



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **103 23 607.4**
(22) Anmeldetag: **20.05.2003**
(43) Offenlegungstag: **09.12.2004**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **09.05.2019**

(51) Int Cl.: **F01N 3/28 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(74) Vertreter:
**DREISS Patentanwälte PartG mbB, 70174
Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:
**Schaller, Johannes, 71229 Leonberg, DE;
Lueders, Hartmut, 71720 Oberstenfeld, DE;
Walz, Christian, 71229 Leonberg, DE; Mayer,
Thorsten, 67551 Worms, DE; Loehr, Matthias,
71729 Erdmannhausen, DE; Schmeling, Ulf-Peter,
71726 Benningen, DE**

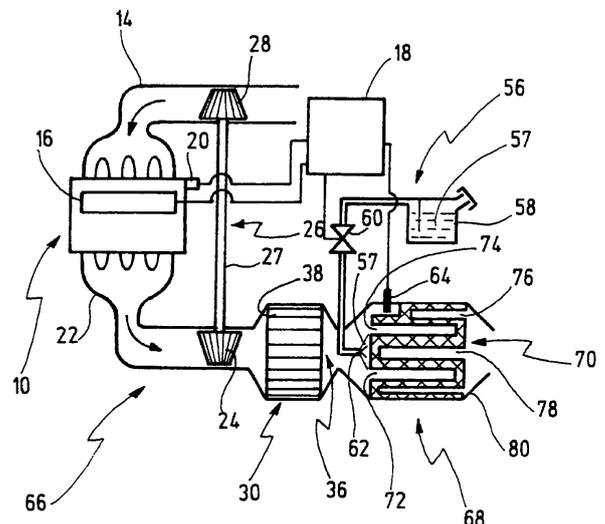
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	39 29 297	A1
DE	102 57 113	A1
WO	99/ 62 619	A2
WO	01/ 12 320	A1

SCHÖPPE, Detlev [u.a.]: Ein geregeltes Abgasnachbehandlungssystem zur Erfüllung zukünftiger Emissionsgrenzwerte bei PKW-Dieselmotoren. In: 17. Internationales Wiener Motorensymposium : 25. - 26. April 1996. Bd. 1 (Verein Deutscher Ingenieure : Fortschrittberichte VDI / 12 ; 267, 1) S. 332-353, 1, 1996, 12, S. 332-353. - ISSN 3-18-326712-8

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Reinigung von Abgasen eines Verbrennungsmotors**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zur Reinigung von Abgasen eines Verbrennungsmotors (10), das Stickoxide und Rußpartikel enthält, mit einem Oxidationskatalysator (30), einem Partikelfilter und einem SCR-Katalysator, wobei der SCR-Katalysator zusammen mit dem Partikelfilter zu einer baulichen Einheit (68) zusammengefasst ist, die nicht ohne Zerstörung des SCR-Katalysators und/oder des Partikelfilters in den SCR-Katalysator und den Partikelfilter getrennt werden kann, wobei die bauliche Einheit (68) eine Partikel aufnehmende Struktur (70) aufweist, die mit einer SCR-aktiven Masse beschichtet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur (70) als Vollextrudat realisiert ist, die eine Vielzahl von einseitig verschlossenen Kanälen (72, 74, 76, 78, 80) aufweist, die durch Partikel aufnehmende, gasdurchlässige Wände voneinander getrennt sind, und die als Trägerstruktur ausgebildet ist, wobei die Oberflächen der wechselseitig geschlossenen Kanäle (72, 74, 76, 78, 80) der Struktur (70) mit einer gasdurchlässigen katalytischen Schicht bedeckt sind.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Reinigung von Abgasen eines Verbrennungsmotors, das Stickoxide und Rußpartikel enthält, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Eine solche Vorrichtung ist aus der WO 01 / 12 320 A1 bekannt.

[0002] Der Oxidationskatalysator bildet zusammen mit dem nachgeschalteten Partikelfilter ein CRT-System (Continuously Regenerating Trap).

[0003] Bekannte Partikelfilter weisen einen keramischen Wabenkörper mit einer Vielzahl von Kanälen auf, die wechselseitig so verschlossen sind, dass das partikelbeladene Abgas durch poröse Wände des Wabenkörpers strömen muss. Dabei lagern sich die Partikel in den Poren ab. Je nach Porosität des keramischen Wabenkörpers schwankt der Wirkungsgrad der Filter zwischen 70 und 90%. Um einen unzulässig hohen Abgasgedruck durch Partikelrückstände zu vermeiden, muss der Partikelfilter regeneriert werden.

[0004] Die Regeneration erfolgt im Rahmen des CRT-Systems dadurch, dass der Oxidationskatalysator zunächst Stickstoffmonoxid aus dem motorischen Abgas mit Sauerstoff zu Stickstoffdioxid umwandelt und dass der als Rußpartikel im nachfolgenden Partikelfilter vorliegende Kohlenstoff dort mit dem Stickstoffdioxid zu CO₂ und Stickstoffmonoxid umgewandelt wird, die beide mit dem übrigen Abgas aus dem Partikelfilter ausgetragen werden. Durch diese Reaktionen wird der Partikelfilter im normalen Betrieb des Verbrennungsmotors regeneriert. Auf diese Weise wird ein hoher Wirkungsgrad der Abgasreinigung erzielt.

[0005] Das bei der Regeneration des Partikelfilters entstandene Stickstoffmonoxid wird im nachfolgenden SCR-Katalysator reduziert. Die Wirkungsweise der namensgebenden „selective catalytic reaction“ wird im Zusammenhang mit dem Aufbau eines SCR-Katalysators in D. Schöppe et al., „Ein geregeltes Abgasnachbehandlungssystem zur Erfüllung zukünftiger Emissionsgrenzwerte bei Dieselmotoren“, Fortschritt-Berichte, VDI, Reihe 12, Nr. 267, Band 1 (1996), 17. Int. Wiener Motorensymposium, S. 332-353, beschrieben. Der SCR-Katalysator setzt ein Reduktionsmittel in Ammoniak (NH₃) um, das dann katalytisch mit Stickoxiden selektiv zu Stickstoff und Wasser konvertiert wird.

[0006] Ein SCR-Katalysator fördert eine selektive katalytische Reduktion von NO_x zu N₂, wobei als Reduktionsmittel NH₃ (Ammoniak) dient, das in bekannter Weise in einem dem SCR-Katalysator vorgeschalteten Hydrolysekatalysator aus einer Harnstoff-

Wasser-Lösung gewonnen werden kann. Die Umwandlung der Harnstoff-Wasser-Lösung kann auch am SCR-Katalysator stattfinden, so dass ein separater Hydrolysekatalysator nicht obligatorisch vorhanden sein muss.

[0007] Es ist auch bekannt, SCR-Katalysatoren ohne vorgeschaltete CRT-Systeme zu betreiben, um motorisch erzeugte Stickoxide zu konvertieren. Die Konvertierungsreaktionen finden dabei nur oberhalb eines Temperaturschwellenwertes, der sogenannten Light Off Temperatur statt.

[0008] Bei der Reinigung der Abgase von modernen Verbrennungsmotoren mit hohem Wirkungsgrad, insbesondere von Dieselmotoren mit Direkteinspritzung und Abgasturbolader, ist die Abgastemperatur als Folge des hohen Wirkungsgrades sehr niedrig. Die durchschnittliche Katalysatortemperatur liegt beispielsweise bei Pkw-Dieselmotoren bei etwa 160 °C, was zusätzliche Maßnahmen für eine effektive NO_x-Verringerung zum Erreichen der Grenzwerte erforderlich macht.

[0009] Außerdem ist es auf Grund weiter steigender Anforderungen an die Abgasqualität wahrscheinlich, dass künftige Grenzwerte nur bei einer zusätzlichen Ausrüstung mit einem Partikelfilter zu erfüllen sind. Es ist daher abzusehen, dass für die Erfüllung zukünftiger Grenzwerte ein Kombisystem aus Partikelfilter und einem DeNO_x-Katalysator, beispielsweise einem SCR-Katalysator notwendig sein wird.

[0010] Um die angestrebte Partikelminderung auch dauerhaft und betriebssicher zu gewährleisten, sollte der Partikelfilter bei einer solchen Kombination in der Strömungsrichtung der Abgase vor dem DeNO_x-Katalysator angeordnet sein. In dieser Anordnung ist ein CRT-System für den Rußabbrand nutzbar. Unter Verwendung eines per se bekannten, beschichteten Partikelfilters (CDPF) liegt die Temperatur des kontinuierlichen Abbrandes bei etwa 300°C. Durch diese Anordnung erhöht sich die Wärmekapazität des Abgasnachbehandlungssystems, so dass die Light-Off - Temperatur des nachfolgenden DeNO_x-Katalysators noch schwieriger als bisher zu erreichen sein wird. Ohne Gegenmaßnahmen muss daher damit gerechnet werden, dass die Verringerung der Partikel-Emissionen durch ein vorgeschaltetes CRT-System mit Einbußen bei der NO_x-Konvertierung im nachfolgenden DeNO_x-Katalysator erkauft werden muss.

[0011] Mit anderen Worten: Die per se bekannte Kombination aus Oxidationskatalysator, Partikelfilter und DeNO_x-Katalysator in Form eines SCR-Katalysators besitzt zwar den Vorteil eines beachtlichen Abgasreinigungspotentials. Sie weist aber auch den Nachteil einer hohen Wärmekapazität auf, was gegenüber herkömmlichen SCR-Katalysatorsystemen ohne vorgeschaltetes Partikelfilter-System das Light-

Off-Verhalten verschlechtert und somit eine Erfüllung zukünftiger Abgas-Normen auch bei optimaler Ausnutzung des theoretisch möglichen Wirkungsgrads in Frage stellt. Die DeNO_x-Aktivität ist also geringer als bei herkömmlichen SCR-Systemen ohne vorgeschaltetes Partikelfilter-System. Außerdem benötigt die per se bekannte Kombination einen größeren Einbauraum, was ebenfalls als nachteilig einzustufen ist.

[0012] Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der Erfindung in der Angabe eines Abgasreinigungssystems mit einem Partikelfilter, das eine niedrigere Wärmekapazität und damit verbessertes Light-Off-Verhalten sowie eine bessere NO_x-Konvertierungsfähigkeit besitzt als die per se bekannte Kombination, das auch zukünftige Abgas-Normen bei optimaler Ausnutzung des theoretisch möglichen Wirkungsgrads erfüllt und das weniger Einbauraum benötigt als das per se bekannte System.

[0013] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteile der Erfindung

[0014] Durch diese Merkmale wird die Aufgabe der Erfindung vollkommen gelöst. Durch die Zusammenfassung der Partikelfilterfunktion und der SCR-Katalysatorfunktion in einem einzigen Bauteil verringert sich die thermische Masse des Abgasreinigungssystems beträchtlich. Dadurch kann das Abgasreinigungssystem wesentlich kompakter ausgelegt werden. Die Erfindung ermöglicht insgesamt eine Verringerung der Rußpartikel-Emission bei gleichzeitiger Verringerung der Stickoxidemissionen.

[0015] Erfindungsgemäß weist die bauliche Einheit eine Partikel aufnehmende Struktur auf, die mit einer SCR-aktiven Masse beschichtet ist oder aus einer solchen Masse besteht.

[0016] Erfindungsgemäß ist die Partikel aufnehmende Struktur ein Extrudat und weist in das Extrudat eingelagerte katalytische Zentren auf. Das Extrudat bildet in diesem Fall einen Vollkatalysator.

[0017] Dies hat den Vorteil einer noch höheren katalytischen Aktivität im Vergleich zu einer beschichteten Struktur. Die Beschichtung unterliegt nämlich mit Blick auf ihre Dicke Beschränkungen, da eine zu dicke Beschichtung den Druckverlust bei der Durchströmung unzulässig stark ansteigen lassen könnte. Diese Beschränkung hat Beschränkungen der NH₃-Speicherfähigkeit und der DeNO_x-Aktivität zur Folge. Insbesondere die DeNO_x-Aktivität, also die NO_x-Konvertierungsfähigkeit, erreicht bei einer beschichteten Struktur nicht die Werte eines herkömmlichen extrudierten SCR-Katalysators. Der besondere Vorteil der in das Extrudat eingelagerten katalytischen Zentren liegt darin, dass dieses System in der Sum-

me eine höhere katalytisch aktive Masse besitzt. Außerdem ist auch die NH₃-Speicherfähigkeit deutlich höher als bei einem beschichteten System, was eine deutliche Verbesserung des NO_x-Reduktionsvermögens unter dynamischen Bedingungen und bei tiefen Temperaturen ermöglicht, da eine höhere Anzahl an Sorptionszentren zur Verfügung steht.

[0018] Erfindungsgemäß weist die Struktur eine Vielzahl von einseitig verschlossenen Kanälen auf, die durch Partikel aufnehmende, gasdurchlässige Wände voneinander getrennt sind.

[0019] Als Folge dieser Ausgestaltung muss das Abgas durch die Wände der wechselseitig verschlossenen Kanäle hindurch diffundieren. Es strömt daher nicht nur an den Kanälen entlang, wie bei bekannten SCR-Katalysatoren. Als Folge werden bei der bevorzugten Ausgestaltung aktivitätsmindernde Prozesse, wie z.B. Film- und Porendiffusion, vermieden. Die Reaktanden werden also direkt an die aktiven Zentren geführt. Der Katalysator wird dadurch besser ausgelastet, so dass sogar eine Steigerung der DeNO_x-Aktivität gegenüber einem bisherigen SCR-Katalysator zu erwarten ist. Neben der Partikelminderung besitzt diese Ausgestaltung der Erfindung also auch ein erhöhtes NO_x-Minderungspotential.

[0020] Dadurch ist es möglich, die Baugröße eines solchen integrierten System stark zu verringern, was zu einem verbesserten Ansprungsverhalten bei niedriger Temperatur führt und einen früheren Konvertierungsbeginn durch ein schnelleres Erreichen der Light-Off-Temperatur ermöglicht. Dies ist besonders bei Anwendungen im Pkw-Bereich anzustreben, da der Verbrennungsmotor dort häufig im Teillastbereich mit niedrigen Abgastemperaturen betrieben wird.

[0021] Die Erfindung bietet also ein beachtliches Potential zur Abgasreinigung, da neben einer alltagstauglichen Anordnung des Filtersystems auch eine Steigerung des NO_x-Umsatzes gegenüber einem SCR-System ohne Filter erreicht werden kann.

[0022] Erfindungsgemäß ist die Struktur als Vollextrudat realisiert.

[0023] Durch die Realisierung als Vollextrudat kann die Masse an eingebettetem katalytischen Material maximiert werden, wobei gleichzeitig der Strömungswiderstand minimiert werden kann, da die Struktur als Vollextrudat weitestgehend aus porösem extrudiertem Material besteht.

[0024] Erfindungsgemäß ist die Struktur als Filter-Trägerstruktur ausgebildet.

[0025] Durch diese Ausgestaltung wird ein weiter verringerter Einbauraum und eine weiter verringerte Gesamtmasse und damit auch eine weiter verringerte

te Wärmekapazität der Anordnung erzielt, da keine separaten Stützstrukturen erforderlich sind.

[0026] Weiter ist bevorzugt, dass die Zufuhr eines Reduktionsmittels vor der baulichen Einheit erfolgt und dass eine Harnstoff-Wasser-Lösung als Reduktionsmittel zugeführt wird.

[0027] Diese Ausgestaltung hat eine gute Zerstäubung und Verteilung der Harnstoff-Wasser-Lösung als Reduktionsmittel im Abgasstrom zur Folge. Außerdem wird das durch eine Düse in das heiße Abgas dosierte Reduktionsmittel durch die Abgaswärme weiter aufbereitet, was die Funktion der erfindungsgemäßen Vorrichtung weiter verbessert.

[0028] Es ist weiter bevorzugt, dass die Vorrichtung ein Steuergerät aufweist, das die Zufuhr des Reduktionsmittels in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Verbrennungsmotors steuert.

[0029] Als besonders bevorzugter Betriebsparameter des Verbrennungsmotors wird eine Temperatur des Abgases oder der baulichen Einheit verwendet.

[0030] Diese Ausgestaltungen erlauben eine mengenmäßig richtige Dosierung der Harnstoff-Wasser-Lösung als Reduktionsmittel, was ebenfalls die Funktion der erfindungsgemäßen Vorrichtung weiter verbessert.

[0031] Weitere Vorteile ergeben sich aus der Beschreibung und den beigefügten Figuren.

[0032] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Figurenliste

[0033] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch, einen Verbrennungsmotor mit einer bekannten Abgasreinigungsanlage;

Fig. 2 ebenfalls schematisch, einen Verbrennungsmotor mit einer Abgasreinigungsanlage, die Merkmale der Erfindung aufweist; und

Fig. 3 eine perspektivische Darstellung eines Ausschnitts aus einer katalytischen Wabenstruktur aus Vollextrudat, die auch als Partikelfilter arbeiten kann.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0034] Die **Fig. 1** zeigt einen Verbrennungsmotor **10** zusammen mit einem Abgasreinigungssystem **12**. Dem Verbrennungsmotor **10** wird Luft aus einem Saugrohr **14** zugeführt. Über eine Einspritzanlage **16** wird Kraftstoff zu der zugeführten Luft dosiert und das so entstandene Gemisch aus Kraftstoff und Luft wird in Brennräumen des Verbrennungsmotors **10** nach einer Selbstzündung oder nach einer Fremdzündung verbrannt. Dabei wird der Verbrennungsmotor **10** und die Einspritzanlage **16** von einem Steuergerät **18** gesteuert, dem als Basis für die Steuerung des Verbrennungsmotors **10** und der Einspritzanlage **16** Signale einer Sensorik **20** über Betriebsparameter des Verbrennungsmotors **10** sowie gegebenenfalls über einen Drehmomentwunsch des Fahrers zugeführt werden. Nach der Verbrennung werden die verbrannten Restgase über einen Abgaskrümmter **22** des Abgasreinigungssystems **12** auf ein Antriebsturbinenrad **24** eines Abgasturboladers **26** geleitet. Auf diese Weise treiben die Abgase des Verbrennungsmotors **10** über das Antriebsturbinenrad **24** und eine Welle **27** ein Förderturbinenrad **28** an, das im Saugrohr **14** angeordnet ist und dem Verbrennungsmotor **10** Luft zugeführt. Durch den Antrieb des Abgasturboladers **26** wird dem Abgas kinetische Energie entzogen, was eine Abkühlung des Abgases bewirkt.

[0035] Zur Abgasreinigung enthält das bekannte Abgasreinigungssystem **12** der **Fig. 1** zumindest einen Oxidationskatalysator **30**, der in Strömungsrichtung der Abgase vor einem Partikelfilter **32** und einem dem Partikelfilter **32** nachgeschalteten SCR-Katalysator angeordnet ist. Der Oxidationskatalysator **30** weist eine Wabenstruktur **36** mit katalytisch beschichteten Kanälen **38** auf. Das Abgas des Verbrennungsmotors **10** durchströmt die beidseitig offenen Kanäle **38** der Wabenstruktur **36**. Dabei wird Stickstoffmonoxid aus dem Abgas mit Sauerstoff im Abgas an der katalytischen Beschichtung der Kanäle **38** zu Stickstoffdioxid konvertiert.

[0036] Der bekannte Partikelfilter **32** weist eine keramische Wabenstruktur **40** mit einer Vielzahl von Kanälen **42**, **44**, **46**, **48** und **50** auf, die wechselseitig so verschlossen sind, dass Kanäle **42**, **44**, die zum Oxidationskatalysator **30** offen sind, zum SCR-Katalysator **34** geschlossen sind und umgekehrt. Als Folge strömt das partikelbeladene Abgas durch poröse Wände des Wabenkörpers. Dabei lagern sich die Partikel, die im Wesentlichen aus Kohlenstoff bestehen, in den Poren der Wände ab. Je nach Porosität der keramischen Wabenstruktur **40** schwankt der Wirkungsgrad des Partikelfilters **32** zwischen 70 % und 90 %. Um einen unzulässig hohen Abgasgegenstand durch Partikelrückstände zu vermeiden, muss der Partikelfilter regeneriert werden.

[0037] Die Regeneration erfolgt bei einem CRT-System, wie es beim Gegenstand der **Fig. 1** durch die Hintereinanderschaltung des Oxidationskatalysators **30** und des Partikelfilters **32** realisiert ist, dadurch, dass der Oxidationskatalysator **30** zunächst Stickstoffmonoxid aus dem motorischen Abgas mit Sauerstoff zu Stickstoffdioxid umwandelt und dass der als Rußpartikel im nachfolgenden Partikelfilter **32** vorliegende Kohlenstoff dort mit dem Stickstoffdioxid zu CO₂ und Stickstoffmonoxid umgewandelt wird. Sowohl das Stickstoffdioxid als auch das Stickstoffmonoxid wird zusammen mit dem übrigen Abgas aus dem Partikelfilter ausgezogen, der dadurch im normalen Betrieb des Verbrennungsmotors regeneriert wird.

[0038] Das bei der Regeneration des Partikelfilters entstandene Stickstoffmonoxid wird im nachfolgenden SCR-Katalysator **34** reduziert. Die katalytische Beschichtung der Kanäle **54** der Wabenstruktur **52** des SCR-Katalysators **34** fördert eine selektive katalytische Reduktion von Stickstoffdioxid zu molekularem Stickstoff, wobei als Reduktionsmittel Ammoniak dient. Das Reduktionsmittel Ammoniak wird zum Beispiel durch eine Hydrolysereaktion im SCR-Katalysator **34** aus einer Harnstoff-Wasser-Lösung gewonnen, die aus einem Reduktionsmitteldosiersystem **56** zum Abgas vor den SCR-Katalysator **34** dosiert wird. Das Reduktionsmitteldosiersystem **56** weist im Wesentlichen einen Reduktionsmittelbehälter **58** und ein Dosierventil **60** mit einer Düse **62** auf. Das Dosierventil **60** wird in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Verbrennungsmotors **10** vom Steuergerät **18** gesteuert.

[0039] Zu den Betriebsparametern des Verbrennungsmotors **10** gehört in diesem Zusammenhang insbesondere die Temperatur des Abgasreinigungssystems **12** oder einer seiner Komponenten. Zur Erfassung dieser Temperatur ist in der **Fig. 1** ein Temperatursensor **64** vorgesehen, der die Temperatur des Partikelfilters **32** erfasst. Ein solcher Temperatursensor **64** kann jedoch auch an anderer Stelle im Abgasreinigungssystem vorgesehen sein. Als weitere Alternative kann die zur Steuerung des Verbrennungsmotors **10** und des Dosierventils **60** verwendete Temperatur auch modellhaft aus weiteren Betriebsparametern des Verbrennungsmotors wie: Luftfüllung der Brennräume, zudosierte Kraftstoffmenge et cetera, gebildet werden.

[0040] Die **Fig. 2** zeigt, ebenfalls schematisch, den Verbrennungsmotor **10** mit einer Abgasreinigungsanlage **66**, die Merkmale der Erfindung aufweist. Die erfindungsgemäße Abgasreinigungsanlage **66** nach der **Fig. 2** unterscheidet sich von der bekannten Abgasreinigungsanlage **12** nach **Fig. 1** dadurch, dass der Partikelfilter **32** und der SCR-Katalysator **34** bei dem erfindungsgemäßen Abgasreinigungssystem **66** zu einer baulichen Einheit **68** zusammengefasst sind,

die nicht ohne Zerstörung des SCR-Katalysators und/oder des Partikelfilters getrennt werden kann.

[0041] Die bauliche Einheit **68** weist eine Wabenstruktur **70** auf, in der wechselseitig geschlossene Kanäle **72, 74, 76, 78** und **80** so ausgebildet sind, dass Kanäle **72, 74**, die zum Oxidationskatalysator **30** offen sind, zur gegenüberliegenden Seite der baulichen Einheit geschlossen sind und umgekehrt. Das Abgas des Verbrennungsmotors **10** muss daher bei der Abgasreinigungsanlage **66** nach **Fig. 2** durch poröse Wände der Wabenstruktur **70** diffundieren. Bei der Diffusion scheiden sich Rußpartikel in den porösen Wänden der Wabenstruktur **70** ab. Die bauliche Einheit **68** aus **Fig. 2** arbeitet damit als Partikelfilter und übernimmt daher die Funktion des Partikelfilters **32** aus der **Fig. 1**.

[0042] Der baulichen Einheit **68** ist ein Oxidationskatalysator **30** vorgeschaltet, der zusammen mit der baulichen Einheit **68** ein CRT-System bildet, wie es im Zusammenhang mit dem Oxidationskatalysator **30** und dem Partikelfilter **32** aus der **Fig. 1** erläutert worden ist. Erfindungsgemäß ist die bauliche Einheit **68** so beschaffen, dass die Abgase, die durch die bauliche Einheit **68** diffundieren, mit katalytischen Zentren in Kontakt kommen. Dabei sind Materialien der katalytischen Zentren so ausgewählt, dass sich eine SCR-Fähigkeit ergibt. Diese Fähigkeit kann beispielsweise dadurch erzeugt werden, dass die Oberflächen der wechselseitig geschlossenen Kanäle **72, 74, 76, 78** und **80** der Wabenstruktur **70** mit einer gasdurchlässigen katalytischen Schicht bedeckt werden. Die Wabenstruktur **70** dient in diesem Fall sowohl als Tragkörper für die SCRaktive Beschichtung als auch als Partikelfilter, in dem sich die Rußpartikel abscheiden.

[0043] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird die Wabenstruktur **70** als Vollextrudat hergestellt, das katalytisches Material enthält oder ausschließlich aus katalytischem Material besteht. Die Herstellung eines solchen Vollextrudats kann mit Hilfe einer Extrudiermaschine erfolgen, die aus granulatartig zugeführten Ausgangsmaterialien Formkörper aus einer weichen plastischen Masse erzeugt, die anschließend, beispielsweise durch Kalzinierung, verfestigt wird. Das extrudierte Material besitzt als wesentliche Eigenschaften eine Porosität, die eine Partikelfilterwirkung erlaubt, und eine katalytische Aktivität, die dem Material eine SCR-Fähigkeit verleiht.

[0044] Wesentlich ist darüber hinaus, dass das Material mit diesen Eigenschaften zu einer Wabenstruktur **70** ausgeformt ist, die wechselseitig geschlossene Kanäle **72, 74, 76, 78** und **80** aufweist. Es ist gerade die erfindungsgemäße Vereinigung dieser drei Eigenschaften in einer einzigen baulichen Einheit **68**, die eine Zusammenfassung eines SCR-Katalysators

mit einem Partikelfilter zu einer nicht zerstörungsfrei trennbaren baulichen Einheit erlaubt. Dabei muss das Material nicht durch Extrusion hergestellt werden. Jedes andere Herstellungsverfahren, das die Herstellung einer partikelfilternden porösen Struktur in Verbindung mit katalytischen Oberflächen ermöglicht, kann auch zur Herstellung einer baulichen Einheit **68** mit SCR-Fähigkeit und partikelfilternder Wirkung verwendet werden. Für das Auslösen einer selektiven katalytischen Reaktion ist in der **Fig. 2** weiter ein Reduktionsmitteldosiersystem **56** vorhanden, über das Reduktionsmittel aus einem Tank **58** in gesteuerter Weise zum Abgas dosiert werden kann. Das Reduktionsmittel **56** nach **Fig. 2** kann mit dem Reduktionsmitteldosiersystem **56** nach **Fig. 1** identisch sein, mit dem Unterschied, dass die Düse **62** des Reduktionsmitteldosiersystems **56** beim Gegenstand der **Fig. 2** zwischen dem Oxidationskatalysator **30** und der baulichen Einheit **68** angeordnet ist.

[0045] **Fig. 3** zeigt eine perspektivische Darstellung eines Ausschnitts aus einer katalytischen Wabenstruktur **70** aus Vollextrudat, die eine poröse, katalytische Struktur **82** aufweist. In der Wabenstruktur **70** sind wechselseitig geschlossene Kanäle **78** und **72** angeordnet, wobei diese Kanäle **72** und **78** entsprechend der Darstellung der **Fig. 2** orientiert sind. Das bedeutet, dass Abgasbestandteile aus dem Oxidationskatalysator **30** austreten und in den ausgangsseitig verschlossenen Kanal **72** eintreten. Anschließend diffundieren sie durch die porösen, katalytischen Strukturen **82** in den eingangsseitig verschlossenen Kanal **78**, von dem aus sie die Wabenstruktur **70** verlassen. Dabei sind die Kanäle **72** und **78** durch Wandelemente **84** und **86** verschlossen.

[0046] Die Wandelemente **84** und **86** bestehen bevorzugt auch aus dem porösen katalytischen Material, weil dadurch gewissermaßen das Partikelfiltervolumen und die Anzahl der Diffusionspfade maximiert wird. Als Folge stellt sich eine Minimierung des Strömungswiderstandes der Wabenstruktur **70** ein. Alternativ können alle Wandelemente **84**, **86** oder aber ein Teil der Wandelemente **84**, **86** aus anderem Material, beispielsweise aus Material bestehen, das eine höhere Festigkeit aufweist, als die poröse, katalytische Struktur **82**. Durch diese Ausgestaltung wird eine insgesamt verbesserte Steifigkeit der Wabenstruktur **70** erzielt. Die Pfeile **88**, **90**, **92**, **94** und **96** repräsentieren Eintrittsströme und Austrittsströme der Wabenstruktur **70**. Dabei repräsentiert der Pfeil **88** einen Strom von Ammoniak, das zum Beispiel durch eine Hydrolysereaktion der als Reduktionsmittel **57** über die Düse **62** eingespritzten Harnstoff-Wasser-Lösung erzeugt worden ist. Anstelle einer Harnstoff-Wasser-Lösung können auch andere Reduktionsmittel-Vorstufen oder Reduktionsmittel zu dem Abgas dosiert werden. So kann zum Beispiel NH₃-Gas zugeführt werden.

[0047] Der Pfeil **90** repräsentiert einen Rußpartikelstrom, also einen Kohlenstoff-Teilchenstrom. Der Pfeil **92** repräsentiert die Einströmung von Stickoxiden in die Wabenstruktur **70**. Das im Stickoxidstrom **92** enthaltene Stickstoffdioxid durchströmt die poröse Struktur **82** und reagiert dort mit aus dem Kohlenstoffpartikelstrom **90** abgelagertem Kohlenstoff zu Kohlendioxid und Stickstoffmonoxid. Das Kohlendioxid wird in gasförmiger Form als Strom **98** aus der Wabenstruktur **70** ausgetragen. Falls der CRT-Effekt nicht wirksam ist, muss der Filter periodisch abgebrannt werden. Das bei der Umwandlung des abgeschiedenen Kohlenstoffs entstandene Stickstoffmonoxid wird durch die SCR-Fähigkeit der porösen katalytischen Struktur **82** mit Hilfe des Ammoniakstroms **88** zu molekularem Stickstoff und Wasser umgewandelt. Der unschädliche molekulare Stickstoff und das Wasser verlassen ebenfalls in gasförmiger Form die Wabenstruktur **70**. Neben dem bei der Umwandlung des Kohlenstoffs entstandenen Stickstoffmonoxid wird selbstverständlich auch vom Verbrennungsmotor **10** emittiertes Stickstoffmonoxid, das in dem Stickstoffoxidstrom **92** enthalten ist, durch die selektive katalytische Reaktion in der porösen katalytischen Struktur **82** umgewandelt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Reinigung von Abgasen eines Verbrennungsmotors (10), das Stickoxide und Rußpartikel enthält, mit einem Oxidationskatalysator (30), einem Partikelfilter und einem SCR-Katalysator, wobei der SCR-Katalysator zusammen mit dem Partikelfilter zu einer baulichen Einheit (68) zusammengefasst ist, die nicht ohne Zerstörung des SCR-Katalysators und/oder des Partikelfilters in den SCR-Katalysator und den Partikelfilter getrennt werden kann, wobei die bauliche Einheit (68) eine Partikel aufnehmende Struktur (70) aufweist, die mit einer SCR-aktiven Masse beschichtet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Struktur (70) als Vollextrudat realisiert ist, die eine Vielzahl von einseitig verschlossenen Kanälen (72, 74, 76, 78, 80) aufweist, die durch Partikel aufnehmende, gasdurchlässige Wände voneinander getrennt sind, und die als Trägerstruktur ausgebildet ist, wobei die Oberflächen der wechselseitig geschlossenen Kanäle (72, 74, 76, 78, 80) der Struktur (70) mit einer gasdurchlässigen katalytischen Schicht bedeckt sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Struktur (70) aus einem Extrudat mit in dem Extrudat eingelagerten katalytischen Zentren besteht.
3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zufuhr eines Reduktionsmittels (57) über eine Düse (62) zwischen dem Oxidationskatalysator (30) und der baulichen Einheit (68) erfolgt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Harnstoff-Wasser-Lösung oder NH₃ oder eine andere NH₃-abspaltende Substanz als Reduktionsmittel (57) zugeführt wird.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** ein Steuergerät (18), das die Zufuhr des Reduktionsmittels (57) in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Verbrennungsmotors (10) steuert.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Betriebsparameter des Verbrennungsmotors (10) zumindest eine Temperatur des Abgases oder der baulichen Einheit (68) verwendet wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

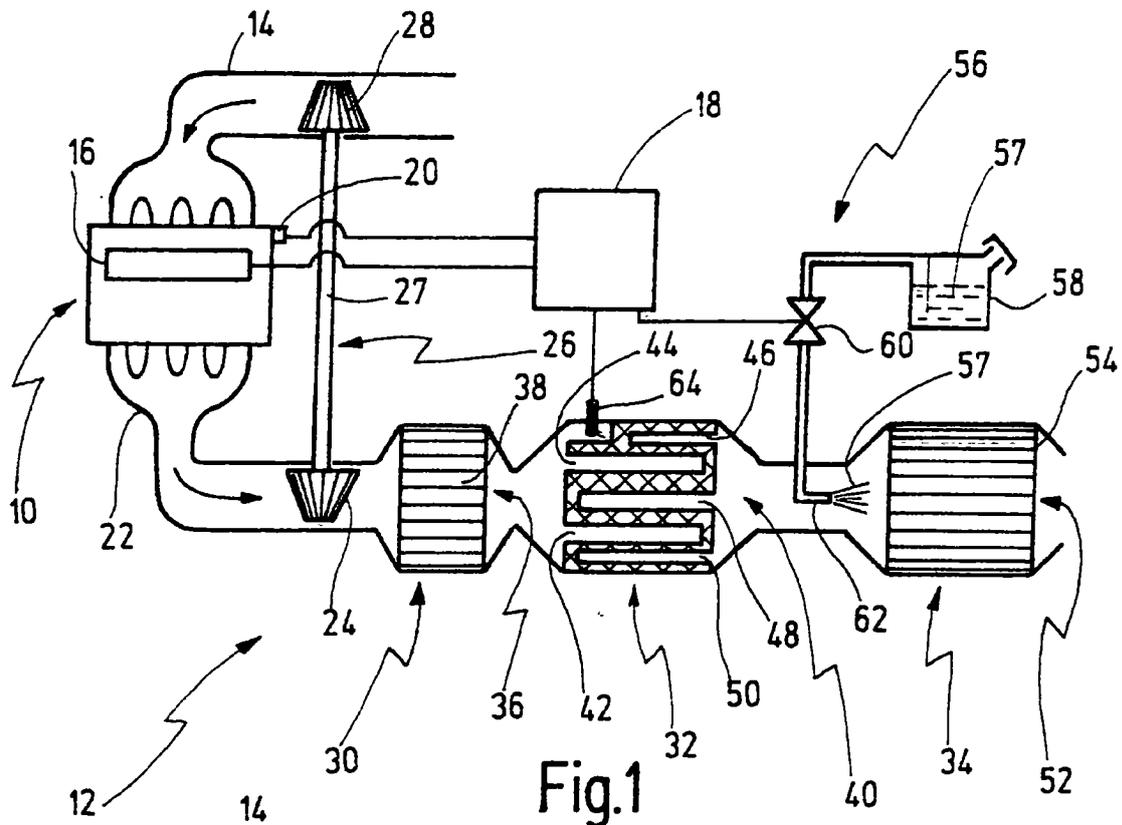


Fig.1

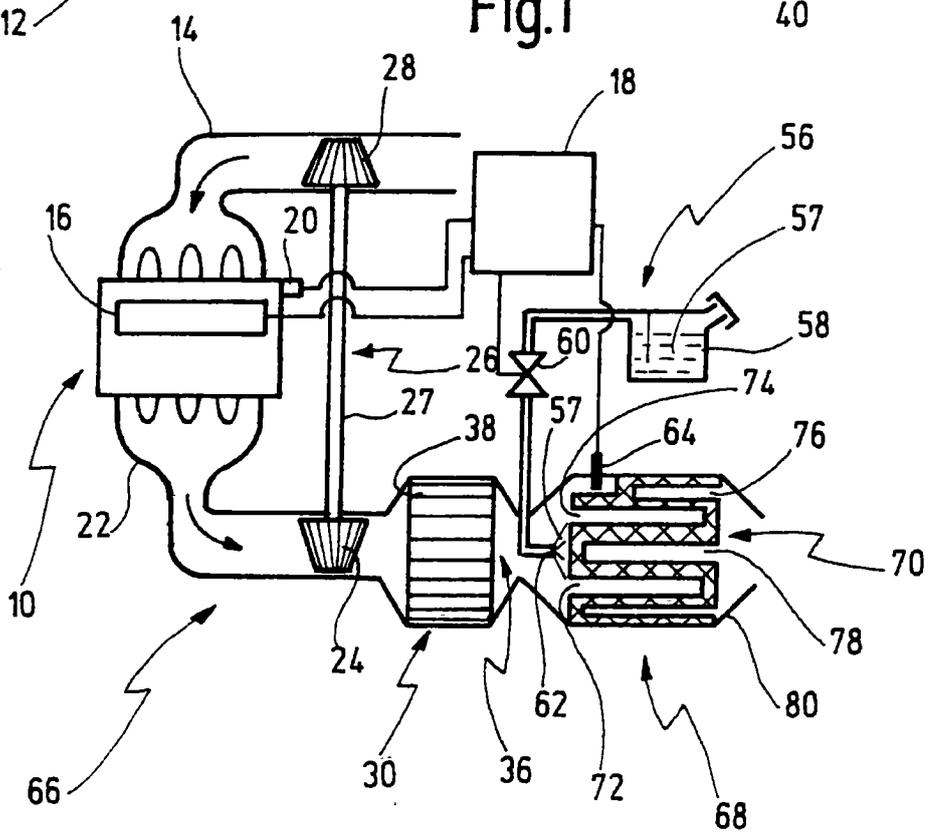


Fig.2

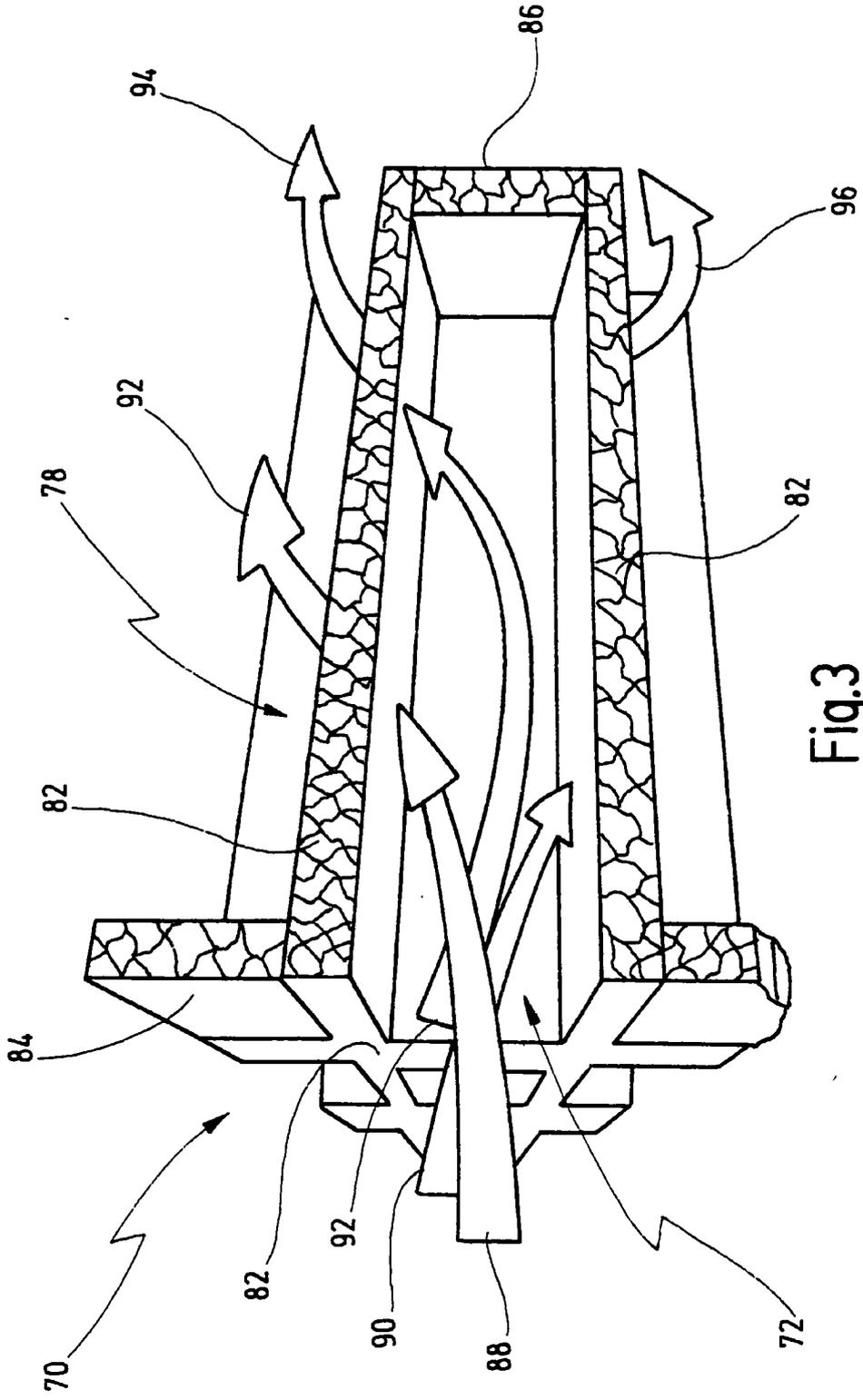


Fig.3