erfindungsgemäße Spülverfahren an verschiedene Gegebenheiten angepasst und auf unterschiedliche Druckverhältnisse eingestellt werden. Diese Variante des Verfahrens kann beispielsweise in Abhängigkeit von den detektierten Betriebsbedingungen durchgeführt werden und/oder anwendungsspezifisch appliziert werden.

[0018] Das erfindungsgemäße Spülverfahren kann prinzipiell nach und/oder mit einer zeitlichen Verzögerung während allen/r Defrost-Vorgänge(n) durchgeführt werden. Durch Vorgabe von geeigneten Freigabebedingungen kann die Anzahl der Spülvorgänge anwendungsspezifisch reduziert bzw. optimiert werden, wodurch eine Schonung der Bauteile erreicht werden kann. Daher ist es vorzugsweise vorgesehen, dass die Freigabebedingungen und/oder die Abbruchbedingungen sowie auch gegebenenfalls die Betriebsparameter für die Spülung anwendungsspezifisch appliziert werden.

[0019] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es vorgesehen, dass eine erfolgreiche und abgeschlossene Spülung überprüft wird, indem der Rückförderpfad geschlossen wird und anhand eines Druckaufbaus bei einem Pumpbetrieb der Förderpumpe, also bei aktiver För-

derpumpe, beobachtet wird, ob ein zu erwartender Druckaufbau stattfindet. Sofern noch keine gleichmäßige Verteilung von aufgetautem und gleichmäßig temperiertem Medium in dem Pumpensystem stattgefunden hat und sich beispielsweise noch Gasvolumina in signifikanter Menge im System befinden, kann der zu erwartende Druckaufbau nicht stattfinden. In diesem Fall kann der Spülprozess weiter fortgesetzt werden oder gegebenenfalls ein Fehler gesetzt werden.

[0020] Die Erfindung umfasst weiterhin ein Computerprogramm, das alle Schritte des beschriebenen Verfahrens ausführt, wenn es auf einem Rechenggerät oder einem Steuergerät ausgeführt wird. Weiterhin umfasst die Erfindung ein Computerprogrammprodukt mit Programmcode, der auf einem maschinenlesbaren Träger gespeichert ist, zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wenn das Programm auf einem Rechenggerät oder einem Steuergerät ausgeführt wird. Die Implementierung des erfindungsgemäßen Verfahrens als Computerprogramm hat den Vorteil, dass dieses Programm ohne Weiteres auch bei bestehenden Fahrzeugen eingesetzt werden kann, um so die Vorteile des erfindungsgemäßen Spülverfahrens im Zusammenhang mit Defrost-Prozessen im Förder- und Dosiersystem nutzen zu können.

[0021] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Zeichnungen. Hierbei können die einzelnen Merkmale jeweils für sich oder in Kombination miteinander verwirklicht sein.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0022] In den Zeichnungen zeigen:

[0023] Fig. 1 eine schematische Darstellung der Komponenten eines aktuellen Systems für die Förderung und Dosierung eines flüssigen Mediums;

[0024] Fig. 2 ein Hydraulikschaltbild eines Systems mit Rückförderpumpe aus dem Stand der Technik und

[0025] Fig. 3 ein Hydraulikschaltbild eines Systems mit Schaltventil für den Rücklaufkanal aus dem Stand der Technik.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0026] Das in Fig. 1 gezeigte Förder- und Dosiersystem für das Reduktionsmittel eines SCR-Katalysatorsystems dient als beispielhaftes System, das für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist. Die Erfindung ist nicht auf ein derartiges System beschränkt. Vielmehr kann das er-

findungsgemäße Spülverfahren auch für andere Förder- und Dosiersysteme eingesetzt werden, die einen separaten Rückförderpfad aufweisen. Beispielsweise sind auch Pumpensysteme geeignet, die statt einer Rückförderpumpe einen Rücklauf mit Schaltventil aufweisen. Das Pumpensystem des Förder- und Dosiersystems aus **Fig. 1** umfasst ein Fördermodul **1** und ein Rückfördermodul **2**. Das Fördermodul **1** umfasst hierbei die eigentliche Förderpumpe **10**, die als Hubkolbenpumpe **10** mit Hubmagnet **11**, Feder **12**, Membran **13** und Hubkolben **14** ausgestaltet ist. Weiterhin sind ein Ansaugventil **15** und ein Auslassventil **16** im Fördermodul **1** vorhanden. Eine Rückförderpumpe **20** innerhalb des Rückfördermoduls **2** ist im Prinzip in entsprechender Weise ausgestaltet. In diesem Modul sind ebenfalls ein Einlassventil **21** und ein Auslassventil **22** vorhanden.

[0027] Beim regulärem Dosierbetrieb wird das flüssige Medium aus dem Tank **3** mittels des Fördermoduls **1** in die Druckleitung **4** gefördert, um über das Dosiermodul **7**, das ein Dosierventil **71** und ein vorgeschaltetes Sieb **72** umfasst, in den Abgasstrang (nicht gezeigt) eindosiert werden zu können. Ein reguläres Rücksaugen des Mediums aus dem druckseitigen Bereich des Pumpensystems nach dem Abstellen des Systems erfolgt über eine Aktivierung des Rücksaugmoduls **2**, also insbesondere über eine Aktivierung der Rückförderpumpe **20**. Die Rückförderung kann durch aktiven Pumpbetrieb der Rückförderpumpe **20** bei getakteter Ansteuerung vorgenommen werden. Andererseits ist es auch möglich, die Rückförderpumpe **20** auf offenen Ventilbetrieb zu stellen.

[0028] Das erfindungsgemäße Verfahren ist nicht auf Pumpen mit dem in **Fig. 1** gezeigten Hubmagnetantrieb beschränkt. Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch bei Pumpensystemen mit anderen Pumpenantrieben (z.B. Rotationsmotor, Schrittmotor) eingesetzt werden.

[0029] **Fig. 2** zeigt ein allgemeines Hydraulikschaltbild für ein Förder- und Dosiersystem aus dem Stand der Technik, für das das erfindungsgemäße Spülverfahren eingesetzt werden kann. Im Wesentlichen entspricht dieses Hydraulikschaltbild dem System, das in **Fig. 1** dargestellt ist, wobei statt des Hubmagnetantriebs auch andere Pumpenantriebe realisiert sein können. Die entsprechenden Elemente des Systems sind mit den gleichen Bezugszeichen wie in **Fig. 1** versehen. Durch den Pumpbetrieb der Rückförderpumpe **20** kann das Medium insbesondere nach dem Abstellen des Systems aus dem Dosierventil **71** und/oder aus der Druckleitung **4** entfernt werden. So können bei niedrigen Temperaturen Beschädigungen der empfindlichen Bauteile im System durch den von dem gefrorenen Reduktionsmittel verursachten Eisdruck vermieden werden.

[0030] **Fig. 3** zeigt ein Hydraulikschaltbild für ein weiteres Förder- und Dosiersystem, bei dem das erfindungsgemäße Spülverfahren ebenfalls mit Vorteil eingesetzt werden kann. Im Unterschied zu dem in **Fig. 2** dargestellten System weist dieses System statt einer Rückförderpumpe ein Schaltventil **200** im Rücklaufkanal auf. Bei diesem System kann also der Rücklaufkanal bzw. Rückförderpfad geöffnet werden, wodurch das Medium in den Tank **3** zurückgeschoben werden kann. Es ist jedoch nicht möglich, das Medium im Rückförderpfad aktiv zu pumpen.

[0031] Das erfindungsgemäße Spülverfahren wird nach und/oder während einer Defrost-Phase durchgeführt, also nach und/oder während einer Phase des Beheizens des Förder- und Dosiersystems und des partiellen oder vollständigen Auftauens des Mediums. Durch dieses Spülverfahren nach und/oder während der Defrost-Phase kann bezüglich der Komponenten des Pumpensystems ein definierter Systemzustand hergestellt werden. Weiterhin kann hierdurch gleichmäßig temperiertes Medium im Pumpensystem verteilt werden und gegebenenfalls vorhandene Gasvolumina können aus dem Pumpensystem entfernt werden. Für die Durchführung des erfindungsgemäßen Spülverfahrens ist das Dosierventil geschlossen bzw. es wird beim Beginn des Spülvorgangs geschlossen. Der Spülprozess ist damit unabhängig von physikalischen Randbedingungen der Abgasseite. Die Bedingungen der Abgasseite können allerdings gegebenenfalls relevant für die Freigabe des Prozesses sein. Auf den Prozess selbst, also das Spülverfahren, haben die physikalischen Randbedingungen der Abgasseite keinen Einfluss. Nach dem Schließen des Dosierventils **71** (Dosiermodul **7**) bzw. bei geschlossenem Dosierventil **71** (Dosiermodul **7**) wird für die Durchführung des erfindungsgemäßen Spülprozesses die Förderpumpe **10** aktiviert. Die Förderpumpe wird hierbei insbesondere mit einer applizierbaren Frequenz angesteuert. Der Rückförderpfad wird geöffnet, d.h. die Einrichtung zur Rückförderung des Mediums wird aktiviert. Im Fall eines vorhandenen Schaltventils **200** im Rückförderpfad wird das Schaltventil **200** geöffnet. Sofern eine Rückförderpumpe **20** vorhanden ist, kann die Rückförderpumpe **20** mit applizierbarer Frequenz angesteuert werden, sodass deren Pumpfunktion aktiv ist. Andererseits kann die Rückförderpumpe **20** auch ohne Taktung angesteuert werden, sodass deren Ventilfunktion aktiv ist, d.h. dass der Rückförderpfad komplett offen ist. Das Öffnen des Rückförderpfades und die Ansteuerung der Förderpumpe können zeitgleich oder zeitlich versetzt erfolgen. Durch den Pumpbetrieb der Förderpumpe wird bereits aufgetautes Medium aus dem Tank **3** gefördert. Da die Dosiereinheit **7** geschlossen ist, wird das Medium aus dem Tank **3** über den Förderpfad und wieder zurück über den Rückförderpfad in den Tank **3** geleitet. Auf diese Weise wird aufgetautes und gleichmäßig temperiertes Medium aus dem Tank in dem Pumpensystem

tem verteilt, wobei das Medium, das während des Defrost-Prozesses aufgetaut wurde, aus dem Pumpensystem verdrängt wird. Das erfindungsgemäße Spülverfahren kann drucklos erfolgen. Da in der Regel der Defrost-Prozess bereits drucklos erfolgt, kann daher der anschließende oder begleitende Spülvorgang ohne weitere Druckentlastung des Systems vorgenommen werden. Je nach Anwendungsfall kann jedoch auch durch entsprechende Ansteuerung der Aktoren im System ein kleiner Unterdruck oder ein kleiner Überdruck auf der Druckseite der Förderpumpe **10** hergestellt werden, um den erfindungsgemäßen Spülprozess gegebenenfalls zu optimieren und/oder zu beschleunigen.

[0032] Die Aktivierung der Aktoren, also insbesondere der Förderpumpe **10** und der Rückförderpumpe **20** oder des entsprechenden Schaltventils **200** im Rücklauf, kann zeitlich versetzt erfolgen, indem beispielsweise zuerst die Rückförderpumpe **20** oder das Schaltventil **200** im Rücklauf angesteuert wird und nach einer Verzögerungszeit die Förderpumpe **10** eingeschaltet wird. Die Ansteuerung der Aktoren kann auch mehrstufig während des Spülverfahrens geändert werden, beispielsweise in Abhängigkeit von den detektierten Betriebsbedingungen. Beispielsweise kann die Rückförderpumpe **20** zunächst voll angesteuert werden, um die Ventilfunktion der Rückförderpumpe **20** zu betätigen. Nach einer applizierbaren Zeit kann die Rückförderpumpe **20** getaktet mit applizierbarer Frequenz betrieben werden, sodass das Medium aktiv durch den Rückförderpfad in den Tank **3** zurückgepumpt wird.

[0033] Das erfindungsgemäße Spülverfahren kann je nach Anwendungsfall regulär beendet werden, wenn das gewünschte Spülvolumen erreicht wurde oder eine bestimmte applizierbare Anzahl von Pumpenhüben durchgeführt wurde. Weiterhin kann auch eine applizierbare Zeit vorgegeben werden, die überschritten werden muss, bevor das Spülverfahren beendet wird. Weitere Bedingungen können anwendungsspezifisch vorgegeben werden. Je nach Anwendungsfall kann das Spülverfahren auch im Fehlerfall beendet werden. Beispielsweise kann das Spülverfahren beendet werden, wenn die Aktorüberwachung einen Fehler detektiert, beispielsweise einen zu hohen Strom, einen Kurzschluss oder allgemein ein Stromsignal, das nicht in Ordnung ist. Auch bei der Detektion eines Fehlers in der Sensorüberwachung oder bei einem unzulässigen Druckaufbau, insbesondere nach Überschreiten einer applizierbaren Druckschwelle, oder bei anderen anwendungsspezifischen Bedingungen, kann das erfindungsgemäße Spülverfahren beendet werden.

[0034] Das erfindungsgemäße Spülverfahren kann prinzipiell nach allen Defrost-Vorgängen durchgeführt werden. Das Spülverfahren kann auch begleitend zu allen Defrost-Vorgängen durchgeführt wer-

den, sofern bereits ausreichend flüssiges Medium im System vorhanden ist. Mit Vorteil kann die Anzahl der durchgeführten Spülvorgänge durch entsprechende Freigabebedingungen nach oder während der Defrost-Phasen anwendungsspezifisch reduziert bzw. optimiert werden, sodass eine Schonung der Aktoren im Pumpensystem sowie gegebenenfalls auch eine zeitoptimierte Ausführung möglich sind. Mögliche Kriterien für die Freigabe können beispielsweise sein:

- der aktuelle Defrost-Zyklus ist korrekt, d.h. ohne Fehler beendet worden;
- es liegt kein Fehler vor, der die zuständige Aktorik/Sensorik sperrt.

[0035] Weitere Bedingungen für die Freigabe des erfindungsgemäßen Spülverfahrens können anwendungsspezifisch vorgegeben und angepasst werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Förder- und Dosiersystems, das zur Förderung eines flüssigen Mediums aus einem Tank (**3**) und zur Dosierung des Mediums über eine Druckleitung (**4**) mittels wenigstens einer Dosiereinheit (**7**) vorgesehen ist, wobei das System einen Förderpfad mit wenigstens einer Förderpumpe (**10**) und einen Rückförderpfad mit wenigstens einer Einrichtung zur Rückförderung des Mediums, insbesondere eine Rückförderpumpe (**20**) und/oder ein Schaltventil für einen Rücklauf (**200**), umfasst, wobei wenigstens eine Heizeinrichtung zum Beheizen des Förder- und Dosiersystems vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach und/oder während einem Beheizen des Förder- und Dosiersystems durch wenigstens eine Heizeinrichtung, insbesondere nach einem Auftauen von Medium in dem Förder- und Dosiersystem, eine Spülung innerhalb des Förder- und Dosiersystems vorgenommen wird, indem Medium aus dem Tank (**3**) über eine Aktivierung der Förderpumpe (**10**) bei geschlossener Dosiereinheit (**7**) gefördert wird und die Einrichtung zur Rückförderung des Medium (**20; 200**) aktiviert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spülung zur Herstellung der Betriebsbereitschaft des Förder- und Dosiersystems erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spülung zur Verbesserung der Genauigkeit von Eingangsgrößen bei der Modellierung von Daten zur Steuerung des Systems erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spülung bei Umgebungsdruck oder Drücken nahe dem Umgebungsdruck durchgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einrichtung zur Rückförderung des Mediums eine Rückförderpumpe (**20**) ist und dass die Rückförderpumpe (**20**) derart angesteuert wird, dass ein geringer Unterdruck oder ein geringer Überdruck auf der Druckseite der Förderpumpe (**10**) entsteht.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Förderpumpe (**10**) und die Einrichtung zur Rückförderung des Mediums (**20**; **200**) zeitlich versetzt aktiviert werden, wobei vorzugsweise die Förderpumpe (**10**) zeitlich verzögert aktiviert wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Förderpumpe (**10**) und/oder die Einrichtung zur Rückförderung des Mediums (**20**; **200**) mehrstufig aktiviert werden und/oder vorübergehend deaktiviert werden.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Betriebsparameter und/oder die Freigabebedingungen und/oder die Abbruchbedingungen für die Spülung anwendungsspezifisch appliziert werden.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine erfolgreiche Spülung überprüft wird, indem die Einrichtung zur Rückförderung des Mediums (**20**; **200**) geschlossen wird und ein Druckaufbau bei aktiver Förderpumpe (**10**) überwacht wird.

10. Computerprogramm, das alle Schritte eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 ausführt, wenn es auf einem Rechenggerät oder einem Steuergerät ausgeführt wird.

11. Computerprogrammprodukt mit Programmcode, der auf einem maschinenlesbaren Träger gespeichert ist, zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wenn das Programm auf einem Rechenggerät oder einem Steuergerät ausgeführt wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

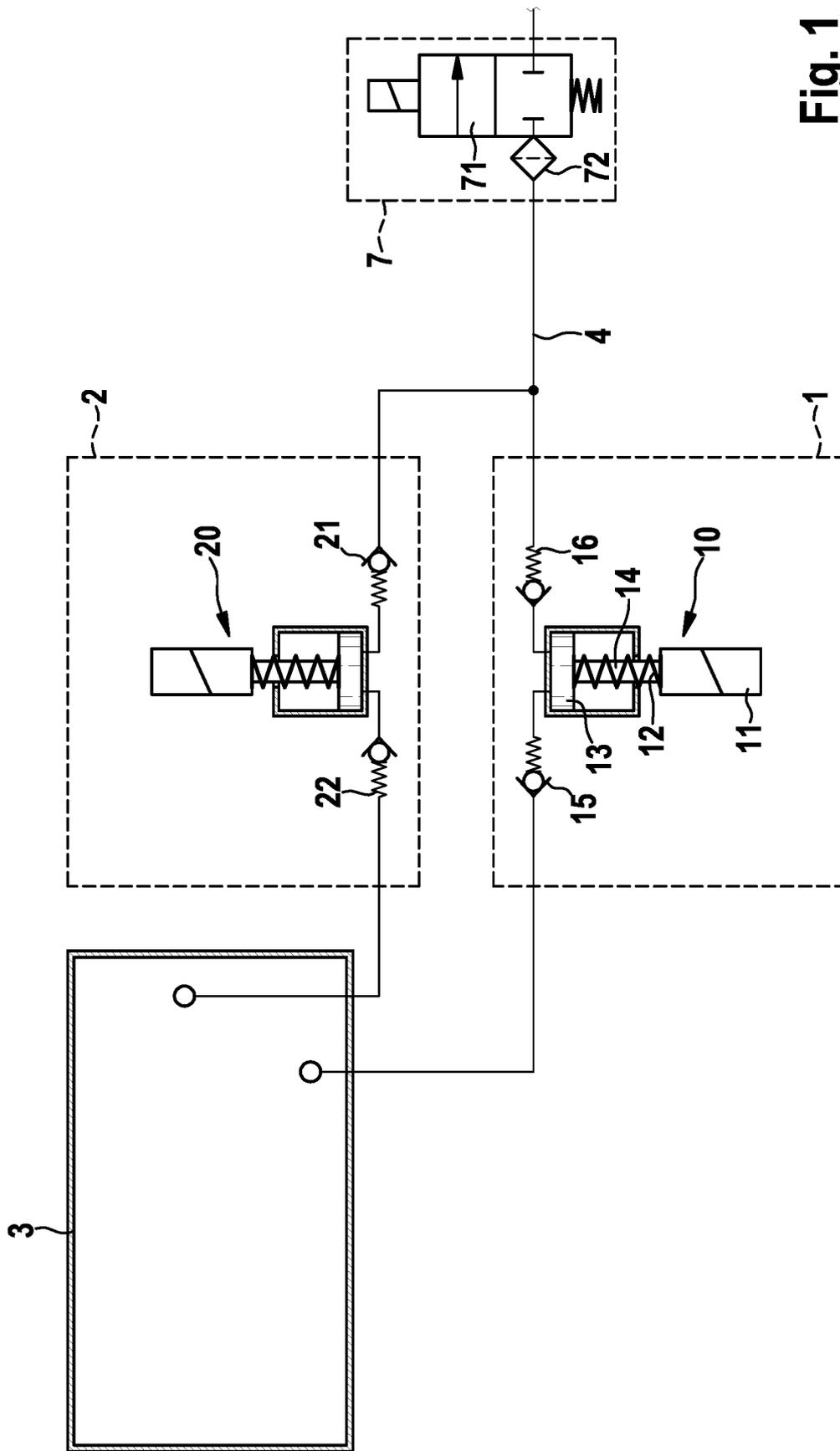


Fig. 1
(Stand der Technik)

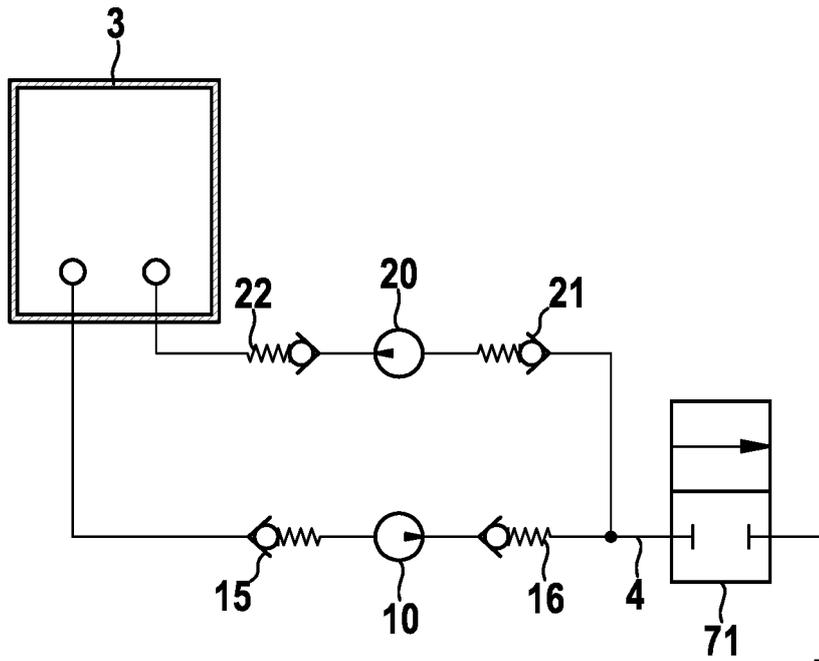


Fig. 2
(Stand der Technik)

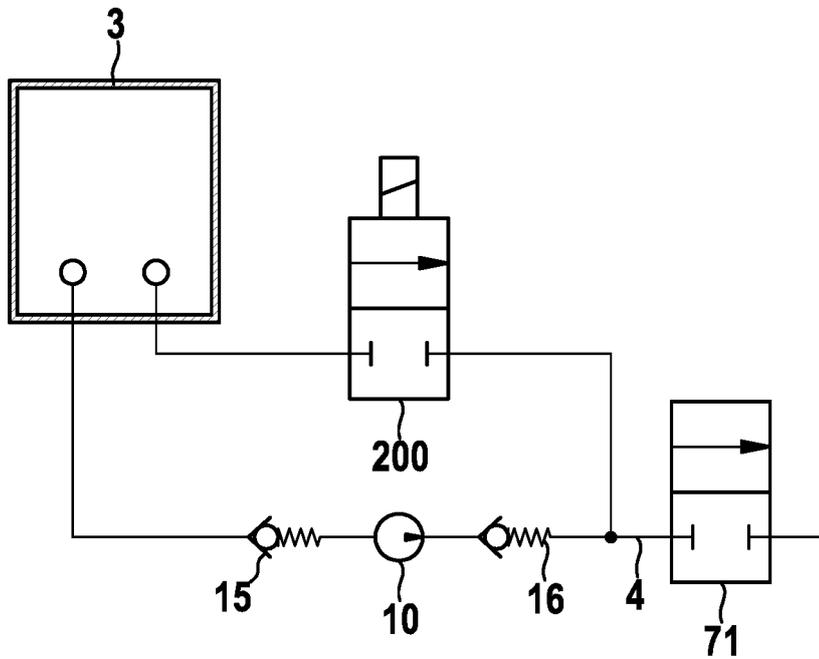


Fig. 3
(Stand der Technik)