



(10) **DE 10 2018 220 715 A1** 2020.06.04

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 220 715.1**
(22) Anmeldetag: **30.11.2018**
(43) Offenlegungstag: **04.06.2020**

(51) Int Cl.: **F01N 3/10 (2006.01)**
F01N 3/025 (2006.01)
F01N 3/38 (2006.01)
F01N 9/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
**VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT, 38440
Wolfsburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2007 027 677	A1
US	2009 / 0 031 702	A1
US	2014 / 0 255 281	A1

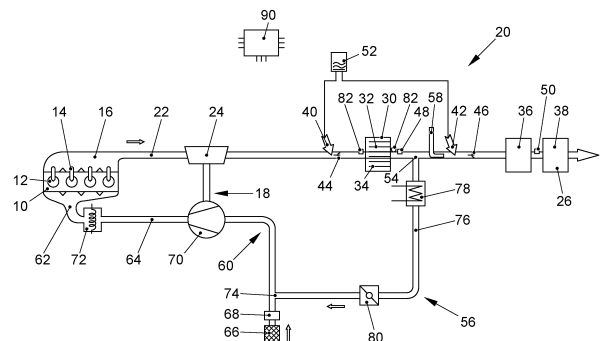
(72) Erfinder:
Kellner, Stephan, Dr., 38440 Wolfsburg, DE;
Bunkus, Johannes, 38442 Wolfsburg, DE

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

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

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Abgasnachbehandlungssystem für einen Verbrennungsmotor (10). Das Abgasnachbehandlungssystem umfassend eine Abgasanlage (20) mit einem Abgaskanal (22), in welchem mindestens zwei Abgasnachbehandlungskomponenten (30, 34, 36) zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden angeordnet sind. Es ist vorgesehen, dass stromabwärts der ersten Abgasnachbehandlungskomponente (30, 34, 36) und stromaufwärts der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente (30, 34, 36) ein Brenner (58) angeordnet ist, mit welchem das Abgas vor dem Eintritt in die zweite Abgasnachbehandlungskomponente (30, 34, 36) beheizbar ist. Dabei ist stromabwärts der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente (30, 34, 36) zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden ein Oxidationskatalysator (26) zur Konvertierung unverbrannter Kohlenwasserstoffe angeordnet. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Abgasnachbehandlung eines Verbrennungsmotors (10) mit einem solchen Abgasnachbehandlungssystem, wobei das Abgas des Verbrennungsmotors (10) mit dem Brenner (58) beheizt wird, um die in Strömungsrichtung des Abgases durch die Abgasanlage (20) zweite Abgasnachbehandlungskomponente (30, 34, 36) zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden auf ihre Betriebstemperatur aufzuheizen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Abgasnachbehandlungssystem für einen Verbrennungsmotor, insbesondere für einen Dieselmotor, sowie ein Verfahren zur Abgasnachbehandlung eines solchen 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 Ottomotoren erfolgt die Abgasreinigung in bekannter Weise über einen Drei-Wege-Katalysator, sowie dem Drei-Wege-Katalysator vor- und nachgeschaltete weitere Katalysatoren. 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 aufweisen. Als Reduktionsmittel 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] Die zukünftige Abgasgesetzgebung erfordert es, bei Dieselmotoren mehrstufige Komponenten zur Nachbehandlung der Stickoxid-Emissionen einzusetzen. Die mehrstufige Abgasnachbehandlung ist notwendig, um in allen Temperaturbereichen eine hinreichende Konvertierung der Schadstoffe zu erzielen. So kann ein Abgasnachbehandlungssystem beispielsweise einen NO_x-Speicherkatalysator, einen Partikelfilter mit einer Beschichtung zur selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden und einen weiteren SCR-Katalysator in einer Unterbodenlage des Kraftfahrzeuges aufweisen. Um eventuelle Durchbrüche von Ammoniak durch den SCR-Katalysator zu eliminieren und das Ammoniak zu oxidieren, kann stromabwärts des letzten SCR-Katalysators ein Ammoniak-Sperrkatalysator vorgesehen sein. Dabei müssen die entsprechenden Komponenten zur Abgasnachbehandlung auf eine Betriebstemperatur aufgeheizt werden, um zeitnah nach einem Kaltstart des Verbrennungsmotors, unabhängig vom Motorbe-

triebspunkt und der Entfernung der Abgasnachbehandlungskomponente vom Verbrennungsmotor eine Temperatur zu erreichen, bei der eine hinreichende Konvertierung von limitierten Abgaskomponenten erreicht wird. Ferner muss der Partikelfilter intermittierend regeneriert werden, wozu eine entsprechend hohe Abgastemperatur notwendig ist, um die im Partikelfilter zurückgehaltenen Rußpartikel zu oxidieren.

[0004] Aus der DE 10 2008 032 601 A1 ist ein Abgasnachbehandlungssystem für einen Verbrennungsmotor bekannt, in welchem ein Oxidationskatalysator, stromabwärts des Oxidationskatalysators ein NO_x-Speicherkatalysator, stromabwärts des NO_x-Speicherkatalysators ein SCR-Katalysator und weiter stromabwärts ein Partikelfilter angeordnet sind. Dabei ist stromabwärts des SCR-Katalysators und stromaufwärts des Partikelfilters eine Einleitstelle für ein heißes Abgas eines Abgasbrenners vorgesehen, um den Partikelfilter auf seine Regenerationstemperatur aufzuheizen.

[0005] Die DE 10 2016 205 182 A1 offenbart ein Abgasnachbehandlungssystem für einen Verbrennungsmotor mit einem katalytisch beschichteten Partikelfilter und einem NO_x-Speicherkatalysator, wobei stromaufwärts des NO_x-Speicherkatalysators ein Abgasbrenner vorgesehen ist, welcher mit einem unterstöchiometrischen Verbrennungsluftverhältnis betrieben wird, um eine Aufheizung des Abgases und gleichzeitige Regeneration des NO_x-Speicherkatalysators mit den unverbrannten Kohlenwasserstoffen aus dem Brennerabgas zu ermöglichen.

[0006] Die EP 1 469 173 B1 offenbart ein Abgasnachbehandlungssystem für einen Verbrennungsmotor, bei welchem in Strömungsrichtung eines Abgases durch das Abgasnachbehandlungssystem ein Oxidationskatalysator, stromabwärts des Oxidationskatalysators ein SCR-Katalysator und weiter stromabwärts ein Partikelfilter angeordnet sind. Dabei sind stromabwärts des Oxidationskatalysators und stromaufwärts des SCR-Katalysators ein Wärmetauscher zum Abkühlen des Abgasstroms und stromabwärts des SCR-Katalysators und stromaufwärts des Partikelfilters ein Heizelement vorgesehen, um den Abgasstrom vor Eintritt in den Partikelfilter auf eine Regenerationstemperatur des Partikelfilters aufzuheizen.

[0007] Nachteilig an den bekannten Lösungen ist jedoch, dass bei einer motorfernen Position des SCR-Katalysators, insbesondere in einer Unterbodenlage eines Kraftfahrzeuges, externe Heizmaßnahmen notwendig sind, um den SCR-Katalysator zeitnah nach einem Kaltstart des Verbrennungsmotors auf seine Betriebstemperatur aufzuheizen. Dabei ist die Heizleistung eines elektrischen Heizelements durch die Leistung der Batterie begrenzt, welche bei tiefen Au-

ßentemperaturen, insbesondere Temperaturen unter 0°C ebenfalls eingeschränkt ist.

[0008] Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein schnelles Aufheizen zumindest eines SCR-Katalysators nach dem Kaltstart des Verbrennungsmotors zu ermöglichen und somit zeitnah nach dem Kaltstart eine effiziente Konvertierung von Stickoxiden zu ermöglichen.

[0009] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Abgasnachbehandlungssystem für einen Verbrennungsmotor, umfassend eine Abgasanlage mit einem Abgaskanal, in welchem mindestens zwei Abgasnachbehandlungskomponenten zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden angeordnet sind, gelöst. Dabei ist die erste Abgasnachbehandlungskomponente zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden unmittelbar stromabwärts einer Turbine eines Abgasturboladers des Verbrennungsmotors angeordnet. Stromabwärts der ersten Abgasnachbehandlungskomponente zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden und stromaufwärts der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden ist ein mit einem Kraftstoff des Verbrennungsmotors betriebener Brenner vorgesehen, mit welchem das Abgas vor Eintritt in die zweite Abgasnachbehandlungskomponente zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden beheizbar ist. Stromabwärts der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden ist ein Oxidationskatalysator vorgesehen, um unverbrannte Kohlenwasserstoffe und Kohlenstoffmonoxid in Kohlenstoffdioxid und Wasserdampf zu konvertieren. Durch den Abgasbrenner kann die Abgasnachbehandlungskomponente zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden im Wesentlichen unabhängig vom Abgasstrom und der Abgastemperatur des Verbrennungsmotors beheizt werden, sodass insbesondere unmittelbar nach einem Kaltstart des Verbrennungsmotors ein deutlich schnelleres Aufheizen der Abgasnachbehandlungskomponente auf ihre Betriebstemperatur möglich ist. Somit kann bereits zeitnah nach dem Kaltstart eine selektive, katalytische Reduktion von Stickoxiden im Abgas des Verbrennungsmotors erfolgen, wodurch die Stickoxid-Emissionen verringert werden können.

[0010] Insbesondere ist auch ein Aufheizen einer Abgasnachbehandlungskomponente in einer motorfernen Position, beispielsweise in einer Unterbodenposition eines Kraftfahrzeuges möglich, wodurch zusätzlich Freiheitsgrade bei der Auslegung der Abgasanlage erreicht werden. Dabei ist vorzugsweise die erste Abgasnachbehandlungskomponente zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden in einer motornahen Position und die zweite Abgasnachbehandlungskomponente zur selektiven, kataly-

tischen Reduktion in einer motorfernen Position angeordnet. Unter einer motornahen Position ist in diesem Zusammenhang eine Position in der Abgasanlage zu verstehen, bei der die einlassseitige Stirnfläche der Abgasnachbehandlungskomponente eine Abgaslauflänge von weniger als 80 cm, vorzugsweise von weniger als 50 cm, ab dem Auslass des Verbrennungsmotors aufweist. Unter einer motorfernen Position ist in diesem Zusammenhang eine Position zu verstehen, bei welcher die Abgaslauflänge ab dem Auslass des Verbrennungsmotors mehr als 100 cm, vorzugsweise mehr als 150 cm beträgt. Durch den räumlichen Abstand der beiden Abgasnachbehandlungskomponenten zur selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden erreichen diese bei einem Normalbetrieb des Verbrennungsmotors durch die Abwärmeverluste über den Abgaskanal unterschiedliche Betriebstemperaturen. Dadurch kann der Betriebsbereich des Verbrennungsmotors, bei dem wenigstens einer der beiden Abgasnachbehandlungskomponenten zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden in einem zur Reduktion der Stickoxide notwendigen Temperaturfenster betrieben wird, erweitert werden. Ferner kann der Oxidationskatalysator unabhängig von seiner Einbauposition in der Abgasanlage zeitnah nach einem Kaltstart auf seine Betriebstemperatur aufgeheizt werden. Durch den Abgasbrenner kann ein motornaher Oxidationskatalysator entfallen, wodurch zusätzliche Freiheitsgrade bei der Auslegung der Abgasanlage entstehen. Dies ist insbesondere bei engen Motorräumen vorteilhaft, da der Oxidationskatalysator durch den vorgeschalteten Abgasbrenner auch in einer Unterbodenposition des Kraftfahrzeuges angeordnet werden kann.

[0011] Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Merkmale sind vorteilhafte Ausführungsformen, Verbesserungen und Weiterentwicklungen des im unabhängigen Anspruch angegebenen Abgasnachbehandlungssystems möglich.

[0012] In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass eine der Abgasnachbehandlungskomponenten zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden als ein Partikelfilter mit einer Beschichtung zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden und die jeweils andere Abgasnachbehandlungskomponente als SCR-Katalysator ausgeführt sind. Durch einen Partikelfilter mit einer Beschichtung zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden kann die Funktionalität eines Partikelfilters mit der Funktionalität eines SCR-Katalysators kombiniert werden. Im Vergleich zu einem SCR-Katalysator ist ein solcher Partikelfilter jedoch in der Herstellung teuer und weist zudem einen höheren Strömungswiderstand auf. Daher stellt eine Kombination aus einem beschichteten Partikelfilter und einem SCR-Katalysator einen bestmöglichen Kompromiss bezüglich der Abgasnachbehandlung, der Kosten und des Strömungswiderstands dar.

[0013] In einer bevorzugten Ausführungsform des Abgasnachbehandlungssystems ist vorgesehen, dass der Oxidationskatalysator einen Ammoniak-Sperrkatalysator umfasst. Durch einen Sperrkatalysator kann verhindert werden, dass unverbrauchtes Reduktionsmittel, insbesondere Ammoniak, in die Umwelt emittiert wird. Somit können Sekundäremissionen durch die Dosierelemente zur Eindosierung einer wässrigen Harnstofflösung vermieden werden.

[0014] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der ersten Abgasnachbehandlungskomponente zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden ein erstes Dosierelement zur Eindosierung eines Reduktionsmittels, insbesondere einer flüssigen Harnstofflösung, zugeordnet ist. Zusätzlich ist der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden ein zweites Dosierelement zur Eindosierung eines Reduktionsmittels in den Abgaskanal zugeordnet. Durch zwei unabhängige Dosierelemente kann das Reduktionsmittel stets vor derjenigen Abgasnachbehandlungskomponente zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden eindosiert werden, bei welcher bei dem aktuellen Betriebspunkt des Verbrennungsmotors die effiziente Konvertierung der Stickoxide zu erwarten ist. Alternativ ist es möglich, an beiden Dosierelementen gleichzeitig Reduktionsmittel einzudosieren, um das katalytisch wirksame Volumen von beiden Abgasnachbehandlungskomponenten zur selektiven, katalytischen Reduktion der Stickoxide zu nutzen.

[0015] Besonders bevorzugt ist dabei, wenn zwischen dem jeweiligen Dosierelement und der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden jeweils ein Abgasmischer angeordnet ist. Durch einen Abgasmischer kann die Durchmischung des Abgasstroms mit dem Reduktionsmittel verbessert werden, wodurch die Mischstrecke zwischen dem Dosierelement und dem Eintritt in die jeweilige Abgasnachbehandlungskomponente zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden verkürzt werden kann. Durch eine bessere Durchmischung von Abgas und Reduktionsmittel wird ein homogeneres Abgas erreicht, wodurch die Konvertierungsleistung der Abgasnachbehandlungskomponenten verbessert werden kann.

[0016] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Brenner stromaufwärts der jeweiligen Mischstrecke und gegebenenfalls auch stromaufwärts des jeweiligen Dosierelements angeordnet ist, um diese Komponenten ebenfalls zu erwärmen, was zusätzlich zu einer verbesserten Verdampfung der wässrigen Harnstofflösung und zu einer verbesserten Durchmischung mit dem Abgas führt. Während der Heizphase mit dem Brenner kann es sinnvoll sein, die Dosierung der

wässrigen Harnstofflösung zeitweise, oder vollständig einzustellen, sobald die durch den Brenner aufgeheizte Abgastemperatur ein spontanes Verbrennen des Reduktionsmittels zur Folge hat. Bevorzugt ist in diesem Fall jedoch eine Reduzierung der Heizleistung des Brenners, sodass eine Abgastemperatur von 450°C, bevorzugt von 400°C, besonders bevorzugt von 350°C nicht überschritten wird.

[0017] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Brenner eine Leistung von mindestens 8 Kilowatt, vorzugsweise zwischen 8 und 20 Kilowatt, besonders bevorzugt zwischen 10 und 15 Kilowatt, aufweist. Ein wesentlicher Vorteil eines Abgasbrenners liegt in der gegenüber einem elektrischen Heizelement höheren Leistung. Während die Leistung eines elektrischen Heizelements durch den Batteriestrom insbesondere bei einem 12V-Bordnetz, aber auch bei einem 48V-Bordnetz entsprechend begrenzt ist und die Batterie insbesondere bei kalten Außentemperaturen unter 0°C deutlich in ihrer Leistung eingeschränkt ist, kann ein Brenner im Wesentlichen unabhängig von der Außentemperatur und vom Betrieb des Verbrennungsmotors eine hohe Abwärmeleistung erzeugen, mit welcher das Abgas beziehungsweise die im Abgaskanal stromabwärts einer Einleitstelle für die Abgase des Brenners angeordneten Abgaskomponenten aufgeheizt werden können.

[0018] Besonders bevorzugt ist dabei, wenn der Brenner mit dem gleichen Kraftstoff wie der Verbrennungsmotor betrieben wird und insbesondere aus einem gemeinsamen Tank mit Brennstoff versorgt wird. Dadurch kann auf einen zusätzlichen Tank für den Brenner sowie gegebenenfalls auch auf eine zusätzliche Förderpumpe zur Brennstoffversorgung des Brenners verzichtet werden. Somit kann der Brenner vergleichsweise einfach und kostengünstig an ein bestehendes Kraftstoffversorgungssystem angeschlossen werden.

[0019] In einer bevorzugten Ausführungsform des Abgasnachbehandlungssystems ist vorgesehen, dass die in Strömungsrichtung eines Abgases durch den Abgaskanal erste Abgasnachbehandlungskomponente zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden als ein Partikelfilter mit einer Beschichtung zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden und die stromabwärts der ersten Abgasnachbehandlungskomponente zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden angeordnete zweite Abgasnachbehandlungskomponente zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden als SCR-Katalysator ausgeführt sind. Dabei wird der Brenner ausschließlich zur Aufheizung des SCR-Katalysators genutzt, wodurch ein Aufheizen weiterer Abgaskomponenten nicht erfolgt und die Abwärme des Brenners bis auf geringe Verluste zum Aufheizen des SCR-Katalysators genutzt werden. Dabei ist

die Einleitstelle der heißen Brenngase vorzugsweise stromaufwärts des zweiten Dosierelements vorgesehen, um das Verdampfen des Reduktionsmittels, insbesondere einer wässrigen Harnstofflösung, zu fördern und die Freisetzung des daraus gewonnenen Ammoniaks zu begünstigen. Während der Heizphase mit dem Brenner kann es sinnvoll sein, die Dosierung der wässrigen Harnstofflösung zeitweise, oder vollständig einzustellen, sobald die durch den Brenner aufgeheizte Abgastemperatur ein spontanes Verbrennen des Reduktionsmittels zur Folge hat. Bevorzugt ist in diesem Fall jedoch eine Reduzierung der Heizleistung des Brenners, sodass eine Abgastemperatur von 450°C, bevorzugt 400°C, besonders bevorzugt 350°C nicht überschritten wird.

[0020] Alternativ ist vorgesehen, dass die in Strömungsrichtung eines Abgases durch den Abgaskanal erste Abgasnachbehandlungskomponente zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden als SCR-Katalysator und die stromabwärts der ersten Abgasnachbehandlungskomponente angeordnete zweite Abgasnachbehandlungskomponente zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden ein Partikelfilter mit einer Beschichtung zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden sind. Dabei kann der Brenner zusätzlich genutzt werden, um den Partikelfilter auf seine Regenerationstemperatur aufzuheizen. Somit kann eine Regeneration des Partikelfilters unabhängig vom Betriebszustand des Verbrennungsmotors eingeleitet werden, wobei auf innermotorische Maßnahmen zur Anhebung der Abgastemperatur verzichtet werden kann. Dadurch kann das Brennverfahren optimal gestaltet werden und es können der Kraftstoffverbrauch und/oder die Rohemissionen des Verbrennungsmotors reduziert werden, wodurch eine im Wesentlichen emissionsneutrale Regeneration des Partikelfilters möglich ist. Ferner kann die Regeneration ohne Einfluss auf die Leistungsabgabe des Verbrennungsmotors durchgeführt werden, sodass eine Regeneration des Partikelfilters ohne Komfort- oder Leistungseinbußen für den Fahrer durchgeführt werden kann.

[0021] Bevorzugt ist dabei, dass stromabwärts des Partikelfilters an einer Verzweigung eine Niederdruck-Abgasrückführung aus dem Abgaskanal abzweigt, welche den Abgaskanal mit dem Ansaugtrakt des Verbrennungsmotors stromaufwärts eines Verdichters eines Abgasturboladers verbindet. Durch eine Abgasrückführung stromabwärts des Partikelfilters wird sichergestellt, dass das über die Niederdruck-Abgasrückführung zurückgeführte Abgas im Wesentlichen frei von Partikeln und Verunreinigungen ist. Somit kann sichergestellt werden, dass das zurückgeführte Abgas zu keiner Beschädigung an dem Verdichter des Abgasturboladers oder in den Brennräumen des Verbrennungsmotors führt.

[0022] Bevorzugt ist dabei, wenn der Brenner stromabwärts des Partikelfilters und stromabwärts der Verzweigung für die Niederdruck-Abgasrückführung sowie stromaufwärts des zweiten SCR-Katalysators angeordnet sind. Dadurch wird verhindert, dass ein Teil der Abwärme des Brenners über die Niederdruck-Abgasrückführung verloren geht und nicht für die Aufheizung des SCR-Katalysators zur Verfügung steht.

[0023] In einer vorteilhaften Verbesserung des Abgasnachbehandlungssystems ist vorgesehen, dass in der Abgasanlage mindestens ein Temperatursensor, ein NOx-Sensor und/oder ein Drucksensor angeordnet ist. Durch einen Temperatursensor kann die Wärmeeinbringung über den Brenner geregelt werden, sodass gerade so viel Energie in den Abgasstrom eingebracht wird, wie zum Erreichen der Betriebstemperatur der Abgasnachbehandlungskomponenten notwendig ist. Ferner kann der Brenner abgeschaltet werden, wenn diese Temperatur überschritten wird. Somit kann der Mehrverbrauch durch den Brenner minimiert werden. Durch einen NOx-Sensor kann die Menge des eindosierten Reduktionsmittels geregelt werden, um einen möglichst effizienten Einsatz von Reduktionsmittel zu gewährleisten.

[0024] Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Abgasnachbehandlung eines Verbrennungsmotors mit einem erfindungsgemäßen Abgasnachbehandlungssystem vorgeschlagen, bei welchem eine Temperatur in der Abgasanlage, insbesondere eine Abgastemperatur stromabwärts der durch den Brenner beheizten Abgasnachbehandlungskomponente zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden, oder die Temperatur einer Abgasnachbehandlungskomponente, insbesondere einer Abgasnachbehandlungskomponente zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden, ermittelt wird und diese Temperatur mit einer Schwellentemperatur verglichen wird. Dabei wird der Brenner aktiviert, wenn die ermittelte Temperatur unterhalb der Schwellentemperatur liegt. Durch das vorgeschlagene Verfahren ist ein Aufheizen zumindest eines SCR-Katalysators unmittelbar nach dem Kaltstart des Verbrennungsmotors möglich, wobei durch die im Vergleich zu elektrischen Heizelementen hohe Heizleistung deutlich schneller die Betriebstemperatur des SCR-Katalysators erreicht wird. Dadurch können die NOx-Emissionen, insbesondere in der Kaltstartphase, aber auch nach längeren Leerlauf- oder Schwachlastphasen, in denen der SCR-Katalysator ansonsten unter seine Betriebstemperatur auskühlt, verringert werden.

[0025] In einer weiteren Verbesserung des Verfahrens ist vorgesehen, dass der Brenner wieder deaktiviert wird, wenn die ermittelte Temperatur oberhalb einer zweiten Schwellentemperatur liegt. Dabei können die erste Schwellentemperatur und die zweite Schwellentemperatur gleich sein. Bevorzugt ist je-

doch, dass die zweite Schwellentemperatur oberhalb der ersten Schwellentemperatur, vorzugsweise 50°C - 150°C, besonders bevorzugt 100°C - 150°C oberhalb der ersten Schwellentemperatur liegt. Durch ein Abschalten des Brenners oberhalb der zweiten Schwellentemperatur kann der Mehrverbrauch durch den Brenner reduziert werden. Dabei bleibt der Brenner vorzugsweise solange aktiviert, bis der SCR-Katalysator stromabwärts des Brenners eine Temperatur erreicht hat, bei welcher eine maximal-effiziente Konvertierung von Stickoxiden erreicht wird.

[0026] In einer weiteren Verbesserung des Verfahrens ist mit Vorteil vorgesehen, dass nach einem definierten Zeitintervall die Leistung des Brenners reduziert wird, oder der Brenner deaktiviert wird. Dadurch kann verhindert werden, dass es durch einen unkontrollierten und übermäßigen Wärmeeintrag in die Abgasanlage zu einer thermischen Schädigung von Sensoren und/oder Abgasnachbehandlungskomponenten kommt.

[0027] Die verschiedenen in dieser Anmeldung genannten Ausführungsformen der Erfindung sind, sofern im Einzelfall nicht anders ausgeführt, mit Vorteil miteinander kombinierbar.

[0028] Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen erläutert. Gleiche Bauteile oder Bauteile mit gleicher Funktion sind dabei in den unterschiedlichen Figuren mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Verbrennungsmotors, welcher mit seinem Auslass mit einer Abgasanlage und mit seinem Einlass mit einem Luftversorgungssystem verbunden ist;

Fig. 2 eine weitere schematische Darstellung eines Verbrennungsmotors mit einem Luftversorgungssystem und einem erfindungsgemäßen Abgasnachbehandlungssystem; und

Fig. 3 ein Ablaufdiagramm zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Abgasnachbehandlung eines Verbrennungsmotors.

[0029] **Fig. 1** zeigt die schematische Darstellung eines Verbrennungsmotors **10** mit einem Luftversorgungssystem **60** und einer Abgasanlage **20**. Der Verbrennungsmotor **10** ist in diesem Ausführungsbeispiel ein direkteinspritzender Dieselmotor und weist mehrere Brennräume **12** auf. An den Brennräumen **12** ist jeweils ein Kraftstoffinjektor **14** zur Einspritzung eines Kraftstoffes in den jeweiligen Brennraum **12** angeordnet. Der Verbrennungsmotor **10** ist mit seinem Einlass **62** mit einem Luftversorgungssystem **60** und mit seinem Auslass **16** mit einer Abgasanlage **20** verbunden. Der Verbrennungsmotor **10** kann eine nicht dargestellte Hochdruck-Abgasrückführung

mit einem Hochdruck-Abgasrückführungsventil aufweisen, über welches ein Abgas des Verbrennungsmotors **10** von dem Auslass **16** zum Einlass **62** zurückgeführt werden kann. An den Brennräumen **12** sind Einlassventile und Auslassventile angeordnet, mit welchen eine fluidische Verbindung vom Luftversorgungssystem **60** zu den Brennräumen **12** oder von den Brennräumen **12** zur Abgasanlage **20** geöffnet oder verschlossen werden kann.

[0030] Das Luftversorgungssystem **60** umfasst einen Ansaugkanal **64**, in welcher in Strömungsrichtung von Frischluft durch den Ansaugkanal **64** ein Luftfilter **66**, stromabwärts des Luftfilters **66** ein Luftmassenmesser **68**, insbesondere ein Heißfilmluftmassenmesser, stromabwärts des Luftmassenmessers **68** ein Verdichter **70** eines Abgasturboladers **18** und weiter stromabwärts ein Ladeluftkühler **72** angeordnet sind. Dabei kann der Luftmassenmesser **68** auch in einem Filtergehäuse des Luftfilters **66** angeordnet sein, sodass der Luftfilter **66** und der Luftmassenmesser **68** eine Baugruppe ausbildet. Stromabwärts des Luftfilters **68** und stromaufwärts des Verdichters **70** ist eine Einmündung **74** vorgesehen, an welcher eine Abgasrückführungsleitung **76** einer Niederdruck-Abgasrückführung **56** in den Ansaugkanal **64** mündet.

[0031] Die Abgasanlage **20** umfasst einen Abgaskanal **22**, in welchem in Strömungsrichtung eines Abgases des Verbrennungsmotors **10** durch den Abgaskanal **22** eine Turbine **24** des Abgasturboladers **18** angeordnet ist, welche den Verdichter **70** im Luftversorgungssystem **60** über eine Welle antreibt. Der Abgasturbolader **18** ist vorzugsweise als Abgasturbolader **18** mit variabler Turbinengeometrie ausgeführt. Dazu sind einem Turbinenrad der Turbine **24** verstellbare Leitschaufeln vorgeschaltet, über welche die Anströmung des Abgases auf die Schaufeln der Turbine **24** variiert werden kann. Stromabwärts der Turbine **24** sind mehrere Abgasnachbehandlungskomponenten **26**, **30**, **32**, **34**, **36**, **38** angeordnet. Dabei ist unmittelbar stromabwärts der Turbine **24** als erste Komponente der Abgasnachbehandlung eine erste Abgasnachbehandlungskomponente **30** zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden angeordnet. Diese erste Abgasnachbehandlungskomponente **30** ist als ein Partikelfilter **32** mit einer Beschichtung **34** zur selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden (SCR-Beschichtung) ausgeführt. Stromabwärts dieser ersten Abgasnachbehandlungskomponente **30** sind ein zweiter SCR-Katalysator **36** und weiter stromabwärts ein Oxidationskatalysator **26** zur Konvertierung von unverbrannten Kohlenwasserstoffen und Kohlenstoffmonoxid vorgesehen. Ferner kann der Oxidationskatalysator einen Ammoniak-Sperrkatalysator **38** umfassen, welcher einen Austritt von unverbrauchtem Ammoniak verhindert. Stromabwärts der Turbine **24** und stromaufwärts des Partikelfilters **32** ist ein erstes Dosierelement **40** vorge-

sehen, mit welchem ein Reduktionsmittel **52**, insbesondere wässrige Harnstofflösung, in den Abgaskanal **22** des Verbrennungsmotors **10** eindosiert werden kann. Stromabwärts des ersten Dosierelements **40** und stromaufwärts des Partikelfilters **32** kann ein erster Abgasmischer angeordnet sein, um die Vermischung des Reduktionsmittels **52** mit dem Abgasstrom des Verbrennungsmotors **10** vor Eintritt in den Partikelfilter **32** zu verbessern.

[0032] Stromabwärts des Partikelfilters **32** und stromaufwärts des zweiten SCR-Katalysators **38** ist am Abgaskanal **22** eine Verzweigung **54** vorgesehen, an welcher eine Niederdruck-Abgasrückführung **56** aus dem Abgaskanal **22** abzweigt und diesen mit dem Ansaugkanal **64** stromaufwärts des Verdichters **70** verbindet. Die Niederdruck-Abgasrückführung **56** umfasst neben der Abgasrückführungsleitung **76** einen Abgasrückführungskühler **78** und ein Abgasrückführungsventil **80**, über welches die Abgasrückführung durch die Abgasrückführungsleitung **76** steuerbar ist. An der Abgasrückführungsleitung **76** der Niederdruck-Abgasrückführung **56** kann ein Temperatursensor **48** vorgesehen sein, über welchen eine Abgastemperatur in der Niederdruck-Abgasrückführung **56** ermittelt werden kann, um die Abgasrückführung **56** zu aktivieren, sobald die Abgastemperatur in der Abgasrückführung **56** einen definierten Schwellenwert überschritten hat. Somit kann verhindert werden, dass Wasserdampf oder im Abgas enthaltenes Reduktionsmittel **52** zur selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden, insbesondere flüssige Harnstofflösung, auskondensiert und in der Niederdruck-Abgasrückführung **56** oder im Luftversorgungssystem **60** zu Beschädigungen oder Ablagerungen führt.

[0033] In der Abgasanlage **20** ist stromabwärts der Verzweigung **54** ein Brenner **58** vorgesehen, mit welchem der Abgasstrom des Verbrennungsmotors **10** vor Eintritt in den zweiten SCR-Katalysator **38** erhitzt werden kann. Stromabwärts des Brenners **58** und stromaufwärts des zweiten SCR-Katalysators ist ein zweites Dosierelement **42** zur Eindosierung des Reduktionsmittels **52** vorgesehen, welchem ein zweiter Abgasmischer **46** nachgeschaltet sein kann. Ferner können im Abgaskanal **22** ein Temperatursensor **48** und/oder ein NOx-Sensor **50** angeordnet sein, um die Abgastemperatur des Verbrennungsmotors **10** oder die Stickoxidkonzentration im Abgas zu ermitteln und das Reduktionsmittel bedarfsgerecht durch mindestens eines der Dosierelemente **40**, **42** einzudosieren. Ferner sind in der Abgasanlage **20** Differenzdrucksensoren **82** vorgesehen, um eine Druckdifferenz über dem Partikelfilter **32** zu bestimmen. Auf diese Weise kann der Beladungszustand des Partikelfilters **32** ermittelt und bei Überschreiten eines definierten Beladungsniveaus eine Regeneration des Partikelfilters **32** eingeleitet werden.

[0034] Der Verbrennungsmotor **10** ist mit einem Motorsteuergerät **90** verbunden, welches über nicht dargestellte Signalleitungen mit einem Temperatursensor **48**, einem NOx-Sensor **50**, einem Differenzdrucksensor **82**, mit den Kraftstoffinjektoren **14** des Verbrennungsmotors **10** sowie mit den Dosierelementen **40**, **42** und dem Brenner **58** verbunden ist.

[0035] Die Einspritzmenge sowie der Einspritzzeitpunkt des Kraftstoffs in die Brennräume **12** des Verbrennungsmotors **10** sowie die Eindosierung eines Reduktionsmittels **52** zur selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden in den Abgaskanal **22** werden durch dieses Motorsteuergerät **90** gesteuert. Ferner wird der Brenner **58** aktiviert, wenn die Abgastemperatur oder eine Bauteiltemperatur einer Abgasnachbehandlungskomponente **30**, **32**, **34**, **36** zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden unterhalb einer Schwellentemperatur T_s liegt. Durch den Oxidationskatalysator **26** können unverbrannte Kohlenwasserstoffe und Kohlenstoffmonoxid in Kohlenstoffdioxid und Wasserdampf konvertiert werden. Der Sperrkatalysator **38** verhindert bei einer Überdosierung von wässriger Harnstofflösung durch eines der Dosierelemente **40**, **42** einen Austritt von Ammoniak, um die Emissionen zu verringern.

[0036] In Fig. 2 ist ein alternatives Ausführungsbeispiel eines Abgasnachbehandlungssystem für einen Verbrennungsmotor **10** dargestellt. Bei im Wesentlichen gleichem Aufbau wie zu Fig. 1 ausgeführt, wird im Nachfolgenden nur auf die Unterschiede zu der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform eingegangen. In der Abgasanlage **20** ist stromabwärts der Turbine **24** eines Abgasturboladers **18** als erste Abgasnachbehandlungskomponente **30** zur selektiven, katalytischen Reduktion ein SCR-Katalysator **30** vorgesehen. Stromabwärts des SCR-Katalysators **30** ist als zweite Abgasnachbehandlungskomponente **36** zur selektiven, katalytischen Reduktion ein Partikelfilter **32** mit einer Beschichtung **34** zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden angeordnet. Dabei ist der Brenner **58** stromabwärts des SCR-Katalysators **30** und stromaufwärts des zweiten Dosierelements **42** zur Eindosierung des Reduktionsmittels **52** für eine selektive, katalytische Reduktion von Stickoxiden auf dem beschichteten Partikelfilter **32** angeordnet. Die Niederdruck-Abgasrückführung **56** zweigt in diesem Ausführungsbeispiel erst hinter der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente **36** zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden, nämlich stromabwärts des Partikelfilters **32** mit der Beschichtung **34** zur selektiven, katalytischen Reduktion stromaufwärts des Sperrkatalysators **38**, aus dem Abgaskanal **22** ab. Dabei können eventuell auftretende Rußemissionen des Brenners **58** durch den Partikelfilter **32** gereinigt werden, sodass der Betrieb des Brenners **58** nicht zu einem Anstieg der Rußemissionen führt. Durch den Abgasbrenner **58** kann der Oxidationskatalysator **26** insbesondere nach einem Kalt-

start des Verbrennungsmotors **10** zeitnah auf seine Betriebstemperatur aufgeheizt werden. Somit kann der Oxidationskatalysator **26** quasi an beliebigen Positionen in der Abgasanlage **20** angeordnet werden. Ferner besteht durch die Anordnung des Brenners **58** stromaufwärts des Partikelfilters **32** die Möglichkeit, die Regeneration des Partikelfilters **32**, also die Oxidation der im Partikelfilter **32** zurückgehaltenen Rußpartikel, unabhängig vom Betriebspunkt des Verbrennungsmotors **10** durch den Brenner **58** einzuleiten. Da die Regenerationstemperatur des Partikelfilters **32** oberhalb des Temperaturfensters liegt, bei dem eine effiziente Konvertierung der Stickoxide durch die selektive, katalytische Reduktion möglich ist, sollte der Brenner **58** bei dieser Ausführungsvariante eine höhere Leistung, insbesondere eine Leistung zwischen 15 Kilowatt und 25 Kilowatt, aufweisen.

[0037] In Fig. 3 ist ein Ablaufdiagramm zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Abgasnachbehandlung eines Verbrennungsmotors **10** dargestellt. Dabei wird in einem ersten Verfahrensschritt <100> eine Temperatur T_{EG} in der Abgasanlage **20** des Verbrennungsmotors **10** ermittelt. Die kann die Abgastemperatur des Verbrennungsmotors **10** oder die Temperatur einer Abgasnachbehandlungskomponente **26, 30, 32, 34, 36, 38**, insbesondere einer Abgasnachbehandlungskomponente **30, 32, 34, 36** zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden, ermitteln. In einem zweiten Verfahrensschritt <110> wird die ermittelte Temperatur T_{EG} mit einer Schwellentemperatur T_s verglichen. Liegt die Temperatur T_{EG} unterhalb der Schwellentemperatur T_s , so wird in einem Verfahrensschritt <120> der Brenner **58** aktiviert und der Abgasstrom des Verbrennungsmotors **10** durch den Brenner **58** erhitzt. Das auf diese Art und Weise erhitzte Abgas tritt in die in Strömungsrichtung zweite Abgasnachbehandlungskomponente **36** zur selektiven, katalytischen Reduktion ein, sodass diese zweite Abgasnachbehandlungskomponente **36** zeitnah ihre Betriebstemperatur erreicht. Ist diese Betriebstemperatur erreicht, so wird in einem Verfahrensschritt <130> durch das zweite Dosierelement **42** Reduktionsmittel **52** in den Abgaskanal **22** eindosiert, wobei die Stickoxide mit dem Reduktionsmittel **52** zu molekularem Stickstoff reduziert werden. Durch den Betrieb des Verbrennungsmotors **10** werden sämtliche Abgasnachbehandlungskomponenten **26, 30, 32, 34, 36, 38** im Abgaskanal **22** aufgeheizt. Hat die in Strömungsrichtung des Abgases des Verbrennungsmotors **10** erste Abgasnachbehandlungskomponente **30** zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden ihre Betriebstemperatur erreicht, so kann der Brenner **58** in einem Verfahrensschritt <140> abgeschaltet werden und die Eindosierung des Reduktionsmittels **52** in einem Verfahrensschritt <150> auf das erste Dosierelement **40** umgeschaltet werden. Alternativ kann der Brenner **58** auch zeitgesteuert betrieben werden und in seiner Leistung reduziert bezie-

hungsweise abgeschaltet werden, wenn ein definiertes Zeitintervall verstrichen ist.

[0038] Durch ein erfindungsgemäßes Abgasnachbehandlungssystem können die Stickoxidemissionen, die insbesondere nach einem Kaltstart des Verbrennungsmotors **10** oder nach einem Betrieb in einer Leerlauf- oder Schwachlastphase aufgeheizt werden, verringert werden. Dabei kann die selektive, katalytische Reduktion von Stickoxiden im Wesentlichen unabhängig vom Betriebspunkt des Verbrennungsmotors **10** durchgeführt werden. Somit werden hohe Wirkungsgrade in der Konvertierung von Stickoxiden unabhängig vom Betriebspunkt des Verbrennungsmotors **10** und der Position in der Abgasanlage **20** erreicht. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, die SCR-Katalysatoren **30, 36** an nahezu beliebigen Positionen in der Abgasanlage anzuordnen.

Bezugszeichenliste

10	Verbrennungsmotor
12	Brennraum
14	Kraftstoffinjektor
16	Auslass
18	Abgasturbolader
20	Abgasanlage
22	Abgaskanal
24	Turbine
26	Oxidationskatalysator
30	erster SCR-Katalysator
32	Partikelfilter
34	SCR-Beschichtung
36	zweiter SCR-Katalysator
38	Sperrkatalysator
40	erstes Dosierelement
42	zweites Dosierelement
44	erster Abgasmischer
46	zweiter Abgasmischer
48	Temperatursensor
50	NOx-Sensor
52	Reduktionsmittel
54	Verzweigung
56	Niederdruck-Abgasrückführung
58	Brenner
60	Luftversorgungssystem
62	Einlass

- 64** Ansaugkanal
- 66** Motorsteuergerät
- 68** Luftmassenmesser
- 70** Verdichter
- 72** Ladeluftkühler
- 74** Einmündung
- 76** Abgasrückführungsleitung
- 78** Abgasrückführungskühler
- 80** Abgasrückführungsventil
- 82** Differenzdrucksensor
- 90** Motorsteuergerät

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 102008032601 A1 [0004]
- DE 102016205182 A1 [0005]
- EP 1469173 B1 [0006]

Patentansprüche

1. Abgasnachbehandlungssystem für einen Verbrennungsmotor (10), umfassend eine Abgasanlage (20) mit einem Abgaskanal (22), in welchem mindestens zwei Abgasnachbehandlungskomponenten (30, 34, 36) zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden angeordnet sind, wobei die erste Abgasnachbehandlungskomponente (30, 34, 36) zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden (30, 34, 36) unmittelbar stromabwärts einer Turbine (24) eines Abgasturboladers (18) angeordnet ist und stromabwärts der ersten Abgasnachbehandlungskomponente (30, 34, 36) zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden und stromaufwärts der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente (30, 34, 36) zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden ein Brenner (58) vorgesehen ist, mit welchem das Abgas vor Eintritt in die zweite Abgasnachbehandlungskomponente (30, 34, 36) zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden beheizbar ist, wobei stromabwärts der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente (30, 34, 36) zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden ein Oxidationskatalysator (26) zur Konvertierung unverbrannter Kohlenwasserstoffe angeordnet ist.

2. Abgasnachbehandlungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine der Abgasnachbehandlungskomponenten (30, 34, 36) als Partikelfilter (32) mit einer Beschichtung (34) zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden und die jeweils andere Abgasnachbehandlungskomponente (30, 24, 36) als SCR-Katalysator (30, 36) ausgeführt sind.

3. Abgasnachbehandlungssystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Oxidationskatalysator (26) einen Ammoniak-Sperrkatalysator (38) umfasst.

4. Abgasnachbehandlungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der ersten Abgasnachbehandlungskomponente (30, 34, 36) ein erstes Dosierelement (40) und der zweiten Abgasnachbehandlungskomponente (30, 34, 36) ein zweites Dosierelement (42) zur Eindosierung eines Reduktionsmittels in den Abgaskanal (22) zugeordnet sind.

5. Abgasnachbehandlungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Brenner (58) eine Leistung von mindestens 8 Kilowatt aufweist.

6. Abgasnachbehandlungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die erste Abgasnachbehandlungskomponente (30, 34, 36) zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden als ein Partikelfilter (32) mit einer Beschichtung (34) zur selekti-

ven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden und die zweite Abgasnachbehandlungskomponente (30, 34, 36) ein SCR-Katalysator ist.

7. Abgasnachbehandlungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Abgasnachbehandlungskomponente (30, 34, 36) zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden ein SCR-Katalysator (30) und die zweite Abgasnachbehandlungskomponente (30, 34, 36) ein Partikelfilter (32) mit einer Beschichtung zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickoxiden ist.

8. Abgasnachbehandlungssystem nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass stromabwärts des Partikelfilters (32) an einer Verzweigung (54) eine Niederdruck-Abgasrückführung (56) aus dem Abgaskanal (22) abzweigt.

9. Abgasnachbehandlungssystem nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Brenner (58) stromabwärts des Partikelfilters (32) und stromaufwärts der Verzweigung (54) sowie stromaufwärts des zweiten SCR-Katalysators (36) angeordnet ist.

10. Verfahren zur Abgasnachbehandlung eines Verbrennungsmotors (10) mit einem Abgasnachbehandlungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Temperatur (T_{EG}) in der Abgasanlage (20) ermittelt wird, die ermittelte Temperatur (T_{EG}) mit einer Schwellentemperatur (T_S) verglichen wird, und der Brenner (58) aktiviert wird, wenn die ermittelte Temperatur (T_{EG}) unterhalb der Schwellentemperatur (T_S) liegt.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

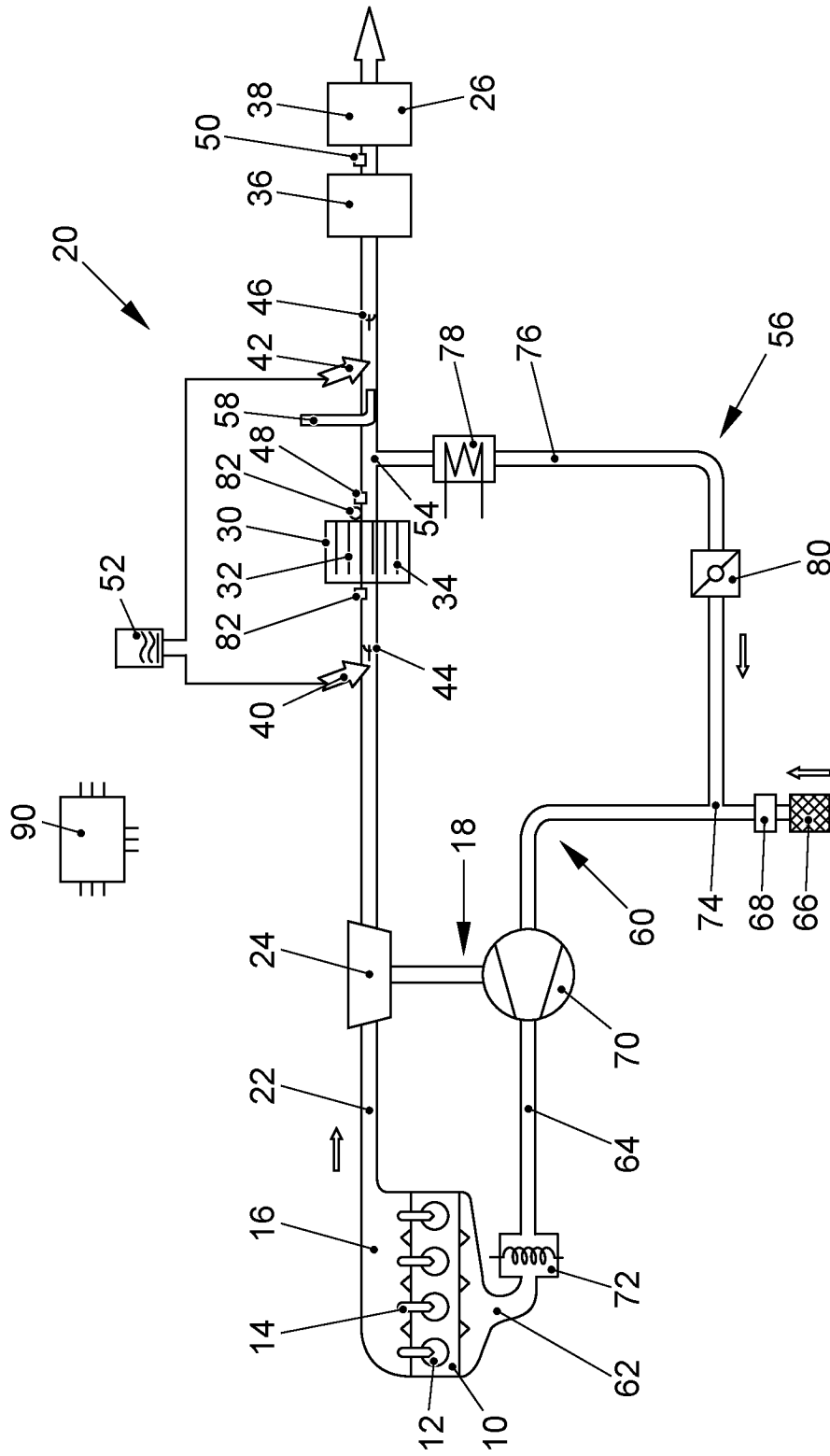


FIG. 1

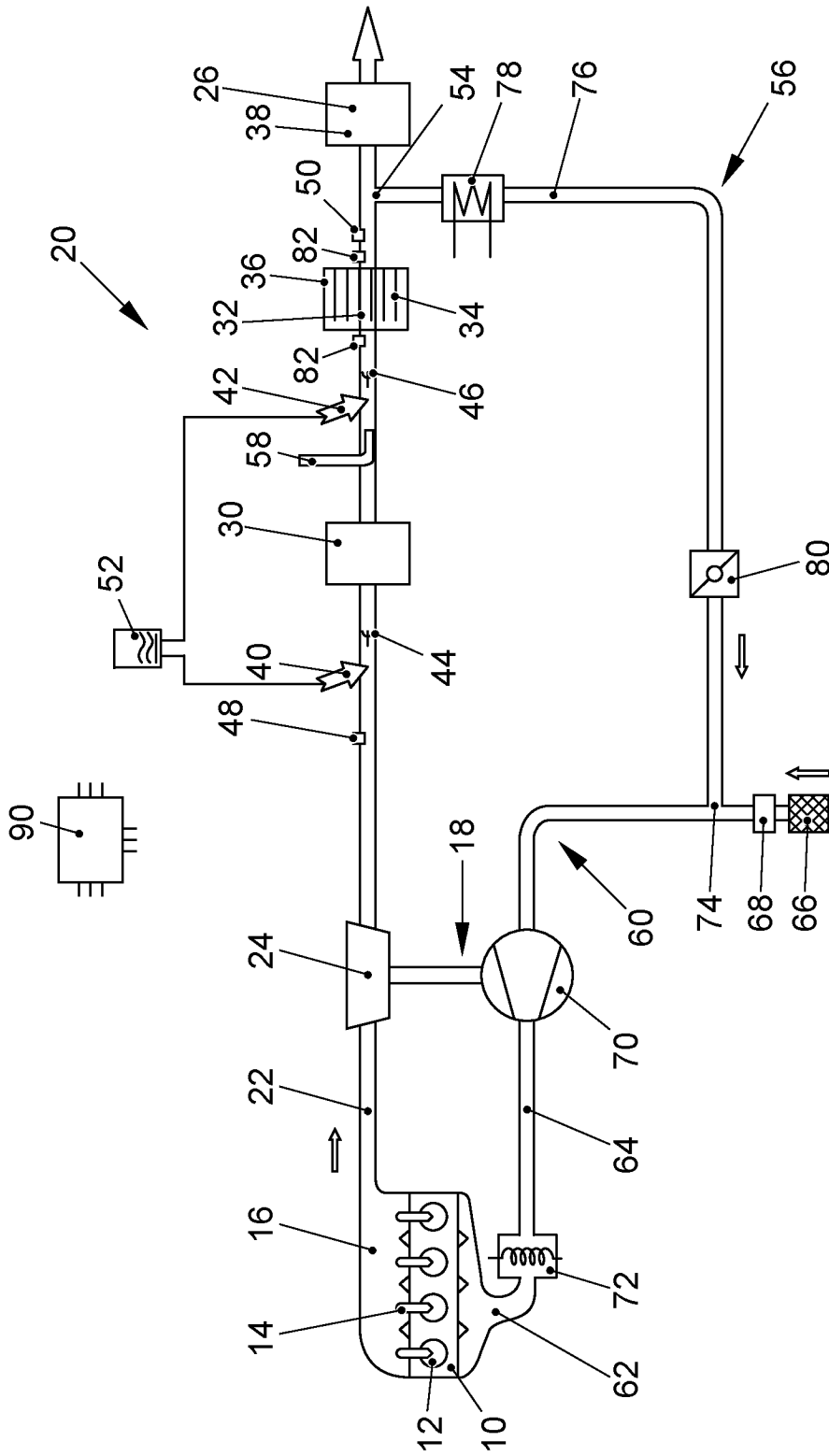


FIG. 2

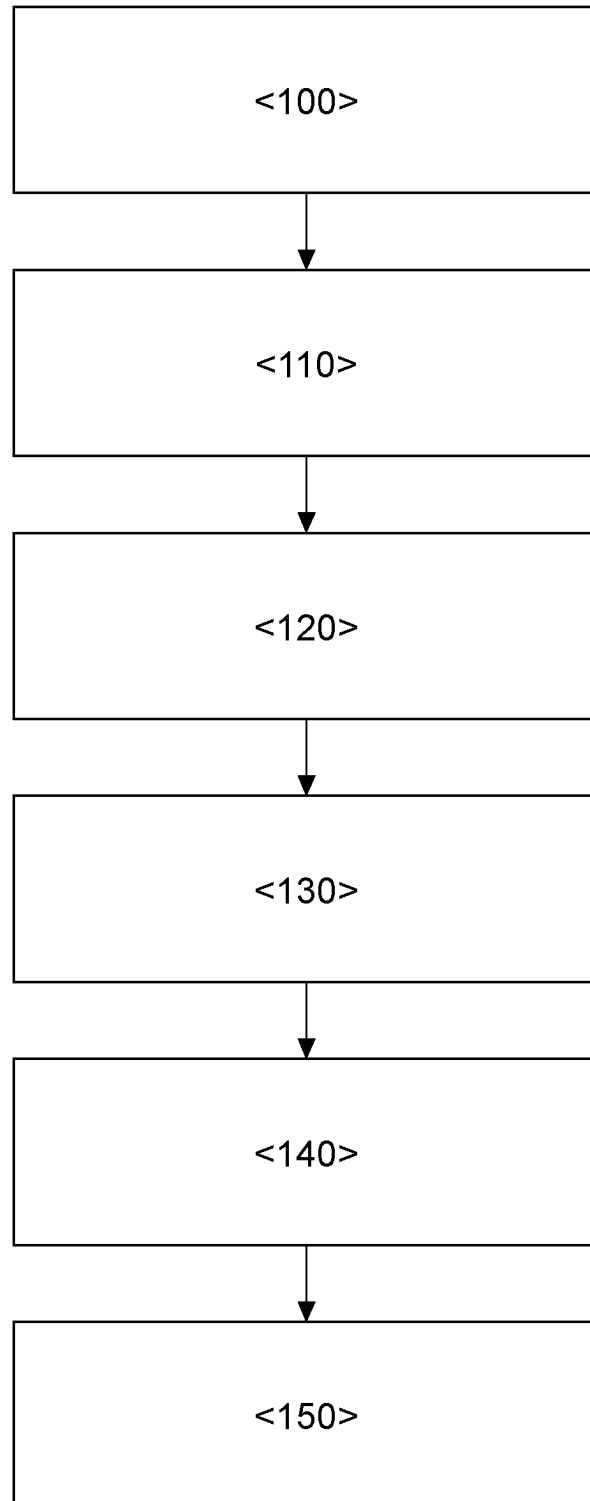


FIG. 3