

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50083/2022
(22) Anmeldetag: 10.02.2022
(45) Veröffentlicht am: 15.05.2023

(51) Int. Cl.: **H01M 8/04291** (2016.01)
B04C 3/00 (2006.01)
B01D 45/16 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 2009241515 A1
DE 10120018 A1
US 2005044825 A1

(73) Patentinhaber:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Pöschl Robert Dr.
8111 Gratwein-Straßengel (AT)

(74) Vertreter:
Gamper Bettina Dr.
8020 Graz (AT)

(54) **Separiervorrichtung zum Separieren von flüssigem Wasser aus einem Abgas in einem Abgasabschnitt eines Brennstoffzellensystems**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Separiervorrichtung (10) zum Separieren von flüssigem Wasser aus einem Abgas in einem Abgasabschnitt (124, 134) eines Brennstoffzellensystems (100), wobei die Separiervorrichtung (10) aufweist: einen Einlassabschnitt (20) zum Einlassen von mit Wasser beladenem Abgas (AAG, KAG), einen Trennabschnitt (30), welcher dem Einlassabschnitt (20) in einer innerhalb der Separiervorrichtung (10) vorgegebenen Hauptströmungsrichtung (H) des eingelassenen Abgases (AAG, KAG) nachgeordnet ist, zum zumindest teilweisen Trennen des flüssigen Wassers von dem in die Separiervorrichtung (10) eingelassenen Abgas (AAG, KAG), der Trennabschnitt (30) aufweisend einen Schaufelabschnitt (40) mit zumindest einer Schaufel (41) zum Erzeugen einer drallförmigen Strömung des Abgases (AAG, KAG) innerhalb des Trennabschnitts (30), der Trennabschnitt (30) aufweisend zumindest einen Abscheideabschnitt (50) zum Abscheiden des von dem Abgas (AAG, KAG) getrennten flüssigen Wassers aus dem Trennabschnitt (30), und einen Auslassabschnitt (60), welcher dem Trennabschnitt (30) in der Hauptströmungsrichtung (H) nachgeordnet ist zum Auslassen des zumindest teilweise von dem flüssigen Wasser getrennten Abgases (AAG, KAG).

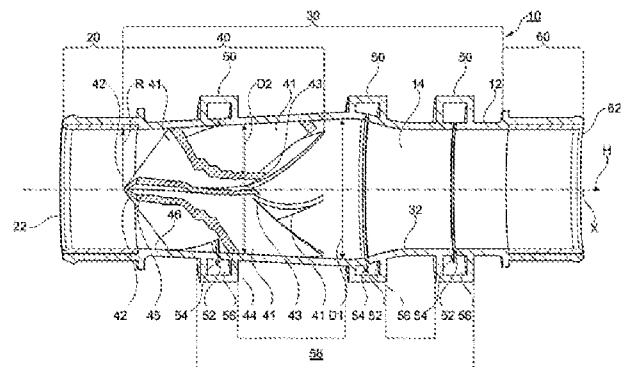


Fig. 1

Beschreibung

SEPARIERVORRICHTUNG ZUM SEPARIEREN VON FLÜSSIGEM WASSER AUS EINEM ABGAS IN EINEM ABGASABSCHNITT EINES BRENNSTOFFZELLENSYSTEMS

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Separiervorrichtung zum Separieren von flüssigem Wasser aus einem Abgas in einem Abgasabschnitt eines Brennstoffzellensystems sowie ein Brennstoffzellensystem.

[0002] Es ist bekannt, dass beim Betrieb von Brennstoffzellensystemen Abgas entsteht, welches unter anderem auch flüssiges Wasser in Tropfenform enthält. Auch ist es bekannt, dass dieses tropfenförmige Wasser aus dem Abgas abgetrennt werden soll, um zum einen das Abgas so trocken wie möglich zu halten bzw. zur Reduktion von Wasseransammlung, um Gefriereffekte beim Starten bei niedrigen Temperaturen zu vermeiden. Zum anderen sollen nachfolgende Bauteile, insbesondere eine Turbine, vor erhöhter mechanischer Belastung durch das Einwirken von Wassertropfen oder Wandfilmen aus Wasser geschützt werden.

[0003] Dies wird üblicherweise dadurch gewährleistet, dass in den Abgasabschnitten eines Brennstoffzellensystems Separiervorrichtungen als Wasserabscheider vorgesehen sind, die das flüssige Wasser aus dem gasförmigen Abgas abtrennen und abführen oder zumindest auffangen können.

[0004] Eine aus dem Stand der Technik bekannte Separiervorrichtung wird beispielsweise in US 2002/0046724 A1 beschrieben.

[0005] Nachteilig bei den bekannten Lösungen ist es, dass die Wasserabscheidung oftmals nur unzureichend funktioniert und die bekannten Lösungen oftmals große Druckverluste erfordern. Insbesondere kommt es bei den bekannten Wasserabscheidern in einem Bereich mit Schaufeln zur Erzeugung einer drallförmigen Abgasströmung vor, dass die an eine Wandung des Wasserabscheiders getriebenen Wassertröpfchen durch die Schaufelenden wieder reflektiert werden oder aufprallende Wassertröpfchen von der Schaufeloberfläche an der Schaufelaustrittskante wieder abgeschleudert und mitgerissen werden.

[0006] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die voranstehend beschriebenen Nachteile zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, in möglichst kostengünstiger und einfacher Weise eine Separiervorrichtung für ein Brennstoffzellensystem bereitzustellen, welches eine verbesserte Wasserabscheidung von Abgasen eines Brennstoffzellensystems ermöglicht.

[0007] Die voranstehende Aufgabe wird gelöst durch eine Separiervorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Brennstoffzellensystem mit den Merkmalen des Anspruchs 21. Weitere Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Separiervorrichtung beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem und umgekehrt, sodass bzgl. der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird bzw. werden kann.

[0008] Erfindungsgemäß ist eine Separiervorrichtung zum Separieren von flüssigem Wasser aus einem Abgas in einem Abgasabschnitt eines Brennstoffzellensystems vorgesehen. Die Separiervorrichtung weist einen Einlassabschnitt zum Einlassen von mit Wasser beladenem Abgas (insbesondere von dem Abgasabschnitt des Brennstoffzellensystems, ganz besonders Anodenabgas und/oder Kathodenabgas) auf. Ferner weist die Separiervorrichtung einen Trennabschnitt auf, welcher dem Einlassabschnitt in einer innerhalb der Separiervorrichtung vorgegebenen Hauptströmungsrichtung des eingelassenen Abgases nachgeordnet ist, zum zumindest teilweisen Trennen des flüssigen Wassers von dem in die Separiervorrichtung eingelassenen Abgas. Der Trennabschnitt weist einen Schaufelabschnitt mit zumindest einer Schaufel, insbesondere mehrere Schaufeln in Form eines Schaufelpaketes, zum Erzeugen einer drallförmigen Strömung

des Abgases innerhalb des Trennabschnitts auf. Der Schaufelabschnitt kann an oder in dem Trennabschnitt angeordnet sein. Zudem weist der Trennabschnitt zumindest einen Abscheideabschnitt zum Abscheiden des von dem Abgas getrennten flüssigen Wassers aus dem Trennabschnitt auf. Der zumindest eine Abscheideabschnitt kann an oder in dem Trennabschnitt angeordnet sein. Schließlich weist die Separiervorrichtung einen Auslassabschnitt zum Auslassen des zumindest teilweise von dem flüssigen Wasser getrennten Abgases auf. Insbesondere überlagert der Auslassabschnitt den Trennabschnitt in der Hauptströmungsrichtung und/oder insbesondere ist der Auslassabschnitt dem Trennabschnitt nachgeordnet.

[0009] In einer erfindungsgemäßen Separiervorrichtung weist die zumindest eine Schaufel in ihrer radialen Erstreckung senkrecht zur Hauptströmungsrichtung vorteilhafterweise einen, insbesondere gegen eine vorgesehene bzw. entgegen einer vorgesehenen Rotationsrichtung des Abgases in der Separiervorrichtung, gekrümmten Verlauf auf. Durch den gekrümmten Verlauf der zumindest einen Schaufel in ihrer radialen Erstreckung wird ermöglicht, dass der durch auftreffende Tröpfchen entstehende Wandfilm aus Wasser nach außen, insbesondere in Richtung einer Wandung, ganz besonders einer Rohrwandung eines Körpers der Separiervorrichtung bewegt wird und so eine optimierte Wasserabscheidung in den zumindest einen Abscheideabschnitt bzw. mittels des zumindest einen Abscheideabschnitts ermöglicht wird. Diese verbesserte Wasserabscheidung der Separiervorrichtung ist dabei mit geometrisch einfachen und kostengünstigen Mitteln erreichbar, nämlich der Formgebung der zumindest einen Schaufel mit dem gekrümmten Verlauf entlang ihrer radialen Erstreckung, also in Richtung von innerhalb des Schaufelabschnitts nach außerhalb des Schaufelabschnitts. Anders als bei radial gerade verlaufenden Schaufeln wird damit das Problem eines Reflektierens von Wasser beim Auftreffen von Wassertropfen oder Losreißen von Wassertröpfchen aus Wandfilmen an der Schaufeloberfläche, insbesondere bei größeren Durchmessern, vermieden.

[0010] Vorteilhafterweise erstreckt sich die zumindest eine Schaufel dabei radial von einer Mitte des Schaufelabschnitts aus in Richtung zu einer Wandung, insbesondere Innenseite der Wandung, des Schaufelabschnitts. Dabei kann sich die zumindest eine Schaufel insbesondere von einem Mittelpunkt, der insbesondere mit einer Längsachse der Separiervorrichtung zusammenfallen kann, aus erstrecken. Die Separiervorrichtung kann entsprechend durch einen im Wesentlichen länglichen Körper gebildet werden, der eine Längsachse aufweist, entlang derer sich die Separiervorrichtung ihrer Länge nach erstreckt. An dem Körper können mehrere beliebige oder sämtliche Abschnitte der Separiervorrichtung einstückig ausgebildet sein. Bei mehreren Schaufeln können sämtliche Schaufeln sich von der Mitte bzw. dem Mittelpunkt aus erstrecken bzw. dort zusammenlaufen, sodass der Schaufelabschnitt vom Einlassabschnitt her an dem Mittelpunkt verschlossen ist und das Abgas entlang der Hauptströmungsrichtung den Weg über die Flächen der Schaufeln nehmen muss. Die Längsachse kann im Übrigen auch eine Symmetrielängsachse der Separiervorrichtung sein, sodass die Separiervorrichtung symmetrisch gegenüber der Symmetrielängsachse aufgebaut sein kann. Ferner kann die zumindest eine Schaufel sich bis kurz vor oder bis zur Wandung, insbesondere Innenseite der Wandung, erstrecken. Mit anderen Worten kann die zumindest eine Schaufel die Wandung mit dem Mittelpunkt bzw. der Längsachse verbinden.

[0011] Vorteilhafterweise kann die zumindest eine Schaufel in ihrer radialen Erstreckung senkrecht zur Hauptströmungsrichtung einen spiralförmigen Verlauf aufweisen. Ein spiralförmiger Verlauf wird als ein besonderer gekrümmter Verlauf verstanden, bei dem die zumindest eine Schaufel in radialer Erstreckung bzw. frontal von dem Einlassabschnitt aus betrachtet zwischen der Mitte und der Wandung zumindest teilweise die Form einer Spirale aufweist bzw. dieser folgt. Die Spiralform hat sich als besonders vorteilhaft für eine optimale Wasserabscheidung herausgestellt.

[0012] Auch kann der Schaufelabschnitt vorteilhafterweise mehrere in ihrer radialen Erstreckung senkrecht zur Hauptströmungsrichtung gekrümmte, insbesondere spiralförmige, Schaufeln aufweisen. Die mehreren Schaufeln können entlang einer gemeinsamen Umfangsrichtung um die Hauptströmungsrichtung herum nebeneinander angeordnet sein. Durch den Einsatz mehrerer Schaufeln in einer Anordnung radial nebeneinander kann die Wasserabscheidung weiter verbessert werden.

[0013] Die mehreren Schaufeln können dabei vorteilhafterweise entlang ihrer radialen Erstreckung jeweils in Richtung der gemeinsamen Umfangsrichtung gekrümmt sein. Mit anderen Worten kann die Krümmung jeder Schaufel in dieselbe Umfangsrichtung verlaufen bzw. zeigen. Dadurch wird vermieden, dass die Schaufeln bei der Wasserabscheidung miteinander interferieren.

[0014] Vorteilhafterweise kann eine dem Einlassabschnitt zugewandte Einlasskante der zumindest einen Schaufel abgeschrägt sein. Die Abschrägung kann insbesondere von der Mitte nach radial außen, also zur Wandung des Schaufelabschnitts, verlaufen. Die Abschrägung kann insbesondere eine vollständig entlang der gesamten Einlasskante verlaufende Abschrägung sein, also insbesondere als eine Fase der Einlasskante ausgestaltet sein. Durch die Abschrägung, insbesondere Fase, der Einlasskante wird ermöglicht, dass das mittels des Dralls an die Innenseite der Wandung des Trennabschnitts abgeschiedene Wasser bzw. der entstehende Wandfilm aus Wasser nach außen bewegt wird und so eine optimierte Wasserabscheidung in den zumindest einen Abscheideabschnitt bereitstellt.

[0015] Vorteilhafterweise kann eine dem Auslassabschnitt zugewandte Auslasskante der zumindest einen Schaufel abgeschrägt sein. Die Abschrägung kann insbesondere von der Mitte nach radial außen, also zur Wandung des Schaufelabschnitts, verlaufen. Die Abschrägung kann insbesondere eine vollständig entlang der gesamten Auslasskante verlaufende Abschrägung sein, also insbesondere als eine Fase der Auslasskante ausgestaltet sein. Durch die Abschrägung, insbesondere Fase, der Auslasskante wird ermöglicht, dass das mittels des Dralls an die Innenseite der Wandung des Trennabschnitts abgeschiedene Wasser bzw. der entstehende Wandfilm aus Wasser nach außen bewegt wird und so eine optimierte Wasserabscheidung in den zumindest einen Abscheideabschnitt bereitstellt. Um den Abtransport der Wandfilme speziell im Niederlastbereich mit geringeren Gasgeschwindigkeiten durch Gravitationskräfte zu unterstützen, kann die Länge (und damit die Winkellage der Auslasskante) der einzelnen Schaufeln unterschiedlich gestaltet werden, um das Abfließen der Wandfilme an den Schaufeln hin zur Wandung bzw. Rohrwandung der Separiervorrichtung sicherzustellen.

[0016] Vorteilhafterweise kann die zumindest eine Schaufel in ihrer axialen Erstreckung in der Hauptströmungsrichtung zumindest abschnittsweise eine ungleichmäßige Steigung von einer Mitte des Schaufelabschnitts aus zu einer Wandung, insbesondere Innenseite der Wandung, des Schaufelabschnitts aufweisen. Mit anderen Worten kann die zumindest eine Schaufel in ihrer axialen Erstreckung in der Hauptströmungsrichtung auf einem Durchmesser zumindest abschnittsweise eine ungleichmäßige, insbesondere eine sich kontinuierlich veränderliche, Steigung aufweisen. Mit der Steigung bzw. Schaufelneigung in Bezug auf eine Hauptachse der Separiervorrichtung entlang der Hauptströmungsrichtung ist dementsprechend insbesondere der axiale Verlauf der zumindest einen Schaufel über die Länge der Schaufel entlang der Hauptströmungsrichtung gemeint. Dieser Verlauf ist vorzugsweise ungleichmäßig, um den Druckverlust des Zu- und Abgasstroms innerhalb des Schaufelabschnitts wegen des Erzeugens der drallförmigen Strömung bzw. des Aufprägens des Dralls auf den Abgasstrom minimieren und das Rückgewinnen der Drallenergie gegen Schaufelende optimieren zu können. Eine ungleichmäßige oder, alternativ, variable Steigung weist zumindest zwei unterschiedliche Steigungshöhen, also radiale Verläufe der Schaufel über ihrer Länge, auf. Vorzugsweise können auch mehr als zwei, ganz besonders zumindest drei, zumindest vier oder mehr unterschiedliche Steigungshöhen vorgesehen werden. Beispielsweise ist eine rein axiale Orientierung (Steigung = 0) der Schaufel am Schaufeleintritt von in etwa 10% des Rohrdurchmessers und am Schaufelaustritt von 10 - 30 % des Rohrdurchmessers eines rohrförmigen Körpers der Separiervorrichtung vorteilhaft.

[0017] Ganz besonders kann die zumindest abschnittsweise ungleichmäßige Steigung im Querschnitt der zumindest einen Schaufel stufenförmig bzw. treppenförmig oder kontinuierlich veränderlich sein. Bei der erstgenannten Steigungsform werden geringe Steigungshöhen oder Steigungshöhen von im Wesentlichen null, also kein axial geneigter Verlauf der Schaufel über ihre, insbesondere eine kurze, Länge, von jeweils demgegenüber erhöhten Steigungshöhen abwechselt, um die Stufenform bzw. Treppenform auszubilden.

[0018] Vorteilhafterweise kann die Steigung im Bereich einer dem Einlassabschnitt zugewandten Einlasskante der zumindest einen Schaufel und/oder im Bereich einer dem Auslassabschnitt zugewandten Auslasskante der zumindest einen Schaufel im Wesentlichen gleich Null sein oder um einen Faktor von zumindest fünf, ganz besonders von zumindest zehn, geringer sein als eine maximale Steigung in der zumindest einen Schaufel. Eine derart geringe Steigung bzw. keine oder im Wesentlichen keine Steigung an der Einlasskante vermeidet am Eintritt in die zumindest eine Schaufel unerwünschte Ablösungen, speziell in Kombination mit einer schrägen Einlasskante. An der Auslasskante sorgt die derart geringe Steigung bzw. keine oder im Wesentlichen keine Steigung dafür, den Drall zu entfernen.

[0019] Der zumindest eine Abscheideabschnitt kann vorteilhafterweise durch zumindest eine Abscheidenut an einer Wandung des Trennabschnitts fluidtechnisch mit dem Trennabschnitt, insbesondere dem Strömungsvolumen innerhalb der Separiervorrichtung, verbunden sein. Die Abscheidenut kann in Längsrichtung insbesondere entlang eines Umfangs des Trennabschnitts bzw. quer, ganz besonders im Wesentlichen senkrecht, zur Hauptströmungsrichtung verlaufen. Die Abscheidenut kann entlang eines gesamten Umfangs des Trennabschnitts oder nur eines Teils davon verlaufend ausgebildet sein. Entlang des Umfangs können auch mehrere voneinander beabstandete Abscheidenuten ausgebildet sein. Möglich ist ferner, dass auch entlang der Hauptströmungsrichtung bzw. Längsachse der Separiervorrichtung voneinander beabstandete Abscheidenuten in dem Trennabschnitt ausgebildet sind, sodass Wasser nicht nur entlang des Umfangs des Trennabschnitts an unterschiedlichen Stellen, sondern auch entlang der Länge des Trennabschnitts an unterschiedlichen Stellen abgeschieden werden kann.

[0020] Dabei kann der zumindest eine Abscheideabschnitt vorzugsweise durch zumindest eine Abscheidenut an einer Wandung des Schaufelabschnitts fluidtechnisch mit dem Schaufelabschnitt verbunden sein. Entsprechend ist die Abscheidenut damit weiterhin in dem Trennabschnitt, jedoch im Bereich der zumindest einen Schaufel und damit in dem Schaufelabschnitt angeordnet. Dies ermöglicht vorteilhafterweise, dass Wasser bereits am Schaufelabschnitt selbst abgeschieden werden kann. Nichtsdestotrotz können auch Abscheidenuten abseits vom Schaufelabschnitt in dem Trennabschnitt vorgesehen sein, um auch entlang des weiteren Strömungspfades des Abgases entlang der Hauptströmungsrichtung und in dem Strömungsvolumen ein Abscheiden von Wasser zu ermöglichen.

[0021] Dabei kann der zumindest eine Abscheideabschnitt die Wandung des Trennabschnitts, insbesondere (auch) Schaufelabschnitts, zumindest teilweise umgeben. Insbesondere kann der Abscheideabschnitt eine Außenseite der Wandung des Trennabschnitts zumindest teilweise umgeben. Möglich ist auch, dass der zumindest eine Abscheideabschnitt die Wandung des Trennabschnitts vollständig umgibt. Der Abscheideabschnitt kann bei einem runden Querschnitt des Trennabschnitts folglich als ein ringförmiges Zusatzgehäuse ausgebildet sein, welches um den Trennabschnitt herum angeordnet ist bzw. an diesen anschließt.

[0022] Vorzugsweise kann die Separiervorrichtung zumindest zwei Abscheideabschnitte aufweisen, die entlang der Hauptströmungsrichtung voneinander beabstandet sind. Jeder dieser zumindest zwei Abscheideabschnitte kann dabei jeweils separat voneinander ausgebildet sein. Ganz besonders in Form der zuvor erwähnten ringförmigen Zusatzgehäuse. Dies verringert das Gewicht und den Materialbedarf der Separiervorrichtung gegenüber einem entlang des Trennabschnitts durchgehenden Abscheideabschnitts und ermöglicht gleichzeitig eine Abscheidung von Wasser über die Länge des Trennabschnitts hinweg. Dementsprechend ist es auch möglich, den oder die Abscheideabschnitte mit einer vergleichsweise geringen Größe bzw. kompakt auszuführen. So kann eine jeweilige Breite des Abscheideabschnitts oder der Abscheideabschnitte, welche in Hauptströmungsrichtung messbar ist, nur einen vergleichsweise geringen Anteil an einer ebenfalls in der Hauptströmungsrichtung messbaren Breite des Schaufelabschnitts und/oder des Trennabschnitts ausmachen. So kann die jeweilige Breite des Abscheideabschnitts oder der Abscheideabschnitte beispielsweise höchstens 40 %, ganz besonders höchstens 30 % und ferner ganz besonders höchstens 20 % der Breite des Schaufelabschnitts und/oder des Trennabschnitts betragen. Als Untergrenze wiederum kann die jeweilige Breite des Abscheideabschnitts oder der Abscheideabschnitte beispielsweise zumindest 3 %, ganz besonders zumindest 5 % und ferner

ganz besonders zumindest 7 % der Breite des Schaufelabschnitts und/oder des Trennabschnitts betragen. Außerdem kann der Abscheideabschnitt bzw. zumindest ein Abscheideabschnitt entlang der Breite des Schaufelabschnitts in Hauptströmungsrichtung etwa mittig um den Schaufelabschnitt herum angeordnet sein.

[0023] Ganz besonders kann einer der zumindest zwei Abscheideabschnitte an dem Schaufelabschnitt und ein anderer der zumindest zwei Abscheideabschnitte von dem Schaufelabschnitt entfernt an dem Trennabschnitt angeordnet sein. Dies erlaubt es, sowohl am Schaufelabschnitt selbst, als auch an dem ganz besonders in Hauptströmungsrichtung dahinter gelegenen Trennabschnitt ohne Schaufeln Wasserfilme von der Rohrwandung abzuschneiden.

[0024] Vorteilhaft ist es zudem, wenn der zumindest eine Abscheideabschnitt eine Neutralisationseinheit zur zumindest teilweisen Neutralisation der drallförmigen Strömung innerhalb des zumindest einen Abscheideabschnitts aufweist. Die Neutralisationseinheit kann insbesondere auch zum Zwecke oder zum vorrangigem Zwecke der Energierückgewinnung aus der Hauptströmung und Vermeidung von nachfolgenden Strömungsverlusten in einem nachfolgenden Strömungssystem, ganz speziell in Biegungen einer Rohrführung des Strömungssystems, dienen. Die Neutralisationseinheit kann dabei an oder (direkt) hinter der Abscheidenut angeordnet sein. Dies vermeidet zudem auch, dass das einmal in den oder die Abscheideabschnitte abgeschiedene Wasser wieder entweichen kann und ermöglicht ein optimales Abfließen des einmal abgeschiedenen Wassers innerhalb des oder der Abscheideabschnitte. Der zumindest eine Abscheideabschnitt kann dabei selbstverständlich eine Öffnung aufweisen, die mit einem entsprechenden Ablaufrohr oder dergleichen verbunden oder verbindbar ist, um das abgeschiedene Wasser auch aus dem Abscheideabschnitt zu bewegen, vorteilhafterweise ganz einfach mittels Gravitationskraft abfließen zu lassen, sodass der Separationsprozess der Separiervorrichtung abgeschlossen werden kann.

[0025] Vorteilhafterweise kann die Neutralisationseinheit als eine in ein Abscheidevolumen des zumindest einen Abscheideabschnitts hineinragende Rippe ausgebildet ist. Das Abscheidevolumen ist das Volumen, das von dem Abscheideabschnitt begrenzt wird und dazu in der Lage ist, das abgeschiedene Wasser aufzunehmen, bis es abläuft und damit die Separiervorrichtung verlässt. Durch die Rippe, die sich ganz besonders von der Abscheidenut weg in das Abscheidevolumen erstrecken kann und/oder an der Abscheidenut ansetzen kann, wird eine besonders einfache und kostengünstige Lösung bereitgestellt, die lediglich durch eine entsprechende geometrische Formung im Abscheideabschnitt den möglichen Drall einer Strömung innerhalb des Abscheidevolumens neutralisieren kann.

[0026] Vorteilhaft ist außerdem, wenn ein Strömungsquerschnitt des Trennabschnitts und/oder ein Strömungsquerschnitt des Schaufelabschnitts sich entlang der Hauptströmungsrichtung vergrößernd, und insbesondere konisch, ausgebildet ist bzw. sind. Der Strömungsquerschnitt ist dabei der effektive Querschnitt in dem Strömungsvolumen innerhalb der Separiervorrichtung, der von dem mit Wasser beladenen Abgas durchströmbar ist. Er wird also bei einem runden Trenn- und Schaufelabschnitt insbesondere durch den Innendurchmesser bestimmt. Durch den sich entlang der Hauptströmungsrichtung vergrößernden Verlauf des Strömungsquerschnitts bzw. die insbesondere konische Querschnittsverbreiterung des Trennabschnitts und/oder Schaufelabschnitts kann die Strömungsgeschwindigkeit des Abgases innerhalb des Schaufelabschnitts und/oder innerhalb des Trennabschnitts reduziert werden, um so vorteilhafterweise eine bessere Wasserabscheidung zu erzielen durch eine Reduktion der Strömungsimpulse zugunsten der Gravitationskräfte. Dies kann speziell im Bereich der Umkehr der Steigungsrichtung zur Reduktion der Drallintensität in Anfangsbereich der Neutralisationseinheit hilfreich sein.

[0027] Vorteilhaft ist auch, wenn der Strömungsquerschnitt des Trennabschnitts sich entlang der Hauptströmungsrichtung und hinter seinem sich entlang der Hauptströmungsrichtung vergrößernden Bereich verkleinernd, und insbesondere konisch, ausgebildet ist. Durch eine derartige Verengung, insbesondere konische Verengung, des Trennabschnitts zum Auslassabschnitt hin kann die Strömungsgeschwindigkeit des von Wasser teilweise oder vollständig befreiten Abgases zum Auslassabschnitt hin wieder erhöht werden, insbesondere auf das Niveau einer folgenden

Rohrleitung.

[0028] Vorgesehen sein kann auch, dass die Separiervorrichtung zumindest zwei Schaufelabschnitte aufweist, welche entlang der Hauptströmungsrichtung hintereinander angeordnet sind. Durch eine derartige Aneinanderreihung von Schaufelabschnitten kann vorteilhafterweise die aufgebauete Drallenergie wieder größtenteils zurückgewonnen werden. Ferner kann die Abscheideleistung der Separiervorrichtung noch weiter erhöht werden, da die durch den Anfangsdrall aufschlagende Tröpfchen erzeugten Wandfilme nicht mehr der Hauptströmung vollständig ausgesetzt sind.

[0029] Es kann jedoch auch genügen, wenn nur ein Schaufelabschnitt vorhanden ist. Dieser eine Schaufelabschnitt (oder mehrere Schaufelabschnitte) kann insbesondere mehr als einen vollständigen Umlauf, insbesondere zwei oder mehr Umläufe, von mehreren Schaufeln aufweisen. Unter einem vollständigen Umlauf wird eine vollständige radiale Erstreckung des Schaufelabschnitts mit seinen Schaufeln um die Längserstreckungsachse, also 360° , verstanden. Bei mehr als einem Umlauf können die Schaufeln des Schaufelabschnitts sich die besagten 360° um die Längserstreckungsachse sowie einen weiteren Teilumlauflauf, von beispielsweise 90° oder mehr oder weniger, oder einen weiteren vollständigen Umlauf erstrecken. In diesem Falle sind Schaufeln des Schaufelabschnitts zumindest teilweise in der Hauptströmungsrichtung überlappend bzw. hintereinander angeordnet. Dadurch lässt sich ein längerer Schaufelabschnitt schaffen.

[0030] Ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Brennstoffzellensystem, aufweisend zumindest einen Brennstoffzellenstapel mit einem Anodenabschnitt und einem Kathodenabschnitt, der Anodenabschnitt aufweisend einen Anodenzuführabschnitt zum Zuführen von Anodenzuführgas und einen Anodenabführabschnitt zum Abführen von Anodenabgas, der Kathodenabschnitt aufweisend einen Kathodenzuführabschnitt zum Zuführen von Kathodenzuführgas und einen Kathodenabführabschnitt zum Abführen von Kathodenabgas, weiter aufweisend eine erfindungsgemäße Separiervorrichtung, deren Einlassabschnitt fluidkommunizierend mit dem Anodenabführabschnitt und/oder dem Kathodenabführabschnitt verbunden ist.

[0031] Damit bringt ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem die gleichen Vorteile mit, sich wie sie ausführlich mit Bezug auf die erfindungsgemäße Separiervorrichtung erläutert worden sind.

[0032] Die abgetrennten Abgase aus Anodenabgas und Kathodenabgas können beispielsweise einem Rezirkulationsgasabschnitt zur Rezirkulation in den Anodenzuführabschnitt zugemischt werden. Auch können mehrere Separiervorrichtungen für unterschiedliche Abgasabschnitte des Brennstoffzellensystems separat voneinander betrieben werden. Bei einer Rezirkulation ist vorzugsweise der Gasauslass der Separiervorrichtung mit einer Injektorvorrichtung ausgebildet oder mit dieser fluidkommunizierend verbunden, um eine Injektorfunktionalität für die Rezirkulation zur Verfügung zu stellen.

[0033] Weitere Vorteil, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele im Einzelnen beschreiben sind. Es zeigen schematisch:

[0034] Fig. 1 eine Querschnittsansicht einer Separiervorrichtung,

[0035] Fig. 2 eine schematische Vorderansicht auf einen Teil der Separiervorrichtung aus Fig. 1,

[0036] Fig. 3 ein schematische Ansicht eines Brennstoffzellensystems, und

[0037] Fig. 4a bis 4e Teilansichten von unterschiedlichen Formen von Abscheideabschnitten für die Separiervorrichtung der Fig. 1 und 2.

[0038] Identische oder funktionsgleiche Elemente sind in den Figuren 1 bis 4 jeweils mit demselben Bezugszeichen bezeichnet.

[0039] Figur 1 zeigt schematisch einen Längsschnitt durch ein Beispiel einer erfindungsgemäßen Separiervorrichtung 10, die auch als Wasserabscheider bekannt ist, für den Einsatz in einem

Brennstoffzellensystem 100, wie es beispielhaft in der Fig. 3 gezeigt ist.

[0040] Die gezeigte Separiervorrichtung 10 weist mehrere Abschnitte auf, die hierin als Einlassabschnitt 20, Trennabschnitt 30, Schaufelabschnitt 40, Abscheideabschnitt 50 und Auslassabschnitt 60 bezeichnet werden. Vorliegend ist die Separiervorrichtung 10 als ein einziger Körper 12 bzw. einstückig ausgebildet, sodass sämtliche der vorgenannten Abschnitte einstückig miteinander ausgebildet sind, insbesondere aus demselben Material hergestellt sind, beispielsweise in einem Kunststoffspritzgießverfahren oder Druckverfahren hergestellt sind. Die Abschnitte sind dabei in der genannten Reihenfolge entlang einer Hauptströmungsrichtung H eines Abgases AAG, KAG (siehe Fig. 3), das an einer Einlassöffnung 22 eines Einlassabschnitts 20 eingelassen wird und an einer Auslassöffnung 62 eines Auslassabschnitts 60 ausgelassen wird, hintereinander angeordnet. Entsprechend ist in dem Körper 12 bzw. der Separiervorrichtung 10 ein Strömungsvolumen 14 vorhanden, welches von der Innenseite des Körpers 12 begrenzt wird und von dem Abgas durchströmbar ist.

[0041] Im vorliegenden Beispiel weist die Separiervorrichtung 10 insgesamt einen runden und damit strömungsoptimierten Querschnitt auf bzw. ist die Separiervorrichtung 10 mit ihrem Körper 12 rohrförmig ausgebildet. Die Separiervorrichtung 10 kann entsprechend als ein Rohreinsatzstück oder Rohreinsatzteil bezeichnet werden, welches sich entsprechend einfach an entsprechende Rohre, insbesondere von einem Anoden- oder Kathodenabführabschnitt, in einem Brennstoffzellensystem 100 anschließen lässt.

[0042] Die Separiervorrichtung 10 hat ferner eine Längserstreckung entlang einer Längserstreckungsachse X, die zugleich eine Symmetrieachse der Separiervorrichtung 10 ist, sodass die Separiervorrichtung 10 symmetrisch gegenüber der Längserstreckungsachse X ausgebildet ist. Die Hauptströmungsrichtung H verläuft entlang der Längserstreckungsachse X. Dabei bezeichnet die Hauptströmungsrichtung H die Richtung der hauptsächlichen Strömung vom Einlassabschnitt 20 zum Auslassabschnitt 60.

[0043] Die Funktion der Separiervorrichtung 10 ist nun derart, dass das Abgas AAG, KAG zunächst in den Einlassabschnitt 20 eingelassen wird. Das Abgas AAG, KAG ist mit Wasser(tropfen) beladen, welches mittels der Separiervorrichtung 10 von dem Abgas separiert bzw. abgetrennt werden soll.

[0044] Dazu weist die Separiervorrichtung den Trennabschnitt 30 auf. Innerhalb des Trennabschnitts 30 bzw. als Teil des Trennabschnitts 30 ist der Schaufelabschnitt 40 vorgesehen, der sich neben einem optional anderen Querschnitt bzw. Querschnittsverlaufs insbesondere dadurch vom restlichen Trennabschnitt 30 unterscheidet, dass in dem Schaufelabschnitt 40 mehrere Schaufeln 41 angeordnet sind. Die Schaufeln 41 erstrecken sich einerseits von einer Mitte 45, die deckungsgleich mit der Längserstreckungsachse X ist, in die gezeigte radiale Richtung R nach außen bis zu einer Innenseite der Wandung 46 (die Innenseite ist mit dem Bezugszeichen 46 angedeutet). Andererseits erstrecken sich die Schaufeln 41 aber auch jeweils innerhalb des Schaufelabschnitts 40 entlang der Längserstreckungsachse X.

[0045] Die Schaufeln 41 dienen dem Erzeugen einer drallförmigen Strömung des Abgases AAG, KAG innerhalb des Schaufelabschnitts 40 und insgesamt des Trennabschnitts 30, sodass das Wasser in dem Abgas an die Innenseite der Wandung 46 abgeleitet werden kann, wo ein Wandfilm entsteht. Dieses Wasser wird von, in diesem Beispiel der Separiervorrichtung 10 beispielhaft, drei Abscheideabschnitten 50 aufgenommen, die jeweils um einen Umfang des Trennabschnitts 30 herum angeordnet sind.

[0046] Ein erster Abscheideabschnitt 50 ist um den Schaufelabschnitt 40 mit den Schaufeln 41 herum angeordnet. Ein zweiter Abscheideabschnitt 50 ist in Hauptströmungsrichtung H hinter dem Schaufelabschnitt 40 und davon beabstandet angeordnet, nämlich ganz besonders in einem sich hinsichtlich seines Querschnitts konkav verjüngenden Bereich des Trennabschnitts 30. Ein dritter Abscheideabschnitt 50 ist hier an einem in Hauptströmungsrichtung H vor dem Auslassabschnitt 60 befindlichen Bereich angeordnet, der wiederum einen konstanten Querschnitt aufweist.

[0047] Die Abscheideabschnitte 50 weisen jeweils Ausscheidevolumina 56 auf, welche mittels

entsprechender Abscheidenuten 52, die entlang des Umfangs der Wandung 46 des Schaufelabschnitts 40 bzw. der Wandung 32 des Trennabschnitts 30 verlaufen, fluidtechnisch mit dem Strömungsvolumen 14 verbunden sind. In den Abscheideabschnitten 50 sind jeweils Neutralisationseinheiten 54 zur zumindest teilweisen Neutralisation der drallförmigen Strömung innerhalb der Abscheideabschnitte 50 vorgesehen, die vorliegend als Rippen ausgebildet sind, die in die Abscheidevolumina 56 hineinragen.

[0048] Die einzelnen Abscheideabschnitte 50 werden hier beispielhaft durch einen gemeinsamen Drainageablauf 58 (gestrichelt eingezeichnet) miteinander verbunden, der vorliegend durch mehrere Leitungen gebildet ist, die miteinander verbunden sind. Der Drainageablauf 58 kann seinerseits wiederum eine (nicht gezeigte) Öffnung haben oder zu einer solchen führen, aus der das gesammelte Wasser abfließen kann.

[0049] Der Querschnitt der Separiervorrichtung 10, der durch den Innendurchmesser D2 bestimmt wird, vergrößert sich im Bereich des Schaufelabschnitts 40 entlang der Hauptströmungsrichtung H konisch. Auch im Bereich des Trennabschnitts 30 hinter dem Schaufelabschnitt 30 ist dies der Fall, wie am gegenüber dem Innendurchmesser D2 des Schaufelabschnitts 40 größeren Innendurchmesser D1 des Trennabschnitts 30 erkennbar ist.

[0050] Figur 2 zeigt schematisch eine Vorderansicht auf den Schaufelabschnitt 40 bei Weglassen des Einlassabschnitts 20, sodass der Schaufelabschnitt 40 mit dem Verlauf der Schaufeln 41 in der radialen Richtung R besonders gut sichtbar wird. Wie zu sehen ist, erstrecken sich die Schaufeln 41 jeweils in radialer Richtung von der Mitte 45 hin zur Innenseite der Wandung 46 des Schaufelabschnitts 40. Dabei weisen sie einen gekrümmten, insbesondere spiralförmigen, Verlauf auf. Die Krümmung der Schaufeln 41 entlang der radialen Richtung ist dabei derart aufeinander abgestimmt, dass sie jeweils der gezeigten Umfangsrichtung U folgt, also rückwärtsgekrümmt sind. Dadurch kann bewirkt werden, dass die Hauptströmung die Wandfilme radial nach außen treibt.

[0051] Die Schaufeln 41 weisen ferner jeweils Einlasskanten 42 auf, die zum Einlassabschnitt 20 zeigen, und Auslasskanten 43 auf, die zum Auslassabschnitt 60 zeigen. Die Einlasskanten 42 und Auslasskanten 43 der Schaufeln 41 sind jeweils abgeschrägt, insbesondere gefast, ausgebildet. Ferner sind die Schaufeln 41 mit einer ungleichmäßigen, insbesondere kontinuierlich veränderlichen, Steigung 44 in der radialen Richtung R und entlang der Längserstreckungsachse X ausgebildet.

[0052] Figur 3 zeigt ein Beispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems 100. Das Brennstoffzellensystem 100 ist mit einem Brennstoffzellenstapel 110 ausgestattet. Dieser Brennstoffzellenstapel 110 weist einen Anodenabschnitt 120 und einen Kathodenabschnitt 130 auf. Anodenzuführgas AZG wird über den Anodenzuführabschnitt 122 dem Anodenabschnitt 120 zugeführt. In ähnlicher Weise wird Kathodenzuführgas KZG über den Kathodenzuführabschnitt 132 dem Kathodenabschnitt 130 zugeführt. Anodenabgas AAG wird über den Anodenabführabschnitt 124 und Kathodenabgas KAG über den Kathodenabführabschnitt 134 abgeführt.

[0053] Bei dem Beispiel des Brennstoffzellensystems der Figur 3 ist nun im Anodenabführabschnitt 124 eine Separiervorrichtung 10 gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt und kann ein Abtrennen von Wasser und damit ein Trocknen des Anodenabgases AAG als Abgas gewährleisten. Selbstverständlich kann in gleicher oder ähnlicher Weise eine Separiervorrichtung 10 auch in dem Kathodenabführabschnitt 134 angeordnet sein. Das getrocknete Abgas, sowohl Anodenabgas AAG als auch Kathodenabgas KAG, können als Rezirkulationsgas nun dem Anodenzuführabschnitt 122 zugeführt werden oder aber als gemeinsames Abgas an die Umgebung entlassen werden.

[0054] Die Figuren 4a bis 4e zeigen unterschiedliche Ausführungsvarianten bzw. Formen der Abscheideabschnitte 50 der Separiervorrichtung 10. Während die Separiervorrichtung 10 aus Fig. 1 mit der Abscheidenut 52 und der Neutralisationseinheit 54 in Form der in das Abscheidevolumen 56 des zumindest einen Abscheideabschnitts 50 hineinragende Rippe ausgebildet ist, zeigt Fig. 4a eine alternative Variante, bei der die Abscheidenut 52 in dem Körper 12 gerade geformt

ist und ohne Neutralisationseinheit 54 ausgestattet ist. Fig. 4b zeigt wiederum eine andere Variante, bei der die Abscheidenut 52 durch Abscheidenut-verlängernde Abschnitte 55 an dem Körper 12 verlängert ist. Die Abschnitte 55 können einstückig mit dem Körper 12 ausgebildet sein oder nachträglich angebracht worden sein. Diese verhindern ein Rückströmen und reduzieren den Durchsatz unter Einhaltung von minimalen Nutenbreiten der Abscheidenut 52 aus der Fertigung. Die Variante der Fig. 4c zeigt eine Kombination aus rippenförmiger Neutralisationseinheit 54 an einer Seite der Abscheidenut 52 und Abscheidenut-verlängerndem Abschnitt 55 an der anderen Seite der Abscheidenut 52. Die Variante der Fig. 4d wiederum zeigt eine sich entlang ihrer Länge verjüngende, insbesondere konisch verlaufende, Abscheidenut 52. Die Variante der Fig. 4e ist eine Erweiterung der Variante der Fig. 4d um entsprechende Abscheidenut-verlängernde Abschnitte 55, welche die konische Abscheidenut 52 in ihrer konischen Form in das Abscheidevolumen 56 hinein verlängern. Aus den Fig. 4a bis 4e ist es ersichtlich, dass die Abscheidenut 52 im Schnitt eine im Wesentlichen orthogonal (sprich einen Winkel von etwa 90 ° einschließt) zur Hauptströmungsrichtung in der Separiervorrichtung 10 verlaufende Strömungsrichtung aufweist. Grundsätzlich kann es jedoch auch vorteilhaft sein, wenn die Abscheidenut 52 einen Winkel größer oder kleiner als 90 ° mit der Separiervorrichtung 10 ausbildet, sprich in oder entgegen der Hauptströmungsrichtung geneigt ist. Günstig kann es auch sein, wenn der Körper 12 zumindest teilweise in die Separiervorrichtung 10 selbst hinein ragt.

[0055] Die voranstehenden Erläuterungen der Ausführungsformen beschreiben die vorliegende Erfindung ausschließlich im Rahmen von Beispielen.

BEZUGSZEICHENLISTE

| | |
|-----|---|
| 10 | Separiervorrichtung |
| 12 | Körper |
| 14 | Strömungsvolumen |
| 20 | Einlassabschnitt |
| 22 | Einlassöffnung |
| 30 | Trennabschnitt |
| 32 | Wandung |
| 40 | Schaufelabschnitt |
| 41 | Schaufel |
| 42 | Einlasskante |
| 43 | Auslasskante |
| 44 | Steigung |
| 45 | Mitte |
| 46 | Wandung |
| 50 | Abscheideabschnitt |
| 52 | Abscheidenut |
| 54 | Neutralisationseinheit |
| 55 | Abscheidenut-verlängernder Abschnitt |
| 56 | Abscheidevolumen |
| 58 | Drainageablauf |
| 60 | Auslassabschnitt |
| 62 | Auslassöffnung |
| 100 | Brennstoffzellensystem |
| 110 | Brennstoffzellenstapel |
| 120 | Anodenabschnitt |
| 122 | Anodenzuführabschnitt |
| 124 | Abgasabschnitt, Anodenabführabschnitt |
| 130 | Kathodenabschnitt |
| 132 | Kathodenzuführabschnitt |
| 134 | Abgasabschnitt, Kathodenabführabschnitt |
| H | Hauptströmungsrichtung |
| X | Längserstreckungsachse |
| R | radiale Richtung |
| U | Umfangsrichtung |
| AZG | Anodenzuführgas |
| AAG | Abgas, Anodenabgas |
| KZG | Kathodenzuführgas |
| KAG | Abgas, Kathodenabgas |

Patentansprüche

1. Separiervorrichtung (10) zum Separieren von flüssigem Wasser aus einem Abgas in einem Abgasabschnitt (124, 134) eines Brennstoffzellensystems (100), wobei die Separiervorrichtung (10) aufweist:
 - einen Einlassabschnitt (20) zum Einlassen von mit Wasser beladenem Abgas (AAG, KAG),
 - einen Trennabschnitt (30), welcher dem Einlassabschnitt (20) in einer innerhalb der Separiervorrichtung (10) vorgegebenen Hauptströmungsrichtung (H) des eingelassenen Abgases (AAG, KAG) nachgeordnet ist, zum zumindest teilweisen Trennen des flüssigen Wassers von dem in die Separiervorrichtung (10) eingelassenen Abgas (AAG, KAG),
 - der Trennabschnitt (30) aufweisend einen Schaufelabschnitt (40) mit zumindest einer Schaufel (41) zum Erzeugen einer drallförmigen Strömung des Abgases (AAG, KAG) innerhalb des Trennabschnitts (30),
 - der Trennabschnitt (30) aufweisend zumindest einen Abscheideabschnitt (50) zum Abscheiden des von dem Abgas (AAG, KAG) getrennten flüssigen Wassers aus dem Trennabschnitt (30), und
 - einen Auslassabschnitt (60) zum Auslassen des zumindest teilweise von dem flüssigen Wasser getrennten Abgases (AAG, KAG),**dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Schaufel (41) in ihrer radialen Erstreckung senkrecht zur Hauptströmungsrichtung (H) einen gekrümmten Verlauf aufweist.
2. Separiervorrichtung (10) nach Anspruch 1, wobei die zumindest eine Schaufel (41) sich radial von einer Mitte (45) des Schaufelabschnitts (40) aus in Richtung zu einer Wandung (46) des Schaufelabschnitts (40) erstreckt.
3. Separiervorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die zumindest eine Schaufel (41) in ihrer radialen Erstreckung senkrecht zur Hauptströmungsrichtung (H) einen spiralförmigen Verlauf aufweist.
4. Separiervorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei der Schaufelabschnitt (40) mehrere in ihrer radialen Erstreckung senkrecht zur Hauptströmungsrichtung (H) gekrümmte Schaufeln (41) aufweist, welche entlang einer gemeinsamen Umfangsrichtung (U) um die Hauptströmungsrichtung (H) herum nebeneinander angeordnet sind.
5. Separiervorrichtung (10) nach Anspruch 4, wobei die mehreren Schaufeln (41) entlang ihrer radialen Erstreckung jeweils in Richtung der gemeinsamen Umfangsrichtung (U) gekrümmt sind.
6. Separiervorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei eine dem Einlassabschnitt (20) zugewandte Einlasskante (42) der zumindest einen Schaufel (41) abgechrägt ist.
7. Separiervorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei eine dem Auslassabschnitt (60) zugewandte Auslasskante (43) der zumindest einen Schaufel (41) abgechrägt ist.
8. Separiervorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die zumindest eine Schaufel (41) in ihrer axialen Erstreckung in der Hauptströmungsrichtung (H) zumindest abschnittsweise eine ungleichmäßige Steigung (44) von einer Mitte (45) des Schaufelabschnitts (40) aus zu einer Wandung (46) des Schaufelabschnitts (40) aufweist.
9. Separiervorrichtung (10) nach Anspruch 8, wobei die zumindest abschnittsweise ungleichmäßige Steigung (44) im Querschnitt der zumindest einen Schaufel (41) stufenförmig und/oder kontinuierlich veränderlich ist.
10. Separiervorrichtung (10) nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Steigung (44) im Bereich einer dem Einlassabschnitt (20) zugewandten Einlasskante (42) der zumindest einen Schaufel (41) und/oder im Bereich einer dem Auslassabschnitt (60) zugewandten Auslasskante (43) der zumindest einen Schaufel (41) im Wesentlichen gleich Null ist oder um einen Faktor von

zumindest fünf geringer als eine maximale Steigung (44) in der zumindest einen Schaufel (41) ist.

11. Separiervorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei der zumindest eine Abscheideabschnitt (50) durch zumindest eine Abscheidenut (52) an einer Wandung (32) des Trennabschnitts (30) fluidtechnisch mit dem Trennabschnitt (30) verbunden ist.
12. Separiervorrichtung (10) nach Anspruch 10, wobei der zumindest eine Abscheideabschnitt (50) durch zumindest eine Abscheidenut (52) an einer Wandung (46) des Schaufelabschnitts (40) fluidtechnisch mit dem Schaufelabschnitt (40) verbunden ist.
13. Separiervorrichtung (10) nach Anspruch 10 oder 11, wobei der zumindest eine Abscheideabschnitt (50) die Wandung (32) des Trennabschnitts (30) zumindest teilweise umgibt.
14. Separiervorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die Separiervorrichtung (10) zumindest zwei Abscheideabschnitte (50) aufweist, die entlang der Hauptströmungsrichtung (H) voneinander beabstandet sind.
15. Separiervorrichtung (10) nach Anspruch 14, wobei einer der zumindest zwei Abscheideabschnitte (50) an dem Schaufelabschnitt (40) und ein anderer der zumindest zwei Abscheideabschnitte (52) von dem Schaufelabschnitt (40) entfernt an dem Trennabschnitt (30) angeordnet ist.
16. Separiervorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei der zumindest eine Abscheideabschnitt (50) eine Neutralisationseinheit (54) zur zumindest teilweisen Neutralisation der drallförmigen Strömung innerhalb des zumindest einen Abscheideabschnitts (50) aufweist.
17. Separiervorrichtung (10) nach Anspruch 16, wobei die Neutralisationseinheit (54) als eine in ein Abscheidevolumen (56) des zumindest einen Abscheideabschnitts (50) hineinragende Rippe ausgebildet ist.
18. Separiervorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei ein Strömungsquerschnitt des Trennabschnitts (30) und/oder ein Strömungsquerschnitt des Schaufelabschnitts (40) sich entlang der Hauptströmungsrichtung (H) vergrößernd, und insbesondere konisch, ausgebildet ist.
19. Separiervorrichtung (10) nach Anspruch 18, wobei der Strömungsquerschnitt des Trennabschnitts (30) sich entlang der Hauptströmungsrichtung (H) und hinter seinem sich entlang der Hauptströmungsrichtung (H) vergrößernden Bereich verkleinernd, und insbesondere konisch, ausgebildet ist.
20. Separiervorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die Separiervorrichtung (10) zumindest zwei Schaufelabschnitte (40) aufweist, welche entlang der Hauptströmungsrichtung (H) hintereinander angeordnet sind.
21. Brennstoffzellensystem (100), aufweisend zumindest einen Brennstoffzellenstapel (110) mit einem Anodenabschnitt (120) und einem Kathodenabschnitt (130), der Anodenabschnitt (120) aufweisend einen Anodenzuführabschnitt (122) zum Zuführen von Anodenzuführgas (AZG) und einen Anodenabführabschnitt (124) zum Abführen von Anodenabgas (AAG), der Kathodenabschnitt (130) aufweisend einen Kathodenzuführabschnitt (132) zum Zuführen von Kathodenzuführgas (KZG) und einen Kathodenabführabschnitt (134) zum Abführen von Kathodenabgas (KAG), weiter aufweisend eine Separiervorrichtung (10) gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, deren Einlassabschnitt (20) fluidkommunizierend mit dem Anodenabführabschnitt (124) und/oder dem Kathodenabführabschnitt (134) verbunden ist.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

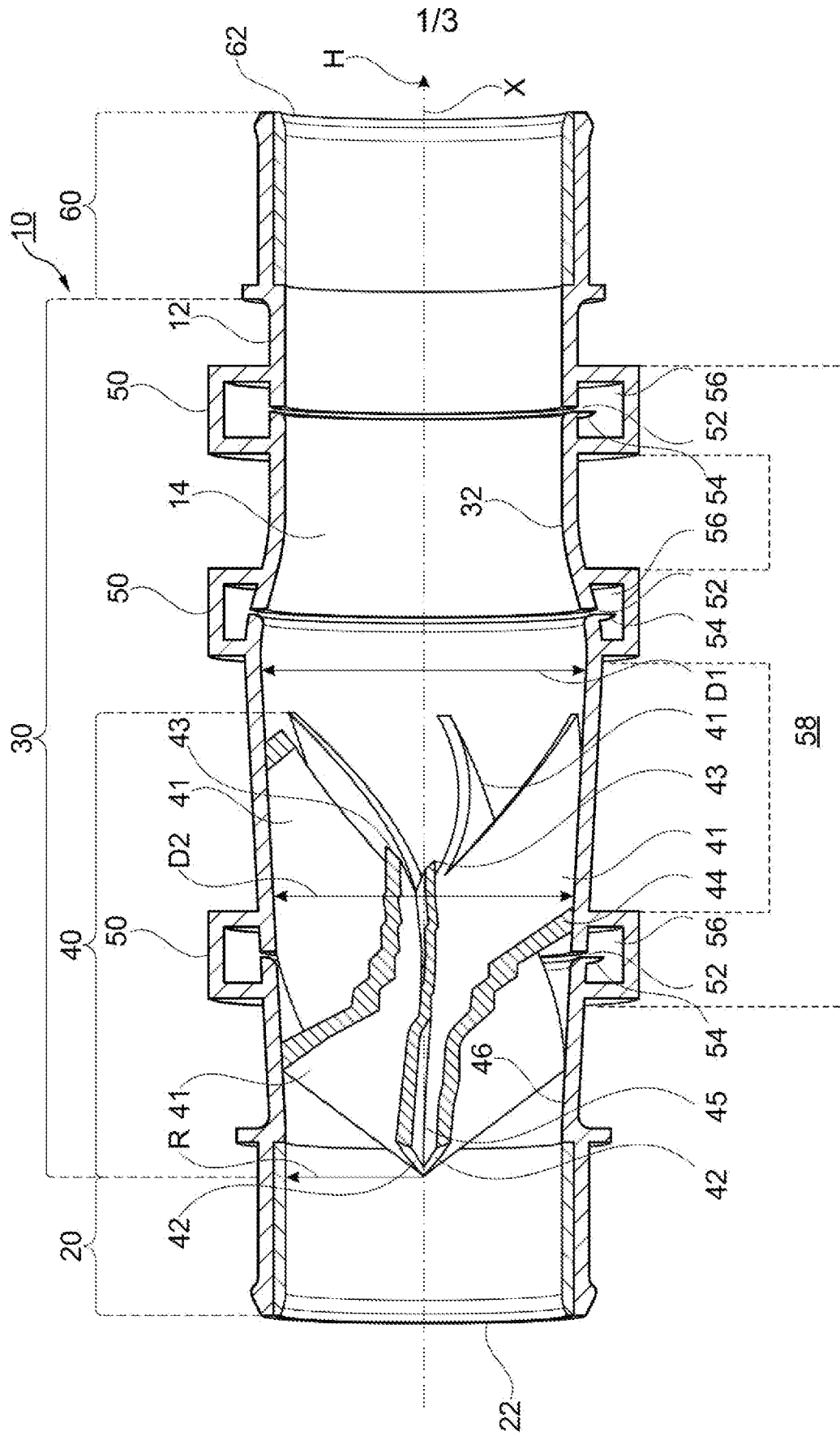


Fig. 1

2/3

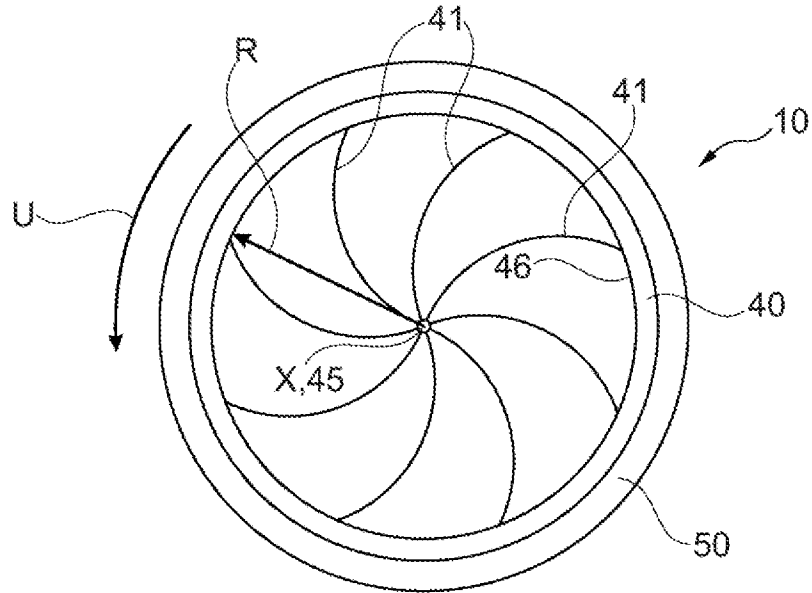


Fig. 2

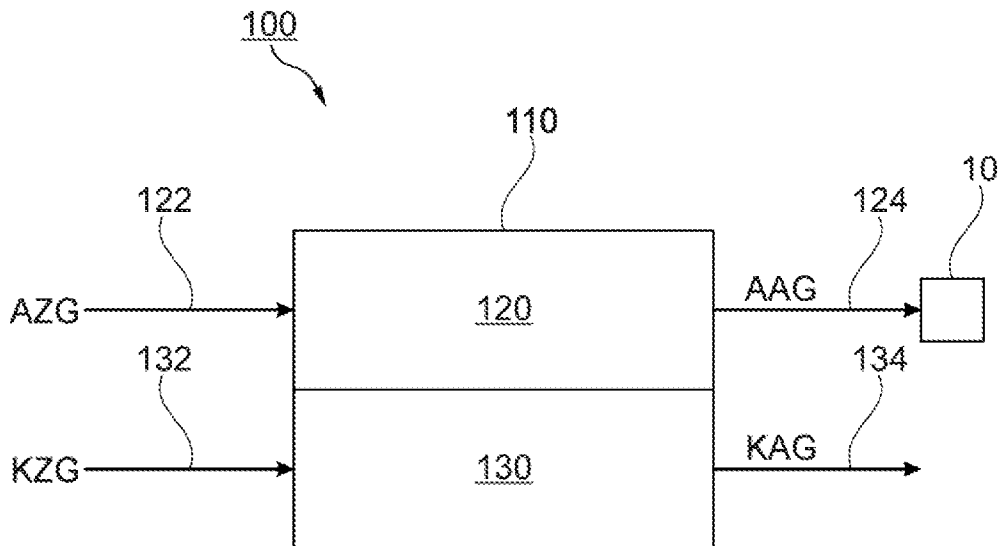


Fig. 3

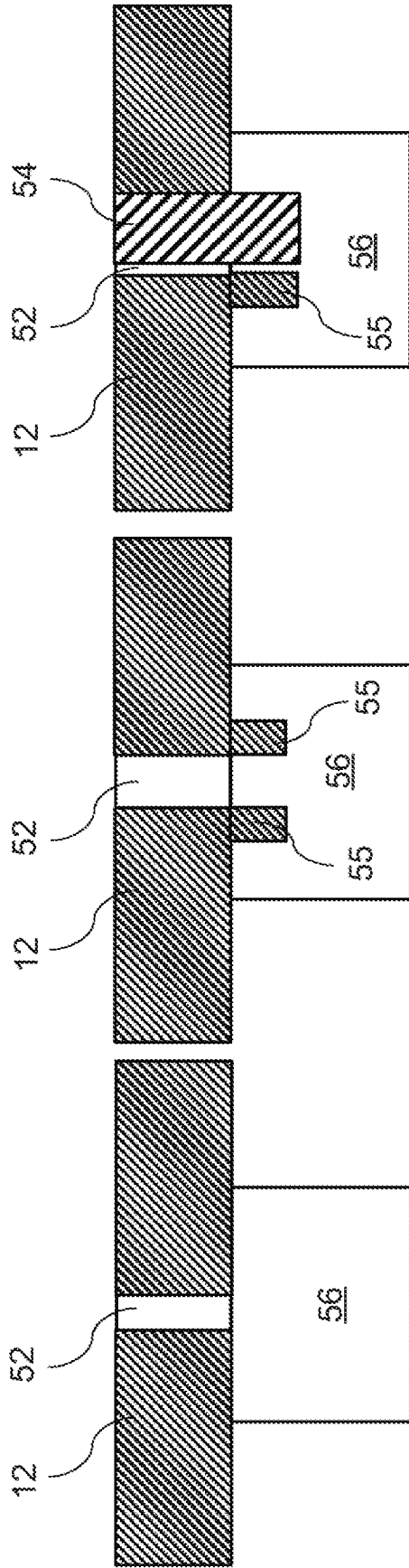


Fig. 4a

Fig. 4b

Fig. 4c

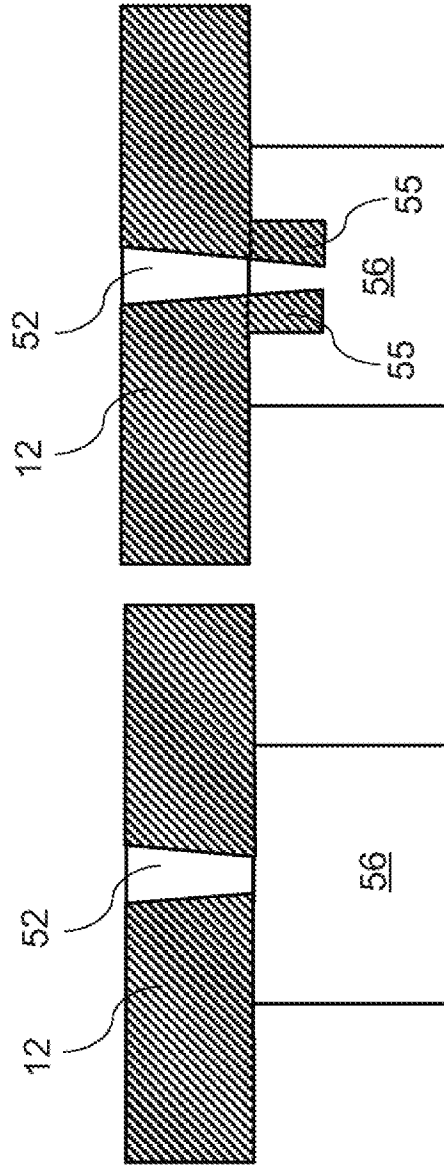


Fig. 4d

Fig. 4e