

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
23. Mai 2002 (23.05.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 02/40837 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F01N 3/28,  
B01J 35/08

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/04363

(22) Internationales Anmeldedatum:  
17. November 2001 (17.11.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
100 58 580.9 18. November 2000 (18.11.2000) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leonrodstrasse 54, 80636 München (DE). HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT DRESDEN (FH) [DE/DE]; Friedrich-List-Platz 1, 01069 Dresden (DE).

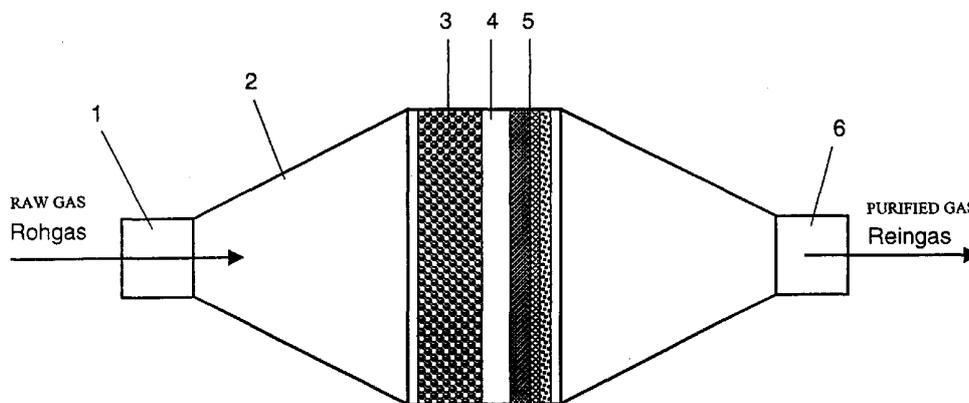
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STEPHANI, Günter [DE/DE]; Sonnenblick 7, 01454 Grosserkmannsdorf (DE). ANDERSEN, Olaf [DE/DE]; Fichtenstrasse 1, 01097 Dresden (DE). ZIKORIDSE, Gennadi [GE/DE]; Schweizer Strasse 19, 01069 Dresden (DE). BACH, Ernstwendelin [DE/DE]; Boxberger Strasse 22, 01239 Dresden (DE). BRETSCHNEIDER, Frank [DE/DE]; An den Folgen 15, 01465 Liegau-Augustusbad (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR AFTERTREATMENT OF EXHAUST GASES FROM COMBUSTION ENGINES

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR NACHBEHANDLUNG VON VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINENABGASEN



(57) Abstract: The invention relates to a device and a method for aftertreatment of exhaust gases from combustion engines, especially internal combustion engines. According to the invention, the device and method should be able to be constructed simply and be run cheaply, without exhaust gas flow characteristics being influenced in a detrimental manner. In order to solve this task, at least one area (3) containing metal balls, preferably hollow metal balls, is incorporated into an engine's exhaust flow stream. The combustion engine's exhaust gases are conducted through said area, thus enabling a simultaneous particle agglomeration and particle separation to take place. In addition to said area, the exhaust gases can be conducted through additional areas (5) filled with metal fibres that can be connected to at least one of the previous areas (3) filled with metal balls.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Nachbehandlung von Verbrennungskraftmaschinenabgasen, insbesondere von Verbrennungsmotoren. Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das Verfahren sollen einfach aufgebaut, kostengünstig hergestellt und betrieben werden können sowie die Strömungsverhältnisse im Abgasstrom geringer nachteilig beeinflusst werden. Zur Lösung dieser Aufgabe wird im Abgasstrom mindestens ein mit Kugeln gefüllter Bereich (3) vorgesehen, wobei die Kugeln bevorzugt Hohlkugeln sind. Das Abgas der Verbrennungskraftmaschine wird durch diesen Bereich geführt und es kann eine Partikelagglomeration mit gleichzeitiger Separation dieser Partikel erreicht werden. Zusätzlich können weitere Bereiche (5), die mit Metallfasern gefüllt sind, im Anschluß an den mindestens einen mit Kugeln gefüllten Bereich (3) angeordnet sein, durch den/die das Abgas zusätzlich geführt wird.



WO 02/40837 A1



(74) **Anwalt: PFENNING, MEINIG & PARTNER GBR;**  
Gostritzer Strasse 61-63, 01217 Dresden (DE).

ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR),  
OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,  
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,  
MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,  
TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),  
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,  
TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.

Vorrichtung und Verfahren zur Nachbehandlung von Verbrennungskraftmaschinenabgasen

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Nachbehandlung von Verbrennungskraftmaschinenabgasen und hier insbesondere zur Nachbehandlung von Abgasen von Verbrennungsmotoren.

10 Dabei besteht in verschiedenen alternativen Modifikationen die Möglichkeit, eine katalytischen Nachbehandlung und/oder eine Filterung von im Abgasstrom enthaltenen Partikeln allein oder in Kombination vorzunehmen.

15 Für die Abgasnachbehandlung von Abgasen aus Verbrennungskraftmaschinen sind verschiedene Möglichkeiten bekannt. Dabei werden zusätzliche Elemente, wie Katalysatoren oder Partikelfilter in einer Abgasleitung

angeordnet und die zu behandelnden Abgase durch solche Elemente oder an diesen vorbei geführt, um Schadstoffkomponenten in unschädliche Bestandteile umzuwandeln und Partikel, insbesondere Ruß, der bei der  
5 Verbrennung in Dieselmotoren anfällt, zurückzuhalten.

Für die katalytische Nachbehandlung von Abgasen ist es bisher üblich, einen so genannten Katalysator in die Abgasleitung zu integrieren, wobei ein Gebilde  
10 verwendet wird, das von Hause aus eine relativ große Oberfläche, die durch eine an sich bekannte Beschichtung noch erhöht worden ist, mit katalytisch wirkenden Materialien, wie z.B. Platin, Rhodium und Palladium zu dotieren bzw. zu belegen.

15 Für die katalytische Wirkung ist jedoch eine Mindesttemperatur erforderlich, die bei den herkömmlichen Systemen bei bestimmten Betriebsregimes erreicht werden kann, da in der Startphase eines Verbrennungsmotors die erforderliche Temperaturerhöhung erst durch  
20 das austretende Abgas bewirkt wird. Durch die bisher erforderliche, die wirksame Oberfläche vergrößernde Beschichtung muss eine Überhitzung vermieden werden, da sich diese Schichten bei Überschreiten bestimmter  
25 Temperaturen auf- bzw. ablösen können und ein solcher Katalysator demzufolge nicht unmittelbar im Anschluß an den Abgasauslass eines Verbrennungsmotors angeordnet werden kann.

30 Für die Filterung von Partikeln und hier insbesondere Rußpartikeln aus den Abgasen von Verbrennungsmotoren sind die verschiedensten Filtersysteme bekannt, wobei

sowohl metallische, wie auch Keramikmaterialien Einsatz finden. Durch die Ablagerung von Rußpartikeln in den bekannten Filtern ist es bisher erforderlich, in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen eine so ge-

5 genannte Regeneration durchzuführen, um ein weitest-

gehendes Zusetzen der Filter und demzufolge auch eine Staudruckerhöhung zu vermeiden. Für eine solche Rege-

neration wird üblicherweise eine Verbrennung des im

Filter separierten Rußes initiiert, wofür eine Ener-

10 giezufuhr erforderlich ist, was selbstverständlich zu

einer Wirkungsgradreduzierung führt, unabhängig da-

von, ob eine elektrische Beheizung oder die erforder-

liche Verbrennung unter Zufuhr von brennbaren Kohlen-

wasserstoffen eingeleitet wird.

15

Insbesondere durch die herkömmlichen Partikelfilter werden die Strömungsverhältnisse im Abgasstrom, je nach Beladungszustand des Filtermaterials beein-

flusst, so dass in vielen Betriebszeiträumen nicht

20 optimale Verbrennungsverhältnisse, abgasgedruckbe-

dingt eingehalten werden können.

Außerdem sind die herkömmlichen Systeme sowohl in der Herstellung, wie auch im Betrieb kostenintensiv.

25

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Abgasnachbehandlung vorzuschla-

gen, die einfach aufgebaut, kostengünstig sind sowie

die Strömungsverhältnisse im Abgasstrom weniger nach-

30 teilig beeinflussen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einer Vorrich-

5            tung gemäß Anspruch 1 und einem Verfahren, das die  
Merkmale des Anspruchs 17 aufweist, gelöst. Vorteil-  
hafte Ausgestaltungsformen und Weiterbildungen der  
Erfindung können mit den in den untergeordneten An-  
sprüchen genannten Merkmalen erreicht werden.

10           Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Nachbehandlung  
von Verbrennungskraftmaschinenabgasen verwendet min-  
destens einen im Abgasstrom angeordneten Bereich, der  
mit Kugeln ausgefüllt ist und das Abgas durch die  
Zwischenräume der Kugeln strömt, wobei optimale Strö-  
mungsverhältnisse, durch die relativ gleichmäßige  
Strömungsführung eingehalten werden können. Diese  
Strömungsverhältnisse wirken sich besonders vorteil-  
15           haft für eine Partikelagglomeration aus und die ge-  
bildeten Agglomerate können dann in nachfolgend an-  
geordneten Filterelementen günstiger aus dem Abgas  
separiert werden, wobei außerdem ein Schutz gegen Ab-  
gasdruckstöße für solche Filter/-elemente oder andere  
20           Elemente gegeben ist.

25           Die Strömungsbedingungen und Druckverhältnisse im Ab-  
gasstrang können für einen solchen mit Kugeln ge-  
füllten Bereich relativ einfach berechnet und bezüg-  
lich der jeweiligen Verbrennungskraftmaschine opti-  
miert werden, so dass die Verbrennung durch ungünsti-  
ge Staudruckverhältnisse im Abgasstrom nicht nachtei-  
lig beeinflusst wird.

30           Besonders vorteilhaft können Hohlkugeln eingesetzt  
werden, die zum einen eine erhebliche Massereduzie-  
rung sichern und zum anderen die Schallemission redu-

zieren können.

Außerdem kann relativ einfach eine bestimmte Porosität der Kugeloberflächen, aber auch der Kugelschalen  
5 eingestellt werden, wodurch die Oberflächen vergrößert und auch die strömungstechnischen Oberflächeneigenschaften positiv beeinflusst werden können, um die Abgasnachbehandlung effektiver zu gestalten.

10 Ein mit Kugeln bzw. Hohlkugeln gefüllter Bereich kann im Abgasstrang angeordnet werden, wobei die Kugeln beispielsweise mit metallischen Sieben, deren Maschenweite selbstverständlich kleiner als der kleinste Kugeldurchmesser sein soll, in Strömungsrichtung  
15 gesehen, gehalten werden, wobei eine nahezu beliebige Anordnung im Abgasstrang prinzipiell möglich ist, ein solcher Bereich jedoch in jedem Fall vor einem gegebenenfalls zu verwendenden Partikelfilter in Strömungsrichtung des Abgases angeordnet werden soll.

20 Ein mit Kugeln gefüllter Bereich kann aber vorteilhaft auch in unmittelbarer Nähe der Verbrennungskraftmaschine, an dessen Abgasauslässen, beispielsweise unmittelbar in einem Abgaskrümmern angeordnet  
25 sein, wobei auch mehrere solcher Bereiche in einzelnen Abgassträngen eines solchen Abgaskrümmers angeordnet sein können.

30 Die Kugeln sollten aus einem entsprechend thermisch stabilen Material bestehen, wobei bevorzugt Metalle, wegen der guten Wärmeleitfähigkeit eingesetzt werden können.

Die verwendeten Kugeln können als lose Schüttung im entsprechenden Bereich, diesen möglichst nahezu vollständig ausfüllend, vorliegen. Es besteht aber auch  
5 die Möglichkeit, einen punktuellen Sinterverbund benachbarter Kugeln, durch eine thermische Behandlung herzustellen.

In einem gemeinsamen Bereich können auch Kugeln unterschiedlicher Außendurchmesser eingesetzt werden.  
10 Günstiger erscheint es jedoch, mehrere kugelgefüllter Bereiche in einer Reihenanzordnung einzusetzen, wobei in den einzelnen Bereichen Kugeln mit nahezu gleichem Außendurchmesser enthalten sind, deren Außendurchmesser sich in Strömungsrichtung des Abgases graduiert  
15 verkleinern oder vergrößern kann.

Die Kugeln bilden aber in allen Fällen ein selbsttragendes Gerüst, so dass neben dem gegebenenfalls vorgenommenen Sintern keine zusätzlichen stabilitäts- und festigkeitserhöhenden Maßnahmen erforderlich  
20 sind.

Der kugelgefüllte Bereich kann von einem Gehäuseelement, bis auf Öffnungen, durch die das Abgas ein- und austreten kann, umgeben sein, wobei die unterschiedlichsten Materialien mit ausreichender Festigkeit und thermischer Beständigkeit verwendet werden können.  
25 Wird beispielsweise ein Metallgehäuse verwendet, ist auch eine ausreichende Wärmeabführung gegeben, so  
30 dass in Verbindung mit Metallkugeln auch die guten Wärmeleiteigenschaften ausgenutzt werden kann.

Die verwendeten Kugeln bzw. Hohlkugeln können zumindestens an ihrer Oberfläche mit an sich bekannten katalytisch wirkenden Materialien dotiert bzw. beschichtet sein, so dass eine katalytische Nachbehandlung des Abgases möglich ist.

Durch die bereits erwähnte mögliche Anordnung eines kugelgefüllten Bereiches in unmittelbarer Nähe der Abgasauslässe einer Verbrennungskraftmaschine werden die für die katalytische Wirkung erforderlichen Temperaturen schneller erreicht, als dies bei herkömmlichen Systemen der Fall ist. Das Ansprechverhalten kann außerdem durch die relativ kleine Wärmekapazität, insbesondere bei der Verwendung von metallischen Hohlkugeln verbessert werden.

Das Gehäuse, in dem der kugelgefüllte Bereich angeordnet ist, sollte einen größeren freien Querschnitt aufweisen, als die in Strömungsrichtung vor- und nachgeordneten Abgasleitungsteile, um günstige Strömungsverhältnisse für das Abgas und eine relativ kleine Druckerhöhung vor dem kugelgefüllten Bereich zu sichern.

Die Kugeldurchmesser können im Bereich zwischen 1 und 10 mm ausgewählt werden, wobei Hohlkugelwandstärken zwischen 0,03 und 1 mm gewählt werden können. Die Porosität der Kugelstruktur kann zwischen 70 bis 97 % liegen.

Neben der gezielten Beeinflussung der Druckverhält-

nisse des Abgasstromes ist es vorteilhaft, dass die Abgasströmung im Anschluss an den kugelgefüllten Bereich weitestgehend laminar ist, was sich insbesondere für eine nachfolgende Einheit zur Partikelfiltration vorteilhaft auswirken kann.

So kann in Strömungsrichtung des Abgases nachfolgend ein weiteres katalytisch wirkendes Element, aber auch ein bereits erwähnter Partikelfilter angeordnet werden.

Ein besonders vorteilhafter Partikelfilter verwendet Metallfasern mit auswähl- bzw. einstellbarer Porosität und/oder Porengrößenverteilung, durch die das Abgas, insbesondere von Dieselmotoren zur Partikelfiltration/-separation geführt wird. Die Porengrößenverteilung kann im Bereich 1 bis 500  $\mu\text{m}$  liegen.

Die bei der Durchführung durch den kugelgefüllten Bereich gebildeten Partikelagglomerate können mit einer solchen Metallfaserstruktur effizient zurückgehalten und ein nahezu vollständig partikelfreies Abgas kann an die Umwelt abgegeben werden.

Ein solcher mit Metallfasern gefüllter Bereich ist ebenfalls thermisch beständig, so dass auch hierfür eine Verbrennungskraftmaschinen nahe Anordnung möglich ist, und auch in diesem Bereich Abgastemperaturen auftreten, die ausreichen, um eine selbsttätige Regeneration zu bewirken und eine zusätzliche Energiezufuhr zur Verbrennung von Rußpartikeln nicht erforderlich ist.

Ganz besonders vorteilhaft kann ein gradierter Aufbau für einen solchen Partikelfilter gewählt werden, d.h., es werden mehrere Teilbereiche in Strömungsrichtung des Abgases nacheinander angeordnet, die jeweils unterschiedliche Porositäten und/oder Porengrößenverteilung aufweisen, wobei die Porengröße des Filters möglichst kleiner wird. Dies ist durch eine entsprechende Metallfaserauswahl und/oder eine entsprechend dichte bzw. weniger dichte Packung von Metallfasern möglich.

Der mit Metallfasern gefüllte Bereich und auch die bereits erwähnten Teilbereiche eines gradierten Partikelfilters können ebenfalls von Metallsieben eingeschlossen und der übrige Teil von einem geschlossenen, bevorzugt aus einem Metall bestehenden Gehäuse umgeben sein. Die Querschnittsflächen des Austritts aus dem mit Kugeln befüllten und die des Eintritts in den mit Metallfasern befüllten Bereichen sollten gleich groß und gestaltet sein.

Die Metallfasern können eine versinterte selbsttragende Struktur bilden.

Die Porosität der verwendeten Metallfaserstrukturen kann ebenfalls im Bereich zwischen 70 bis 95 % gewählt bzw. eingestellt werden und es können Metallfaserdurchmesser im Bereich zwischen 0,005 und 0,25 mm eingesetzt werden.

Sowohl die Metallfasern, wie auch die Kugeln bzw.

Hohlkugeln können vorteilhaft aus Chrom-Nickelstählen, Nickel-Basislegierungen, Eisen-Chrom-Aluminiumlegierungen und Aluminiden bestehen. Selbstverständlich können auch andere Metalle bzw. Legierungen eingesetzt werden.

Auch die Metallfasern können, wie dies bereits bei den Kugeln oder Hohlkugeln erwähnt worden ist, mit katalytisch wirkenden Materialien dotiert bzw. beschichtet sein, so dass nicht nur eine Partikelseparation, sondern auch eine katalytische Abgasnachbehandlung erreicht werden kann.

Auch die Metallfasern enthaltenden Bereiche weisen eine relativ geringe Masse auf und bilden eine selbsttragende Struktur. Durch die mögliche hohe Porosität kann eine entsprechend hohe Abscheiderate erreicht werden.

Außerdem wird zusätzlich die Schallemission reduziert und durch die gute Wärmeleitfähigkeit der Metallfasern in Verbindung mit der geringen Wärmekapazität ist ein ebenfalls gutes Ansprechverhalten sowohl bei einer katalytischen Nachbehandlung, wie auch bei der selbsttätigen Rückreinigung (Regeneration) gegeben.

Die explizit genannten Materialien sind nicht nur ausreichend fest, stabil, thermisch beständig, sondern auch in hohem Maße korrosionsbeständig, so dass eine hohe Lebensdauer gewährleistet werden kann.

Eine redundante parallele Anordnung, wie sie bei ei-

nigen bekannten Partikelfiltersystemen bisher verwendet wird, ist nicht erforderlich, da keine Pausen, die für eine bisher übliche Regeneration von Partikelfiltern mehr eingehalten werden müssen.

5

Sowohl die Hohlkugeln, wie auch die Metallfasern weisen von Haus aus eine entsprechend hohe Porosität auf, so dass eine zusätzliche Oberflächen vergrößernde Beschichtung nicht mehr erforderlich ist und die diesbezüglichen bereits erwähnten Nachteile behoben werden können.

10

Nachfolgend soll die Erfindung beispielhaft näher erläutert werden.

15

Dabei zeigen:

Figur 1 in schematischer Form einen Aufbau eines Beispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

20

Figur 2 einen in mehrere Teilbereiche unterteilten Bereich zur Partikelseparation, die mit Metallfasern gefüllt sind.

25

Bei dem in Figur 1 gezeigten Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Nachbehandlung von Verbrennungskraftmaschinenabgasen wird unbehandeltes und ungereinigtes Abgas durch einen Gaseintrittsstutzen 1 in ein Metallgehäuse 2 geführt. Dabei vergrößert sich der freie Querschnitt des Gehäuses 2.

30

Im Gehäuse 2 ist ein mit Metallhohlkugeln, aus einem Nickel-Chromstahl gefüllter Bereich 3 ausgebildet. Die Metallhohlkugeln werden innerhalb des Gehäuses 2 mit Metallsieben, relativ großer Maschenweite, die jedoch kleiner als die des kleinsten Kugeldurchmessers ist, gehalten und können als lose Schüttung, aber auch in versinterter Form als selbsttragende Struktur ausgebildet sein.

Das durch den mit Hohlkugeln gefüllten Bereich 3 geführte Abgas kann katalytisch nachbehandelt werden, wenn die Hohlkugeloberflächen mit einem geeigneten katalytisch wirkenden Material dotiert bzw. beschichtet sind.

In jedem Fall wird die Abgasströmung jedoch so beeinflusst, dass gegebenenfalls enthaltene Partikel agglomeriert und die gebildeten Agglomerate in der in Strömungsrichtung des Abgases nachfolgend mit Metallfasern befüllten Bereich 5 aus dem Abgasstrom separiert und zurückgehalten werden, so dass weitestgehend schadstoff- und partikelfreies Abgas aus dem Austrittstutzen 6 abgeführt werden kann.

Bei dem in Figur 1 gezeigten Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ist zwischen dem mit Hohlkugeln gefüllten Bereich 3 und dem mit Metallfasern befüllten Bereich 5 ein Hohlraum 4 ausgebildet, durch den die weitestgehend laminare Abgasströmung in den mit Metallfasern gefüllten Bereich 5 eintreten kann.

Bei dem hier gezeigten Beispiel wird ein gradierter

Aufbau eines mit Metallfasern befüllten Bereiches 5 verwendet, wobei, wie dies deutlicher der Figur 2 entnommen werden kann, eine dreifache Abstufung gewählt worden ist.

5

So tritt das gegebenenfalls Partikel enthaltende Abgas aus dem mit Hohlkugeln befüllten Bereich 3 in einen Teilbereich 5' als Grobfilter ein. Die Metallfasern sind in diesem Teilbereich 5' so gewählt, dass eine Porosität von 90 bis 95 %, sowie eine Porengröße von 100 bis 200 µm vorliegt.

10

Anschließend ist mittig ein zweiter Teilbereich 5'', der vom ersten Teilbereich 5' in geeigneter Form, abgasdurchlässig abgetrennt ist, angeordnet. Dieser Teilbereich 5'' weist eine Porosität im Bereich zwischen 80 und 90 % mit einer Porengröße zwischen 50 bis 100 µm auf und sichert eine feinere Separation kleinerer Partikel.

15

20

In Richtung des Gasaustrittes 6 schließt sich ein dritter Teilbereich 5''', ebenfalls mit Metallfasern gefüllt, an, dessen Porosität zwischen 60 bis 70 % und die Porengröße < 50 µm eingestellt worden ist, so dass hier eine sehr feine Filterung erfolgt.

25

Selbstverständlich kann auch eine feinere Graduierung mit mehr als den drei gezeigten Teilbereichen 5', 5'', 5''' gewählt werden können.

30

In allen, aber auch in lediglich einem oder zwei Teilbereichen 5', 5'' oder 5''' können katalytisch

dotiert bzw. beschichtete Metallfasern eingesetzt werden, um eine zusätzliche katalytische Nachbehandlung vorzunehmen.

5 Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann relativ variabel ausgebildet sein und beispielsweise der mit Hohlkugeln gefüllte Bereich 3 lediglich zur Beeinflussung der Abgasströmung und/oder der für die Separation günstigen Partikelagglomeration genutzt werden und  
10 die katalytische Nachbehandlung kann eine optionale Möglichkeit sein.

Ähnlich verhält es sich auch mit den mit Metallfasern gefüllten Bereichen 5, die allein für die Partikelseparation aus dem Abgasstrom benutzt werden können,  
15 aber auch eine katalytische Nachbehandlung optional gegeben sein kann.

Auch für das Gehäuse 2 kann das gleiche Material, das  
20 auch für die Hohlkugeln und Metallfasern verwendet worden ist, eingesetzt werden, so dass keine elektrochemischen Potentialdifferenzen zu verzeichnen und auch die im allgemeinen Teil der Beschreibung erwähnten Eigenschaften vorhanden sind.

## Patentansprüche

- 5 1. Vorrichtung zur Nachbehandlung von Verbrennungskraftmaschinenabgasen,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Abgasstrom durch einen mit Kugeln gefüllten Bereich (3) geführt ist.
- 10 2. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Bereich (3) mit Hohlkugeln gefüllt ist.
- 15 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Kugeln aus einem Metall bestehen.
- 20 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlkugeln porös sind.
- 25 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass sich die Kugeldurchmesser in Strömungsrichtung des Abgases verkleinern.
- 30 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Kugeln punktuell miteinander versintert sind.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, dass sich an den mit Ku-

geln gefüllten Bereichen (3) ein mit Metallfasern gefüllter Bereich (5), als Partikelfilter in Strömungsrichtung des Abgases anschließt.

- 5           8.    Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der mit Metallfasern gefüllte Bereich (5) in mindestens zwei schichtförmige Teilbereiche mit unterschiedlicher Porosität und/oder Porengrößenverteilung in
- 10           Strömungsrichtung des Abgasstromes unterteilt ist.
9.    Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Porosität in
- 15           Strömungsrichtung des Abgases verkleinert ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass Porositäten im Bereich zwischen 70 und 95 % eingehalten sind.
- 20           11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche der Kugeln und/oder Metallfasern mit katalytisch wirkendem Material dotiert oder beschichtet ist.
- 25           12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der mit Kugeln befüllte Bereich (3) nah am Abgasaustritt einer Verbrennungskraftmaschine angeordnet ist.
- 30           13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der mit Kugeln be-

füllte Bereich (3) im Abgaskrümmmer einer Verbrennungskraftmaschine angeordnet ist.

- 5 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem mit Kugeln gefüllten Bereich (3) und dem mit Metallfasern gefüllten Bereich (5) ein Hohlraum (4) vorhanden ist.
- 10 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der freie Querschnitt, durch den das Abgas durch die Bereiche (3, 4, 5) geführt ist, gegenüber der Abgasleitung vergrößert ist.
- 15 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Kugeln und Metallfasern aus einer Eisen-Chrom-Nickellegierung, Nickel-Basislegierung, einer Eisen-Chrom-Aluminiumlegierung oder Aluminade oder einer Kombination davon, gebildet sind.
- 20 17. Verfahren zur Nachbehandlung von Verbrennungskraftmaschinenabgasen, beim dem Abgas durch einen mit Kugeln befüllten Bereich (3) zur Beeinflussung der Abgasströmung, der Partikelagglomeration und/oder der katalytischen Nachbehandlung des Abgases geführt wird.
- 25 18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Abgas im Anschluß an den mit Kugeln befüllten Bereich (3)
- 30

durch einen mit Metallfasern gefüllten Bereich (5) zur Filterung von Partikeln aus dem Abgas und/oder zur katalytischen Abgasnachbehandlung geführt wird.

5

19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Durchführung durch den mit Kugeln befüllten Bereich (3) agglomerierte Partikel im mit Metallfasern gefüllten Bereich (4) aus dem Abgasstrom separiert werden.

10

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass Partikel im mit Metallfasern befüllten Bereich (5), der in Teilbereiche (5', 5'', 5''') unterschiedlicher Porosität unterteilt ist, graduiert ausgefiltert werden.

15

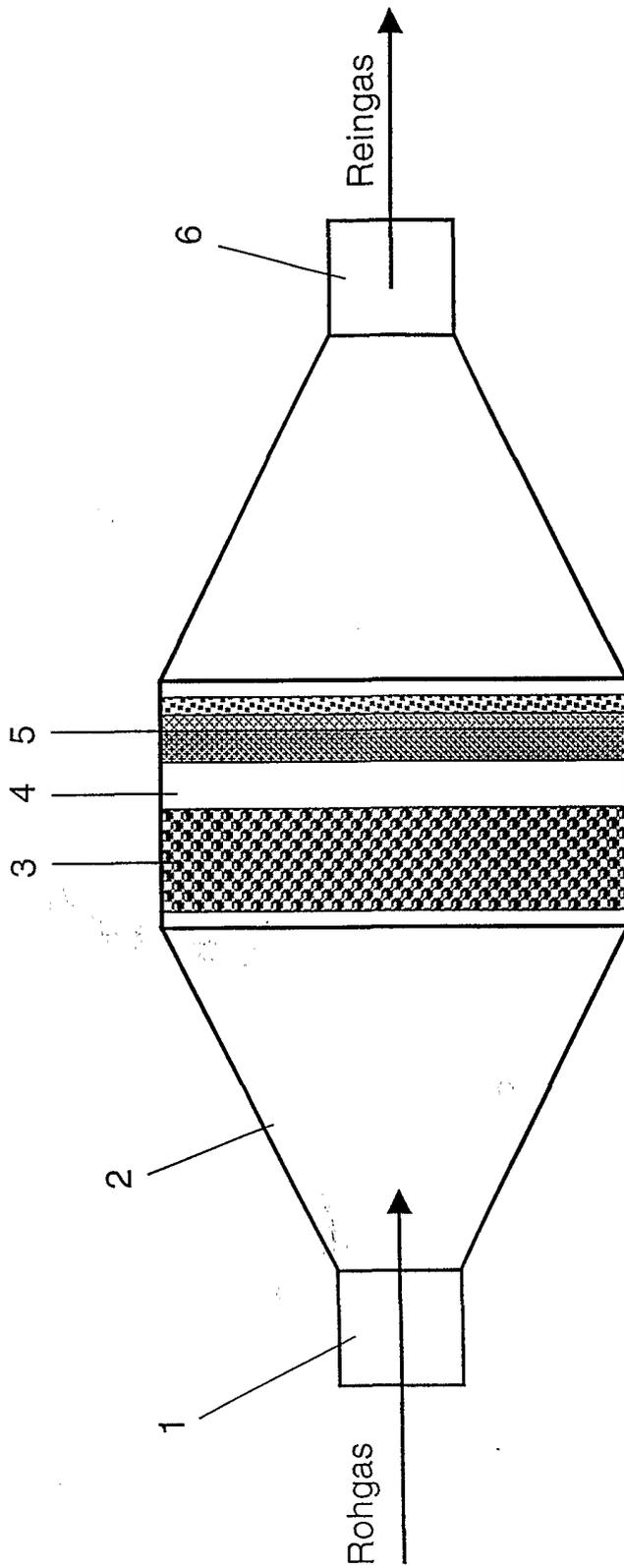


Fig. 1

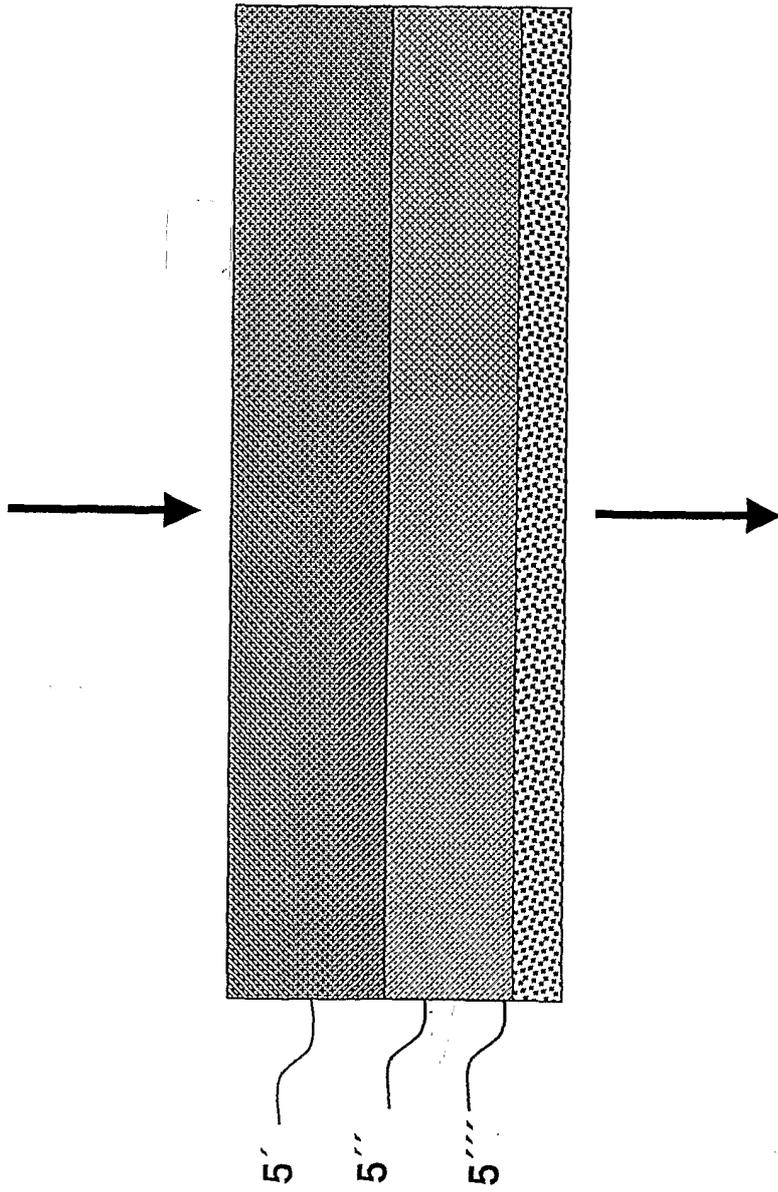


Fig. 2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No  
 PCT/DE 01/04363

 A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 F01N3/28 B01J35/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 F01N B01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 869 410 A (BUNDA TSUCHIO ET AL) 4 March 1975 (1975-03-04)	1,2,17
A	column 2, line 46 -column 3, line 18; figures 1-3	4,6
X	US 4 106 913 A (BUNDA TSUCHIO ET AL) 15 August 1978 (1978-08-15)	1,2,17
A	column 3, line 34 -column 3, line 50	4,6,15
X	GB 2 259 461 A (GARNER RONALD ARTHUR ;HOLLINGWORTH IAN JAMES (GB)) 17 March 1993 (1993-03-17)	1,3,4,17
A	page 2, paragraph 2; claims 1-5	15,16
X	DE 34 36 443 A (VESTER GERHARD) 10 April 1986 (1986-04-10)	1,3,17
A	page 6, line 14 -page 6, line 27	15
	-/--	

 Further documents are listed in the continuation of box C.

 Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 March 2002

Date of mailing of the international search report

03/05/2002

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Tatus, W

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int 1al Application No  
PCT/DE 01/04363

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 42 34 436 A (SCHAAL FRIEDRICH) 14 April 1994 (1994-04-14)	1,17
A	claim 1 -----	15
X	EP 0 142 722 A (SEITZ WILFRIED) 29 May 1985 (1985-05-29)	1,17
A	page 2, line 7 -page 2, line 31 -----	4
A	US 3 254 966 A (BLOCH HERMAN S ET AL) 7 June 1966 (1966-06-07) column 6, line 5 -column 6, line 60 -----	1,3,4,7, 17-19

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/04363

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3869410	A	04-03-1975	JP 48034791 A JP 51030555 B	22-05-1973 01-09-1976
US 4106913	A	15-08-1978	JP 48034088 A JP 51030556 B	15-05-1973 01-09-1976
GB 2259461	A	17-03-1993	NONE	
DE 3436443	A	10-04-1986	DE 3436443 A1	10-04-1986
DE 4234436	A	14-04-1994	DE 4234436 A1	14-04-1994
EP 0142722	A	29-05-1985	DE 3341804 A1 AT 65715 T DE 3484865 D1 DK 545384 A EP 0142722 A2	30-05-1985 15-08-1991 05-09-1991 20-05-1985 29-05-1985
US 3254966	A	07-06-1966	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 F01N3/28 B01J35/08		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 F01N B01J		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 869 410 A (BUNDA TSUCHIO ET AL) 4. März 1975 (1975-03-04)	1,2,17
A	Spalte 2, Zeile 46 -Spalte 3, Zeile 18; Abbildungen 1-3	4,6
X	US 4 106 913 A (BUNDA TSUCHIO ET AL) 15. August 1978 (1978-08-15)	1,2,17
A	Spalte 3, Zeile 34 -Spalte 3, Zeile 50	4,6,15
X	GB 2 259 461 A (GARNER RONALD ARTHUR ;HOLLINGWORTH IAN JAMES (GB)) 17. März 1993 (1993-03-17)	1,3,4,17
A	Seite 2, Absatz 2; Ansprüche 1-5	15,16
X	DE 34 36 443 A (VESTER GERHARD) 10. April 1986 (1986-04-10)	1,3,17
A	Seite 6, Zeile 14 -Seite 6, Zeile 27	15
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche  14. März 2002		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts  03/05/2002
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Tatus, W

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 42 34 436 A (SCHAAL FRIEDRICH) 14. April 1994 (1994-04-14)	1,17
A	Anspruch 1 ----	15
X	EP 0 142 722 A (SEITZ WILFRIED) 29. Mai 1985 (1985-05-29)	1,17
A	Seite 2, Zeile 7 -Seite 2, Zeile 31 ----	4
A	US 3 254 966 A (BLOCH HERMAN S ET AL) 7. Juni 1966 (1966-06-07) Spalte 6, Zeile 5 -Spalte 6, Zeile 60 -----	1,3,4,7, 17-19

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Inte

les Aktenzeichen

PCT/DE 01/04363

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3869410	A	04-03-1975	JP 48034791 A JP 51030555 B	22-05-1973 01-09-1976
US 4106913	A	15-08-1978	JP 48034088 A JP 51030556 B	15-05-1973 01-09-1976
GB 2259461	A	17-03-1993	KEINE	
DE 3436443	A	10-04-1986	DE 3436443 A1	10-04-1986
DE 4234436	A	14-04-1994	DE 4234436 A1	14-04-1994
EP 0142722	A	29-05-1985	DE 3341804 A1 AT 65715 T DE 3484865 D1 DK 545384 A EP 0142722 A2	30-05-1985 15-08-1991 05-09-1991 20-05-1985 29-05-1985
US 3254966	A	07-06-1966	KEINE	