

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
16. Dezember 2004 (16.12.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/108256 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B01D 53/94**,  
F01N 3/08, C01B 3/34

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/006021

(22) Internationales Anmeldedatum:  
4. Juni 2004 (04.06.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 26 055.2 10. Juni 2003 (10.06.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): AUDI AG [DE/DE]; 85045 Ingolstadt (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): VAN DOORN, René,  
Henrik, Elias [NL/DE]; Karoline-Schnitzler-Weg 10,  
74182 Obersulm-Willsbach (DE). LÖRCH, Henning  
[DE/DE]; Falkenstrasse 18, 74172 Neckarsulm (DE).

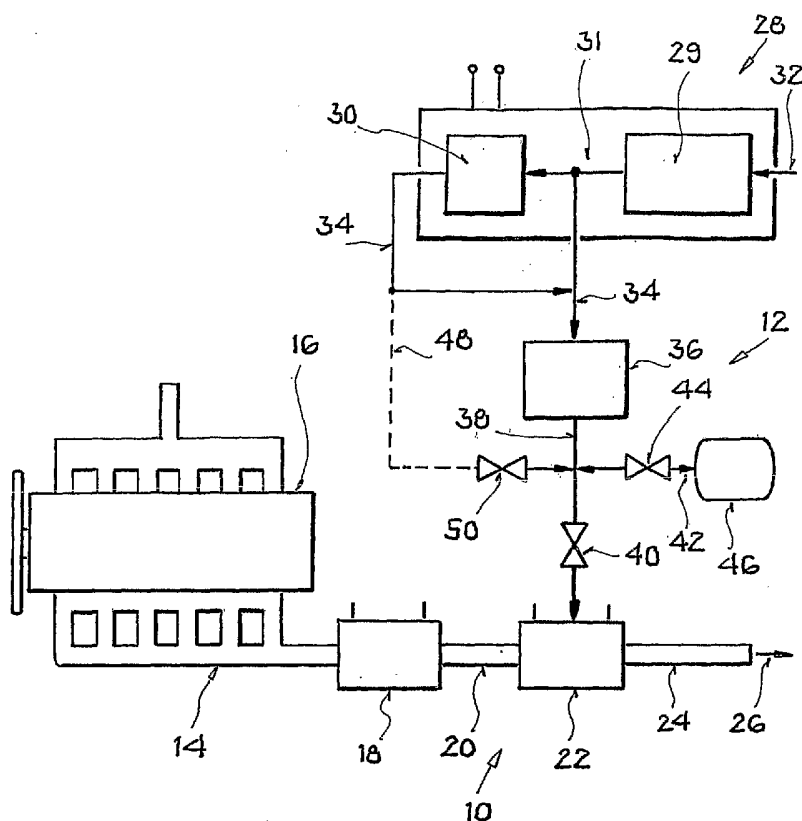
(74) Anwalt: MADER, Wilfried; Audi AG, Patentabteilung  
N/EX, Postfach 11 44, 74148 Neckarsulm (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, 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, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: WASTE GAS POST-TREATMENT DEVICE OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: ABGASNACHBEHANDLUNGSVORRICHTUNG EINER BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a waste gas post-treatment device (10) of an internal combustion engine (16), especially a motor vehicle, which is driven by fuel. Said waste gas post-treatment device comprises a post-treatment fuel preparation device (12) comprising a processing device (36) and also comprises a fuel cell system (28) comprising at least one fuel cell (30) and one reformer (29) which is serially connected to a fuel cell (30), said fuel cell system (28) being associated with the post-treatment fuel preparation device. The processing device (36) is arranged downstream from the fuel cell system (28) and waste gas from the fuel cell (30) and/or a reformat of the reformer (29) processes the post-treatment fuel and the reformer (28) is supplied with fuel.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, 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, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, 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, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht

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.

(57) **Zusammenfassung:** Abgasnachbehandlungsvorrichtung (10) einer mit Kraftstoff betriebenen Brennkraftmaschine (16), insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einer Nachbehandlungsbetriebsstoff-Bereitstellungseinrichtung (12) aufweisend eine Aufbereitungseinrichtung (36) und mit einem der Nachbehandlungsbetriebsstoff-Bereitstellungseinrichtung zugeordneten Brennstoffzellensystem (28) aufweisend mindestens eine Brennstoffzelle (30) und einen der Brennstoffzelle (30) vorgeschalteten Reformer (29), wobei die Aufbereitungseinrichtung (36) dem Brennstoffzellensystem (28) nachgeschaltet ist und ein Abgas der Brennstoffzelle (30) und/oder ein Reformat des Reformers (29) zum Nachbehandlungsbetriebsstoff aufbereitet, und dass der Reformer (28) mit Kraftstoff gespeist ist.

## **Abgasnachbehandlungsvorrichtung einer Brennkraftmaschine**

### **Beschreibung**

Die Erfindung betrifft eine Abgasnachbehandlungsvorrichtung einer mit Kraftstoff betriebenen Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einer Nachbehandlungsbetriebsstoff-Bereitstellungseinrichtung, gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ferner bezieht sich die Erfindung auf ein Kraftfahrzeug mit einer entsprechenden Abgasnachbehandlungsvorrichtung, gemäß Oberbegriff des Anspruchs 10.

Abgasnachbehandlungsvorrichtungen der eingangs genannten Art und entsprechende Kraftfahrzeuge sind bekannt. Zur Durchführung einer Abgasnachbehandlung der Verbrennungsabgase einer Brennkraftmaschine ist die Bereitstellung mindestens eines geeigneten Nachbehandlungsbetriebsstoffs erforderlich, der beispielsweise eine erwünschte NO<sub>x</sub>-Reduktion im Rahmen der Abgasnachbehandlung ermöglicht. Die Bereitstellung eines derartigen Nachbehandlungsbetriebsstoffs ist verhältnismäßig aufwendig. Dabei ist es insbesondere bekannt, beispielsweise in einem Kraftfahrzeug mindestens einen zusätzlichen, eigens für die Abgasnachbehandlung vorgesehenen Betriebsstoff mitzuführen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Abgasnachbehandlungsvorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, mittels welcher in verhältnismäßig einfacher Weise eine hinreichende Nachbehandlungsbetriebsstoff-Bereitstellung möglich ist.

Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, ein Kraftfahrzeug mit einer entsprechenden Abgasnachbehandlungsvorrichtung bereitzustellen.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Abgasnachbehandlungsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Erfindungsgemäß ist die Abgasnachbehandlungsvorrichtung dadurch gekennzeichnet, dass die Nachbehandlungsbetriebsstoff-Bereitstellungseinrichtung eine Aufbereitungseinrichtung für das Abgas einer Brennstoffzelle und/oder das Reformat einer Brennstoffzelle vorgeschalteten

Reformers aufweist zur Bereitstellung mindestens eines Nachbehandlungsbetriebsstoffs zur Nutzung bei der Abgasnachbehandlung mittels der Abgasnachbehandlungsvorrichtung. Aufgrund der Aufbereitungseinrichtung ist es somit möglich, auf die verhältnismäßig aufwendige Mitführung, beispielsweise in einem Kraftfahrzeug, eines zusätzlichen, eigens für die Abgasnachbehandlung vorgesehen Betriebsstoffs zu verzichten, da das anfallende Brennstoffzellenabgas und das Reformat nach einer geeigneten Aufbereitung zur Abgasnachbehandlung genutzt werden können.

Mit Vorteil ist mindestens ein Nachbehandlungsbetriebsstoff Ammoniak und die Aufbereitungseinrichtung ein Ammoniak-Katalysator. Insbesondere im Personenkraftwagenbereich ist das Mitführen von Ammoniak problematisch aufgrund eines regelmäßigen Betankens des Kraftfahrzeugs mit einem zweiten Betriebsstoff, der toxisch ist und somit eine Gefahr darstellt. Eine derartige Mitführung und Bereitstellung von Ammoniak ist somit für den Alltagsbetrieb eines Kraftfahrzeugs nicht akzeptabel. Eine Umwandlung wenigstens eines Teils des Brennstoffzellenabgases und/oder des Reformats in Ammoniak mittels der Aufbereitungseinrichtung (Ammoniak-Katalysator) erlaubt es nun, Ammoniak betriebssicher auch in einem Kraftfahrzeug zur Abgasnachbehandlung einzusetzen, wobei gleichzeitig auch die Ammoniakbereitstellung in verhältnismäßig einfacher Weise möglich ist. Der Ammoniak-Katalysator ist vorzugsweise als Ammoniak-Edelmetallkatalysator ausgebildet.

Vorzugsweise ist die Aufbereitungseinrichtung an ihrer Eintrittsseite für das Brennstoffzellenabgas und/oder das Reformat mit einem Brennstoffzellensystem und an ihrer Austrittsseite mit einem Reduktionskatalysator zur  $\text{NO}_x$ -Reduktion verbunden. Die Aufbereitungseinrichtung stellt somit eine direkte Verbindung zwischen dem Brennstoffzellensystem und dem Reduktionskatalysator dar, so dass gegebenenfalls eine kompakte Anordnung dieser voneinander ansonsten unabhängigen Funktionseinrichtungen beispielsweise in einem Kraftfahrzeug möglich ist.

Vorteilhafterweise ist der Reduktionskatalysator ein SCR-Katalysator. Bei dem SCR-Katalysator handelt es sich um einen selektiven Reduktionskatalysator („selective catalytic reduction“), dessen konstruktiver Aufbau und Funktionsweise

an sich bekannt sind, so dass auf eine entsprechende detaillierte Beschreibung verzichtet wird.

Gemäß einer möglichen Ausführungsform ist die Aufbereitungseinrichtung an ihrer Austrittsseite zusätzlich mit einem Ammoniak-Zwischenspeicher verbunden, der seinerseits mit dem Reduktionskatalysator in Verbindung steht. Übersteigen die mittels der Aufbereitungseinrichtung gebildeten Ammoniakströme den Nachbehandlungsbetriebsstoff-Bedarf des Reduktionskatalysators der Abgasnachbehandlungsvorrichtung, so kann der Ammoniak-Zwischenspeicher dazu dienen, überschüssiges Ammoniak, beziehungsweise ammoniakhaltige Gase, in selbigem zwischenzuspeichern. Bei einem gegebenenfalls zeitweise auftretenden höheren Ammoniak-Bedarf des Reduktionskatalysators kann selbiger zusätzlich oder ausschließlich mit einer hinreichenden Menge an Ammoniak aus dem Ammoniak-Zwischenspeicher beaufschlagt werden. Somit dient der Ammoniak-Zwischenspeicher zur angepassten und flexiblen Ammoniakbeaufschlagung des Reduktionskatalysators.

Mit Vorteil sind die Aufbereitungseinrichtung und der Ammoniak-Zwischenspeicher an ihrer jeweiligen Austrittsseite mit einer entsprechenden Dosiereinrichtung verbunden, die zur dosierten Ammoniakbeaufschlagung des Reduktionskatalysators dienen. Mittels der Dosiereinrichtungen ist es möglich, eine nahezu stöchiometrische Ammoniakversorgung des Reduktionskatalysators in relativ effizienter und betriebsgünstiger Weise zu gewährleisten. Dabei ist die jeweilige Dosiereinrichtung vorzugsweise als Durchflusssteuereinrichtung ausgebildet.

Vorzugsweise ist das Brennstoffzellensystem mittels einer zusätzlichen, zuschaltbaren Brennstoffzellenabgas-Bypassleitung mit einem Abgasstrang der Abgasnachbehandlungsvorrichtung verbunden. Somit wird das Brennstoffzellenabgas, das durch die Bypassleitung geführt wird, nicht zur Aufbereitungseinrichtung geleitet und somit auch nicht in Ammoniak umgewandelt, so dass eine Überproduktion von Ammoniak mittels der Aufbereitungseinrichtung aus dem Brennstoffzellenabgas vermieden werden kann. Das durch die Bypassleitung geführte überschüssige Brennstoffzellenabgas gelangt direkt in einen Abgasstrang der Abgasnachbehandlungsvorrichtung, vorzugsweise in den Reduktionskatalysator.

Entsprechend einer bevorzugten Ausführungsform ist der Reduktionskatalysator an seiner Abgaseintrittsseite, unter Zwischenschaltung eines Oxidationskatalysators, mit einem Verbrennungsmotor an dessen Abgasseite verbunden. Der Oxidationskatalysator wird entweder bei einem mageren Verbrennungsmotorbetrieb oder mittels zusätzlicher Lufteinblasung unter Luftüberschuss betrieben, um Kohlenmonoxid zu Kohlendioxid, Stickstoffmonoxid zu Stickstoffoxid, sowie Kohlenwasserstoff-Verbindungen zu Kohlendioxid und Wasser zu oxidieren, jeweils unter Verbrauch von Sauerstoff. Dagegen arbeitet der Reduktionskatalysator ohne eine zusätzliche Lufteinblasung unter Luftmangel und reduziert die im Abgas enthaltenen Stickoxide zur Stickstoff unter Freisetzung von Sauerstoff. Derartige Katalysatoren sind an sich bekannt, so dass auf deren detaillierte Beschreibung und Funktionsweise verzichtet wird.

Das Brennstoffzellensystem ist vorzugsweise eine Energiebereitstellung-Hilfseinrichtung zur kontinuierlichen oder zeitweisen Versorgung mindestens einer Funktionseinheit mit elektrischem Strom. Ein derart eingesetztes Brennstoffzellensystem wird quasi stationär betrieben und erlaubt dabei eine flexible Bedarfsdeckung der zur Abgasnachbehandlung notwendigen Ammoniakmenge. Aufgrund dieses Freiheitsgrads ist eine erheblich vereinfachte Prozessführung der Abgasnachbehandlung möglich, insbesondere aufgrund der kontrollierbaren Ammoniak-erzeugung mittels der Aufbereitungseinrichtung, die dem Brennstoffzellensystem nachgeschaltet ist.

Zur Lösung der Aufgabe wird auch ein Kraftfahrzeug, mit einer Abgasnachbehandlungsvorrichtung, gemäß Anspruch 10 vorgeschlagen. Mittels eines derartigen Kraftfahrzeugs lassen sich die in bezug auf die Abgasnachbehandlungsvorrichtung vorerwähnten Vorteile erzielen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung.

Die Erfindung wird nachfolgend in einem Ausführungsbeispiel anhand zugehöriger Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

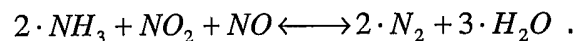
- Figur 1 eine schematische Darstellung einer in einem Kraftfahrzeug integrierten Abgasnachbehandlungsvorrichtung gemäß einer möglichen Ausführungsform und
- Figur 2 eine Diagrammdarstellung in bezug auf eine mögliche katalytische Ammoniakbildung aus einem Brennstoffzellenabgas in Abhängigkeit der Betriebstemperatur desselben Brennstoffzellenabgases.

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer allgemein mit 10 bezeichneten Abgasnachbehandlungsvorrichtung in einem Kraftfahrzeug (nicht dargestellt). Die Abgasnachbehandlungsvorrichtung 10 weist eine Nachbehandlungsbetriebsstoff-Bereitstellungseinrichtung 12 und eine Abgasfördereinrichtung 14 auf. Die Abgasfördereinrichtung 14 ist mit der Abgasseite eines Verbrennungsmotors 16 verbunden und führt zu einem Oxidationskatalysator 18, der mittels einer Abgasleitung 20 mit einem Reduktionskatalysator 22 verbunden ist. Vom Reduktionskatalysator 22 führt eine Abgasleitung 24 zu mindestens einer, nicht dargestellten Funktionseinheit des Kraftfahrzeugs zur Weiterleitung des Verbrennungsmotorabgases gemäß Pfeil 26. Die Abgasnachbehandlungsvorrichtung 10 ist mit einem allgemein mit 28 bezeichneten Brennstoffzellensystem verbunden. Das Brennstoffzellensystem 28 enthält einen Reformier 29, der aus dem mittels einer Kraftstoffzuführleitung (Pfeil 32) zugeführten Kraftstoff ein Reformat erzeugt, in dem Wasserstoff abgespalten ist, eine Mehrzahl an Brennstoffzellen 30, mittels welchen elektrische Energie, insbesondere zur wirkungsgradgünstigen On-Board-Stromproduktion erzeugt wird und eine Abzweigung 31 mittels derer Reformat aus dem Brennstoffzellensystem 28 herausgeführt werden kann, ohne die Brennstoffzellen 30 zu durchlaufen. Brennstoffzellenabgas und/oder abgezweigtes Reformat werden durch Leitungen 34 zu einer Aufbereitungseinrichtung 36 geführt, mittels welcher die Erzeugung von Ammoniak erfolgt. Hierzu ist die Aufbereitungseinrichtung 36 vorzugsweise als Ammoniak-Edelmetallkatalysator ausgebildet. Von der Aufbereitungseinrichtung 36 führt eine Ammoniakzuführleitung (Pfeil 38) zum Reduktionskatalysator 22. Die Ammoniakzuführleitung 38 ist mit einer Dosiereinrichtung 40 versehen, die vorzugsweise als Durchflusssteuereinrichtung ausgebildet ist. Die Ammoniakzuführleitung 38 ist gleichzeitig mit einer Ammoniakförderleitung (Doppelpfeil 42) verbunden, die einen Ammoniak-Zwischenspeicher 46 mit der Ammoniakzuführleitung 38 verbindet. Die Ammoniakförderleitung 42 ist ebenfalls mit einer Dosiereinrichtung 44, insbesondere in Form einer Durchfluss-

teuereinrichtung versehen. Vom Brennstoffzellensystem 28 führt ferner eine Brennstoffzellenabgas-Bypassleitung (gestrichelter Pfeil 48) zur Ammoniakzuführleitung 38. Die Bypassleitung 48 dient dazu, Brennstoffzellenabgas direkt von den Brennstoffzellen 30 zur Ammoniakzuführleitung 38 und von dieser in den Reduktionskatalysator 22 zu führen, ohne dass das Bypassleitungs-Brennstoffzellenabgas mittels der Aufbereitungseinrichtung 36 in Ammoniak umgewandelt wird. Die Bypassleitung 48 ist ebenfalls mit einer Dosiereinrichtung 50 versehen, die bevorzugt als Durchflusssteuereinrichtung ausgebildet ist.

Die Abgasnachbehandlungsvorrichtung 10 wird somit zur Abgasnachbehandlung mit Ammoniak als Nachbehandlungsbetriebsstoff beaufschlagt, wobei das Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) mittels der Aufbereitungseinrichtung 36 aus dem Brennstoffzellenabgas und/oder dem Reformat gewonnen wird. Überschüssiges Ammoniak kann gegebenenfalls im Ammoniak-Zwischenspeicher 46 zwischengespeichert werden und bei Bedarf mittels der Dosiereinrichtung 50 (in Kooperation mit der Dosiereinrichtung 44) kontrolliert in den Reduktionskatalysator 22 eingegeben werden. Bei einer in bezug auf den Ammoniak-Bedarf des Reduktionskatalysators 22 überschüssigen Brennstoffzellenabgasproduktion kann alternativ oder zusätzlich zur Zwischenspeicher-Lösung das überschüssige Brennstoffzellenabgas durch die Bypassleitung 48 mittels der Dosiereinrichtung 50 kontrolliert durch die Ammoniakzuführleitung 38 in Kooperation mit der Dosiereinrichtung 40 in den Reduktionskatalysator 22 geführt werden.

Mittels der Bypass- und/oder Zwischenspeicher-Lösung in Kooperation mit den Dosiereinrichtungen 50, 44, 40 ist es möglich, eine nahezu stöchiometrische Versorgung des Reduktionskatalysators 22 mit Ammoniak zu gewährleisten. Dabei kommt es im Reduktionskatalysator 22 zur folgenden Reaktion:



Dem Brennstoffzellensystem 28 wird in bekannter Weise soviel Kraftstoff gemäß Pfeil 32 zugeführt, wie zur Erzeugung der jeweils geforderten elektrischen Leistung, welche durch das Brennstoffzellensystem 28 abzudecken ist, notwendig ist. Am Reformier 29 wird der zugeführte Kraftstoff in ein wasserstoffreiches Gas umgesetzt. Ein variabler Anteil des Wasserstoffs wird in den Brennstoffzellen 30 zur Herstellung elektrischer Energie verbraucht, so dass ein Rest an Wasserstoff ( $\text{H}_2$ )

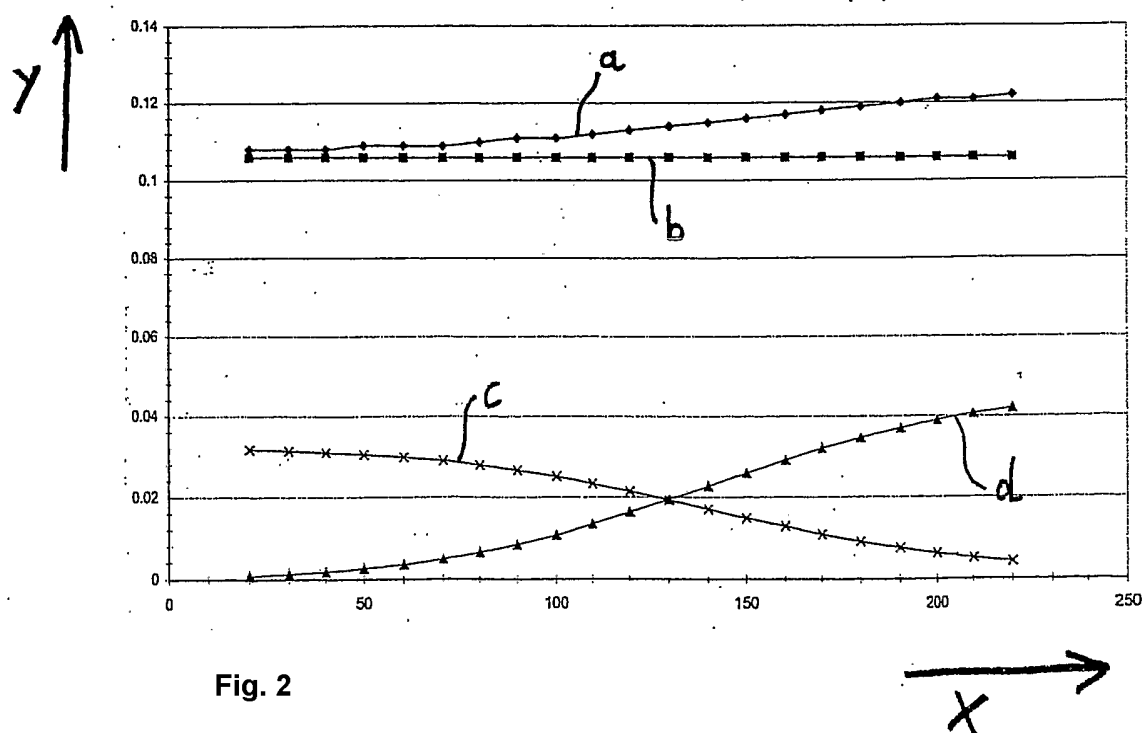
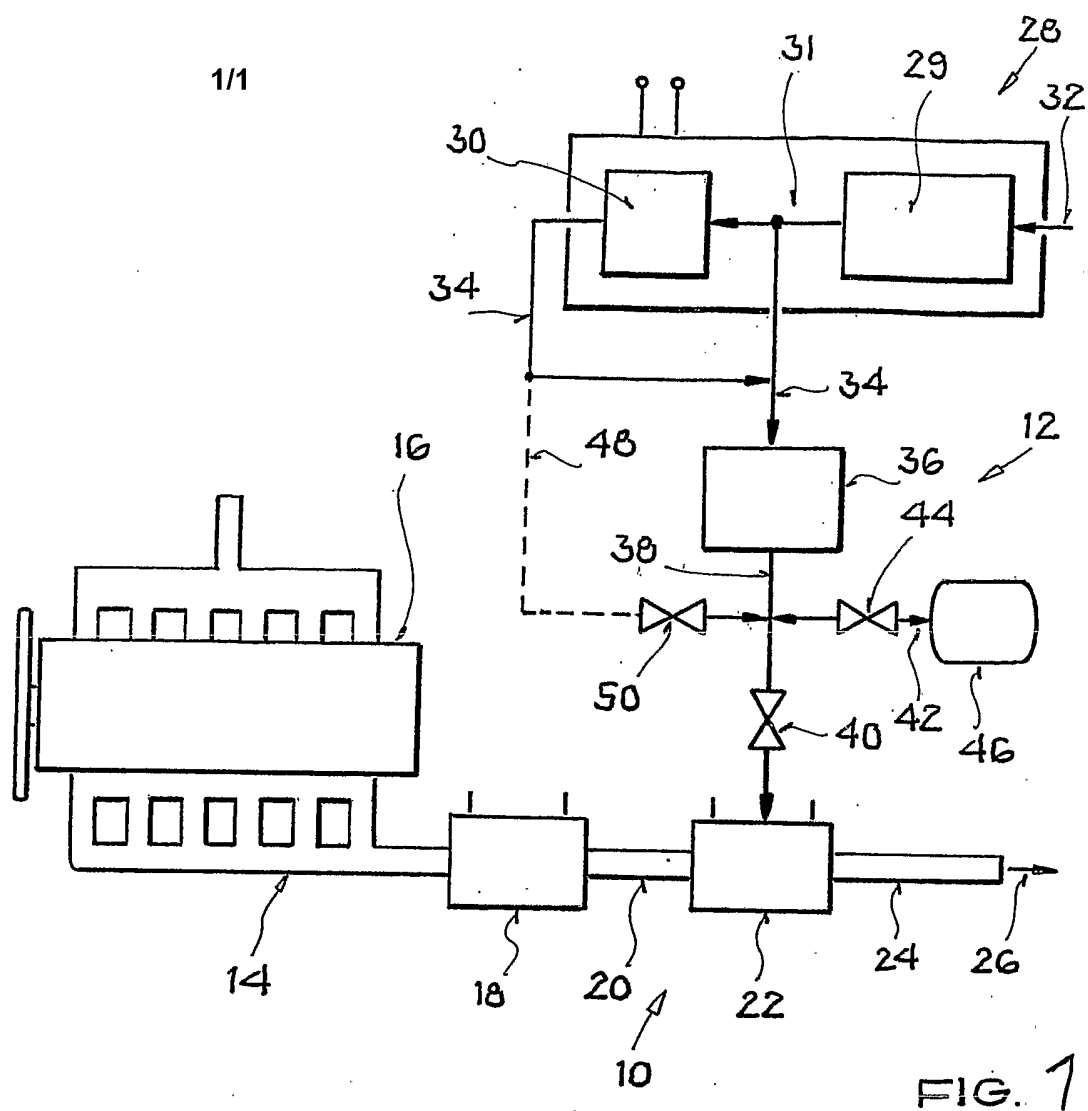
im Brennstoffzellenabgas neben anderen Abgaskomponenten, wie zum Beispiel CO, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub>, vorhanden bleibt. Dieses über 100°C heiße Brennstoffzellenabgas kann der Aufbereitungseinrichtung 36 zugeführt werden, welche beispielsweise als Ammoniak-Edelmetallkatalysator ausgebildet sein kann. Mittels der Aufbereitungseinrichtung 36 wird aus dem Brennstoffzellenabgas und/oder dem Reformat eine signifikante Menge an Ammoniak synthetisiert. Dies geht aus Figur 2 hervor, in welcher Y-Achse die Durchsatzmenge in mol/sek und die X-Achse die Betriebstemperatur in °C darstellt. Die Kennlinie "a" entspricht dem N<sub>2</sub>-Anteil im aufbereiteten Brennstoffzellenabgas und/oder Reformat, die Kennlinie "c" stellt den entsprechenden NH<sub>3</sub>-Anteil, die Kennlinie "d" stellt den entsprechenden H<sub>2</sub>-Anteil und die Kennlinie "b" stellt den entsprechenden Rest-Anteil im aufbereiteten Brennstoffzellenabgas und/oder Reformat, das heißt bei Austritt aus der Aufbereitungseinrichtung 36, dar.

Bei dem Ammoniak-Zwischenspeicher handelt es sich insbesondere um eine optionale Funktionseinheit. Der weitere konstruktive Aufbau und die Funktionsweise der in Figur 1 dargestellten Funktionseinheiten sind an sich bekannt, so dass auf deren detaillierte Beschreibung verzichtet wird.

### Patentansprüche

1. Abgasnachbehandlungsvorrichtung (10) einer mit Kraftstoff betriebenen Brennkraftmaschine (16), insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einer Nachbehandlungsbetriebsstoff-Bereitstellungseinrichtung (12) aufweisend eine Aufbereitungseinrichtung (36) und mit einem der Nachbehandlungsbetriebsstoff-Bereitstellungseinrichtung (12) zugeordneten Brennstoffzellensystem (28) aufweisend mindestens eine Brennstoffzelle (30) und einen der Brennstoffzelle (30) vorgeschalteten Reformer (29), dadurch gekennzeichnet, dass die Aufbereitungseinrichtung (36) dem Brennstoffzellensystem (28) nachgeschaltet ist und ein Abgas der Brennstoffzelle (30) und/oder ein Reformat des Reformers (29) zum Nachbehandlungsbetriebsstoff aufbereitet, und dass der Reformer (29) mit Kraftstoff gespeist ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Nachbehandlungsbetriebsstoff Ammoniak und die Aufbereitungseinrichtung (36) ein Ammoniak-Katalysator ist.
3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufbereitungseinrichtung (36) an ihrer Eintrittsseite für das Brennstoffzellenabgas und/oder das Reformat mit einem Brennstoffzellensystem (28) und an ihrer Austrittsseite mit einem Reduktionskatalysator (22) zur NO<sub>x</sub>-Reduktion verbunden ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Reduktionskatalysator (22) ein SCR-Katalysator ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufbereitungseinrichtung (36) an ihrer Austrittsseite zusätzlich mit einem Ammoniak-Zwischenspeicher (46) verbunden ist, der seinerseits mit dem Reduktionskatalysator (22) in Verbindung steht.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufbereitungseinrichtung (36) und der Ammoniak-Zwischenspeicher (46) an ihrer jeweiligen Austrittsseite mit einer entsprechenden Dosiereinrichtung (40,42) verbunden sind, die zur dosierten Ammoniakbeaufschlagung des Reduktionskatalysators (22) dienen.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Brennstoffzellensystem (28) mittels einer zusätzlichen, zuschaltbaren Brennstoffzellenabgas-Bypassleitung (48) mit einem Abgasstrang der Abgasnachbehandlungsvorrichtung (10) verbunden ist.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Reduktionskatalysator (22) an seiner Abgaseintrittsseite, unter Zwischenschaltung eines Oxidationskatalysators (18) mit einem Verbrennungsmotor (16) an dessen Abgasseite verbunden ist.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Brennstoffzellensystem (28) eine Energiebereitstellungs-Hilfseinrichtung ist zur kontinuierlichen oder zeitweisen Versorgung mindestens einer Funktionseinheit mit elektrischem Strom.
10. Kraftfahrzeug mit einer Abgasnachbehandlungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/006021

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 B01D53/94 F01N3/08 C01B3/34

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 B01D F01N C01B

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          | WO 02/100519 A (DAIMLER CHRYSLER AG<br>;GOERIGK CHRISTIAN (DE); DUVINAGE FRANK<br>(DE);) 19 December 2002 (2002-12-19)<br>page 9, paragraph 1 -page 16, last<br>paragraph; figures 1,4<br>---- | 1-6,8-10              |
| A          | DE 100 62 965 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE<br>AG) 20 June 2002 (2002-06-20)<br>abstract; figure A<br>----                                                                                       | 1,7,10                |
| A          | EP 1 057 998 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE<br>AG) 6 December 2000 (2000-12-06)<br>claim 1; figure 1<br>----                                                                                      | 1,10                  |
| A          | DE 199 39 807 A (BOSCH GMBH ROBERT)<br>1 March 2001 (2001-03-01)<br>column 3, line 36 -column 4, line 12;<br>figure 1<br>-----                                                                 | 1,10                  |

☐ 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.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 August 2004

Date of mailing of the international search report

03/09/2004

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

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/006021

| Patent document<br>cited in search report |   | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| WO 02100519                               | A | 19-12-2002          | DE 10128414 A1             | 19-12-2002          |
|                                           |   |                     | WO 02100519 A1             | 19-12-2002          |
|                                           |   |                     | EP 1395351 A1              | 10-03-2004          |
| DE 10062965                               | A | 20-06-2002          | DE 10062965 A1             | 20-06-2002          |
|                                           |   |                     | WO 0249131 A2              | 20-06-2002          |
|                                           |   |                     | EP 1307937 A2              | 07-05-2003          |
|                                           |   |                     | JP 2004517442 T            | 10-06-2004          |
|                                           |   |                     | US 2004058211 A1           | 25-03-2004          |
| EP 1057998                                | A | 06-12-2000          | DE 19924777 A1             | 30-11-2000          |
|                                           |   |                     | DE 50004475 D1             | 24-12-2003          |
|                                           |   |                     | EP 1057998 A1              | 06-12-2000          |
|                                           |   |                     | ES 2211411 T3              | 16-07-2004          |
| DE 19939807                               | A | 01-03-2001          | DE 19939807 A1             | 01-03-2001          |
|                                           |   |                     | WO 0114697 A1              | 01-03-2001          |
|                                           |   |                     | EP 1212522 A1              | 12-06-2002          |
|                                           |   |                     | JP 2003507631 T            | 25-02-2003          |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/006021

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B01D53/94 F01N3/08 C01B3/34

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B01D F01N C01B

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          | WO 02/100519 A (DAIMLER CHRYSLER AG<br>;GOERIGK CHRISTIAN (DE); DUVINAGE FRANK<br>(DE);) 19. Dezember 2002 (2002-12-19)<br>Seite 9, Absatz 1 -Seite 16, letzter<br>Absatz; Abbildungen 1,4<br>---- | 1-6,8-10           |
| A          | DE 100 62 965 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE<br>AG) 20. Juni 2002 (2002-06-20)<br>Zusammenfassung; Abbildung A<br>----                                                                                | 1,7,10             |
| A          | EP 1 057 998 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE<br>AG) 6. Dezember 2000 (2000-12-06)<br>Anspruch 1; Abbildung 1<br>----                                                                                   | 1,10               |
| A          | DE 199 39 807 A (BOSCH GMBH ROBERT)<br>1. März 2001 (2001-03-01)<br>Spalte 3, Zeile 36 -Spalte 4, Zeile 12;<br>Abbildung 1<br>-----                                                                | 1,10               |



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

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. August 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

03/09/2004

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

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/006021

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 02100519 A                                       | 19-12-2002                    | DE 10128414 A1                    | 19-12-2002                    |
|                                                     |                               | WO 02100519 A1                    | 19-12-2002                    |
|                                                     |                               | EP 1395351 A1                     | 10-03-2004                    |
| DE 10062965 A                                       | 20-06-2002                    | DE 10062965 A1                    | 20-06-2002                    |
|                                                     |                               | WO 0249131 A2                     | 20-06-2002                    |
|                                                     |                               | EP 1307937 A2                     | 07-05-2003                    |
|                                                     |                               | JP 2004517442 T                   | 10-06-2004                    |
|                                                     |                               | US 2004058211 A1                  | 25-03-2004                    |
| EP 1057998 A                                        | 06-12-2000                    | DE 19924777 A1                    | 30-11-2000                    |
|                                                     |                               | DE 50004475 D1                    | 24-12-2003                    |
|                                                     |                               | EP 1057998 A1                     | 06-12-2000                    |
|                                                     |                               | ES 2211411 T3                     | 16-07-2004                    |
| DE 19939807 A                                       | 01-03-2001                    | DE 19939807 A1                    | 01-03-2001                    |
|                                                     |                               | WO 0114697 A1                     | 01-03-2001                    |
|                                                     |                               | EP 1212522 A1                     | 12-06-2002                    |
|                                                     |                               | JP 2003507631 T                   | 25-02-2003                    |