



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 012 736.5**

(22) Anmeldetag: **01.10.2015**

(43) Offenlegungstag: **06.04.2017**

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

F01N 3/10 (2006.01)

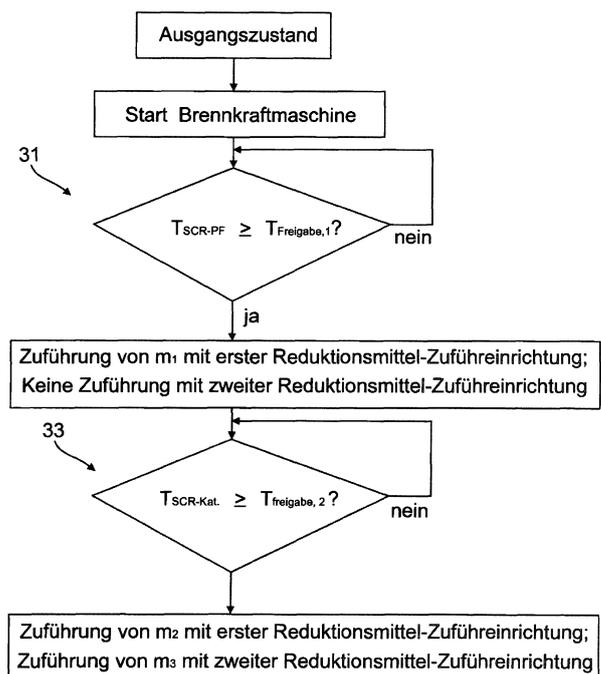
(71) Anmelder:
MAN Truck & Bus AG, 80995 München, DE

(72) Erfinder:
**Lutz, Florian, 91522 Ansbach, DE; Rothe, Dieter,
90403 Nürnberg, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betreiben eines Abgasnachbehandlungssystems**

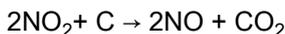
(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Abgasnachbehandlungssystems für eine Brennkraftmaschine, insbesondere für einen Dieselmotor, wobei ein Abgasstrang (7) mit wenigstens einem SCR-Partikelfilter (15) vorgesehen ist, wobei mittels des SCR-Partikelfilters (15) in einem Abgas (9) der Brennkraftmaschine (5) enthaltene Partikel, insbesondere Kohlenstoff-Partikel, aus dem Abgas (9) herausfilterbar und speicherbar sind, wobei mittels des SCR-Partikelfilters (15) in dem Abgas (9) der Brennkraftmaschine (5) enthaltene Stickoxide mit Ammoniak als Reduktionsmittel reduzierbar sind, wobei eine erste Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (22) vorgesehen ist, mittels der das Reduktionsmittel, insbesondere in Form einer wässrigen Harnstofflösung, in Abgas-Strömungsrichtung gesehen, stromauf des SCR-Partikelfilters (15) in den Abgasstrang (7) einleitbar ist, wobei der SCR-Partikelfilter (15) mit Stickstoffdioxid als Oxidationsmittel kontinuierlich regenerierbar ist, wobei stromab des SCR-Partikelfilters (15) wenigstens ein SCR-Katalysatorelement (19) angeordnet ist, mittels dem ebenfalls in dem Abgas (9) der Brennkraftmaschine (5) enthaltene Stickoxide mit Ammoniak als Reduktionsmittel reduzierbar sind, und wobei eine zweite Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (26) vorgesehen ist, mittels der das Reduktionsmittel, insbesondere in Form einer wässrigen Harnstofflösung, stromab des SCR-Partikelfilters (15) und stromauf des SCR-Katalysatorelements (19) in den Abgasstrang (7) einleitbar ist. Erfindungsgemäß ist ein Steuergerät (25) vorgesehen, mittels dem die mittels der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (22) und/oder die mittels der zweiten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (26) in den Abgasstrang (7) eingeleitete Reduktionsmittel-Menge in Abhängigkeit von der Temperatur (T_{SCR-PF}) des SCR-Partikelfilters (15) geregelt und/oder gesteuert wird.



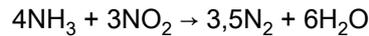
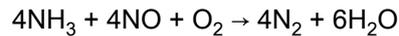
Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Abgasnachbehandlungssystems für eine Brennkraftmaschine, insbesondere für einen Dieselmotor, nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 14 sowie ein Fahrzeug, insbesondere ein Nutzfahrzeug, zur Durchführung des Verfahrens und/oder mit der Vorrichtung nach Patentanspruch 15.

[0002] Es ist bekannt, an einem Abgasstrang eines Brennkraftmaschine einen Partikelfilter vorzusehen, mittels dem in Abgas der Brennkraftmaschine enthaltene Partikel, insbesondere Kohlenstoff-Partikel, aus dem Abgas herausgefiltert und gespeichert werden können. Die Regeneration eines derartigen Partikelfilters kann beispielsweise durch Verbrennung der in dem Partikelfilter gespeicherten Partikel erfolgen. Für diese Verbrennung sind hohe Temperaturen (etwa 600°C) erforderlich, die bei einer herkömmlichen Betriebsweise der Brennkraftmaschine, insbesondere eines Dieselmotors, regelmäßig nicht erreicht werden. Um die im Partikelfilter angesammelten Partikel dennoch verbrennen zu können, werden üblicherweise Maßnahmen ergriffen, mittels denen die Temperatur des Partikelfilters kurzzeitig erhöht wird. Derartige Maßnahmen können beispielsweise eine Erhöhung der Einspritzmenge, die Beheizung des Partikelfilters mittels einer Heizeinrichtung oder die Rückstauung von Abgas sein. Eine weitere bekannte Möglichkeit zur Regeneration eines Partikelfilters ist die kontinuierliche Regeneration (CRT: Continuous Regeneration Trap). Bei dieser Regeneration des Partikelfilters ist üblicherweise, in Abgas-Strömungsrichtung gesehen, stromauf des Partikelfilters ein Oxidationskatalysator in dem Abgasstrang angeordnet, mittels dem in dem Abgas des Dieselmotors enthaltene Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid umgewandelt wird. Das gebildete Stickstoffdioxid reagiert bereits bei geringen Abgastemperaturen (etwa 250°C) mit den in dem Partikelfilter gespeicherten Kohlenstoff-Partikel, wodurch der Partikelfilter regeneriert wird. Dies erfolgt üblicherweise nach folgender Reaktionsgleichung:



[0003] Des Weiteren ist es auch bekannt, an einem Partikelfilter ein SCR-aktives katalytisches Material vorzusehen, mittels dem in dem Abgas der Brennkraftmaschine enthaltene Stickoxide mit Ammoniak als Reduktionsmittel reduziert werden können. Der Ammoniak wird üblicherweise in Form einer wässrigen Harnstofflösung („AdBlue“), in Abgas-Strömungsrichtung gesehen, stromauf des Partikelfilters in den Abgasstrang eingeleitet. Die Reduktion der Stickoxide erfolgt üblicherweise nach den folgenden Reaktionsgleichungen:



[0004] Wie aus den genannten Reaktionsgleichungen hervorgeht, kommt es bei einem Partikelfilter, der kontinuierlich regeneriert werden soll und ein SCR-katalytisches Material aufweist, zu einer Konkurrenzsituation bezüglich des in dem Abgas enthaltenen Stickstoffdioxids. Um einer derartigen Konkurrenzsituation entgegenzuwirken, ist es aus der DE 10 2014 001 880 A1 bekannt, in Abgas-Strömungsrichtung gesehen, stromab des Partikelfilters einen weiteren SCR-Katalysator anzuordnen und, in Abgas-Strömungsrichtung gesehen, zwischen dem Partikelfilter und dem weiteren SCR-Katalysator ebenfalls eine wässrige Harnstofflösung in den Abgasstrang einzuleiten. Dadurch kann die stromauf des Partikelfilters in den Abgasstrang eingeleitete Menge an wässriger Harnstofflösung derart verringert werden, dass die kontinuierliche Regeneration des Partikelfilters sichergestellt wird. Die gewünschte Reduzierung der in dem Abgas enthaltenen Stickoxide wird mittels der stromab des Partikelfilters und stromauf des weiteren SCR-Katalysators in den Abgasstrang eingeleiteten wässrigen Harnstofflösung sichergestellt.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betreiben eines Abgasnachbehandlungssystems für eine Brennkraftmaschine, insbesondere für einen Dieselmotor, sowie eine Vorrichtung bereitzustellen, mittels denen die Effizienz der Abgasnachbehandlung auf effektive Weise erhöht wird.

[0006] Diese Aufgabe wird gelöst mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche.

[0007] Gemäß Patentanspruch 1 wird ein Verfahren zum Betreiben eines Abgasnachbehandlungssystems für eine Brennkraftmaschine, insbesondere für einen Dieselmotor, vorgeschlagen, wobei ein Abgasstrang mit wenigstens einem SCR-Partikelfilter vorgesehen ist, wobei mittels des SCR-Partikelfilters in einen Abgas der Brennkraftmaschine enthaltene Partikel, insbesondere Kohlenstoff-Partikel, aus dem Abgas herausgefiltert und gespeichert werden können, wobei mittels des SCR-Partikelfilters in dem Abgas der Brennkraftmaschine enthaltene Stickoxide mit Ammoniak als Reduktionsmittel reduziert werden können, wobei eine erste Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung vorgesehen, mittels der das Reduktionsmittel, insbesondere in Form einer wässrigen Harnstofflösung, in Abgas-Strömungsrichtung gesehen, stromauf des SCR-Partikelfilters in den Abgasstrang eingeleitet werden kann, wobei der SCR-Partikelfilter mit Stickstoffdioxid als Oxidationsmittel kontinuierlich regeneriert werden kann, wobei stromab

des SCR-Partikelfilters wenigstens ein SCR-Katalysatorelement in oder an dem Abgasstrang angeordnet ist, mittels dem ebenfalls in dem Abgas der Brennkraftmaschine enthaltene Stickoxide mit Ammoniak als Reduktionsmittel reduziert werden können, und wobei eine zweite Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung vorgesehen ist, mittels der das Reduktionsmittel, insbesondere ebenfalls in Form einer wässrigen Harnstofflösung, stromab des SCR-Partikelfilters und stromauf des SCR-Katalysatorelements in den Abgasstrang eingeleitet werden kann. Erfindungsgemäß ist ein Steuergerät vorgesehen, mittels dem die mittels der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung und/oder die mittels der zweiten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung in den Abgasstrang eingeleitete Reduktionsmittel-Menge in Abhängigkeit von der Temperatur des SCR-Partikelfilters geregelt und/oder gesteuert wird.

[0008] Auf diese Weise wird die Effizienz der Abgasnachbehandlung effektiv verbessert, da die mittels der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung in den Abgasstrang eingeleitete Reduktionsmittel-Menge und/oder die mittels der zweiten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung in den Abgasstrang eingeleitete Reduktionsmittel-Menge nun in Abhängigkeit von der Temperatur des SCR-Partikelfilters verstellt bzw. geändert wird. Die Temperatur des SCR-Partikelfilters hat einen großen Einfluss auf die SCR-katalytische Wirkung und die kontinuierliche Regeneration des SCR-Partikelfilters und stellt einen wesentlichen Parameter dar, mit dem das System bzw. die Zuführung des Reduktionsmittels in den Abgasstrang optimiert werden kann. Mittels dieses Parameters kann die gewünschte kontinuierliche Regeneration des SCR-Partikelfilters sowie die gewünschte Verringerung der in dem Abgas der Brennkraftmaschine enthaltenen Stickoxide bei gleichzeitiger Minimierung der in den Abgasstrang eingeleiteten Menge an Reduktionsmittel erreicht werden. Durch einen geringen Verbrauch von Reduktionsmittel werden die Betriebskosten des Abgasnachbehandlungssystems gesenkt und, sofern das Abgasnachbehandlungssystem an einem Fahrzeug vorgesehen ist, die Reichweite des Fahrzeugs erhöht.

[0009] Die Temperatur des SCR-Partikelfilters kann dabei beispielsweise mittels eines ersten, stromauf des SCR-Partikelfilters und mittels eines zweiten, stromab des Partikelfilters in oder an dem Abgasstrang vorgesehenen Temperatursensors, insbesondere eines Thermoelements, zur Messung der Abgastemperatur erfolgen, aus deren Messwerten mittels des Steuergeräts die Temperatur des SCR-Partikelfilters ermittelt wird.

[0010] Des Weiteren ist die Begrifflichkeit „Abgasstrang“ hier ausdrücklich in einem weitem Sinne zu verstehen. So umfasst der Abgasstrang hier sämtli-

che von dem Abgas der Brennkraftmaschine durchströmten Bereiche und Bauteile.

[0011] In einer bevorzugten Verfahrensführung wird, sofern die aktuelle Temperatur des SCR-Partikelfilters einen definierten Partikelfilter-Temperaturwert unterschreitet, mittels der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung kein Reduktionsmittel in den Abgasstrang eingeleitet. Sofern die aktuelle Temperatur des SCR-Partikelfilters den definierten Partikelfilter-Temperaturwert überschreitet, kann dann mittels der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung eine definierte Reduktionsmittel-Menge in den Abgasstrang eingeleitet werden. Auf diese Weise kann mittels der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung beispielsweise erst dann Reduktionsmittel in den Abgasstrang eingeleitet werden, wenn der SCR-Partikelfilter eine ausreichend hohe SCR-katalytische Wirkung aufweist.

[0012] Vorzugsweise ist der definierte Partikelfilter-Temperaturwert geringer als eine SCR-Anspringtemperatur des SCR-Partikelfilters, ab der mittels des SCR-Partikelfilters in dem Abgas enthaltene Stickoxide effektiv reduziert werden können. Dadurch wird zuverlässig sichergestellt, dass bei einem Erreichen der SCR-Anspringtemperatur des SCR-Partikelfilters bereits eine ausreichende Menge von Reduktionsmittel am SCR-Partikelfilter vorhanden ist, um die durch den SCR-Partikelfilter strömenden Stickoxide zu reduzieren. Bevorzugt ist dabei vorgesehen, dass die SCR-Anspringtemperatur des SCR-Partikelfilters in einem Temperaturbereich von 220°C bis 250°C liegt. Alternativ könnte der definierte Partikelfilter-Temperaturwert natürlich aber auch gleich bzw. identisch mit der SCR-Anspringtemperatur des SCR-Partikelfilters ausgebildet sein.

[0013] In einer weiteren bevorzugten Verfahrensführung wird mittels des Steuergeräts die mittels der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung in den Abgasstrang eingeleitete Reduktionsmittel-Menge und/oder die mittels der zweiten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung in den Abgasstrang eingeleitete Reduktionsmittel-Menge zusätzlich auch in Abhängigkeit von der Temperatur des SCR-Katalysatorelements geregelt und/oder gesteuert. Auf diese Weise kann die Effizienz der Abgasnachbehandlung weiter erhöht werden. Die Temperatur des SCR-Katalysatorelements kann ebenfalls mittels eines ersten, stromauf des SCR-Partikelfilters und mittels eines zweiten, stromab des SCR-Katalysatorelements in oder an dem Abgasstrang vorgesehenen Temperatursensors, insbesondere eines Thermoelements, zur Messung der Abgastemperatur erfolgen, aus deren Messwerten mittels des Steuergeräts die Temperatur des SCR-Katalysatorelements ermittelt wird.

[0014] Vorzugsweise wird dabei, sofern die aktuelle Temperatur des SCR-Katalysatorelements ei-

nen definierten Katalysatorelement-Temperaturwert unterschreitet, mittels der zweiten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung kein Reduktionsmittel in den Abgasstrang eingeleitet. Sofern die aktuelle Temperatur des SCR-Partikelfilters den definierten Katalysatorelement-Temperaturwert überschreitet, kann dann mittels der zweiten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung eine definierte Reduktionsmittel-Menge in den Abgasstrang eingeleitet werden. Dadurch kann beispielsweise erst dann Reduktionsmittel in den Abgasstrang eingeleitet werden, wenn das SCR-Katalysatorelement eine ausreichend hohe SCR-katalytische Wirkung aufweist. So kann Reduktionsmittel eingespart und einer Strömung von unverbrauchtem Ammoniak aus dem Abgasstrang bzw. in die freie Umgebung entgegengewirkt werden.

[0015] Grundsätzlich kann auch der definierte Katalysator-Temperaturwert gleich bzw. identisch mit der SCR-Anspringtemperatur des SCR-Katalysatorelements ausgebildet sein. Bevorzugt ist es jedoch, wenn der definierte Katalysatorelement-Temperaturwert ebenfalls geringer ist als die SCR-Anspringtemperatur, ab der mittels des SCR-Katalysatorelements in dem Abgas enthaltene Stickoxide reduzierbar sind. Dadurch wird ebenfalls eine Reduzierung der Stickoxide mittels des SCR-Katalysatorelements sichergestellt, wenn das SCR-Katalysatorelement seine SCR-Anspringtemperatur erreicht. Bevorzugt ist dabei vorgesehen, dass die SCR-Anspringtemperatur des SCR-Katalysatorelements in einem Temperaturbereich von 220°C bis 250°C liegt.

[0016] Besonders bevorzugt liegt der definierte Partikelfilter-Temperaturwert und/oder der definierte Katalysatorelement-Temperaturwert in einem Temperaturbereich von 150°C bis 190°C. Mittels eines derartigen Temperaturbereichs wird eine besonders effiziente Verwendung des Reduktionsmittels sichergestellt.

[0017] Weiter bevorzugt wird, sofern die aktuelle Temperatur des SCR-Partikelfilters den definierten Partikelfilter-Temperaturwert überschreitet und die aktuelle Temperatur des SCR-Katalysatorelements den definierten Katalysator-Temperaturwert unterschreitet, eine derartige Menge an Reduktionsmittel mittels der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung in den Abgasstrang eingeleitet, dass im Bereich der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung ein im Wesentlichen stöchiometrisches Reduktionsmittel-Stickoxid-Verhältnis vorhanden ist. Dadurch kann mittels des SCR-Partikelfilters eine große Menge an in dem Abgas enthaltenen Stickoxide reduziert werden, wenn das SCR-Katalysatorelement noch nicht seine Betriebstemperatur aufweist. Zudem wird mittels einer derartigen Menge an Reduktionsmittel einer Ablagerung von wässriger Harnstofflösung in dem Abgasstrang entgegengewirkt. Alternativ zu dieser stöchiometrischen Einleitung von Reduktionsmit-

tel kann auch vorgesehen sein, dass eine derartige Menge an Reduktionsmittel mittels der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung in den Abgasstrang eingeleitet wird, dass im Bereich der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung eine größere Reduktionsmittel-Menge vorhanden ist, als für ein stöchiometrisches Reduktionsmittel-Stickoxid-Verhältnis erforderlich ist. Dadurch kann eine besonders große Menge an Stickoxiden mittels des SCR-Partikelfilters reduziert werden.

[0018] Vorzugsweise wird, sofern die aktuelle Temperatur des SCR-Partikelfilters den definierten Partikelfilter-Temperaturwert überschreitet und die aktuelle Temperatur des SCR-Katalysatorelements den definierten Katalysator-Temperaturwert überschreitet, eine derartige Menge an Reduktionsmittel mittels der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung in den Abgasstrang eingeleitet, dass im Bereich der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung eine geringere Reduktionsmittel-Menge vorhanden ist, als für ein stöchiometrisches Reduktionsmittel-Stickoxid-Verhältnis erforderlich ist. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass der SCR-Partikelfilter kontinuierlich regeneriert wird. Bevorzugt ist dabei vorgesehen, dass mittels der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung eine derartige Menge an Reduktionsmittel in den Abgasstrang eingeleitet wird, dass im Bereich der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung 50% bis 80% der für ein stöchiometrisches Reduktionsmittel-Stickoxid-Verhältnis erforderlichen Reduktionsmittel-Menge vorhanden sind. Dadurch werden eine effektive kontinuierliche Regeneration des SCR-Partikelfilters sowie gleichzeitig auch eine effektive Reduzierung der im Abgas enthaltenen Stickoxide mittels des SCR-Partikelfilters gewährleistet.

[0019] Weiter bevorzugt wird, sofern die aktuelle Temperatur des SCR-Partikelfilters den definierten Partikelfilter-Temperaturwert überschreitet und die aktuelle Temperatur des SCR-Katalysatorelements den definierten Katalysatorelement-Temperaturwert überschreitet, eine derartige Menge an Reduktionsmittel mittels der zweiten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung in den Abgasstrang eingeleitet, dass im Bereich der zweiten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung ein im Wesentlichen stöchiometrisches Reduktionsmittel-Stickoxid-Verhältnis vorhanden ist. Auf diese Weise wird mittels des SCR-Katalysatorelements eine große Menge an in dem Abgas der Brennkraftmaschine enthaltenen Stickoxide reduziert.

[0020] Zudem wird mittels einer derartigen Menge an Reduktionsmittel einer Ablagerung von wässriger Harnstofflösung in dem Abgasstrang entgegengewirkt. Alternativ könnte aber auch vorgesehen sein, dass eine derartige Menge an Reduktionsmitteln mittels der zweiten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung in den Abgasstrang eingeleitet wird, dass im Bereich der zweiten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung eine

größere Reduktionsmittel-Menge vorhanden ist, als für ein stöchiometrisches Reduktionsmittel-Stickoxid-Verhältnis erforderlich ist. Dadurch kann eine besonders große Menge an Stickoxiden mittels des SCR-Katalysatorelements reduziert werden.

[0021] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist stromauf des SCR-Partikelfilters wenigstens ein Oxidationskatalysator in oder an dem Abgasstrang angeordnet, mittels dem in dem Abgas der Brennkraftmaschine enthaltenes Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid oxidiert werden kann. Mittels eines derartigen Oxidationskatalysators wird die kontinuierliche Regeneration des SCR-Partikelfilters zuverlässig sichergestellt.

[0022] Weiter bevorzugt ist wenigstens ein Stickoxid-Speicherelement in oder an dem Abgasstrang angeordnet, mittels dem in dem Abgas enthaltene Stickoxide in Abhängigkeit von der Abgastemperatur gespeichert und freigegeben werden. Bevorzugt ist dabei vorgesehen, dass das Stickoxid-Speicherelement die in dem Abgas enthaltenen Stickoxide speichert, wenn die Temperatur des Stickoxid-Speicherelements einen definierten Temperatur-Grenzwert unterschreitet. Sofern das Stickoxid-Speicherelement den definierten Temperatur-Grenzwert überschreitet, kann das Stickoxid-Speicherelement die gespeicherten Stickoxide dann wieder freigeben. Bevorzugt liegt der Temperatur-Grenzwert dabei in einem Bereich von 100°C bis 200°C, besonders bevorzugt in einem Bereich von 180°C bis 200°C. Mittels eines derartigen Stickoxid-Speicherelements wird erreicht, dass in dem Abgas der Brennkraftmaschine enthaltene Stickoxide zunächst eingespeichert werden, wenn der SCR-Partikelfilter und/oder das wenigstens eine SCR-Katalysatorelement noch nicht ihre Betriebstemperatur aufweisen. Erreichen der SCR-Partikelfilter und/oder das SCR-Katalysatorelement ihre Betriebstemperatur, werden die gespeicherten Stickoxide wieder freigegeben und mittels des SCR-Partikelfilters und/oder des SCR-Katalysatorelements reduziert. Bevorzugt ist dabei vorgesehen, dass das Stickoxid-Speicherelement als Speicheranmaterial Bariumnitrat und/oder Ceroyd enthält. Das Stickoxid-Speicherelement kann beispielsweise stromauf des SCR-Partikelfilters und/oder eines Oxidationskatalysators in oder an dem Abgasstrang angeordnet sein. Alternativ und/oder zusätzlich kann das Stickoxid-Speicherelement beispielsweise auch direkt an dem SCR-Partikelfilter und/oder an dem Oxidationskatalysator vorgesehen ist.

[0023] Vorzugsweise enthält der SCR-Partikelfilter und/oder das SCR-Katalysatorelement als SCR-wirksames Katalysatormaterial Kupfer und/oder Vanadium und/oder wenigstens ein Zeolith-Material. Mittels eines derartigen Katalysatormaterials wird eine besonders effektive Reduzierung der in dem Abgas enthaltene Stickoxide gewährleistet.

[0024] Zur Lösung der bereits genannten Aufgabe wird ferner eine Vorrichtung beansprucht, mit einer Brennkraftmaschine, insbesondere mit einem Dieselmotor, und einem Abgasstrang, wobei der Abgasstrang wenigstens einen SCR-Partikelfilter aufweist, mittels dem in einem Abgas der Brennkraftmaschine enthaltene Partikel, insbesondere Kohlenstoff-Partikel, aus dem Abgas herausgefiltert und gespeichert werden können, wobei mittels des SCR-Partikelfilters in dem Abgas der Brennkraftmaschine enthaltene Stickoxide mit Ammoniak als Reduktionsmittel reduziert werden können, wobei eine erste Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung vorgesehen ist, mittels der das Reduktionsmittel, insbesondere in Form einer wässrigen Harnstofflösung, in Abgas-Strömungsrichtung gesehen, stromauf des SCR-Partikelfilters in den Abgasstrang eingeleitet werden kann, wobei der SCR-Partikelfilter mit Stickstoffdioxid als Oxidationsmittel kontinuierlich regeneriert werden kann, wobei stromab des SCR-Partikelfilters wenigstens ein SCR-Katalysatorelement in oder an dem Abgasstrang angeordnet ist, mittels dem ebenfalls in dem Abgas der Brennkraftmaschine enthaltene Stickoxide mit Ammoniak als Reduktionsmittel reduziert werden können, und wobei eine zweite Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung vorgesehen ist, mittels der das Reduktionsmittel, insbesondere ebenfalls in Form einer wässrigen Harnstofflösung, stromab des SCR-Partikelfilters und stromauf des SCR-Katalysatorelements in den Abgasstrang eingeleitet werden kann. Erfindungsgemäß ist ein Steuergerät vorgesehen, mittels dem die mittels der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung und/oder die mittels der zweiten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung in den Abgasstrang eingeleitete Reduktionsmittel-Menge in Abhängigkeit von der Temperatur des SCR-Partikelfilters geregelt und/oder gesteuert werden kann.

[0025] Die sich durch die erfindungsgemäß Vorrichtung ergebenden Vorteile sind identisch mit den bereits gewürdigten Vorteilen der erfindungsgemäßen Verfahrensführung, so dass diese an dieser Stelle nicht wiederholt werden.

[0026] Des Weiteren wird auch ein Fahrzeug, insbesondere ein Nutzfahrzeug, zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und/oder mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung beansprucht. Die sich hieraus ergebenden Vorteile sind ebenfalls identisch mit den bereits gewürdigten Vorteilen des erfindungsgemäßen Verfahrens und werden an dieser Stelle ebenfalls nicht wiederholt. Alternativ zu dem Fahrzeug kann die Vorrichtung natürlich aber auch stationär bzw. ortsfest ausgebildet sein.

[0027] Die vorstehend erläuterten und/oder in den Unteransprüchen wiedergegebenen vorteilhaften Aus- und/oder Weiterbildungen der Erfindung können – außer zum Beispiel in Fällen eindeutiger Abhängigkeiten oder unvereinbarer Alternativen

– einzeln oder aber auch in beliebiger Kombination miteinander zur Anwendung kommen.

[0028] Die Erfindung und ihre vorteilhaften Aus- und/oder Weiterbildungen sowie deren Vorteile werden nachfolgend anhand von Zeichnungen lediglich beispielhaft näher erläutert.

[0029] Es zeigen:

[0030] Fig. 1 in einer Seitenansicht einen Lastkraftwagen mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

[0031] Fig. 2 eine Darstellung, anhand der der Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung erläutert wird;

[0032] Fig. 3 ein Diagramm, anhand dem das erfindungsgemäße Verfahren erläutert wird; und

[0033] Fig. 4 ein Diagramm, anhand dem der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens erläutert wird.

[0034] In Fig. 1 ist ein hier beispielhaft als Lastkraftwagen ausgebildetes Fahrzeug **1** mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung **3** (Fig. 2) gezeigt. Der Aufbau der Vorrichtung **3** wird nachfolgend anhand von Fig. 2 näher erläutert:

Wie in Fig. 2 gezeigt ist, weist die Vorrichtung **3** eine Brennkraftmaschine **5** als Antriebseinrichtung für das Fahrzeug **1** und einen sich an die Brennkraftmaschine **5** anschließenden Abgasstrang **7** auf, der von einem Abgas **9** der Brennkraftmaschine **5** durchströmt wird. Der Abgasstrang **7** weist hier, in Abgas-Strömungsrichtung gesehen, einen Oxidationskatalysator **11**, einen ersten Reduktionsmittel-Einleitbereich **13**, einen SCR-Partikelfilter **15**, einen zweiten Reduktionsmittel-Einleitbereich **17** sowie ein SCR-Katalysatorelement **19** auf.

[0035] Ausgehend von der Brennkraftmaschine **5** strömt das Abgas **9** zunächst durch den Oxidationskatalysator **11**, mittels dem in dem Abgas **9** enthaltenes Stickstoffmonoxid teilweise zu Stickstoffdioxid oxidiert wird. Anschließend strömt das Abgas **9** an dem ersten Reduktionsmittel-Einleitbereich **13** vorbei, an dem ein Reduktionsmittel zur Reduzierung der in dem Abgas **9** enthaltenen Stickoxide, hier beispielhaft in Form einer wässrigen Harnstofflösung, in den Abgasstrang **7** eingeleitet werden kann. Die wässrige Harnstofflösung ist hier in einem Harnstoff-Tank **21** der Vorrichtung **3** gespeichert und wird mittels einer ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung **22** in den Abgasstrang **7** eingeleitet. Die Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung **22** weist hier beispielhaft eine Pumpe **23** und ein Durchgangsventil **24** auf. Das Durchgangsventil **24** ist hier signaltechnisch mit einem Steuergerät **25** verbunden, mittels dem das Durchgangsventil **24** und somit die an dem zweiten Reduktionsmittel-Einleitbereich **17** in den Abgas-

strang **7** eingeleitete Menge an wässriger Harnstofflösung geregelt bzw. gesteuert wird.

[0036] Anschließend strömt das Abgas **9** durch den SCR-Partikelfilter **15**, mittels dem in dem Abgas **9** der Brennkraftmaschine **5** enthaltene Partikel, insbesondere Kohlenstoff-Partikel, aus dem Abgas **9** herausgefiltert und gespeichert werden. Die Regeneration des SCR-Partikelfilters **15** erfolgt hier kontinuierlich mittels des durch den Oxidationskatalysator **11** gebildeten Stickstoffdioxids. Als zusätzliche Maßnahme zur Regeneration des SCR-Partikelfilters **15** könnten die in dem SCR-Partikelfilter **15** angesammelten Partikel auch zu definierten Zeitpunkten verbrannt werden. Die Zeitpunkte können dabei beispielsweise durch definierte Zeitintervalle festgesetzt sein oder durch Ermittlung der aktuellen Speicherkapazität des SCR-Partikelfilters **15** bestimmt werden. Zur Verbrennung der Partikel kann beispielsweise eine erhöhte Menge an Kraftstoff eingespritzt, der Partikelfilter aufgeheizt oder Abgas rückgestaut werden. Des Weiteren weist der SCR-Partikelfilter **15** auch ein SCR-katalytisches Material auf, mittels dem in dem Abgas **9** der Brennkraftmaschine **5** enthaltene Stickoxide mit Ammoniak als Reduktionsmittel reduziert werden können. Das Ammoniak wird in Form der wässrigen Harnstofflösung mittels der Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung **22** in den Abgasstrang eingeleitet. Der SCR-Partikelfilter **15** weist bevorzugt Kupfer und/oder Vanadium und/oder wenigstens einen Zeolith als SCR-katalytisches Material auf.

[0037] Ausgehend von dem SCR-Partikelfilter **15** strömt das Abgas **9** der Brennkraftmaschine **5** an dem zweiten Reduktionsmittel-Einleitbereich **17** vorbei, an dem die in dem Harnstoff-Tank **21** gespeicherte wässrige Harnstofflösung ebenfalls in dem Abgasstrang **7** eingeleitet werden kann. Die wässrige Harnstofflösung wird hier mittels einer zweiten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung **26** in den Abgasstrang **7** eingeleitet. Die zweite Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung **26** weist hier beispielhaft ebenfalls eine Pumpe **27** und ein Durchgangsventil **28** auf. Das Durchgangsventil **28** ist hier ebenfalls signaltechnisch mit einem Steuergerät **25** verbunden, mittels dem das Durchgangsventil **28** und somit die an dem zweiten Reduktionsmittel-Einleitbereich **17** in den Abgasstrang **7** eingeleitete Menge an wässriger Harnstofflösung geregelt bzw. gesteuert wird.

[0038] Schließlich strömt das Abgas **9** der Brennkraftmaschine **5** durch das SCR-Katalysatorelement **19**, mittels dem ebenfalls in dem Abgas **9** der Brennkraftmaschine enthaltene Stickoxide mit Ammoniak als Reduktionsmittel reduziert werden können. Der hierzu erforderliche Ammoniak wird mittels der Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung **22** und/oder mittels der Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung **26** in den Abgasstrang **7** eingeleitet. Das SCR-Katalysatorelement **19** weist ebenfalls bevorzugt Kupfer und/oder

Vanadium und/oder wenigstens einen Zeolith als SCR-katalytisches Material auf.

[0039] In Fig. 3 ist ein Diagramm 29 gezeigt, aus dem die Beladung des SCR-Partikelfilters 15 in Abhängigkeit von der mittels der Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung 22 in den Abgasstrang 7 eingeleiteten Menge an wässriger Harnstofflösung hervorgeht. Von einem Zeitpunkt t_0 bis zu einem Zeitpunkt t_1 wird mittels der Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung 22 eine derartige Menge an wässriger Harnstofflösung in den Abgasstrang 7 eingeleitet, dass an dem ersten Reduktionsmittel-Einleitbereich 13 eine größere Reduktionsmittel-Menge vorhanden ist als für ein stöchiometrisches Reduktionsmittel-Stickoxid-Verhältnis erforderlich ist. Vom Zeitpunkt t_1 bis zu einem Zeitpunkt t_3 wird mittels der Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung 22 eine derartige Menge an wässriger Harnstofflösung in den Abgasstrang 7 eingeleitet, das an dem ersten Reduktionsmittel-Einleitbereich 13 eine geringere Reduktionsmittel-Menge vorhanden ist, als für ein stöchiometrisches Reduktionsmittel-Stickoxid-Verhältnis erforderlich ist. Zwischen dem Zeitpunkt t_1 und einem Zeitpunkt t_2 wird dabei mittels der Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung 22 eine derartige Menge an wässriger Harnstofflösung in den Abgasstrang 7 eingeleitet, das an dem ersten Reduktionsmittel-Einleitbereich 13 80% der Reduktionsmittel-Menge vorhanden ist, die für ein stöchiometrisches Reduktionsmittel-Stickoxid-Verhältnis erforderlich ist. Zwischen dem Zeitpunkt t_2 und dem Zeitpunkt t_3 wird mittels der Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung 22 eine derartige Menge an wässriger Harnstofflösung in den Abgasstrang 7 eingeleitet, das an dem ersten Reduktionsmittel-Einleitbereich 13 50% der Reduktionsmittel-Menge vorhanden ist, die für ein stöchiometrisches Reduktionsmittel-Stickoxid-Verhältnis erforderlich ist.

[0040] Aus dem Diagramm 29 ist ersichtlich, dass die Beladung des SCR-Partikelfilters 15 mit Partikeln zunimmt, wenn mittels der Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung 22 eine überstöchiometrische Menge an wässriger Harnstofflösung in den Abgasstrang 7 eingeleitet wird. Die Ursache hierfür ist die vermindernde kontinuierliche Regeneration des SCR-Partikelfilters 15 durch die Konkurrenzreaktion des eingeleiteten Ammoniaks mit Stickstoffdioxid. Sofern eine unterstöchiometrische Menge an wässriger Harnstofflösung in den Abgasstrang 7 eingeleitet wird, nimmt die Partikel-Beladung des SCR-Partikelfilters 15 wieder ab. Das Diagramm 29 zeigt somit deutlich, dass die kontinuierliche Regeneration des SCR-Partikelfilters 15 durch die Einleitung von zu großen Mengen an Ammoniak in den Abgasstrang 7 gestört wird.

[0041] Des Weiteren werden die mittels der Reduktionsmittel-Zuführeinrichtungen 22, 26 in den Abgasstrang 7 eingeleiteten Reduktionsmittel-Mengen hier in Abhängigkeit von der Temperatur des SCR-Parti-

kelfilters 15 sowie in Abhängigkeit von der Temperatur des SCR-Katalysatorelements 19 mittels des Steuergeräts 25 geregelt bzw. gesteuert. Diese Regelung bzw. Steuerung wird nachfolgend anhand von Fig. 4 näher erläutert:

In einem Ausgangszustand ist die Brennkraftmaschine 5 hier beispielhaft ausgeschaltet. Dabei wird keine wässrige Harnstofflösung in den Abgasstrang 7 eingeleitet. Nach einem Starten der Brennkraftmaschine 5 wird in einem Schritt 31 überprüft, ob die Temperatur des SCR-Partikelfilters T_{SCR-PF} größer oder gleich einer ersten Freigabetemperatur $T_{Freigabe,1}$ ist. Die Freigabetemperatur $T_{Freigabe,1}$ ist hier beispielhaft geringer als eine SCR-Anspringtemperatur des SCR-Partikelfilters 15, ab der mittels des SCR-Partikelfilters 15 in dem Abgas 9 enthaltene Stickoxide reduzierbar sind bzw. ab der der SCR-Partikelfilter 15 seine Betriebstemperatur zur Reduzierung der Stickoxide erreicht.

[0042] Sofern die Temperatur des SCR-Partikelfilters 15 T_{SCR-PF} größer oder gleich der Freigabetemperatur $T_{Freigabe,1}$ ist, wird mittels der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung 22 ein erster definierter Massenstrom m_1 von wässriger Harnstofflösung in den Abgasstrang 7 eingeleitet. Der erste definierte Massenstrom m_1 ist dabei derart bemessen, dass im Bereich der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung 22 ein im Wesentlichen stöchiometrisches Reduktionsmittel-Stickoxid-Verhältnis vorhanden ist. Mittels der zweiten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung 26 wird dabei weiterhin keine wässrige Harnstofflösung in den Abgasstrang 7 eingeleitet.

[0043] Anschließend wird in einem Schritt 33 überprüft, ob die Temperatur des SCR-Katalysatorelements 19 $T_{SCR-Kat}$ größer oder gleich einer zweiten Freigabetemperatur $T_{Freigabe,2}$ ist. Die Freigabetemperatur $T_{Freigabe,2}$ ist hier beispielhaft ebenfalls geringer als eine SCR-Anspringtemperatur des SCR-Katalysatorelements 19, ab der mittels des SCR-Katalysatorelements 19 in dem Abgas 9 enthaltene Stickoxide reduzierbar sind bzw. ab der der SCR-Partikelfilter 15 seine Betriebstemperatur zur Reduzierung der Stickoxide erreicht.

[0044] Sofern die Temperatur des SCR-Katalysatorelements 19 $T_{SCR-Kat}$ größer oder gleich der Freigabetemperatur $T_{Freigabe,2}$ ist, wird mittels der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung 22 ein zweiter definierter Massenstrom m_2 von wässriger Harnstofflösung in den Abgasstrang 7 eingeleitet. Der zweite definierte Massenstrom m_2 ist dabei derart bemessen, dass im Bereich der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung 22 eine geringere Reduktionsmittel-Menge vorhanden ist als für stöchiometrisches Reduktionsmittel-Stickoxid-Verhältnis erforderlich ist. Mittels der zweiten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung 26 wird dann ein dritter definierter Massenstrom m_3 von wässriger Harnstofflösung in den Ab-

gasstrang **7** eingeleitet. Der dritte definierte Massenstrom m_3 ist dabei derart bemessen, dass im Bereich der zweiten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung **26** ein im Wesentlichen stöchiometrisches Reduktionsmittel-Stickoxid-Verhältnis vorhanden ist.

[0045] Durch diese Regelung bzw. Steuerung der Reduktionsmittel-Zuführeinrichtungen **22**, **26** kann das Abgas **9** der Brennkraftmaschine **9** besonders effizient gereinigt werden.

Bezugszeichenliste

1	Fahrzeug
3	Vorrichtung
5	Brennkraftmaschine
7	Abgasstrang
9	Abgas
11	Oxidationskatalysator
13	Reduktionsmittel-Einleitbereich
15	SCR-Partikelfilter
17	Reduktionsmittel-Einleitbereich
19	SCR-Katalysatorelement
21	Harnstoff-Tank
22	Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung
23	Pumpe
24	Durchgangsventil
25	Steuergerät
26	Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung
27	Pumpe
28	Durchgangsventil
29	Diagramm
31	Schritt
33	Schritt
m_1	erster Massenstrom
m_2	zweiter Massenstrom
m_3	dritter Massenstrom
t	Zeit
t_0	Start-Zeitpunkt
t_1	erster Zeitpunkt
t_2	zweiter Zeitpunkt
t_3	dritter Zeitpunkt
$T_{\text{Freigabe1}}$	erste Freigabetemperatur
$T_{\text{Freigabe2}}$	zweite Freigabetemperatur
$T_{\text{SCR-PF}}$	Temperatur SCR-Partikelfilter
$T_{\text{SCR-Kat.}}$	Temperatur SCR-Katalysatorelement

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 102014001880 A1 [0004]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Abgasnachbehandlungssystems für eine Brennkraftmaschine, insbesondere für einen Dieselmotor, wobei ein Abgasstrang (7) mit wenigstens einem SCR-Partikelfilter (15) vorgesehen ist, wobei mittels des SCR-Partikelfilters (15) in einem Abgas (9) der Brennkraftmaschine (5) enthaltene Partikel, insbesondere Kohlenstoff-Partikel, aus dem Abgas (9) herausfilterbar und speicherbar sind, wobei mittels des SCR-Partikelfilters (15) in dem Abgas (9) der Brennkraftmaschine (5) enthaltene Stickoxide mit Ammoniak als Reduktionsmittel reduzierbar sind, wobei eine erste Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (22) vorgesehen ist, mittels der das Reduktionsmittel, insbesondere in Form einer wässrigen Harnstofflösung, in Abgas-Strömungsrichtung gesehen, stromauf des SCR-Partikelfilters (15) in den Abgasstrang (7) einleitbar ist, wobei der SCR-Partikelfilter (15) mit Stickstoffdioxid als Oxidationsmittel kontinuierlich regenerierbar ist, wobei stromab des SCR-Partikelfilters (15) wenigstens ein SCR-Katalysatorelement (19) angeordnet ist, mittels dem ebenfalls in dem Abgas (9) der Brennkraftmaschine (5) enthaltene Stickoxide mit Ammoniak als Reduktionsmittel reduzierbar sind, und wobei eine zweite Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (26) vorgesehen ist, mittels der das Reduktionsmittel, insbesondere in Form einer wässrigen Harnstofflösung, stromab des SCR-Partikelfilters (15) und stromauf des SCR-Katalysatorelements (19) in den Abgasstrang (7) einleitbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Steuergerät (25) vorgesehen ist, mittels dem die mittels der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (22) und/oder die mittels der zweiten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (26) in den Abgasstrang (7) eingeleitete Reduktionsmittel-Menge in Abhängigkeit von der Temperatur (T_{SCR-PF}) des SCR-Partikelfilters (15) geregelt und/oder gesteuert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass, sofern die aktuelle Temperatur ($T_{S_{CR-PF}}$) des SCR-Partikelfilters (15) einen definierten Partikelfilter-Temperaturwert ($T_{Freigabe,1}$) unterschreitet, mittels der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (22) kein Reduktionsmittel an in den Abgasstrang (7) eingeleitet wird, wobei, sofern die aktuelle Temperatur (T_{SCR-PF}) des SCR-Partikelfilters (15) den definierten Partikelfilter-Temperaturwert ($T_{Freigabe,1}$) überschreitet, mittels der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (22) eine definierte Reduktionsmittel-Menge (m_1, m_2) in den Abgasstrang (7) eingeleitet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der definierte Partikelfilter-Temperaturwert ($T_{Freigabe,1}$) geringer ist als eine SCR-Anspringtemperatur des SCR-Partikelfilters (15), ab der in dem Abgas (9) enthaltenen Stickoxide mittels des SCR-Partikelfilters (15) reduzierbar sind, wobei be-

vorzugt vorgesehen ist, dass die SCR-Anspringtemperatur des SCR-Partikelfilters (15) in einem Temperaturbereich von 220°C bis 250°C liegt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels des Steuergeräts (25) die mittels der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (22) und/oder die mittels der zweiten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (26) in den Abgasstrang (7) eingeleitete Reduktionsmittel-Menge zusätzlich auch in Abhängigkeit von der Temperatur ($T_{SCR-Kat.}$) des SCR-Katalysatorelements (19) geregelt und/oder gesteuert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass, sofern die aktuelle Temperatur ($T_{S_{CR-Kat.}}$) des SCR-Katalysatorelements (19) einen definierten Katalysatorelement-Temperaturwert ($T_{Freigabe,2}$) unterschreitet, mittels der zweiten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (26) kein Reduktionsmittel in den Abgasstrang (7) eingeleitet wird, wobei, sofern die aktuelle Temperatur ($T_{SCR-Kat.}$) des SCR-Partikelfilters (19) den definierten Katalysatorelement-Temperaturwert ($T_{Freigabe,2}$) überschreitet, mittels der zweiten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (26) eine definierte Reduktionsmittel-Menge (m_3) in den Abgasstrang (7) eingeleitet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der definierte Katalysatorelement-Temperaturwert ($T_{Freigabe,2}$) geringer ist als eine SCR-Anspringtemperatur des SCR-Katalysatorelements (19), ab der in dem Abgas (9) enthaltene Stickoxide mittels des SCR-Partikelfilters (15) reduzierbar sind, wobei bevorzugt vorgesehen ist, dass die SCR-Anspringtemperatur des SCR-Katalysatorelements (19) in einem Temperaturbereich von 220°C bis 250°C liegt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der definierte Partikelfilter-Temperaturwert ($T_{Freigabe,1}$) und/oder der definierte Katalysatorelement-Temperaturwert ($T_{Freigabe,2}$) in einem Temperaturbereich von 150°C bis 190°C liegt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass, sofern die aktuelle Temperatur (T_{SCR-PF}) des SCR-Partikelfilters (15) den definierten Partikelfilter-Temperaturwert ($T_{Freigabe,1}$) überschreitet und die aktuelle Temperatur ($T_{S_{CR-Kat.}}$) des SCR-Katalysatorelements (19) den definierten Katalysatorelement-Temperaturwert ($T_{Freigabe,2}$) unterschreitet, eine derartige Menge (m_1) an Reduktionsmittel mittels der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (22) in den Abgasstrang (7) eingeleitet wird, dass im Bereich der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (22) ein im Wesentlichen stöchiometrisches Reduktionsmittel-Stickoxid-Verhältnis vorhanden ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass, sofern die aktuelle Temperatur ($T_{\text{SCR-PF}}$) des SCR-Partikelfilters (15) den definierten Partikelfilter-Temperaturwert ($T_{\text{Freigabe,1}}$) überschreitet und die aktuelle Temperatur des SCR-Katalysatorelements (19) den definierten Katalysatorelement-Temperaturwert ($T_{\text{Freigabe,2}}$) überschreitet, eine derartige Menge (m_2) an Reduktionsmittel mittels der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (22) in den Abgasstrang (7) eingeleitet wird, dass im Bereich der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (22) eine geringere Reduktionsmittel-Menge vorhanden ist, als für ein stöchiometrisches Reduktionsmittel-Stickoxid-Verhältnis erforderlich ist, insbesondere 50% bis 80% der für ein stöchiometrisches Reduktionsmittel-Stickoxid-Verhältnis erforderlichen Reduktionsmittel-Menge vorhanden sind.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass, sofern die die aktuelle Temperatur ($T_{\text{SCR-PF}}$) des SCR-Partikelfilters (15) den definierten Partikelfilter-Temperaturwert ($T_{\text{Freigabe,1}}$) überschreitet und die aktuelle Temperatur ($T_{\text{SCR-Kat}}$) des SCR-Katalysatorelements (19) den definierten Katalysatorelement-Temperaturwert ($T_{\text{Freigabe,2}}$) überschreitet, eine derartige Menge (m_3) an Reduktionsmittel mittels der zweiten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (26) in den Abgasstrang (7) eingeleitet wird, dass im Bereich der zweiten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (26) ein im Wesentlichen stöchiometrisches Reduktionsmittel-Stickoxid-Verhältnis vorhanden ist.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass stromauf des SCR-Partikelfilters (15) wenigstens ein Oxidationskatalysator (11) angeordnet ist, mittels dem in dem Abgas (9) der Brennkraftmaschine (5) enthaltene Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid oxidierbar ist.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Stickoxid-Speicherelement angeordnet ist, mittels dem in dem Abgas (7) enthaltene Stickoxide in Abhängigkeit von der Abgastemperatur speicherbar und freigebbar sind, wobei bevorzugt vorgesehen ist, dass das Stickoxid-Speicherelement als Speichermaterial Bariumnitrat und/oder Ceroxid enthält.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der SCR-Partikelfilter (15) und/oder das SCR-Katalysatorelement (19) als SCR-katalytisches Material Kupfer und/oder Vanadium und/oder wenigstens ein Zeolith-Material enthält.

14. Vorrichtung, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, mit einer Brennkraftmaschine (5), insbesondere mit einem Dieselmotor, und einem Abgasstrang (7), wobei der Abgasstrang (7) wenigstens einen SCR-Partikelfilter (15) aufweist, mittels dem in einem Abgas (9) der Brennkraftmaschine (5) enthaltene Partikel, insbesondere Kohlenstoff-Partikel, aus dem Abgas (9) herausfilterbar und speicherbar sind, wobei mittels des SCR-Partikelfilters (15) in dem Abgas (9) der Brennkraftmaschine (5) enthaltene Stickoxide mit Ammoniak als Reduktionsmittel reduzierbar sind, wobei eine erste Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (22) vorgesehen ist, mittels der das Reduktionsmittel, insbesondere in Form einer wässrigen Harnstofflösung, in Abgas-Strömungsrichtung gesehen, stromauf des SCR-Partikelfilters (15) in den Abgasstrang (7) einleitbar ist, wobei der SCR-Partikelfilter (15) mit Stickstoffdioxid als Oxidationsmittel kontinuierlich regenerierbar ist, wobei stromab des SCR-Partikelfilters (15) wenigstens ein SCR-Katalysatorelement (19) angeordnet ist, mittels dem ebenfalls in dem Abgas (9) der Brennkraftmaschine (5) enthaltene Stickoxide mit Ammoniak als Reduktionsmittel reduzierbar sind, und wobei eine zweite Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (26) vorgesehen ist, mittels der das Reduktionsmittel, insbesondere in Form einer wässrigen Harnstofflösung, stromab des SCR-Partikelfilters (15) und stromauf des SCR-Katalysatorelements (19) in den Abgasstrang (7) einleitbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Steuergerät (25) vorgesehen ist, mittels dem die mittels der ersten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (22) und/oder die mittels der zweiten Reduktionsmittel-Zuführeinrichtung (26) in den Abgasstrang (7) eingeleitete Reduktionsmittel-Menge in Abhängigkeit von der Temperatur ($T_{\text{SCR-PF}}$) des SCR-Partikelfilters (15) regelbar und/oder steuerbar ist.

15. Fahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug, zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13 und/oder mit einer Vorrichtung nach Anspruch 14.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

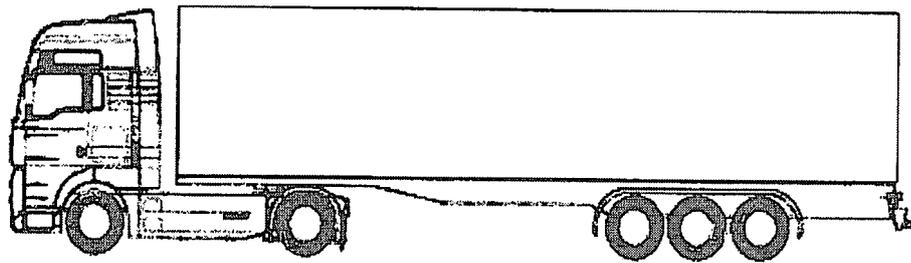


Fig. 2

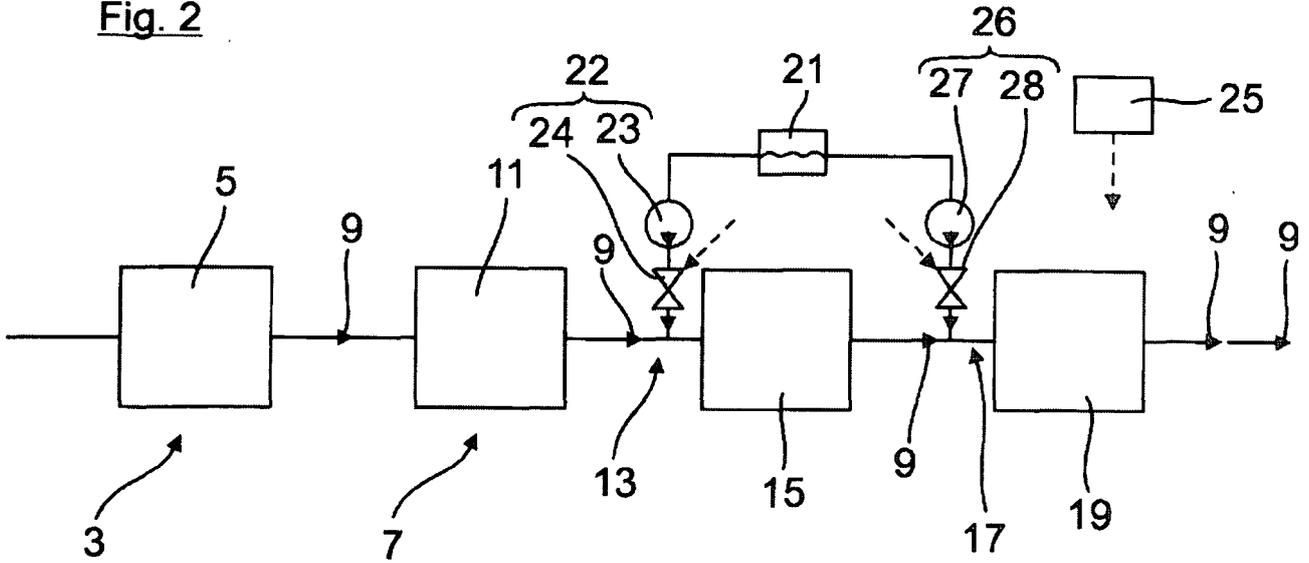


Fig. 3

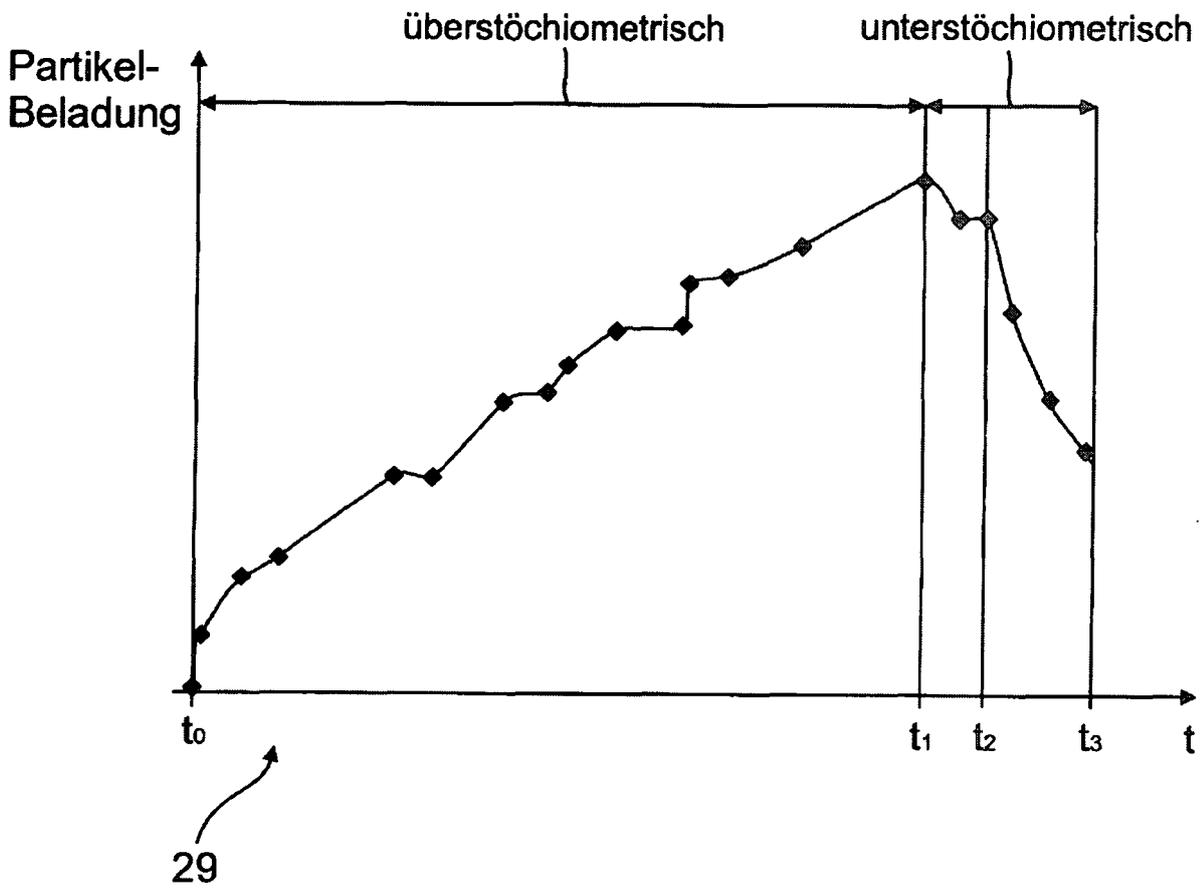


Fig. 4

