(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 342 889 A9

(12) **KORRIGIERTE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**
Hinweis: Bibliographie entspricht dem neuesten Stand

(15) Korrekturinformation:
Korrigierte Fassung Nr. 1 (W1 A1)
Korrekturen, siehe Seite(n) 5, 6
Bemerkungen gelöscht

(48) Corrigendum ausgegeben am:
20.10.2004 Patentblatt 2004/43

(43) Veröffentlichungstag:
10.09.2003 Patentblatt 2003/37

(21) Anmeldenummer: **02026118.6**

(22) Anmeldetag: **23.11.2002**

(51) Int Cl.[7]: **F01N 3/28**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

(30) Priorität: **14.01.2002 DE 10201042**

(71) Anmelder: **J. Eberspächer GmbH & Co. KG**
73730 Esslingen (DE)

(72) Erfinder:
- **Gaiser, Gerd, Dr.**
72768 Reutlingen (DE)
- **Zacke, Peter, Dr.**
73095 Albershausen (DE)

(54) **Abgasanlage für Verbrennungsmotoren, mit einem katalytischen Abgaskonverter**

(57) Die Erfindung betrifft eine Abgasanlage für Verbrennungsmotoren, welche einen katalytischen Abgaskonverter mit einem Gehäuse, einem in dem Gehäuse gehalterten Katalysatorkörper und einem Zulaufrohr aufweist, in welchem ein Drallerzeuger angeordnet ist, der einen zentralen Strömungsweg frei lässt, wobei der Katalysatorkörper- in axialer Blickrichtung betrachtet - einen Innenbereich und einen Außenbereich hat und die Zelldichte der Strömungskanäle in dem Innenbereich größer als in dem Außenbereich ist.

EP 1 342 889 A9

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Abgasanlage für Verbrennungsmotoren, aufweisend einen katalytischen Abgaskonverter mit einem Gehäuse, einem in dem Gehäuse gehalterten Katalysatorkörper, und einem Zulaufrohr.

[0002] Derartige Abgasanlagen mit Abgaskonverter sind in vielfältigen Ausführungen bekannt.

[0003] Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, eine Abgasanlage der eingangs genannten Art verfügbar zu machen, bei welcher der Abgaskonverter eine im Vergleich zu dem bisher Üblichen eine bessere Kombination von schnellem Anspringverhalten und dennoch gutem Alterungsverhalten hat.

[0004] Zur Lösung dieser Aufgabe ist die Abgasanlage dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Zulaufrohr des Abgaskonverters ein Drallerzeuger angeordnet ist, der einen zentralen Strömungsweg frei lässt;
und dass der Katalysatorkörper - in axialer Blickrichtung betrachtet - einen Innenbereich und einen Außenbereich hat, wobei die Zelldichte der Strömungskanäle in dem Innenbereich größer als in dem Außenbereich ist.

[0005] Katalysatorkörper sind ganz besonders in zwei technischen Ausführungen gängig: Keramikmonolith, der eine große Anzahl von längs verlaufenden Strömungskanälen aufweist, und Metall-Katalysatorkörper, bei dem ebenfalls eine große Anzahl von längs verlaufenden Strömungskanälen vorhanden, ist, wobei diese Strömungskanäle durch die Paarung eines gewellten Blechs mit einem ebenen Blech und spiralartiges Aufwickeln dieser Paarung hergestellt sind. Häufig nennt man die Strömungskanäle, bei Betrachtung in Axialrichtung, "Zellen", und der Begriff "Zelldichte" bezeichnet die Anzahl von Zellen pro Flächeneinheit in der Stirnansicht des Katalysatorkörpers. Somit bedeutet die Angabe der Zelldichte naturgemäß auch eine Angabe über den Strömungsquerschnitt jeder einzelnen Zelle bzw. jedes einzelnen Strömungskanals, wobei zusätzlich die Wanddicke zwischen benachbarten Strömungskanälen eingeht.

[0006] Katalytisch wirksames Material ist auf den Wänden der Strömungskanäle abgelagert. Die Standardtechnik besteht darin, dass man einen sogenannten Washcoat als flüssige Suspension aufbringt, wobei der Washcoat insbesondere eine Suspension von feinen Keramikteilchen (typisch Aluminiumoxid) in einer Suspensionsflüssigkeit ist. Nach dem Trocknen des Washcoats hat man eine poröse, stark Oberflächen vergrößernde Beschichtung auf den Wänden der Strömungskanäle. Die eigentlichen Katalysatorpartikel, im typischen Fall insbesondere die Edelmetalle Platin, Palladium und Rhodium, werden entweder abschließend auf dem Washcoat abgelagert oder in in der Washcoat-Suspension enthaltener Form aufgebracht.

[0007] Die wichtigsten Parameter des Abgasstroms eines Verbrennungsmotors sind sein Massenstrom (z. B. in kg/s), seine Temperatur und seine Strömungsgeschwindigkeit. Diese Parameter sind nicht alle unabhängig voneinander. Aus einem gegebenen Massenstrom mit gegebener Temperatur resultiert eine (mittlere) Strömungsgeschwindigkeit (bei einem betrachteten Strömungsquerschnitt). Wenn sich bei konstant gehaltenem Massenstrom die Temperatur erhöht oder erniedrigt, erhöht sich wegen der damit einher gehenden Dichteänderung des Abgases die Strömungsgeschwindigkeit oder erniedrigt sich.

[0008] Bei der erfindungsgemäßen Abgasanlage ist in dem Zulaufrohr des Abgaskonverters ein Drallerzeuger angeordnet, der einen zentralen Strömungsweg frei lässt. Der Drallerzeuger lässt sich so auslegen, dass bei einem niedrigen Teilbereich der vorkommenden Strömungsgeschwindigkeiten (man könnte auch sagen: "bei einem niedrigen Teilbereich der vorkommenden Massenströme" oder "bei einem niedrigen Teilbereich der vorkommenden Abgastemperaturen", wobei die gegenseitige Abhängigkeit der genannten Parameter zu berücksichtigen ist) das Abgas überwiegend oder sogar nahezu vollständig nur durch den freien zentralen Strömungsweg im Zulaufrohr und von dort in die Stirnfläche des Innenbereichs strömt. Bei höheren Strömungsgeschwindigkeiten in einem oberen Teilbereich der vorkommenden Strömungsgeschwindigkeiten (man könnte auch sagen: "Bei höheren Massenströmen" oder "Bei höheren Abgastemperaturen", wobei die gegenseitige Abhängigkeit dieser Parameter zu berücksichtigen ist) durchströmt hingegen ein sehr erheblicher Teil des Abgasstroms den Drallerzeuger und verlässt diesen als Drallströmung mit erheblicher Komponente in Umfangsrichtung. Bei kräftiger Drallströmung wird wegen der Zähigkeitskräfte im Abgas auch dem durch den freien zentralen Strömungsweg strömenden Teil des Abgases ein Drall aufgeprägt. Auf Grund der in der Gasamt-Drallströmung vorhandenen Zentrifugalkräfte wird die Strömung nach Verlassen des Zulaufrohrs überwiegend oder sogar nahezu vollständig nach außen zu der Stirnfläche des Außenbereichs des Katalysatorkörpers strömen. - Bei mittleren Strömungsgeschwindigkeiten bzw. Massenströmen bzw. Abgastemperaturen werden hingegen sowohl der Innenbereich als auch der Außenbereich des Katalysatorkörpers durchströmt.

[0009] Dieses Durchströmungsverhalten des Katalysatorkörpers ist bei der Erfindung kombiniert mit der Maßnahme, in einem Innenbereich des Katalysatorkörpers eine höhere Zelldichte als in einem Außenbereich des Katalysatorkörpers vorzusehen. Die höhere Zelldichte geht einher mit einer größeren, katalytisch aktiven Oberfläche, so dass die katalytische Abgaskonversion vom Grundsatz her in dem Innenbereich des Katalysatorkörpers perfekter abläuft als in dem Außenbereich (wenn auch um den Preis eines höheren Strömungswiderstands und eines höheren Herstellungspreises wegen größerer Edelmetallmenge).

[0010] Als "Anspringen" eines Katalysatorkörpers wird die Erreichung eines Betriebspunkts bezeichnet,

bei welchem die Konversion der umzuwandelnden Abgasbestandteile in breitem Umfang einsetzt. Zum Anspringen ist primär die Erreichung der Anspringtemperatur erforderlich. Die Anspringtemperatur lässt sich durch Wahl von Parametern, die mit dem Washcoat zusammenhängen, beeinflussen, vergleiche detailliertere Ausführungen weiter unten. Von besonderem Einfluss ist die Zahl der sogenannten katalytisch "aktiven Zentren" der Beschichtung der Strömungskanäle. Bei der erfindungsgemäßen größeren Zelldichte im Innenbereich als im Außenbereich ergibt sich, im Grundsatz, eine größere Anzahl von aktiven Zentren, verglichen mit der Situation ohne Vergrößerung der Zelldichte.

[0011] Alles in allem schafft die Erfindung, mit ihrem ersten Aspekt, eine Abgasanlage, bei welcher der Abgaskonverter bevorzugt in seinem Innenbereich angeströmt wird, wenn die Strömungsgeschwindigkeit des Abgases in einem niedrigen Teilbereich der vorkommenden Strömungsgeschwindigkeiten ist (besonders typisch: Leerlauf, aber auch Betrieb mit ziemlich niedrigen Drehzahlen, ganz besonders bei nicht weit geöffneter Drosselklappe). Der primär durchströmte Innenbereich des Katalysatorkörpers heizt sich sehr viel rascher auf als wenn der gesamte Katalysatorkörper erwärmt werden müsste. Die Anspringtemperatur wird im Innenbereich rascher erreicht. Die größere Zelldichte begünstigt die Abgaskonversion in diesem "Warmwerdungszustand" der Abgasanlage. Insbesondere das Verhalten nach einem Kaltstart des Verbrennungsmotors wird erheblich verbessert.

[0012] Wenn hingegen eine Strömungsgeschwindigkeit in einem oberen Teilbereich der vorkommenden Strömungsgeschwindigkeiten herrscht (ganz besonders typisch: höhere Drehzahlen, ganz besonders wenn die Drosselklappe weit geöffnet ist und/oder wenn bei warmem Verbrennungsmotor höhere Abgastemperaturen herrschen) wird hingegen primär der Außenbereich des Katalysatorkörpers angeströmt. Wegen der kleineren Zelldichte und der größeren Anström-Stirnfläche läuft die Durchströmung des Katalysatorkörpers mit geringerem Druckverlust ab. Die innere Aufheizung des Katalysatorkörpers durch exotherme Reaktionen verteilt sich auf ein größeres Volumen.

[0013] Nach einem zweiten Aspekt der Erfindung wird das weiter vorn genannte technische Problem dadurch gelöst, dass die Abgasanlage der eingangs genannten Art

dadurch gekennzeichnet ist,

dass in dem Zulaufrohr ein Drallerzeuger angeordnet ist, der einen zentralen Strömungsweg frei lässt;

und dass der Katalysatorkörper - in axialer Blickrichtung betrachtet - einen Innenbereich und einen Außenbereich hat, wobei der Innenbereich mit größerer Katalysatoraktivität ausgeführt ist als der Außenbereich.

[0014] Hinsichtlich der Funktion des Drallerzeugers gilt das weiter vorn im Zusammenhang mit dem ersten Aspekt der Erfindung Gesagte auch für den zweiten Aspekt der Erfindung. Die größere Katalysatoraktivität in dem Innenbereich führt dazu, dass bei den geschilderten Zuständen mit primärer Durchströmung des Innenbereichs die Abgaskonversion, im Vergleich zur Situation ohne Erhöhung der Katalysatoraktivität, begünstigt wird. Bei der Situation der primären Durchströmung des Außenbereichs wird der Innenbereich geschont.

[0015] Es wird betont, dass die Maßnahme "wobei der Innenbereich mit größerer Katalysatoraktivität ausgeführt ist als der Außenbereich" als Vorzugsmerkmal auch bei dem ersten Aspekt der Erfindung verwirklicht werden kann, so dass man sowohl mit vergrößerter Zelldichte als auch mit größerer Katalysatoraktivität im Innenbereich arbeitet. Obwohl es bevorzugt ist, dass, in diesem Fall, der Innenbereich mit größerer Zelldichte geometrisch mit dem Innenbereich mit größerer Katalysatoraktivität identisch ist (ebenso der Außenbereich), wird darauf hingewiesen, dass man grundsätzlich auch so ausbilden kann, dass der Innenbereich mit größerer Zelldichte eine kleinere oder eine größere Stirnfläche als der Innenbereich mit größerer Katalysatoraktivität hat (ebenso der Außenbereich).

[0016] Die Erfindung ist nicht darauf beschränkt, dass der Katalysatorkörper in nur zwei Teilbereiche, wie sie bisher als Innenbereich und Außenbereich geschildert worden sind, aufweist. Es sind auch Ausführungen möglich, bei denen man mehr als zwei Teilbereiche unterscheiden kann, die sich hinsichtlich Zelldichte und/oder Katalysatoraktivität unterscheiden.

[0017] In aller Regel bildet man so aus, dass die Stirnfläche des Innenbereichs auf den freien zentralen Strömungsweg des Zulaufrohrs ausgerichtet ist. Dies bedeutet nicht zwingend, dass die Längsmittelachse des Innenbereichs mit der Längsmittelachse des gesamten Katalysatorkörpers zusammenfällt, wie weiter untern noch deutlicher werden wird. In aller Regel, aber nicht zwingend, besitzt das Gehäuse des Abgaskonverters einen an das dortige Ende des Zulaufrohrs anschließenden Erweiterungsabschnitt, so dass die Gesamt-Zuströmstirnseite des Katalysatorkörpers deutlich größer ist als der Strömungsquerschnitt des Zulaufrohrs an seinem Ende. In vielen Fällen erfordern die Katalysatorkörper eine derartige größere Zuströmstirnseite. Außerdem ist die Erweiterung des Strömungsquerschnitts für die Ausbildung der weiter vorn beschriebenen Drallströmung günstig.

[0018] Vorzugsweise ist der Abgaskonverter so ausgelegt, dass mindestens 40%, besonders bevorzugt mindestens 50% und ganz besonders bevorzugt mindestens 60%, des zuströmenden Abgasstroms durch den Innenbereich des Katalysatorkörpers strömen, wenn der Abgasstrom eine Strömungsgeschwindigkeit in einem unteren Teilbereich des beim Betrieb in der Abgasanlage auftretenden Bereichs von Strömungsgeschwindigkeiten hat. Der genannte untere Teilbereich umfasst vorzugsweise 0 bis 10%, ganz besonders bevorzugt 0 bis 20% und höchst bevorzugt 0 bis 30%, des Gesamtbereichs der auftretenden Strömungsgeschwindigkeiten.

[0019] Vorzugsweise ist der Abgaskonverter so ausgelegt, dass mindestens 80%, besonders bevorzugt mindestens 90%, des zuströmenden Abgasstroms durch den Außenbereich des Katalysatorkörpers strömen, wenn der Abgasstrom eine Strömungsgeschwindigkeit in einem oberen Teilbereich des beim Betrieb in der Abgasanlage auftretenden Bereichs von Strömungsgeschwindigkeiten hat. Der genannte obere Teilbereich umfasst vorzugsweise 80 bis 100%, besonders bevorzugt 70 bis 100%, des Gesamtbereichs der auftretenden Strömungsgeschwindigkeiten. Was die Flächengröße der Stirnfläche des Innenbereichs des Katalysatorkörpers anlangt, ist es bevorzugt, wenn diese Flächengröße in dem Bereich liegt, der mit der Querschnittsfläche des freien zentralen Strömungswegs beginnt bis zu dem Gesamtströmungsquerschnitt des stromabwärtigen Endes des Zulaufrohrs geht. Es ist aber auch möglich, die Stirnfläche des Innenbereichs noch größer zu machen.

[0020] Vorzugsweise ist der Drallerzeuger mit seiner Außenseite an der Innenseite des Zulaufrohrs befestigt, besonders bevorzugt angeschweißt. Auf diese Weise ist eine äußere Umströmung des Drallerzeugers ausgeschlossen. Alternativ ist bevorzugt, dass der Drallerzeuger integral mit dem Zulaufrohr hergestellt worden ist, insbesondere durch Gießen oder durch Hochdruckumformung.

[0021] Zur konkreten technischen Verwirklichung des Drallerzeugers gibt es eine Reihe von Möglichkeiten. Nach einer ersten bevorzugten Möglichkeit weist der Drallerzeuger einen ringförmigen Kranz von Leitschaufeln auf. Nach einer zweiten bevorzugten Möglichkeit weist der Drallerzeuger mindestens ein wendelförmig längs des Zulaufrohrs verlaufendes Strömungsleitelement auf; die Ausdrucksweise "längs des Zulaufrohrs" soll nicht etwa "längs des gesamten Zulaufrohrs" bedeuten, sondern lediglich die Längsausrichtung des Strömungsleitelements wiedergeben.

[0022] Funktional kommt es bei dem erfindungsgemäß vorgesehenen Drallerzeuger darauf an, dass bei relativ niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten des Abgases (bzw. Massenströmen bzw. Temperaturen) praktisch überhaupt kein oder nur wenig Drall erzeugt wird, während bei relativ hohen Strömungsgeschwindigkeiten (bzw. Massenströmen bzw. Temperaturen) viel Drall erzeugt wird. Dabei kann auf praktisch vollständige "Strömungsumschaltung" ausgelegt werden, also unterhalb eines ersten Schwellenwerts der Strömungsgeschwindigkeit praktisch 100% für die Anströmung des Innenbereichs und praktisch 0% für die Anströmung des Außenbereichs, und oberhalb eines zweiten Schwellenwerts der Strömungsgeschwindigkeit praktisch 0% zur Anströmung des Innenbereichs und praktisch 100% zur Anströmung des Außenbereichs. Alternativ kann man aber die Auslegung mit weniger scharfer Strömungsumschaltung machen, also z.B. nie weniger als 20% (vorzugsweise nie weniger als 10%) zur Anströmung des Innenbereichs oder nie weniger als 30% (vorzugsweise nie weniger als 20%) zur Anströmung des Außenbereichs.

[0023] Außerdem kann man durch Auslegung des Drallerzeugers bestimmen, wann das Umschalten deutlich einsetzt und wann das Umschalten deutlich aufhört.

[0024] Folgende Geometrieparameter, welche die Auslegung beeinflussen, seien genannt:

- Anzahl der Leitschaufeln für den Umfang;
- Anzahl der wendelförmigen Strömungsleitelemente, die umfangsmäßig versetzt vorgesehen sind;
- Überlappung der Leitschaufeln in axialer Blickrichtung;
- Anstellwinkel der Leitschaufeln oder des wendelförmigen Strömungsleitelements ("Steigung");
- Höhe der Leitschaufeln oder des Strömungsleitelements und dadurch bestimmt der Durchmesser des freien zentralen Strömungswegs;
- Länge der Leitschaufeln bzw. des Strömungsleitelements in Axialrichtung;
- Position des Drallerzeugers in axialer Hinsicht in dem Zulaufrohr (axialer Abstand zum Ende des Zulaufrohrs oder axialer Überstand über das Ende des Zulaufrohrs hinaus);
- zunehmender Anstellwinkel der Leitschaufeln (d.h. gekrümmte Leitschaufeln) oder zunehmender Anstellwinkel des Strömungsleitelements (d.h. abnehmende Steigung) längs des Drallerzeugers;
- zunehmende Höhe der Leitschaufeln oder des Strömungsleitelements längs des Drallerzeugers;
- Durchmesser des Zulaufrohrs;
- Durchmesser bzw. Flächengröße der Stirnseite des Katalysatorkörpers;
- Winkel der Erweiterung bei dem Erweiterungsabschnitt;
- axialer Abstand zwischen dem Drallerzeuger und der Stirnseite des Katalysatorkörpers.

[0025] Die Anzahl der Leitschaufeln bzw. der Strömungsleitelemente hat einen erheblichen Einfluss auf die Gleichmäßigkeit des erzeugten Zentrifugalfeldes. Eine größere Anzahl bewirkt ein gleichmäßiges Zentrifugalfeld. Andererseits nimmt der Druckverlust des Drallerzeugers mit der Anzahl zu.

[0026] Wenn der Drallerzeuger mit überlappenden Leitschaufeln ausgelegt wird, hat man schon bei geringen Strömungsgeschwindigkeiten einen fühlbaren Strömungswiderstand im Drallerzeuger; die Abströmung erfolgt besonders ausgeprägt nur zu dem Innenbereich des Katalysatorkörpers. Andererseits hat man bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten einen relativ hohen Strömungswiderstand.

[0027] Der Anstellwinkel der Leitschaufeln bzw. des Strömungsleitelements hat einen besonders großen Einfluss auf die Stärke des erzeugten Dralls. Stark angestellte Leitschaufeln führen z.B. schon bei mittleren Strömungsgeschwindigkeiten zu einem so starken Drall, dass der Teil des Abgasstroms zur Anströmung

des Innenbereichs des Katalysatorkörpers sehr klein wird. Bei besonders hohen Zentrifugalkräften der Drallströmung wird der Druck im Kernbereich der Strömung, d.h. durch den freien zentralen Strömungsweg, so klein, dass ein Abströmen zu dem Innenbereich des Katalysatorkörpers weitgehend vermieden werden kann. Der Anstellwinkel wird relativ zur Axialrichtung des Zulaufrohrs gemessen.

[0028] Die Höhe der Leitschaufeln bzw. des Strömungsleitelements, besonders in Relation zu dem Gesamtdurchmesser des Zulaufrohrs, hat besonders Einfluss auf den Anteil der Strömung, der bei kleinen Strömungsgeschwindigkeiten zu dem Innenbereich des Katalysatorkörpers strömen soll. Bei relativ geringer Höhe der Leitschaufeln bzw. des Strömungsleitelements und damit einem großen Durchmesser des freien zentralen Strömungswegs wird ein größerer Teil der Strömung zu dem Innenbereich des Katalysatorkörpers strömen.

[0029] Bei der axialen Länge der Leitschaufeln bzw. des Strömungsleitelements ist die Tendenz grundsätzlich so, dass bei einer größeren Länge ein stärkerer Drall auch im freien zentralen Strömungsweg erzeugt wird. Mit zunehmender Länge nimmt der Druckverlust des Drallerzeugers zu. Längs des Drallerzeugers zunehmender Anstellwinkel der Leitschaufeln bzw. des Strömungsleitelements und längs des Drallerzeugers zunehmende Höhe der Leitschaufeln bzw. des Strömungsleitelements reduzieren den Druckverlust des Abgaskonverters im Vergleich zu Drallerzeugern ohne diese Maßnahmen.

[0030] Auch der Abstand zwischen dem Drallerzeuger und der Stirnfläche des Innenbereichs des Katalysatorkörpers hat beträchtlichen Einfluss. Je größer dieser Abstand ist, desto mehr wird die Anströmung des Außenbereichs begünstigt.

[0031] Die Leitschaufeln können verwunden (= Anstellwinkel, der sich beim Fortschreiten längs des Radius ändert) sein oder nicht.

[0032] Vorzugsweise hat der Innenbereich des Katalysatorkörpers eine Stirnfläche, die höchstens 20% der Gesamtstirnfläche des Katalysatorkörpers einnimmt, besonders bevorzugt höchstens 15% der Gesamtstirnfläche und ganz besonders bevorzugt höchstens 10%. Der für ein konkretes Produkt gewählte Prozentsatz der Gesamtstirnfläche ist ein Kompromiss zwischen der möglichst sicheren Anströmung überwiegend nur des Innenbereichs ganz besonders beim Warmfahren des Verbrennungsmotors, einerseits, und möglichst guter Schonung des Innenbereichs bei hohen Lastzuständen des Verbrennungsmotors und/oder hohen Abgastemperaturen, andererseits.

[0033] Vorzugsweise beträgt die flächenbezogene Zelldichte im Innenbereich mindestens das 1,2-fache der Zelldichte im Außenbereich, besonders bevorzugt mindestens das 1,5-fache und ganz besonders bevorzugt mindestens das 1,7-fache. Hier geht es um einen optimalen Kompromiss zwischen Verbesserung der Konversion insbesondere beim Warmfahren des Verbrennungsmotors, einerseits, und Vermeidung ungebührlicher Erhöhung des Strömungswiderstands und der Produktionskosten auf Grund größeren Edelmetallverbrauchs, andererseits.

[0034] Vorzugsweise ist für die größere Katalysatoraktivität im Innenbereich des Katalysatorkörpers eine größere Edelmetallbeladung vorgesehen, besonders bevorzugt eine mindestens 20% größere Edelmetallbeladung und ganz besonders bevorzugt eine mindestens 30% größere Edelmetallbeladung als im Außenbereich. Hier geht es um einen optimalen Kompromiss zwischen erhöhter Abgaskonversion im Innenbereich, einerseits, und Begrenzung der Erhöhung der Produktionskosten durch höheren Edelmetalleinsatz, andererseits.

[0035] Vorzugsweise ist für die größere Katalysatoraktivität im Innenbereich des Katalysatorkörpers eine feinere Edelmetalldispersion vorgesehen, besonders bevorzugt eine mindestens 20% feinere Edelmetalldispersion und ganz besonders bevorzugt eine mindestens 30% feinere Edelmetalldispersion als im Außenbereich. Hier geht es um einen guten Kompromiss zwischen guter Abgaskonversion beim Warmfahren des Verbrennungsmotors, einerseits, und Begrenzung der Alterung des Katalysatorkörpers. Je feiner die eingesetzte Edelmetalldispersion ist, desto größer ist die Gefahr der Alterung durch Sintern der aktiven Zentren bei hohen Abgastemperaturen.

[0036] Vorzugsweise ist für die größere Katalysatoraktivität im Innenbereich des Katalysatorkörpers eine andere Edelmetallzusammensetzung vorgesehen als im Außenbereich. Hier geht es um einen guten Kompromiss zwischen Abgaskonversion beim Warmfahren des Verbrennungsmotors, einerseits, und Begrenzung der Produktionskosten durch Wahl möglichst preiswerter Edelmetallzusammensetzungen sowie Alterungsbeständigkeit, andererseits.

[0037] Die in den vorangehenden Absätzen angesprochenen konkreten technischen Möglichkeiten zur Erhöhung der Katalysatoraktivität im Innenbereich des Katalysatorkörpers im Vergleich zu dessen Außenbereich führen alle dazu, dass - verglichen mit einer Situation ohne vorgenommene Erhöhung der Katalysatoraktivität-die Anspringtemperatur des Innenbereichs sinkt und dass selbst nach gewisser Alterung des Katalysatorkörpers (was normalerweise mit einer Erhöhung der Anspringtemperatur einhergeht) noch ausreichend Reserven für ein ordnungsgemäßes Funktionieren der Abgaskonversion bestehen. Die mit der Erhöhung der Katalysatoraktivität einhergehenden Nachteile, wie Erhöhung der Produktionskosten und Erhöung der Anfälligkeit für Altern, werden dadurch in Grenzen gehalten, dass bei höheren Lastzuständen des Verbrennungsmotors der Innenbereich des Katalysatorkörpers im Wesentlichen nicht mehr oder zumindest reduziert durchströmt wird.

[0038] Vorzugsweise ist der Innenbereich des Katalysatorkörpers nur auf einer Teillänge mit größerer Katalysatoraktivität ausgeführt als der Außenbereich. Bei

einem Teil der Ausführungsfälle kann es nämlich günstiger sein, den Innenbereich in seinem Querschnitt größer zu machen als man es bei Nutzung seiner gesamten Länge mit größerer Katalysatoraktivität tun müsste, und stattdessen nur eine Teillänge des Innenbereichs mit größerer Katalysatoraktivität auszuführen. Ein besonders geeignetes Verfahren zur Aufbringung des Washcoats auf einer Teillänge des Innenbereichs besteht darin, dass man den Katalysatorkörper oben auf ein Rohrstück stellt und die Suspension von unten her durch das Rohr so lange zuführt, bis sie eine bestimmte Höhe im Innenbereich des Katalysatorkörpers erreicht hat. Anschließend wird die überschüssige Suspension nach unten ausgeblasen. Dieses Herstellungsverfahren stellt eine Erfindung dar, und es wird ausdrücklich betont, dass diese Erfindung hiermit auch unabhängig von den anderen Abgasanlagen-Merkmalen gemäß erstem Aspekt und zweitem Aspekt der weiter vorn geschilderten Erfindung ist.

[0039] Die Beschichtung des Katalysatorkörpers mit der Washcoat-Suspension kann in einem Tauchvorgang mit anschließendem Ausblasen oder in mehreren Tauchvorgängen mit anschließendem Ausblasen nacheinander durchgeführt werden, wobei im letztgenannten Fall die Beschichtung in mehreren Schritten aufgebaut wird. Bei dem Innenbereich des Katalysatorkörpers kann man entweder, aufbauend auf einen Washcoat gleich dem im Außenbereich aufgebrachten Washcoat, einen oder mehrere Washcoatlagen insbesondere zur Erzeugung der größeren Katalysatoraktivität aufbringen. Alternativ ist es möglich, den Innenbereich und den Außenbereich in separaten Beschichtungsgängen separat zu beschichten. Auch hier kann man für den Innenbereich mit einem aufgesetzten Zuführrohr arbeiten und bei der Beschichtung des Außenbereichs mit einer Abdeckung der Stirnseite des Innenbereichs.

[0040] Das Zulaufrohr hat im Interesse einer effektiven Erzeugung der Drallströmung vorzugsweise einen kreisrunden Querschnitt. Ein kreisrunder Querschnitt ist auch für das Abgaskonverter-Gehäuse insgesamt bevorzugt, weil dies für eine spiralförmige Durchströmung die besten Strömungsvoraussetzungen bietet. Alternativ ist jedoch eine im Wesentlichen elliptische Konfiguration des Gehäusequerschnitts bevorzugt. Eine im Wesentlichen elliptische Querschnittskonfiguration ist bei Schalldämpfern, die unter dem Boden von Kraftfahrzeugen angebracht sind, recht häufig anzutreffen. Wie bei Schalldämpfern ist bei dem Abgaskonverter die geringere Bauhöhe im Vergleich zu einem querschnittsgleichen Abgaskonverter mit kreisrundem Querschnitt als Vorteil hervorzuheben.

[0041] Es gibt Ausführungsformen, bei denen es günstig ist, die Längsmittelachse des Innenbereichs des Katalysatorkörpers gegenüber der Längsmittelachse des Gesamt-Katalysatorkörpers versetzt anzuordnen. Als typische Beispiele hierfür seien nicht-zentrale Positionierung des Zulaufrohrs und schräge Einmündung des Zulaufrohrs in das Gehäuse genannt. Die Stirnseite des Innenbereichs des Katalysatorkörpers soll so positioniert sein, dass der durch den freien zentralen Strömungsweg strömende Abgasstrom bzw. der nicht von der Drallströmung erfasste Teil des Abgasstroms innerhalb der Stirnseite des Innenbereichs auf den Katalysatorkörper trifft.

[0042] Es gibt die Möglichkeit, gezielt für den Innenbereich oder gezielt für den Außenbereich des Katalysatorkörpers, d.h. vor der vorderen Stirnseite, in dem Katalysatorkörper oder hinter der hinteren Stirnseite, eine gezielt den Strömungswiderstand erhöhende Ausbildung vorzusehen, insbesondere in Form einer lokalen Verengung des Strömungsquerschnitts oder in Form von lokalen Strömungsbremsen. Eine den Strömungswiderstand für den Innenbereich gezielt erhöhende Ausbildung begünstigt ein Strömen hin zu dem Außenbereich des Katalysatorkörpers (wie es im Prinzip bei der Maßnahme "größere Zelldichte in dem Innenbereich" der Fall ist) und umgekehrt. Gezielt den Strömungswiderstand erhöhende Ausbildungen sind ein äußerst wirksames Mittel, um praktisch perfekte Umschaltschärfe bei dem Drallerzeuger/freier zentraler Strömungsweg zu erreichen, wobei man in diesem Fall bei der Auslegung des Drallerzeugers mehr Freiheit gewonnen hat.

[0043] Es ist möglich, vor die Frontseite des Innenbereichs des Katalysatorkörpers ein Innenrohrstück zu positionieren, welches vorzugsweise im Wesentlichen gleichen Durchmesser wie der Innenbereich hat. Das Innenrohrstück begünstigt das Zuströmen zu dem Innenbereich bei niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten.

[0044] Wenn in der vorliegenden Anmeldung von Strömungsgeschwindigkeit und Temperatur des durch das Zulaufrohr zuströmenden Abgasstroms gesprochen wird, wird ein Strömungsquerschnitt vor dem Drallerzeuger betrachtet. Da Strömungsgeschwindigkeit und Temperatur über den Querschnitt nicht konstant sind, sind über den Querschnitt gemittelte Werte gemeint. Angesichts der Abgaspulsationen sind für geeignete kurze Zeitintervalle zeitlich gemittelte Werte gemeint. Insgesamt könnte man alternativ den Massenstrom betrachten, insbesondere weil hier die Querschnittsmittelung nicht erforderlich ist. Konstante Abgastemperatur betrachtet, hängt die mittlere Strömungsgeschwindigkeit unmittelbar mit dem Massenstrom zusammen. Konstanten Massenstrom betrachtet, hängt die gemittelte Strömungsgeschwindigkeit unmittelbar mit der Abgastemperatur zusammen. Statt mit dem Begriff "Strömungsgeschwindigkeit" könnte man die Aussagen in der vorliegenden Anmeldung auch mit dem Begriff "temperaturnormierter Massenstrom" verknüpfen.

[0045] Es wird ausdrücklich betont, dass der Gegenstand der Erfindung, in umfassendster Ausdrucksweise, Folgendes ist:

[0046] Abgasanlage für Verbrennungsmotoren, aufweisend einen katalytischen Abgaskonverter mit einem Gehäuse, einem in dem Gehäuse gehalterten Katalysa-

torkörper, und einem Zulaufrohr,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Zulaufrohr ein Drallerzeuger angeordnet ist, der einen zentralen Strömungsweg frei läßt;
und dass bei dem Katalysatorkörper ein die Katalysatorwirksamkeit beeinflussender Parameter quer zur Richtung des Strömungswegs variiert.

[0047] Die vorstehend beschriebenen Merkmale "Zelldichte der Strömungskanäle in dem Innenbereich des Katalysatorkörpers größer als in dem Außenbereich" und "Innenbereich mit größerer Katalysatoraktivität als der Außenbereich" stellen speziellere Fälle des Merkmals "ein die Katalysatorwirksamkeit beeinflussender Parameter variiert quer zur Richtung des Strömungswegs" dar.

[0048] Es wird betont, dass nicht nur die bisher angesprochene Abgasanlage Gegenstand der Erfindung ist, sondern auch der angesprochene Abgaskonverter, und zwar sowohl gemäß erstem Aspekt der Erfindung als auch gemäß zweitem Aspekt der Erfindung, für sich ein Gegenstand der Erfindung ist. Alle offenbarten Vorzugsausbildungen gelten nicht nur für die Abgasanlage insgesamt, sondern auch für deren, die Erfindung verkörpernden Bestandteil "Abgaskonverter".

[0049] Aus dem Dokument WO 00/12879 ist ein katalytischer Abgaskonverter mit einem zugeordneten Zulaufrohr bekannt, in dem ein Drallerzeuger, der einen zentralen Strömungsweg durch das Zulaufrohr frei lässt, angeordnet ist. Dort ist jedoch die Ausbildung so, dass eine gleichmäßige Anströmung der vorderen Stirnseite des Katalysatorkörpers erreicht werden soll.

[0050] Die Erfindung und bevorzugte Ausführungen der Erfindung werden nachfolgend anhand von schematisiert zeichnerisch dargestellten Ausführungsbeispielen noch näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine Abgasanlage in Seitenansicht, sozusagen einbaufertig zum Einbau von unten an ein Kraftfahrzeug mit Verbrennungsmotor;

Fig. 2 einen katalytischen Abgaskonverter im Längsschnitt;

Fig. 3 den Abgaskonverter von Fig. 2 in der geschnittenen Stirnansicht gemäß III-III in Fig. 2;

Fig. 4 den Abgaskonverter von Fig. 2, jedoch in einem anderen Durchströmungszustand, im Längsschnitt;

Fig. 5 einen Querschnitt des Abgaskonverters von Fig. 2 gemäß V-V in Fig. 2;

Fig. 6 in einem Querschnitt analog Fig. 5 einen abgewandelten Abgaskonverter;

Fig. 7 in einem Querschnitt analog Fig. 5 einen abgewandelten Abgaskonverter;

Fig. 8 in einem Querschnitt analog Fig. 5 eine zweite Ausführungsform eines Abgaskonverters;

Fig. 9 in einem Querschnitt analog Fig. 5 und Fig. 8 einen abgewandelten Abgaskonverter der zweiten Ausführungsform;

Fig. 10 in einem Querschnitt analog Fig. 2 eine dritte Ausführungsform eines Abgaskonverters;

Fig. 11 in einem Querschnitt analog Fig. 2 bzw. Fig. 10 eine vierte Ausführungsform eines Abgaskonverters;

Fig. 12 in einem Längsschnitt analog Fig. 2 eine fünfte Ausführungsform eines Abgaskonverters;

Fig. 13 einen Teil eines Abgaskonverters im Längsschnitt, wobei ein Drallerzeuger alternativer Ausführungsform vorgesehen ist.

[0051] In Fig. 1 ist eine Abgasanlage 2 für einen Verbrennungsmotor eines Fahrzeugs mit ihren wesentlichsten Komponenten dargestellt. Fortschreitend vom stromaufwärtigen Ende zum stromabwärtigen Ende hat man die folgenden Komponenten: Krümmer 4, der an den Zylinderkopf des Verbrennungsmotors angeschraubt wird und die Abgase aus den Zylindern des Verbrennungsmotors in einen gemeinsamen Rohrabschnitt 6 zusammenführt; katalytischer Abgaskonverter 12; Mittelschalldämpfer 14; Rohrabschnitt 16, der um die Hinterachse des Kraftfahrzeugs herumführt; Endschalldämpfer 18.

[0052] In Fig. 2 ist ein erfindungsgemäßer Abgaskonverter 12 dargestellt. Man erkennt ein Zulaufrohr 22 mit kreisförmigem Querschnitt, ein Gehäuse 24 mit einem konusförmigen Erweiterungsabschnitt 24a, einer Umfangswand 24b und einem konusförmigen Verjüngungsabschnitt 24c, und ein Ablaufrohr 26 mit kreisförmigem Querschnitt. Kurz vor dem in Fig. 2 rechten Ende des Zulaufrohrs 22, wo es in den Erweiterungsabschnitt 24a übergeht, ist in dem Zulaufrohr 22 ein Drallerzeuger 40 angeordnet.

[0053] Der Drallerzeuger 40 besteht aus einem umfangsmäßig verteilten Kranz von Leitschaufeln 46, die in Fig. 2 schematisiert als schräg gestellte Fläche dargestellt sind und in Fig. 3 etwas anschaulicher zu sehen sind. Die Leitschaufeln 46 sind an ihrem radial äußeren Rand an der Innenseite des Zulaufrohrs 22 angeschweißt und haben eine radiale Höhe 48, siehe Fig. 3. Die Leitschaufeln lassen mit ihren inneren Rändern einen zentralen Strömungsweg 50 frei, dessen Durchmesser bei dem gezeichneten Ausführungsbeispiel etwa 60% des Innendurchmessers des Zulaufrohrs 22 beträgt. In Fig. 2 ist der Durchmesser des zentralen Strömungswegs mit zwei gepunkteten Linien 52 angedeutet.

[0054] In dem Gehäuse 24 ist ein Katalysatorkörper

60 gehaltert, der z.B. als Keramikmonolith mit einer Vielzahl von längs durch ihn verlaufenden Strömungskanälen 62 aufgebaut ist. Der Katalysatorkörper 60 weist einen Innenbereich 64 und einen Außenbereich 66 auf. Der Innenbereich 64 hat eine Längsmittelachse, die mit der Längsmittelachse 68 des gesamten Katalysatorkörpers 60 zusammenfällt. Der Innenbereich 64 hat in Fig. 2 links eine Stirnseite 70 (= Zuströmseite), und der Außenbereich 66 hat in Fig. 2 links eine Stirnseite 72 (= Zuströmseite). Die Flächengröße der Stirnseite 70 des Innenbereichs 64 ist etwas größer als der Querschnitt des freien zentralen Strömungswegs 50.

[0055] Anhand der Figuren 2 und 4 werden zwei unterschiedliche Durchströmungszustände des Abgaskonverters 8 veranschaulicht.

[0056] Ein beim Betrieb des Verbrennungsmotors durch die Abgasanlage 2 strömender Abgasstrom ist, was das Zulaufrohr 22 vor dem Drallerzeuger 40 anlangt, mit Pfeilen 80 gezeichnet. Der dortige Abgasstrom 80 hat bei einem bestimmten Betriebszustand des Verbrennungsmotors einen bestimmten Massenstrom, eine daraus resultierende bestimmte (über den Strömungsquerschnitt gemittelte) Strömungsgeschwindigkeit und eine (über den Strömungsquerschnitt gemittelte) Temperatur.

[0057] Bei Strömungsgeschwindigkeiten, die in einem unteren Teilbereich des beim Betrieb der Abgasanlage 2 auftretenden Bereichs von Strömungsgeschwindigkeiten sind, hat das Vorhandensein des Drallerzeugers nur geringen Einfluss auf die Strömung. Der Drallerzeuger 40 stellt einen Strömungswiderstand dar, so dass die Strömung weit überwiegend durch den zentralen Strömungsweg 50 geht. Außerdem ist der strömungsmechanische Einfluss der Leitschaufeln 46 auf die Strömung relativ gering, weil die Leitschaufeln 46 auf Strömungsbeeinflussung bei höheren Strömungsgeschwindigkeiten ausgelegt sind. Infolge der geschilderten Verhältnisse strömt die den Abschnitt, wo sich der Drallerzeuger 40 befindet, verlassende Strömung zu nahezu 100% in die Stirnseite 70 des Innenbereichs 64. In die Stirnseite 72 des Außenbereichs 66 strömt ein kleiner Teil des zuströmenden Abgasstroms 60 mit kleiner Strömungsgeschwindigkeit. All diese Verhältnisse sind in Fig. 2 mit Pfeilen veranschaulicht, die man sich als Veranschaulichung der Strömungsgeschwindigkeit oder auch als Veranschaulichung des Massenstroms vorstellen kann.

[0058] Wenn hingegen die Strömungsgeschwindigkeit des Abgasstroms 80 in einem oberen Teilbereich des beim Betrieb in der Abgasanalage 2 auftretenden Bereichs von Strömungsgeschwindigkeiten ist, ist der Drallerzeuger 40 in Funktion (zumal der zuströmende Abgasstrom 80 nicht mehr so leicht nahezu insgesamt in den zentralen Strömungsweg 50 einströmen kann, weil eine starke düsenartige Beschleunigung stattfinden müsste); die beim Durchströmen des Drallerzeugers 40 aufgeprägte Drallströmung übt Zentrifugalkräfte auf die Strömung aus, wodurch die Strömung im Bereich des Erweiterungsabschnitts 24a radial nach außen geht. Im Bereich des Drallerzeugers 40 und im Bereich zwischen dem Drallerzeuger 40 und der Zuströmseite 70 des Innenbereichs 64 übt die äußere Drallströmung Zähigkeitskräfte auf den durch den zentralen Strömungsweg 50 strömenden Teil des Abgasstroms 80 aus und prägt weitgehend diesem Teil des Abgasstroms auch eine Umfangskomponente der Strömungsgeschwindigkeit auf. Als Ergebnis zeigt sich, dass bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten ein weit überwiegender Teil des Gesamt-Abgasstroms 80, bei geeigneter Auslegung sogar ein nahe 100% liegender Teil des Abgasstroms 80, zu der Stirnseite 72 des Außenbereichs 66 strömt. All diese Verhältnisse sind in Fig. 4 veranschaulicht.

[0059] Zwischen den beiden beschriebenen Extremen gibt es einen mittleren Bereich von Strömungsgeschwindigkeiten, bei denen ein erster, merklicher Teil des Gesamt-Abgasstroms 80 durch den Innenbereich 64 strömt und ein zweiter, merklicher Teil des Gesamt-Abgasstroms durch den Außenbereich 66 strömt.

[0060] In Fig. 5 erkennt man, dass der Innenbereich 64 eine erheblich größere Zelldichte als der Außenbereich 66 hat. Die einzelnen Zellen sind mit 82 bezeichnet. Außerdem erkennt man in Fig. 5 die Ausführungsmöglichkeit, dass der Innenbereich 64 einen kreisrunden Querschnitt hat, der gesamte Katalysatorkörper 60 einen kreisrunden Querschnitt hat und der Außenbereich 66 einen kreisringförmigen Querschnitt hat.

[0061] Mittels Fig. 6 ist die Abwandlung veranschaulicht, dass der Katalysatorkörper 60 insgesamt einen im Wesentlichen elliptischen Querschnitt hat. Der Innenbereich 64 hat nach wie vor einen kreisrunden Querschnitt.

[0062] Mittels Fig. 7 wird die Abwandlung veranschaulicht, dass der Innenbereich 64 einen quadratischen Querschnitt hat. Ein quadratischer Querschnitt lässt sich perfekter mit im Querschnitt quadratischen Zellen 82 ausnutzen.

[0063] In Fig. 8 ist in Stirnansicht auf die Stirnseite 84 bzw. im Querschnitt einer zweiten Ausführungsform eines Abgaskonverters 8 bzw. eines Katalysatorkörpers 60 gezeigt; dass man die Strömungskanäle 62 des Katalysatorkörpers 60 im Innenbereich 64 mit erhöhter Katalysatoraktivität ausführen kann, zeichnerisch veranschaulicht durch dunklere Färbung. Dabei kann es sich um höhere Edelmetallbeladung, um feinere Edelmetalldispersion, um andere Edelmetallzusammensetzung oder um mehrere dieser Maßnahmen handeln. Bei dem gezeichneten Ausführungsbeispiel ist die Zelldichte im Innenbereich 64 gleich der Zelldichte im Außenbereich 66. Man könnte aber auch, wie bei der ersten Ausführungsform, mit einer höheren Zelldichte im Innenbereich 64 arbeiten.

[0064] Bei Fig. 8 hat man kreisrunde Querschnitte wie bei Fig. 5. In Fig. 9 ist die Abwandlung gezeichnet, dass der Gesamt-Katalysatorkörper 60 im Wesentlichen elliptisch ist, analog zu Fig. 6.

In Fig. 10 ist eine dritte Ausführungsform gezeichnet, bei der ein Innenbereich 64 mit größerer Zelldichte ex-

zentrisch zur Längsmittelachse 68 des Katalysatorkörpers 60 platziert ist. Bei der in Fig. 11 gezeichneten, vierten Ausführungsform ist dies analog für einen Innenbereich 64 mit erhöhter Katalysatoraktivität gezeichnet.

[0065] In Fig. 12 ist eine fünfte Ausführungsform gezeichnet, bei welcher der Innenbereich 64 des Katalysatorkörpers 60 nur in einer stromaufwärtigen Teillänge 86 mit erhöhter Katalysatoraktivität ausgeführt ist. Bei dem gezeichneten Ausführungsbeispiel beträgt die Teillänge etwa 50% der Gesamtlänge des Katalysatorkörpers 60.

[0066] In Fig. 13 ist eine Ausführungsform dargestellt, bei der der Drallerzeuger 40 durch ein wendelförmig verlaufendes Strömungsleitelement 88 statt durch Leitschaufeln 46 verwirklicht ist. Das Strömungsleitelement 88 hat eine radiale Höhe 48. Statt nur ein wendelförmiges Strömungsleitelement 88 (welches mindestens eine 360°-Windung lang sein sollte) vorzusehen, wie in Fig. 13 gezeichnet, kann man auch zwei (oder noch mehr) Strömungsleitelemente 88 vorsehen, die um 180° (bzw. 90°, 72° etc.) versetzt beginnen. Der strömungsmechanische Effekt des Strömungsleitelements 88 ist analog dem Effekt, der vorstehend im Zusammenhang mit den Leitschaufeln 46 beschrieben worden ist. Das Strömungsleitelement 88 ist mit seinem Außenrand an der Innenseite des Zulaufrohrs 22 angeschweißt.

Patentansprüche

1. Abgasanlage für Verbrennungsmotoren, aufweisend einen katalytischen Abgaskonverter mit einem Gehäuse, einem in dem Gehäuse gehalterten Katalysatorkörper, und einem Zulaufrohr,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Zulaufrohr ein Drallerzeuger angeordnet ist, der einen zentralen Strömungsweg frei lässt; und **dass** der Katalysatorkörper - in axialer Blickrichtung betrachtet - einen Innenbereich und einen Außenbereich hat, wobei die Zelldichte der Strömungskanäle in dem Innenbereich größer als in dem Außenbereich ist.

2. Abgasanlage nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass der Innenbereich mit größerer Katalysatoraktivität ausgeführt ist als der Außenbereich.

3. Abgasanlage für Verbrennungsmotoren, aufweisend einen katalytischen Abgaskonverter mit einem Gehäuse, einem in dem Gehäuse gehalterten Katalysatorkörper, und einem Zulaufrohr,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Zulaufrohr ein Drallerzeuger angeordnet ist, der eine zentralen Strömungsweg frei lässt; und **dass** der Katalysatorkörper - in axialer Blickrichtung betrachtet - einen Innenbereich und einen Außenbereich hat, wobei der Innenbereich mit größerer Katalysatoraktivität ausgeführt ist als der Außenbereich.

4. Abgasanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abgaskonverter so ausgelegt ist, dass mindestens 40% des zuströmenden Abgasstroms durch den Innenbereich des Katalysatorkörpers strömen, wenn der Abgasstrom eine Strömungsgeschwindigkeit in einem unteren Teilbereich des beim Betrieb der Abgasanlage auftretenden Bereichs von Strömungsgeschwindigkeiten hat.

5. Abgasanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abgaskonverter so ausgelegt ist, dass mindestens 80% des zuströmenden Abgasstroms durch den Außenbereich des Katalysatorkörpers strömen, wenn der Abgasstrom eine Strömungsgeschwindigkeit in einem oberen Teilbereich des beim Betrieb in der Abgasanlage auftretenden Bereichs von Strömungsgeschwindigkeiten hat.

6. Abgasanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenbereich des Katalysatorkörpers eine Stirnfläche hat, die ihrer Größe nach in dem Bereich von dem Querschnitt des freien zentralen Strömungswegs bis zu dem Querschnitt des stromabwärtigen Endes des Zulaufrohrs ist.

7. Abgasanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drallerzeuger in dem Zulaufrohr befestigt ist, vorzugsweise angeschweißt ist.

8. Abgasanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drallerzeuger integral mit dem Zulaufrohr hergestellt worden ist.

9. Abgasanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drallerzeuger einen ringförmigen Kranz von Leitschaufeln aufweist.

10. Abgasanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drallerzeuger mindestens ein wendelförmig längs des Zulaufrohrs verlaufendes Strömungsleitelement aufweist.

11. Abgasanlage nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anstellwinkel der Leitschaufeln oder des Strömungsleitelements längs des Zulaufrohrs zunimmt.

12. Abgasanlage nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radiale Höhe der Leitschaufeln oder des Strömungsleitelements

längs des Zulaufrohrs zunimmt.

13. Abgasanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenbereich des Katalysatorkörpers eine Stirnfläche hat, die höchstens 20% der Gesamtstirnfläche des Katalysatorkörpers einnimmt.

14. Abgasanlage nach einem der Ansprüche 1, 2, 4 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, dass die flächenbezogene Zelldichte im Innenbereich mindestens doppelt so groß wie im Außenbereich ist.

15. Abgasanlage nach einem der Ansprüche 2 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die größere Katalysatoraktivität im Innenbereich des Katalysatorkörpers eine größere Edelmetallbeladung vorgesehen ist, vorzugsweise eine mindestens 20% größere Edelmetallbeladung als im Außenbereich.

16. Abgasanlage nach einem der Ansprüche 2 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die größere Katalysatoraktivität im Innenbereich des Katalysatorkörpers eine feinere Edelmetalldispersion vorgesehen ist, vorzugsweise eine mindestens 20% feinere Edelmetalldispersion als im Außenbereich.

17. Abgasanlage nach einem der Ansprüche 2 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die größere Katalysatoraktivität im Innenbereich des Katalysatorkörpers eine andere Edelmetallzusammensetzung vorgesehen ist als im Außenbereich.

18. Abgasanlage nach einem der Ansprüche 2 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenbereich des Katalysatorkörpers nur auf einer Teillänge mit größerer Katalysatoraktivität ausgeführt ist als der Außenbereich.

19. Abgasanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abgaskonverter einen im Wesentlichen elliptischen Querschnitt hat.

20. Abgasanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsmittelachse des Innenbereichs des Katalysatorkörpers gegenüber der Längsmittelachse des Katalysatorkörpers versetzt ist.

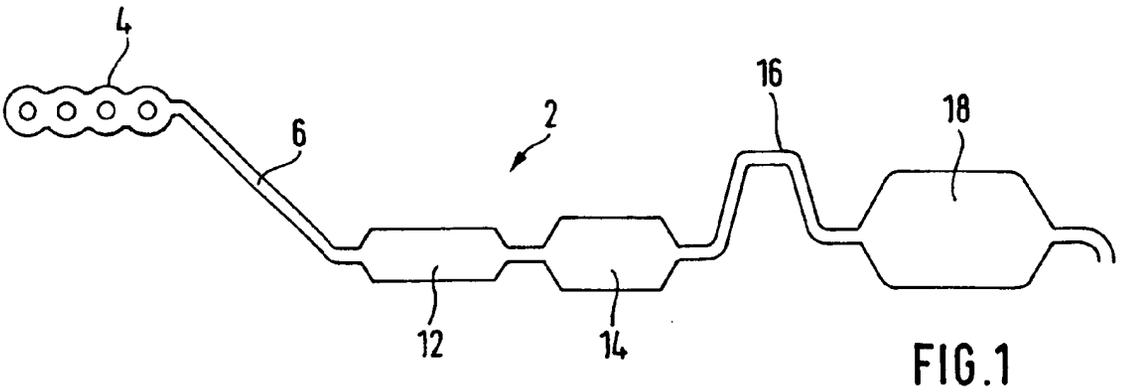


FIG.1

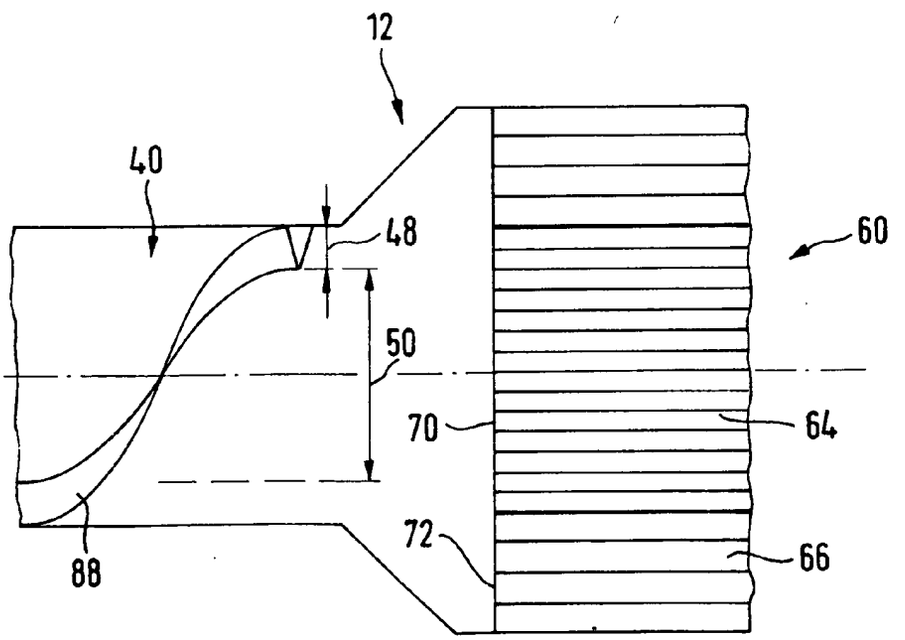


FIG. 13

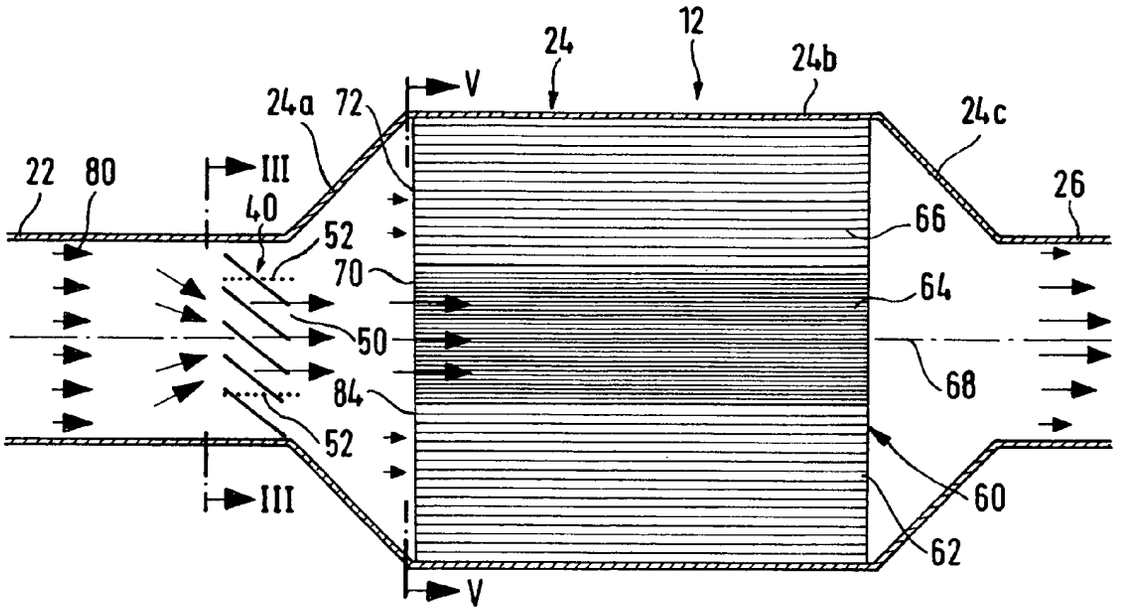


FIG. 2

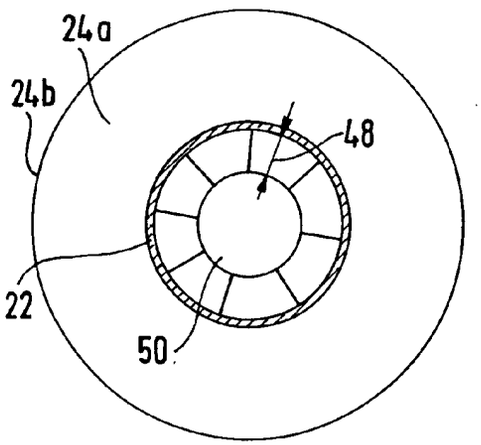


FIG. 3

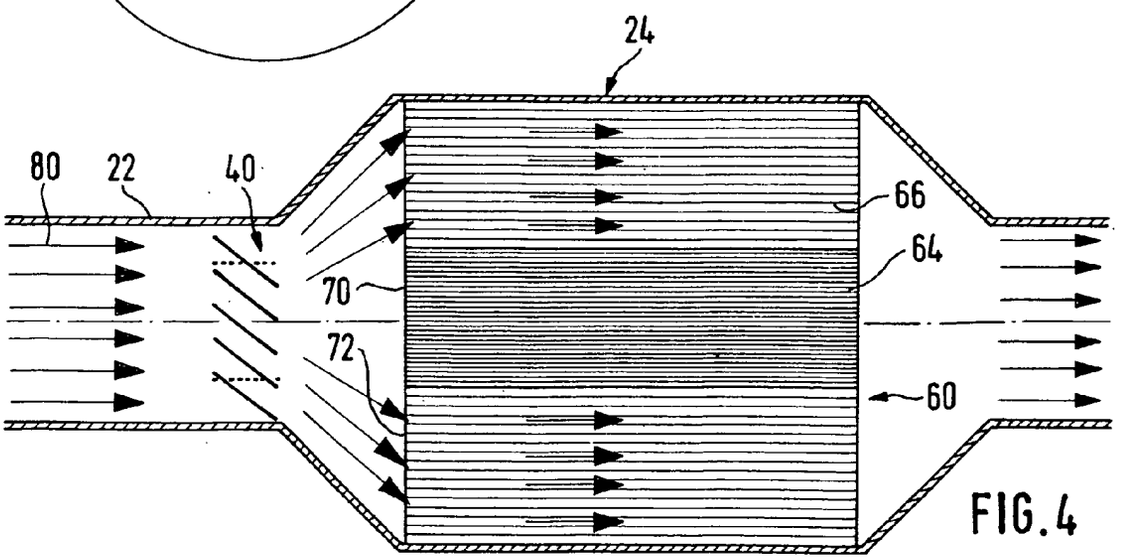


FIG. 4

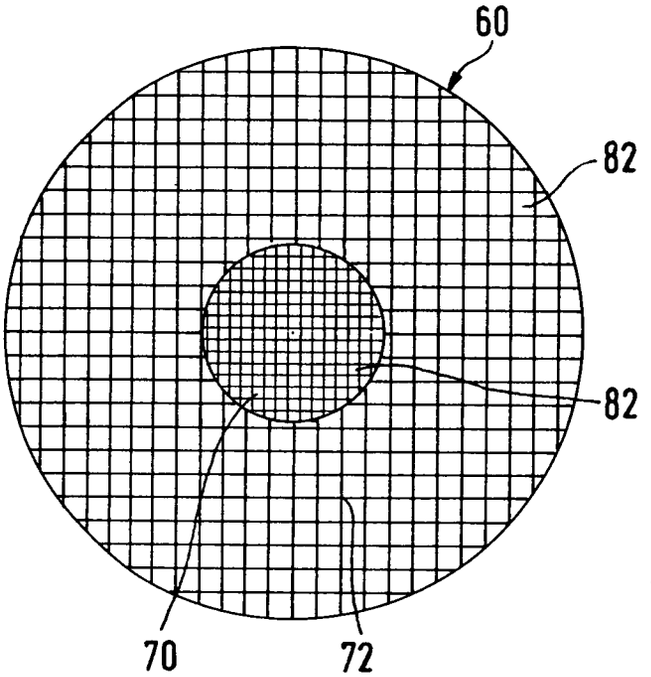


FIG.5

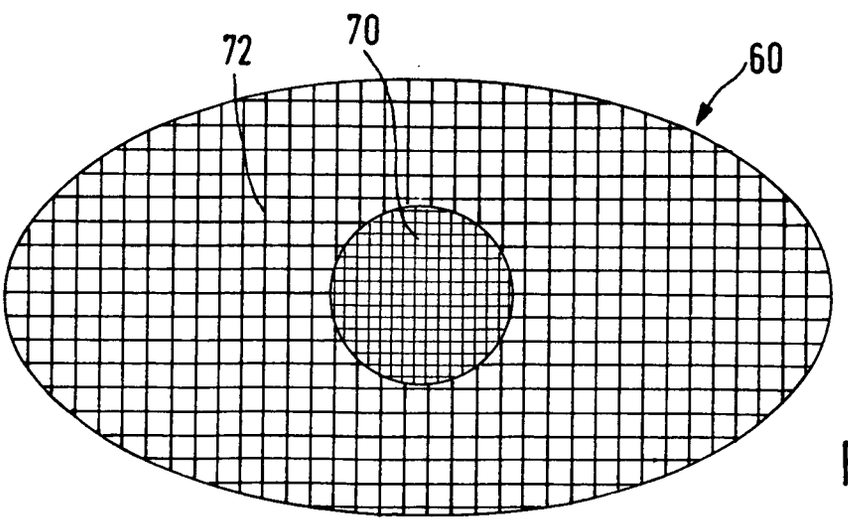


FIG.6

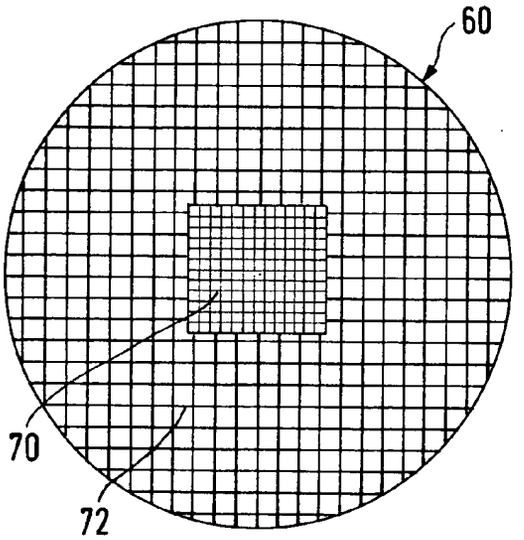


FIG. 7

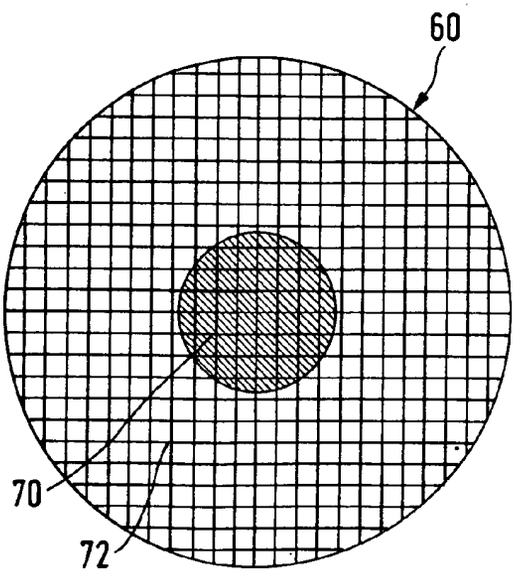


FIG. 8

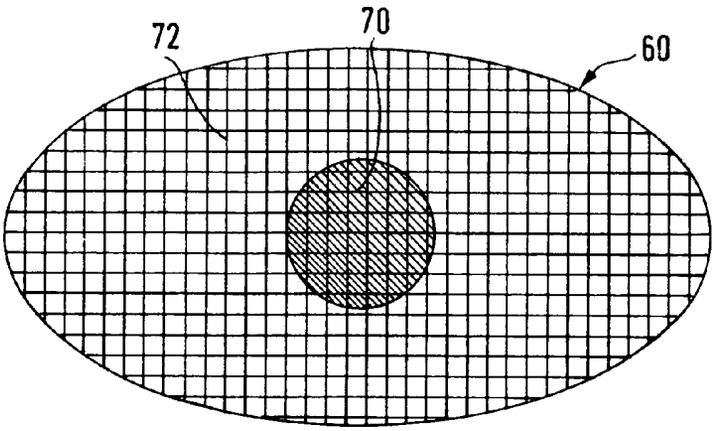


FIG. 9

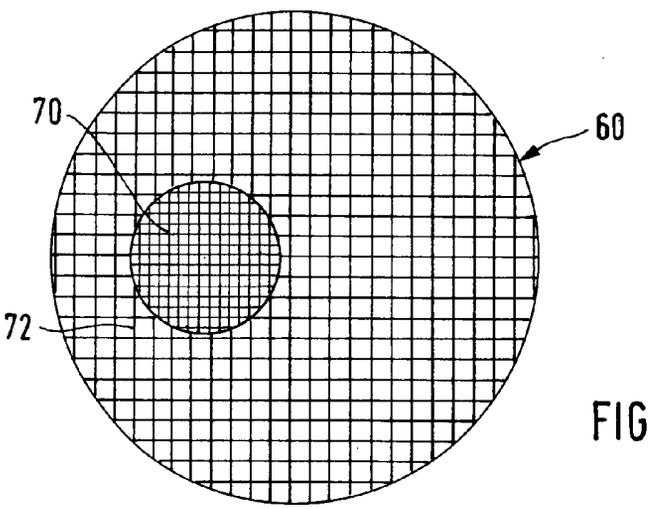


FIG. 10

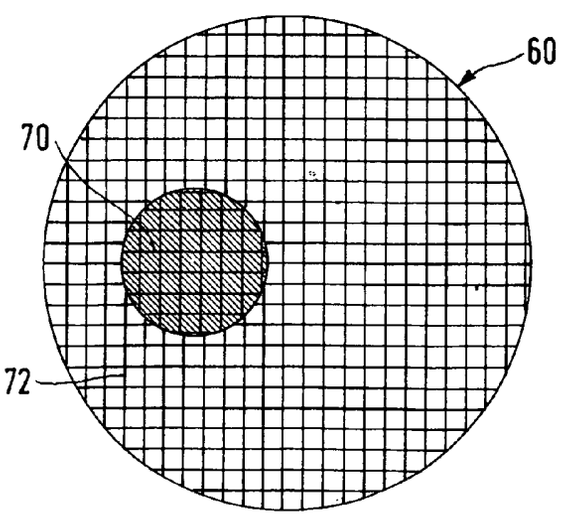


FIG. 11

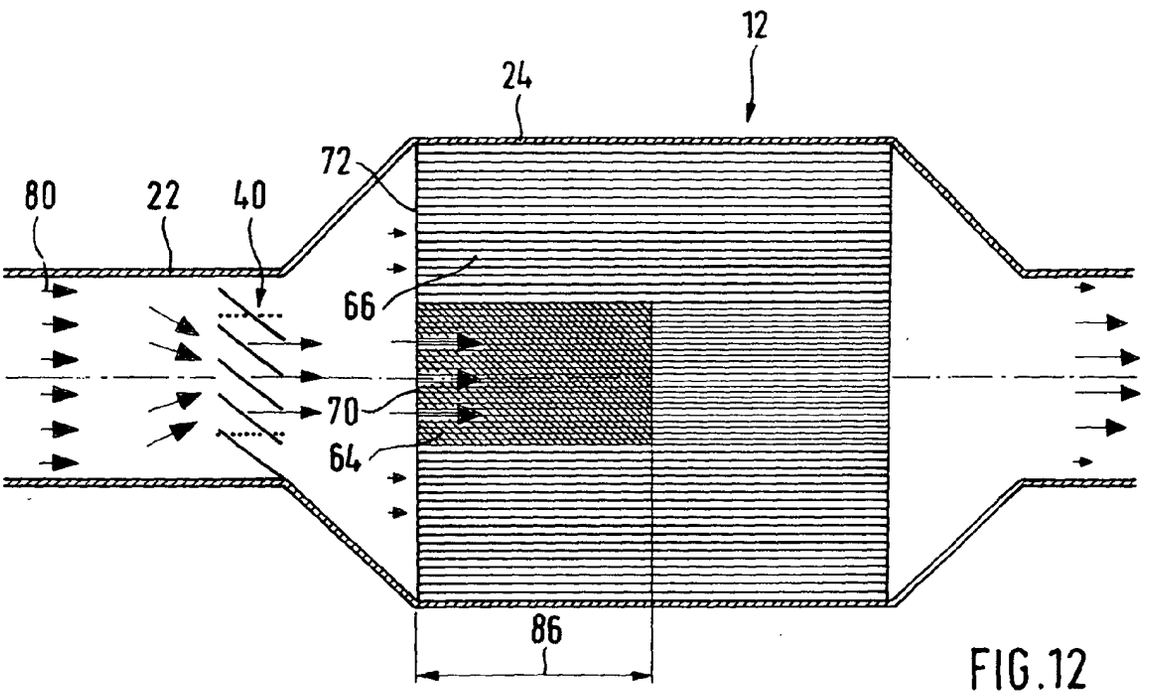


FIG.12

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 02 6118

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
Y	DE 35 36 315 A (SUEDDEUTSCHE KUEHLER BEHR) 16. April 1987 (1987-04-16) * Spalte 4, Zeile 4 - Spalte 5, Zeile 61; Abbildungen 1,3 *	1-20	F01N3/28
Y	DE 199 38 038 A (FORD GLOBAL TECH INC) 4. Mai 2000 (2000-05-04) * Spalte 2, Zeile 49-59; Abbildungen 1-3 *	1-20	
A	US 3 964 875 A (CHANG ZUNG S ET AL) 22. Juni 1976 (1976-06-22) * Spalte 2, Zeile 53 - Spalte 3, Zeile 8; Abbildung 3 *	1-20	
A	US 5 916 134 A (LIN SHYH-SHYAN ET AL) 29. Juni 1999 (1999-06-29) * Spalte 2, Zeile 28-59; Abbildungen 2,3 *	1-20	
P,A	US 6 449 947 B1 (LIU Z GERALD ET AL) 17. September 2002 (2002-09-17) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,6 *	1-20	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
A	EP 1 022 048 A (MAN NUTZFAHRZEUGE AG) 26. Juli 2000 (2000-07-26) * Spalte 2, Zeile 17-46; Abbildung 3 *	1-20	F01N
A	EP 0 741 236 A (JOINT STOCK COMMERCIAL BANK PE) 6. November 1996 (1996-11-06) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,3	
A	FR 2 705 404 A (CITROEN SA;PEUGEOT) 25. November 1994 (1994-11-25) * Seite 12, Zeile 1-19; Abbildung 3 *	1-20	
A	US 5 651 906 A (WHITTENBERGER WILLIAM A ET AL) 29. Juli 1997 (1997-07-29) * Abbildungen 1,2 *	1-20	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	17. März 2003	Blanc, S

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 02 02 6118

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

17-03-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3536315 A	16-04-1987	DE 3536315 A1	16-04-1987
DE 19938038 A	04-05-2000	DE 19938038 A1	04-05-2000
		GB 2342055 A	05-04-2000
		JP 2000097019 A	04-04-2000
US 3964875 A	22-06-1976	KEINE	
US 5916134 A	29-06-1999	KEINE	
US 6449947 B1	17-09-2002	KEINE	
EP 1022048 A	26-07-2000	DE 19902207 A1	27-07-2000
		EP 1022048 A1	26-07-2000
EP 0741236 A	06-11-1996	RU 2065980 C1	27-08-1996
		RU 2080179 C1	27-05-1997
		EP 0741236 A1	06-11-1996
		JP 10501860 T	17-02-1998
		US 5737918 A	14-04-1998
		WO 9519494 A1	20-07-1995
FR 2705404 A	25-11-1994	FR 2705404 A1	25-11-1994
US 5651906 A	29-07-1997	AU 6488196 A	10-02-1997
		EP 0871536 A1	21-10-1998
		WO 9702884 A1	30-01-1997

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82