



(10) **DE 10 2020 002 143 A1** 2021.10.07

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 002 143.3**
(22) Anmeldetag: **03.04.2020**
(43) Offenlegungstag: **07.10.2021**

(51) Int Cl.: **F01N 3/10 (2006.01)**
F01N 9/00 (2006.01)
F01N 11/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
ALBONAIR GmbH, 44263 Dortmund, DE

(74) Vertreter:
**Methling, Frank-Oliver, Dipl.-Ing. Dr.-Ing., 45136
Essen, DE**

(72) Erfinder:
**Müller, David, 58675 Hemer, DE; Lerche, Dieter,
42489 Wülfrath, DE; Rötzhelm, Rainer, 53123
Bonn, DE; Overhoff, Werner, 45772 Marl, DE;
Beckmann, Björn, 44263 Dortmund, DE; Abraham,
Simon, 44269 Dortmund, DE; Visnakov, Stanislav,
48249 Dülmen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

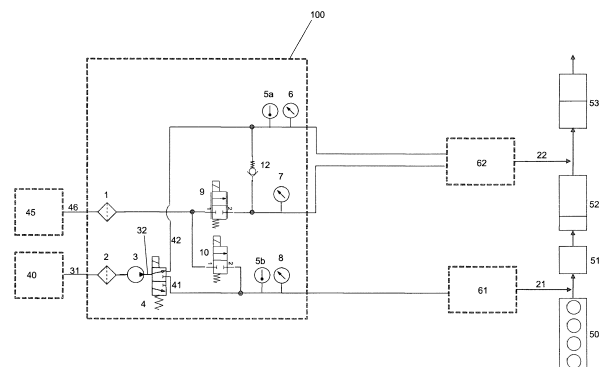
DE	103 42 003	A1
DE	10 2008 013 960	A1
DE	10 2018 000 851	A1
WO	01/ 64 319	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Reduktionsmitteldosiersystem mit zumindest zwei Dosierstellen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Reduktionsmitteldosiersystem zur Einspritzung eines Reduktionsmittels in den Abgasstrom eines Verbrennungsmotors (50) zur selektiven katalytischen Reduktion mit zumindest einer Förderpumpe (3), mittels derer Reduktionsmittel aus einem Reduktionsmitteltank (40) über eine Saugleitung (31) aus dem Tank (40) angesaugt und über zumindest eine Druckleitung (32) zu zumindest einer Dosierstelle zur Einleitung in den Abgasstrom des Verbrennungsmotors (50) gefördert wird, wobei die Druckleitung (32) zumindest ein schaltbares Mehrwegeventil (4) aufweist, an welches zumindest zwei Ausgangsleitungen (41, 42) angeschlossen sind, die in zwei verschiedene Dosierstellen (21, 22) münden, über die das Reduktionsmittel in den Abgasstrom einleitbar ist. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines Reduktionsmitteldosiersystems zur Einspritzung eines Reduktionsmittels in den Abgasstrom eines Verbrennungsmotors (50) zur selektiven katalytischen Reduktion.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Reduktionsmitteldosiersystem zur Einleitung eines Reduktionsmittels in den Abgasstrom eines Verbrennungsmotors zur selektiven katalytischen Reduktion mit zumindest einer Förderpumpe, mittels derer Reduktionsmittel aus einem Reduktionsmitteltank über eine Saugleitung aus einem Reduktionsmitteltank angesaugt und über zumindest eine Druckleitung gefördert und über zumindest eine Dosierstelle in den Abgasstrom des Verbrennungsmotors eingeleitet wird.

[0002] Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines Reduktionsmitteldosiersystems zur Einspritzung eines Reduktionsmittels in den Abgasstrom eines Verbrennungsmotors zur selektiven katalytischen Reduktion mit zumindest einer Förderpumpe, mittels derer Reduktionsmittel aus einem Reduktionsmitteltank über eine Saugleitung angesaugt, über zumindest eine Druckleitung gefördert und über zumindest eine Dosierstelle in den Abgasstrom des Verbrennungsmotors eingeleitet wird.

[0003] Derartige Dosiersysteme und Verfahren zum Betrieb solcher Dosiersysteme sind aus dem Stand der Technik bekannt. Dabei wird das Reduktionsmittel üblicherweise in Form eines Aerosols in den Abgasstrom des Verbrennungsmotors eingeleitet, wobei aufgrund der hohen Abgastemperaturen ein Verdampfen des Aerosols erfolgt. Problematisch sind dabei jedoch die Kaltstartphasen, in denen die Abgastemperatur noch zu niedrig ist, um das in den Abgasstrom des Verbrennungsmotors eingeleitete Aerosol zu verdampfen.

[0004] Während dieser Kaltstartphasen ist somit oftmals die gewünschte selektive katalytische Reduktion von Stickoxiden unzureichend.

[0005] Katalysatoren zur selektiven katalytischen Reduktion (englisch: selective catalytic reduction, abgekürzt: SCR), sogenannte SCR-Katalysatoren, werden eingesetzt, um die Stickoxydemission von Dieselmotoren, Feuerungsanlagen, Müllverbrennungsanlagen, Industrieanlagen und dergleichen zu vermindern. Hierzu wird ein Reduktionsmittel mit einer Dosiervorrichtung in das Abgassystem eingedüst. Als Reduktionsmittel dient Ammoniak oder eine Ammoniaklösung oder ein anderes Reduktionsmittel.

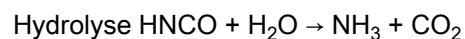
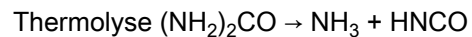
[0006] Da das Mitführen von Ammoniak in Fahrzeugen sicherheitskritisch ist, wird Harnstoff in wässriger Lösung mit üblicherweise 32,5 % Harnstoffanteil, insbesondere gemäß DIN 70070, eingesetzt. Im Abgas zersetzt sich der Harnstoff bei Temperaturen oberhalb von 150° Celsius in gasförmiges Ammoniak und CO₂. Parameter für die Zersetzung des Harnstoffes sind im Wesentlichen Zeit (Verdampfungs- und Reaktionszeit), Temperatur und Tröpfchengröße der ein-

gedüsten Harnstofflösung. In diesen SCR-Katalysatoren wird durch selektive katalytische Reduktion der Ausstoß von Stickoxyden um etwa 90 % reduziert.

[0007] Mit dem Begriff der Reduktionsmittellösung oder des Reduktionsmittels ist jedes zur selektiven katalytischen Reduktion geeignete Reduktionsmittel umfasst, vorzugsweise kommt hierzu eine Harnstofflösung gemäß DIN 70070 zum Einsatz. Die Erfindung ist jedoch nicht hierauf beschränkt. Die Begriffe Reduktionsmitteldosiersystem bzw. Dosiersystem werden im Sinne der Erfindung synonym verwendet. Die Begriffe Düse und Einspritzdüse werden ebenfalls synonym verwendet.

[0008] Bei den bekannten Reduktionsmitteldosiersystemen zur Einspritzung eines Reduktionsmittels in den Abgasstrom eines Verbrennungsmotors zur selektiven katalytischen Reduktion können sich die relativ niedrigen Temperaturen der Abgase z. B. bei einem Kaltstart des Verbrennungsmotors, d.h. bevor die Betriebstemperatur des Verbrennungsmotors erreicht ist, ungünstig auf die Funktionsweise eines SCR-Katalysators auswirken.

[0009] Nach der Einspritzung des Harnstoffs in wässriger Lösung in den Abgasstrang muss für die SCR-Reaktion zunächst Ammoniak (NH₃) gebildet werden. Hierbei wird das reduzierend wirkende Ammoniak durch die thermische Zersetzung von Harnstoff (Thermolyse) und die Hydrolyse der entstehenden Isocyanäure freigesetzt. Die Aufbereitung unterteilt sich somit in die folgenden beiden Reaktionsschritte:



[0010] In der ersten Reaktion, der Thermolyse, wird durch den Einfluss der Temperatur Harnstoff in Ammoniak (NH₃) und Isocyanäure (HNCO) umgewandelt. Im zweiten Schritt folgt unter Anwesenheit von Wasser die Hydrolyse, in der die Isocyanäure ebenfalls in Ammoniak unter Bildung von Kohlendioxid (CO₂) umgewandelt wird. Relativ niedrige Temperaturen, wie sie beispielsweise beim Kaltstart des Verbrennungsmotors vorliegen, können den Ablauf dieser Reaktionen verlangsamen.

[0011] Die Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Reduktionsmitteldosiersystem zur Einleitung eines Reduktionsmittels in den Abgasstrom eines Verbrennungsmotors zur selektiven katalytischen Reduktion derart weiterzubilden, dass die Reduktion von Stickoxiden und die Funktionsweise eines SCR-Katalysators, insbesondere bei niedrigen Temperaturen wie sie beispielsweise bei einem Kaltstart eines Verbrennungsmotors vorkommen, d.h. insbesondere bevor die Betriebstemperatur des Verbrennungsmotors erreicht ist, verbessert wird.

[0012] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Reduktionsmitteldosiersystem gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren zum Betrieb eines Reduktionsmitteldosiersystems gemäß Anspruch 9 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0013] Im Sinne der Erfindung werden die Begriffe Reduktionsmitteldosiersystem und Dosiersystem synonym benutzt.

[0014] Besonders vorteilhaft bei dem Reduktionsmitteldosiersystem zur Einspritzung eines Reduktionsmittels in den Abgasstrom eines Verbrennungsmotors, insbesondere eines Fahrzeuges, zur selektiven katalytischen Reduktion mit zumindest einer Förderpumpe, mittels derer Reduktionsmittel aus einem Reduktionsmitteltank über eine Saugleitung aus einem Reduktionsmitteltank angesaugt und über zumindest eine Druckleitung zu zumindest einer Dosierstelle zur Einleitung in den Abgasstrom des Verbrennungsmotors gefördert wird, ist es, dass die Druckleitung zumindest ein schaltbares Mehrwegeventil aufweist, an welches zumindest zwei Ausgangsleitungen angeschlossen sind, die in zwei verschiedene Dosierstellen münden, über die das Reduktionsmittel in den Abgasstrom einleitbar ist.

[0015] Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung eines Reduktionsmitteldosiersystems kann somit durch die Ansteuerung des schaltbaren Mehrwegeventils zwischen zumindest zwei verschiedenen Dosierstellen umgeschaltet werden, über die das Reduktionsmittel in den Abgastrakt des Verbrennungsmotors eingeleitet wird. Dadurch ist die Dosierung an zumindest zwei Dosierstellen an verschiedenen Positionen möglich, beispielsweise erstens stromauf eines motornahen SCR-Katalysators und zweitens stromauf des SCR-Hauptkatalysators. In diesem Fall bezieht sich die Angabe stromauf auf die Strömung des Abgases des Verbrennungsmotors im Abgastrakt.

[0016] Nach dem Stand der Technik ist es erforderlich, dass beim Einsatz dosierender Pumpen jede Dosierstelle mittels einer eigenen Fördereinheit mit Reduktionsmittel versorgt wird. Durch die Erfindung ist es in besonders vorteilhafter Weise möglich, mittels einer dosierenden Pumpe eine Mehrzahl von Dosierstellen mit Reduktionsmittel zu versorgen. Dabei kann eine dosierende Pumpe eingesetzt werden, wodurch eine exakte Massenstromeinstellung ermöglicht wird.

[0017] Durch die Verwendung eines Reduktionsmittel-Umschaltventils wird eine Dosierpumpe und dessen aufwendige Ansteuerung über zwei Transistoren eingespart. Es wird nur eine Dosierpumpe eingesetzt, die für die Dosiergenauigkeit verantwortlich ist.

[0018] Ferner können temperaturunempfindliche Düsen, bei denen es sich um passive Elemente handelt, an den Dosierstellen ohne Sensoren und/oder Aktuatoren verwendet werden. Es werden dadurch keine empfindlichen Bauteile besonders hohen Abgastemperaturen ausgesetzt. Hierdurch wird die Langlebigkeit des Reduktionsmitteldosiersystems gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Systemen deutlich verbessert.

[0019] Dabei kommt erfindungsgemäß lediglich eine Förderpumpe zur exakten Zumessung des Massenstromes unter Verwendung eines schnell umschaltenden Ventils zur Zuteilung zur jeweiligen Dosierstelle zum Einsatz.

[0020] Mittels der Förderpumpe wird somit Reduktionsmittel aus einem Reduktionsmitteltank über eine Saugleitung aus einem Reduktionsmitteltank angesaugt und über zumindest eine Druckleitung gefördert und der Massenstrom an Reduktionsmittel eingestellt.

[0021] Vorzugsweise ist die erste Dosierstelle durch eine beheizbare Einspritzdüse gebildet, mittels derer das über die erste Dosierstelle geleitete Reduktionsmittel vor der Einleitung in den Abgasstrom verdampfbar ist.

[0022] Durch die Ausbildung der ersten Dosierstelle in Form einer beheizbaren Einspritzdüse kann das über die erste Dosierstelle in den Abgastrakt eingeleitete Reduktionsmittel vor der Einleitung in den Abgastrakt des Verbrennungsmotors verdampft werden, um insbesondere in der Kaltstartphase des Verbrennungsmotors unmittelbar nach dem Anlassen des Verbrennungsmotors die Qualität der selektiven katalytischen Reduktion zu verbessern. In der Kaltstartphase hat der Verbrennungsmotor noch nicht seine Betriebstemperatur erreicht, wodurch ebenfalls die Abgastemperatur unter der im Dauerbetrieb erreichten Temperatur liegt. Infolgedessen reicht die Abgastemperatur während der Kaltstartphase nicht aus, um das in den Abgastrakt eingeleitete Reduktionsmittel zu verdampfen, woraus eine nur unzureichende selektive katalytische Reduktion von Stickoxiden im SCR-Katalysator resultiert. Durch die Ausbildung der ersten Dosierstelle in Form einer beheizbaren Einspritzdüse, mittels derer das Reduktionsmittel vor der Einleitung in den Abgastrakt verdampfbar ist, kann somit die Qualität der selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden im SCR-Katalysator auch während einer Kaltstartphase deutlich gesteigert werden. Die Beheizung einer beheizbaren Einspritzdüse kann beispielsweise mittels eines oder mehrerer elektrischer Heizwiderstände erfolgen.

[0023] Insbesondere ist dadurch somit eine Erwärmung des Reduktionsmittels auf ein Temperaturniveau oberhalb der momentanen Abgastemperatur

möglich. Ferner kann eine Steuerung oder eine Regelung der Heizleistung vorgesehen sein. Hierdurch ist eine Erwärmung des Reduktionsmittels auf ein gewünschtes und/oder vorgegbares Temperaturniveau möglich.

[0024] Bevorzugt ist die zweite Dosierstelle durch eine Zweistoffdüse gebildet, mittels derer das über die zweite Dosierstelle geleitete Reduktionsmittel innerhalb oder außerhalb der Zweistoffdüse mittels Druckluft zerstäubt werden kann. Insbesondere kann das Dosiersystem eine Druckluftversorgung zur Bereitstellung der Druckluft zur Zerstäubung des Reduktionsmittels aufweisen und/oder mit einem Druckluftsystem des Kraftfahrzeuges verbindbar sein. In diesem Fall weist das Dosiersystem einen Drucklufteingang auf, der mit einem Druckluftsystem des Kraftfahrzeuges verbunden werden kann und über den Druckluft aus dem kraftfahrzeugseitigen Druckluftsystem eingeleitet wird.

[0025] Dabei kann die Düse als außenmischende Zweistoffdüse ausgebildet sein. Insbesondere können dabei ein Reduktionsmittelaustritt und ein Druckluftaustritt konzentrisch angeordnet sein. Insbesondere kann der Druckluftaustritt den Reduktionsmittelaustritt dabei zumindest teilweise oder vollständig umgeben. Alternativ kann der Reduktionsmittelaustritt den Druckluftaustritt zumindest teilweise oder vollständig umgeben. Bei dieser Art der außenmischenden Zweistoffdüse wird somit das Gemisch aus Harnstofflösung und Druckluft außerhalb der Düse gebildet.

[0026] Alternativ oder kumulativ kann eine Gemischbildung innerhalb der Düse erfolgen. Somit kann auch eine innenmischende Düse realisiert werden. Bei einer ersten Ausführungsform einer solchen innenmischenden Düse mündet der Druckluftaustritt in eine Reduktionsmittelkammer innerhalb der Düse. Bei einer zweiten Ausführungsform einer solchen innenmischenden Düse mündet der Druckluftaustritt über ein Ventil noch vor der Reduktionsmittelkammer in die Reduktionsmittelleitung.

[0027] Ferner kann die Düse derart ausgebildet sein, sodass eine Kombination von außerhalb der Düse und innerhalb der Düse erfolgender Gemischaufbereitung erfolgt. Hierzu kann ein Druckluftaustritt über ein Ventil noch vor der Reduktionsmittelkammer in die Reduktionsmittelleitung münden und/oder es kann ein Druckluftaustritt in die Reduktionsmittelkammer münden und ein weiterer Druckluftaustritt kann wie bei der oben dargestellten außenmischenden Düse in einen Druckluftaustritt der Düse münden und eine Aerosolbildung außerhalb der Düse bewirken.

[0028] Durch die Verwendung von Druckluft zur Aerosolbildung kann die gewünschte Qualität der Tröpfchenbildung eingestellt werden. Dabei kann die Qua-

lität des gebildeten Aerosols den aktuellen Betriebsbedingungen des Verbrennungsmotors angepasst werden, da bei höheren Abgastemperaturen eine schnellere Verdampfung der Tröpfchen erfolgt. Lediglich bei niedrigeren Abgastemperaturen ist somit die Bildung eines besonders feinen Aerosols mit besonders kleinen Tröpfchendurchmessern erforderlich.

[0029] Vorzugsweise handelt es sich bei der Förderpumpe um eine intermittierend fördernde Pumpe mit aufeinander folgenden Pumpenhüben, insbesondere eine Magnetkolbenpumpe.

[0030] Der Vorteil einer solchen intermittierend fördernden Pumpe mit aufeinander folgenden Pumpenhüben ist zum einen die Möglichkeit, den geförderten Massenstrom mit jedem Pumpenhub exakt zu kennen und somit den Massenstrom über die Ansteuerung der Pumpe exakt einstellen zu können. Ein weiterer Vorteil einer solchen intermittierend fördernden Pumpe mit aufeinander folgenden Pumpenhüben ist die Möglichkeit, das in der Druckleitung der Pumpe angeordnete schaltbare Mehrwegeventil, welches der Umschaltung zwischen den beiden Dosierstellen dient, in den jeweiligen Förderpausen der intermittierend fördernden Pumpe umschalten zu können. So kann durch eine entsprechende Ansteuerung des schaltbaren Mehrwegeventils nach jedem Pumpenhub oder nach einer festlegbaren Anzahl von Pumpenhüben zwischen den beiden Dosierstellen umgeschaltet werden.

[0031] Bei einer intermittierend fördernden Pumpe erfolgt das Umschalten nur in den zeitlichen Phasen der nichtaktivierten Pumpe und zusätzlich mit einer zeitlichen Verzögerung nach einem Pumpenhub, damit sichergestellt ist, dass momentan kein Reduktionsmittelfluss vorliegt. Das gleiche gilt bei Umschaltung vor einem Pumpenhub, d.h. die Umschaltung muss zeitlich rechtzeitig geschehen oder der Pumpenhub muss verzögert werden, damit das Ventil definitiv nur einen Ausgang geöffnet hat („vollständiges Umschalten“ genannt). Nur mit dieser zeitlich peniblen Umschaltung ist eine exakte Zuteilung zur jeweiligen Dosierstelle möglich. Ebenso ist nur so die jeweilige gesamte dosierte Masse zu einer Dosierstelle summierungsfähig.

[0032] Damit keine Schwankungen oder Qualitätsverluste zu den einzelnen Dosiermassenströmen der jeweiligen Dosierstelle entstehen, wird ein schnelles Umschaltventil bevorzugt, welches von Pumpenhub zu Pumpenhub umschalten kann. Somit wird ein nahezu kontinuierlicher bzw. gleichmäßiger Volumenstrom gleichzeitig zur jeweiligen Dosierstelle erzielt. Somit wird faktisch für den Abgasmassenstrom ein kontinuierlicher Volumenstrom zur jeweiligen Dosierstelle bereitgestellt.

[0033] Bei einer kontinuierlich fördernden Pumpe kann ein Reservoir zur Zwischenspeicherung für die Abmilderung der Dynamik bei Schaltvorgängen angeordnet sein. Die Zuweisung auf die Dosierstellen erfolgt durch das Umschaltventil über die Zuweisung zeitlicher Öffnungsanteile. Hierbei definiert der Zeitraum der Öffnung das dosierte Volumen.

[0034] Die Umschaltung über die entsprechende Ansteuerung des schaltbaren Mehrwegeventils kann variieren und nach unterschiedlichen Strategien erfolgen.

[0035] Es können einzelne Hübe auf die erste Dosierstelle geschaltet werden, je nach Bedarf des motornahen SCR-Katalysators an Reduktionsmittel. Dies ist bei niedriger Dosieranforderung der beheizbaren Düse an der ersten Dosierstelle sinnvoll bzw. nötig, um einen hinreichend gleichmäßigen Reduktionsmittel-Volumenstrom und gleichmäßigen Stickoxid-Umsatz zu gewährleisten.

[0036] Alternativ kann blockweise umgeschaltet werden, um die Schaltzyklen des Umschaltventils zu reduzieren. Das heißt, bei beispielsweise 10 geforderten Pumpenhüben pro Sekunde zur beheizbaren Düse an der ersten Dosierstelle wird nicht alle 100 ms ein Pumpenhub dorthin umgeschaltet, sondern es werden beispielsweise eine Anzahl von 3 Pumpenhüben als Block dorthin gelenkt, dann anschließend eine Anzahl von 4 Pumpenhüben und später in dieser Sekunde noch einmal eine Anzahl von 3 Pumpenhüben. Von 10 möglichen Umschaltungen ist auf diese Weise auf lediglich 3 Umschaltvorgänge reduziert worden. In diesem Beispiel sind so die Lastwechsel auf 30% herabgesetzt worden. Diese Vorgehensweise kann in beliebigen Kombinationen zur Reduzierung der Anzahl der Lastwechsel ausgeführt werden.

[0037] Ferner hat die blockweise Umschaltung des schaltbaren Mehrwegeventils den Vorteil, dass zur Begünstigung eines vollständigen Umschaltens zusätzliche Wartezeiten eingebaut werden können. Dies ist von Vorteil, falls die Wartezeit für ein vollständiges Umschalten größer ist als die Stillstandzeit des nicht mehr fließenden Reduktionsmittels bei maximaler Pumpenfrequenz. Ohne eine derartige blockweise Umschaltung müssten zusätzliche Wartezeiten eingebaut werden und die im Mischbetrieb maximal darstellbare Pumpenfrequenz würde reduziert. Folglich würde die Dosiermenge reduziert.

[0038] Bei einer Pumpenfrequenz von beispielsweise 55Hz liegt die Periodendauer von Hub zu Hub bei 18ms, davon 8ms Ansteuerzeit der Pumpe und ca. 5ms für die Reduktionsmittelströmung bis zum Stillstand. Hieraus resultieren 13ms, in denen das Ventil nicht betätigt werden kann, es bleiben nur 5ms für das vollständige Umschalten übrig. Daher muss vor dem Umschalten eine Pause eingebaut werden, be-

vor der nächste Pumpenhub folgen darf. Dieses Problem wird bei einer blockweisen Umschaltung reduziert.

[0039] Es kann auf eine Dosierstelle komplett umgeschaltet werden, falls nur die beheizbare Düse der ersten Dosierstelle bei zu niedrigen Abgastemperaturen oder alternativ nur die Zweistoffdüse der zweiten Dosierstelle bei genügend hoher Abgastemperatur betrieben zu werden braucht. Damit kann die maximale Dosiermenge der Förderpumpe ausgereizt werden und der Zweistoffdüse der zweiten Dosierstelle zugeteilt werden. Diese Vorgehensweise bewirkt somit ebenfalls einen positiven Effekt zur Reduzierung der Umschaltzyklen.

[0040] Selbstverständlich wird nur dann umgeschaltet bzw. zurückgeschaltet, wenn ein Reduktionsmittelmassenstrom zur jeweils anderen Dosierstelle erforderlich wird.

[0041] Vorzugsweise weist das Reduktionsmitteldosiersystem ein Steuergerät auf und/oder ist mit einem Steuergerät des Kraftfahrzeuges verbindbar, mittels dessen in Abhängigkeit der aktuellen Betriebsdaten des Verbrennungsmotors wie beispielsweise der Abgastemperatur der jeweilige Bedarf an Reduktionsmittelmassenstrom zur jeweiligen Dosierstelle berechnet wird.

[0042] In einer bevorzugten Ausführungsform weist das Dosiersystem eine Druckluftversorgung mit zumindest einem Luftschaltventil und/oder zumindest einem insbesondere pulsweitenmodulierten Proportionalventil zur Bereitstellung von Druckluft insbesondere zur Zerstäubung des Reduktionsmittels mittels Druckluft an der zweiten Dosierstelle auf.

[0043] Bei der Druckluftversorgung kann es sich um einen integralen Bestandteil des Dosiersystems handeln, d.h. das Dosiersystem kann einen Kompressor oder dergleichen zur Bereitstellung von Druckluft aufweisen und/oder das Dosiersystem weist einen Druckluftergang auf, der mit einem kraftfahrzeugseitigen Druckluftsystem verbindbar ist und wobei über den Druckluftergang Druckluft für das Dosiersystem bereitgestellt wird.

[0044] Mittels eines Luftschaltventils kann die Druckluftzufuhr an- und abgeschaltet werden. Mittels eines pulsweitenmodulierten Proportionalventils kann der Luftdruck am Ventilausgang durch eine entsprechende Ansteuerung des Ventils auf das gewünschte Druckniveau geregelt werden.

[0045] Die bereitgestellte Druckluft kann insbesondere zur Zerstäubung des Reduktionsmittels mittels Druckluft an der zweiten Dosierstelle verwendet werden. Alternativ oder kumulativ kann mittels der Druckluft das Dosiersystem bei Dosierpausen oder einer

Dosierbeendigung nach einem Abstellen des Verbrennungsmotors von Reduktionsmittelrückständen durch ein Freiblasen der reduktionsmittelführenden Leitungen und Düsen gereinigt werden. Hierdurch wird insbesondere die Frostsicherheit des Reduktionsmitteldosiersystems erhöht.

[0046] Vorzugsweise weist das Dosiersystem eine Druckluftversorgung mit zumindest einem Ventil, insbesondere einem pulsweitenmodulierten Proportionalventil, zur Bereitstellung von Druckluft auf, wobei stromauf oder stromab des Proportionalventils ein Abzweig angeordnet ist, der ein Luftschaltventil aufweist und wobei der Abzweig in die Ausgangsleitung zu der ersten Dosierstelle mündet.

[0047] Durch eine Öffnung des Luftschaltventils in dem Abzweig, der in die Ausgangsleitung zu der ersten Dosierstelle mündet, kann die erste Dosierstellen von Reduktionsmittel freigeblasen werden, um diese in Dosierpausen zu reinigen.

[0048] Wenn der Abzweig mit dem Luftschaltventil direkt am Lufteintritt der Druckluftversorgung angeschlossen ist, kann die beheizbare Düse an der ersten Dosierstelle völlig unabhängig vom Betriebszustand der luftunterstützten Düse an der zweiten Dosierstelle freigeblasen werden, auch zeitlich während des Betriebes. Dieses Freiblasen erfolgt aber in diesem Fall mit dem vollen Versorgungsdruck des Druckluftsystems des Kraftfahrzeuges. Bei einer verstopften beheizbaren Düse an der ersten Dosierstelle läge also der gleiche Druck wie im Druckluftversorgungssystem an. Bei normalem Freiblasen, also bei intakter nicht verstopfter Düse, läge durch den Druckfall am Schaltventil ein etwas geringerer Druck vor der beheizbaren Düse an als er im Druckluftversorgungssystem vorherrscht. Dieser Druck kann durch ein Anpassen der Bohrung im Schaltventil einmalig eingestellt werden.

[0049] Bevorzugt weist das Dosiersystem eine Druckluftversorgung mit zumindest einem Luftschaltventil und/oder zumindest einem Proportionalventil zur Bereitstellung von Druckluft auf, wobei stromauf oder stromab des Luftschaltventils und/oder des Proportionalventils ein erster Abzweig mit einem ersten Rückschlagventil und/oder einem Luftschaltventil angeordnet ist, wobei der erste Abzweig in die Ausgangsleitung zu der ersten Dosierstelle mündet.

[0050] Durch eine Öffnung des zweiten Luftschaltventils oder ein Einstellen eines Luftdruckes, der oberhalb des Öffnungsdruckes des ersten Rückschlagventils liegt, kann hierdurch Druckluft zur ersten Dosierstelle geleitet werden, um die erste Dosierstelle durch ein Freiblasen von Reduktionsmittelrückständen zu befreien.

[0051] Vorzugsweise weist das Dosiersystem eine Druckluftversorgung mit zumindest einem Luftschaltventil und/oder zumindest einem Proportionalventil zur Bereitstellung von Druckluft auf, wobei stromab des Luftschaltventils und/oder des Proportionalventils ein zweiter Abzweig mit einem zweiten Rückschlagventil angeordnet ist, wobei der zweite Abzweig in die Reduktionsmittelführende Leitung der zweiten Dosierstelle mündet.

[0052] Durch ein Einstellen eines Luftdruckes, der oberhalb des Öffnungsdruckes des zweiten Rückschlagventils liegt, kann hierdurch Druckluft in die Reduktionsmittelführende Leitung der zweiten Dosierstelle geleitet werden, um die Reduktionsmittelführende Leitung dieser zweiten Dosierstelle durch ein Freiblasen von Reduktionsmittelrückständen zu befreien.

[0053] Ein Freiblasen kann somit für beide Dosierstellen völlig getrennt voneinander durchgeführt werden, sowohl in zeitlicher Sicht als auch aus drucktechnischer Sicht. Der Luftvolumenstrom kann auch geringer gehalten werden, wenn nacheinander die Düsen freigeblasen werden. Dies bewirkt einen geringeren Druckabfall in der Druckluftzuleitung vom Druckluftsystem des Kraftfahrzeuges zum Dosiersystem. Ferner ist der Druck und somit der Volumenstrom beim Freiblasen mit einem Schaltventil in dem Abzweig zur ersten Dosierstelle höher, wodurch die Reinigungswirkung verbessert wird.

[0054] Ohne ein solches Luftschaltventil in dem ersten Abzweig zur ersten Dosierstelle muss in dem Abzweig ein erstes Rückschlagventil angeordnet sein. In diesem Fall erfolgt ein Freiblasen der ersten Dosierstelle erst dann, wenn ein Luftdruck anliegt, der oberhalb des Öffnungsdruckes des ersten Rückschlagventils liegt.

[0055] In dem zweiten Abzweig, der in die Reduktionsmittelführende Leitung zur zweiten Dosierstelle mündet, ist vorzugsweise ein zweites Rückschlagventil angeordnet. Während des Dosierbetriebes über die zweite Dosierstelle, an der die Aerosolbildung mittels Druckluft erfolgt, liegt der eingestellte Luftdruck unterhalb des Öffnungsdruckes des zweiten Rückschlagventils. Zu einem Freiblasen der Düse an der zweiten Dosierstelle wird der Luftdruck auf ein Druckniveau eingestellt, welches oberhalb des Öffnungsdruckes des zweiten Rückschlagventils liegt. Hierdurch öffnet das zweite Rückschlagventil und die Reduktionsmittelführende Leitung zur zweiten Dosierstelle wird mittels Druckluft freigeblasen.

[0056] Besonders vorteilhaft bei dem Verfahren zum Betrieb eines Reduktionsmitteldosiersystems zur Einspritzung eines Reduktionsmittels in den Abgasstrom eines Verbrennungsmotors, insbesondere eines Fahrzeuges, zur selektiven katalytischen Re-

duktion, mit zumindest einer Förderpumpe, mittels derer Reduktionsmittel aus einem Reduktionsmittel-tank über eine Saugleitung aus dem Tank angesaugt, über zumindest eine Druckleitung gefördert und über zumindest eine Dosierstelle in den Abgasstrom des Verbrennungsmotors eingeleitet wird, ist es, dass die Druckleitung zumindest ein schaltbares Mehrwegeventil aufweist, an welches zumindest zwei Ausgangsleitungen angeschlossen sind, die in zwei verschiedene Dosierstellen münden, über die das Reduktionsmittel in den Abgasstrom einleitbar ist, und wobei das Mehrwegeventil angesteuert wird, um eine der beiden Ausgangsleitungen mit dem geförderten Reduktionsmittel oder alternierend beide Ausgangsleitungen abwechselnd mit dem geförderten Reduktionsmittel zu beaufschlagen und das Reduktionsmittel über die erste Dosierstelle oder die zweite Dosierstelle oder in zeitlicher Folge alternierend über beide Dosierstellen in den Abgasstrom einzuleiten.

[0057] In Bezug auf das erfindungsgemäße Verfahren zum Betrieb des Reduktionsmitteldosiersystems zur Einspritzung eines Reduktionsmittels in den Abgasstrom eines Verbrennungsmotors gelten dieselben Erläuterungen wie zuvor.

[0058] Vorzugsweise ist die erste Dosierstelle durch eine beheizbare Einspritzdüse gebildet, wobei das über die erste Dosierstelle geleitete Reduktionsmittel in der beheizbaren Einspritzdüse vor der Einleitung in den Abgasstrom verdampft wird.

[0059] Wie erläutert kann dabei die erste Dosierstelle stromauf eines ersten SCR-Katalysators in Form eines Vorkatalysators zur selektiven katalytischen Reduktion in den Abgastrakt münden.

[0060] Besonders bevorzugt ist die zweite Dosierstelle durch eine Zweistoffdüse gebildet ist, wobei das über die zweite Dosierstelle geleitete Reduktionsmittel innerhalb oder außerhalb der Zweistoffdüse mittels Druckluft zerstäubt wird.

[0061] Dabei kann eine Bereitstellung der Druckluft zur Zerstäubung des Reduktionsmittels durch eine Druckluftversorgung des Dosiersystems und/oder durch ein kraftfahrzeugseitiges Druckluftsystem erfolgen.

[0062] Dabei kann die zweite Dosierstelle stromauf eines zweiten SCR-Katalysators in Form eines Hauptkatalysators zur selektiven katalytischen Reduktion in den Abgastrakt münden.

[0063] Bevorzugt handelt es sich bei der Förderpumpe um eine intermittierend fördernde Pumpe mit aufeinander folgenden Pumpenhüben, insbesondere eine Magnetkolbenpumpe, wobei die Ansteuerung des Mehrwegeventils synchron zu den Pumpenhüben erfolgt, indem nach jedem Pumpenhub oder nach ei-

ner festlegbaren Anzahl von Pumpenhüben zwischen den beiden Ausgangsleitungen umgeschaltet wird.

[0064] Vorzugsweise erfolgt das Umschalten des Mehrwegeventils nur in den zeitlichen Phasen der nichtaktivierten Pumpe und mit einer festlegbaren zeitlichen Verzögerung nach einem Pumpenhub, so dass in dem Moment des Umschaltens des Mehrwegeventils kein Reduktionsmittelförderstrom vorliegt.

[0065] Vorzugsweise weist das Dosiersystem eine Druckluftversorgung mit zumindest einem Luftschaltventil und/oder einem insbesondere pulsweitenmodulierten Proportionalventil zur Bereitstellung von Druckluft auf, wobei über die Ansteuerung des Luftschaltventils und/oder des Proportionalventils eine Regelung der Druckluftförderzeiten und/oder eine Regelung des Luftdruckes erfolgt.

[0066] Vorzugsweise erfolgt ein Freiblasen einer oder beider der beiden Dosierstellen mittels Druckluft während des Dosierbetriebes, insbesondere wenn eine Verstopfung einer oder beider Dosierstellen detektiert wird, insbesondere dass für die Dauer des Freiblasens die Reduktionsmitteldosierung ausgesetzt wird oder die Reduktionsmitteldosierung während des Freiblasens der einen Dosierstelle über die jeweils andere Dosierstelle erfolgt, wobei vorzugsweise eine Dosierpause im Schubbetrieb des Fahrzeuges genutzt wird.

[0067] Erfindungsgemäß ist wie erläutert ein Umschalten der Reduktionsmitteldosierung zwischen zwei Dosierstellen vorgesehen. Bevorzugt ist dabei die erste Dosierstelle durch eine beheizbare Düse zur Einleitung des Reduktionsmittels in den Abgastrakt vor einem Vorkatalysator und die zweite Dosierstelle durch eine luftunterstützte Zweistoffdüse vor einem Hauptkatalysator gebildet. Beim Betrieb des Reduktionsmitteldosiersystems kann dabei das Umschalten zwischen den beiden Dosierstellen variiert werden.

[0068] Das Umschalten kann verzögert werden, z.B. bei einem Temperaturanstieg des Abgases nach Beendigung der Kaltstartphase und Übergabe auf den Hauptkatalysator mit der Zweistoffdüse an der zweiten Dosierstelle und den damit verbundenen höheren Reduktionsmitteldosiermengen. Das gleiche gilt beim Abfallen der Abgastemperatur und der Übergabe auf die beheizbare Düse an der ersten Dosierstelle und die Übergabe an den Vorkatalysator. Übersetzt bedeutet dies eine zeitliche Hysterese bzw. Temperaturhysterese bei Temperaturwechsel über bzw. unter den für den Hauptkatalysator beginnenden Temperaturbereich mit ausreichend gutem Wirkungsgrad. Das bedeutet, dass kein ständiges Wechseln zwischen den beiden Dosierstellen stattfindet, falls gerade nur eine Dosierstelle betrieben wurde. Bei gleichzeitigem Betrieb beider Dosierstellen kann damit das Abschalten einer Dosierstelle verzögert werden. Mit

dem Begriff des gleichzeitigen Betriebes ist dabei eine alternierende Beschickung der beiden Dosierstellen mit einem Wechsel nach jedem Pumpenhub oder nach einer bestimmten Anzahl von Pumpenhüben gemeint, wie dies oben erläutert wurde. Evtl. ist dieser Zustand des Abschaltens einer der beiden Dosierstellen nur von kurzer Dauer, wie beispielsweise im Stopp-&-Go-Betrieb und die eigentlich abzuschaltende Dosierstelle wird doch direkt ein wenig später wieder genutzt. Dies ist besonders für die beheizbare Düse wichtig, da diese eine Vorlaufzeit benötigt, um elektrisch vorgeheizt und die beheizbare Düse auf eine gewisse Temperatur eingeregelt sein sollte, bevor sie von Reduktionsmittel durchströmt wird. Das Einschalten der elektrischen Heizung dieser beheizbaren Düse sollte nur dann erfolgen, wenn sie auch wirklich genutzt wird oder werden kann und das Ausschalten sollte nur erfolgen, wenn eine entsprechend hohe Abgastemperatur die Nutzung dieser beheizbaren Düse für einen absehbar längeren Zeitraum nicht mehr erforderlich macht.

[0069] Allerdings kann die beheizbare Düse und damit die erste Dosierstelle auch völlig unabhängig von der Abgastemperatur oder der Hysterese betrieben werden, damit der Stickoxidumsatz weiter gesteigert werden kann, falls dies in einigen Motorbetriebspunkten erforderlich ist.

[0070] Ferner kann in Dosierpausen der beheizbaren Düse oder - wenn erforderlich - ein Freibrennen der beheizbaren Düse erfolgen, falls sich Ablagerungen in der beheizbaren Düse zeigen. Diese können durch einen Drucksensor während der Reduktionsmittelförderung oder durch Druckmessung beim Freiblasen detektiert werden.

[0071] Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren dargestellt und werden nachfolgend erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Eine schematische Darstellung des Schaltplans einer ersten Ausführungsform eines Reduktionsmitteldosiersystems;

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Schaltplans einer zweiten Ausführungsform eines Reduktionsmitteldosiersystems;

Fig. 3 eine schematische Darstellung des Schaltplans einer dritten Ausführungsform eines Reduktionsmitteldosiersystems;

Fig. 4 eine schematische Darstellung des Schaltplans einer vierten Ausführungsform eines Reduktionsmitteldosiersystems.

[0072] In den **Fig. 1** bis **Fig. 4** sind die Schaltpläne von vier verschiedenen Ausführungsformen von Reduktionsmitteldosiersystemen schematisch dargestellt. Identische Bauteile sind mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet. Der schematisch dar-

gestellte Verbrennungsmotor **50** sowie der Abgastrakt des Verbrennungsmotors mit den Katalysatoren **51, 52, 53** sind nicht Bestandteil des erfindungsgemäßen Reduktionsmitteldosiersystems. Der Abgastrakt des Verbrennungsmotors **50** weist in Strömungsrichtung des Abgases nacheinander einen Vorkatalysator **51** zur selektiven katalytischen Reduktion, einen ersten Dieseloxidationskatalysator **52** mit Dieselpartikelfilter sowie einen Hauptkatalysator **53** zur selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden im Abgas mit einem weiteren, zweiten Dieseloxidationskatalysator auf.

[0073] Mittels der Förderpumpe **3** wird das flüssige Reduktionsmittel aus dem Tank **40** über die Saugleitung **31** angesaugt und über die Druckleitung **32** gefördert. In der Saugleitung ist ein Filter **2** angeordnet, mittels dessen das Reduktionsmittel von Verunreinigungen befreit wird, bevor dieses in die Pumpe **3** des Reduktionsmitteldosiersystems eintritt. Bei der Förderpumpe **3** handelt es sich um eine Dosierpumpe mit sehr guter Dosiergenauigkeit, die den Gesamtstrom an Reduktionsmittel liefert. Als Reduktionsmittel kann insbesondere eine Lösung gemäß DIN 70070 eingesetzt werden. In den dargestellten Ausführungsbeispielen handelt es sich bei der Förderpumpe **3** um eine intermittierend fördernde Pumpe.

[0074] In der Druckleitung stromab der Förderpumpe **3** ist ein schaltbares Mehrwegeventil **4** angeordnet, dessen zwei Ausgänge in die beiden Ausgangsleitungen **41, 42** münden. Bei dem schaltbaren Mehrwegeventil handelt es sich um ein 3/2 Wege-Ventil, welches für eine Anwendung bei Förderung eines Reduktionsmittels, insbesondere eines Reduktionsmittels gemäß DIN 70070, geeignet und frostfest im gefüllten Zustand ist. Ferner ist das Mehrwegeventil **4** geeignet für eine Betriebstemperatur des geförderten Mediums in einem Bereich von zumindest -7°C bis $+75^{\circ}\text{C}$. Die Betriebsspannung des schaltbaren Mehrwegeventils **4** liegt vorzugsweise bei maximal 24 V, um das schaltbare Mehrwegeventil **4** über ein mit dem Bordnetz eines Kraftfahrzeuges verbundenen und gespeisten Steuergerätes ansteuern und elektrisch versorgen zu können. Die Schaltfrequenz des schaltbaren Mehrwegeventils **4** liegt bevorzugt bei 50 Hz.

[0075] Die erste Ausgangsleitung mündet in die erste Dosierstelle **21**. An der ersten Dosierstelle **21** ist eine elektrisch beheizbare Düse **61** angeordnet, mittels derer insbesondere während einer Kaltstartphase des Verbrennungsmotors **50** das Reduktionsmittel vor der Einleitung über die Dosierstelle **21** in den Abgastrakt des Verbrennungsmotors **50** verdampft werden kann. Hierzu weist die beheizbare Düse **61** eine elektrische Widerstandsheizung auf, deren Heizleistung mittels eines nicht dargestellten Steuergerätes geregelt wird. Die erste Ausgangsleitung **41** weist ei-

nen Temperatursensor **5b** sowie einen Drucksensor **8** auf. In einer nicht dargestellten Alternative ist anstelle eines Temperatursensors und eines Drucksensors ein kombinierter Temperatur- und Drucksensor angeordnet.

[0076] Mittels des Temperatursensors **5b** wird die Temperatur des geförderten Reduktionsmittels in der ersten Ausgangsleitung **41** erfasst. Diese Größe bestimmt insbesondere die an der beheizbaren Düse **61** einzustellende Heizleistung.

[0077] Mittels des Drucksensors **8** wird der Druck in der ersten Ausgangsleitung **41** erfasst. Hierüber lässt sich eine etwaige Verstopfung der beheizbaren Düse **61** an der ersten Dosierstelle **21** detektieren.

[0078] Die erste Dosierstelle **21** mündet stromab des Verbrennungsmotors **50** in den Abgastrakt des Verbrennungsmotors **50** und stromauf eines Vorkatalysators **51** zur selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden im Abgas. Dem Vorkatalysator **51** ist im Abgastrakt ein erster Dieseloxydationskatalysator **52** mit Dieselpartikelfilter nachgeschaltet.

[0079] Die zweite Ausgangsleitung mündet in die zweite Dosierstelle **22**. An der zweiten Dosierstelle **22** ist eine luftunterstützte Zweistoffdüse **62** angeordnet. Mittels dieser Zweistoffdüse **62** wird das Reduktionsmittel mittels Druckluft zu einem Aerosol zerstäubt und über die zweite Dosierstelle **22** in den Abgastrakt des Verbrennungsmotors **50** eingeleitet.

[0080] Mittels des Temperatursensors **5a** wird die Temperatur des geförderten Reduktionsmittels in der zweiten Ausgangsleitung **42** erfasst.

[0081] In einer nicht dargestellten Alternative ist nur einer der beiden Temperatursensoren **5a**, **5b** angeordnet. Dies ist ausreichend, da in beiden Ausgangsleitungen **41**, **42** annähernd dieselbe Reduktionsmitteltemperatur vorherrscht.

[0082] Die zweite Dosierstelle **22** ist im Abgastrakt stromab des ersten Dieseloxydationskatalysators **52** und stromauf des Hauptkatalysators **53** zur selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden im Abgas angeordnet.

[0083] Bei ausreichend hohen Abgastemperaturen ist die Einleitung des mittels der Zweistoffdüse **62** gebildeten Reduktionsmittelaerosols ausreichend, da die kleinen Tröpfchen des Aerosols im heißen Abgas unmittelbar verdampfen und die selektive katalytische Reduktion der Stickoxide in dem nachfolgenden Hauptkatalysator **53** mit hoher Qualität erfolgt.

[0084] Mittels des schaltbaren Mehrwegeventils **4** erfolgt eine Zuweisung der einzelnen Pumpenhübe der Förderpumpe **3** auf die erste Dosierstelle **21** oder

auf die zweite Dosierstelle **22** durch das pumpensynchron getaktete Mehrwegeventil **4**. Bei einer nicht vollständig abdichtenden Pumpe kann zusätzlich eine Stellung des Mehrwegeventils **4** „Beide Kanäle geschlossen“ vorgesehen sein. Hierdurch kann die Anlagenkonfiguration bei verschiedenen Pumpentypen Anwendung finden.

[0085] Beim alleinigen Betrieb der beheizbaren Düse **61** oder der luftunterstützten Düse **62** kann auf die hochfrequente Taktung des Mehrwegeventils **4** verzichtet werden.

[0086] Bei Parallelbetrieb beider Düsen **61**, **62** kann insbesondere eine Blockbildung der Pumpenhübe erfolgen. Dabei ist ein Block von Pumpenhüben eine Aufeinanderfolge von Pumpenhüben an eine Düse **61**, **62**. Bei gleichem Verhältnis der Blöcke beider Düsen **61**, **62** ist eine Kumulierung der Blöcke und erweiterte Blockbildung zur Verringerung der Umschaltvorgänge möglich. Bei variierenden Verhältnissen der Blöcke gilt das analog.

[0087] Zur Bereitstellung der Druckluft insbesondere an der luftunterstützten Zweistoffdüse **62** verfügt das Dosiersystem über eine Druckluftleitung **46**, die an das kraftfahrzeugseitige Druckluftsystem **45** angeschlossen ist. Mittels des kraftfahrzeugseitigen Druckluftsystems **45** wird somit die für den Betrieb des Dosiersystems benötigte Druckluft bereitgestellt. In einer nicht dargestellten Alternative verfügt das Dosiersystem selbst über einen Kompressor zur Bereitstellung von Druckluft.

[0088] Die Druckluftleitung **46** weist einen Luftfilter **1** auf, mittels dessen die eingeleitete Druckluft gefiltert wird. Die Druckluftleitung **46** weist ferner ein pulsweitenmoduliertes Proportionalventil **9** auf. Über die Ansteuerung des Taktverhältnisses des Proportionalventils **9** kann der am Ausgang des Proportionalventils **9** anliegende Luftdruck geregelt werden. Zur Überwachung des Ausgangsdrucks des Proportionalventils **9** weist die Druckluftleitung **46** einen Drucksensor **7** auf.

[0089] Der Ausgang des Proportionalventils **9** mündet in die Zweistoffdüse **62**, mittels derer unter Zuhilfenahme der Druckluft die Aerosolbildung zur Einleitung des Reduktionsmittelaerosols über die zweite Dosierstelle **22** in den Abgastrakt des Verbrennungsmotors **50** erfolgt.

[0090] Die Druckluft findet neben der Aerosolbildung ferner Anwendung zur Reinigung der Düsen **61**, **62**, indem ein entsprechendes Freibleasen der Düsen **61**, **62** je nach Bedarf durchgeführt wird. Dieses Freibleasen kann zum einen durch die Detektion einer Verstopfung mittels der Drucksensoren **6**, **8** in den reduktionsmittelführenden Ausgangsleitungen **41**, **42** ausgelöst werden. Ferner kann bei einer Unterbre-

chung und/oder nach der Beendigung der Dosierung ein Freiblasen der Düsen **61**, **62** durchgeführt werden, um Ablagerungen des Reduktionsmittels zu entfernen. Derartige Ablagerungen könnten durch eine Kristallisation zu Verstopfungen führen. Ferner wird durch ein Freiblasen der Düsen **61**, **62** mittels Druckluft nach der Beendigung der Dosierung die Frostsicherheit des Reduktionsmitteldosiersystems erhöht.

[0091] Bei dem in **Fig. 1** dargestellten ersten Ausführungsbeispiel weist die Druckluftleitung **46** stromauf des Proportionalventils **9** einen ersten Abzweig auf, der stromab des schaltbaren Mehrwegeventils **4** in die reduktionsmittelführende erste Ausgangsleitung **41** mündet. Dieser erste Abzweig weist ein Luftschaltventil **10** auf. Durch eine Öffnung des Luftschaltventils **10** wird während einer Unterbrechung oder nach Beendigung der Dosierung über die beheizbare Düse **61** die reduktionsmittelführende erste Ausgangsleitung **41** sowie die Düse **61** von Reduktionsmittel befreit, indem ein Freiblasen mittels Druckluft erfolgt. Nach Beendigung des Freiblasens der beheizbaren Düse **61** wird das Luftschaltventil **10** wieder geschlossen.

[0092] Stromab des Proportionalventils **9** weist die Druckluftleitung **46** einen zweiten Abzweig auf, der in die reduktionsmittelführende zweite Ausgangsleitung **42** mündet, die zur luftunterstützten Zweistoffdüse **62** führt. Dieser zweite Abzweig weist ein Rückschlagventil **12** auf. Sofern mittels des Drucksensors **6** eine Verstopfung detektiert wird oder die Dosierung über die Zweistoffdüse **62** unterbrochen oder beendet wird, kann über den zweiten Abzweig Druckluft in die reduktionsmittelführende zweite Ausgangsleitung **42** eingeleitet werden, um die zweite Ausgangsleitung **42** sowie die Zweistoffdüse **62** von Reduktionsmittel zu befreien. Hierzu wird der Druck am Ausgang des Proportionalventils **9** soweit erhöht, dass dieser oberhalb des Öffnungsdruckes des Rückschlagventils **12** liegt. Hierdurch öffnet das Rückschlagventil **12** automatisch und die reduktionsmittelführende zweite Ausgangsleitung **42** und die Zweistoffdüse **62** wird mittels der Druckluft freigeblasen und von Reduktionsmittelrückständen und/oder Verstopfungen befreit.

[0093] Das zweite Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 2** unterscheidet sich von dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1** dadurch, dass der lediglich eine Abzweig ausgehend von der Druckluftleitung **46** stromauf des Proportionalventils **9** angeordnet ist, wobei dieser Abzweig ein Luftschaltventil **10** aufweist und stromauf des schaltbaren Mehrwegeventils **4** in die Druckleitung **32** der Förderpumpe **3** mündet. Zur Reinigung der reduktionsmittelführenden beiden Ausgangsleitungen **41**, **42** sowie der beiden Düsen **61**, **62** von Reduktionsmittel mittels Druckluft wird die über den Abzweig und das Luftschaltventil **10** in die Druckleitung **32** eingeleitete Druckluft mit-

tels des Mehrwegeventils **4** auf die beiden Ausgangsleitungen **41**, **42** geschaltet. Der besondere Vorteil der Anlagenkonfiguration gemäß des zweiten Ausführungsbeispiels gemäß **Fig. 2** ist der verringerte anlagentechnische Aufwand sowie ferner die Tatsache, dass auch das schaltbare Mehrwegeventil **4** mittels der Druckluft von Reduktionsmittelrückständen befreit wird. Hierdurch wird die Frostsicherheit des schaltbaren Mehrwegeventils **4** erhöht.

[0094] Das dritte Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 3** unterscheidet sich von dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1** dadurch, dass der erste Abzweig ausgehend von der Druckluftleitung **46** stromab des Proportionalventils **9** angeordnet ist. In diesem Fall bildet der Ausgang des Proportionalventils **9** den Eingang des Luftschaltventils **10**. Hierdurch kann der Luftdruck, der über den ersten Abzweig in die erste Ausgangsleitung **41** sowie die Düse **61** eingeleiteten Druckluft ebenfalls über das Proportionalventil **9** geregelt werden. Im Übrigen entspricht das dritte Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 3** dem ersten Ausführungsbeispiel.

[0095] Bei dem vierten Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 4** wird die Möglichkeit der Reinigung der beiden Düsen **61**, **62** mittels Druckluft über zwei stromab des Proportionalventils **9** angeordnete Abzweige realisiert. Durch die Anordnung der beiden Abzweige stromab des Proportionalventils **9** kann wiederum der Luftdruck, der an den beiden Abzweigen anliegt, über die Ansteuerung des Proportionalventils **9** geregelt werden.

[0096] Der erste Abzweig weist ein Rückschlagventil **13** auf und mündet in die reduktionsmittelführende erste Ausgangsleitung **41** zur beheizbaren Düse **61** an der ersten Dosierstelle **21**.

[0097] Der zweite Abzweig weist ein Rückschlagventil **12** auf und mündet in die reduktionsmittelführende zweite Ausgangsleitung **42** zur Zweistoffdüse **62** an der zweiten Dosierstelle **22**.

[0098] Die Öffnungsdrücke der Rückschlagventile **12**, **13** können identisch oder unterschiedlich sein. Grundsätzlich liegen die Öffnungsdrücke der Rückschlagventile **12**, **13** oberhalb des Druckniveaus der Druckluft am Ausgang des Proportionalventils **9** während des Dosierbetriebes, sodass die Rückschlagventile **12**, **13** während des Dosierbetriebes geschlossen sind. Zum Freiblasen der Düsen **61**, **62** wird der Druck der Druckluft am Ausgang des Proportionalventils **9** auf ein Druckniveau oberhalb der Öffnungsdrücke der Rückschlagventile **12**, **13** erhöht, wodurch die Rückschlagventile **12**, **13** automatisch öffnen und die beiden Ausgangsleitungen **41**, **42** und die beiden Düsen **61**, **62** mittels Druckluft freigeblasen werden. Sofern die Öffnungsdrücke der Rückschlagventile **12**, **13** identisch sind, erfolgt das Öff-

nen der Rückschlagventile **12**, **13** und damit der Beginn des Freibleasens der beiden Ausgangsleitungen **41**, **42** und der beiden Düsen **61**, **62** mittels Druckluft gleichzeitig.

[0099] Alternativ können Rückschlagventile **12**, **13** mit unterschiedlichen Öffnungsdrücken angeordnet sein. So kann im ersten Abzweig ein Rückschlagventil **13** mit einem geringeren Öffnungsdruck von beispielsweise 2 bar angeordnet sein, während im zweiten Abzweig ein Rückschlagventil **12** mit einem höheren Öffnungsdruck von beispielsweise 3 bar angeordnet ist. In diesem Fall würde zunächst die erste Ausgangsleitung **41** und die beheizbare Düse **61** an der ersten Dosierstelle **21** freigeblasen und erst nach einer weiteren Druckerhöhung am Ausgang des Proportionalventils **9** über den Öffnungsdruck des Rückschlagventils **12** im zweiten Abzweig würden sodann die reduktionsmittelführende zweite Ausgangsleitung **42** und die Zweistoffdüse **62** an der zweiten Dosierstelle **22** mittels Druckluft freigeblasen.

[0100] Alternativ kann der Öffnungsdruck des Rückschlagventils **13** im ersten Abzweig größer sein als der Öffnungsdruck des Rückschlagventils **12** im zweiten Abzweig.

[0101] Die Komponenten des Reduktionsmitteldosiersystems sind zu einer Baugruppe **100** zusammengefasst, die über sämtliche benötigten Eingangsanschlüsse zur Verbindung insbesondere mit dem Reduktionsmitteltank **40** und der kraftfahrzeugseitigen Druckluftversorgung **45** verfügt, sowie ferner über die Ausgänge zu den Düsen **61**, **62** an den beiden Dosierstellen **21**, **22**. Weiter verfügt die Baugruppe **100** über entsprechende Anschlüsse zur Verbindung mit einem nicht dargestellten Steuergerät. Mittels des Steuergerätes werden die Messwerte der Sensoren ausgewertet und insbesondere die Förderpumpe **3**, das Mehrwegeventil **4**, das Proportionalventil **9** und das Luftschaltventil **10** angesteuert und betätigt.

[0102] Die Komponenten der Baugruppe **100** des Reduktionsmitteldosiersystems können auf einem wärmeleitenden Komponententräger angeordnet sein. In diesem Fall herrscht in beiden Ausgangsleitungen **41**, **42** nahezu dieselbe Reduktionsmitteltemperatur vor, sodass die oben erwähnte nicht dargestellte Alternative eines Reduktionsmitteldosiersystems mit lediglich einem der beiden Temperatursensoren **5a**, **5b** realisiert werden kann. Auch bei den Ausführungsbeispielen gemäß den **Fig. 1**, **Fig. 3** und **Fig. 4** kann dann einer der beiden Temperatursensoren **5a**, **5b** entfallen, ohne dass der Betrieb des Reduktionsmitteldosiersystems beeinträchtigt wäre.

Patentansprüche

1. Reduktionsmitteldosiersystem zur Einspritzung eines Reduktionsmittels in den Abgasstrom eines Verbrennungsmotors (50), insbesondere eines Fahrzeuges, zur selektiven katalytischen Reduktion mit zumindest einer Förderpumpe (3), mittels derer Reduktionsmittel aus einem Reduktionsmitteltank (40) über eine Saugleitung (31) angesaugt und über zumindest eine Druckleitung (32) zu zumindest einer Dosierstelle zur Einleitung in den Abgasstrom des Verbrennungsmotors (50) gefördert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckleitung (32) zumindest ein schaltbares Mehrwegeventil (4) aufweist, an welches zumindest zwei Ausgangsleitungen (41, 42) angeschlossen sind, die in zwei verschiedene Dosierstellen (21, 22) münden, über die das Reduktionsmittel in den Abgasstrom einleitbar ist.

2. Reduktionsmitteldosiersystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Dosierstelle (21) durch eine beheizbare Einspritzdüse (61) gebildet ist, mittels derer das über die erste Dosierstelle (21) geleitete Reduktionsmittel vor der Einleitung in den Abgasstrom verdampfbar ist.

3. Reduktionsmitteldosiersystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Dosierstelle (22) durch eine Zweistoffdüse (62) gebildet ist, mittels derer das über die zweite Dosierstelle (22) geleitete Reduktionsmittel innerhalb oder außerhalb der Zweistoffdüse (62) mittels Druckluft zerstäubt werden kann, insbesondere dass das Dosiersystem eine Druckluftversorgung (45) zur Bereitstellung der Druckluft zur Zerstäubung des Reduktionsmittels aufweist.

4. Reduktionsmitteldosiersystem nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei der Förderpumpe (3) um eine intermittierend fördernde Pumpe mit aufeinander folgenden Pumpenhüben handelt, insbesondere eine Magnetkolbenpumpe.

5. Reduktionsmitteldosiersystem nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Dosiersystem eine Druckluftversorgung (45) mit zumindest einem Luftschaltventil (10) und/oder zumindest einem insbesondere pulsweitenmodulierten Proportionalventil (9) zur Bereitstellung von Druckluft insbesondere zur Zerstäubung des Reduktionsmittels mittels Druckluft an der zweiten Dosierstelle (22) aufweist.

6. Reduktionsmitteldosiersystem nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Dosiersystem eine Druckluftversorgung (45) mit zumindest einem Ventil, insbesondere einem pulsweitenmodulierten Proportionalventil (9), zur Bereitstellung von Druckluft aufweist, wobei stromauf

oder stromab des Ventils (9) ein Abzweig angeordnet ist, der ein Luftschaltventil (10) aufweist und wobei der Abzweig in die Ausgangsleitung (41) zu der ersten Dosierstelle (21) mündet.

7. Reduktionsmitteldosiersystem nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Dosiersystem eine Druckluftversorgung (45) mit zumindest einem Luftschaltventil und/oder zumindest einem Proportionalventil (9) zur Bereitstellung von Druckluft aufweist, wobei stromauf oder stromab des Luftschaltventils und/oder des Proportionalventils (9) ein erster Abzweig mit einem ersten Rückschlagventil (13) und/oder einem Luftschaltventil (10) angeordnet ist, wobei der erste Abzweig in die Ausgangsleitung (41) zu der ersten Dosierstelle (21) mündet.

8. Reduktionsmitteldosiersystem nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Dosiersystem eine Druckluftversorgung (45) mit zumindest einem Luftschaltventil und/oder zumindest einem Proportionalventil (9) zur Bereitstellung von Druckluft aufweist, wobei stromab des Luftschaltventils und/oder des Proportionalventils (9) ein zweiter Abzweig mit einem zweiten Rückschlagventil (12) angeordnet ist, wobei der zweite Abzweig in die Reduktionsmittelführende Leitung (42) der zweiten Dosierstelle (22) mündet.

9. Verfahren zum Betrieb eines Reduktionsmitteldosiersystems zur Einspritzung eines Reduktionsmittels in den Abgasstrom eines Verbrennungsmotors (50), insbesondere eines Fahrzeuges, zur selektiven katalytischen Reduktion mit zumindest einer Förderpumpe (3), mittels derer Reduktionsmittel aus einem Reduktionsmitteltank (40) über eine Saugleitung (31) aus dem Tank (40) angesaugt, über zumindest eine Druckleitung (32) gefördert und über zumindest eine Dosierstelle in den Abgasstrom des Verbrennungsmotors (50) eingeleitet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckleitung (32) zumindest ein schaltbares Mehrwegeventil (4) aufweist, an welches zumindest zwei Ausgangsleitungen (41, 42) angeschlossen sind, die in zwei verschiedene Dosierstellen (21, 22) münden, über die das Reduktionsmittel in den Abgasstrom einleitbar ist, und wobei das Mehrwegeventil (4) angesteuert wird, um eine der beiden Ausgangsleitungen (41, 42) mit dem geförderten Reduktionsmittel oder alternierend beide Ausgangsleitungen (41, 42) abwechselnd mit dem geförderten Reduktionsmittel zu beaufschlagen und das Reduktionsmittel über die erste Dosierstelle (21) oder die zweite Dosierstelle (22) oder in zeitlicher Folge alternierend über beide Dosierstellen (21, 22) in den Abgasstrom einzuleiten.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Dosierstelle (21) durch eine beheizbare Einspritzdüse (61) gebildet ist, wobei das

über die erste Dosierstelle (21) geleitete Reduktionsmittel in der beheizbaren Einspritzdüse (61) vor der Einleitung in den Abgasstrom verdampft wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Dosierstelle (22) durch eine Zweistoffdüse (62) gebildet ist, wobei das über die zweite Dosierstelle (22) geleitete Reduktionsmittel innerhalb oder außerhalb der Zweistoffdüse (62) mittels Druckluft zerstäubt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei der Förderpumpe (3) um eine intermittierend fördernde Pumpe mit aufeinander folgenden Pumpenhüben handelt, insbesondere eine Magnetkolbenpumpe, und die Ansteuerung des Mehrwegeventils (4) synchron zu den Pumpenhüben erfolgt, indem nach jedem Pumpenhub oder nach einer festlegbaren Anzahl von Pumpenhüben zwischen den beiden Ausgangsleitungen (41, 42) umgeschaltet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Umschalten des Mehrwegeventils (4) nur in den zeitlichen Phasen der nichtaktivierten Pumpe (3) und mit einer festlegbaren zeitlichen Verzögerung nach einem Pumpenhub erfolgt, so dass in dem Moment des Umschaltens des Mehrwegeventils (4) kein Reduktionsmittelförderstrom vorliegt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Dosiersystem eine Druckluftversorgung (45) mit zumindest einem Luftschaltventil (10) und/oder einem insbesondere pulsweitenmodulierten Proportionalventil (9) zur Bereitstellung von Druckluft aufweist, wobei über die Ansteuerung des Luftschaltventils (10) und/oder des Proportionalventils (9) eine Regelung der Druckluftförderzeiten und/oder eine Regelung des Luftdruckes erfolgt.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Freiblasen einer oder beider der beiden Dosierstellen (21, 22) mittels Druckluft während des Dosierbetriebes erfolgt, insbesondere wenn eine Verstopfung einer oder beider Dosierstellen (21, 22) detektiert wird, insbesondere dass für die Dauer des Freiblasens die Reduktionsmitteldosierung ausgesetzt wird oder die Reduktionsmitteldosierung während des Freiblasens der einen Dosierstelle über die jeweils andere Dosierstelle erfolgt, wobei vorzugsweise eine Dosierpause im Schubtrieb des Fahrzeuges genutzt wird.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

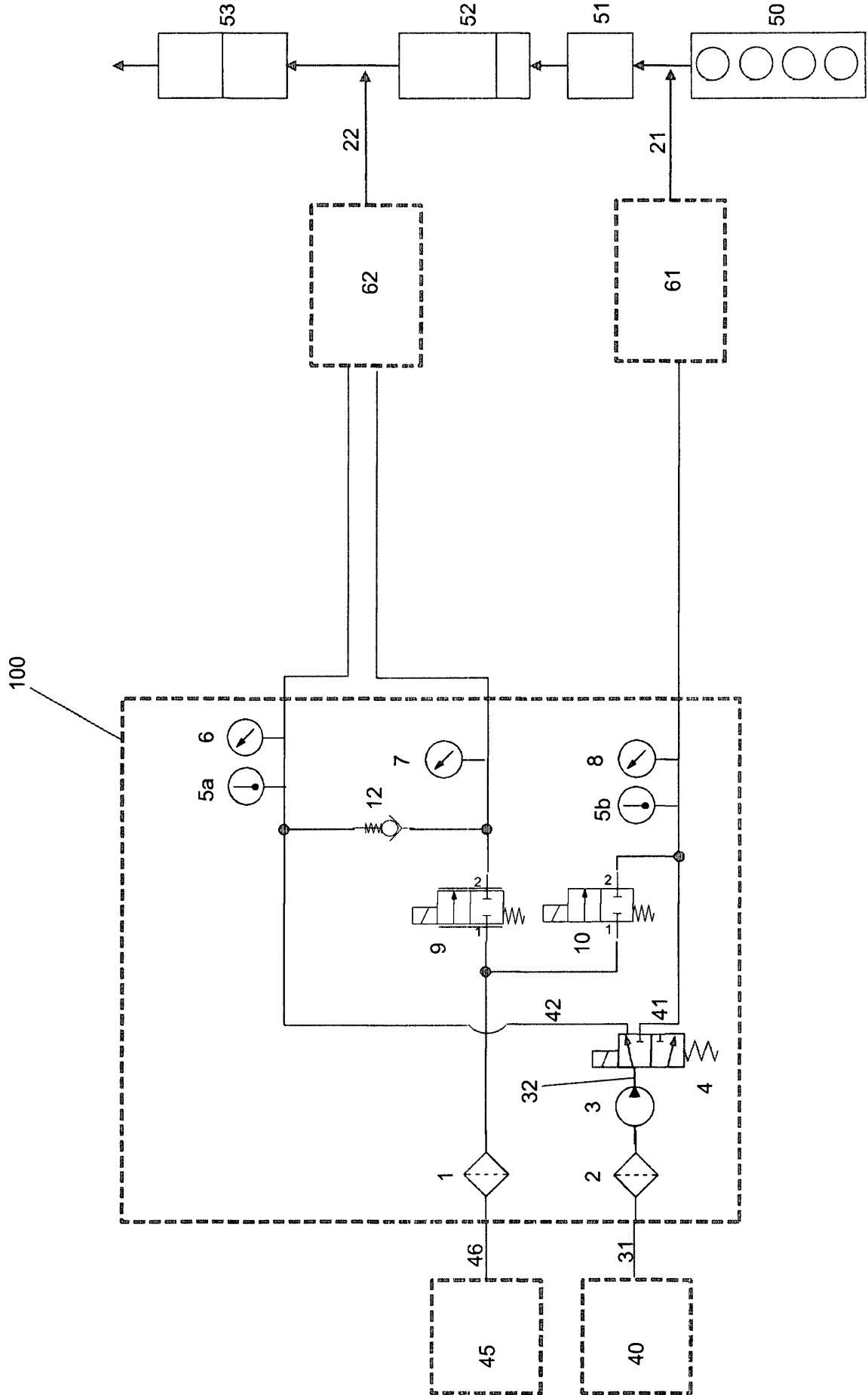


Fig. 1

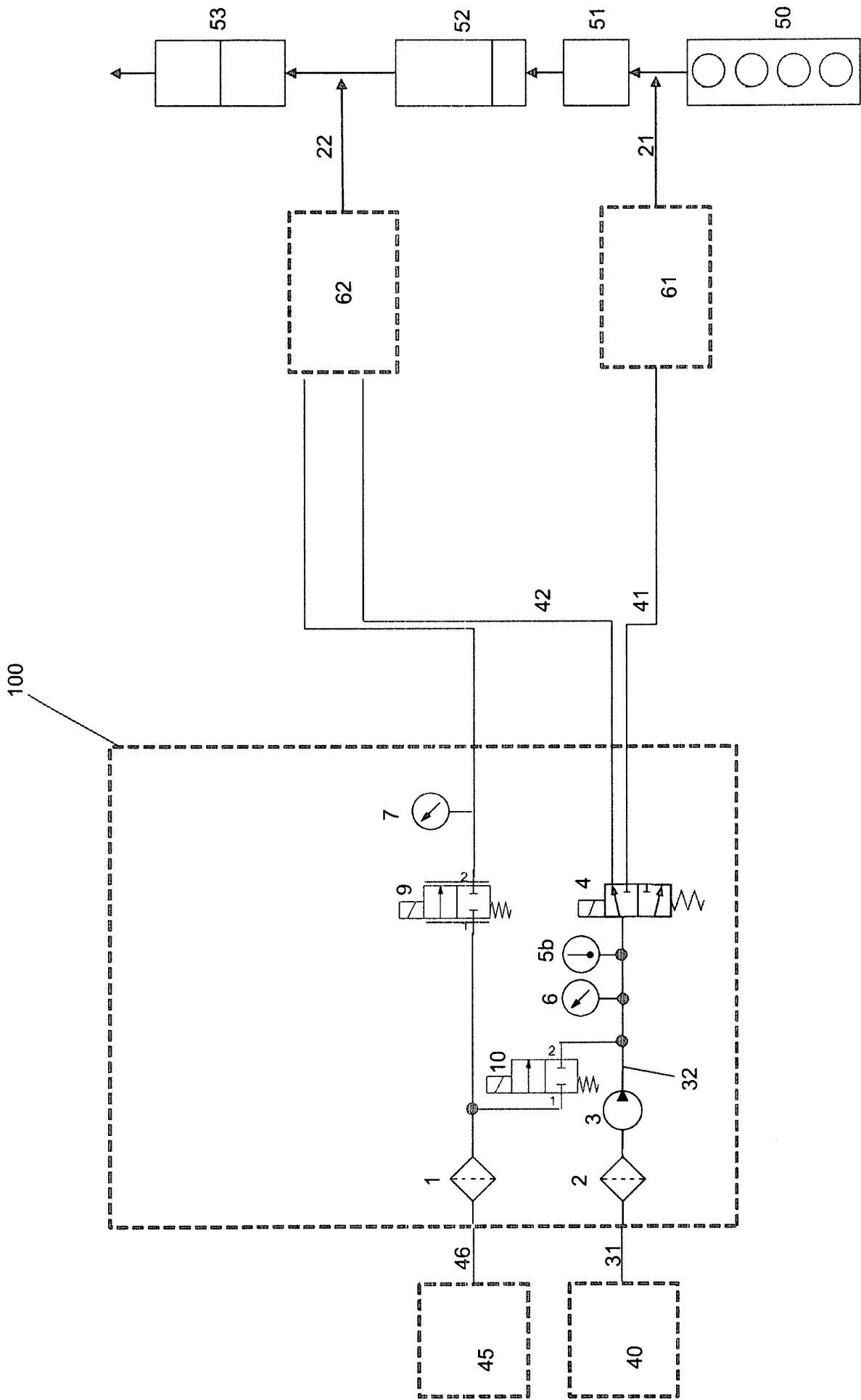


Fig. 2

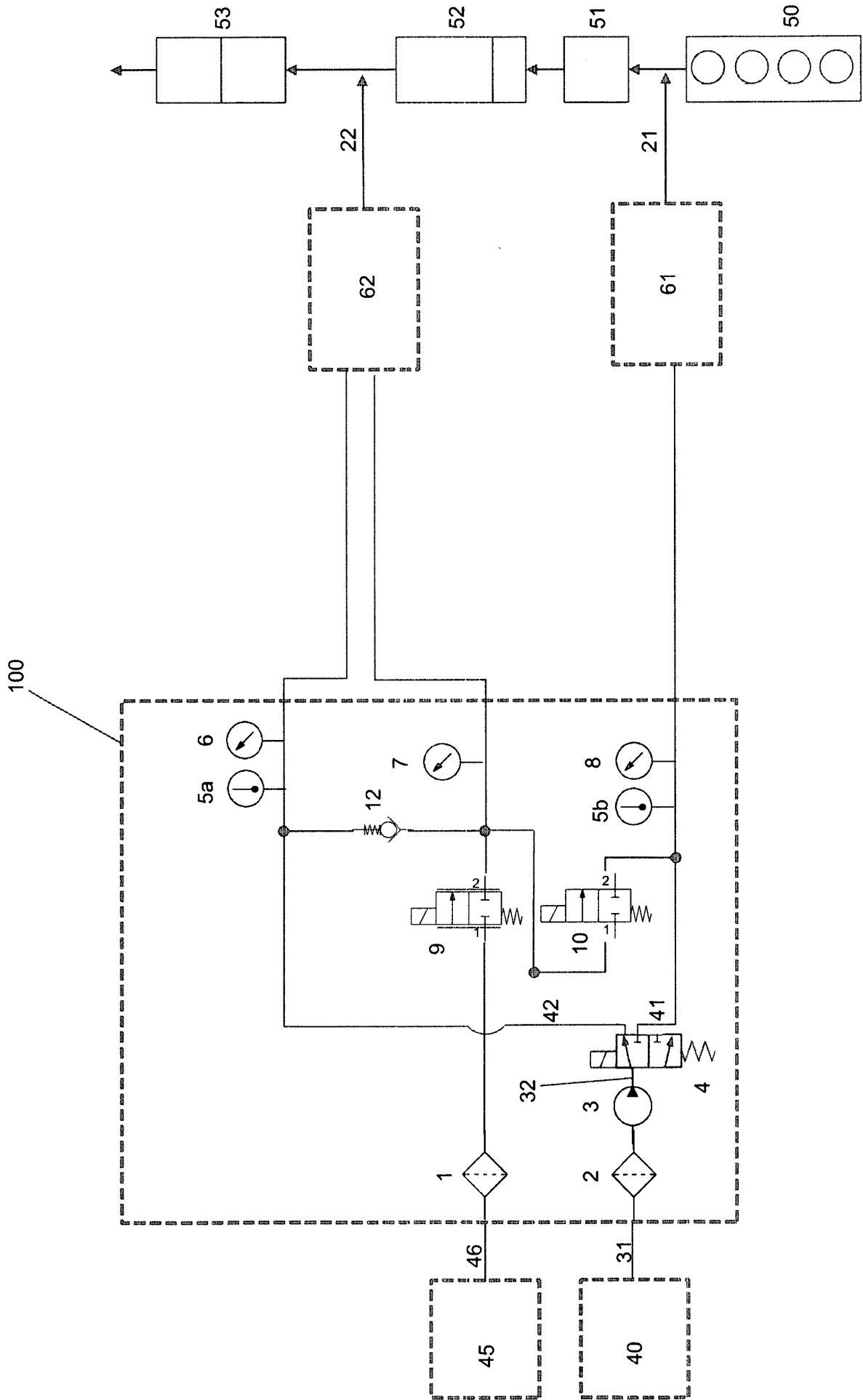


Fig. 3

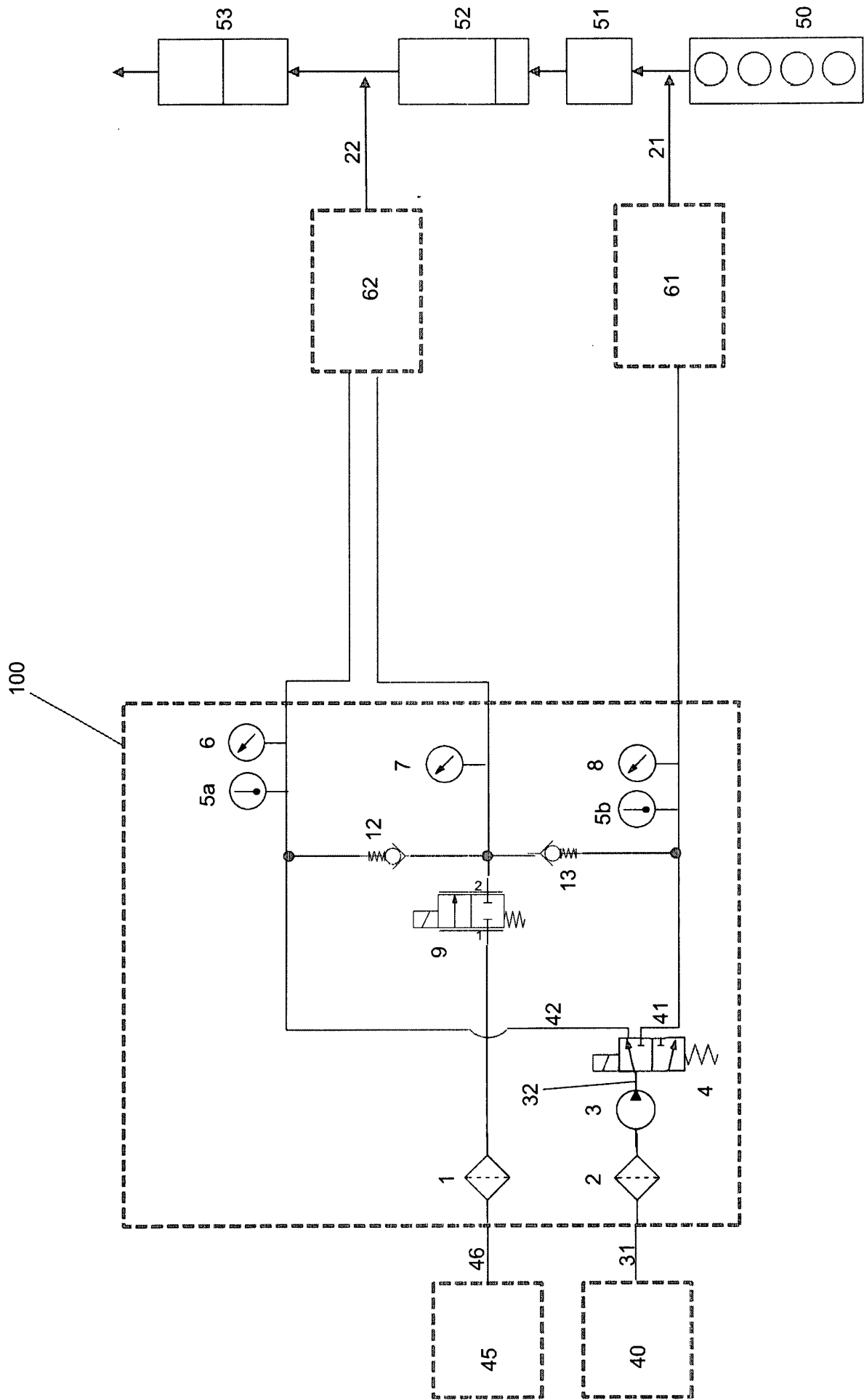


Fig. 4