

(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

13. Juni 2013 (13.06.2013)



W I P O I P C T



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2013/083365 AI

(51) Internationale Patentklassifikation:

B01D 17/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/EP2012/072453

(22) Internationales Anmeldedatum:

13. November 2012 (13. 11.2012)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 201 1 120 647.0

9. Dezember 2011 (09. 12.2011)

DE

(71) Anmelder: MANN+HUMMEL GMBH [DE/DE];

Hindenburgstr. 45, 71638 Ludwigsburg (DE).

(72) Erfinder: KLEIN, Martin; Hirschbergstr. 44, 71634

Ludwigsburg (DE). VEIT, Martin; Zum Schwalbenhof 8,

71116 Gärtringen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für

jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz V)

(54) Title: FUEL FILTER OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE, AND FILTER ELEMENT OF A FUEL FILTER

(54) Bezeichnung : KRAFTSTOFFFILTER EINER BRENNKRAFTMASCHINE UND FILTERELEMENT EINES KRAFTSTOFFFILTERS

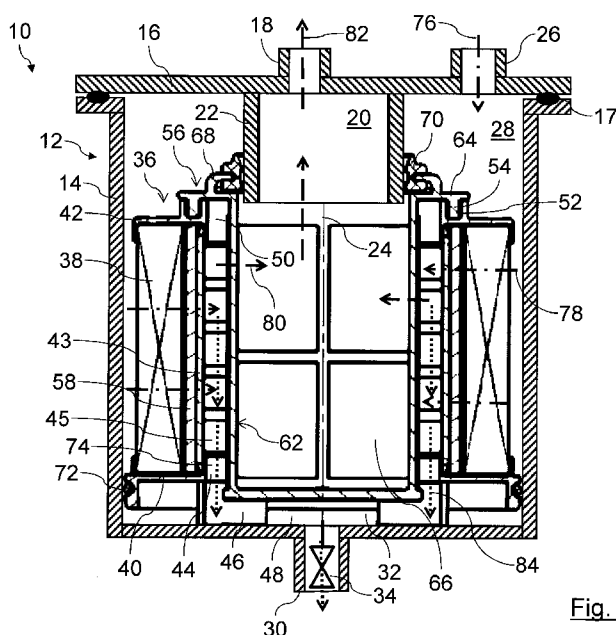


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a fuel filter (10) for fuel, in particular diesel fuel, of an internal combustion engine, in particular of a motor vehicle, and to a filter element of such a fuel filter. A housing (12) has at least one fuel inlet (26) for the fuel to be cleaned, at least one fuel outlet (18) for cleaned fuel, and at least one water outlet (30) for water which has been separated from the fuel. The filter element (36) is arranged in the housing (12), said filter element sealingly separating the fuel inlet (26) from the fuel outlet (18). The filter element (36) has a filter medium (38) which is designed as a hollow body and which can be permeated from the inside to the outside or from the outside to the inside in order to filter the fuel. The filter element (36) has a coalescing medium (58) designed as a hollow body for separating water contained in the fuel. The coalescing medium (58) is arranged downstream of the filter medium (38) in the flow path (78) of the fuel, around said filter medium, or in the interior (45) delimited by the filter medium. The coalescing medium (58) comprises at least one regenerated-fiber coalescing system consisting of a coalescing material (60) which is suitable for coalescing water and which has at least 20 wt.% of regenerated fibers, preferably at least 50 wt.%.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/083365 A1

Es werden ein Kraftstofffilter (10) für Kraftstoff, insbesondere Dieselmotorkraftstoff, einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, und ein Filterelement eines solchen beschrieben. Ein Gehäuse (12) weist wenigstens einen Kraftstoffeinlass (26) für zu reinigenden Kraftstoff, wenigstens einen Kraftstoffauslass (18) für gereinigten Kraftstoff und wenigstens einen Wasserauslass (30) für vom Kraftstoff abgeschiedenes Wasser auf. In dem Gehäuse (12) ist das Filterelement (36) angeordnet, das den Kraftstoffeinlass (26) dicht von dem Kraftstoffauslass (18) trennt. Das Filterelement (36) weist ein als Hohlkörper ausgestaltetes Filtermedium (38) auf, das zur Filtrierung des Kraftstoffs von innen nach außen oder von außen nach innen durchströmbar ist. Das Filterelement (36) weist ein als Hohlkörper gestaltetes Koaleszenzmedium (58) zur Abscheidung von im Kraftstoff enthaltenem Wasser auf. Das Koaleszenzmedium (58) ist im Strömungsweg (78) des Kraftstoffs hinter dem Filtermedium (38), dieses umgebend oder in dem von ihm begrenzten Innenraum (45), angeordnet. Das Koaleszenzmedium (58) umfasst wenigstens eine Regeneratfaser-Koaleszenzlage aus einem zur Koaleszenz von Wasser geeigneten Koaleszenzmaterial (60), das einen Gewichtsanteil von wenigstens 20 % Regeneratfasern, vorzugsweise wenigstens 50 %, aufweist.

Kraftstofffilter einer Brennkraftmaschine und Filterelement eines Kraftstofffilters

5

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft einen Kraftstofffilter für Kraftstoff, insbesondere Dieseldieselkraftstoff, einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einem Gehäuse, welches wenigstens einen Kraftstoffeinlass für zu reinigenden Kraftstoff, wenigstens einen Kraftstoffauslass für gereinigten Kraftstoff und wenigstens einen Wasserauslass für vom Kraftstoff abgeschiedenes Wasser aufweist und in dem ein Filterelement angeordnet ist, das den Kraftstoffeinlass dicht von dem Kraftstoffauslass trennt und das ein als Hohlkörper ausgestaltetes Filtermedium aufweist, das zur Filtrierung des Kraftstoffs von innen nach außen oder von außen nach innen durchströmbar ist, und das ein als Hohlkörper gestaltetes Koaleszenzmedium zur Abscheidung von im Kraftstoff enthaltenem Wasser aufweist.

Ferner betrifft die Erfindung ein Filterelement eines Kraftstofffilters für Kraftstoff, insbesondere Dieseldieselkraftstoff, einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, das in einem Gehäuse des Kraftstofffilters so angeordnet werden kann, dass es einen Kraftstoffeinlass des Gehäuses dicht von einem Kraftstoffauslass trennt, und das ein als Hohlkörper ausgestaltetes Filtermedium aufweist, das zur Filtrierung des Kraftstoffs von innen nach außen oder von außen nach innen durchströmbar ist, und das ein als Hohlkörper gestaltetes Koaleszenzmedium zur Abscheidung von im Kraftstoff enthaltenem Wasser aufweist.

Stand der Technik

Aus der GB 1 393 359 ist ein röhrenförmiges Koaleszenz-Filterelement zur Abtrennung von Wasser aus einem flüssigen Kraftstoff, insbesondere Dieseldieselkraftstoff, bekannt. Der zu filtrierende Dieseldieselkraftstoff passiert dabei mehrere Lagen des Filterelements. Das Filterelement umfasst wenigstens eine röhrenförmige Lage eines faserigen Filtermaterials und wenigstens eine konzentrische durchlässige Lage, die aus einem thermoplastischen Material gestaltet ist. Die durchlässige Lage kann ein gewebtes thermoplastisches Material sein, insbesondere Polypropylen, Nylon, Polytetrafluorethylen, Viskose

oder ein Acrylkunststoff. Das faserige Filtermaterial kann Glasfasern enthalten. Die durchlässige Lage aus thermoplastischem Material kann zwischen zwei äußeren Schichtlagen aus faserigem Material angeordnet sein.

- 5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kraftstofffilter und ein Filterelement eines Kraftstofffilters der eingangs genannten Art zu gestalten, bei dem die Filtrierung von Partikeln aus dem Kraftstoff und die Abscheidung von im Kraftstoff enthaltenem Wasser verbessert werden.

10 Offenbarung der Erfindung

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Koaleszenzmedium im Strömungsweg des Kraftstoffs hinter dem Filtermedium, dieses umgebend oder in dem von ihm begrenzten Innenraum, angeordnet ist, und das Koaleszenzmedium wenigstens eine Regeneratfaser-Koaleszenzlage aus einem zur Koaleszenz von Wasser geeigneten Koaleszenzmaterial umfasst, das einen Gewichtsanteil von wenigstens 20 %, vorzugsweise von wenigstens 50 %, Regeneratfasern aufweist.

Erfindungsgemäß ist das Filterelement mehrstufig. In Durchflussrichtung betrachtet kann das Koaleszenzmedium bevorzugt hinter dem Filtermedium angeordnet sein. Das Filtermedium kann vorteilhafterweise mehrlagig sein. Es kann vorteilhafterweise gefaltet sein. Mit dem Filtermedium werden insbesondere Partikel, welche den Kraftstoff verunreinigen, herausgefiltert. Bevorzugt kann das Filtermedium frei von Glasfasern sein.

An dem Koaleszenzmedium werden auch kleinste Wassertröpfchen, welche im Kraftstoff enthalten sind, zu größeren Wassertropfen vereinigt. Dabei werden die feinen Wassertröpfchen an dem Koaleszenzmaterial zurückgehalten und vergrößert, bis sie von der Kraftstoffströmung wieder mitgerissen und aus dem Koaleszenzmedium ausge-
tragen werden. Das Koaleszenzmedium kann mindestens eine engporige Schicht aufweisen, welche in Durchflussrichtung vorzugsweise unmittelbar nach dem Filtermedium
angeordnet ist. Vorzugsweise kann die mindestens eine engporige Schicht des Koaleszenzmediums gewickelt sein. Die mindestens eine engporige Schicht kann als Vorkoaleszenzlage bezeichnet werden, mit der kleinste Wassertröpfchen gesammelt und in einer ersten Stufe zu größeren Wassertröpfchen vereinigt werden können.

Das Koaleszenzmedium kann ferner eine einlagige oder mehrlagige regeneratfaserhaltige Stufe aufweisen. Die regeneratfaserhaltige Stufe des Koaleszenzmediums kann vorzugsweise gewickelt sein. Das Koaleszenzmaterial der viskosehaltigen Stufe kann vorzugsweise weiterporig sein als das Koaleszenzmaterial der mindestens einen engporigen Schicht des Koaleszenzmediums. Die viskosehaltige Stufe kann vorzugsweise in Durchlassrichtung hinter der engporigen Schicht angeordnet sein. Mit der viskosehaltigen Stufe können die in der mindestens einen engporigen Schicht zu größeren Wassertröpfchen vereinigten kleinsten Wassertröpfchen gesammelt und zu noch größeren Wassertröpfchen vereinigt werden.

10

Stromabwärts des Filterelements kann ein Stützkörper angeordnet sein. Vorteilhafterweise kann der Stützkörper über Rippen verfügen. Mit einer Rippenanordnung kann eine größere Gesamtdurchlassfläche realisiert werden als mit einer Wand, die eine Mehrzahl von Durchlassöffnungen aufweist. Das vorgelagerte Filtermedium schützt das Koaleszenzmedium vor Verschmutzung.

15

Regeneratfasern haben den Vorteil, dass sie bei dem Kontakt mit dem Kraftstoff, insbesondere mit im Dieseldieselkraftstoff vorkommenden Additiven, ihre Funktion als Koaleszenzmaterial nicht verlieren. Im Unterschied dazu verlieren aus dem Stand der Technik bekannte Koaleszenzmaterialien, insbesondere mit Glasfasern oder imprägnierter Zellulose, beim Kontakt mit Dieseldieselkraftstoff ihre Koaleszenzfunktion, so dass die Wassertropfen nahezu unvergrößert passieren können. Regeneratfaser haben ferner optimale hydrophile Eigenschaften, sodass es die Wassertropfen effizient einfangen und vereinigen kann. Bei einem Gewichtsanteil von wenigstens 20 %, vorzugsweise wenigstens 50 %, Regeneratfasern werden sehr gute Ergebnisse in Bezug auf Koaleszenz, Druckverluste, Stabilität und Standzeiten erreicht.

20

25

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform kann das Koaleszenzmaterial der wenigstens einen Regeneratfaser-Koaleszenzlage aus einem nichtgewebten Material bestehen. Nicht gewebtes Koaleszenzmaterial kann einfach hergestellt werden. Insbesondere ist das Koaleszenzmaterial der Regeneratfaser-Koaleszenzlage ein Vlies bzw. Faserflor.

30

Bei der Herstellung kann das Koaleszenzmaterial insbesondere durch Wasserstrahlverfestigung oder durch Nadelverfestigung verfestigt werden. Auf diese Weise werden lose, einzelne Fasern zu einem Faserflor zusammengefügt.

- 5 Vorzugsweise kann das Koaleszenzmedium mehrere Lagen aus Regeneratfaser-
material mit einem Gewichtsanteil von wenigstens 50 % Regeneratfasern aufweisen.
Durch den hohen Regeneratfaseranteil kann die Abscheidung von Wassertropfen ver-
bessert werden.
- 10 Für die Fasern kann eine Vorzugsrichtung vorgegeben werden, wodurch die
Koaleszenzfunktion verbessert werden kann. Das Koaleszenzmaterial kann so in durch
die Faserausrichtung zueinander geneigten Richtungen unterschiedliche Dehnbarkeiten
aufweisen.
- 15 Die Dicke der wenigstens einen Lage aus viskosehaltigem Koaleszenzmaterial kann
vorteilhafterweise zwischen etwa 0,5 mm und 1,5 mm betragen. Vorteilhafterweise kann
eine Luftdurchlässigkeit der wenigstens einen Lage aus viskosehaltigem
Koaleszenzmaterial von wenigstens etwa 500 L/m²s bei einer Druckdifferenz zwischen
Reinseite und Rohseite von etwa 200 Pa vorgesehen sein. Sämtliche Dickenangaben
20 beziehen sich auf eine Dicke gemessen nach der Deutschen Industrie Norm DIN EN
ISO 9073-2. Die Angaben zur Luftdurchlässigkeit sind dabei nach einer Messmethode
gemäß der Deutschen Industrie Norm DIN EN ISO 9237 bestimmt.

- Vorteilhafterweise kann die Gesamtdicke der wenigstens einen Lage aus viskosehalti-
25 gern Koaleszenzmaterial zwischen etwa 1 mm und etwa 10 mm liegen. Mit dem erfin-
dungsgemäßen Koaleszenzmedium können vorteilhafterweise emulgierte Wassertrop-
fen im Kraftstoff von einer Ursprungsgröße von insbesondere etwa 1 μm bis etwa 90
 μm auf mehr als etwa 100 μm vergrößert werden. Dabei können bei einer
Vorkoaleszenz durch eine Meltblownlage Wassertropfen mit einer Ursprungsgröße von
30 etwa 1 μm bis etwa 30 μm auf etwa 20 μm bis etwa 90 μm vergrößert werden.

Die Wassertropfen können stromabwärts des Koaleszenzmediums insbesondere in ei-
nem Ausfällspalt ausgefällt werden. Der Ausfällspalt kann auf der dem
Koaleszenzmedium gegenüberliegenden Seite vorteilhafterweise durch einen Trenn-

medium begrenzt sein. Die Wassertropfen können aufgrund ihres spezifischen Gewichts nach unten sinken.

Mit dem erfindungsgemäßen Kraftstofffilter können auch Kraftstoffe gereinigt werden, deren spezifisches Gewicht größer ist als Wasser, bei denen analog die Wassertropfen räumlich nach oben steigen. Zu diesem Zweck kann das Filterelement umgedreht angeordnet werden. Entsprechend können der Kraftstoffeinlass, der Kraftstoffauslass und der Wasserauslass zweckmäßig anders angeordnet sein.

10 Vorteilhafterweise kann das Wasser insbesondere in einem Wassersammeiraum gesammelt werden, welcher mit dem Wasserauslass verbunden ist. Falls vorteilhafterweise vorgesehen ist, dass das Filtermedium von radial innen nach außen durchströmt wird, kann sich das Koaleszenzmedium bevorzugt außerhalb des Filtermediums befinden und dieses umgeben. Wenn alternativ vorgesehen ist, dass das Filtermedium von
15 radial außen nach innen durchströmt wird, kann sich das Koaleszenzmedium bevorzugt in dem Innenraum des Filtermediums befinden.

Ferner kann vorteilhafterweise das Gehäuse offenbar sein und das Filterelement kann austauschbar im Gehäuse angeordnet sein. Das Filterelement kann so einfach zum
20 Austausch oder zu Wartungszwecken aus dem Gehäuse entfernt werden.

Bei einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die Regeneratfasern des Koaleszenzmaterials der wenigstens einen Regeneratfaser-Koaleszenzlage Lyocellfasern. Lyocellfasern sind eine aus Cellulose bestehende, industriell hergestellte Regeneratfaser, die nach dem Direkt-Lösemittelverfahren hergestellt wird.
25 Lyocellfaser werden z. B. von der Fa. Lenzing AG unter dem Markennamen Tencelfasern angeboten. Die Lyocellfaser zeichnen sich durch besonders gute Koaleszenzeigenschaften aus. Dies trifft insbesondere bei einem Koaleszenzmaterial mit einem Gewichtsanteil von zumindest nahezu 100 % Lyocellfasern zu.

30 Ebenfalls sehr gute Koaleszenzeigenschaften zeigt eine Regeneratfaser-Koaleszenzlage, die Regeneratfasern in Form von Viskosefaser aufweist. In der Praxis hat sich gezeigt, dass im Falle von Viskosefasern vorteilhafterweise das Koaleszenzmaterial der

zumindest einen Regeneratfaser-Koaleszenzlage einen Gewichtsanteil kleiner 95% Viskosefasern aufweisen sollte.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann das Koaleszenzmaterial zusätzlich zu den Viskosefasern ein hydrophobes Polymer, insbesondere einen hydrophoben Polyester, im Speziellen Polyethylenterephthalat (PET), aufweisen. Durch das hydrophobe Polymer kann bewirkt werden, dass die Wassertropfen gestoppt und gesammelt werden. Auf diese Weise werden die Koaleszenzeigenschaften des Koaleszenzmaterials weiter verbessert.

Vorteilhafterweise kann das Koaleszenzmaterial der Regeneratfaser-Koaleszenzlage im Wesentlichen aus Viskosefasern mit einem Gewichtsanteil von etwa 80% und einem hydrophoben Polymer mit einem Gewichtsanteil von etwa 20%, bestehen. Ein derartiges Koaleszenzmaterial hat sich in der Praxis bewährt und verfügt über besonders gute Koaleszenzeigenschaften.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann das Koaleszenzmedium im Strömungsweg des Kraftstoffs vor der Regeneratfaser-Koaleszenzlage, vorzugsweise im Strömungsweg des Kraftstoffs unmittelbar vor der Regeneratfaser-Koaleszenzlage, zumindest eine Vorkoaleszenzlage aufweisen, die insbesondere aus Koaleszenzmaterial gebildet ist, welches feinporiger ist als das Koaleszenzmaterial der Regeneratfaser-Koaleszenzlage. "Unmittelbar" bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Vorkoaleszenzlage an der Regeneratfaser-Koaleszenzlage anliegt, insbesondere flächig anliegt. Auf diese Weise wird eine Vorstufe und einer Hauptstufe realisiert, um auch kleinste Wassertropfen einzufangen und zu größeren Tropfen zu vereinigen.

Vorteilhafterweise kann das Koaleszenzmedium in Strömungsrichtung vor der Regeneratfaser-Koaleszenzlage eine Vorkoaleszenzlage aus einem synthetischen, insbesondere nichtgewebten, Koaleszenzmaterial aufweisen, welches insbesondere Polyester aufweisen kann, wobei die Vorkoaleszenzlage vorzugsweise als Meltblownlage oder als eine Lage aus Spinnvlies ausgebildet sein kann. Synthetische Materialien können einfach hergestellt werden und sind stabil. Sie können beständig gegenüber chemischen und/oder physikalischen Belastungen ausgestattet sein.

Vorteilhafterweise kann die Gesamtdicke der Vorkoaleszenzlage zwischen etwa 0,1 mm und etwa 0,9 mm liegen. Die Luftdurchlässigkeit der Vorkoaleszenzlage kann vorteilhafterweise zwischen etwa 30 L/sm² bis etwa 150 L/sm² sein bei einem Differenzdruck von etwa 200 Pa (Deutschen Industrie Norm DIN EN ISO 9237).

5

Vorteilhafterweise kann der Faserdurchmesser der Vorkoaleszenzlage, insbesondere des synthetischen Materials der Meltblownlage, zwischen etwa 0,8 μm und etwa 10 μm betragen. Auf diese Weise können die Wassertropfen aus dem Kraftstoff zu einer optimalen Größe vergrößert werden. Die Faserdurchmesser können dabei mittels eines

10 Rasterelektronenmikroskops (REM) ermittelt werden.

Vorteilhafterweise kann sich die Lage aus dem synthetischen Material in Strömungsrichtung vor der wenigstens einen Lage aus dem regeneratfaserhaltigen Koaleszenzmaterial im Koaleszenzmedium befinden. Auf diese Weise kann das regeneratfaser-

15 haltige Koaleszenzmaterial zusätzlich vor Verschmutzung geschützt werden.

Vorteilhafterweise kann das Koaleszenzmedium in Strömungsweg des Kraftstoffs nach der Regeneratfaser-Koaleszenzlage wenigstens eine, vorzugsweise mehrere, zusätzliche Koaleszenzlagen aufweisen, welche vorzugsweise aus einem Koaleszenzmaterial

20 gebildet ist bzw. sind, welches einen Gewichtsanteil von wenigstens 20 % Regeneratfasern aufweist, im Speziellen aus demselben Koaleszenzmaterial wie die Regeneratfaser-Koaleszenzlage gebildet ist bzw. sind. Dies hat den Vorteil, dass auch verhältnismäßig dicke Koaleszenzmedien einfach hergestellt werden können. Ein dickes Koaleszenzmedium kann aus mehreren dünnen Regeneratfaser-Koaleszenzlagen

25 einfacher hergestellt werden als aus einer einzigen Regeneratfaser-Koaleszenzlage.

Ferner kann vorteilhafterweise das Koaleszenzmaterial der zumindest einen Regeneratfaser-Koaleszenzlage ein Flächengewicht zwischen 75 g/m² und 170 g/m², aufweisen. Im Falle einer Regeneratfaser-Koaleszenzlage mit Viskosefasern hat sich

30 ein Koaleszenzmaterial mit einem Flächengewicht von etwa 100 g/m², bei einer Regeneratfaser-Koaleszenzlage mit Lyocellfasern hat sich ein Koaleszenzmaterial mit einem Flächengewicht von etwa 150 g/m² bewährt. Das Koaleszenzmaterial einer Vorkoaleszenzlage kann vorzugsweise ein Flächengewicht zwischen 80 g/m² bis 120

g/m² aufweisen. Mit einem derartigen Flächengewicht können insbesondere die Durchlässigkeit und die Koaleszenzeffizienz verbessert werden.

Vorteilhafterweise kann das Koaleszenzmaterial der Regeneratfaser-Koaleszenzlage
5 einen mittleren Porendurchmesser von etwa 60 µm bis 150 µm aufweisen und/oder das Koaleszenzmaterial einer Vorkoaleszenzlage kann einen mittleren Porendurchmesser von etwa 1 µm bis 30 µm aufweisen. Die vorstehenden Bereichsangaben für den mittleren Porendurchmesser ergeben sich durch die bewährte Bestimmungsmethode der Kapillardruckmessung (Bubble Point Test). Der mittlere Porendurchmesser ergibt sich aus
10 den Messwerten an demjenigen Messpunkt, an dem die gesamte Probenoberfläche mit Luftblasen besetzt ist. Die Messung wurde mit 96%igem Ethanol durchgeführt.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann das Koaleszenzmedium unmittelbar an einer Reinseite des insbesondere gefalteten Filtermediums anliegen, insbesondere
15 sondern kann das Filtermedium mit dem Koaleszenzmedium umwickelt sein. Das Koaleszenzmedium kann direkt, also ohne Abstand, an dem Filtermedium anliegen. Es ist kein Stützkörper zum Stützen des Koaleszenzmediums erforderlich, was den Bauteileaufwand und den Montageaufwand verringert. Auf diese Weise kann auch ein Koaleszenzmedium verwendet werden, das alleine keine ausreichende Formstabilität
20 aufweist. Das Filtermedium kann somit auch die Stabilisierung und Formgebung des Koaleszenzmediums leisten. Ferner kann so die Herstellung vereinfacht werden, indem bei einem von radial innen nach außen zu durchströmenden Filtermedium das Koaleszenzmedium um das zuvor hergestellte Filtermedium gewickelt werden kann.

25 Ferner können vorteilhafterweise das Filtermedium, das Koaleszenzmedium und gegebenenfalls das Trennmedium coaxial angeordnet sein. Eine koaxiale Anordnung ist platzsparend. Ferner kann in einer koaxialen Anordnung ein Strömungsverlauf des Kraftstoffs von radial außen nach innen oder radial innen nach außen einfach optimiert werden. Die Grundfläche des Filtermediums, des Koaleszenzmediums und des Trennmediums können dabei ähnlich sein. Die Grundflächen können aber auch unterschiedlich
30 lich sein. Sie können insbesondere rund, oval oder eckig sein. Vorteilhafterweise kann das Filterelement ein Rundfilterelement sein. Rundfilterelemente können besonders platzsparend aufgebaut werden. Mit Rundfilterelementen kann ein optimales Verhältnis von Filter-/Abscheidefläche zum Bauraum realisiert werden. Vorteilhafterweise kann die

erste Stufe des Filterelements ein sterngefalteter Filterbalg sein. Die daran anschließende Stufe kann je nach Durchströmungsrichtung ein darauf oder darin zylindrisch gewickelter Körper mit dem Koaleszenzmaterial sein.

- 5 Bei Durchströmung von außen nach innen kann sich die zweite Stufe auf einem Mittelrohr oder einem anderen stützenden Bauteil abstützen, das konzentrisch zu den beiden ersten Stufen angeordnet sein kann. Bei der Durchströmung von innen nach außen kann das Koaleszenzmaterial direkt auf den fertigen Balg des Filtermediums gewickelt und gegen den Innendruck insbesondere fest verklebt und/oder mit einer äußeren
10 Struktur gestützt werden.

Vorteilhafterweise kann zusätzlich ein festes Gitter mit eingewickelt werden. Vorteilhafterweise können das Filtermedium und das Koaleszenzmedium stirnseitig mit gemeinsamen Endscheiben verbunden, insbesondere verklebt oder eingebettet, sein.

- 15 Vorteilhafterweise kann das Koaleszenzmaterial der Regeneratfaser-Koaleszenzlage und/oder einer Vorkoaleszenzlage in Umfangsrichtung des Koaleszenzmediums eine Dehnbarkeit bzw. Elastizität aufweisen, welche kleiner ist als dessen Dehnbarkeit bzw. Elastizität in axialer Richtung des Koaleszenzmediums, insbesondere kann die Dehn-
20 barkeit bzw. Elastizität in Umfangsrichtung um ein mehrfaches kleiner sein als in axialer Richtung. "Axial" und "in Umfangsrichtung" beziehen sich hier auf eine Achse des Kraftstofffilters und nicht auf eine Achse einer Fertigungsanlage. Auf diese Weise kann das Koaleszenzmaterial optimal gewickelt werden. Bei der Durchströmungsrichtung von radial innen nach außen kann so das Koaleszenzmaterial einfach auf das Filtermedium
25 aufgespannt werden.

- Die Aufgabe wird erfindungsgemäß ferner durch das Filterelement dadurch gelöst, dass das Koaleszenzmedium im Strömungsweg des Kraftstoffs hinter dem Filtermedium, dieses umgebend oder in dem von ihm begrenzten Innenraum, angeordnet ist, und das
30 Koaleszenzmedium wenigstens eine Lage aus einem zur Koaleszenz von Wasser geeigneten Koaleszenzmaterial umfasst, das einen Gewichtsanteil von wenigstens 20 % Regeneratfasern, vorzugsweise von den 50 %, aufweist. Die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Kraftstofffilter aufgezählten Vorteile und Merkmale gelten für das erfindungsgemäße Filterelement entsprechend.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der
5 Zeichnung näher erläutert wird. Der Fachmann wird die in der Zeichnung, der Beschreibung und den Ansprüchen in Kombination offenbarten Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

Es zeigen schematisch

Figur 1 einen Längsschnitt eines Kraftstofffilters mit einem austauschbaren, drei-
10 stufigen Filterelement, das ein Koaleszenzmedium mit Viskosefasern aufweist;

Figur 2 eine Detailansicht des Koaleszenzmediums aus der Figur 1.

In den Figuren sind gleiche Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Ausführungsform(en) der Erfindung

In Figur 1 ist im Längsschnitt ein Kraftstofffilter 10 eines Kraftstoffsystems einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs gezeigt. Der Kraftstofffilter 10 dient zur Reinigung
20 des für den Betrieb der Brennkraftmaschine verwendeten Kraftstoffs, beispielsweise Dieseldieselkraftstoff. Ferner dient der Kraftstofffilter 10 zur Abscheidung von in dem Kraftstoff enthaltenem Wasser.

Der Kraftstofffilter 10 verfügt über ein zweiteiliges Gehäuse 12 mit einem becherförmigen Filtertopf 14 und einem Filterdeckel 16, der trennbar auf dem Filtertopf 14 angeordnet
25 ist. Zwischen dem Filtertopf 14 und dem Filterdeckel 16 ist eine Ringdichtung 17 angeordnet.

In dem Deckel 16 ist etwa zentral ein Auslassstutzen 18 für den gereinigten Kraftstoff angeordnet, welcher außerhalb des Gehäuses 12 mit einer in der Figur 1 nicht gezeigten Kraftstoffableitung verbunden ist. Im Inneren des Gehäuses 12 ist der Auslassstutzen 18 mit einem Ablaufraum 20 in einem Innenraum eines Verbindungsstutzens 22
30 verbunden. Der Verbindungsstutzen 22 erstreckt sich auf der dem Inneren des Gehäuses 12 zugewandten Seite des Deckels 16 coaxial zu einer Filterachse 24. In der normalen Einbaulage unter normalen Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine ver-

läuft die Filterachse 24, wie in der Figur 1 gezeigt, räumlich vertikal. "Axial", "radial", "koaxial" und "umfangsmäßig" beziehen sich im Folgenden, wenn nicht anders angegeben, auf die Filterachse 24.

- 5 Radial außerhalb des Verbindungsstutzens 22 weist der Deckel 16 einen Einlassstutzen 26 für den zu reinigenden Kraftstoff auf, der mit einem Zulaufraum 28 im Gehäuse 12 verbunden ist. Außerhalb des Gehäuses 12 ist der Einlassstutzen 26 mit einer in der Figur 1 nicht gezeigten Kraftstoffzuleitung für den Kraftstoff verbunden.
- 10 Im Boden des Filtertopfs 14 ist ein Wasserablaufstutzen 30 koaxial zur Filterachse 24 angeordnet. Der Wasserablaufstutzen 30 ist mit einem Wassersammeiraum 32 unten im Gehäuse 12 verbunden. Außerhalb des Gehäuses 12 ist der Wasserablaufstutzen 30 mit einer nicht gezeigten Wasserablassleitung verbunden, über die von dem Kraftstoff abgeschiedenes Wasser aus dem Gehäuse 12 abgeleitet werden kann. In dem
- 15 Wasserablaufstutzen 30 ist ein Wasserablassventil 34 mit einem Wasserstandsensor angeordnet. Im Ruhezustand ist das Wasserablassventil 34 geschlossen, sodass keine Flüssigkeit aus dem Wassersammeiraum 32 durch den Wasserablaufstutzen 30 aus dem Gehäuse 12 entweichen kann. Bei Erreichen eines vorgegebenen maximalen Wasserstandes im Wassersammeiraum 32 öffnet das Wasserablassventil 34 automa-
- 20 tisch, sodass das abgeschiedene Wasser über den Wasserablaufstutzen 30 abgelassen werden kann.

In dem Gehäuse 12 ist ein austauschbares Filterelement 36 angeordnet. Das Filterelement 36 ist als Rundfilterelement ausgestaltet. Das Filterelement 36 trennt den Einlass-

25 stutzen 26 dicht von dem Auslassstutzen 18. Das Filterelement 36 umfasst ein sternförmig gefaltetes Filtermedium 38, mit dem insbesondere Partikel aus dem zu reinigenden Kraftstoff heraus filtriert werden. Das Filtermedium 38 hat insgesamt die Form eines koaxialen Kreiszylindermantels. Das Filtermedium 38 besteht aus einer oder mehreren Lagen eines vorzugsweise glasfaserfreien Filtermaterials. An einer dem Boden

30 des Filtertopfs 14 zugewandten unteren Stirnseite ist das Filtermedium 38 dicht mit einer Abschlussendscheibe 40 verbunden. An seiner gegenüberliegenden, dem Deckel 16 zugewandten oberen Stirnseite ist das Filtermedium 38 dicht mit einer Anschlussendscheibe 42 verbunden. Zwischen der Anschlussendscheibe 42 und der Abschlussendscheibe 40 erstreckt sich in einem Innenraum 45 des Filtermediums 38 koaxial ein

skelettartiges, fluiddurchlässiges Mittelrohr 43, welches die beiden Endscheiben 40 und 42 stabil miteinander verbindet. Das Mittelrohr 43 besteht aus Axialrippen, welche über ringförmige Umfangsrippen miteinander verbunden sind.

- 5 Die Abschlussendscheibe 40 weist eine koaxiale Öffnung 44 auf. Die Öffnung 44 ist von dem Mittelrohr 43 umgeben. Die Öffnung 44 verbindet den Innenraum 45 mit dem Wassersammelraum 32. Auf der dem Boden des Filtertopfs 14 zugewandten Außenseite verfügt die Abschlussendscheibe 40 über vier Stützstege 46, die sich gleichmäßig verteilt entlang eines gedachten koaxialen Kreiszylindermantels erstrecken. Der gedachte
- 10 Kreiszylindermantel umgibt die Öffnung 44 und den Wasserablaufstutzen 30. Mit den Stützstegen 46 wird das Filterelement 36 gegen den Boden des Filtertopfs 14 abgestützt. Zwischen den Stützstegen 46 befinden sich Verbindungsöffnungen 48, über die sich Wasser im Wassersammeiraum 32 auch radial außerhalb der Stützstege 46 verteilen kann.

- 15 Die Anschlussendscheibe 42 weist eine koaxiale Öffnung 50 auf. Die Öffnung 50 ist von zwei koaxialen Vorsprüngen umgeben, die sich an der Außenseite der Anschlussendscheibe 42 in axialer Richtung erstrecken. Die beiden Vorsprünge begrenzen eine Aufnahme 52 für einen ringartigen Einstecksteg 54 einer Trenneinheit 56 des Filterelement
- 20 ments 36.

- Zwischen der radial inneren Umfangsseite des Filtermediums 38 und dem Mittelrohr 43 befindet sich ein koaxiales Koaleszenzmedium 58. Das Koaleszenzmedium 58 liegt unmittelbar und ohne Abstand an der radial inneren Umfangsseite des Filtermediums
- 25 38 an. Das Koaleszenzmedium 58 ist umfangsmäßig geschlossen und erstreckt sich zwischen der Anschlussendscheibe 42 und der Abschlussendscheibe 40. Das Koaleszenzmedium 64 dient der Zusammenführung auch von kleinsten im Kraftstoff enthaltenen Wassertröpfchen zu größeren Wassertropfen.

- 30 Das Koaleszenzmedium 58 besteht, wie in der Figur 2 im Detail gezeigt, aus einer Melt-blownlage 59, die sich radial außen befindet, und fünf Lagen eines Koaleszenzmaterials 60 (Regeneratfaser-Koaleszenzlagen).

Die Meltblownlage 59 besteht aus Polyester und ist nach einem Meltblownverfahren hergestellt. Die Meltblownlage 59 hat eine Dicke von etwa 0,1 mm bis 0,9 mm. Ihre Luftdurchlässigkeit beträgt zwischen etwa 30 l/sm² und etwa 150 l/sm² bei einem Druck von etwa 200 Pa.

5

Das Koaleszenzmaterial 60 besteht aus nichtgewebten, hydrophilen Viskosefasern mit einem Gewichtsanteil von mehr als 50 %, vorzugsweise mehr als 80 %, und Polyester mit einem Gewichtsanteil von weniger als 50 %, vorzugsweise weniger als 20 %. Es hat ein Flächengewicht von etwa 100 g/m². Das Koaleszenzmaterial 60 ist nadelverfestigt
10 hergestellt. Das Koaleszenzmaterial 60 weist in Umfangsrichtung eine Dehnung von etwa 15 % bis etwa 30 % auf. In axialer Richtung weist das Koaleszenzmaterial 60 eine Dehnung von etwa 90 % bis etwa 150 % auf. Das Koaleszenzmaterial 60 ist weiterporig als die Meltblownlage 59. Das Koaleszenzmaterial 60 weist einen mittleren Porendurchmesser von etwa 60 µm bis etwa 150 µm auf. Die Schichtdicke der einzelnen La-
15 gen beträgt zwischen etwa 0,5 mm und etwa 1,5 mm. Die Luftdurchlässigkeit der einzelnen Lagen des Koaleszenzmaterials 60 ist größer als etwa 500 l/sm² bei etwa 200 Pa. Die Gesamtdicke aller fünf Lagen des Koaleszenzmaterials 60 beträgt, abhängig von der Dicke der Einzellagen, zwischen 1 mm und 10 mm.

20 Bei einer alternativen, nicht-gezeigten Bauform kann das Koaleszenzmaterial nichtgewebe, hydrophile Lyocellfaser mit einem Gewichtsanteil von zumindest nahezu 100% aufweisen und hat ein Flächengewicht von etwa 150 g/m². Im Übrigen entspricht diese alternative Bauform aber der gezeigten Bauform.

25 Die Trenneinheit 56 verfügt über einen Stützkorb 62 mit einem Anschlussabschnitt 64, welcher auch den Einstecksteg 58 aufweist, und ein Trennmedium 66.

Der Anschlussabschnitt 64 ist etwa scheibenförmig mit einer coaxialen Öffnung, in die der Verbindungsstutzen 22 des Deckels 16 hinein ragt. Auf seiner dem Deckel 16 zugewandten Außenseite verfügt der Anschlussabschnitt 64 über einen coaxialen An-
30 schlussstutzen 68. Der Anschlussstutzen 68 ist an seiner freien Stirnseite um 90 Grad radial nach innen gebogen. Auf dem radial inneren Rand des Anschlussstutzens 68 sitzt eine Profilingdichtung 70. In den Anschlussstutzen 68 ist der Verbindungsstutzen 22 so eingesteckt, dass die Verbindung mit der Profilingdichtung 70 abgedichtet ist.

Die Trenneinheit 56 ist mit dem Trennmedium 66 voraus axial durch die Öffnung 50 der Anschlussendscheibe 42 gesteckt. Der Stützkorb 62 und das Trennmedium 66 befinden sich in dem vom Koaleszenzmedium 58 begrenzten Innenraum, also auch im Innenraum 45 des Filtermediums 38.

Das Trennmedium 66 besteht aus einem hydrophoben Siebgewebe. Es hat die Form eines zur Filterachse 24 coaxialen Rohrs. Es erstreckt sich von der Anschlussendscheibe 42 bis zur Abschlussendscheibe 40. Das Trennmedium 66 ist umfangsmäßig geschlossen.

Die Umfangswand des Stützkorbs 62 ist gitterartig aufgebaut und flüssigkeitsdurchlässig. Auf seiner der Verbindungsstutzen 22 zugeordnete Stirnseite ist der Stützkorb 62 offen. Die dem Wassersammeiraum 32 zugewandte untere Stirnseite des Stützkorbs 62 ist geschlossen. Das Trennmedium 66 liegt an der radial äußeren Umfangsseite des Stützkorbs 62 an.

Zwischen dem Trennmedium 66 und dem Koaleszenzmedium 58 befindet sich im Innenraum 45 ein Ausfällspalt 74. Der Ausfällspalt 74 hat die Form eines Ringraums. Der Ausfällspalt 74 ist radial außen durch das Koaleszenzmedium 58 und radial innen durch das Trennmedium 66 begrenzt.

An der radial äußeren Umfangsseite der Abschlussendscheibe 40 ist außerdem eine Ringdichtung 72 angeordnet, welche sich radial außen gegen die radial innere Umfangsseite des Filtertopfs 14 abstützt. Die Ringdichtung 72 dichtet dem Zulufrum 28 gegen den Wassersammeiraum 32 ab.

Beim Betrieb des Kraftstofffilters 10 wird zu reinigender Kraftstoff aus der Kraftstoffzuleitung angedeutet durch einen Pfeil 76 durch den Einlassstutzen 26 dem Zulufrum 28 zugeführt.

Der Kraftstoff durchströmt das Filtermedium 38, angedeutet durch Pfeile 78, von dessen Rohseite radial außen zu seiner Reinseite radial innen. Dabei wird der Kraftstoff von

Partikeln befreit. Das Filtermedium 38 bildet eine erste Stufe des insgesamt dreistufigen Kraftstofffilters 10 für die Reinigung/Wasserabscheidung.

Auf der Reinseite durchströmt der von Partikeln befreite Kraftstoff das
5 Koaleszenzmedium 58 von radial außen nach innen. Dabei werden zunächst die
Meltblownlage 59 und anschließend die fünf Lagen aus Koaleszenzmaterial 60 durch-
strömt. Im Koaleszenzmaterial 60 werden im Kraftstoff enthaltene, auch kleinste Was-
sertropfen an den hydrophilen Fasern der Viskose eingefangen und zu größeren Was-
sertropfen vereinigt. Emulgierte Wassertropfen im Kraftstoff können so von einer Ur-
10 sprungsgröße von beispielsweise etwa $1\ \mu\text{m}$ bis etwa $90\ \mu\text{m}$ auf mehr als $100\ \mu\text{m}$ ver-
größert werden. Dabei können bei einer Vorkoaleszenz durch die Meltblownlage 59
Wassertropfen mit einer Ursprungsgröße von etwa $1\ \mu\text{m}$ bis etwa $30\ \mu\text{m}$ auf etwa $20\ \mu\text{m}$
bis etwa $90\ \mu\text{m}$ vergrößert werden. Das Koaleszenzmedium 58 bildet eine zweite
Stufe für die Reinigung/ Wasserabscheidung. Wenn die Tropfengröße ausreichend ist,
15 werden die großen Wassertropfen vom durchströmenden Kraftstoff wieder mitgerissen.

Der Kraftstoff und die großen Wassertropfen durchströmen die Öffnungen zwischen den
Rippen des Mittelrohrs 43 und gelangen in den Ausfällspalt 74.

20 Der Kraftstoff durchströmt das Trennmedium 66, welches eine dritte Stufe für die Reini-
gung/Wasserabscheidung bildet, von radial außen nach innen, angedeutet durch Pfeile
80, und gelangt nach oben in den Ablaufraum 20. Der gereinigte und von Wasser be-
freite Kraftstoff verlässt den Ablaufraum 20 über den Auslassstutzen 18, angedeutet
durch Pfeile 82, und wird der Kraftstoffableitung zugeführt.

25 Die großen Wassertropfen hingegen werden durch das Trennmedium 66 zurückgehal-
ten. Die sinken im Ausfällspalt 74 aufgrund ihres im Vergleich zum Kraftstoff größeren
spezifischen Gewichts nach unten, angedeutet durch Pfeile 84, in den Wassersammel-
raum 32.

30 Sobald der Wasserstandsensor des Wasserablassventils 34 das Erreichen des vorge-
gebenen Maximalwasserstands erfasst, wird das Wasserablassventil 34 automatisch
geöffnet. Das Wasser verlässt den Wassersammeiraum 32 durch den Wasserablauf-
stutzen 30 und gelangt in die Wasserablaufleitung.

Zu Wartungszwecken, beispielsweise zum Austausch oder zur Reinigung des Filterelements 36, wird der Deckel 16 in axialer Richtung von dem Filtertopf 14 entfernt. Das Filterelement 36 wird dann in axialer Richtung aus dem Filtertopf 14 heraus gezogen.

5

Zum Einbau wird das Filterelement 36 mit der Abschlussendscheibe 40 voran in axialer Richtung in den Filtertopf 14 gesteckt. Anschließend wird der Deckel 16 mit dem Verbindungsstutzen 22 voran in axialer Richtung auf die offene Seite des Filtertopfs 14 gesteckt, so dass der Verbindungsstutzen 22 dicht in die Profilringdichtung 70 ragt.

10

Bei dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel eines Kraftstofffilters 10 und eines Filterelements 36 sind unter anderem folgende Modifikationen möglich:

Die Erfindung ist nicht beschränkt auf einen Kraftstofffilter 10 einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs. Vielmehr kann sie auch bei andersartigen Brennkraftmaschinen, beispielsweise bei Industriemotoren, eingesetzt werden.

Statt für Dieseldieselkraftstoff kann der Kraftstofffilter 10 auch zur Reinigung/Wasserabscheidung von andersartigem flüssigem Kraftstoff eingesetzt werden. Falls ein Kraftstoff verwendet wird, dessen spezifisches Gewicht größer ist als Wasser, steigen analog die Wassertropfen auf. In diesem Fall kann das Filterelement 36 umgekehrt angeordnet sein. Ebenso können der Kraftstoffeinzug, der Kraftstoffauslass und der Wasserauslass entsprechend angeordnet sein.

Anstelle der Meltblownlage 59 kann auch eine andersartige Lage aus einem synthetischem Material, beispielsweise Polyester, vorgesehen sein. Die Lage aus dem synthetischem Material kann statt nach einem Meltblownverfahren auch nach einem andersartigen Verfahren, beispielsweise nach einem Spinnvliesverfahren, hergestellt sein.

Es kann auch mehr als eine Meltblownlage 59 oder mehr als eine Lage aus einem entsprechenden synthetischen Material vorgesehen sein. Auf die Meltblownlage 59 kann auch verzichtet werden.

Die Schichtdicke der Meltblownlage 59 oder der alternativen Lage kann auch kleiner als 0,1 mm oder größer als 0,9 mm sein. Es kann auch eine kleinere Luftdurchlässigkeit als 30 l/sm² oder eine größere Luftdurchlässigkeit als 150 l/sm² bei einem Druck von etwa 200 Pa vorgesehen sein.

5

Das Koaleszenzmedium 58 kann auch weniger oder mehr als fünf Lagen aus den Koaleszenzmaterial 60 aufweisen.

Das Koaleszenzmaterial 60 kann auch einen Gewichtsanteil von zwischen etwa 20 % und etwa 50 % an Viskose aufweisen.

10

Das Koaleszenzmaterial 60 kann auch ein Flächengewicht von weniger oder mehr als 100 g/m², vorzugsweise zwischen 75 g/m² und 125 g/m², aufweisen.

15 Statt Polyester kann das Koaleszenzmaterial 60 auch ein andersartiges synthetisches Material aufweisen.

Das Koaleszenzmaterial 60 kann in Umfangsrichtung auch eine Dehnung von weniger als 15 % oder mehr als 30 % aufweisen. In axialer Richtung kann das

20 Koaleszenzmaterial 60 eine Dehnung von weniger als 90 % oder mehr als 150 % aufweisen.

Die Lagen aus dem Koaleszenzmaterial 60 können auch einen mittleren Porendurchmesser von weniger als 60 µm oder mehr als 150 µm aufweisen. Die Schichtdicken der

25 einzelnen Lagen können auch kleiner als 0,5 mm oder größer als 1,5 mm sein. Die Luftdurchlässigkeit jeder einzelnen Lage des Koaleszenzmaterials 60 kann auch kleiner als etwa 500 l/sm² bei etwa 200 Pa sein. Die Gesamtdicke aller fünf Lagen des Koaleszenzmaterials 60 kann abhängig von den Dicken der Einzellagen auch kleiner als 1 mm oder größer als 10 mm sein.

30

Das Koaleszenzmaterial 60 kann statt nadelverfestigt auch in anderer Weise verfestigt, beispielsweise wasserstrahlverfestigt, hergestellt sein.

Das Filtermedium 38 kann statt sternförmig gefaltet auch als andersartiger Hohlkörper, beispielsweise auch ungefaltet, realisiert sein.

Das Filtermedium 38, das Koaleszenzmedium 58 und/oder das Trennmedium 66 können statt als Hohlzylinder auch in anderer Form, beispielsweise als Hohlkegel, realisiert sein. Sie können statt mit runden Grundflächen auch mit andersartigen, beispielsweise ovalen oder eckigen Grundflächen realisiert sein.

Das Filtermedium 38, das Koaleszenzmedium 58 und/oder das Trennmedium 66 können auch anders als koaxial zueinander oder zur Filterachse 24 angeordnet sein.

Auf die Ringdichtung 72 kann auch verzichtet werden. Bevorzugt kann die Abschlussendscheibe 40 eng an der radial inneren Umfangsseite des Filtertopfs 14 anliegen.

Der Trennmedium 66 kann statt im Innenraum 45 des Filtermediums 38 auch radial außen, das Filtermedium 38 und das Koaleszenzmedium 58 umgebend, angeordnet sein. Der zu reinigende Kraftstoff kann dann das Filtermedium 38 von radial innen nach außen durchströmen. Das Koaleszenzmedium 58 kann sich dann bevorzugt ebenfalls radial außen befinden und das Filtermedium 38 umgeben.

Der zu reinigende Kraftstoff kann statt von oben auch von unten der Rohseite des Filtermediums 38 zugeführt werden. Der Wasserablaufstutzen 30 kann statt zentral auch exzentrisch im Boden des Filtertopfs 14 angeordnet sein.

Anstelle des austauschbaren Filterelements 36 kann auch ein entsprechendes im Gehäuse 12 fest montiertes Filterelement vorgesehen sein.

Ansprüche

1. Kraftstofffilter (10) für Kraftstoff, insbesondere Dieselmotorkraftstoff, einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einem Gehäuse (12), welches wenigstens einen Kraftstoffeinlass (26) für zu reinigenden Kraftstoff, wenigstens einen Kraftstoffauslass (18) für gereinigten Kraftstoff und wenigstens einen Wasserauslass (30) für vom Kraftstoff abgeschiedenes Wasser aufweist und in dem ein Filterelement (36) angeordnet ist, das den Kraftstoffeinlass (26) dicht von dem Kraftstoffauslass (18) trennt, das ein als Hohlkörper ausgestaltetes Filtermedium (38) aufweist, das zur Filtrierung des Kraftstoffs von innen nach außen oder von außen nach innen durchströmbar ist, und das ein als Hohlkörper gestaltetes Koaleszenzmedium (58) zur Abscheidung von im Kraftstoff enthaltenem Wasser aufweist, wobei das Koaleszenzmedium (58) im Strömungsweg (78) des Kraftstoffs hinter dem Filtermedium (38), dieses umgebend oder in dem von ihm begrenzten Innenraum (45), angeordnet ist, und das Koaleszenzmedium (58) wenigstens eine Regeneratfaser-Koaleszenzlage aus einem zur Koaleszenz von Wasser geeigneten Koaleszenzmaterial (60) umfasst, das einen Gewichtsanteil von wenigstens 20 % Regeneratfasern, vorzugsweise von wenigstens 50%, aufweist.
2. Kraftstofffilter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Koaleszenzmaterial (60) der wenigstens einen Regeneratfaser-Koaleszenzlage aus einem nichtgewebten Material besteht.
3. Kraftstofffilter nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regeneratfasern des Koaleszenzmaterials (60) der wenigstens einen Regeneratfaser-Koaleszenzlage Lyocellfasern sind und das Koaleszenzmaterial (60) vorzugsweise einen Gewichtsanteil von zumindest nahezu 100 % Lyocellfasern aufweist.
4. Kraftstofffilter nach einem der vorigen Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regeneratfasern des Koaleszenzmaterials (60) der wenigstens einen Regeneratfaser-Koaleszenzlage Viskosefasern sind und das Koaleszenzmaterial (60) vorzugsweise einen Gewichtsanteil von weniger als 95% Viskosefasern aufweist.

5. Kraftstofffilter nach einem der vorigen Ansprüche 1, 2 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Koaleszenzmaterial (60) zusätzlich zu Viskosefasern ein hydrophobes Polymer, insbesondere einen hydrophoben Polyester, im Speziellen Polyethylenterephthalat (PET), aufweist .
6. Kraftstofffilter nach einem der vorigen Ansprüche 1, 2, 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Koaleszenzmaterial (60) der Regeneratfaser-Koaleszenzlage im Wesentlichen aus Viskosefasern mit einem Gewichtsanteil von etwa 80% und einem hydrophoben Polymer mit einem Gewichtsanteil von etwa 20%, besteht.
7. Kraftstofffilter nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Koaleszenzmedium (58) im Strömungsweg (78) des Kraftstoffs vor der Regeneratfaser-Koaleszenzlage, vorzugsweise im Strömungsweg (78) des Kraftstoffs unmittelbar vor der Regeneratfaser-Koaleszenzlage, zumindest eine Vorkoaleszenzlage aufweist, die insbesondere aus Koaleszenzmaterial gebildet ist, welches feinporiger ist als das Koaleszenzmaterial der Regeneratfaser-Koaleszenzlage.
8. Kraftstofffilter nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Koaleszenzmedium (58) in Strömungsrichtung vor der Regeneratfaser-Koaleszenzlage eine Vorkoaleszenzlage aus einem synthetischen, insbesondere nichtgewebten, Koaleszenzmaterial aufweist, welches insbesondere Polyester aufweist, wobei die Vorkoaleszenzlage vorzugsweise als Meltblownlage oder als eine Lage aus Spinnvlies ausgebildet ist.
9. Kraftstofffilter nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Koaleszenzmedium (58) in Strömungsweg des Kraftstoffs nach der Regeneratfaser-Koaleszenzlage wenigstens eine, vorzugsweise mehrere, zusätzliche Koaleszenzlagen aufweist, welche vorzugsweise aus einem Koaleszenzmaterial (60) gebildet ist bzw. sind, welches einen Gewichtsanteil von wenigstens 20 % Regeneratfasern aufweist, im Speziellen aus demselben Koaleszenzmaterial (60) wie die Regeneratfaser-Koaleszenzlage gebildet ist bzw. sind.

10. Kraftstofffilter nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Koaleszenzmaterial (60) der zumindest einen Regeneratfaser-Koaleszenzlage ein Flächengewicht zwischen 75 g/m^2 und 180 g/m^2 , aufweist und/oder **dass** das Koaleszenzmaterial einer Vorkoaleszenzlage ein Flächengewicht zwischen 80 bis 120 g/m^2 aufweist.
11. Kraftstofffilter nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Koaleszenzmaterial (60) der Regeneratfaser-Koaleszenzlage einen mittleren Porendurchmesser von etwa 60 bis $150 \mu\text{m}$ aufweist und/oder **dass** das Koaleszenzmaterial einer Vorkoaleszenzlage einen mittleren Porendurchmesser von etwa 1 bis $30 \mu\text{m}$ aufweist.
12. Kraftstofffilter nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Koaleszenzmedium (58) unmittelbar an einer Reinseite des insbesondere gefalteten Filtermediums (38) anliegt, insbesondere das Filtermedium (38) mit dem Koaleszenzmedium (58) umwickelt ist.
13. Kraftstofffilter nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Koaleszenzmaterial (60) der Regeneratfaser-Koaleszenzlage und/oder einer Vorkoaleszenzlage in Umfangsrichtung des Koaleszenzmediums (58) eine Dehnbarkeit bzw. Elastizität aufweist, welche kleiner als dessen Dehnbarkeit bzw. Elastizität in axialer Richtung des Koaleszenzmediums (58).
14. Filterelement (36) eines Kraftstofffilters (10) für Kraftstoff, insbesondere Dieseldieselkraftstoff, einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, das in einem Gehäuse (12) des Kraftstofffilters (10) so angeordnet werden kann, dass es einen Kraftstoffeinlass (26) des Gehäuses (12) dicht von einem Kraftstoffauslass (18) trennt, und das ein als Hohlkörper ausgestaltetes Filtermedium (38) aufweist, das zur Filtrierung des Kraftstoffs von innen nach außen oder von außen nach innen durchströmbar ist, und das ein als Hohlkörper gestaltetes Koaleszenzmedium (58) zur Abscheidung von im Kraftstoff enthaltenem Wasser aufweist, wobei das Koaleszenzmedium (58) im Strömungsweg (78) des Kraftstoffs hinter dem Filtermedium (38), dieses umgebend oder in dem von ihm begrenzten Innenraum (45), angeordnet ist, und das Koaleszenzmedium (58) wenigstens eine Regeneratfaser-

Koaleszenzlage aus einem zur Koaleszenz von Wasser geeigneten, vorzugsweise nichtgewebten Koaleszenzmaterial (60) umfasst, das einen Gewichtsanteil von wenigstens 20 % Regeneratfasern, vorzugsweise von wenigstens 50 %, aufweist.

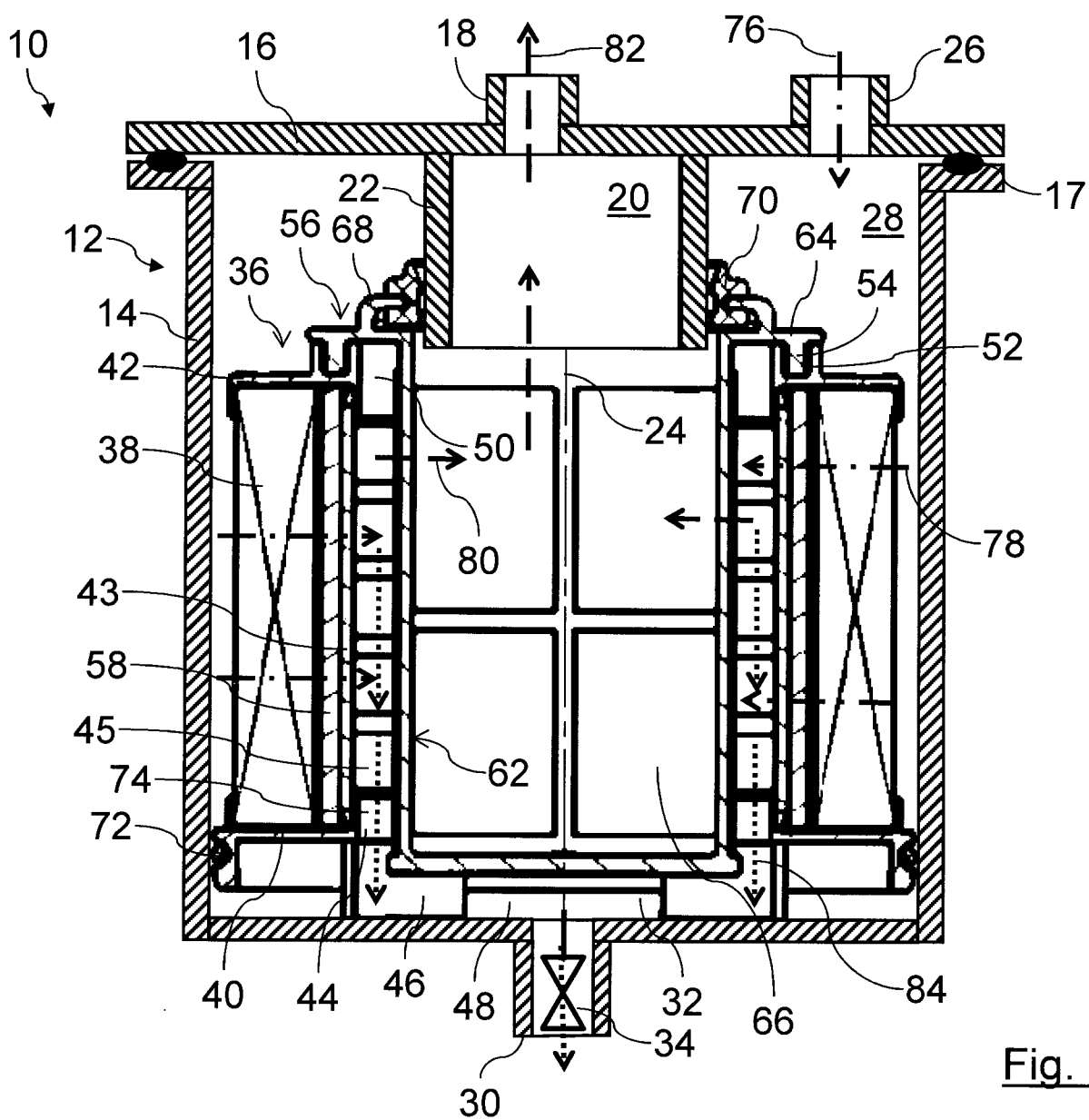


Fig. 1

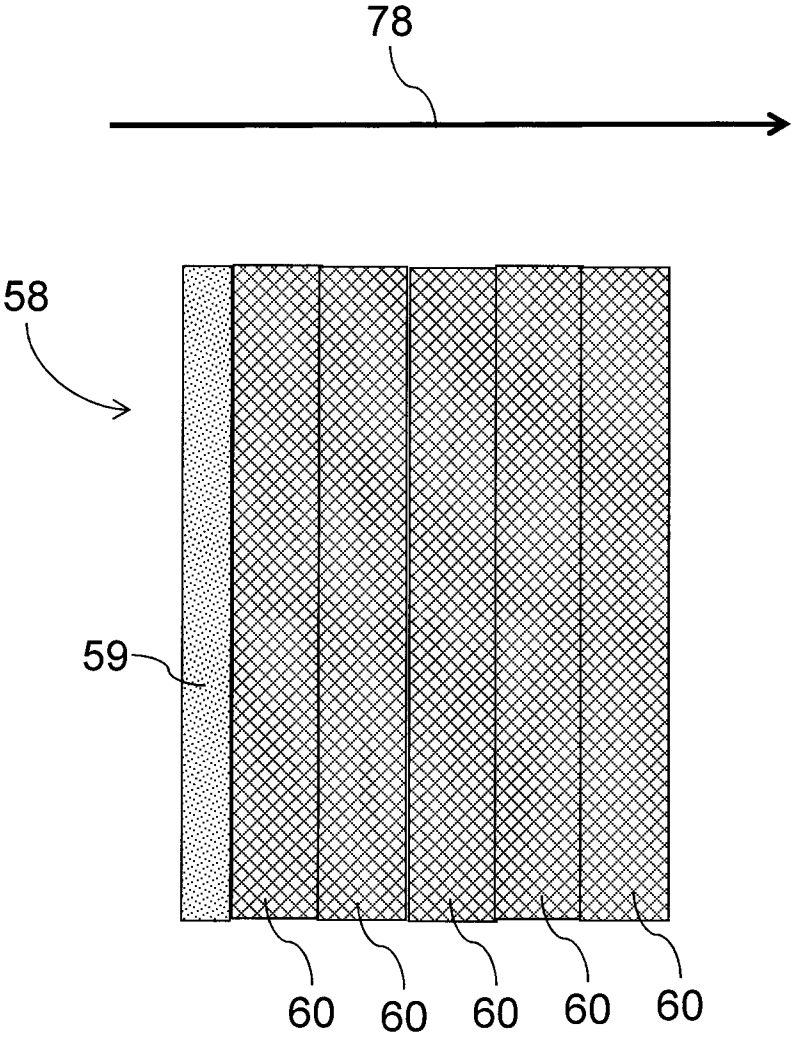


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/072453

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B01D17/04
ADD.

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)
B01D

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal , 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	US 2011/084028 AI (STANFEL CHRISTINE M [US] ET AL) 14 April 2011 (2011-04-14) the whole document	1-14
A	US 2009/178970 AI (STANFEL CHRISTINE [US] ET AL) 16 July 2009 (2009-07-16) abstract paragraphs [0043] , [0117] ; example 2	1
A	EP 0 207 797 A2 (BRITISH PETROLEUM CO PLC [GB]) 7 January 1987 (1987-01-07) page 4, lines 10-12	1
A	US 5 439 588 A (CHOWN PHILIP K [GB] ET AL) 8 August 1995 (1995-08-08) column 2, lines 66-68	1



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general State of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 January 2013

Date of mailing of the international search report

08/02/2013

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Artos Fernández , V

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/072453

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2011084028	AI	14-04-2011	CA 2775013 AI 14-04-2011
			CN 102665844 A 12-09-2012
			EP 2485823 AI 15-08-2012
			KR 20120101342 A 13-09-2012
			US 2011084028 AI 14-04-2011
			US 2012043281 AI 23-02-2012
			US 2012261330 AI 18-10-2012
			US 2012261358 AI 18-10-2012
			WO 2011042605 AI 14-04-2011
US 2009178970	AI	16-07-2009	CN 101909715 A 08-12-2010
			EP 2257357 A2 08-12-2010
			JP 2011514387 A 06-05-2011
			KR 20100109925 A 11-10-2010
			RU 2010133977 A 27-02-2012
			US 2009178970 AI 16-07-2009
			WO 2009090308 A2 23-07-2009
EP 0207797	A2	07-01-1987	AU 590291 B2 02-11-1989
			AU 5943286 A 08-01-1987
			CA 1297424 C 17-03-1992
			DE 3677269 D1 07-03-1991
			EP 0207797 A2 07-01-1987
			HK 39194 A 06-05-1994
			NO 862695 A 06-01-1987
US 5439588	A	08-08-1995	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B01D17/04

ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B01D

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 , WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2011/084028 AI (STANFEL CHRISTINE M [US] ET AL) 14. April 2011 (2011-04-14) das ganze Dokument -----	1-14
A	US 2009/178970 AI (STANFEL CHRISTINE [US] ET AL) 16. Juli 2009 (2009-07-16) Zusammenfassung Absätze [0043] , [0117] ; Beispiel 2 -----	1
A	EP 0 207 797 A2 (BRITISH PETROLEUM CO PLC [GB]) 7. Januar 1987 (1987-01-07) Seite 4, Zeilen 10-12 -----	1
A	US 5 439 588 A (CHOWN PHILIP K [GB] ET AL) 8. August 1995 (1995-08-08) Spalte 2, Zeilen 66-68 -----	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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

31. Januar 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/02/2013

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

Artos Fernández , V

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/072453

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011084028	AI	14-04-2011	CA 2775013 AI 14-04-2011
			CN 102665844 A 12-09-2012
			EP 2485823 AI 15-08-2012
			KR 20120101342 A 13-09-2012
			US 2011084028 AI 14-04-2011
			US 2012043281 AI 23-02-2012
			US 2012261330 AI 18-10-2012
			US 2012261358 AI 18-10-2012
			WO 2011042605 AI 14-04-2011

US 2009178970	AI	16-07-2009	CN 101909715 A 08-12-2010
			EP 2257357 A2 08-12-2010
			JP 2011514387 A 06-05-2011
			KR 20100109925 A 11-10-2010
			RU 2010133977 A 27-02-2012
			US 2009178970 AI 16-07-2009
			WO 2009090308 A2 23-07-2009

EP 0207797	A2	07-01-1987	AU 590291 B2 02-11-1989
			AU 5943286 A 08-01-1987
			CA 1297424 C 17-03-1992
			DE 3677269 D1 07-03-1991
			EP 0207797 A2 07-01-1987
			HK 39194 A 06-05-1994
			NO 862695 A 06-01-1987

US 5439588	A	08-08-1995	KEINE
