



(10) **DE 10 2018 104 151 A1** 2019.08.29

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 104 151.9**
(22) Anmeldetag: **23.02.2018**
(43) Offenlegungstag: **29.08.2019**

(51) Int Cl.: **F01N 3/20 (2006.01)**
F01N 3/10 (2006.01)
F01N 3/08 (2006.01)
F01N 9/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
VOLKSWAGEN AG, 38440 Wolfsburg, DE

(74) Vertreter:
**Gulde & Partner Patent- und
Rechtsanwaltskanzlei mbB, 10179 Berlin, DE**

(72) Erfinder:
Brömer, Arne, 38531 Rötgesbüttel, DE;
Gottschling, Martina, Dr., 38518 Gifhorn, DE;
Herr, Andreas, Dr., 38442 Wolfsburg, DE; Resch,
Stefan, Dr., 38444 Wolfsburg, DE; Wendenburg,
Stefan, 38550 Isenbüttel, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2010 005 814	A1
DE	10 2014 214 588	A1
DE	10 2016 223 558	A1

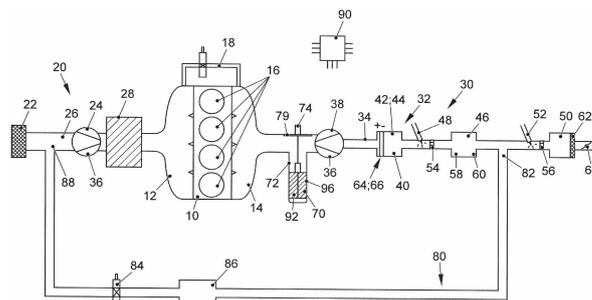
Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Abgasnachbehandlungssystem und Verfahren zur Abgasnachbehandlung eines Verbrennungsmotors**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Abgasnachbehandlungssystem (30) für einen Verbrennungsmotor (10). Das Abgasnachbehandlungssystem (30) umfasst eine Abgasanlage (32), in welcher in Strömungsrichtung eines Abgases des Verbrennungsmotors (10) durch die Abgasanlage (32) ein motornaher erster Katalysator (40), insbesondere ein Diesel-Oxidationskatalysator (44) oder ein NO_x-Speicherkatalysator (42), angeordnet ist. Stromabwärts des motornahen ersten Katalysators (40) ist ein erster SCR-Katalysator (46), vorzugsweise ein Partikelfilter (58) mit einer Beschichtung (60) zur selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden angeordnet. Stromabwärts des ersten SCR-Katalysators (46) ist mindestens ein weiterer SCR-Katalysator (50) in der Abgasanlage (32) angeordnet, wobei jedem der SCR-Katalysatoren (46, 50) ein Dosierelement (48, 52) zur Eindosierung einer wässrigen Harnstofflösung zugeordnet ist.

Stromabwärts eines Auslasses (14) des Verbrennungsmotors (10) und stromaufwärts des motornahen ersten Katalysators (40) an der Abgasanlage (32) ist ein schaltbarer Bypass (72) vorgesehen, in welchem ein Bypass-Katalysator (70) angeordnet ist. Der Bypass-Katalysator (70) wird in einem ersten Betriebszustand des Verbrennungsmotors (10), insbesondere in einer Kaltstartphase, von dem Abgasstrom des Verbrennungsmotors (10) durchströmt und ist in einem zweiten Betriebszustand von dem Abgasstrom des Verbrennungsmotors (10) entkoppelt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Abgasnachbehandlungssystem zur Abgasnachbehandlung eines Verbrennungsmotors sowie ein Verfahren zur Abgasnachbehandlung eines Verbrennungsmotors gemäß dem Oberbegriff der unabhängigen Patentansprüche.

[0002] Die aktuelle und eine zukünftig immer schärfer werdende Abgasgesetzgebung stellen hohe Anforderungen an die motorischen Rohemissionen und die Abgasnachbehandlung von Verbrennungsmotoren. Dabei stellen die Forderungen nach einem weiter sinkenden Verbrauch und die weitere Verschärfung der Abgasnormen hinsichtlich der zulässigen Stickoxid-Emissionen eine Herausforderung für die Motorenentwickler dar. Bei Dieselmotoren finden aktuell Abgasnachbehandlungssysteme Verwendung, welche einen Oxidationskatalysator, einen Katalysator zur selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden (SCR-Katalysator) sowie einen Partikelfilter zur Abscheidung von Rußpartikeln und gegebenenfalls weitere Katalysatoren, insbesondere einen NO_x-Speicher-katalysator, aufweisen. Als Reduktionsmittel für den SCR-Katalysator wird dabei bevorzugt Ammoniak verwendet. Weil der Umgang mit reinem Ammoniak aufwendig ist, wird bei Fahrzeugen üblicherweise eine synthetische, wässrige Harnstofflösung verwendet, die in einer dem SCR-Katalysator vorgeschalteten Mischeinrichtung mit dem heißen Abgasstrom vermischt wird. Durch diese Vermischung wird die wässrige Harnstofflösung erhitzt, wobei die wässrige Harnstofflösung Ammoniak im Abgaskanal freisetzt. Eine handelsübliche, wässrige Harnstofflösung setzt sich im Allgemeinen aus 32,5 % Harnstoff und 67,5 % Wasser zusammen.

[0003] Immer effizienter werdende Verbrennungsmotoren führen zu niedrigeren Abgastemperaturen. Gleichzeitig verlangt der Gesetzgeber bei zukünftigen Abgasnormen die Einhaltung der Abgasnormen unter realen Fahrbedingungen (Real Drive Emissions = RDE). Bei Dieselmotoren sind Abgasnachbehandlungssysteme bekannt, welche einen motornahen NO_x-Speicher-katalysator und einen stromabwärts des NO_x-Speicher-katalysators angeordneten SCR-Katalysator aufweisen. Dies hat den Vorteil, dass die Stickoxide bei niedrigen Abgastemperaturen, insbesondere nach einem Kaltstart des Verbrennungsmotors, in dem NO_x-Speicher-katalysator eingelagert werden können. Nachteilig ist jedoch, dass im späteren Normalbetrieb des Verbrennungsmotors durch den NO_x-Speicher-katalysator ein für die nachgeschaltete selektive, katalytische Reduktion von Stickoxiden ungünstiges Verhältnis von Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid entsteht, wodurch die Wirksamkeit des SCR-Katalysators herabgesetzt wird. Ferner muss der NO_x-Speicher-katalysator periodisch regeneriert werden, wobei der

Verbrennungsmotor zur Regeneration mit einem fetten Verbrennungsluftgemisch und einem damit verbundenen schlechteren Wirkungsgrad betrieben werden muss. Die aus dem Stand der Technik bekannten Abgasnachbehandlungssysteme haben den Nachteil, dass sie nicht unter allen Betriebsbedingungen eines Verbrennungsmotors eine optimale Konvertierung oder Zurückhaltung der Schadstoffe ermöglichen. Der NO_x-Speicher-katalysator benötigt eine Temperatur von mindestens 100°C, um Stickoxidemissionen effektiv einlagern und zwischenspeichern zu können.

[0004] Aus der DE 10 2016 223 558 A1 ist ein Abgasnachbehandlungssystem für einen Verbrennungsmotor bekannt, bei dem in der Abgasanlage stromabwärts einer Turbine eines Abgasturboladers ein Oxidationskatalysator oder ein NO_x-Speicher-katalysator angeordnet ist. Weiter stromabwärts ist ein erstes Dosierelement zur Eindosierung eines Reduktionsmittels zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden angeordnet, welchem ein erster SCR-Katalysator oder ein Partikelfilter mit einer Beschichtung zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden nachgeschaltet ist. Weiter stromabwärts ist in der Abgasanlage ein zweites Dosierelement zur Eindosierung eines Reduktionsmittels angeordnet, welchem ein zweiter SCR-Katalysator nachgeschaltet ist.

[0005] Aus der DE 10 2014 214 588 A1 ist ein Abgasnachbehandlungssystem mit einem schaltbaren Pre-Turbo-Katalysator bekannt, wobei der Katalysator über eine Ventileinheit in den Abgasstrom des Verbrennungsmotors eingekoppelt beziehungsweise von diesem entkoppelt werden kann. Der Pre-Turbo-Katalysator verfügt über einen Eingang und einen Ausgang, welche parallel zueinander angeordnet sind und einen Seitenarm des Abgaskanals des Verbrennungsmotors ausbilden.

[0006] Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, bei einem Verbrennungsmotor die Schadstoffemissionen im realen Fahrbetrieb weiter zu verringern und insbesondere in der Kaltstartphase oder im Hochlastbetrieb weiter zu reduzieren.

[0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Abgasnachbehandlungssystem für einen Verbrennungsmotor, welcher mit seinem Auslass mit einer Abgasanlage verbunden ist, gelöst, wobei in der Abgasanlage ein motornaher erster Katalysator, stromabwärts des motornahen ersten Katalysators ein erster SCR-Katalysator und stromabwärts des ersten SCR-Katalysators ein zweiter SCR-Katalysator angeordnet sind. Dabei ist jedem der SCR-Katalysatoren jeweils ein Dosierelement zur Eindosierung eines Reduktionsmittels, insbesondere wässriger Harnstofflösung, in die Abgasanlage zugeordnet. In der Abgasanlage ist stromabwärts eines Auslas-

ses des Verbrennungsmotors und stromaufwärts des ersten motornahen Katalysators ein Bypass ausgebildet, in welchem ein Bypass-Katalysator angeordnet ist. Dieser Bypass-Katalysator wird in einem ersten Betriebszustand des Verbrennungsmotors von einem Abgasstrom des Verbrennungsmotors durchströmt und ist in einem zweiten Betriebszustand von dem Abgasstrom des Verbrennungsmotors entkoppelt. Dabei wird unter einer motornahen Position eine Position in der Abgasanlage mit einem mittleren Abgaslaufweg von höchstens 80 cm, insbesondere von höchstens 50 cm, nach dem Auslass des Verbrennungsmotors verstanden. Eine motorferne Position findet sich insbesondere in einer Unterbodenlage eines Kraftfahrzeuges und weist einen mittleren Abgaslaufweg von mindestens 80 cm, vorzugsweise von mindestens 100 cm nach dem Auslass des Verbrennungsmotors auf. Durch zwei unterschiedliche SCR-Katalysatoren, welche in unterschiedlichen Abständen zu dem Auslass des Verbrennungsmotors angeordnet sind, herrschen an beiden SCR-Katalysatoren unterschiedliche Temperaturen vor. Somit ist es möglich, mindestens einen der SCR-Katalysatoren in einem Temperaturfenster zu betreiben, um eine effiziente Reduktion der Stickoxide zu ermöglichen. Durch die beiden SCR-Katalysatoren kann der Betriebsbereich des Verbrennungsmotors erweitert werden, in welchen zumindest einer der Katalysatoren in einem Temperaturbereich arbeitet, in welchem eine effiziente Umsetzung von Stickoxiden durch einen der SCR-Katalysatoren möglich ist. Oberhalb einer Grenztemperatur von ca. 450°C kommt es zu einer Oxidation von Ammoniak, sodass in diesem Temperaturbereich die Wirksamkeit der SCR-Katalysatoren stark abnimmt, da das Reduktionsmittel thermisch zersetzt wird. Daher wird bei hohen Abgastemperaturen die Eindosierung von Reduktionsmittel von dem Dosierelement am motornahen ersten SCR-Katalysator auf das Dosierelement am zweiten SCR-Katalysator umgeschaltet. Da SCR-Katalysatoren erst ab einer Temperatur von etwa 170°C eine effiziente Umsetzung von Stickoxiden ermöglichen, werden diese Stickoxide bei niedrigen Lasten und in der Kaltstartphase in dem motornahen ersten Katalysator zwischengespeichert. Um den Funktionsbereich zu noch niedrigeren Lasten zu erweitern und die Kaltstart-Emissionen weiter zu verringern, wird der motornahe Bypass-Katalysator zugeschaltet, da dieser aufgrund seiner Position noch früher eine Betriebstemperatur erreicht als der motornahe erste Katalysator.

[0008] Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Merkmale sind vorteilhafte Verbesserungen und Weiterentwicklungen des im unabhängigen Patentanspruch angegebenen Abgasnachbehandlungssystems möglich.

[0009] In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Bypass-Katalysator als Diesel-Oxidationskatalysator, NO_x-Speicherkatalysator

oder passiver NO_x-Adsorber ausgebildet ist. Der Bypass-Katalysator ist vorzugsweise als Startkatalysator vorgesehen, wenn die stromabwärts angeordneten Katalysatoren noch nicht ihre Betriebstemperatur und somit noch keine oder nur eine eingeschränkte Wirksamkeit aufweisen. Dabei kann der Katalysator die Funktion übernehmen, Schadstoffe, insbesondere Stickoxide, zwischen zu speichern, bis diese durch die nachgeschalteten Katalysatoren, insbesondere durch die SCR-Katalysatoren, in unschädliche Abgasbestandteile konvertiert werden können. Ferner kann der Bypass-Katalysator eine exotherme, oxidative Umsetzung von Schadstoffen ermöglichen, wodurch ein Aufheizen der stromabwärts angeordneten Katalysatoren begünstigt wird.

[0010] In einer bevorzugten Ausführungsform des Abgasnachbehandlungssystems ist vorgesehen, dass an dem Abgaskanal ein Schaltelement vorgesehen ist, mit welchem das Abgasnachbehandlungssystem zwischen dem ersten Betriebszustand und dem zweiten Betriebszustand umschaltbar ist. Durch ein Schaltelement ist ein einfaches Umschalten zwischen dem ersten Betriebszustand und dem zweiten Betriebszustand möglich, wobei ein vorzugsweise elektromechanischer Aktuator vorgesehen ist, mit welchem das Schaltelement von einer ersten Schaltstellung, in welcher der Abgasstrom des Verbrennungsmotors durch den Bypass geführt wird, in den zweiten Betriebszustand, in welchem der Bypass vom Abgasstrom entkoppelt ist, gebracht werden kann.

[0011] Besonders bevorzugt ist dabei, wenn das Schaltelement ein Klappenventil oder ein Schieberventil umfasst. Durch ein Klappenventil oder ein Schieberventil kann der Abgasstrom des Verbrennungsmotors besonders einfach derart umgeleitet werden, dass er in einer Ventilstellung durch den Bypass geleitet wird, und der Bypass in einer zweiten Ventilstellung verschlossen ist, sodass der Abgasstrom an dem Bypass vorbeigeleitet wird und der Bypass-Katalysator vom Abgasstrom entkoppelt ist.

[0012] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass in der Abgasanlage eine Turbine eines Abgasturboladers angeordnet ist, wobei der Bypass-Katalysator in Abgasstromrichtung stromaufwärts der Turbine angeordnet ist. Da die Abgastemperatur des Verbrennungsmotors stromaufwärts der Turbine in der Regel deutlich höher als stromabwärts der Turbine ist, ist eine Anordnung des Bypass stromaufwärts der Turbine besonders vorteilhaft, um ein schnelles Aufheizen des Bypass-Katalysators zu erreichen.

[0013] Alternativ ist mit Vorteil vorgesehen, dass der Bypass-Katalysator im Bypass stromabwärts der Turbine und stromaufwärts des motornahen ersten Katalysators angeordnet ist. Durch eine Anordnung

stromabwärts der Turbine kann die thermische Belastung des Bypass-Katalysators weiter reduziert werden. Dabei kann das zusätzliche Katalysatorvolumen des Bypass-Katalysators genutzt werden, um das Volumen des motornahen ersten Katalysators zu reduzieren und somit dazu beizutragen, dass sich dieser motornahe erste Katalysator nach einem Kaltstart oder einem Motorstopp schneller auf seine Betriebstemperatur aufheizt.

[0014] In einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass in der Abgasanlage eine Turbine eines Abgasturboladers angeordnet ist, wobei der Bypass-Katalysator in einem Waste-Gate-Kanal des Abgasturboladers oder einem mit dem Waste-Gate-Kanal verbundenen Bypass angeordnet ist. Dies ermöglicht eine Turbolader-Baugruppe, in welcher ein schaltbarer Katalysator integriert ist, und reduziert somit die Anzahl der Bauteile, welche bei der Montage des Abgasnachbehandlungssystems zusammengesetzt werden müssen.

[0015] In einer weiteren Verbesserung der Erfindung ist vorgesehen, dass in der Abgasanlage zumindest ein elektrisches Heizelement zum elektrischen Beheizen mindestens eines der Katalysatoren angeordnet ist. Durch ein elektrisches Heizelement kann die Zeit bis zu einer Betriebstemperatur, ab welcher eine effiziente Konvertierung von Schadstoffen durch den jeweiligen Katalysator erfolgen kann, verkürzt werden. Dabei ist insbesondere an dem motornahen NO_x-Speicher-Katalysator ein elektrisches Heizelement, vorzugsweise in Form einer Heizscheibe, vorgesehen, um möglichst zeitnah nach einem Kaltstart eine Einlagerung von Stickoxiden zu ermöglichen und somit die Stickoxid-Emissionen in der Kaltstartphase signifikant zu reduzieren.

[0016] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform des Abgasnachbehandlungssystems ist vorgesehen, dass der Bypass-Katalysator einen Washcoat oder eine Beschichtung aufweist, welche(r) eine hohe Niedertemperaturaktivität hat. Da der Bypass-Katalysator primär als Startkatalysator oder in Betriebsphasen mit niedriger Last genutzt wird, kann der Washcoat oder die Beschichtung speziell auf einen Niedertemperaturbereich optimiert werden. Da der Bypass-Katalysator bei höherer Abgastemperatur und/oder höherer Motorlast von dem Abgasstrom entkoppelt werden kann und in diesen Phasen nicht von Abgas durchströmt wird, besteht nicht die Gefahr, dass diese Betriebssituationen zu einer thermischen Schädigung des Bypass-Katalysators führen.

[0017] Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Abgasnachbehandlung eines Verbrennungsmotors mit einem erfindungsgemäßen Abgasnachbehandlungssystem vorgeschlagen, wobei ein Abgasstrom des Verbrennungsmotors in einer ersten Betriebssituation des Verbrennungsmotors durch den Bypass ge-

leitet wird und der Bypass in einer zweiten Betriebssituation des Verbrennungsmotors aus dem Abgasstrom des Verbrennungsmotors entkoppelt wird. Dadurch ist es möglich, den Bypass-Katalysator gezielt zuzuschalten, wenn beispielsweise die weiteren Katalysatoren noch nicht oder alleine nicht hinreichend für eine Abgasreinigung sorgen können.

[0018] In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, dass der Abgasstrom unterhalb einer ersten Schwellentemperatur durch den Bypass geleitet wird und der Bypass oberhalb dieser Schwellentemperatur aus dem Abgasstrom des Verbrennungsmotors entkoppelt wird. Bevorzugt ist die Verwendung des Bypass-Katalysators als Startkatalysator, da dieser durch die motornahe Position, insbesondere durch eine Position stromaufwärts der Turbine des Abgasturboladers besonders schnell nach einem Kaltstart des Verbrennungsmotors seine Betriebstemperatur erreicht. Ferner kann durch die Entkopplung verhindert werden, dass es oberhalb einer Schwellentemperatur zu einer thermischen Schädigung oder einer vorzeitigen Alterung des Bypass-Katalysators kommt.

[0019] Die verschiedenen in dieser Anmeldung genannten Ausführungsformen der Erfindung sind, sofern im Einzelfall nicht anders ausgeführt, mit Vorteil miteinander kombinierbar.

[0020] Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen erläutert. Gleiche Bauteile oder Bauteile mit gleicher Funktion sind dabei in den Zeichnungen mit gleichen Bezugsziffern gekennzeichnet. Es zeigen:

Fig. 1 einen Verbrennungsmotor mit einem Ansaugtrakt und einem erfindungsgemäßen Abgasnachbehandlungssystem;

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Abgasnachbehandlungssystem; und

Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Abgasnachbehandlungssystem.

[0021] **Fig. 1** zeigt einen Verbrennungsmotor **10** mit einem Luftversorgungssystem **20** und einer Abgasanlage **32**. Der Verbrennungsmotor **10** weist eine Mehrzahl von Brennräumen **16** auf, in denen ein Kraftstoff-Luft-Gemisch verbrannt wird. Der Verbrennungsmotor **10** weist einen Einlass **12** auf, welcher mit dem Luftversorgungssystem **20** verbunden ist. Das Luftversorgungssystem **20** umfasst einen Absaugkanal **26**, in welchem ein Luftfilter **22** angeordnet ist. Stromabwärts des Luftfilters **22** ist ein Verdichter **24** eines Abgasturboladers **36** vorgesehen, um die angesaugte Frischluft zu verdichten und komprimiert den Brennräumen **16** des Verbrennungsmotors **10** zuzuführen. Stromabwärts des Verdichters **24**

ist ein Ladeluftkühler **28** vorgesehen, um die verdichtete Frischluft abzukühlen und somit die Füllung der Brennräumen **16** weiter zu verbessern.

[0022] Der Verbrennungsmotor **10** weist ferner einen Auslass **14** auf, welcher mit der Abgasanlage **32** verbunden ist. An dem Verbrennungsmotor **10** ist eine Hochdruckabgasrückführung **18** vorgesehen, welche den Auslass **14** mit dem Einlass **12** verbindet. In der Hochdruckabgasrückführung **18** ist ein Abgasrückführungsventil angeordnet, mit welchem die Menge an zurückgeführtem Abgas steuerbar ist. In der Abgasanlage **32** ist eine Turbine **38** eines Abgasturboladers **36** angeordnet. In Strömungsrichtung des Abgases durch die Abgasanlage **32** ist stromabwärts der Turbine **38** ein motornaher erster Katalysator **40** angeordnet, welcher in diesem Ausführungsbeispiel als NO_x-Speicherkatalysator **42** ausgeführt ist. Dabei kann dem motornahen ersten Katalysator **40** ein Heizelement **64**, insbesondere eine Heizscheibe **66** zugeordnet sein, mit welchem der motornaher erste Katalysator **40** beheizbar ist. Stromabwärts des motornahen ersten Katalysators **40** ist in dem Abgaskanal **34** der Abgasanlage **32** ein erster SCR-Katalysator **46** angeordnet, welcher vorzugsweise als Partikelfilter **58** mit einer Beschichtung zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden ausgeführt ist. Stromabwärts des motornahen ersten Katalysators **40** und stromaufwärts des ersten SCR-Katalysators **46** ist an dem Abgaskanal **34** ein erstes Dosierelement **48** zum Eindosieren eines Reduktionsmittels, insbesondere von wässriger Harnstofflösung, vorgesehen. Zusätzlich kann im Abgaskanal stromabwärts des ersten Dosierelements **48** und stromaufwärts des ersten SCR-Katalysators **46** ein erstes Mischelement **54** vorgesehen sein, um das Reduktionsmittel mit dem Abgasstrom des Verbrennungsmotors **10** zu vermischen und somit das Reduktionsmittel vor Eintritt in den ersten SCR-Katalysator **46** gleichmäßig über den Strömungsquerschnitt des Abgaskanals **34** zu verteilen. Stromabwärts des ersten SCR-Katalysators **46** ist eine Verzweigung **82** ausgebildet, an welcher eine Niederdruck-Abgasrückführung **80** aus dem Abgaskanal **34** abzweigt. Stromabwärts der Verzweigung ist ein zweites Dosierelement **52** vorgesehen, mit welchem alternativ oder zusätzlich zum ersten Dosierelement **48** Reduktionsmittel in den Abgaskanal **34** eindosiert werden kann. Stromabwärts des zweiten Dosierelements **52** ist ein zweiter SCR-Katalysator **50** angeordnet, welchem ein zweites Mischelement **56** vorgeschaltet sein kann. Der zweite SCR-Katalysator **50** umfasst vorzugsweise einen Ammoniak-Sperrkatalysator **62**, um die Emissionen von nicht umgesetztem Reduktionsmittel gering zu halten. Stromabwärts des zweiten SCR-Katalysators **50** ist eine Abgasklappe **68** vorgesehen, mit welcher die der Niederdruck-Abgasrückführung **80** zugeführte Abgasmenge gesteuert werden kann.

[0023] Die Niederdruck-Abgasrückführung **80** umfasst einen Abgasrückführungskanal, in welchem ein Abgasrückführungskühler **86** und ein Niederdruck-Abgasrückführungs-Ventil **84** angeordnet sind. Der Abgasrückführungskanal der Niederdruck-Abgasrückführung mündet stromabwärts des Luftfilters **22** und stromaufwärts des Verdichters **24** in den Ansaugkanal **26**.

[0024] Stromabwärts des Auslasses **14** des Verbrennungsmotors **10** und stromaufwärts der Turbine **38** des Abgasturboladers **36** ist ein sogenannter Pre-Turbo-Katalysator **96** als schaltbarer Bypass-Katalysator **70** in einem Bypass **72** des Abgaskanals **34** angeordnet. An dem Bypass **72** ist ein Schaltelement **74**, insbesondere ein Schieberventil **79**, vorgesehen, mit welchem der Abgasstrom des Verbrennungsmotors **10** wahlweise durch den Bypass **72** geleitet werden kann oder der Bypass **72** von dem Abgaskanal **34** getrennt werden kann. Entsprechend der Schaltstellung des Schaltelements **74** wird der Bypass-Katalysator **70** in einer ersten Schaltstellung von dem Abgasstrom des Verbrennungsmotors **10** durchströmt, während der Bypass-Katalysator **70** in einer zweiten Schaltstellung des Schaltelements **74** von dem Abgaskanal **34** entkoppelt ist und nicht mit Abgas durchströmt wird. Der Bypass-Katalysator ist vorzugsweise als NO_x-Speicherkatalysator **92** oder als passiver NO_x-Adsorber **94** ausgebildet, um insbesondere in einer Kaltstartphase die NO_x-Emissionen des Verbrennungsmotors **10** zu verringern.

[0025] Die Position eines Katalysators stromaufwärts der Turbine **38** des Abgasturboladers **36** kann in bestimmten Betriebspunkten des Verbrennungsmotors **10** zu einer höheren thermischen Belastung des Katalysators und somit zu einer Schädigung oder einer frühzeitigen Alterung des Katalysators, insbesondere einer katalytisch wirksamen Beschichtung, führen. Durch das Schaltelement **74** kann der Bypass-Katalysator **70** in solchen Betriebssituationen aus dem Abgasstrom des Verbrennungsmotors **10** entkoppelt werden, um die Gefahr einer thermischen Beschädigung oder einer vorzeitigen Alterung des Bypass-Katalysators **70** zu minimieren. Ein weiterer Vorteil eines schaltbaren Bypass-Katalysators **70** liegt darin begründet, dass eine Verschwefelung des Bypass-Katalysators **70** durch das Entkoppeln aus dem Abgasstrom reduziert wird, und somit eine geringere Häufigkeit zur Entschwefelung dieses Katalysators **70** besteht. Da eine solche Entschwefelung mit einer erhöhten thermischen Belastung verbunden ist, wird durch die Entkoppelung das Alterungsverhalten des Bypass-Katalysators **70** weiter verbessert. Ein weiterer erfindungsgemäßer Vorteil ist die Verwendung von Beschichtungen mit hoher Tieftemperaturaktivität für den Bypass-Katalysator **70**, vorzugsweise einer Beschichtung mit NO_x-adsorbierender Wirkung, welche bei höherer thermischer Belastung die adsorbierte Abgaskomponente wieder des-

orbieren. Dieser Vorgang kann durch das Schaltelement **74** gezielt gesteuert werden.

[0026] Das Zusammenspiel des Pre-Turbo-Katalysators **96** für eine Steigerung der Tieftemperaturaktivität, insbesondere nach einem Kaltstart des Verbrennungsmotors **10**, mit den Abgasnachbehandlungskomponenten **40**, **46**, **50** stromabwärts der Turbine **38** des Abgasturboladers **36** führt zu einer Aufweitung des Temperaturfensters, in welchem eine effiziente Konvertierung von Abgaskomponenten möglich ist. Somit können die Emissionen im realen Fahrbetrieb durch ein erfindungsgemäßes Abgasnachbehandlungssystem **30** reduziert werden.

[0027] In **Fig. 2** ist eine weitere Darstellung des erfindungsgemäßen Abgasnachbehandlungssystems **30** dargestellt. Bei im Wesentlichen gleichem Aufbau wie zu **Fig. 1** ausgeführt, wird im Folgenden nur auf die Unterschiede eingegangen. In der Abgasanlage **32** ist ein elektrisches Heizelement **64** vorgesehen, um zumindest einen Katalysator **40**, **46**, **50** unabhängig vom Abgasstrom des Verbrennungsmotors **10** beheizen zu können. Dabei ist das Heizelement **64** in diesem Ausführungsbeispiel als Heizescheibe **66** ausgebildet, welche eingangsseitig an dem ersten motornahen Katalysator **40** angeordnet ist. Alternativ oder zusätzlich ist auch ein Heizelement **64** an einem der SCR-Katalysatoren **46**, **50** möglich. Der motornaher erste Katalysator **40** ist dabei vorzugsweise als NO_x-Speicherkatalysator **42** oder als Oxidationskatalysator **44** ausgeführt. Stromabwärts des ersten Dosierventils **48** und stromaufwärts des motornahen ersten SCR-Katalysators **46** ist in der Abgasanlage **32** ein erster Abgasmischer **54** angeordnet. Stromabwärts des zweiten Dosierventils **52** und stromaufwärts des zweiten SCR-Katalysators **50** ist in der Abgasanlage **32** ein zweiter Abgasmischer **56** angeordnet. Dem zweiten SCR-Katalysator **50** ist ein Ammoniak-Sperrkatalysator **62** nachgeschaltet, um zu verhindern, dass in dem zweiten SCR-Katalysator **50** nicht umgesetztes Ammoniak als Schadstoffemission in die Umwelt gelangt.

[0028] In **Fig. 3** ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Abgasnachbehandlungssystems **30** für einen Verbrennungsmotor **10** dargestellt. Bei im Wesentlichen wie zu **Fig. 2** ausgeführten Aufbau ist in diesem Ausführungsbeispiel der Bypass **72** stromabwärts der Turbine **38** des Abgasturboladers **36** und stromaufwärts des motornahen ersten Katalysators **40** ausgebildet. Der Bypass **72** ist wiederum durch ein Schaltelement **74** schaltbar, sodass in einem ersten Betriebszustand des Verbrennungsmotors **10** Abgas durch den im Bypass **72** angeordneten Bypass-Katalysator **70** geleitet wird und dieser Bypass-Katalysator **70** in einem zweiten Betriebszustand aus dem Abgasstrom des Verbrennungsmotors **10** entkoppelt ist.

Bezugszeichenliste

10	Verbrennungsmotor
12	Einlass
14	Auslass
16	Brennraum
18	Hochdruck-Abgasrückführung
20	Luftversorgungssystem
22	Luftfilter
24	Verdichter
26	Ansaugleitung
28	Ladeluftkühler
30	Abgasnachbehandlungssystem
32	Abgasanlage
34	Abgaskanal
36	Abgasturbolader
38	Turbine
40	motornaher erster Katalysator
42	NO _x -Speicherkatalysator
44	Oxidationskatalysator
46	erster SCR-Katalysator
48	erstes Dosierelement
50	zweiter SCR-Katalysator
52	zweites Dosierelement
54	erster Abgasmischer
56	zweiter Abgasmischer
58	Partikelfilter
60	Beschichtung zur selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden
62	Ammoniak-Sperrkatalysator
64	Heizelement
66	Heizescheibe
68	Abgasklappe
70	schaltbarer Katalysator
72	Bypass
74	Schaltelement
76	Sonde
78	Klappenventil
79	Schieberventil
80	Niederdruck-Abgasrückführung
82	Verzweigung

- 84** Niederdruck-Abgasrückführungs-Ventil
- 86** Abgasrückführungskühler
- 88** Einmündung
- 90** Steuergerät
- 91** Oxidationskatalysator
- 92** NO_x-Speicherkatalysator
- 94** passiver NO_x-Adsorber
- 96** Pre-Turbo-Katalysator

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 102016223558 A1 [0004]
- DE 102014214588 A1 [0005]

Patentansprüche

1. Abgasnachbehandlungssystem (30) für einen Verbrennungsmotor (10), welcher mit seinem Auslass mit einer Abgasanlage (32) verbunden ist, wobei in der Abgasanlage (32) ein motornaher erster Katalysator (40), stromabwärts des motornahen ersten Katalysators (40) ein erster SCR-Katalysator (46) und stromabwärts des ersten SCR-Katalysators (46) ein zweiter SCR-Katalysator (50) angeordnet sind, und wobei jedem der SCR-Katalysatoren (46, 50) jeweils ein Dosierelement (48, 52) zur Eindosierung eines Reduktionsmittels in die Abgasanlage (34) zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Abgasanlage (32) stromabwärts des Auslasses (14) des Verbrennungsmotors (10) und stromaufwärts des motornahen ersten Katalysators (40) ein Bypass (72) ausgebildet ist, in welchem ein Bypass-Katalysator (70) angeordnet ist, wobei der Bypass-Katalysator (70) in einem ersten Betriebszustand des Verbrennungsmotors (10) von einem Abgasstrom des Verbrennungsmotors (10) durchströmt wird und in einem zweiten Betriebszustand von dem Abgasstrom des Verbrennungsmotors (10) entkoppelt ist.

2. Abgasnachbehandlungssystem (30) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bypass-Katalysator (70) als Oxidationskatalysator (91), NO_x-Speicherkatalysator (92) oder als passiver NO_x-Adsorber (94) ausgebildet ist.

3. Abgasnachbehandlungssystem (30) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass an dem Abgaskanal (24) ein Schaltelement (74) vorgesehen ist, mit welchem das Abgasnachbehandlungssystem (30) zwischen dem ersten Betriebszustand und dem zweiten Betriebszustand umschaltbar ist.

4. Abgasnachbehandlungssystem (30) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schaltelement (74) ein Klappenventil (78) oder ein Schieberventil (79) umfasst.

5. Abgasnachbehandlungssystem (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Abgasanlage (32) eine Turbine (38) eines Abgasturboladers (36) angeordnet ist, wobei der Bypass-Katalysator (70) in Abgasstromrichtung stromaufwärts der Turbine (38) angeordnet ist.

6. Abgasnachbehandlungssystem (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Abgasanlage (32) eine Turbine (38) eines Abgasturboladers (36) angeordnet ist, wobei der Bypass-Katalysator (70) in einem Waste-Gate-Kanal des Abgasturboladers (36) oder einem mit dem Waste-Gate-Kanal verbundenen Bypass (72) angeordnet ist.

7. Abgasnachbehandlungssystem (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Abgasanlage (32) zumindest ein elektrisches Heizelement zum elektrischen Beheizen mindestens eines der Katalysatoren (40, 46, 50, 70) angeordnet ist.

8. Abgasnachbehandlungssystem (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bypass-Katalysator (70) einen Washcoat oder eine Beschichtung aufweist, welche eine hohe Niedertemperaturaktivität hat.

9. Verfahren zur Abgasnachbehandlung eines Verbrennungsmotors (10) mit einem Abgasnachbehandlungssystem (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Abgasstrom des Verbrennungsmotors (10) in einer ersten Betriebsituation des Verbrennungsmotors (10) durch den Bypass (72) und somit durch den Bypass-Katalysator (70) geleitet wird und der Bypass (72) in einer zweiten Betriebsituation aus dem Abgasstrom des Verbrennungsmotors (10) entkoppelt ist.

10. Verfahren zur Abgasnachbehandlung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abgasstrom unterhalb einer ersten Schwellentemperatur (T_s) durch den Bypass (72) geleitet wird und der Bypass (72) oberhalb dieser Schwellentemperatur (T_s) aus dem Abgasstrom des Verbrennungsmotors (10) entkoppelt wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

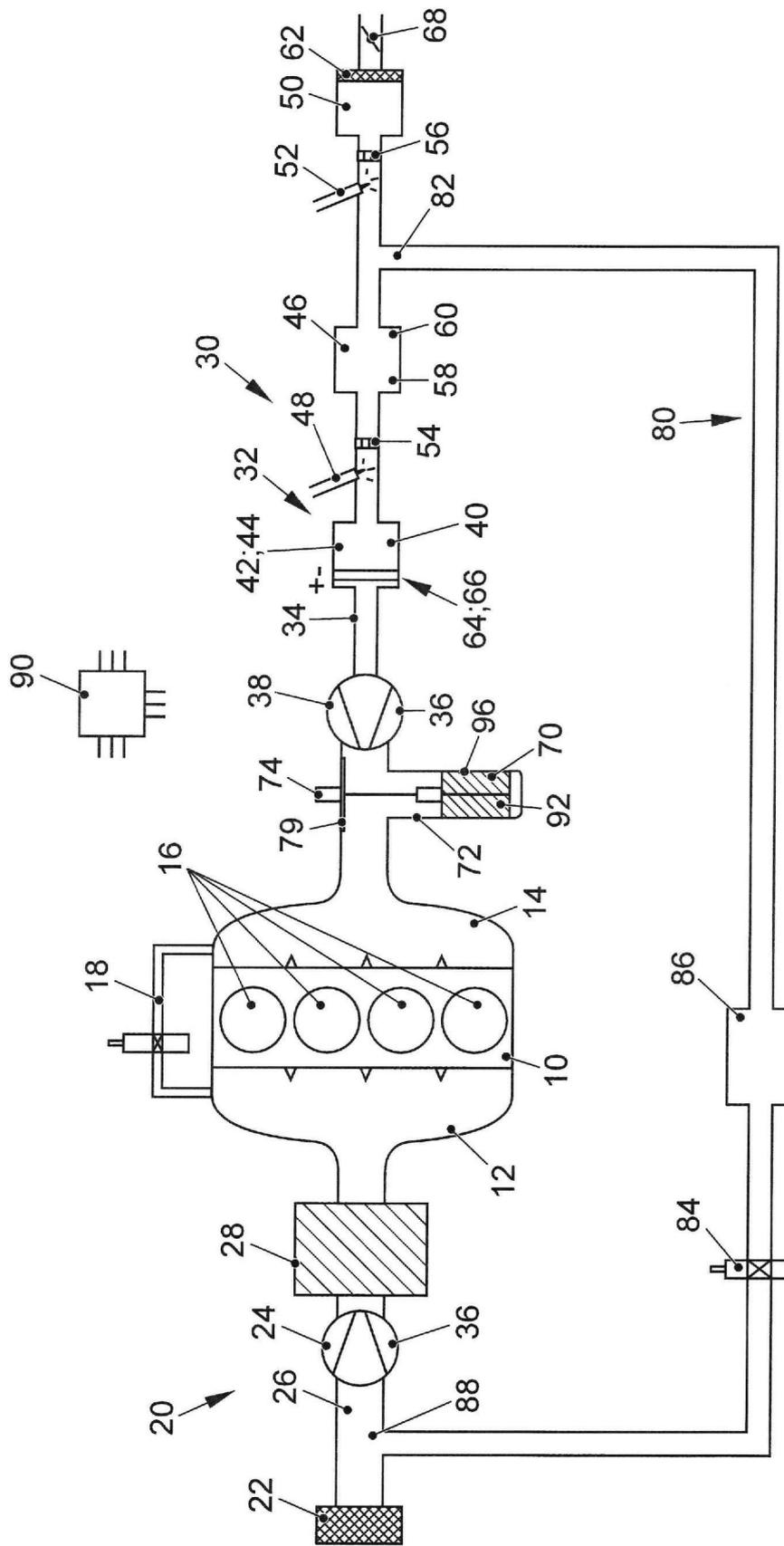


FIG. 1

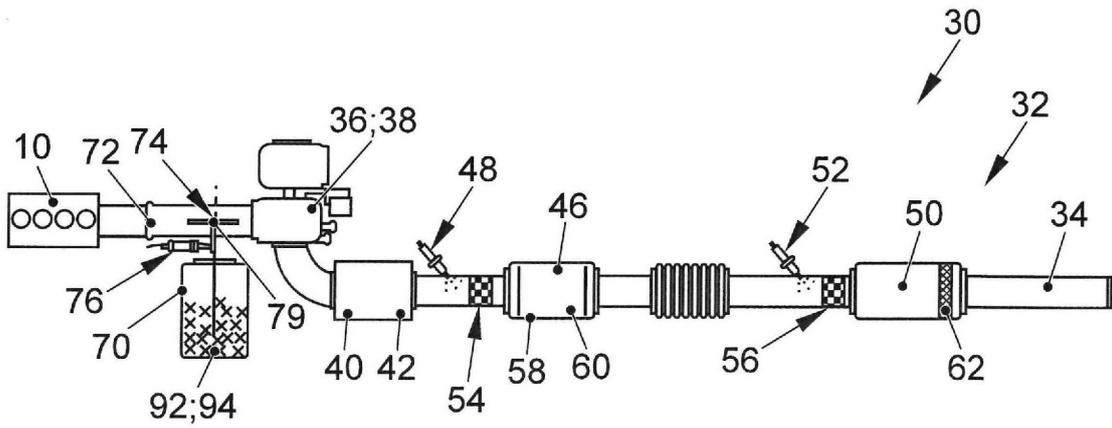


FIG. 2

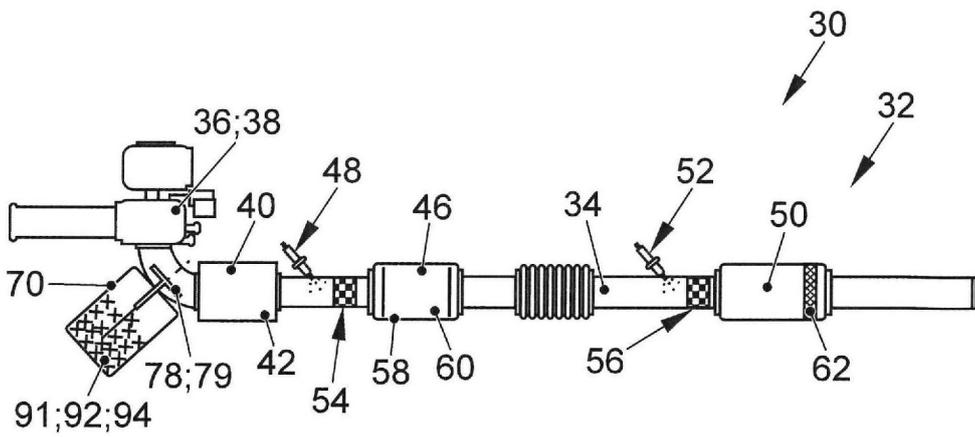


FIG. 3