



(10) **DE 10 2017 201 401 A1** 2018.08.02

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 201 401.6**

(22) Anmeldetag: **30.01.2017**

(43) Offenlegungstag: **02.08.2018**

(51) Int Cl.: **F01N 3/08 (2006.01)**

F01N 3/20 (2006.01)

F01N 3/021 (2006.01)

F01N 9/00 (2006.01)

F02M 26/00 (2016.01)

F02D 41/02 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,
US**

(74) Vertreter:

Dörfler, Thomas, Dr.-Ing., 50735 Köln, DE

(72) Erfinder:

**Carberry, Brendan, 52074 Aachen, DE; Smirnov,
Evgeny, 52072 Aachen, DE; Linzen, Frank, 52066
Aachen, DE; Römer, Dirk, 50679 Köln, DE; Göbel,
Felix, 52066 Aachen, DE; Boerensen, Christoph,
52076 Aachen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

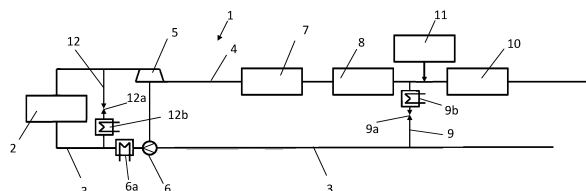
DE	10 2011 101 079	A1
DE	10 2013 212 802	A1
DE	10 2015 206 838	A1
DE	10 2016 210 897	A1
DE	10 2016 223 558	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Abgasnachbehandlung**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Anordnung einer Brennkraftmaschine mit mindestens einem ersten und einem zweiten Stickoxidspeicherkatalysator bereitgestellt, wobei der erste Stickoxidspeicherkatalysator innerhalb eines Niederdruck-Abgasrückführungskreislaufs angeordnet ist. Es wird weiterhin ein Verfahren zum Betrieb der Anordnung bereitgestellt, wobei durch Bereitstellen von fetten Abgasbedingungen die Stickoxidspeicherkatalysatoren unter Betriebsbedingungen mit hoher Last zur Produktion von Ammoniak genutzt werden können.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anordnung einer Brennkraftmaschine mit einem Abgastrakt, einem Abgasrückführungssystem und mindestens einem ersten und einem zweiten Stickoxidspeicherkatalysator, wobei der erste Stickoxidspeicherkatalysator innerhalb des Abgasrückführungskreislaufs angeordnet ist, sowie ein Verfahren zum Betrieb der Anordnung.

[0002] Stickoxidspeicherkatalysatoren (auch NOx Speicherkat genannt, auf Englisch lean NOx trap, LNT) werden zur temporären Adsorption von Stickoxiden aus dem Abgas von Brennkraftmaschinen verwendet. Daneben erfüllen sie Aufgaben der oxidativen Nachbehandlung von Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoffen (HC). Im Magerbetrieb einer Brennkraftmaschine entstehende Stickoxide können in einem LNT gespeichert werden; dazu oxidiert der LNT das im mageren Abgas enthaltene Stickstoffmonoxid (NO) zu Stickstoffdioxid (NO₂) und speichert es anschließend in Form von Nitraten. Adsorptionsmittel, die in der Beschichtung des LNT verwendet werden, sind z. B. Barium- und/oder andere Oxide.

[0003] Ist die Speicherkapazität des LNT erschöpft, muss der LNT regeneriert werden. Bei einem Regenerationsereignis (Purge) werden fette, unterstöchiometrische Abgasbedingungen bereitgestellt, z. B. durch ein Betreiben der Brennkraftmaschine mit einem entsprechenden Kraftstoff-Luftgemisch; dabei werden die gespeicherten Stickoxide wieder desorbiert und an katalytisch aktiven Komponenten des LNT mit Hilfe der Bestandteile im fetten Abgas (CO, HC) zu Stickstoff reduziert. Neben einem nur zur Regeneration bewirkten Purge wird der LNT natürlich auch regeneriert, wenn das Abgas z. B. auf Grund einer Leistungsanforderung der Brennkraftmaschine unterstöchiometrisch wird.

[0004] Die gespeicherten Nitrate reagieren im LNT weiterhin mit molekularem Wasserstoff, der unter fetten Abgasbedingungen durch unvollständige Verbrennung des Kraftstoffs und auch durch Reaktionen im LNT entsteht, wodurch während einer Regeneration auch Ammoniak erzeugt wird. Dieses Ammoniak kann man sich zunutze machen, indem es stromabwärts in einem Katalysator zur selektiven katalytischen Reduktion (SCR) gespeichert wird. Das gespeicherte Ammoniak wird in dem SCR verwendet, um unter mageren Abgasbedingungen Stickoxide zu Stickstoff zu reduzieren. Damit der SCR Katalysator eine hohe Speicherfähigkeit aufweisen kann, ist der vorteilhafterweise soweit stromabwärts installiert, dass sich dafür optimale Betriebstemperaturen ergeben. Der entsprechende Temperaturbereich ist eine Funktion der spezifischen SCR-Beschichtung und dem Fachmann bekannt.

[0005] Die Speicherkapazität eines LNT wird unter anderem durch die Temperatur des Abgases beschränkt. Moderne LNTs können Stickoxide in einem Temperaturbereich von 250 - 550°C mit unterschiedlicher Effizienz speichern. Weiterhin kann die Speicherkapazität durch die Raumgeschwindigkeit des Abgases eingeschränkt sein. Wenn die Brennkraftmaschine unter einer hohen Last betrieben wird, z. B. bei einem Beschleunigungsereignis, werden hohe Abgastemperaturen und -massenströme erreicht, die die technologischen Grenzen des LNT überschreiten können, so dass die Stickoxidspeichereffizienz des LNT aufgrund der Gastemperatur und Raumgeschwindigkeit stark reduziert ist. Unter diesen Bedingungen können Stickoxide nicht im LNT gespeichert werden. Es ist möglich, dem Entweichen von Stickoxiden unter hohen Lasten entgegenzuwirken, indem abhängig von der Motorlast, abhängig vom Füllgrad von Katalysatoren und abhängig von der Abgastemperatur zwischen verschiedenen Verbrennungsmodi hin- und hergeschaltet wird. Diese Modi beinhalten Zustände mit magerem Abgas und einen Zustand mit fettem, unterstöchiometrischem Abgas (s. Anmeldungen DE 10 2016 210 897.2 und DE 10 2016 210 899.9). Dabei wird besonders unter Bedingungen mit hoher Last und daraus resultierenden hohen Abgastemperaturen ein Fettbetrieb der Brennkraftmaschine ausgelöst. Der LNT wirkt unter diesen Bedingungen nicht mehr als Speicherkatalysator, sondern setzt die im Abgas befindlichen Stickoxide sofort mit Hilfe der ebenfalls im Abgas vorhandenen Reduktionsmittel (Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffe) zu Stickstoff um. Auf diese Weise werden unter den Bedingungen einer hohen Last vorteilhaft Stickoxide auf dem aus der Brennkraftmaschine austretenden Abgas entfernt. Zudem kann der Fettanteil im Abgas so eingestellt werden, dass an den katalytisch wirksamen Bestandteilen des LNT unter diesen Bedingungen durch die Reaktion von Wasserstoff mit Stickoxiden Ammoniak entsteht, sobald zuvor gespeicherter Sauerstoff aus dem LNT entfernt worden ist. Dieses Ammoniak kann in einer vorteilhaften Ausführung mit Hilfe eines zweiten LNTs stromabwärts zur weiteren Reduktion der Stickoxide genutzt werden.

[0006] Es besteht die Aufgabe, die Abgasnachbehandlung zu optimieren.

[0007] Diese Aufgabe wird mit einer Anordnung mit den Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Neben- und Unteransprüchen, den Figuren und den Ausführungsbeispielen.

[0008] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft eine Anordnung einer Brennkraftmaschine mit einem Abgastrakt, von dem mindestens eine Niederdruck-Abgasrückführungsleitung abzweigt, und in dem ein Ab-

gasnachbehandlungssystem angeordnet ist. Das Abgasnachbehandlungssystem umfasst mindestens einen ersten Stickoxidspeicherkatalysator (LNT), mindestens einen zweiten LNT, der stromabwärts vom ersten LNT angeordnet ist, mindestens einen Partikelfilter, der stromabwärts vom ersten LNT angeordnet ist, und mindestens eine erste Zuführeinrichtung zum Einleiten von Kraftstoff in den Abgastrakt, die stromabwärts des Abzweigs der Abgasrückführungsleitung und stromaufwärts des zweiten LNT angeordnet ist.

[0009] Die erfindungsgemäße Anordnung ist vorteilhaft, weil sie ein externes Kraftstoffeinspritzen stromaufwärts des zweiten LNT ermöglicht. Dadurch ist es ausreichend, das fettes Abgas für eine Regeneration oder einen unterstöchiometrischen Modus durch Nacheinspritzung nur für den ersten LNT zur Verfügung gestellt wird, während das Abgas für eine Regeneration oder einen unterstöchiometrischen Modus des zweiten LNT durch externes Einleiten von Kraftstoff in den Abgastrakt erfolgt. Daher ist für den ersten LNT eine reduzierte Menge (im Vergleich zum Betrieb ohne externe Kraftstoffeinspritzung) an zusätzlich eingespritztem Kraftstoff erforderlich. Dadurch wird vorteilhaft erreicht, dass weniger Kraftstoff in das Motoröl getragen wird, das dadurch weniger verdünnt wird, wodurch die Schmiereigenschaften des Öls weniger beeinträchtigt werden. Weiterhin fallen Beschränkungen bezüglich der Materialtemperaturgrenzen einer im Abgastrakt angeordneten Turbine eines Turboladers weniger ins Gewicht, wenn die Bedingungen für einen unterstöchiometrischen Modus durch Einleiten von Kraftstoff in den Abgastrakt erfolgt. Weiterhin wird für den unterstöchiometrischen Modus oder eine Regeneration des zweiten LNT weniger Kraftstoff benötigt als beim ersten LNT, da der zweite LNT einen geringeren Abgasmassenstrom als der erste LNT erfährt. Zudem kann der erste LNT während eines unterstöchiometrischen Modus oder einer Regeneration des zweiten LNT in magerem Abgas verbleiben. Weiterhin ist es nicht nötig, die im ersten LNT gespeicherte Sauerstoffmenge zu reduzieren, um fette Abgasbedingungen im zweiten LNT zu erreichen, was sich ebenfalls günstig auf den Kraftstoffverbrauch auswirkt. Zudem kann das Ammoniak, das im ersten LNT unter Bedingungen hoher Last und fetten Abgases entstehen kann, im zweiten LNT zur weiteren Reduktion der Stickoxide vorteilhaft genutzt werden.

[0010] Zum Erfassen der Betriebsbedingungen und zum Steuern der Betriebsmodi umfasst die erfindungsgemäße Anordnung vorteilhafterweise eine Steuerungseinrichtung.

[0011] Vorzugsweise weist die erfindungsgemäße Anordnung mindestens eine weitere, zweite, Zuführeinrichtung zum Einleiten von Kraftstoff in den Abgastrakt auf, die stromaufwärts des ersten LNT

angeordnet ist. Weist die Anordnung zusätzlich ein Hochdruck-Abgasrückführungssystem auf, kann während eines Betriebes der Anordnung unter Verwendung der Hochdruck-Abgasrückführung, die z. B. unter Kaltstartbedingungen oder bei geringer Last sinnvoll sein kann, eine Regeneration oder einen unterstöchiometrischen Modus mit Hilfe eines externen Einbringens eines Reduktionsmittels durchgeführt werden, also durch Einleiten von Kraftstoff in den Abgastrakt. Dadurch wird vorteilhaft vermieden, dass Kohlenwasserstoffe des Kraftstoffs zu einer Versottung des Hochdruck-Abgasrückführungssystems, besonders eines in einer Abgasrückführungsleitung des Hochdruck-Abgasrückführungssystems angeordneten Kühlers, führen können.

[0012] Der zweite Stickoxidspeicherkatalysator der erfindungsgemäßen Anordnung weist vorzugsweise eine katalytisch wirksame Beschichtung auf, die von der Beschichtung des ersten Stickoxidspeicherkatalysators verschieden ist. Auf diese Weise kann die katalytisch wirksame Beschichtung des zweiten LNT für einen Betrieb im unterstöchiometrischen Modus optimiert werden. Besonders bevorzugt ist es dabei, wenn die katalytisch wirksame Beschichtung des zweiten Stickoxidspeicherkatalysators relativ zur Beschichtung des ersten Stickoxidspeicherkatalysators für die Stickoxidumsetzung bei hohen Temperaturen optimiert ist.

[0013] Vorzugsweise ist die erste und/oder zweite Zuführeinrichtung zum Einleiten von Kraftstoff in den Abgastrakt ein Kraftstoffinjektor. Der Kraftstoffinjektor kann als sogenannter Vaporizer ausgebildet oder in einem solchen umfasst sein.

[0014] Stromabwärts von dem zweiten Stickoxidspeicherkatalysator ist vorzugsweise ein Katalysator zur selektiven katalytischen Reduktion (SCR-Katalysator) angeordnet. Wird während einer Regeneration oder einem unterstöchiometrischen Modus in den LNTs, besonders im zweiten LNT Ammoniak gebildet, kann dieses vom stromabwärts angeordneten SCR-Katalysator zur Reduktion von NO_x genutzt oder gespeichert werden.

[0015] Weiterhin weist der Partikelfilter vorzugsweise eine katalytische Beschichtung auf. Besonders bevorzugt die Beschichtung des Partikelfilters zur selektiven katalytischen Reduktion ausgebildet. Vorteilhafterweise kann damit Ammoniak, das im unterstöchiometrischen Modus im ersten LNT gebildet wird, in dem Partikelfilter gespeichert und zur Reduktion von Stickoxiden verwendet werden.

[0016] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeug mit einer erfindungsgemäßen Anordnung.

[0017] Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer erfindungsgemäßen Anordnung. Das Verfahren umfasst die Schritte:

- Betreiben der Brennkraftmaschine, so dass Abgas durch den Abgastrakt geleitet wird, mit niedriger oder mittlerer Last,
- Wechsel in einen Betriebszustand der Brennkraftmaschine mit hoher Last,
- Starten eines fetten Verbrennungsmodus der Brennkraftmaschine,
- Rückleiten von Abgas durch die Abgasrückführungsleitung des Niederdruck-Abgasrückführungssystems,
- Einleiten von Kraftstoff mittels der ersten Zuführeinrichtung zum Einleiten von Kraftstoff in den Abgastrakt stromaufwärts des zweiten Stickoxidspeicherkatalysators,
- Wechsel in einen Betriebszustand der Brennkraftmaschine mit niedriger Last und magerem Verbrennungsmodus.

[0018] Die Vorteile des Verfahrens entsprechen denen der erfindungsgemäßen Anordnung. Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders vorteilhaft, weil die Emission von Stickoxiden unter allen Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine gesteuert werden kann.

[0019] Das Starten eines fetten Verbrennungsmodus ist dem Fachmann geläufig und geschieht beispielsweise durch eine Nacheinspritzung in der Brennkraftmaschine.

[0020] Die Erfindung wird anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung.

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung.

Fig. 3 ein Flussdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0021] Eine erfindungsgemäße Anordnung **1** weist in einer Ausführungsform gemäß der Darstellung von **Fig. 1** eine Brennkraftmaschine **2** auf. Die Brennkraftmaschine **2** kann eine selbstzündende oder fremdgezündete Brennkraftmaschine sein. Die Brennkraftmaschine weist mindestens einen nicht gezeigten Zylinder auf, kann aber auch eine andere Anzahl an Zylindern aufweisen, z. B. zwei, drei, vier, oder mehr Zylinder.

[0022] Die Brennkraftmaschine **2** ist mit einem Ansaugtrakt **3** und mit einem Abgastrakt **4** verbunden.

Im Abgastrakt **4** ist eine Turbine **5** eines Turboladers angeordnet. Die Turbine **5** ist über eine Welle mit einem Kompressor **6** verbunden, der im Ansaugtrakt **3** angeordnet ist. Stromabwärts von dem Kompressor ist eine Kühleinrichtung **6a** im Ansaugtrakt **4** angeordnet. Alternativ kann aber auch kein Turbolader und damit auch keine Turbine und kein Kompressor vorhanden sein.

[0023] Stromabwärts der Turbine **5** ist ein erster Stickoxidspeicherkatalysator (LNT) **7** im Abgastrakt **4** angeordnet. Stromabwärts des ersten LNT **7** ist ein Partikelfilter **8** angeordnet. Ist die Brennkraftmaschine **2** eine selbstzündende Brennkraftmaschine, ist der Partikelfilter **8** ein Dieselpartikelfilter. Idealerweise weist der Partikelfilter **8** zumindest teilweise eine katalytisch wirksame Beschichtung auf. Besonders bevorzugt ist die katalytisch wirksame Beschichtung dabei zur selektiven katalytischen Reduktion ausgebildet. Dadurch kann Ammoniak, das während eines unterstöchiometrischen Modus im ersten LNT **7** produziert wird, im Partikelfilter **8** gespeichert werden, und für die Reduktion von Stickoxiden im Abgas verwendet werden.

[0024] Stromabwärts des Partikelfilters **8** zweigt eine Niederdruck-Abgasrückführungsleitung **9** eines Niederdruck-Abgasrückführungs-Systems (ND-AGR) vom Abgastrakt **4** ab. Diese Abgasrückführungsleitung **9** verbindet den Abgastrakt **4** fluid mit dem Ansaugtrakt **3**. In der Abgasrückführungsleitung **9** ist ein erstes Abgasrückführventil **9a** angeordnet, das ein Steuern des Abgasmassenstroms aus dem Abgastrakt **4** in den Ansaugtrakt **3** ermöglicht. Weiterhin ist ein erster Abgasrückführungskühler **9b** in der Abgasrückführungsleitung **9** angeordnet. Der Abgasrückführungskühler **9b** kann einen Bypass aufweisen.

[0025] Stromabwärts des Abzweigs der Abgasrückführungsleitung **9** ist ein zweiter LNT **10** angeordnet. Der zweite LNT **10** weist vorzugsweise eine andere katalytisch wirksame Beschichtung auf als der erste LNT **7**. Die katalytisch wirksame Beschichtung des ersten LNT **7** ist die eines herkömmlichen LNT. Das bedeutet, dass die Beschichtung für die Absorption und Konvertierung von Stickoxiden bei Kaltstart und mittleren Temperaturen optimiert ist, wobei für die Beschichtung entsprechend dem Stand der Technik Edelmetalle (typischerweise Pt, Pd oder Rd), sauerstoffspeichernde Materialien wie Cer sowie Bariumverbindungen verwendet werden. Die katalytisch wirksame Beschichtung des zweiten LNT **10** wird vorzugsweise anders optimiert. Da der erste LNT **7** die Aufgaben des Kaltstartemissionskontrolle übernimmt, kann der zweite LNT **10** auf eine dem Fachmann bekannte Weise für die NOx-Umsetzung bei hohen Temperaturen optimiert werden. Daraus ergibt sich auch die Möglichkeit, die Menge an sauerstoffspeichernden Komponenten zu reduzieren.

ren, was bedeutet, dass bei einer Regeneration weniger gespeicherter Sauerstoff zunächst reduziert werden muss, was wiederum bedeutet, dass auch weniger Kraftstoff verwendet werden muss. Optional kann der zweite LNT **10** auch mit einer Zonenbeschichtung ausgelegt werden, bei dem nur am Ende eine Zone mit einer Sauerstoff-Speicherkapazität aufgebracht wird, um einen Durchbruch von Reduktionsmitteln zu verhindern.

[0026] Stromaufwärts des zweiten LNT **10** ist eine erste Zuführeinrichtung für Kraftstoff **11** angeordnet. Die erste Zuführeinrichtung **11** ist ausgebildet, Kraftstoff stromaufwärts des zweiten LNT **10** in den Abgastrakt **4** einzubringen. Die Zuführeinrichtung **11** ist beispielsweise ein Kraftstoffinjektor bzw. ein Vaporizer.

[0027] Vom Abgastrakt **4** zweigt stromaufwärts der Turbine **5** eine Abgasrückführungsleitung **12** eines Hochdruck-Abgasrückführungssystems ab, die den Abgastrakt **4** fluid mit dem Ansaugtrakt **3** verbindet. In der Abgasrückführungsleitung **12** sind ein zweites Abgasrückführventil **12a** und ein zweiter Abgasrückführungskühler **12b** angeordnet. Der Abgasrückführungskühler **12b** kann einen Bypass aufweisen.

[0028] In einer weiteren Ausführungsform der Anordnung **1** gemäß der Darstellung von **Fig. 2** ist stromabwärts vom zweiten LNT **10** ein Katalysator zur selektiven katalytischen Reduktion (SCR-Katalysator) **13** angeordnet. Weiterhin weist die in **Fig. 2** dargestellte Ausführungsform eine zweite Zuführeinrichtung für Kraftstoff **14** auf, die stromaufwärts des ersten LNT **7** angeordnet ist. Die zweite Zuführeinrichtung **14** ist idealerweise so gestaltet wie die ersten Zuführeinrichtung **11**.

[0029] Weiterhin umfasst die Anordnung **1** nicht dargestellte Sensoren, z. B. Stickoxid-, Ammoniak-, Lambda- und/oder Temperatursensoren, die an beliebigen Stellen in der Anordnung **1** angeordnet sein können. Die Sensoren sind mit einer nicht gezeigten Steuereinrichtung verbunden. Weiterhin kann die Anordnung **1** beispielsweise auch mindestens eine Einrichtung zum Einleiten von Reduktionsmittel, besonders eine wässrige Harnstofflösung, in den Abgastrakt **4** umfassen. Weiterhin kann im stromabwärts befindlichen Endbereich des Abgastraktes **4** ein Drosselventil angeordnet sein. Mittels der Steuereinrichtung werden die Betriebsmodi, die Mengen an eingeleitetem Kraftstoff und wässriger Harnstofflösung sowie die Einstellungen von Ventilen und Kühleinrichtungen gesteuert. Die Steuereinrichtung ist weiterhin mit der Brennkraftmaschine **2** verbunden, um basierend auf einer Auswertung der gemessenen Werte Steuerbefehle betreffend einen fetten oder mageren Betrieb zu erteilen.

[0030] In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahren gemäß der Darstellung von **Fig. 3** wird in einem ersten Schritt S1 die Brennkraftmaschine **2** betrieben, so dass Abgas durch den Abgastrakt geleitet wird. Die Last ist dabei niedrig bis mittel. Die Brennkraftmaschine **2** wird dabei in einem mageren Verbrennungsmodus betrieben, so dass mageres Abgas produziert wird. Dabei entstehende Stickoxide werden dabei im ersten LNT **7** und zweiten LNT **10** gespeichert, und in kurzen Phasen mit fettem Abgas resorbiert und reduziert. Fettes Abgas wird beispielsweise durch Nacheinspritzen in die Brennkraftmaschine **2**, Rückführen von Abgas durch die Abgasrückführungsleitung **9** und/oder Einleiten von Kraftstoff durch die erste und/oder zweite Zuführeinrichtung **11**, **14** in den Abgastrakt **4** bereitgestellt.

[0031] In einem zweiten Schritt S2 wird in einen Betriebszustand der Brennkraftmaschine **2** mit hoher Last gewechselt. Dies geschieht z. B. im Rahmen einer Beschleunigungsanforderung, bei der das Gaspedal voll oder zu einem wesentlich größeren Betrag als bei gleichmäßiger Fahrweise durchgetreten ist. Dabei wird Abgas mit einer verglichen mit Normalbetrieb derart erhöhten Temperatur produziert, bei der der erste LNT **5** Stickoxide nicht mehr effektiv speichern kann. Beispielsweise können die Temperaturen bei einer hohen Last im Bereich des ersten LNT **7** schnell auf über 550°C steigen, die keine effiziente Speicherung erlauben.

[0032] In einem dritten Schritt S3 wird ein fetter Verbrennungsmodus der Brennkraftmaschine **2** gestartet. Dies geschieht vorzugsweise durch Nacheinspritzung von Kraftstoff in die Brennkraftmaschine. In einem vierten Schritt S4 wird Abgas durch die Abgasrückführungsleitung **9** geleitet. Die Menge des rückgeleiteten Abgases wird durch ein Einstellen des Abgasrückführungsventils **9a** reguliert.

[0033] Bei längeren Hochlastanforderungen werden auch im Bereich des zweiten LNT **10** entsprechende Temperaturen erreicht. Um in einem Betrieb unter hoher Last auch den zweiten LNT **10** mit fettem Abgas zu betreiben, wird in einem fünften Schritt S5 Kraftstoff mittels der ersten Zuführeinrichtung **11** in den Abgastrakt **4** eingeleitet. Dabei in dem zweiten LNT **10** entstehendes und aus ihm entweichendes Ammoniak wird idealerweise in dem SCR-Katalysator **13**, der in der Anordnung gemäß **Fig. 2** dargestellt ist, gespeichert und später zur Reduktion von Stickoxiden verwendet. In bestimmten Situationen, wenn z. B. die Abgastemperatur aus der Brennkraftmaschine höher wird als dem Material der Turbine **5** entspricht, kann statt einer Nacheinspritzung in die Brennkraftmaschine **2** auch Kraftstoff mit der zweiten Zuführeinrichtung **14** in den Abgastrakt geleitet werden.

[0034] Idealerweise wird der Fettbetrieb für die zeitliche Dauer der hohen Last aufrechterhalten. In ei-

nem sechsten Schritt S6 wird die Brennkraftmaschine **2** wieder mit einer niedrigen Last betrieben und ein magerer Verbrennungsmodus eingestellt. Der Fettbetrieb kann aber auch unterbrochen werden, wenn z. B. während des Fettbetriebs eine größere Menge an Ammoniak entsteht als gespeichert werden kann. In diesem Fall wird für einen bestimmten Zeitraum ein Magerbetrieb durchgeführt, in der das zuvor gespeicherte Ammoniak zur Reduktion der Stickoxide genutzt wird. Die beiden Betriebsarten können solange es hohe Temperaturen und Raumgeschwindigkeiten erfordern, im Wechsel genutzt werden.

Bezugszeichenliste

1	Anordnung
2	Brennkraftmaschine
3	Ansaugtrakt
4	Abgastrakt
5	Turbine
6	Kompressor
6a	Kühlereinrichtung im Ansaugtrakt
7	erster LNT
8	Partikelfilter
9	Niederdruck-Abgasrückführungsleitung
9a	erstes Abgasrückführungsventil
9b	erster Abgasrückführungskühler
10	zweiter LNT
11	erste Zuführeinrichtung für Kraftstoff
12	Hochdruck-Abgasrückführungsleitung
12a	zweites Abgasrückführungsventil
12b	zweites Abgasrückführungskühler
13	SCR-Katalysator
14	zweite Zuführeinrichtung für Kraftstoff

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102016210897 [0005]
- DE 102016210899 [0005]

Patentansprüche

1. Anordnung (1) einer Brennkraftmaschine (2) mit einem Abgastrakt (4), von dem mindestens eine Niederdruck-Abgasrückführungsleitung (9) abzweigt, und in dem ein Abgasnachbehandlungssystem angeordnet ist, wobei das Abgasnachbehandlungssystem umfasst:

- mindestens einen ersten Stickoxidspeicherkatalysator (7),
- mindestens einen zweiten Stickoxidspeicherkatalysator (10), der stromabwärts vom ersten Stickoxidspeicherkatalysator (7) angeordnet ist,
- mindestens einen Partikelfilter (8), der stromabwärts vom ersten Stickoxidspeicherkatalysator (7) angeordnet ist,
- mindestens eine erste Zuführeinrichtung (11) zum Einleiten von Kraftstoff in den Abgastrakt (4), die stromabwärts des Abzweigs der Abgasrückführungsleitung (9) und stromaufwärts des zweiten Stickoxidspeicherkatalysators (10) angeordnet ist.

2. Anordnung (1) nach Anspruch 1, die mindestens eine zweite Zuführeinrichtung (14) zum Einleiten von Kraftstoff in den Abgastrakt (4) aufweist, die stromaufwärts des ersten Stickoxidspeicherkatalysators (7) angeordnet ist.

3. Anordnung (1) nach Anspruch 1 oder 2, bei der der zweite Stickoxidspeicherkatalysator (10) eine katalytische wirksame Beschichtung aufweist, die von der Beschichtung des ersten Stickoxidspeicherkatalysators (7) verschieden ist.

4. Anordnung (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der die katalytisch wirksame Beschichtung des zweiten Stickoxidspeicherkatalysators (10) relativ zur Beschichtung des ersten Stickoxidspeicherkatalysators (7) für die Stickoxidumsetzung bei hohen Temperaturen optimiert ist.

5. Anordnung (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der die Zuführeinrichtungen (7, 10) zum Einleiten von Kraftstoff in den Abgastrakt (4) ein Kraftstoffinjektor oder ein Vaporizer ist.

6. Anordnung (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der stromabwärts vom zweiten Stickoxidspeicherkatalysator (10) ein Katalysator zur selektiven katalytischen Reduktion (13) angeordnet ist.

7. Anordnung (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der der Partikelfilter (8) eine katalytische Beschichtung aufweist.

8. Anordnung (1) nach Anspruch 6, bei der die Beschichtung des Partikelfilters (8) zur selektiven katalytischen Reduktion ausgebildet ist.

9. Kraftfahrzeug mit einer Anordnung nach einem der vorherigen Ansprüche.

10. Verfahren zum Betrieb einer Anordnung gemäß einem der Ansprüche 1-8, mit den Schritten:

- Betreiben der Brennkraftmaschine (2), so dass Abgas durch den Abgastrakt (4) geleitet wird, mit niedriger oder mittlerer Last,
- Wechsel in einen Betriebszustand der Brennkraftmaschine (2) mit hoher Last,
- Starten eines fetten Verbrennungsmodus der Brennkraftmaschine (2), ,
- Rückleiten von Abgas durch die Niederdruck-Abgasrückführungsleitung (9),
- Einleiten von Kraftstoff mittels der zweiten Zuführeinrichtung (11) zum Einleiten von Kraftstoff in den Abgastrakt (4) stromaufwärts des zweiten Stickoxidspeicherkatalysators (10),
- Wechsel in einen Betriebszustand der Brennkraftmaschine (2) mit niedriger Last und magerem Verbrennungsmodus.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

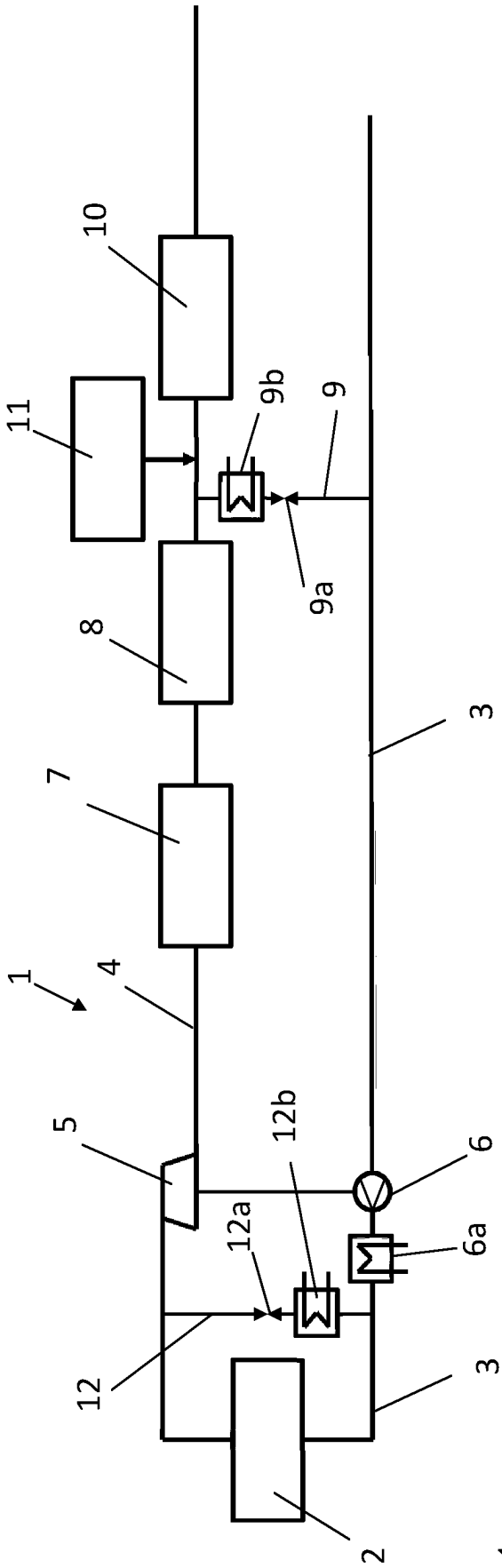


Fig. 1

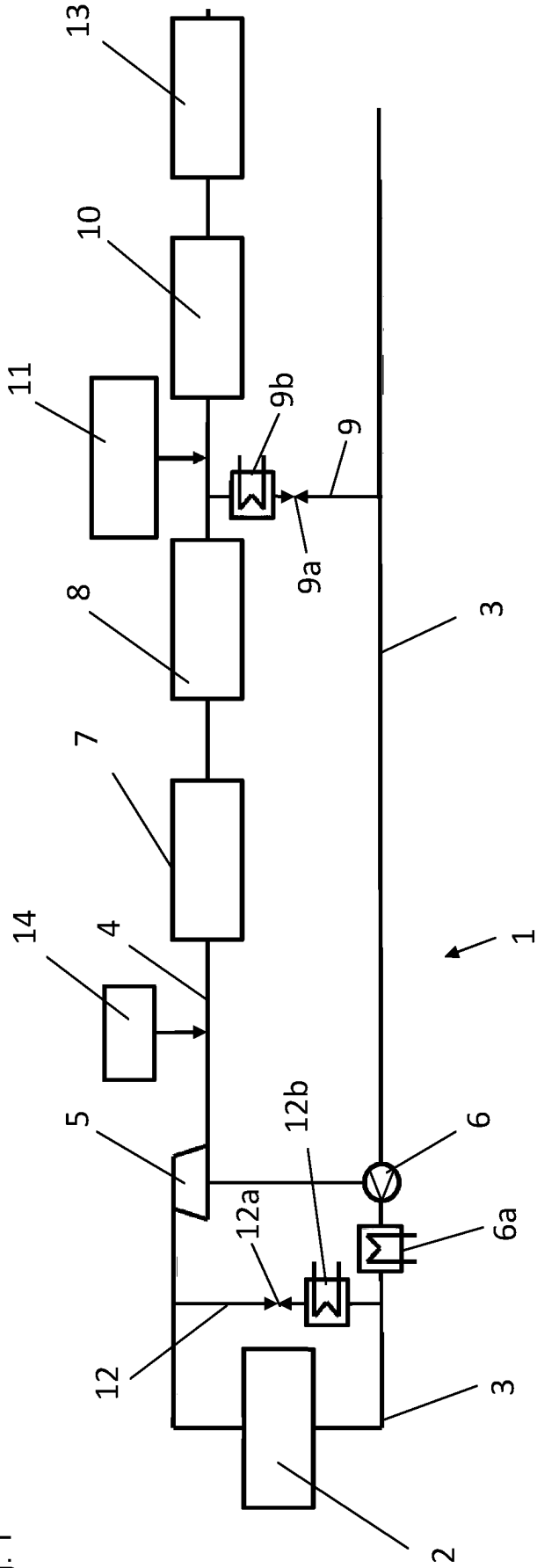


Fig. 2

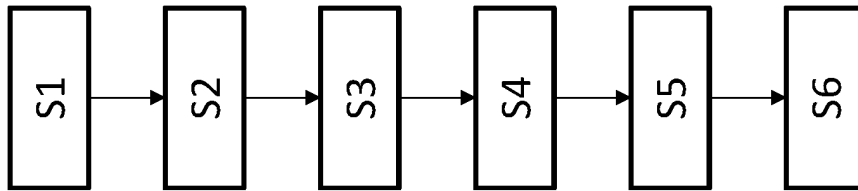


Fig. 3