

(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  
12. November 2009 (12.11.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2009/135489 AI**

(51) Internationale Patentklassifikation:

**BOID** 17/02 (2006.01) **C02F** 101/32 (2006.01)  
**F02M** 37/22 (2006.01) **C02F** 1/30 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2009/075022

(22) Internationales Anmeldedatum:  
5. Mai 2009 (05.05.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2008 022 406.5 6. Mai 2008 (06.05.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **Hengst GmbH & Co. KG** [DE/DE]; Nienkamp 55 - 85, 48147 Münster (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **VINKELAU, Christian** [DE/DE]; Asbecker Str. 51, 48720 Rosendahl (DE).  
**WULFERN, Ludwig** [DE/DE]; Leifhelmweg 6a, 48282

Emsdetten (DE). **LANDWEHR, Frank** [DE/DE]; Pestalozzidorf 4b, 45964 Gladbeck (DE).

(74) **Anwalt: Patentanwälte Habel & Habel**; Am Kanongraben 11, 48151 Münster (DE).

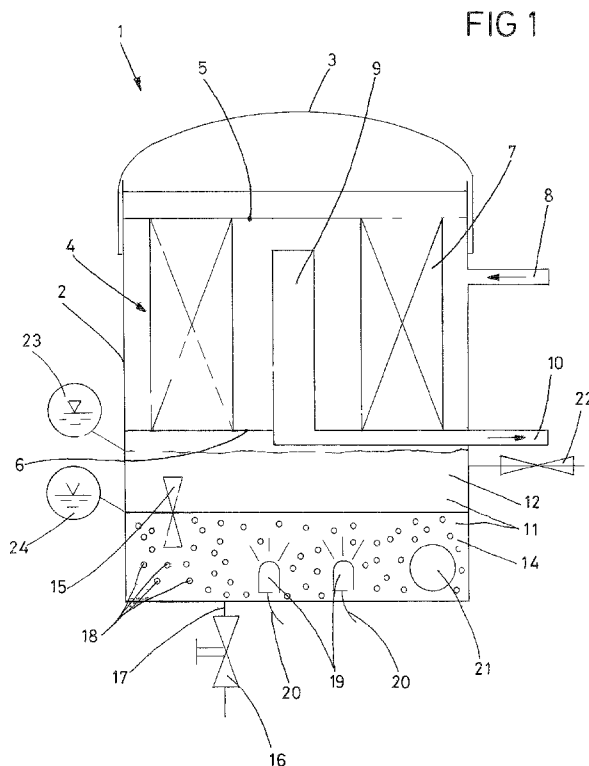
(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, **FI**, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, **ID**, **IL**, IN, IS, **JP**, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, **LT**, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, NZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, **PH**, PL, **PT**, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR SEPARATING WATER FROM FUEL

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ABSCHIEDEN VON WASSER AUS KRAFTSTOFF



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for separating water from fuel used to operate an internal combustion engine, wherein the fuel is removed from a reservoir and conducted into a water Separator, in which the water is first separated from the fuel and conducted into a water collection chamber, and wherein the water collected in the water collection chamber is drained from the water collection chamber after spending a residence time in the water collection chamber, wherein fuel fractions dissolved in the water are removed therefrom, the fuel being used to operate the internal combustion engine after the water has been separated, and wherein the separated water is treated photocatalytically, wherein for the excitation of the catalyst the same is illuminated with light having a suitable wavelength such that the catalyst takes on a high-energy State due to absorption of the light and then gives off energy to oxygen present in the water in the dissolved State such that said oxygen moves into a higher-energy State, which is referred to as singlet oxygen, and wherein harmful substances, such as the fuel dissolved in the water or other hydrocarbons, are decomposed by oxygen radicals of the singlet oxygen, and wherein the water is treated for such a duration that it subsequently reaches, or is below, a predetermined content of residual fuel.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/135489 A1



DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,  
 LU, LV, MC, MK, 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).

**Veröffentlicht:**

- *národní mezinárodní* *Recherchenbericht* (Artikel 21 Absatz 3)
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen* (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- *Erfindererklärung* (Regel 4.17 Ziffer iv)

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Abscheiden von Wasser aus zum Betrieb einer Brennkraftmaschine dienenden Kraftstoff, wobei der Kraftstoff aus einem Vorratstank entnommen wird, und in einen Wasserabscheider geleitet wird, in welchem das Wasser zunächst aus dem Kraftstoff abgeschieden und in einen Wassersammeiraum geleitet wird, und das im Wassersammelraum gesammelte Wasser nach einer Verweildauer, die es im Wassersammeiraum verbracht hat, aus dem Wassersammeiraum abgelassen wird, wobei aus dem Wasser darin gelöste Kraftstoffanteile entfernt werden, wobei der Kraftstoff, nachdem das Wasser abgeschieden worden ist, zum Betrieb der Brennkraftmaschine verwendet wird, und wobei das abgeschiedene Wasser fotokatalytisch behandelt wird, wobei zur Anregung des Katalysators dieser von Licht geeigneter Wellenlänge beleuchtet wird, so dass der Katalysator auf grund der Absorption des Lichts einen energiereicheren Zustand annimmt, dann Energie an im Wasser gelöst vorhandenen Sauerstoff abgibt, so dass dieser in einen als Singulett-Sauerstoff bezeichneten energetisch höheren Zustand übergeht, und wobei Schadstoffe wie der im Wasser gelöste Kraftstoff oder andere Kohlenwasserstoffe durch Sauerstoffradikale des Singulett-Sauerstoffs zersetzt werden, und wobei das Wasser für eine solche Zeitdauer behandelt wird, dass es anschließend einen vorbestimmten Gehalt an Restkraftstoff erreicht oder unterschreitet.

## **"Verfahren und Vorrichtung zum Abscheiden von Wasser aus Kraftstoff"**

5

Beschreibung:

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abscheiden von Wasser aus Kraftstoff, der zum Betrieb einer Brennkraftmaschine vorgesehen ist und einen Kraftstofffilter.

15

Eine gattungsgemäße Verfahrensweise wird derzeit in Kraftstofffiltern der Automobilindustrie angewendet. Als Filtermedium bekannter Kraftstofffilter werden beispielsweise Papierfaltfilter verwendet, bei denen das Filterpapier hydrophobiert ist. Im Kraftstoff befindliche Wasseranteile werden auf diese Weise zurückgehalten, gesammelt und gelangen in einen Wassersammeiraum. In regelmäßigen Intervallen wird das hier gesammelte Wasser abgelassen, wobei dies in regelmäßigen zeitlichen Intervallen erfolgen kann oder nach einer bestimmten Fahrstrecke, oder es kann im Kraftstofffilter ein Wasserstandssensor vorgesehen sein, der zur Auslösung eines Signals führt, wenn das Wasser im Wassersammeiraum einen entsprechend hohen Füllstand erreicht hat.

20

25

30

Das Wasser kann jedoch nicht ohne weiteres in die Umwelt abgelassen werden, da es Schadstoffe enthält, beispielsweise geringfügige Mengen an Kraftstoff, die im Wasser gelöst sind. Es ist daher bekannt, das Wasser beispielsweise mittels eines Aktivkohlefilters zu filtern, um es in einer ökologisch unbedenklichen Reinheit ablassen zu können.

35

Bei diesem bekannten Verfahren ist nachteilig, dass der Zustand der Aktivkohle kaum überwacht werden kann, so dass nicht auszuschließen ist, dass die Aktivkohle auch dann noch verwendet

5 wird, wenn sie mit Schadstoffen so weit aufgesättigt ist, dass der gewünschte Reinheitsgrad des durch den Aktivkohlefilter geleiteten Wassers nicht mehr sichergestellt werden kann. Der Aktivkohlefilter unterliegt somit einem gewissen Verschleiß, auch wenn er sich nicht verbraucht, aber doch dadurch, dass seine Rückhaltefähigkeit für Schadstoffe mit der Zeit abnimmt. Dadurch wird die Betriebssicherheit insofern beeinträchtigt, als es kaum ohne weiteres erkennbar ist, ob ein Aktivkohlefilter wirksam ist oder nicht.

10 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Verfahren dahingehend zu verbessern, dass dieses eine möglichst konstante Wirksamkeit und hohe Betriebssicherheit aufweist. Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen zur Durchführung des Verfahrens geeigneten Kraftstofffilter anzugeben.

15 Diese Erfindung wird durch das Verfahren mit den Verfahrensschritten gemäß Anspruch 1 und durch einen Kraftstofffilter gemäß Anspruch 13 gelöst.

20 Die Erfindung schlägt mit anderen Worten vor, die Schadstoffe innerhalb des abgeschiedenen Wassers fotokatalytisch zu zersetzen, die Verwendung eines Fotokatalysators bedeutet vorteilhaft, dass der Katalysator, also die für die Reinigung des Wassers relevante Substanz, sich weder verbraucht noch durch angelagerte, zurückgehaltene Schadstoffe zugesetzt wird, so dass die Wirksamkeit der verwendeten Reinigungseinrichtung unverändert bleibt und insofern verschleißfrei ist. Die Katalyse erfolgt  
25 vorschlagsgemäß derart, dass der Fotokatalysator von einem Licht geeigneter Wellenlänge beleuchtet wird, so dass der Katalysator aufgrund seiner Absorptionsfähigkeit für das einstrahlende Licht Energie aufnimmt und insgesamt einen energiereicheren Zustand annimmt. Dieser Zustand ist insofern instabil, als  
30 der Katalysator die überschüssige Energie an Sauerstoff abgibt, mit welchem er in Berührung kommt. Also an Sauerstoff, der in

dem abgeschiedenen Wasser, welches sich im Wassersammelbehälter befindet, enthalten ist. Der Sauerstoff geht infolgedessen in einen energetisch höheren Zustand über, in welchem er als „Singulett-Sauerstoff“ bezeichnet wird. Dieser Sauerstoff in seiner angeregten Form als Singulett-Sauerstoff ist ein stark reagierender Stoff, so dass der im Wasser gelöste Kraftstoff oder auch andere Kohlenwasserstoffe durch Sauerstoffradikale des Singulett-Sauerstoffs zersetzt werden. Das abgeschiedene Wasser wird vorschlagsgemäß für eine solche Zeitdauer behandelt, dass es anschließend einen vorbestimmten Gehalt an Restkraftstoff erreicht oder unterschreitet. Dabei ist davon auszugehen, dass eine bestimmte prozentuale Menge an Fotokatalysator innerhalb des Wassers bei einer vorgegebenen Temperatur eine vorgegebene Zeitdauer erfordert, um zuverlässig die Schadstoffe auf den erwähnten vorbestimmten Gehalt zu reduzieren.

Mit höheren Temperaturen nimmt die Wirkungsweise des vorschlagsgemäßen Verfahrens zu. Für den Betrieb eines Automobils, insbesondere beispielsweise eines Lastkraftwagens, bedeutet dies, dass das Temperaturniveau des Kraftstoffs - und damit das Temperaturniveau des abgeschiedenen Wassers - die katalytische Reaktion begünstigt. Dabei ist davon auszugehen, dass nur ein geringer Anteil des aus einem Vorratstank des Automobils geförderten Kraftstoffs zum Betrieb der Brennkraftmaschine benötigt wird, und dass der überwiegende Teil des Kraftstoffs im Kreislauf gepumpt wird, nämlich zum Vorratstank zurückgefördert wird. Dieser Überschuss an Kraftstoff stellt sicher, dass zum Betrieb der Brennkraftmaschine stets eine ausreichend große Kraftstoffmenge verfügbar ist. Zudem dient der im Überschuss und im Kreislauf geförderte Kraftstoffanteil dazu, temperaturbelastete Komponenten zu kühlen, wie beispielsweise eine Hochdruck-Einspritzpumpe.

Im Betrieb kann daher der Kraftstoff im Filter Temperaturen von 80°C und mehr aufweisen. Durch dieses vergleichsweise hohe

- A -

5 Temperaturniveau ist sichergestellt, dass bereits eine vergleichsweise kurze Verweildauer von beispielsweise 20 bis 30 Minuten ausreicht, um sicherzustellen, dass der Schadstoffanteil im abgeschiedenen Wasser den vorbestimmten Gehalt erreicht oder unterschreitet. Da das so katalytisch gereinigte Wasser bis auf Trinkwasserqualität gereinigt werden kann, kann vorgesehen sein, das Wasser nach der erforderlichen Behandlungsdauer automatisch in die Umwelt abzulassen, wo es verdunsten kann. Auf diese Weise kann das Fassungsvermögen des Wasser-Sammelbehälters gering gehalten werden, so dass der vorschlagsgemäße Kraftstofffilter mit besonders kleinen baulichen Abmessungen ausgestaltet sein kann und auch in beengten räumlichen Verhältnissen problemlos untergebracht werden kann, wie sie beispielsweise im Motorraum eines Fahrzeugs herrschen.

10 Vorteilhaft wird der im Wasser enthaltende Kraftstoff in Kohlendioxid umgewandelt, also in ein unbedenkliches Gas, welches problemlos in die Umwelt abgelassen werden kann. Auf diese Weise kann das CO<sub>2</sub> oder auch andere ökologisch unbedenkliche Reaktionsprodukte der katalytischen Reaktion aus dem Wasser entfernt werden oder teils auch gelöst im Wasser verbleiben, ohne dass die ökologische Verträglichkeit des Wasser hierdurch beeinträchtigt wird. Vielmehr kann das Wasser unbedenklich in die Umwelt abgelassen werden.

15 Insbesondere das vorbenannte Kohlendioxid kann gasförmig aus dem Wasser ausgeschleust werden. Als ein ohnehin natürlich in der Umgebungsluft vorkommendes Gas ist es ökologisch unbedenklich.

20 Um dem Fotokatalysator die erforderliche Energie zuzuführen, wird er vorteilhaft mit sichtbarem Licht im Wellenlängenbereich von 600 bis 830 Nanometern (nm) bestrahlt, wobei besonders vorteilhaft eine hohe Wirksamkeit des Fotokatalysators bei Be-

strahlung im Wellenlängenbereich von 600 bis 730 nm erzielbar ist.

5 Vorteilhaft kann in an sich bekannter Weise, wie bereits weiter oben erwähnt, der Kraftstoff im Überschuss zur Brennkraftmaschine bzw. zu einer Hochdruckpumpe gefördert werden, um diese zu kühlen. Dabei wird ebenfalls in an sich bekannter Weise der Kraftstoff im Überschuss gefördert, so dass ein erheblicher, nicht benötigter Anteil des Kraftstoffs in den Vorratstank zurückgefördert wird. Da das Wasser aus dem Kraftstoff abge-  
10 geschieden wird, bevor der Kraftstoff zur Brennkraftmaschine bzw. der Hochdruckpumpe gefördert wird, weist der in den Vorratstank zurückfließende Kraftstoff einen niedrigeren Wassergehalt auf als die übrige Kraftstoffmenge, die im Vorratstank vorhanden  
15 ist. Auf diese Weise wird zuverlässig das Wasser aus dem gesamten Kraftstoff System entfernt. Sollte sich ein unerwünscht großer Wasseranteil im Kraftstoff befinden, so führt dies nicht zu einer plötzlichen Überlastung des Wasserabscheiders bzw. des Kraftstofffilters, in dem der Wasserabscheider vorgesehen ist,  
20 denn es wird für die Versorgung der Brennkraftmaschine ja nur ein Bruchteil der insgesamt geförderten Kraftstoffmenge benötigt. Auch wenn sich beispielsweise durch Kondensationerscheinungen o. dgl. zusätzliches Wasser im Vorratstank ansammeln sollte, ist durch die erwähnte Kreislaufbehandlung des  
25 Kraftstoffs sichergestellt, dass ein erhöhter Wasseranteil automatisch abgebaut wird.

Dementsprechend kann es auch vorteilhaft vorgesehen sein, Wasser bewusst in den Vorratstank zu leiten: Wenn beispielsweise eine Entleerung des Wassersammeiraumes in bestimmten Intervallen vorgesehen ist und nicht eine automatische Entleerung des Wassersammeiraums bei Erreichen eines vorgegebenen Füllstandes, so kann ggf. nicht ausgeschlossen werden,  
30 dass die im Kraftstoff enthaltene Wassermenge zwischen zwei derartigen Entleerungen das Füllvolumen des Wassersammeiraumes übersteigt. Um in diesem Fall sicherzustellen, dass kein  
35

5 Wasser in die wasserempfindlichen Aggregate oder Nebenaggregate der Brennkraftmaschine gelangt, kann abgeschiedenes Wasser, welches das Fassungsvermögen des Wassersammelraumes übersteigt, in den Vorratstank zurückgefördert werden, um in jedem Fall sicherzustellen, dass die wasserempfindlichen technischen Aggregate geschont werden.

10 Vorteilhaft kann die vorschlagsgemäße Verfahrensweise so lange durchgeführt werden, bis das Wasser einen vorbestimmten Gehalt an Restkraftstoff von 1ppm aufweist. Durch die vorgeschlagene Verfahrensweise lässt sich ein derart niedriger Restwert erreichen, so dass das Wasser bis zum Erreichen einer regelrechten Trinkwasserqualität behandelt werden kann. Dementsprechend problemlos ist es auch grundsätzlich, das behandelte Wasser mit einer derartigen Trinkwasserqualität in die Umgebung abzugeben.

20 Um sicherzustellen, dass die katalytisch angeregten Reaktionen auch vollumfänglich, also mit optimaler Wirksamkeit, ablaufen können, ist es erforderlich, dass ein ausreichender Sauerstoffgehalt im Wasser vorliegt. Um diesen Sauerstoffgehalt im Wasser sicherzustellen, kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass dem Wasser zusätzlich zu seinem ohnehin vorhandenen Sauerstoffgehalt Sauerstoff zugeführt wird. Dies kann beispielsweise durch erfolgen, dass Luft in das Wasser eingebracht wird, so dass der in der Umgebungsluft enthaltende Luftsauerstoff für die gewünschte Sauerstoffanreicherung des zu behandelnden Wassers Sorge trägt. Bei einem derartigen Eintrag von Gas in das zu behandelnde Wasser muss andererseits eine Entgasung vorgesehen sein, in deren Rahmen beispielsweise das gasförmige  $\text{CO}_2$  ausgeschleust werden kann, welches als Reaktionsprodukt vorliegt.

35 Aus der Praxis ist es bekannt, eine sogenannte Tankentlüftung bei Kraftstofffiltern vorzusehen, also eine Leitung, durch welche aus dem Kraftstoff abgeschiedene Luftblasen zusammen mit



Kraftstoff in den Kraftstoff-Vorratstank zurückgeführt werden. Vorteilhaft kann die Ausschleusung des als CO<sub>2</sub> vorliegenden Reaktionsproduktes über diese ohnehin vorhandene Tankentlüftung erfolgen.

5

Alternativ zum Einbringen von Umgebungsluft kann vorgesehen sein, dass der Sauerstoff mittels eines Sauerstofflieferanten zugeführt wird, also in chemisch gebundener Form. So kann beispielsweise vorgesehen sein, Kaliumpermanganat als Festkörper, z. B. in Granulatform oder Tablettenform, mit dem Wasser in Berührung zu bringen, so dass die jeweils benötigte Sauerstoffmenge automatisch bereitgestellt wird und das Kaliumpermanganat in gewissen Intervallen, beispielsweise anlässlich eines geplanten Werkstattaufenthaltes, ausgetauscht wird.

10

15

Vorteilhaft kann ein solcher chemischer Sauerstofflieferant am Filtereinsatz eines Kraftstofffilters angeordnet werden, so dass beim regelmäßigen Auswechseln des Filtereinsatzes gleichzeitig auch sichergestellt wird, dass ein neuer Sauerstofflieferant bereitgestellt und somit die Wirksamkeit der katalytischen Behandlung des abgeschiedenen Wassers sichergestellt wird.

20

Es sind verschiedene Fotokatalysatoren bekannt, beispielsweise Titandioxid. Vorteilhaft wird für das vorschlagsgemäße Verfahren allerdings entweder mit Platin dotiertes Titandioxid verwendet, oder ein Fotokatalysator, der von der Firma Prosys GmbH / Bremen / Deutschland vertrieben wird und bei dem es sich um einen Farbstoff handelt, der strukturell mit dem Blattfarbstoff Chlorophyll verwandt ist.

25

30

Ein vorschlagsgemäß ausgestalteter Kraftstofffilter, wie er als Nebenbaugruppe zu einer Brennkraftmaschine verwendet werden kann und beispielsweise in einem Kraftfahrzeug angeordnet werden kann, enthält in an sich bekannter Weise einen Wasserabscheider und einen Wassersammeiraum, der das aus dem Kraftstoff abgeschiedene Wasser aufnimmt. Im Wassersammei-

35

raum ist der Fotokatalysator vorgesehen, der mit dem Wasser in Kontakt steht. Weiterhin ist im Wassersammeiraum eine Lichtquelle vorgesehen, welche ein solches Licht aussendet, beispielsweise in einer solchen Wellenlänge, dass dieses Licht zur Aktivierung des Fotokatalysators geeignet ist.

Dabei kann als Lichtquelle entweder ein Licht erzeugendes Element vorgesehen sein, beispielsweise eine Lampe, wobei diese Lampe beispielsweise als LED ausgestaltet sein kann mit dem Vorteil, dass eine derartige LED-Lichtquelle wasserdicht vergossen sein kann, in hohem Maße schwingungsresistent ist und eine lange Lebensdauer aufweist.

Als Lichtquelle im Sinne des vorliegenden Vorschlags kann allerdings auch ein Licht leitendes Element bezeichnet sein, wie beispielsweise eine Lichtleitfaser aus Glas oder andere für die gewünschte Wellenlänge transparente Materialien, so dass in beiden Ausführungsarten, also als lichterzeugendes oder als lichtleitendes Element die Lichtquelle im Sinne des vorliegenden Vorschlages dazu dient, das geeignete Licht auf den Fotokatalysator einwirken zu lassen.

Vorteilhaft kann vorgesehen sein, dass der Fotokatalysator auf einem für das Licht transparenten Substrat aufgetragen ist. Auf diese Weise kann das Substrat nicht nur als Träger für den Fotokatalysator dienen, sondern auch als Lichtleiter. Ein derartiges Substrat kann beispielsweise eine Form von Platten, Stäben, Fasern o. dgl. vorliegen. Beispielsweise kann vorgesehen sein, im Wassersammeitank eine Art Kissen vorzusehen, wobei dieses Kissen aus einer Vielzahl lichtleitender Fasern besteht, die in geordneter oder ungeordneter Form angeordnet sind und auf ihrer Oberfläche mit dem Fotokatalysator beschichtet sein. Die Fasern können als ein Ballen aus einem ungeordneten Fasergespinnst angeordnet sein, oder geordnet zu einem Faserbündel, einem Gelege, Gewirke oder Gestrick zusammengefasst sein, wobei insbesondere die erwähnten geordneten Faseranordnun-

gen es ermöglichen, das den Fotokatalysator anregende Licht an definierten Stellen, beispielsweise den Stirnenden der Fasern, in die Fasern einzukoppeln.

5 Der vorzugsweise verwendete Fotokatalysator, der als platindotiertes Titandioxid oder als strukturell mit dem Blattfarbstoff Chlorophyll verwandter Farbstoff vorliegt, bildet eine nahezu glasharte Oberfläche, so dass die Berührungen oder Bewegungen der einzelnen Fasern gegeneinander nicht zu einem unerwünschten Abrieb des Fotokatalysators führen. Vielmehr verbleibt dieser auf den einzelnen Fasern, so dass er optimal mit Licht beschickt werden kann, wenn die Fasern beispielsweise an einer oder an mehreren Stellen an eine Licht erzeugende Lichtquelle angeschlossen werden.

15 Der Fotokatalysator kann insbesondere als monatomare Lage auf einem Substrat vorliegen, so dass er gleichermaßen wirksam angeregt wird, unabhängig davon, ob das Licht von innen durch das Substrat geleitet wird oder außen auf das Substrat auftrifft.

20 Alternativ zu den erwähnten Fasern kann vorgesehen sein, dass das Substrat in Form einer Vielzahl von Trägerkörperchen vorliegt, die frei beweglich sind und somit durch ständige Bewegungen des Wassers im Wassersammeiraum, beispielsweise durch die von der Brennkraftmaschine induzierten Vibrationen, dafür sorgen, dass sämtliche Anteil des Wassers mit dem Fotokatalysator in Kontakt kommen und somit behandelt werden. Dabei kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass das Substrat bzw. die mit dem Fotokatalysator beschichteten Trägerkörperchen ein spezifisches Gewicht aufweisen, welches möglichst nahe dem spezifischen Gewicht des zu behandelnden Wassers ist. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass die erwähnten Durchmischungsbewegungen mit maximaler Effizienz ablaufen und dass sich beispielsweise nicht sämtliche Trägerkörperchen „bleischwer“ auf dem Boden des Wassersammeiraums ablagern oder aufgrund zu hoher Auftriebskräfte eine geschlossene Schwimm-

schicht bilden, denn in beiden vorgenannten Fällen wäre nur ein geringer Austausch zwischen der Gesamtfläche des mit dem Fotokatalysator beschichteten Substrats und dem umgebenden Wasser gewährleistet.

5

Bei derart frei beweglichen Trägerkörperchen innerhalb des Wassersammeiraums kann vorteilhaft ein Durchmischungskörper vorgesehen sein, der die Durchmischung der Trägerkörperchen bewirkt. Bei derartigen Durchmischungskörpern kann es sich beispielsweise um fest im Wassersammeiraum angeordnete Hinderniskörper handeln, beispielsweise fest angeordnete Streben, Platten o. dgl., so dass bei Bewegungen des Kraftstofffilters, in denen das Wasser innerhalb des Wassersammeiraums in Bewegung gerät oder bei einwirkenden Fliehkräften, bei denen die Trägerkörperchen innerhalb des Wassersammeiraums ihre Lage verändern, eine Durchmischung der Trägerkörperchen erzwungen wird aufgrund des Kontaktes der Trägerkörperchen mit derartigen Hinderniskörpern.

20

Alternativ kann der erwähnte Durchmischungskörper als teilbeweglicher Körper ausgestaltet sein, beispielsweise als eine gelenkig angeordnete Platte oder als eine an einer Schnur mit einem gewissen Bewegungsradius festgelegte Kugel, so dass dieser Durchmischungskörper aufgrund seiner Beweglichkeit zu einer verbesserten Durchmischung der beweglichen Fotokatalysator-Trägerkörperchen und des Wassers führt, dass die Teilbeweglichkeit eines derartigen Durchmischungskörpers begrenzt ist, kann beispielsweise vorgesehen sein, um Beschädigungen empfindlicher Einbauelemente des Kraftstofffilters auszuschließen.

30

Schließlich kann vorgesehen sein, den erwähnten Durchmischungskörper als frei beweglichen Körper auszugestalten, beispielsweise in Form einer frei umherrollenden Kugel, die aufgrund von Motorvibrationen, oder aufgrund des Überfahrens von Bodenunebenheiten, oder aufgrund von Fliehkräften beim

35

Durchfahren von Kurven ihre Lage im Wassersammeiraum ändert und damit zu einer Vermischung und Verwirbelung der Substrat-Trägerkörperchen und des zu behandelnden Wassers führt.

5

Vorteilhaft kann in an sich bekannter Weise der Kraftstofffilter einen auswechselbaren Filtereinsatz aufweisen. Die Lichtquelle kann als elektrisch betriebenes lichterzeugendes Element ausgestaltet sein, welches vorteilhaft an einem solchen auswechselbaren Filtereinsatz angeordnet sein kann. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass beim Auswechseln des Filtereinsatzes stets eine neue Lichtquelle zum Einsatz kommt, so dass deren optimale Wirksamkeit sichergestellt ist. Ebenso kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass der Fotokatalysator im Rahmen geplanter Werkstattaufenthalte ausgewechselt wird, so dass sichergestellt ist, dass keine unvorhergesehenen Beschädigungen an dem Substrat, welches den Fotokatalysator trägt, zu einer ungeplanten Beeinträchtigung der fotokatalytischen Wirksamkeit führen.

10

15

20

Der Fotokatalysator kann vorteilhaft am Filtereinsatz gehalten sein, so dass er gemeinsam mit dem Filtereinsatz in regelmäßig vorgesehenen Serviceintervallen ausgetauscht wird. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass beispielsweise mechanische Beschädigungen durch Abrieb des Fotokatalysators vom Substrat oder durch Bruch des Substrats sich nicht langfristig nachteilig auswirken können. Beispielsweise kann am Filtereinsatz ein flüssigkeitsdurchlässiger Behälter vorgesehen sein, beispielsweise in Form eines Siebes, Beutels oder Korbes, wobei sich der Fotokatalysator innerhalb dieses Behälters befindet.

25

30

Vorteilhaft kann die Lichtquelle am Filtereinsatz gehalten sein, so dass durch den regelmäßig vorgesehenen Austausch des Filtereinsatzes auch stets eine Erneuerung der Lichtquelle erfolgt. Somit wird Alterungserscheinungen der Lichtquelle vorgebeugt und vielmehr sichergestellt, dass die Lichtquelle das zur Anre-

35

gung des Fotokatalysators erforderliche Licht in dem gewünschten Wellenlängenbereich bereitstellt.

5 Vorteilhaft kann vorgesehen sein das die elektrische Zuleitung, die zum Wasserstandssensor und / oder zur Lichtquelle führt, abschnittsweise durch den Filtereinsatz verläuft. So ist eine problemlose Anordnung der Lichtquelle nicht nur am Gehäuse des Kraftstofffilters, sondern auch wandungsfern im Inneren des Wassersammeiraumes möglich, um eine optimale Beleuchtung des Fotokatalysators zu ermöglichen, und ohne die Erfordernis einer separat zu verlegenden, in das Innere des Wassersammeiraumes verlaufenden elektrischen Zuleitung.

10

Vorteilhaft kann der Kraftstofffilter in an sich bekannter Weise einen Wasserstandssensor aufweisen. Dieser kann, wie weiter oben bereits erwähnt, dazu dienen, den Füllstand des Wassers im Wassersammeiraum zu überwachen und bei Überschreiten einer vorgegebenen Füllstandsmenge ein Signal auszulösen. Da derartige Wasserstandssensoren üblicherweise elektrisch bzw. elektronisch arbeiten und beispielsweise den elektrischen Widerstandwert des dem Wasserstandssensor anliegenden Umgebungsmediums erfassen, ist eine elektrische Leitung vorgesehen, die zum Wasserstandssensor führt. In fertigungstechnisch vorteilhafter Weise kann daher vorgesehen sein, nahe dem Wasserstandssensor auch das elektrisch betriebene, lichtnerzeugende Element der Lichtquelle vorzusehen, so dass beispielsweise einfach ein mehradrigeres Kabel verlegt werden kann, welches sowohl an den Wasserstandssensor als auch an die Lichtquelle angeschlossen wird. Insbesondere können vorteilhaft der Wasserstandssensor und die Lichtquelle zu einer gemeinsam handhabbaren Baugruppe zusammengefasst sein, beispielsweise indem beide in einem gemeinsamen Träger oder Gehäuse angeordnet sind, so dass nicht nur die Leitungsführung sondern auch die Montage für beide Komponenten vereinfacht wird.

15

20

25

30

35

Die Erfindung wird anhand der rein schematischen Zeichnungen nachfolgend näher erläutert. Dabei zeigt

5 Fig. 1 einen Axialschnitt durch einen Kraftstofffilter und die

10 Fig. 2 - 4 unterschiedliche Ausführungsformen von mit dem Fotokatalysator beschichtetem Substrat.

15 In Fig. 1 ist mit 1 insgesamt ein Kraftstofffilter bezeichnet, der ein topfartiges bzw. becherartiges Gehäuse 2 aufweist, welches mit einem abnehmbaren Deckel 3 verschlossen ist, indem der Deckel 3 beispielsweise als Schraubdeckel ausgeführt ist.

20 Innerhalb des Gehäuses 2 ist ein herausnehmbarer Filtereinsatz 4 angeordnet, der zwischen einer oberen Endscheibe 5 und einer unteren Endscheibe 6 ein Filtermedium 7 in Form eines ringförmig verlaufenden Papierfaltensfilters aufweist. Kraftstoff gelangt durch einen Einlass 8 in den Kraftstofffilter 1 und tritt radial von außen nach innen durch das Filtermedium 7 hindurch. Der gefilterte Kraftstoff sammelt sich radial innerhalb vom Filtermedium 7, also auf der Reinseite des Kraftstofffilters 1, und steigt an einem zentralen Rohr 9 auf, welches in seinem oberen Bereich Durchtrittsöffnungen aufweist. Bei ausreichendem Flüssigkeitsstand gelangt der filtrierte Kraftstoff in das Innere des Rohres 9 und gelangt von dort in einen Auslass 10, durch welchen der gereinigte Kraftstoff den Kraftstofffilter 1 verlässt.

25 30 Das Filtermedium 7 ist hydrophobiert und dient nicht nur dazu, den Kraftstoff zu filtrieren, sondern auch dazu, Wasser aus dem Kraftstoff abzuscheiden. Aufgrund seines höheren spezifischen Gewichtes setzt sich das abgeschiedene Wasser auf der Rohseite des Kraftstofffilters 1 unten ab. Die untere Endscheibe 6 ist zu diesem Zweck wasserdurchlässig ausgestaltet, so dass das

35

abgeschiedene Wasser in einen Wassersammeiraum 11 gelangt und dort zunächst vorhandenen Kraftstoff verdrängt.

5 Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel dient das Filtermedium 7 als Hauptfilter, nämlich für den Kraftstofffilter, und gleichermaßen auch als Wasserabscheider. Abweichend von dem dargestellten Ausführungsbeispiel kann vorgesehen sein, den Wasserabscheider als Vorfilter auszugestalten, so dass in diesem Fall zwei verschiedene Behandlungsstufen für den Kraftstoff vorgesehen wären, nämlich einmal der Vorfilter samt Wasserabscheider, und andererseits der Hauptfilter mit einem im Vergleich zum Vorfilter höheren Filterwirkung.

10

15 Abweichend von dem dargestellten Ausführungsbeispiel kann eine reinseitige Wasserabscheidung zusätzlich oder alternativ zu der dargestellten rohseitigen Wasserabscheidung vorgesehen sein, indem auf der Reinseite des Kraftstofffilters 1 ein Wasserabscheider vorgesehen ist.

20 Als Wassersammeiraum wird im Rahmen des vorliegenden Vorschlags der Bereich des Kraftstofffilters 1 bezeichnet, in welchem das aus dem Kraftstoff abgeschiedene Wasser vorliegt. Rein beispielhaft ist vorgesehen, dass sich der Wassersammelraum 11 innerhalb des Gehäuses 2 befindet. Abweichend von diesem dargestellten Ausführungsbeispiel kann der Wassersammelraum 11 jedoch auch - zumindest teilweise - außerhalb des Gehäuses 2 vorliegen.

25

30 Zudem kann der Wassersammeiraum 11 auf mehrere einzelne Kammern aufgeteilt sein: Beim dargestellten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass der Wassersammeiraum 11 eine obere Sammelkammer 12 und eine untere Behandlungskammer 14 aufweist. Dabei ist schematisch ein Ventil 15 angedeutet, durch welches zunächst in der Sammelkammer 12 gesammeltes Wasser in die Behandlungskammer 14 des Wassersammeiraumes

35

11 gelangen kann, wenn sich dieses Ventil 15 in seiner Offen-



5 stellung befindet. Nach entsprechender Behandlung wird das gereinigte Wasser aus der Behandlungskammer 14 mittels eines Ablassventils 16 abgelassen, wobei dieses Ablassventil 16, wie in Fig. 1 angedeutet, nicht unmittelbar im Gehäuse 2 des Kraftstofffilters 1 angeordnet sein muss, sondern sich vielmehr in einer schematisch angedeuteten Ablassleitung 17 befinden kann. In der Behandlungskammer 14 ist eine Vielzahl von frei beweglichen Trägerkörperchen 18 vorgesehen, die jeweils aus einem mit dem Fotokatalysator beschichteten Substrat bestehen und  
10 beispielsweise kugelförmig vorliegen. Diese Trägerkörperchen 18 weisen ein spezifisches Gewicht auf, welches dem des zu behandelnden Wassers möglichst nahe kommt, so dass die Trägerkörperchen 18 innerhalb der Behandlungskammer 14 möglichst gleichmäßig im Wasser verteilt sind. Bei dem Fotokatalysator handelt es sich um einen strukturell mit dem Chlorophyll verwandten Farbstoff und dieser wird mittels Licht im Wellenlängenbereich von 600 - 730 nm beleuchtet. Hierzu sind zwei Lichtquellen 19 vorgesehen, deren elektrische Zuleitungen mit  
15 20 gekennzeichnet sind.

20 Alternativ zu dem beschriebenen Ausführungsbeispiel kann mit Platin dotiertes Titandioxid als Fotokatalysator verwendet werden.

25 Weiterhin ist in der Behandlungskammer 14 eine Kunststoffkugel als Durchmischungskörper 21 frei beweglich angeordnet, so dass diese Kunststoffkugel durch ihre Bewegungen innerhalb der Behandlungskammer 14 für eine Art „umrühren“ sorgt und für eine optimale Grenzflächenwirkung zwischen dem Wasser  
30 und den Trägerkörperchen 18 sorgt.

35 Ein Entlastungsventil 22 ist im Wassersammeiraum 11 im Bereich der Sammelkammer 12 vorgesehen und wenn der Wasserfüllstand innerhalb der Sammelkammer 12 ein gewisses Maß übersteigt, welches beispielsweise mittels eines oberen Wasserstandssensors 23 erfasst wird, kann dieses Entlastungsventil 22

kurzfristig geöffnet werden, um eine gewisse Wassermenge in den Kraftstofftank zurückzufordern und einen unerwünscht hohen Anstieg des Wasserspiegels innerhalb des Gehäuses 2 zu vermeiden.

5

Abweichend von dem dargestellten Ausführungsbeispiel kann vorgesehen sein, dass als Lichtquelle kein lichterzeugendes Element in der Behandlungskammer 14 angeordnet ist, sondern lediglich ein lichtleitendes Element. Beispielsweise kann das Licht durch Lichtleitfasern oder durch optisch transparente Stäbe, Platten oder andere Körper in die Behandlungskammer 14 eingebracht werden und dort den Fotokatalysator bestrahlen, der beispielsweise - wie bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel - in Granulatform vorliegt. Beispielsweise kann als Material für derartige Lichtleiter ein transparenter Kunststoff verwendet werden, der in dem verwendeten Wellenlängenbereich - bei dem Ausführungsbeispiel also 600 bis 730 nm - gegen Kraftstoffe, Wasser und im Kraftstoff befindliche Stoffe resistent ist. Als solches Material kommt beispielsweise PMMA in Frage, da dieses Material bis 110° temperaturfest ist und beispielsweise als Spritzgussteil ausgestaltet werden kann.

10

Fig. 2 zeigt ein Beispiel für einen Abschnitt einer Lichtleitfaser in stark vergrößertem Maßstab. Diese Lichtquelle 19 stellt also kein lichterzeugendes Element, sondern ein lichtleitendes Element dar. Sie kann wie vorbeschrieben dazu dienen, den Fotokatalysator zu bestrahlen, der auf einem anderen Substrat innerhalb der Sammelkammer 14 vorliegt. Alternativ dazu kann vorgesehen sein, die Lichtquelle 19 selbst mit dem Fotokatalysator zu beschichten. Das Licht wird stirnseitig, also axial in diese Lichtquelle 19 eingekoppelt und breitet sich über die gesamte Länge dieser Lichtleitfaser aus. Durch die entsprechende Oberflächenbeschaffenheit der Lichtleitfaser ist sichergestellt, dass das Licht nicht verlustfrei bis zur anderen Stirnfläche der Lichtleitfaser transportiert wird, sondern dass vielmehr über die gesamte Län-

15

20

25

30

35

ge der Lichtleitfaser Licht radial nach außen über deren zirkumferente Oberfläche abgegeben wird.

5 Fig. 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Lichtquelle 19, die als lichtleitendes Element ausgestaltet ist. Das Licht wird entsprechend den eingezeigten Pfeilen in eine Schmalseite einer Platte dieses Lichtleiters eingekoppelt, breitet sich innerhalb der Platte aus und tritt in eine Vielzahl von Zapfen ein, die auf der Plattenoberfläche vorgesehen sind.

10

Fig. 4 zeigt schließlich ein drittes Ausführungsbeispiel einer als lichtleitendes Element ausgestalteten Lichtquelle 19. Auch hierbei wird Licht in die Schmalseite einer Platte eingekoppelt, wobei auf dieser Platte nicht eine Vielzahl von Zapfen, sondern eine Vielzahl von Lamellen vorgesehen ist, die ebenfalls aus für das entsprechende Licht transparentem Werkstoff bestehen und so das eingekoppelte Licht über eine möglichst große Oberfläche abgeben und damit eine intensive Behandlung des der Lichtquelle 19 umgebenden Wassers ermöglichen.

20

Andere Ausführungsvarianten von Lichtquellen 19 sind in vielfältiger Ausgestaltung möglich. So kann beispielsweise ein offener Schaum oder Schwamm als Substrat verwendet werden, der mit dem Fotokatalysator beschichtet und vom Wasser durchströmbar ist. Eine ähnliche Substratstruktur kann durch Sintern von Einzelkörpern erzielt werden.

25

Das Ventil 15 öffnet, wenn der obere Wasserstandssensor 23 einen entsprechend hohen Wasserstand detektiert und die festgelegte Mindestzeit abgelaufen ist, die als Behandlungsdauer festgelegt ist und während welcher Zeitdauer das Wasser in der Behandlungskammer 14 fotokatalytisch behandelt worden ist, und wenn zuvor die Behandlungskammer 14 mittels des Ablassventils 16 entleert wurde. Sollte die Sammelkammer 14 noch nicht entleert worden sein bzw. die erforderliche Mindest-

30  
35

Behandlungsdauer noch nicht erreicht worden sein, so löst der

bis zum Wasserstandssensor 23 angestiegene Wasserstand das kurzfristige Öffnen des Entlastungsventils 22 aus, wie weiter oben beschrieben.

5 Das Ablassventil 16 öffnet automatisch, wenn die Wasseraufbereitung innerhalb der Sammelkammer 14 abgeschlossen ist, also die hierzu vorgesehen Mindestverweildauer des Wassers in der Behandlungskammer 14 erreicht worden ist.

10 Über das Ventil 15 kann auch zusätzlich Luft in die Sammelkammer 14 eingebracht werden, beispielsweise mittels einer Art Venturidüse, so dass das in die Sammelkammer 14 einströmende Wasser gleichzeitig beim Einströmen in die Sammelkammer 14 mit Luft und somit mit Sauerstoff angereichert wird.

15 Alternativ dazu kann ein Sauerstoffeintrag durch einen chemischen Sauerstofflieferanten, wie beispielsweise Kaliumpermanganat erfolgen. Dieser Sauerstofflieferant kann beispielsweise in Granulatform oder in Tablettenform in das zu behandelnde  
20 Wasser eingebracht werden.

Ein unterer Wasserstandssensor 24 ist vorgesehen, um das unterste vorgesehene Füllniveau mit zu behandelndem Wasser zu erfassen. Sollte sich im Kraftstoff kein abgeschiedenes Wasser  
25 mehr befinden, beispielsweise weil der Kraftstoff bereits mehrfach im Kreislauf geführt wurde und sämtliches Wasser abgeschieden, in der Behandlungskammer behandelt und anschließend über das Ablassventil 16 abgelassen worden ist, so wird mit Hilfe dieses unteren Wasserstandssensors 24 erfasst, dass  
30 unmittelbar vor dem Ventil 15 kein Wasser vorliegt, sondern ausschließlich Kraftstoff, so dass in diesem Fall das Öffnen des Ventils 15 unterbleibt und somit verhindert wird, dass reiner Kraftstoff in die Behandlungskammer 14 geleitet wird.

35 Um zuverlässig sicherzustellen, dass kein Kraftstoff in die Umwelt gelangen kann, also beispielsweise durch das Ablassventil

16 abgelassen werden kann, kann ein Quellelement vorgesehen sein, welches beispielsweise in der Ablassleitung 17 angeordnet sein kann. Dieses Quellelement ist gegen Wasser beständig, quillt aber in Anwesenheit von Kohlenwasserstoffen auf und verschließt somit die Ablassleitung 17. Das Ansprechen dieses Quellelementes kann entweder sensorisch überwacht werden, so dass anschließend eine Fehlermeldung beispielsweise beim Betreiber der Brennkraftmaschine, beispielsweise dem Fahrzeugführer, angezeigt wird. Alternativ kann eine entsprechende Alarmierung ausgelöst werden, wenn der obere Wasserstandsensor über einen vorgegebenen, unzulässig langen Zeitraum die Anwesenheit eines entsprechend hohen Wasserstandes im Kraftstofffilter 1 detektiert. Ein solcher unzulässig hoher Wasserstand würde sich automatisch ergeben, wenn das Quellelement angesprochen hat und die Ablassleitung 17 verschlossen hat, so dass dann kein Wasser mehr aus dem Kraftstofffilter 1 abgelassen werden könnte.

## Patentansprüche:

1. Verfahren zum Abscheiden von Wasser aus zum Betrieb einer Brennkraftmaschine dienenden Kraftstoff, wobei der Kraftstoff aus einem Vorratstank entnommen wird, und in einen Wasserabscheider geleitet wird, in welchem das Wasser zunächst aus dem Kraftstoff abgeschieden und in einen Wassersammeiraum geleitet wird, wobei der Kraftstoff, nachdem das Wasser abgeschieden worden ist, zum Betrieb der Brennkraftmaschine verwendet wird, und das im Wassersammeiraum gesammelte Wasser nach einer Verweildauer, die es im Wassersammeiraum verbraucht hat, aus dem Wassersammeiraum abgelassen wird, wobei aus dem Wasser darin gelöste Kraftstoffanteile entfernt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass das abgeschiedene Wasser fotokatalytisch behandelt wird, wobei zur Anregung des Katalysators dieser von Licht geeigneter Wellenlänge beleuchtet wird, so dass der Katalysator aufgrund der Absorption des Lichts einen energiereicheren Zustand annimmt, dann Energie an im Wasser gelösten vorhandenen Sauerstoff abgibt, so dass dieser in einen als Singulett-Sauerstoff bezeichneten energetisch höheren Zustand übergeht, und wobei Schadstoffe wie der im Wasser gelöste Kraftstoff oder andere Kohlenwasserstoffe durch Sauerstoffradikale des Singulett-Sauerstoffs zersetzt werden, und wobei das Wasser für eine solche Zeitdauer behandelt wird, dass es anschließend einen vorbestimmten Gehalt an Restkraftstoff erreicht oder unterschreitet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,

dass der im Wasser enthaltene Kraftstoff in Kohlendioxid umgewandelt und das Reaktionsprodukt der katalytischen Reaktion aus dem Wasser entfernt wird.

- 5           3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass das Reaktionsprodukt als gasförmiges CO<sub>2</sub> aus dem Wasser ausgeschleust wird.
- 10           4. Verfahren nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass das Reaktionsprodukt ausgeschleust wird, indem das Reaktionsprodukt über eine in einem Kraftstofffilter ohnehin vorgesehene so genannte Tankentlüftung entlüftet wird, indem das Reaktionsprodukt zusammen mit aus dem Kraftstoff abgeführten Luftblasen in den Tank gefördert wird.
- 15
- 20           5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass der Kraftstoff, nachdem das Wasser abgeschieden worden ist, im Überschuss zu der Brennkraftmaschine und / oder zu einer Hochdruckpumpe gefördert wird, und dass eine für den Betrieb der Brennkraftmaschine nicht benötigte Kraftstoffmenge in einen Vorratstank zurückgefördert wird,
- 25           wobei der zum Vorratstank zurückgeförderte Kraftstoff einen niedrigeren Wassergehalt aufweist als die übrige, im Vorratstank vorhandene Kraftstoffmenge.
- 30           6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass ein aus dem Kraftstoff abgeschiedener Wasseranteil, der das Fassungsvermögen des Wassersammeiraums übersteigt, in einen Vorratstank zurückgefördert wird, aus
- 35           welchem der Kraftstoff entnommen wird.

- 5
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass dem fotokatalytisch zu behandelnden Wasser Sauerstoff zugeführt wird.
- 10
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass als Fotokatalysator ein strukturell mit dem Blattfarbstoff Chlorophyll verwandter Farbstoff verwendet wird.
- 15
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass als Fotokatalysator mit Platin dotiertes Titandioxid verwendet wird.
- 20
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass der Fotokatalysator mit Licht im Wellenlängenbereich von 600 bis 730 nm beleuchtet wird.
- 25
11. Kraftstofffilter,  
mit einem Wasserabscheider,  
und einem das aus dem Kraftstoff abgeschiedene Wasser aufnehmenden Wassersammeiraum,  
**gekennzeichnet durch**  
ein im Wassersammeiraum (11) vorgesehenen, mit dem Wasser in Kontakt stehenden Fotokatalysator,  
sowie durch eine Lichtquelle (19), welche ein zur Aktivierung des Fotokatalysators geeignetes Licht aussendet.
- 30
12. Kraftstofffilter nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass der Fotokatalysator auf einem für das Licht transparenten Substrat aufgetragen ist.
- 35



13. Kraftstofffilter nach Anspruch 12,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass das Substrat in Form einer Vielzahl von frei beweglichen Trägerkörperchen (18) vorliegt,  
5 wobei im Wassersammeiraum (11) ein Durchmischungskörper (21) vorgesehen ist, der bei Bewegungen des Wassers im Wassersammeiraum (11) eine Durchmischung der Trägerkörperchen (18) bewirkt.
14. Kraftstofffilter nach einem der Ansprüche 11 bis 13,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass ein Wasserstandssensor (23, 24) vorgesehen ist, und dass die Lichtquelle (19) ein elektrisch betriebenes, Licht erzeugendes Element aufweist, welches nahe dem Wasserstandssensor (23, 24) angeordnet ist,  
15 wobei die Lichtquelle (19) mit dem Wasserstandssensor (23, 24) zu einer gemeinsam handhabbaren Baugruppe zusammengefasst ist.
15. Kraftstofffilter nach einem der Ansprüche 11 bis 14,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass ein auswechselbarer Filtereinsatz (4) vorgesehen ist, und die Lichtquelle (19) ein elektrisch betriebenes, Licht erzeugendes Element aufweist, welches am Filtereinsatz (4)  
25 angeordnet ist.
16. Kraftstofffilter nach einem der Ansprüche 11 bis 15,  
**gekennzeichnet durch**  
einen Fotokatalysator, der als ein strukturell mit dem Blattfarbstoff Chlorophyll verwandter Farbstoff ausgestaltet ist.  
30
17. Kraftstofffilter nach einem der Ansprüche 16 bis 28,  
**gekennzeichnet durch**  
einen Fotokatalysator, der mit Platin dotiertes Titandioxid aufweist.  
35

- 5
18. Kraftstofffilter nach einem der Ansprüche 11 bis 17,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Lichtquelle (19) Licht im Wellenlängenbereich von  
600 bis 730 nm abstrahlt.
- 10
19. Filtereinsatz (4) für einen Kraftstofffilter (1) nach einem der  
Ansprüche 11 bis 18.
20. Filtereinsatz nach Anspruch 19,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass der Fotokatalysator am Filtereinsatz (4) gehalten ist.
- 15
21. Filtereinsatz nach Anspruch 19,  
**gekennzeichnet durch**  
einen flüssigkeitsdurchlässigen Behälter, der am Filterein-  
satz (4) gehalten ist und den Fotokatalysator enthält.
- 20
22. Filtereinsatz nach einem der Ansprüche 19 bis 21,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass ein chemischer Sauerstofflieferant am Filtereinsatz (4)  
gehalten ist.
- 25
23. Filtereinsatz nach Anspruch 22,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass der Sauerstofflieferant als Festkörper ausgestaltet ist.
- 30
24. Filtereinsatz nach einem der Ansprüche 19 bis 23,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Lichtquelle (19) am Filtereinsatz (4) gehalten ist.
- 35
25. Filtereinsatz nach einem der Ansprüche 19 bis 24,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass der Filtereinsatz (4) einen Teilabschnitt einer elektri-  
schen Zuleitung aufweist, die zu einem Wasserstandssen-  
sor (23, 24) und / oder zu der Lichtquelle (19) führt.

1 / 2

FIG.1

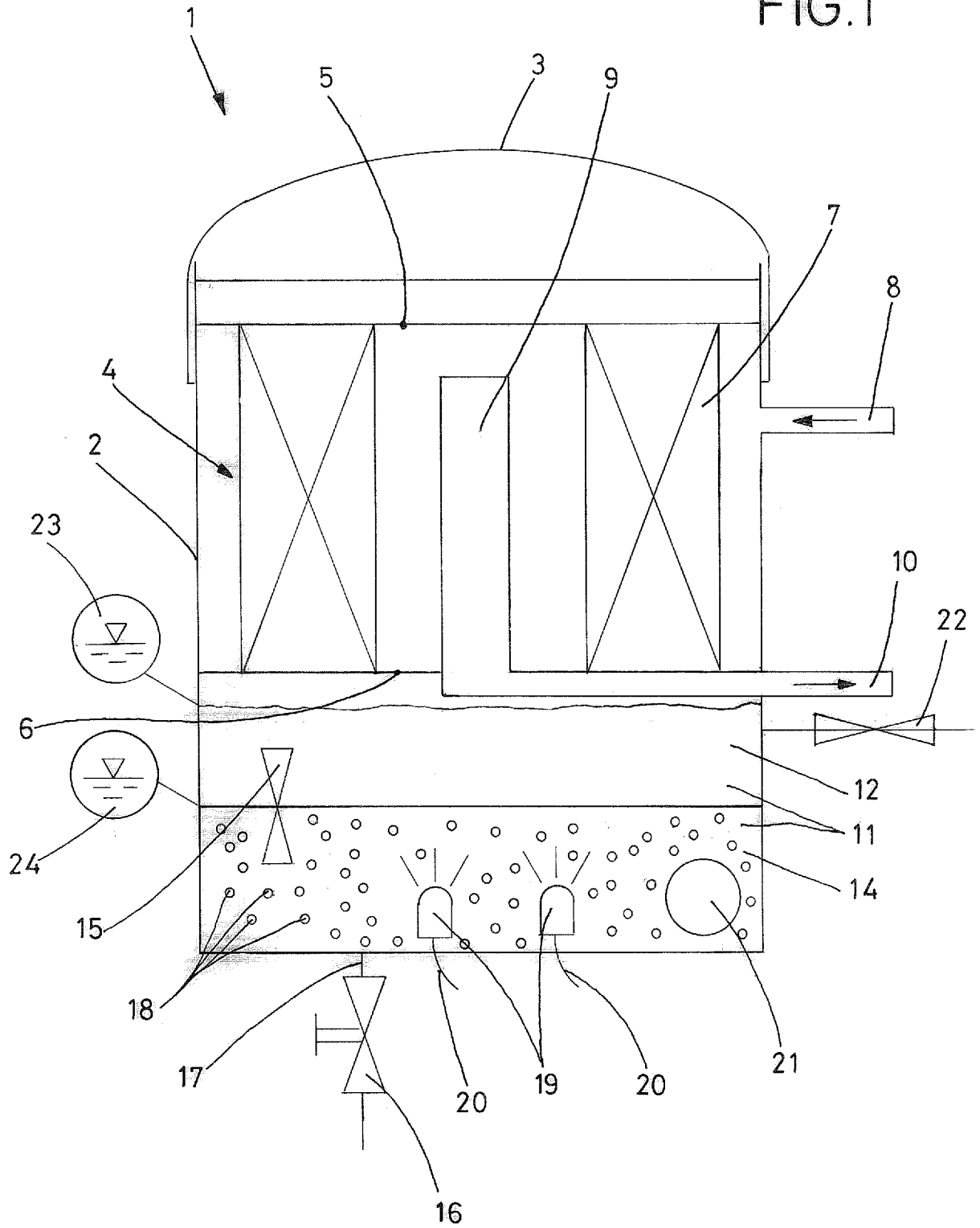


FIG. 2

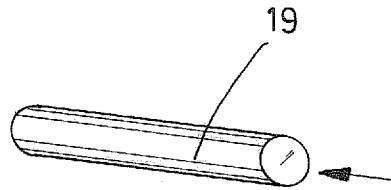


FIG. 3

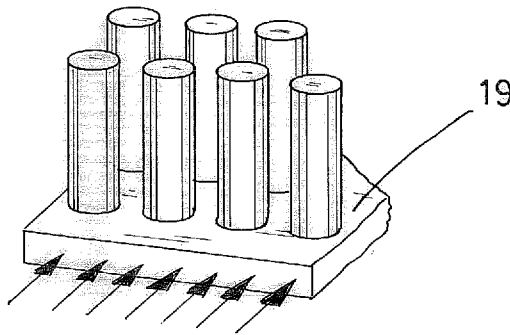
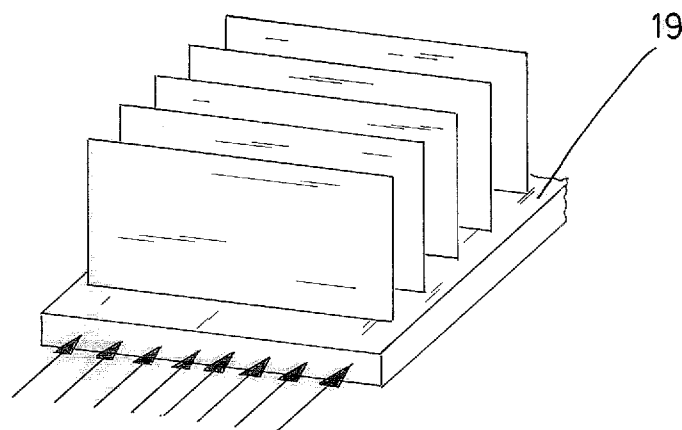


FIG. 4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2009/075022

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 INV. B01D17/02 F02M37/22  
 ADD. C02F101/32 C02F1/30

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)  
 BOID F02M

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 , COMPENDEX, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate of the relevant passages	Relevant to Claim No.
X	DE 10 2004 048565 A1 (MANN & HUMMEL GMBH [DE]) 6 April 2006 (2006-04-06)	19
Y	Paragraph [0002] Paragraph [0007] - paragraph [0008] Paragraph [0011] Paragraph [0013] - paragraph [0014] Paragraph [0027] figure 1	1-18, 20-25
Y	DE 103 50 781 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 29 July 2004 (2004-07-29) paragraph [0011] paragraph [0014] - paragraph [0015] paragraph [0018] - paragraph [0019] figure 1 paragraph [0035] - paragraph [0040]	1-18, 20-25

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<sup>1</sup>" 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<sup>1</sup>" 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<sup>1</sup>" 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

"S<sup>1</sup>" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 September 2009

Date of mailing of the international search report

25/09/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5B18 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV RIJSWIJK  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax- (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Janssens , Christophe

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2009/075022

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant paragraphs	Relevant to Claim No.
Y	<p>JP 10 202257 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES)            4 August 1998 (1998-08-04)            figures 1,2            Paragraph [0002]            Paragraph [0025] - paragraph [0030]            -----</p>	1-18, 20-25
Y	<p>SAIEN; NEJATI J ; H : "Enhanced            photocatalytic degradation of pollutants            in petroleum refinery wastewater under            mild conditions"            JOURNAL OF HAZARDOUS MATERIALS, ELSEVIER,            vol. 148, no. 1-2,            8 August 2007 (2007-08-08) , pages 491-495,            XP022191621            ISSN: 0304-3894            Paragraph [0002] - paragraph [0004]            -----</p>	1-18, 20-25

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2009/075022

Patent document cit'd in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102004048565 A1	06-04-2006	EP 1642632 A1	05-04-2006
		US 2006070956 A1	06-04-2006
DE 10350781 A1	29-07-2004	NONE	
JP 10202257 A	04-08-1998	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/075022

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. B01D17/02 F02M37/22  
 ADD. C02F101/32 C02F1/30

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 BOID F02M

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 , COMPENDEX, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr Anspruch Nr
X	DE 10 2004 048565 A1 (MANN & HUMMEL GMBH [DE]) 6. April 2006 (2006-04-06)	19
Y	Absatz [0002] Absatz [0007] - Absatz [0008] Absatz [0011] Absatz [0013] - Absatz [0014] Absatz [0027] Abbildung 1	1-18, 20-25
Y	DE 103 50 781 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 29. Juli 2004 (2004-07-29) Absatz [0011] Absatz [0014] - Absatz [0015] Absatz [0018] - Absatz [0019] Abbildung 1 Absatz [0035] - Absatz [0040]	1-18, 20-25
	----- - / - -	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorisierung 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 vordem 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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
16. September 2009	25/09/2009
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt P B 5818 Patentlaan 2 NL- 2280 HV RIJSWIJK Tel (+31-70) 340-2040, Fax (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Janssens, Christophe



## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/075022

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	JP 10 202257 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES) 4. August 1998 (1998-08-04) Abbildungen 1,2 Absatz [0002] Absatz [0025] - Absatz [0030] -----	1-18, 20-25
Y	SAIEN; NEJATI J; H: "Enhanced photocatalytic degradation of pollutants in petroleum refinery wastewater under mild conditions" JOURNAL OF HAZARDOUS MATERIALS, ELSEVIER, Bd. 148, Nr. 1-2, 8. August 2007 (2007-08-08), Seiten 491-495, XP022191621 ISSN: 0304-3894 Absatz [0002] - Absatz [0004] -----	1-18, 20-25

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/075022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102004048565 A1	06-04-2006	EP 1642632 A1	05-04-2006
		US 2006070956 A1	06-04-2006
-----			
DE 10350781 A1	29-07-2004	KEINE	
-----			
JP 10202257 A	04-08-1998	KEINE	
-----			