

(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
6. November 2008 (06.11.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/131573 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F01N 3/025 (2006.01) F01N 3/035 (2006.01)
F01N 3/029 (2006.01) F01N 3/20 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH2008/000176

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. April 2008 (18.04.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
EP07405127 25. April 2007 (25.04.2007) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): HOCHSCHULE RAPPERSWIL [CH/CH];
Oberseestrasse 10, CH-8640 Rapperswil (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BUNGE, Rainer
[DE/CH]; Grebelackerstrasse 25, CH-8057 Zürich (CH).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR REGENERATING PARTICLE FILTERS, USE OF A MEDIUM FOR REGENERATING PARTICLE FILTERS, AND REFILL PACK COMPRISING SAID MEDIUM

(54) Bezeichnung: EINRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR REGENERATION VON PARTIKELFILTERN, SOWIE VERWENDUNG EINES MEDIUMS ZUR REGENERATION VON PARTIKELFILTERN, UND NACHFÜLLPACKUNG MIT DEM MEDIUM

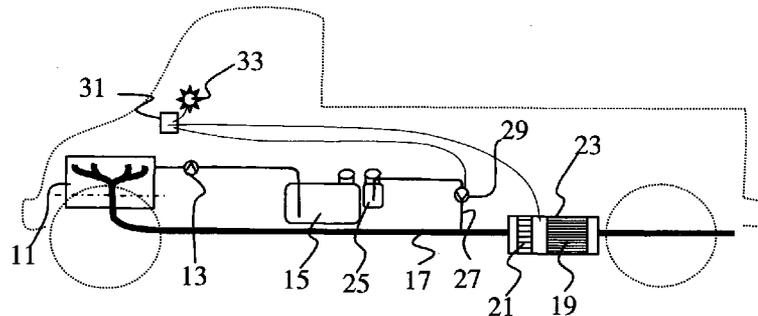


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to the use of a fuel other than diesel or diesel fission products, particularly of monoethylene glycol and/or methanol, for the exhaust gas enrichment upstream of a particle filter (19) of a diesel engine (11), in order to heat the exhaust gas to a temperature sufficient for a regeneration of the particle filter (19) by means of a catalytic oxidation of said fuel. The invention further relates to the device allowing said use, which to this end comprises one fuel tank (25) and a fuel line (27) connected to an exhaust line (17) of a diesel engine (11). The fuel tank (25) of the exhaust line is not the diesel tank (15) of the diesel engine. The invention can further relate to the diesel engine (11) and the tank thereof (15), and the exhaust line (17) with the particle filter (19). The idea combining all the aspects of the invention is expressed by the method, which is characterized by the following steps: Fuel, particularly methanol and/or ethylene glycol, is added to the exhaust gas of a diesel engine (11) upstream of the particle filter (19) thereof such that said fuel oxidizes in the gaseous state on the surface of the catalyst (21), thus heating the exhaust gas to a temperature at which the regeneration of the particle filter can be carried out. Due to the fuel tank (25) being separate from the diesel tank (15), a fuel can be used that already reacts with the catalyst (21) at temperatures too low for diesel.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/131573 A1



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft die Verwendung eines von Diesel oder Dieselspaltprodukten unterschiedliches Brennstoffs, insbesondere von Monoethylenglycol und /oder Methanol, zur Abgasanreicherung vor einem Partikelfilter (19) eines Dieselmotors (11), um das Abgas mittels einer katalytischen Oxydation dieses Brennstoffs auf eine für eine Regeneration des Partikelfilters (19) ausreichende Temperatur zu erhitzen. Sie besteht auch in der Vorrichtung, die diese Verwendung erlaubt, und dazu einen Brennstofftank (25) und eine an einen Abgasstrang (17) eines Dieselmotors (11) angeschlossene Brennstoffleitung (27) umfasst, deren Brennstofftank (25) nicht der Dieseltank (15) des Dieselmotors ist. Weiter kann die Erfindung auch den Dieselmotor (11) und dessen Tank (15), sowie den Abgasstrang (17) mit dem Partikelfilter (19) umfassen. Der all diesen Aspekten der Erfindung gemeinsame Gedanke kommt in dem Verfahren zum Ausdruck, das durch die Schritte gekennzeichnet ist, dass dem Abgas eines Dieselmotors (11) vor seinem Partikelfilter (19) ein Brennstoff, insbesondere Methanol und /oder Ethylenglykol zugesetzt wird, so dass es in gasförmigem Zustand auf der Katalysatoroberfläche (21) oxydiert und dabei das Abgas auf eine Temperatur erhitzt, bei der die Regeneration des Partikelfilters durchführbar ist. Dank dem vom Treibstofftank (15) separaten Brennstofftank (25) kann ein Brennstoff dazu verwendet werden, der bereits bei für Diesel noch zu tiefen Abgastemperaturen mit dem Katalysator (21) reagiert.

Einrichtung und Verfahren zur Regeneration von Partikelfiltern, sowie Verwendung eines Mediums zur Regeneration von Partikelfiltern, und Nachfüllpackung mit dem Medium.

5

Die Erfindung betrifft die Regeneration eines Partikelfilters, bzw. ein Verfahren dazu, die Verwendung eines Mediums und eine Vorrichtung zur Regeneration des Partikelfilters.

10

In Dieselfahrzeugen und Aggregaten mit Dieselmotoren werden Partikelfilter eingebaut. Solche Partikelfilter können verstopfen. Dadurch wird der Gegendruck im Abgasstrang grösser. Bei einem stark überhöhten Druck im Auspuff steht der Motor schliesslich still und ist nicht mehr anzulassen.

15

Um dies zu vermeiden müssen Partikelfilter regeneriert werden. Zur Regeneration des Partikelfilters müssen die darin abgelagerten Russpartikel verbrannt werden. Es gibt im Wesentlichen zwei Möglichkeiten für eine solche Regeneration. Bei beiden Regenerationsalternativen ist eine minimale Betriebstemperatur erforderlich.

20

Bei einer ersten Art, eine Regeneration zu erreichen, wird der aus Russ bestehende Filterkuchen mittels NO₂ zu CO₂ oxydiert. Das NO₂ wird mittels eines Oxidationskatalysators aus dem im Abgas enthaltenen NO und dem im Abgas enthaltenen Rest-Sauerstoff aufoxydiert. Ein solcher Oxidationskatalysator ist überwiegend mit Platin beschichtet, enthält aber auch Anteile an Palladium.

25

Der Oxidationskatalysator ist also als Bauteil im Abgasstrom angeordnet und dem Partikelfilter vorgeschaltet. Solche Partikelfilter werden „kontinuierlich generierend“ genannt. Es wird nämlich, ab einer Abgastemperatur von ca. 180°C kontinuierlich NO₂ gebildet, das mit dem Russ im Partikelfilter reagiert. Die Regeneration des Partikelfilters ist dabei von der Betriebstemperatur abhängig. Sie findet ab Temperaturen um 220°C statt, nimmt aber mit der Zunahme der Betriebstemperatur im Partikelfilter exponentiell zu. Die NO₂ Produktion steigt indes in den in der Praxis relevanten Temperaturbereichen mit der Temperaturzunahme im Wesentlichen linear an.

30

Ein erhöhter Ausstoss des starken Oxidationsmittels und Reizgases NO₂ ist jedoch nicht erwünscht. Die Produktion des NO₂ muss daher bei diesen kontinuierlich

regenerierenden Partikelfiltern möglichst genau auf die anfallende Menge an Russ abgestimmt sein. Durch eine Reduktion der Platindotierung der Katalysatoren wird der NO₂ Ausstoss reduziert. Da jedoch je nach Betriebsweise des Dieselmotors unterschiedliche Mengen an Russ anfallen, und die temperaturabhängige Umsetzung des NO₂ mit dem Russ zu CO₂ und NO bei niedrigen Temperaturen gering ist, besteht die Gefahr der Verstopfung des Partikelfilters bei hohem Russanfall wie auch bei niedrigen Betriebstemperaturen, insbesondere wenn diese unter 220 °C abfällt. Der Zielkonflikt liegt bei kontinuierlich regenerierenden Partikelfiltern also darin, dass einerseits möglichst viel NO₂ produziert werden muss, um eine Regeneration des Filters auch bei niedrigen Abgastemperaturen zu erreichen, andererseits ein Überschuss an NO₂ aus Gründen des Umweltschutzes vermieden werden muss.

Eine zweite Art, die Regeneration des Partikelfilters zu erreichen, wird thermisch genannt. Der Filterkuchen wird von Zeit zu Zeit thermisch abgebrannt. Er wird dazu in der Regel auf eine Temperatur von 600 °C aufgeheizt. Bei dieser Temperatur brennt der Russ selbstständig ab. Durch eine katalytische Beschichtung des Partikelfilters lässt sich die Zündtemperatur des Russes von 660°C auf 450°C absenken. Eine andere Möglichkeit zur Verringerung der Zündtemperatur besteht in der Zusetzung eines Additivs zum Diesel. Dieses Additiv basiert meist auf Eisenverbindungen. Es gelangt durch den Motor hindurch in das Abgas und setzt sich damit zusammen mit dem Russ im Partikelfilter ab. Diese Mischung aus Russ und Additiv des im Partikelfilter abgelagerten Filterkuchens hat eine tiefere Zündtemperatur als Russ ohne Additiv, nämlich um 450 °C.

Der im Partikelfilter aufgebaute Filterkuchen wird bei der thermischen Regeneration, meist abhängig vom Gegendruck in der Auspuffanlage, periodisch abgebrannt. Hierzu wird der Filterkuchen gezündet und brennt dann in der Regel selbstständig ab.

Zur Zündung des Filterkuchens gibt es vier Möglichkeiten:

- Zündung mit einer elektrischen Heizung
- Zündung durch Eingriff in die Betriebsbedingungen des Motors, sodass die Abgastemperatur erhöht wird. Dies kann beispielsweise durch Manipulation der Verbrennungsluftzufuhr erreicht werden (z.B. Schliessen einer Drosselklappe im Luftansaugstutzen).
- Zündung durch die Verbrennung von Treibstoff in offener Flamme. Hierzu wird ein mit Treibstoff betriebener Brenner im Abgasstrom installiert.
- Zündung durch katalytische Verbrennung von Treibstoff.

Bei der katalytischen Verbrennung wird der Treibstoff entweder direkt in den Abgasstrom eingedüst oder es wird durch Manipulation der Motorensteuerung unverbrannter Treibstoff aus dem Motor ausgestossen. In beiden Fällen wird der mit
5 Treibstoff angereicherte Abgasstrom über eine katalytisch beschichtete Oberfläche geleitet, sodass der Treibstoff katalytisch (also flammlos) oxidiert wird und so zur Abgaserwärmung führt. Das Einspritzen des Treibstoffes hat bei Dieselmotoren den Nachteil, dass der Diesel wegen seines hohen Siedepunktes mittels einer
10 Druckluftdüse sehr fein zerstäubt werden muss. Hierzu muss also eine Druckluftversorgung eingerichtet werden. Die Praxis zeigt, dass die am Ende einer zuführenden Rohrleitung angeordnete Einspritzdüse durch ein Verkoken des Diesels leicht verstopft, was besondere Vorkehrungen zur Vermeidung dieser Verkokung erfordert.

15 Zur thermischen Regeneration eingesetzte Katalysatoren enthalten in der Regel mehr Palladium und weniger Platin als die zur kontinuierlichen Regeneration eingesetzten Katalysatoren. So wird die NO₂-Produktion auf dem Katalysator unterdrückt. Der zur katalytischen Verbrennung des Treibstoffes eingesetzte Katalysator kann als Bauteil dem Partikelfilter vorgeschaltet sein. Er kann aber auch als
20 Additiv dem Diesel oder dem Abgas beigemischt sein, so dass er sich auf dem Filterkuchen absetzt. Weiter kann der Partikelfilter selbst mit einer Katalysatorschicht beschichtet sein.

Diese thermische Art der Regeneration benötigt bei den heute handelsüblichen
25 Katalysatoren Abgastemperaturen vor dem Katalysator von mehr als 200 Grad, damit der eingedüste Diesel wenigstens zur Hälfte katalytisch oxidiert wird. Die Hauptbestandteile des Dieselkraftstoffes sind vorwiegend Alkane, Cycloalkane und aromatische Kohlenwasserstoffe mit etwa 9 bis 22 Kohlenstoff-Atomen pro Molekül und einem Siedebereich zwischen 150°C und 390°C. Durch eine Verdü-
30 sung zu sehr kleinen Tröpfchen wird die Verdampfungstemperatur von Diesel unter die nominelle Siedetemperatur abgesenkt. Bei Abgastemperaturen unter 200°C verflüchtigen sich dennoch nur wenige der Dieselbestandteile. Zwar kann bei einigen Katalysatoren, zumindest im fabrikneuen Zustand, die Anspringtemperatur bis auf 180°C reduziert werden, jedoch ist die Verbrennung des Diesels
35 dann derart unvollständig, dass aus dem Auspuff eine Wolke unverbrannten Diesels ausgestossen wird („Blaurauch“), was in der praktischen Anwendung als intolerabel gilt. Erst bei Temperaturen oberhalb 200°C im Katalysator werden durch die dort entstehende Hitze so viele Bestandteile des Diesels in einen reaktionsfähi-

gen Zustand gebracht, dass dieser in der Praxis zur Regeneration von Partikelfiltern einsetzbar ist.

Es gibt Versuche, die Reaktionstemperatur des Katalysators durch Anreicherung des Abgases mit Spaltprodukten aus dem Diesel weiter abzusenken. Dies erfordert jedoch technisch sehr aufwändige Apparaturen zur Aufspaltung des Diesels in vor allem kürzerkettige Alkane mit niedrigeren Siedepunkten („Reformer“). Dieser Ansatz ist zurzeit nicht marktreif und es ist fraglich, ob ein solcher Ansatz zur Dieselspaltung „on-board“ überhaupt praktisch durchführbar sein wird.

Im Fazit ist bei Abgastemperaturen unter 200 Grad Celsius kein System zur Regeneration von Partikelfiltern durch die katalytische Oxidation eines Brennstoffes bekannt, welches nicht durch die technisch sehr aufwändige Spaltung von Diesel bereitgestellt wurde.

Die Notwendigkeit der Regeneration von Partikelfiltern bei niedrigen Abgastemperaturen wird verschärft, wenn, z.B. aus Platzgründen, der Filter in einem grossen Abstand zum Motor angebracht werden muss. Um Temperaturverluste im Abgas zu reduzieren, müssen in einem solchen Fall die langen Auspuffrohre zwischen dem Motor und dem Katalysator aufwändig isoliert werden.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Lösung vorzuschlagen, die es erlaubt bei niedrigen Abgastemperaturen, von beispielsweise unter 200°C, eine Regeneration von Partikelfiltern zu erreichen. Eine spezifischere Aufgabe besteht darin, eine nachträglich einbaubare Vorrichtung zu schaffen, mit der dieses Verfahren auch bei bereits bestehenden, mit Partikelfiltern ausgerüsteten Fahrzeugen und Aggregaten angewendet werden kann, ohne dass in die elektrische Motorensteuerung eingegriffen werden muss.

Die Erfindung löst die Aufgabe durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche.

Bei einem Verfahren zur Regeneration eines Partikelfilters eines mit Diesel angetriebenen Verbrennungsmotors weist die Erfindung mit dem Stand der Technik gemeinsam die Schritte auf, dass bei für die Regeneration zu niedriger Abgastemperatur das Abgas an einer Zuführungsstelle stromaufwärts des Partikelfilters mit einem katalytisch oxydierbaren Medium angereichert und durch katalytische Oxidation des Mediums auf eine für die Regeneration des Partikelfilters ausrei-

chende Temperatur aufgeheizt wird. Während beim Stand der Technik dieses Medium der Treibstoff, insbesondere Diesel ist, bzw. in Versuchen auch Dieselspaltprodukte angewendet wurden, wird erfindungsgemäss das Abgas mit einem vom Diesel und dessen Spaltprodukten unterschiedlichen Brennstoff angereichert.

5

Während der Stand der Technik den Dieseltreibstoff aus dem bereits vorhandenen Dieseltank abzweigt und dem Abgas zusetzt, benötigt die Erfindung einen zweiten Tank für den Brennstoff. Dies hat den Nachteil, dass zwei Medien aufgetankt werden müssen. Es hat aber den Vorteil, dass ein solcher Brennstoff aus einer grossen Palette von brennbaren Substanzen ausgewählt werden kann.

10

Die Palette von möglichen Brennstoffen reicht nach dieser erfindungsgemässen Massnahme von Gasen, wie Wasserstoff, Propan oder Butan, über organische Flüssigkeiten wie Kerosen, Benzin oder deren Bestandteile und Spaltprodukte, bis hin zu weniger verbreiteten Brennstoffen. Vorteilhaft werden Brennstoffe ausgewählt, welche bei Temperaturen unter 200 Grad flüchtig sind, bzw. auf dem Katalysator bei niedrigeren Temperaturen oxydieren als der Diesel. Besonders vorteilhaft ist, wenn bei NO₂-regenerierenden Partikelfiltern die Brennstoff-Oxydation möglichst nicht in Konkurrenz zu der NO₂-Produktion steht.

15

20

Es hat sich gezeigt, dass bevorzugte Brennstoffe unter den Alkoholen zu finden sind. Viele Alkohole haben Verflüchtigungstemperaturen unter 200 °C und können daher ohne eine aufwändige Druckluftverdüsung in den Abgasstrom eingebracht werden. Sie verdampfen zudem rückstandsfrei, so dass keine Verkokungsgefahr besteht, und zumindest einige reagieren bei Abgastemperaturen ab 150 °C mit den bekannten Katalysatoroberflächen. (Mono-) Ethylenglykol beispielsweise zersetzt sich ab 165 °C und setzt dabei unter anderem Glykolaldehyd, Glyoxal, Acetaldehyd, Methan, Formaldehyd, Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff frei. Das weniger giftige Propylenglykol hat einen Siedepunkt von 187 °C. Das bevorzugte Methanol (Methylalkohol) sogar einen solchen von 65 Grad Celsius.

25

30

Alkohole sind gängige Handelswaren in Tankstellenshops, so dass zum Vertrieb des erfindungsgemäss einzusetzenden Brennstoffs keine neuen Vertriebswege geschaffen zu werden brauchen.

35

Mit dem Brennstoff, also z.B. durch ein Eindüsen von Methanol in den Abgasstrang und dessen katalytische Oxydation, wird die Abgastemperatur direkt auf

die zur Regeneration notwendige Temperatur erhitzt. Dies ist bei Fahrzeugen und Aggregaten ohne Dieseleinspritzung in den Abgasstrang zweckmässig.

5 Insbesondere bei Fahrzeugen und Aggregaten mit einer Dieseleinspritzung in den Abgasstrang, wird das Abgas mittels des zusätzlichen Brennstoffes vorteilhaft lediglich auf eine Temperatur erhitzt, bei welcher der Diesel katalytisch oxydiert werden kann, z.B. auf 240°C. Danach kann in herkömmlicher Weise die zur Rege-
10 neration notwendige Reaktionstemperatur durch eine Anreicherung des Abgases mit Diesel erreicht werden. Dies hat den Vorteil, dass lediglich geringe Mengen an Brennstoff benötigt werden, um den Regenerierungsprozess in Gang zu setzen, für die Aufrechterhaltung der für die Regenerierung zweckmässigen Temperatur aber der in grösseren Mengen vorhandene Diesel eingesetzt werden kann.

15 Das Abgas kann mit dem Brennstoff und dem Diesel angereichert werden. Die Anreicherung kann nacheinander oder zugleich, mit einem Gemisch aus Brennstoff und Diesel, erfolgen.

20 Das erfindungsgemässe Verfahren ist geeignet für Oxidationskatalysatoren im Allgemeinen, insbesondere aber für die handelsüblichen mit Platin und/oder Palladium beschichteten Katalysatoren. Es ist also weder spezifisch für die Regeneration mittels NO₂, noch ausschliesslich für die thermische Reeneration geeignet.

25 Bevorzugte Alkohole sind Methanol (Methylalkohol, CH₃OH) und Monoethylenglycol (MEG, Ethylenglycol, Ethan-1,2-diol, C₂H₆O₂). Diese beiden Alkohole zeigen bei Partikelfiltern mit Stickoxyd-Regeneration eine überraschende Wirkung, insofern sie die NO₂-Produktion keineswegs zu behindern scheinen. Andere Brennstoffe hingegen scheinen in Konkurrenz zur NO₂ Produktion den Katalysator zu beanspruchen.

30 Bei Abgasreinigungssystemen, die ohne eingebaute Katalysatoroberflächen auskommen, oder bei denen die katalytische Oberfläche im Partikelfilter vorliegt und zu grossen Teilen durch den Russ abgedeckt ist, kann ein katalytisch oxydierendes Additiv zugemischt werden. Dieses kann dem Brennstoff oder dem Treibstoff zugemischt sein. Jedenfalls soll es im Abgas/Brennstoffgemisch als Katalysator dienen.
35

In der Regel wird indes ein zwischen der Zuführungsstelle und dem Partikelfilter in den Abgasstrang eingebauter Katalysator für die katalytische Oxydation des

Brennstoffs verwendet. Die meisten Filtertöpfe enthalten stromaufwärts des Partikelfilter-Bauteils ein Katalysator-Bauteil.

5 Die Anreicherung des Abgases mit Brennstoff kann durch Massnahmen vor oder im Verbrennungsmotor vorgenommen werden. Bevorzugt wird die Anreicherung des Abgases zwischen Verbrennungsmotor und Partikelfilter vorgenommen. Dies ist insbesondere für Nachrüstbausätze der geeignete Ort für die Einspritzung von Brennstoff in den Abgasstrang. Sie ist unabhängig von der Betriebsart des Motors, so dass in dessen Steuerung nicht eingegriffen zu werden braucht.

10

Die erfindungsgemässe Verwendung eines katalytisch oxydierbaren Mediums zur Anreicherung des Abgases eines Verbrennungsmotors, um das Abgas durch katalytische Oxydation des Mediums auf eine für die Regeneration des Partikelfilters ausreichende Abgastemperatur aufzuheizen, zeichnet sich dadurch aus, dass das
15 Medium in wesentlichen Anteilen einen vom Diesel, dem Treibstoff des Verbrennungsmotors, und dessen Spaltprodukten unterschiedlichen Brennstoff enthält, der bei einer tieferen Temperatur als der Diesel katalytisch oxidierbar ist.

Grundsätzlich können auch Gase als Brennstoff eingesetzt werden. Aus Gründen
20 der einfacheren Handhabung wird bevorzugt, dass der Brennstoff eine Flüssigkeit ist. In Frage kommen hierbei auch Flüssigkeiten, die sich bei Erhitzung in oxidierbare Gase aufspalten. Vorzugsweise kommen zur Ausübung unserer Erfindung als Brennstoffe organische Flüssigkeiten in Betracht, vor allem Alkohole.

25 Der Brennstoff kann also ein Alkohol oder ein zu wenigstens 40% Alkohol enthaltendes Gemisch sein. Er kann vorzugsweise Methylalkohol oder ein wenigstens 10% Methylalkohol enthaltendes Gemisch sein. Er kann ebenfalls mit Vorteilen gegenüber anderen Brennstoffen Monoethylenglycol oder ein wenigstens 10%
30 Monoethylenglycol enthaltenden Gemisch sein. Er kann weiter mit Vorteilen gegenüber anderen Brennstoffen Propylenglycol oder ein wenigstens 10% Propylenglycol enthaltenden Gemisch sein. Glycole sind preiswert, frostbeständig, haben einen hohen Flammpunkt und sind toxikologisch relativ unbedenklich. Sie sind zudem wasserlöslich und in diesem Zustand sicher handhabbar. Sie eignen sich daher besonders als Brennstoff. Weitere vorteilhafte Brennstoffe sind Glycerine,
35 insbesondere in methanolhaltigen Glycerinlösungen, die als Abfallstoffe bei der Herstellung von Biodiesel anfallen und daher besonders preiswert sind.

Die vorteilhafte Auswahl an Brennstoffen kann auch beschrieben werden durch die Bedingung, dass die Verflüchtigungstemperatur des Brennstoffes tiefer als die Verflüchtigungstemperatur wesentlicher Anteile des Diesels, insbesondere unter 250 Grad Celsius, liegt. Unter Verflüchtigungstemperatur wird sowohl die Zersetzungstemperatur (wie im Falle des Monoethylenglycols) als auch die Siedetemperatur (wie im Falle des Methanols) zusammengefasst, bei der der Brennstoff flüchtig wird. Dies hat den Vorteil, dass bei Temperaturen, bei denen der Diesel zu einem überwiegenden Anteil noch nicht flüchtig ist, bereits regeneriert werden kann.

Anders kann die bevorzugte Auswahl der Brennstoffe auch durch das Merkmal eingeschränkt werden, dass die Verflüchtigungstemperatur des Brennstoffs unter der für eine katalytische Reaktion des Diesels mindestens notwendigen Abgas-temperatur liegt, insbesondere unter 200 Grad Celsius, vorzugsweise unter 190 Grad Celsius, besonders bevorzugt unter 180 °C. Diese Auswahl hat den Vorteil, dass der Brennstoff schon dann verdunstet, wenn noch keine Reaktion zwischen Diesel und Katalysator erwartet wird.

Überraschenderweise kann der Brennstoff mit Wasser vermengt sein, beziehungsweise in wässriger Lösung verwendet werden. Dies macht ihn einfach zu handhaben. Eine Mischung von Methylalkohol und Wasser beispielsweise ist ungefährlich und kann in Plastikbeuteln gehandelt werden. Der Gehalt an Wasser kann relativ gross sein, ohne dass sich dies stark auf die Hitzeentwicklung im Katalysator auswirkt.

Eine erfindungsgemässe Einrichtung umfassend einen Brennstofftank und eine Brennstoffleitung wird als beispielsweise Notregenerier-Einrichtung oder Regenerationsstart-Einrichtung an einer Vorrichtung verwendet, die einen Dieselmotor, einen Dieseltank für den Diesel-Treibstoff, einen Abgasstrang, und einen Partikelfilter im Abgasstrang aufweist. Im Unterschied zu einer Scheibenwaschanlage, die die oben angeführten strukturelle Merkmale auch erfüllt, ist bei einer erfindungsgemässen Verwendung der Einrichtung die Brennstoffleitung stromaufwärts des Partikelfilters in den Abgasstrang mündend angeordnet, so dass das Abgas vor dem Partikelfilter mit einem Brennstoff aus dem Brennstofftank angereichert werden kann. Die Vorrichtung kommt dann zum Einsatz, wenn für eine Regeneration des Partikelfilters lediglich ungenügende Temperaturen im Abgasstrang vorliegen, die Regeneration aber notwendig ist.

- Erfindungsgemäss ist eine Vorrichtung, die einen Verbrennungsmotor, einen Dieseltank zur Aufnahme eines Dieseltreibstoffs für den Motor, und eine Dieselleitung vom Dieseltank zum Verbrennungsmotor aufweist, und bei der anschliessend an den Verbrennungsmotor ein Abgasstrang und darin angeordnet katalytische Oberflächen und ein Partikelfilter vorhanden sind, mit einer solchen Einrichtung ausgerüstet. Diese hinzugefügte Einrichtung zeichnet erfindungsgemäss das bekannte System des Verbrennungsmotors aus. Sie umfasst einen vom Dieseltank getrennten Brennstofftank zur Aufnahme eines sich vom Diesel und dessen Spaltprodukten unterscheidenden Brennstoffs, eine in den Abgasstrang mündende Brennstoffleitung vom Brennstofftank zu einer Zuführstelle im Abgasstrang, die stromaufwärts des Partikelfilters und der katalytischen Oberflächen liegt, Fördermittel zum Fördern des Brennstoffs in den Abgasstrang und eine Schaltung zum Aktivieren der Fördermittel. Als Fördermittel können vorhanden sein: Ein Überdruck im Brennstofftank in Kombination mit einem Ventil, eine Pumpe oder eine Druckquelle, die ein Gas, insbesondere Luft oder CO₂ in den Brennstofftank presst, eine Flüssigkeitspumpe für den Brennstoff in der Brennstoffleitung oder im Brennstofftank, jeweils gegebenenfalls in Kombination mit einem Ventil in der Brennstoffleitung.
- Der einfachen Montage und Handhabung halber wird eine Flüssigkeitspumpe in der Brennstoffleitung zum Pumpen des Brennstoffs durch die Brennstoffleitung bevorzugt. Eine ebenso einfache Art der Brennstoffförderung geschieht mittels einer selbstansaugenden Einspritzdüse im Abgasstrom (Strahlrohr oder Venturi).
- Die Einrichtung kann direkt an eine Steuerung oder eine Anzeigevorrichtung der den Verbrennungsmotor aufweisenden Vorrichtung angeschlossen sein, welche Steuerung die Regeneration des Partikelfilters steuert, und welche Anzeigevorrichtung die Notwendigkeit der Regeneration des Partikelfilters anzeigt. Eine Notregeneration beispielsweise kann durch diese Anzeigevorrichtung bzw. das die Anzeigevorrichtung aktivierende Signal ausgelöst werden. Die Einrichtung kann auch mit einem eigenen Sensor zur Überwachung der Druck- und/oder Temperaturverhältnisse im Abgasstrang ausgerüstet sein, der das Schaltsignal zur Aktivierung der die Regeneration startenden Brennstoffzufuhr zum Abgasstrang gibt.
- Eng gefasst besteht die Erfindung einerseits in der Verwendung von Glycol (vorzugsweise Monoethylenglycol und/oder Propylenglycol) und/oder Methanol zur Abgasanreicherung vor einem Partikelfilter eines Dieselmotors, um das Abgas mittels einer katalytischen Oxydation dieses Brennstoffs auf eine für eine Regene-

ration des Partikelfilters ausreichende Temperatur zu erhitzen. Sie umfasst daher Handelpackungen eines Brennstoffs zur Befüllung von Brennstofftanks einer Re-
generationseinrichtung. Eine solche Nachfüllpackung zeichnet sich vorteilhaft
durch einen Gehalt von wenigstens 60% eines Gemisches aus Methanol und we-
5 wenigstens einem Glycol aus. Zweckmässigerweise enthält die Nachfüllpackung we-
nigstens 20% Methanol und wenigstens 30% Wasser.

Die Erfindung besteht andererseits in der Vorrichtung, die diese Verwendung er-
laubt, und dazu einen Brennstofftank und eine an einen Abgasstrang eines Die-
10 selmotors angeschlossene Brennstoffleitung umfasst, deren Brennstofftank nicht
der Dieseltank des Dieselmotors ist, und deren Brennstoffleitung in den Abgas-
strang mündend anzuordnen ist. In einer den Motor und den Partikelfilter mit
umfassenden Form schliesst die Erfindung deshalb auch den Dieselmotor und
dessen Tank, sowie den Abgasstrang mit dem Partikelfilter ein.

15 Der all diesen Aspekten der Erfindung gemeinsame Gedanke kommt in dem Ver-
fahren zum Ausdruck, dass dem Abgas eines Dieselmotors vor seinem Partikelfil-
ter ein Brennstoff, insbesondere Methanol und/oder ein Glycol, (vorzugsweise
Monoethylenglycol und/oder Propylenglycol) zugesetzt wird, so dass der Brenn-
20 stoff in gasförmigem Zustand auf der Katalysatoroberfläche oxydiert und dabei
das Abgas auf eine Temperatur erhitzt, bei der die Regeneration des Partikelfilters
durchführbar ist. Dank dem vom Treibstofftank separaten Brennstofftank kann ein
Brennstoff dazu verwendet werden, der bei für Diesel zu tiefen Abgastemperatu-
ren mit dem Katalysator reagiert.

25 Die Erfindung wird anhand von spezifischen Versuchsanordnungen und anhand
der Verwendung von verschiedenen ausgewählten Brennstoffen genauer erläu-
tert. Es zeigt:

30 Fig. 1 schematisch einen LKW mit Motor und Abgasstrang, Dieseltank und
Brennstofftank für die Abgaserhitzung

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer ersten Versuchsanordnung, un-
ter Ausblendung von Dieseltank und Verbrennungsmotor,

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer zweiten Versuchsanordnung,
unter Ausblendung des Verbrennungsmotors,

35 Fig. 4 eine schematische Darstellung einer dritten Versuchsanordnung, un-
ter Ausblendung des Verbrennungsmotors,

Fig. 5 ein Diagramm über die Temperaturerhöhung um ΔT eines Abgases
mit Temperatur T über einen ersten Diesel-Oxydations-Katalysator (Her-

steller: HJS) ohne Eindüsung (Base Line) und mit Eindüsung von verschiedenen Medien,

Fig. 6 ein entsprechendes Diagramm über die NO₂-Konzentration ohne und mit Eindüsung verschiedener Medien,

5 Fig. 7 ein Diagramm über die Druck und Temperaturentwicklung im Abgas vor und während der Regeneration des Oxydationskatalysators gemäss Figur 1 mittels Monoethylenglycol,

Fig. 8 ein Diagramm über die Temperaturerhöhung über den Oxydationskatalysator in Abhängigkeit der Abgastemperatur vor dem Oxidationskatalysator und der Zusammensetzung des eingedüsten Mediums Wasser und Glycol,

10 Fig. 9 ein Diagramm über die Temperaturerhöhung über den Oxydationskatalysator in Abhängigkeit der Abgastemperatur vor dem Oxidationskatalysator und der Zusammensetzung des eingedüsten Mediums aus Wasser und Glycerin,

15 Fig. 10 einen Behälter mit einem Brennstoff zur Regeneration von Partikelfiltern.

Fig. 11 ein Diagramm über die Temperaturerhöhung um ΔT eines Abgases mit Temperatur T über einen zweiten Diesel-Oxydations-Katalysator (Hersteller: Peugeot) ohne (Base Line) und mit Eindüsung von verschiedenen Medien,

20 Fig. 12 ein entsprechendes Diagramm über die NO₂-Konzentration ohne und bei Eindüsung verschiedener Medien,

25

Der in Figur 1 schematisch dargestellte Lastkraftwagen besitzt einen Dieselmotor 11, dem mit einer Dieselpumpe 13 Diesel-Treibstoff aus einem Dieseltank 15 zugeführt wird. Der Diesel verbrennt mit der komprimierten Luft in den Zylindern des Motors 11 mager unter Abgabe von Kraft und Wärme und unter Bildung von Russ. Die Abgase aus dieser Verbrennung strömen in den Abgasstrang 17 und erreichen schliesslich den Partikelfilter 19. Mit dem Partikelfilter 19 werden die Russpartikel aufgefangen und aus dem Abgas herausgefiltert. Durch die Zunahme von Russpartikeln im Partikelfilter 19 steigt dessen Widerstand an. Ab einem Grenzwiderstand entsteht ein zu hoher Abgasdruck im Abgasstrang 17, so dass
30
35 der Verbrennungsmotor 11 abstellt.

Deshalb muss der Partikelfilter durch eine Regeneration von dem aufgefangenen Russ befreit werden, bevor der Motor 11 nicht mehr wirtschaftlich läuft oder gar abstellt.

5 Dem in Figur 1 dargestellten Partikelfilter 19 ist, um eine Regeneration zu erreichen, ein Oxydationskatalysator 21 vorgeschaltet. In der Regel sind der Katalysator 21 und der Partikelfilter 19 in einem gemeinsamen Auspufftopf angeordnet. Dieser kann insgesamt als Partikelfilter bezeichnet werden. Um eine klare Ausdrucksweise zu erhalten, wird der Auspufftopf zusammen mit dem Partikelfilter
10 19 und dem Katalysator 21 in dieser Schrift Filtertopf 23 genannt. Bei ausreichender Temperatur des Abgases vor dem Oxidationskatalysator 21 wird auf der Oberfläche des Katalysators 21 im Abgas enthaltenes NO zusammen mit dem Rest-Sauerstoff im Abgas zu NO₂ umgewandelt. Dieses NO₂ ist ein aggressives Oxidationsmittel, das fähig ist, den Russ im Partikelfilter 19 zu CO₂ zu oxydieren. Diese
15 Reaktion findet auch bei niedrigen Temperaturen ab 250 bis 300 Grad statt, nimmt aber mit Zunahme der Temperatur deutlich zu. Bei einem Gleichgewicht zwischen Russproduktion bei der Verbrennung und der NO₂-Produktion im Katalysator 21 ist diese Regeneration des Partikelfilters ab einer bestimmten Temperatur des Abgases kontinuierlich gewährleistet.

20 Für eine sichere Regeneration muss indes ein gewisser Überschuss an NO₂ produziert werden. Dieser NO₂-Überschuss verlässt den Abgasstrang als umweltschädliches Reizgas, das vermieden werden sollte. Daher werden neuere Filtertöpfe 23 so dimensioniert, dass der Überschuss an NO₂ im Mittel sehr gering ist, was
25 zur Folge hat, dass eine durchschnittlich notwendige Regeneration des Partikelfilters lediglich bei Temperaturen ab 250 bis 450 Grad stattfindet. Unter gewissen Fahrbedingungen ist die Regenerationsleistung daher unterdurchschnittlich, in anderen überdurchschnittlich. Bei einer länger andauernden unterdurchschnittlichen Regenerationsleistung muss der Partikelfilter zunehmend verstopfen.

30 Auch die NO₂-Produktion ist abhängig von der Abgastemperatur. Bei Abgastemperaturen unter 220 Grad vor dem Katalysator ist dessen Wirksamkeit eingeschränkt oder gar unterbunden. Daher nimmt der Filterkuchen bei niedrigen Abgastemperaturen zu, obschon genügen NO und O₂ im Abgas enthalten wären um
35 einen Überschuss an NO₂ zu produzieren. Dies ist der Hauptgrund, weshalb Partikelfilter verstopfen.

Um nun Filtertöpfe 23 in den Abgasstrang eines Verbrennungsmotors einbauen zu können, die lediglich einen geringen NO₂-Überschuss produzieren, ist es erforderlich, auch dann regenerieren zu können, wenn die kontinuierliche Regeneration über längere Zeitabschnitte ungenügend ist. Sollte der Filterkuchen zu dick werden, wird deshalb eine Regeneration erzwungen. Dies geschah bis anhin z.B. durch Einspritzen von Diesel in den Abgasstrang oder Durchschleusen von unverbranntem Diesel durch den Motor 11. Unter der Bedingung, dass das Abgas vor dem Katalysator über 200 Grad heiss ist, verbrennt dieser Diesel dann katalytisch auf dem Katalysator und erhöht die Abgastemperatur auf etwa 450 Grad, so dass das Abgas genug heiss ist, dass der Katalysator ausreichend viel NO₂ produzieren kann und eine Regeneration des Partikelfilters rasch erreicht wird.

Aber auch für diese katalytische Verbrennung des Diesels ist eine minimale Abgastemperatur von 200 Grad erforderlich. Bei tieferen Temperaturen ist die Verbrennung des unverbrannten Diesels nicht gewährleistet. Ohne katalytische Verbrennung aber bewirkt die Anreicherung des Abgases mit Diesel nur, dass ein erhöhter Ausstoss an Kohlenwasserstoffen generiert wird. Die Abgastemperatur steigt nicht an und der Partikelfilter wird nicht regeneriert.

Um nun bei Abgastemperaturen unter 200 Grad dennoch eine Regeneration des Partikelfilters zu erreichen wird gemäss der Erfindung vorgeschlagen, das Abgas mit einem Medium anzureichern, das sich von Diesel unterscheidet. Dazu ist ein vom Dieseltank getrennter Brennstofftank 25 erforderlich. Dieser Brennstofftank besitzt eine eigene Brennstoffleitung 27, die in den Abgasstrang mündet, und eine Brennstoffpumpe 29.

Der Brennstoff kann nun so ausgewählt werden, dass er bei tieferen Temperaturen als der Diesel bereits katalytisch mit dem Restsauerstoff im Abgas reagiert, und daher die Abgastemperatur erhöht. Diese Erhöhung der Abgastemperatur soll zumindest bis auf eine solche Temperatur getrieben werden, die eine katalytische Oxydation des Diesels und daher eine wirkungsvolle Anreicherung des Abgases mit Diesel ermöglicht.

Eine Einrichtung für die Regeneration des Partikelfilters umfasst daher zwingend einen vom Dieseltank 15 getrennten Brennstofftank 25, eine Brennstoffleitung 27 und beispielsweise eine Pumpe als Fördermittel 29. Damit die Funktion dieser Einrichtung automatisiert ist, ist eine in der Figur 1 eingezeichnete Steuerung 31 vorhanden. Diese Steuerung zeigt z.B. mit einer Warnleuchte 33 an, dass der Par-

5 tikelfilter 23 regeneriert werden muss. Dazu ist im Filtertopf 23 ein Sensor angeordnet, z.B. ein Gegendruckmessgerät, dessen Signal von der Steuerung ausgewertet wird. Aufgrund eines Signals dieser Steuerung 31 kann nun die Regeneration mit Hilfe des Brennstoffs eingeleitet werden. Beispielsweise kann die Brennstoffpumpe 29 gleichzeitig oder zeitverzögert mit dem Aufleuchten der Warnleuchte 33 aktiviert werden.

10 In Figur 2 ist lediglich ein Ausschnitt aus dem oben beschriebenen Einrichtung dargestellt, nämlich der Brennstofftank 25, die Brennstoffleitung 27 mit Brennstoffpumpe 29, sowie den Filtertopf 23 mit dem Oxydationskatalysator 21 und dem Partikelfilter 19.

15 Im Brennstofftank 25 ist ein Alkohol eingefüllt. Dieser wird zum Notregenerieren mit der Düse 35 in das Abgas gesprüht. Der versprühte Alkohol verflüchtigt sich im Abgas auch dann rasch, wenn dieses beispielsweise lediglich 190 Grad heiss ist. Bereits bei diesen niedrigen Temperaturen (ab 150°C) reagiert es auf der Katalysatoroberfläche mit dem Restsauerstoff unter Abgabe von Wärme, so dass das Abgas, je nach zugeführter Menge des Alkohols, um 100 bis 300 Grad erhitzt wird. Eine Darstellung der Druckentwicklung im Abgas und der Temperatur nach dem Oxydationskatalysator ist in Figur 7 dargestellt und wird weiter unten diskutiert. Diese Messungen wurden anhand einer Einrichtung gemäss Figur 2 gemacht, wobei zur Erhitzung des Abgases Monoethylenglycol verwendet wurde.

25 Figur 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel, das zur Einspritzung von Brennstoff und Treibstoff geeignet ist. Die Pumpe 29 drückt je nach Stellung der Ventile 35 und 35' Brennstoff, Diesel oder Brennstoff und Diesel in den Raum vor dem Katalysator-Bauteil 21. Eine Steuerung 31 bedient die Ventile 35,35' und regelt die Anteile an Diesel und Brennstoff für die Anreicherung des Abgases 37. Ein Temperatursensor zwischen Katalysator 21 und Partikelfilter 19 liefert dazu die notwendigen Informationen.

35 In Figur 4 ist eine Ausführungsvariante dargestellt, die sich für die Nachrüstung von bestehenden Fahrzeugen und Aggregaten mit Partikelfilter eignet, die das Abgas mit Diesel erhitzen können. Der separate Brennstofftank kann bei diesen ein Nachrüstteil oder aber ein bestehender Behälter mit einem geeigneten Brennstoff sein. Ein solcher bereits vorhandener Brennstoffbehälter ist der Kühlwassertank, sofern genügend Frostschutzmittel darin ist. Ein anderer ist der Tank der Scheibenwaschanlage, sofern ein Waschmittel mit ausreichend hohem Alkoholan-

teil darin vorliegt. Die Eindüsung von Brennstoff und Treibstoff in das Abgas 37 kann unabhängig von einander geschehen.

Die in den Figuren 5 bis 9 abgebildeten Messungen entstammen einer Versuchsanordnung mit einem Euro 3 Industriedieselmotor (1.9l TDI von VW mit Turbolader, Direkteinspritzung und Abgasrückführung) und einem handelsüblichen kontinuierlich regenerierenden Partikelfiltersystem der Firma HJS (platindotierter Oxidationskatalysator). Es wurden verschiedene Brennstoffe in den Abgasstrang eingedüst. Die Eindüsung erfolgte gemäss der in Figur 2 dargestellten Vorrichtung, innerhalb des Filtertopfes 23, stromaufwärts des Katalysators 21. Die jeweilige Einspritzmenge wurde so gewählt, dass bei vollständiger Verbrennung eine Temperaturerhöhung von etwa 100°C erreicht würde. Die Abgastemperaturen wurden über Drehzahl des Motors und Last (Leistungsbremse) eingestellt.

Aus Figuren 5 und 6 ist ersichtlich, welches die Effekte unterschiedlicher organischer Flüssigkeiten auf die Temperatur-Erhöhung (Fig. 5) und auf die NO₂-Produktion (Fig. 6) über einen handelsüblichen Platin-Katalysators sind. Es ist dabei erstaunlich, dass die beiden Alkohole Methanol und Monoethylenglycol bereits bei 180 °C im Abgas einen erheblichen Anstieg sowohl der Temperatur als auch der NO₂-Produktion auslösen. Die Anspringtemperaturen bei Monoethylenglycol (MEG), Methanol und Propylenglycol lagen bei 180°C. Bei Methanol und MEG wurde ein vollständiger Umsatz bereits bei 190 Grad festgestellt. In Bezug auf die Temperaturentwicklung sind Methanol und Monoethylenglycol etwa gleich leistungsfähig. Methanol ist, wie aus Figur 6 ersichtlich ist, bei kontinuierlich regenerierenden Systemen vorzuziehen, weil die NO₂-Regeneration bereits bei ca. 20°C kühleren Temperaturen ansteigt im Vergleich zu Monoethylenglycol.

Ebenfalls auffällig ist, dass die NO₂ Produktion bei der Verwendung von Ethanol, 2-Propanol und Cyclohexanon nicht parallel zur Temperaturentwicklung ansteigt. Im Vergleich zum Anstieg der NO₂-Produktion in Abhängigkeit der Temperatur ohne Einspritzung von Brennstoffen (Base Line), ist der Anstieg mit Einspritzung dieser Brennstoffe deutlich flacher. Dies wird unter anderem auf eine Konkurrenz zwischen der Oxidation des Brennstoffs und der Oxydation des NO auf dem Katalysator zurückgeführt. Es wird auch vermutet, dass bestimmte Oxydationsprodukte der längerkettigen Alkohole, insbesondere Essigsäure und entsprechende Aldehyde, für die Inaktivierung des Katalysators bezüglich der NO/NO₂ Konversion verantwortlich sind.

Zum Vergleich wurde auch Dieseltreibstoff eingedüst. Auf dem verwendeten Katalysator beginnt eine Temperaturerhöhung erst oberhalb 220°C (Fig. 5). Dabei wird jedoch die NO₂-Produktion weitestgehend unterdrückt (Fig. 6).

5 Die Versuche mit Methanol, Monoethylenglycol, Ethanol und Diesel wurde auch auf einem anderen Filtertopf durchgeführt (Hersteller Peugeot). Dieser Filtertopf enthält einen vermutlich hoch platindotierten Katalysator, welcher NO₂ produziert, und einen nachgeschalteten Partikelfilter, welcher ebenfalls mit einem Katalysator dotiert ist, vermutlich vor allem Palladium. Dieser Filter ist handelsüblich für Automobile der Firma Peugeot, bei denen ein Treibstoffadditiv zum Einsatz
10 kommt. Der aus dem Additiv und dem Russ gebildete Filterkuchen wird in diesen Fahrzeugen angezündet, indem die Motorensteuerung so manipuliert wird, dass unverbrannter Diesel ausgestossen wird. Dieser oxidiert auf dem Katalysator sowie auf dem katalytisch dotierten Partikelfilter exotherm. Der Filtertopf von Peugeot wurde von uns ohne Modifikationen eingesetzt, der Motor jedoch nicht mit dem additivierten Treibstoff betrieben, sondern mit Diesel. Anstatt in die Motorensteuerung einzugreifen, um unverbrannten Diesel aus dem Motor in den Filtertopf zu leiten, wurde in unseren Versuchen ein Brennstoff in den Abgasstrom eingeleitet. Bei diesen Versuchen lagen die Anspringtemperaturen für die Oxidation der
20 Treib- bzw. Brennstoffe zwar rund 30-40 Grad tiefer, aber qualitativ ergab sich ein sehr ähnliches Bild wie bei dem ersten Katalysator (HJS). Wiederum waren nur Methanol und Monoethylenglycol in der Lage eine Temperaturerhöhung schon bei sehr tiefen Abgastemperaturen (Fig. 11) zu bewirken, ohne dabei die NO₂-Produktion zu unterdrücken (Fig. 12).

25 Es wurde auch die Regeneration des in obigen Versuchen benutzten Partikelfilters (der Firma HJS) untersucht. Der in Figur 7 dargestellte Druckverlauf zeigt ein Ansteigen des Druckes während 5 ¼ Stunden im Abgasstrang 37 gemäss Figur 2 auf gut 140 Millibar. Die Temperatur des Abgases nach dem Katalysator 21 bewegt sich in dieser Zeit um 200 Grad Celsius. Bei „Start“ wird Monoethylenglycol (8.5g/kg Abgas) eingedüst (Düse 35). Durch die Verdampfung dieses Brennstoffs steigt der Druck um 12 mbar an. Das verdampfte MEG reagiert mit dem Sauerstoff im Abgas 37 dank der katalytischen Oberfläche des Katalysatorbauteils 21 (Fig. 2) und setzt daher Wärme frei. Dank der nun erhöhten Temperatur hinter dem Katalysator von ca. 350°C beginnt die Regeneration des Partikelfilters und der Druck
30 nimmt in der Folge des Russabbaus stetig ab. Bei Eindüsung von mehr Brennstoff wird eine höhere Temperatur und ein rascherer Abbau des Russes bewirkt. Zur schnelleren Regeneration des Partikelfilters sind in der Praxis Temperaturen von

über 450 Grad anzustreben. Mit dem Ende der Eindüsung bei „Stop“ sinkt der Abgasdruck rapide auf einen Druck unter 100 mbar ab und beginnt von neuem anzusteigen. Der erneute Anstieg ist die Folge davon, dass die Temperatur nach dem Ende der Eindüsung des Monoethylenglycols schlagartig abfällt auf ein Niveau unter 220 Grad, so dass kein NO₂ produziert wird und aus doppeltem Grund (zu niedrige Temperatur und NO₂-Mangel) keine Regeneration mehr stattfindet. Durch die Eindüsung von MEG wurde die NO₂-Konzentration im Abgas von 60ppm auf 115ppm erhöht, womit hinreichend NO₂ für die Russverbrennung zur Verfügung stand.

10

Zur Klärung, ob der Nachteil der Erfindung, nämlich die Notwendigkeit eines vom Treibstofftank getrennten Medientanks, dessen Inhalt als Brennstoff in den Abgasstrom eingedüst werden kann, durch die Verwendung von bei Motorfahrzeugen bereits mitgeführten Flüssigkeiten gemildert werden kann, wurden Versuche gemacht, die bestehenden Behälter eines Fahrzeugs zu nutzen und die darin enthaltenden Medien zur Anreicherung des Abgases mit einem katalytisch oxydierbaren Brennstoff anzureichern. Zur Verfügung stehen grundsätzlich das Kühlsystem mit dem darin fließenden Kühlmittel, dessen Glycolkonzentration typischerweise um 50 bis 60 % liegt. Weiter zur Verfügung steht auch das Scheibenwaschmittel im entsprechenden Behälter. Scheibenwaschmittel bestehen in der Regel 50/50% aus Wasser und einem Alkohol oder einem Alkoholgemisch.

15

20

In der Figur 8 ist daher die Wirkung von Glycol 100% bis hin zur wässrigen Lösung von Glycol mit einem Glycolanteil von lediglich 50% auf den Temperaturanstieg über den Katalysator dargestellt. Bei den wässrigen Lösungen nimmt der Temperaturanstieg erwartungsgemäss mit zunehmendem Wasseranteil ab, da das Wasser Verdampfungsenergie aufnimmt. Bei den dargestellten Messungen wurde der Wasseranteil korrigiert und die Dosierung so angepasst, dass bei jedem Versuch die gleiche Menge an Alkohol eingespritzt wurde. Es wurden überraschend geringe Einbussen beim Temperaturanstieg verzeichnet.

25

30

Entsprechende Ergebnisse sind auch in Figur 9 bezüglich wässrigen Lösungen von Glycerin mit einem Glycerinanteil von 75% bzw. 50% dargestellt. Es zeigt sich hier das gleiche Bild, dass nämlich der Temperaturanstieg auch bei der Verwendung einer wässrigen Lösung ausreicht, um eine Regeneration zu ermöglichen.

35

Diese Erkenntnis hat zwei Aspekte. Es kann zum Einen Kühlflüssigkeit oder Scheibenwaschflüssigkeit verwendet werden zum Anreichern des Abgases mit

einem katalytisch oxydierbaren Medium, um die Abgastemperatur auf eine für die Regeneration des Partikelfilters ausreichende Temperatur anzuheben. Diese Flüssigkeiten können den vorhandenen Behältern entnommen werden.

- 5 Der zweite Aspekt besteht darin, dass offensichtlich auch eine wässrige Lösung eines leicht entflammaren Alkohols, z.B. Methylalkohol, verwendet werden kann. Diese ist unbedenklich bezüglich Handel und Handhabung. Sie kann in speziell für die Regeneration von Partikelfiltern vorgesehene Brennstofftanks eingefüllt werden und benötigt, im Gegensatz zu beispielsweise einem Gasbehälter,
10 keine Sicherheitsvorkehrungen.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist die Verwendung des Brennstoffes zum „Anzünden“ eines Filterkuchens aus Russ, welches im Gemisch mit einem mittels Treibstoffadditiv zugegebenen Katalysator vorliegt. Dies ist eine
15 Alternative zu den bekannten Verfahren der elektrischen Zündung solcher Filterkuchen oder der Zündung durch Manipulation der Motorensteuerung zum Zweck der kurzzeitigen Abgastemperaturerhöhung. In einer bevorzugten Variante wird das mit dem Brennstoff angereicherte Abgas auf einem vor dem Partikelfilter angeordneten Oxidationskatalysator umgesetzt und erhitzt auf diese Weise
20 das Abgas über die Zündtemperatur des Filterkuchens.

Je nach Auswahl des Treibstoffadditivs kann anstatt eines im Abgasstrom angeordneten Katalysatorelements der im Russfilterkuchen vorliegende Katalysator selbst zur Oxidation des zugegebenen Brennstoffes verwendet werden (z.B. Platin). Eine bevorzugte Variante besteht darin ein konventionelles eisenhaltiges
25 Treibstoffadditiv zu verwenden, um den im Partikelfilter abgelagerten Russ mit Eisen aufzudotieren und damit die Zündtemperatur des Filterkuchens zu verringern. Zur Einleitung der Regeneration wird dem Treibstoff zunächst anstatt dem Eisenadditiv ein Platinadditiv zugemischt, sodass sich auf der Oberfläche des Filterkuchens eine Platinschicht bildet. Dann wird der zur Regeneration erforderliche
30 Brennstoff eingedüst, welcher direkt auf der Russoberfläche mit dem Platinkatalysator reagiert und so die Zündung des Filterkuchens bewirkt.

Eine zu handelnde Einrichtung zum Einbau in ein Fahrzeug oder ein Aggregat mit
35 Dieselmotor und Partikelfilter, umfasst daher einen Brennstofftank für beispielsweise eine wässrige Alkohollösung, eine Leitung und eine Pumpe, sowie eine Düse zum Verdüsen des Brennstoffs im Abgasstrang. Die Leitung kann bei Nachrüstteilen mit einer Manschette versehen sein, mit welcher ein Auspuffrohr umschloss-

sen werden kann. Die Anordnung der Leitung mit der Düse im Auspuffrohr ist dadurch sehr einfach. Zudem wird eine elektrische Leitung zwischen dem Pumpenmotor und einem Schalter benötigt. Der Schalter kann auch händisch bedienbar sein.

5

In Figur 10 ist schliesslich ein Kanister dargestellt, der einen Brennstoff enthält, der für die Regeneration von Partikelfiltern vorgesehen ist. Der Brennstoff kann beispielsweise eine 80%ige wässrige Lösung von Alkohol sein. Der Alkoholanteil kann verschiedene Komponenten umfassen, insbesondere einen Hauptanteil an Methanol für ein frühes Ansteigen des NO₂, und gegebenenfalls einen geringeren Anteil an Monoethylenglycol. Ein solcher Kanister ist über bestehende Vertriebskanäle in Tankstellenshops anbietbar.

10

Die erfindungsgemässe Lösung ermöglicht in erster Linie eine Notregeneration, kann aber auch zur regulären Regeneration genutzt werden. Eine Notregeneration wird nicht häufiger als bei jedem zweiten Regenerationszyklus ausgelöst, vorzugsweise nicht häufiger als bei jedem fünften Regenerationszyklus. Sie wird nur dann ausgelöst, wenn bei den gegebenen Betriebsbedingungen des Magermotors die reguläre Regeneration nicht stattfinden kann und eine Regeneration für das weitere Betreiben des Motors notwendig ist.

15

20

25

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regeneration eines Partikelfilters (19) eines Magermotors(11), insbesondere eines Dieselmotors, bei welchem Verfahren bei zu niedriger Abgastemperatur das Abgas (37) an einer Zuführungsstelle stromaufwärts des Partikelfilters (19) mit einem katalytisch oxydierbaren Medium angereichert und durch katalytische Oxydation des Mediums auf eine für die Regeneration des Partikelfilters ausreichende Abgastemperatur aufgeheizt wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Abgas (37) mit einem vom Treibstoff und dessen Spaltprodukten unterschiedlichen Brennstoff angereichert wird, der auf dem Katalysator bei niedrigeren Temperaturen oxydiert als der Treibstoff.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgastemperatur mit dem Brennstoff auf eine erste Temperatur erhitzt wird, bei welcher der Treibstoff katalytisch oxidiert werden kann, und zugleich oder anschliessend das Abgas (37) mit Treibstoff angereichert wird.
3. Verwendung eines katalytisch oxydierbaren Mediums zur Anreicherung des Abgases (37) eines Magermotors (11), um das Abgas (37) durch katalytische Oxydation des Mediums auf eine für die Regeneration des Partikelfilters ausreichende Abgastemperatur aufzuheizen, dadurch gekennzeichnet, dass das Medium ein vom Treibstoff des Magermotors und dessen Spaltprodukten unterschiedlicher Brennstoff ist, der bei einer tieferen Temperatur als der Treibstoff katalytisch oxidierbar ist.
4. Verwendung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoff eine organische Flüssigkeit ist oder enthält.
5. Verwendung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoff ein Alkohol ist oder ein zu wenigstens 40%, vorzugsweise wenigstens 50% Alkohol enthaltendes Gemisch ist.
6. Verwendung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoff Methylalkohol oder ein wenigstens 10% Methylalkohol enthaltendes Gemisch ist.

7. Verwendung nach einem der Ansprüche 4 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoff ein Glykol ist, vorzugsweise Monoethylenglycol oder Propylenglykol, oder dass der Brennstoff ein wenigstens 10% Glycol enthaltendes Gemisch ist.
8. Verwendung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass Verflüchtigungstemperatur des Brennstoffs tiefer ist als die mittlere Verflüchtigungstemperatur des Treibstoffes, insbesondere unter 250 Grad Celsius.
9. Verwendung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Verflüchtigungstemperatur des Brennstoffs unter der für eine katalytische Reaktion des Treibstoffes mindestens notwendigen Abgastemperaturen liegt, insbesondere unter 220 Grad Celsius, vorzugsweise unter 200 Grad Celsius, besonders bevorzugt unter 190°C.
10. Verwendung nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoff in Wasser gelöst ist.
11. Verwendung einer Einrichtung, die einen Brennstofftank (25) und eine Brennstoffleitung (27) und ein Fördermittel (29) umfasst, als Notregenerier-Einrichtung bei einer Vorrichtung, die einen Magermotor (11), einen Treibstofftank (15), einen Abgasstrang (17), und einen Partikelfilter (19) im Abgasstrang umfasst, bei welcher Verwendung die Brennstoffleitung (27) stromaufwärts des Partikelfilters (19) in den Abgasstrang mündend angeordnet ist oder wird, so dass das Abgas (37) vor dem Partikelfilter (19) mit einem Brennstoff aus dem Brennstofftank (25) angereichert werden kann.
12. Vorrichtung umfassend:
 - einen Magermotor (11), einen Treibstofftank (15) und eine Treibstoffleitung vom Treibstofftank zum Magermotor,
 - anschliessend an den Magermotor (11) einen Abgasstrang (17) und darin angeordnet katalytische Oberflächen (21) und einen Partikelfilter (19), gekennzeichnet durch
 - einen vom Treibstofftank getrennten Brennstofftank (25) zur Aufnahme eines sich vom Treibstoff und dessen Spaltprodukten unterscheidenden Brennstoffs,

- eine in den Abgasstrang (17) mündende Brennstoffleitung (27) vom Brennstofftank (25) zu einer Zuführstelle im Abgasstrang (17), die stromaufwärts des Partikelfilters (19) und der katalytischen Oberflächen (21) liegt, und
 - Fördermittel (29) zum Fördern des Brennstoffs in den Abgasstrang (17) und eine Schaltung (31) zum Aktivieren der Fördermittel (29).
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch einen Sensor (41) zur Überwachung der Druck- und/oder Temperaturverhältnisse im Abgasstrang (17) und zur Betätigung der Schaltung (31).
 14. Vorrichtung nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch einen Anschluss der Schaltung (31) an eine Warneinrichtung (33) des Magermotors (11), welche die Notwendigkeit einer Regeneration des Partikelfilters (19) anzeigt.
 15. Nachfüllpackung für eine Einrichtung zum Regenerieren eines Partikelfilters (19) eines Dieselmotors (11), enthaltend einen von Diesel und Dieselspaltprodukten unterschiedlichen Brennstoff, insbesondere einen Alkohol.

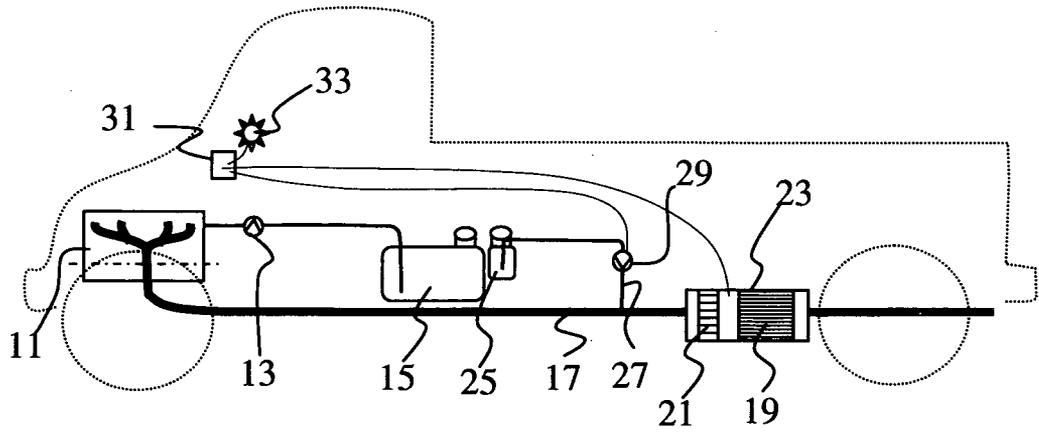


Fig. 1

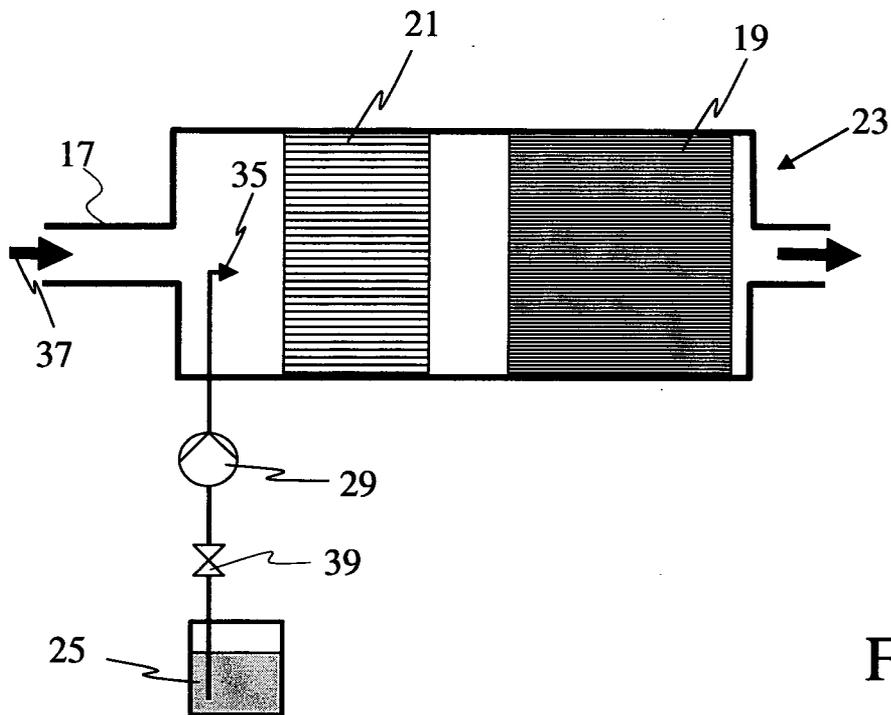


Fig. 2

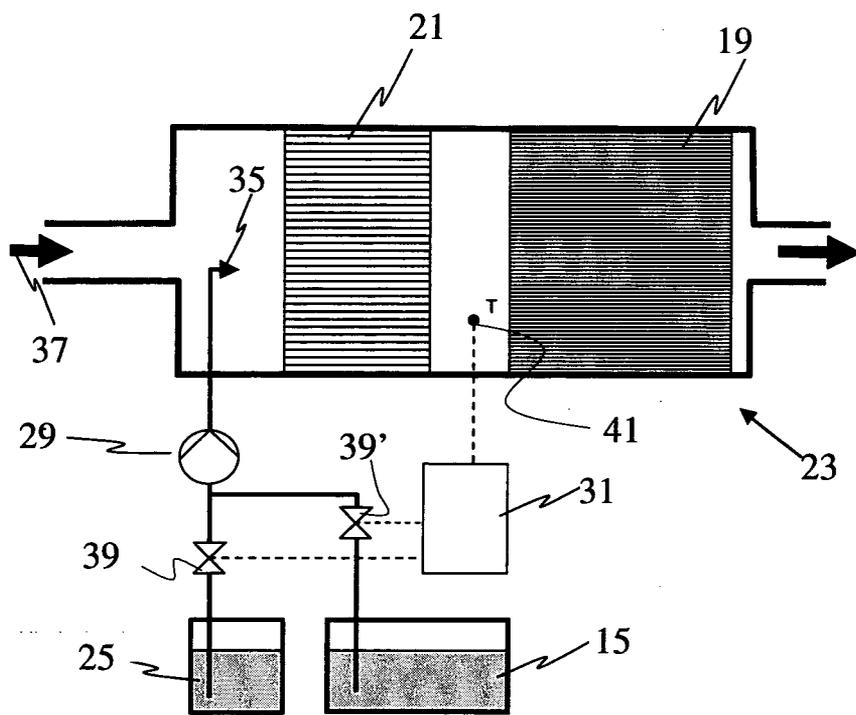


Fig. 3

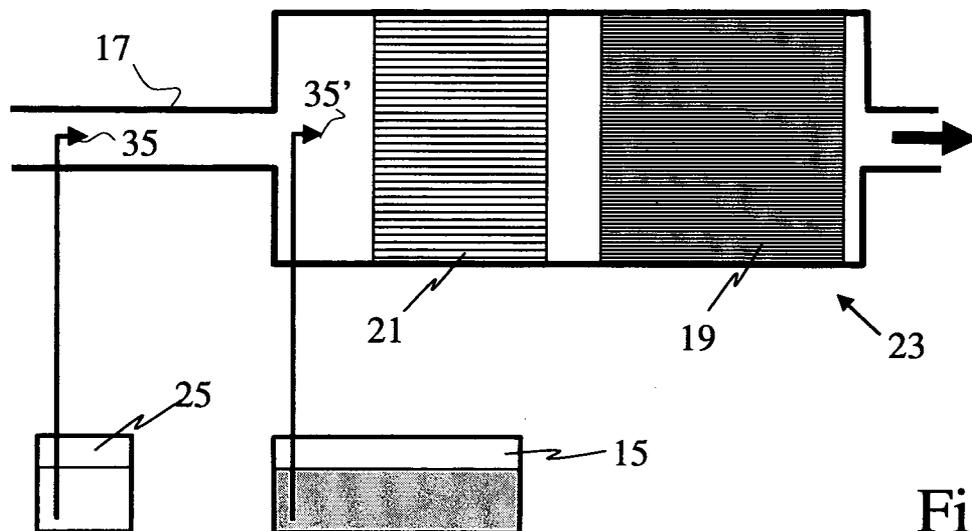


Fig. 4

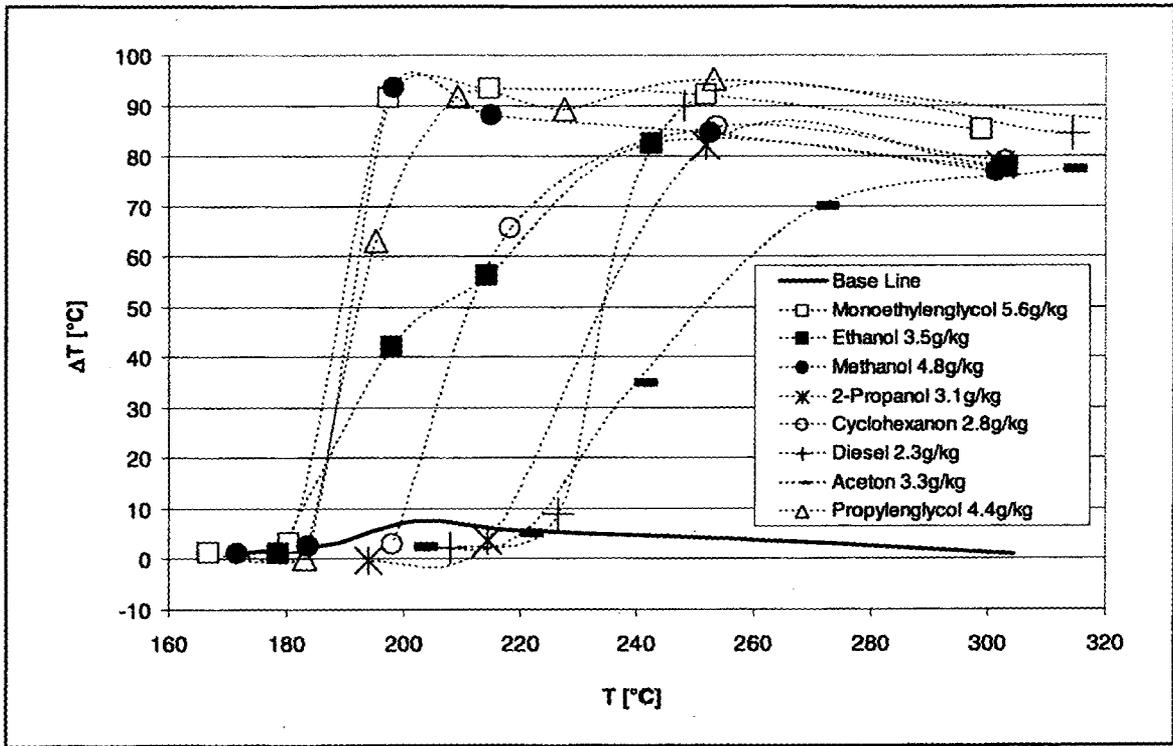


Fig. 5

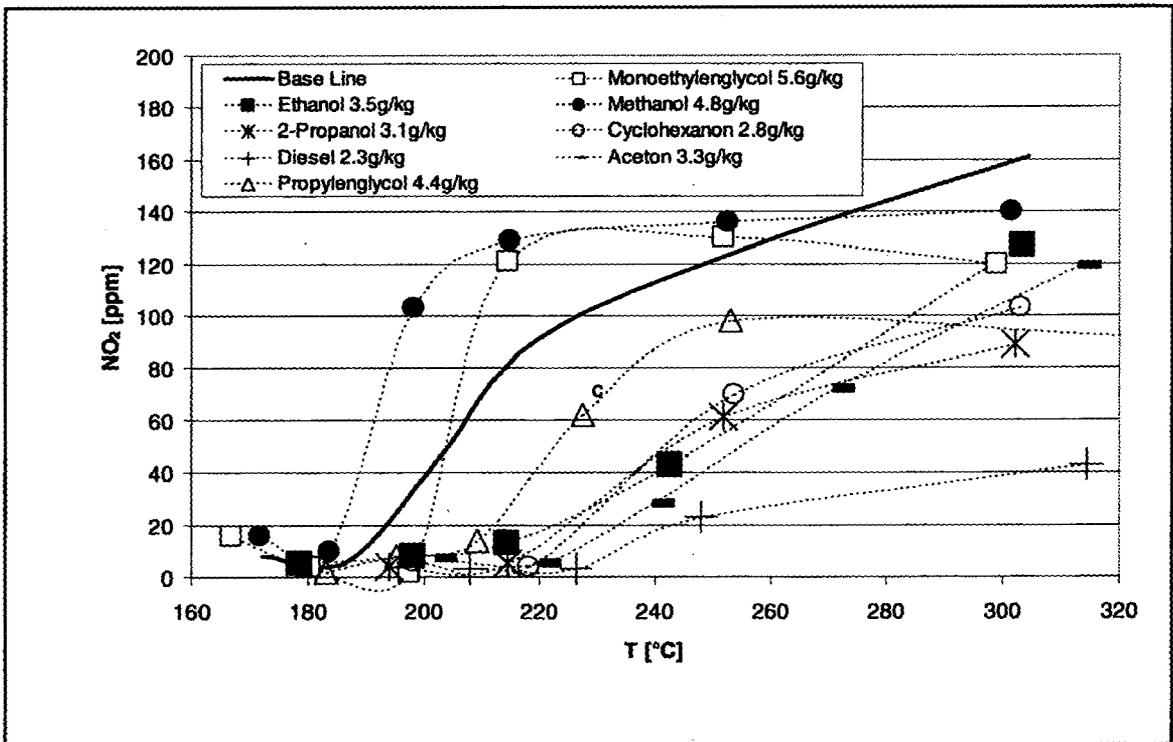


Fig. 6

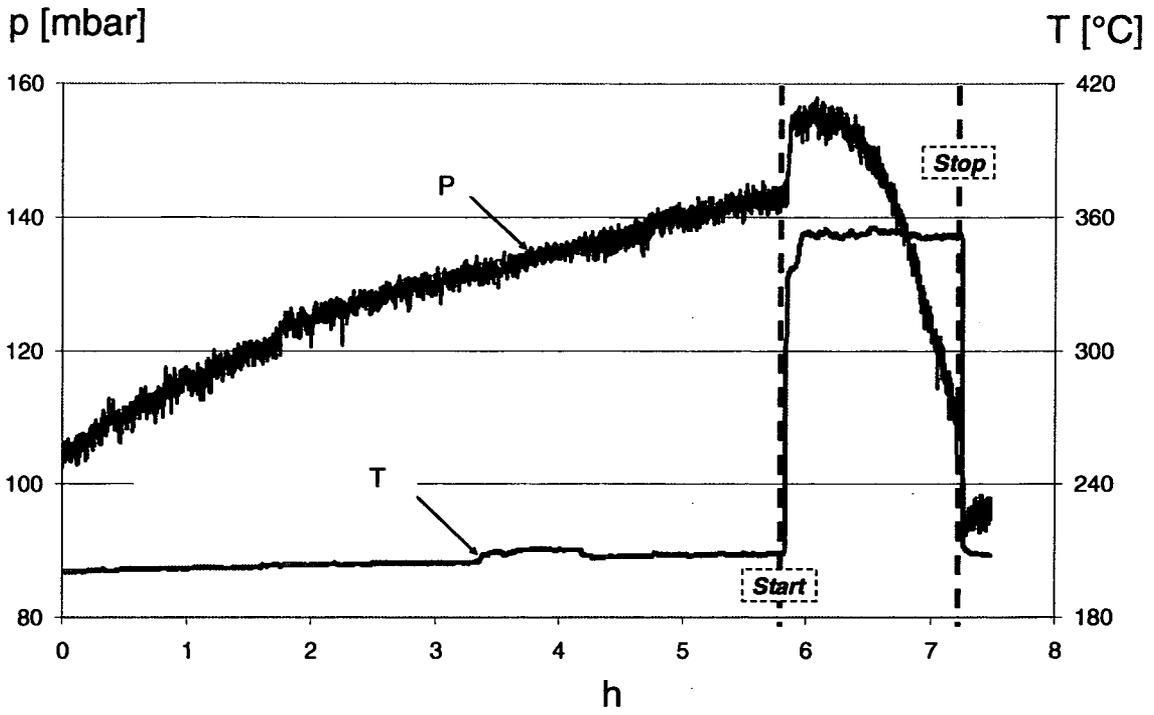


Fig. 7

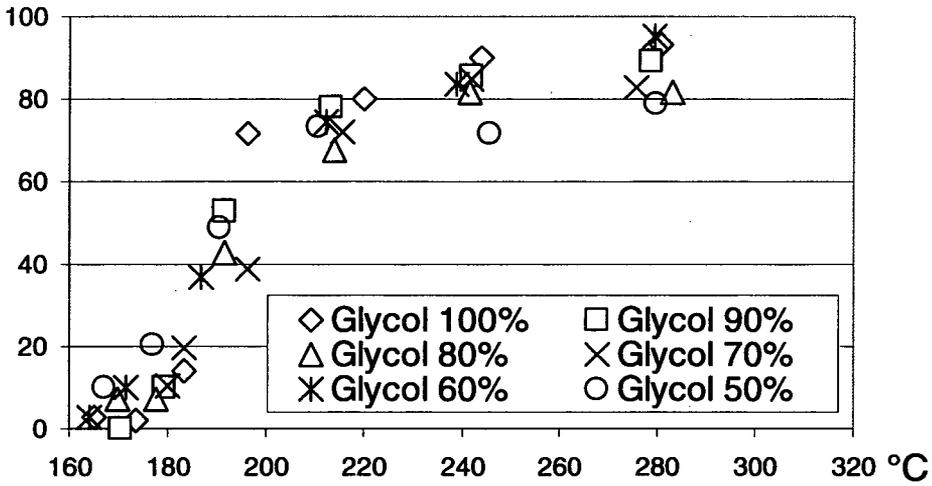


Fig. 8

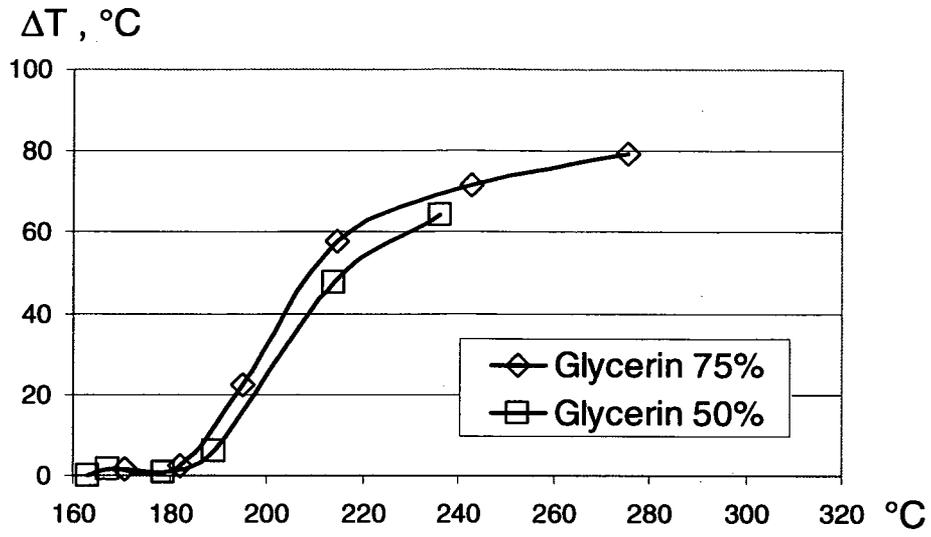


Fig. 9

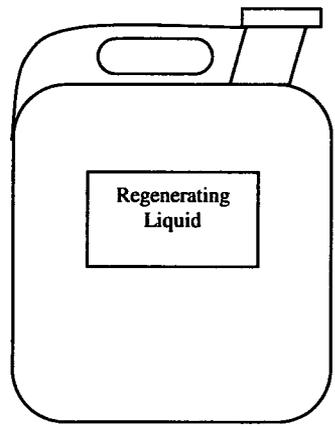


Fig. 10

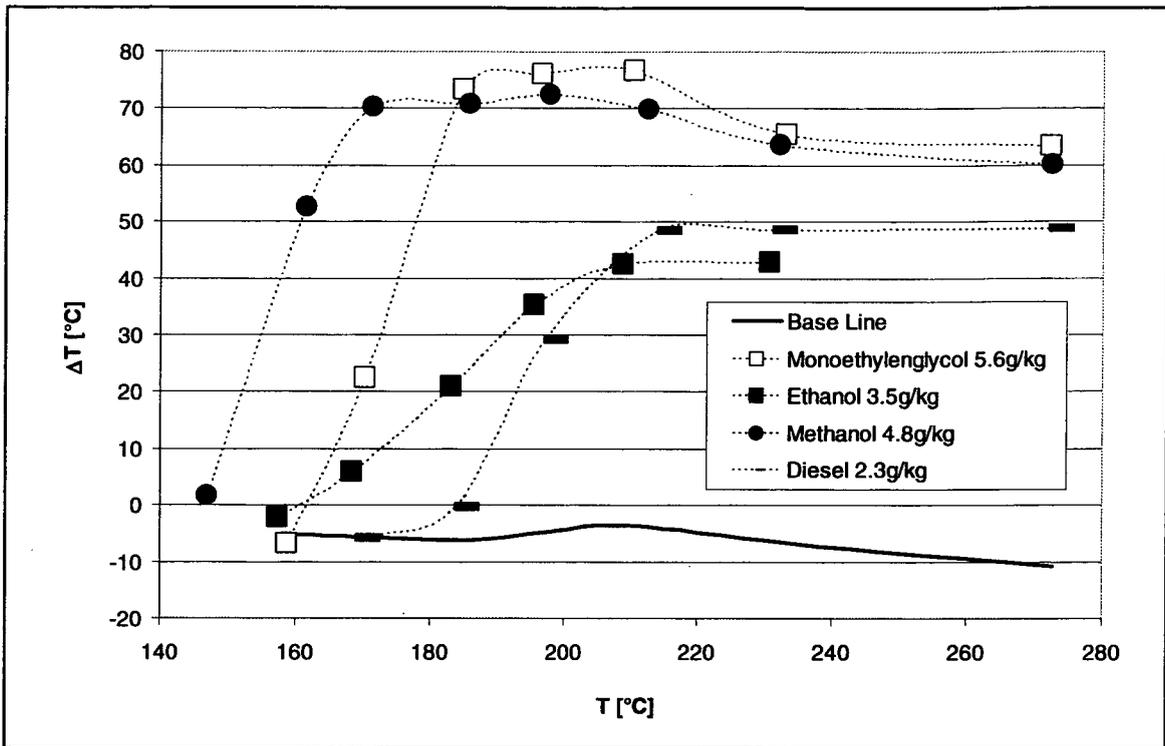


Fig. 11

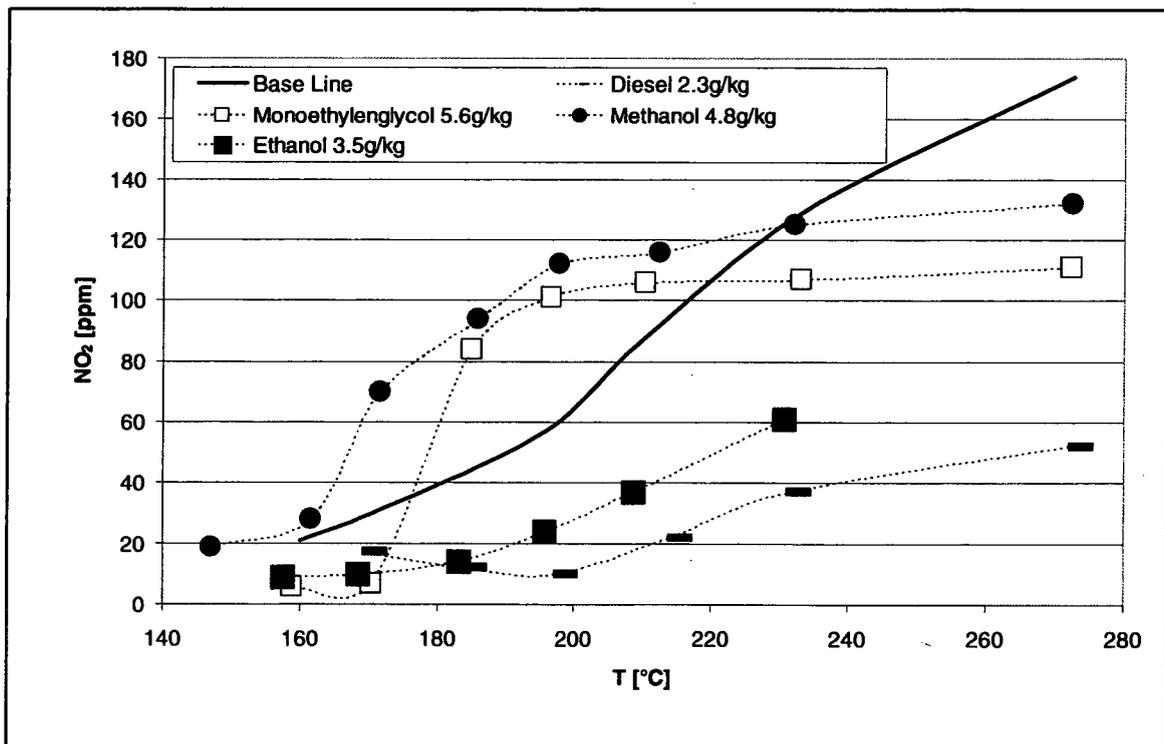


Fig. 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/CH2008/000176

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F01N3/025 F01N3/029 F01N3/035 F01N3/20

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)
F01N

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 4 576 617 A (RENEVOT GERARD [FR]) 18 March 1986 (1986-03-18) column 1, line 65 - column 2, line 8 column 1, line 65 - column 2, line 8 column 2, line 24 - column 3, line 22; figure 2.	1-12
A	US 2006/096274 A1 (FAYARD JEAN-CLAUDE [FR]) 11 May 2006 (2006-05-11) abstract	1

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family 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.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 August 2008

Date of mailing of the international search report

20/08/2008

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, Walter

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/CH2008/000176

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4576617	A	18-03-1986	DE 3460999 D1 20-11-1986
			EP 0132166 A1 23-01-1985
			ES 8506854 A1 16-11-1985
			FR 2548264 A1 04-01-1985
US 2006096274	A1	11-05-2006	AT 391839 T 15-04-2008
			AU 2003302199 A1 28-09-2004
			CA 2514469 A1 16-09-2004
			CN 1780974 A 31-05-2006
			EP 1588032 A1 26-10-2005
			FR 2850704 A1 06-08-2004
			WO 2004079168 A1 16-09-2004
			JP 2006514205 T 27-04-2006

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/CH2008/000176

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F01N3/025 F01N3/029 F01N3/035 F01N3/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F01N

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 4 576 617 A (RENEVOT GERARD [FR]) 18. März 1986 (1986-03-18) Spalte 1, Zeile 65 - Spalte 2, Zeile 8 Spalte 1, Zeile 65 - Spalte 2, Zeile 8 Spalte 2, Zeile 24 - Spalte 3, Zeile 22; Abbildung 2	1-12
A	US 2006/096274 A1 (FAYARD JEAN-CLAUDE [FR]) 11. Mai 2006 (2006-05-11) Zusammenfassung	1

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen 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

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. August 2008

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/08/2008

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, Walter

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH2008/000176

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4576617 A	18-03-1986	DE 3460999 D1	20-11-1986
		EP 0132166 A1	23-01-1985
		ES 8506854 A1	16-11-1985
		FR 2548264 A1	04-01-1985
US 2006096274 A1	11-05-2006	AT 391839 T	15-04-2008
		AU 2003302199 A1	28-09-2004
		CA 2514469 A1	16-09-2004
		CN 1780974 A	31-05-2006
		EP 1588032 A1	26-10-2005
		FR 2850704 A1	06-08-2004
		WO 2004079168 A1	16-09-2004
		JP 2006514205 T	27-04-2006