



(10) **DE 10 2015 225 717 A1** 2017.06.22

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 225 717.7**

(22) Anmeldetag: **17.12.2015**

(43) Offenlegungstag: **22.06.2017**

(51) Int Cl.: **H01M 8/023** (2016.01)

H01M 8/0232 (2016.01)

H01M 8/0234 (2016.01)

H01M 8/1004 (2016.01)

(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

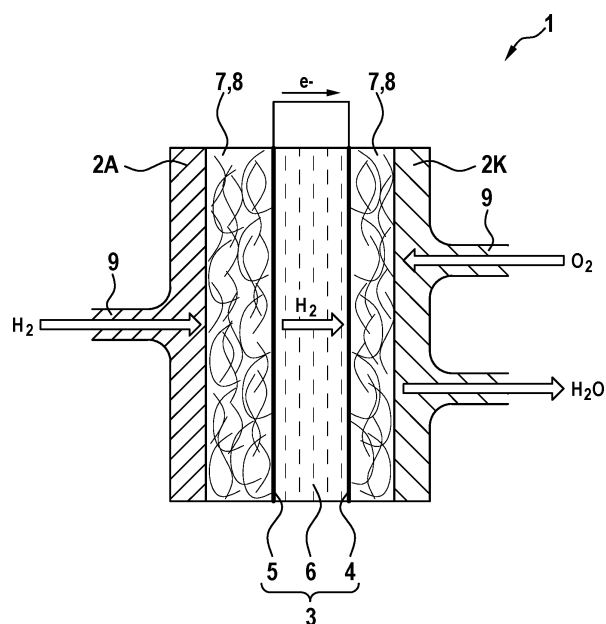
(72) Erfinder:
Hippchen, Silvan, 74372 Sersheim, DE; Rapp, Jürgen, 73733 Esslingen, DE; Weeber, Kai, 71296 Heimsheim, DE; Herweg, Carsten, 70469 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Einsatz von leitfähigen und hochporösen Vliesen als Bipolarplatte in PEM-Brennstoffzellen**

(57) Zusammenfassung: Brennstoffzellenelement (1), mindestens aufweisend zwei Medienverteilereinheiten (2A, 2K) mit einer Medienverteilerstruktur (7) und zumindest eine zwischen den Medienverteilereinheiten (2A, 2K) angeordnete Membran-Elektroden-Einheit (3) mit zumindest einem Kathodenelement (4) und mit zumindest einem Anodenelement (5) und einem zwischen dem Kathodenelement (4) und dem Anodenelement (5) angeordneten Elektrolyt-Membran-Element (6).

Erfindungswesentlich ist vorgesehen, dass zumindest eine Medienverteilereinheit (2A, 2K) ein Vlies (8) als Medienverteilerstruktur (7) aufweist.



Beschreibung**Offenbarung der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellenelement nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Stand der Technik

[0002] Brennstoffzellen, beispielsweise Polymer-elektrolytbrennstoffzellen (PEM-Brennstoffzellen), die eine Betriebstemperatur von niedriger als 120°C aufweisen, sind elektrochemische Energiewandler, bei denen Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) in Wasser (H_2O), elektrische Energie und Wärme gewandelt werden.

[0003] Eine Wiederholungseinheit von Brennstoffzellen bildet einen Brennstoffzellenstack. Der Brennstoffzellenstack besteht in einer planaren Bauform aus aufeinander gestapelten Brennstoffzellen, die als Bipolarplatten (BPP) mit Dichtungen und Membran-Elektrodeneinheiten ausgestaltet sind. Dabei sind die Bipolarplatten als Gleichteile (baugleiche Bauteile) ausgebildet, um die Herstellungskosten möglichst gering zu halten. Die Bipolarplatten weisen Versorgungsöffnungen „Manifolds“ auf. Die Versorgungsöffnungen dienen der Medienversorgung einer jeden Bipolarplatte. Die Reaktionsgase z. B. H_2 und O_2 in der Luft sowie Kühlflüssigkeit werden über eine Medienverteilerstruktur in die Brennstoffzelle, d. h. in den Kathoden- und den Anodenraum der Brennstoffzelle geleitet. Diese Verteilerstruktur ist entweder als Kanal, der in eine Verteilerplatte gefräst ist, oder ist als elektronisch leitfähige poröse Schicht in Form eines Schaums realisiert. Die Verteilerplatte mit dem eingefrästen Kanal und der Schaum mit der Dichtung sind Teile der Bipolarplatte, beispielsweise einer PEM-Brennstoffzelle oder Feststoffpolymer-Brennstoffzelle. Die Bipolarplatte hat zwei wichtige Aufgaben. Zunächst muss sie eine optimale Gasverteilung gewährleisten. Die zweite wichtige Aufgabe ist die elektrische Leitfähigkeit. Der bei der Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff entstehende Strom muss optimal abgeführt werden. Auch eine Korrosionsbeständigkeit der Bipolarplatten ist für die Langlebigkeit der Brennstoffzelle und für dessen optimalen Wirkungsgrad von großer Wichtigkeit. Eine mögliche Korrosion der Verteilerstruktur ist dem Umstand geschuldet, dass das bei der Reaktion in der Brennstoffzelle entstehende chemisch reine Wasser sehr korrosiv ist. Außerdem entsteht im Grenzbereich der Membran (Nafionmembran) ein saures Milieu durch Anlagerung von H_3O^+ Ionen aus dem Wasser an die SO_3^- Gruppe des Nafions. Das durch diese Reaktion gebildete schwefelsaure Milieu im Bereich an der Nafionmembran kann zur Korrosion der Verteilerplatte führen.

[0004] Um eine optimale Medien- oder Fluidverteilung, insbesondere eine optimale Gasverteilung, in der Brennstoffzelle oder in dem Brennstoffzellenstack zu gewährleisten, und um eine optimale Leitfähigkeit der Verteilerstruktur zu gewährleisten, schlägt die vorliegende Erfindung ein Brennstoffzellenelement, mindestens aufweisend zwei Medienverteiler-einheiten mit einer Medienverteilerstruktur und zumindest eine zwischen den Medienverteilereinheiten angeordnete Membran-Elektroden-Einheit mit zumindest einem Kathodenelement und mit zumindest einem Anodenelement und einem zwischen dem Kathodenelement und dem Anodenelement angeordneten Elektrolyt-Membran-Element vor, welches die technische Lehre einschließt, dass zumindest eine Medienverteilereinheit ein Vlies als Medienverteilerstruktur aufweist. Derartige Brennstoffzelle können in ihrer Bauform besonders flach aufgebaut sein.

[0005] Im Sinne der vorliegenden Erfindung bezeichnet ein Brennstoffzellenelement eine Brennstoffzelle. Der Begriff Brennstoffzelle wird daher vorliegend synonym mit dem Begriff Brennstoffzellenelement verwendet. Mehrere gestapelte Brennstoffzellenelemente bilden einen Brennstoffzellenstack.

[0006] Ein Vlies im Sinne der vorliegenden Erfindung umfasst vorteilhaft Fasern, die vorzugsweise zu einem wirren oder richtungsorientierten, mechanisch verfestigten Vlies verarbeitet sind. Die Fasern können geknickte, gebogene oder gefaltete Faserabschnitte von unterschiedlicher Breite und Länge sein und ggf. teilweise stoffschlüssig miteinander verbunden sein.

[0007] Als Ersatz zu mechanisch hergestellten (gefrästen) Gasverteilerplatten (Bipolarplatten) bietet sich vorteilhaft ein Vlies an, das bevorzugt mit Technologien aus der Textilindustrie preiswert herzustellen ist. Unter anderem können vorteilhaft Faserabfälle oder Verschnittabfälle vorzugsweise mittels modifizierter Schneid- und Reißtechnik wieder aufgearbeitet werden. Daher ist die Herstellung eines Vlieses, das als Medienverteilerstruktur in zumindest einer Medienverteilereinheit einer Bipolarplatte eingesetzt wird, aufgrund der recycelbaren Materialien sehr kostengünstig, d. h. überaus ökonomisch gegenüber der Herstellung der bekannten Bipolarplatten, und darüber hinaus aufgrund des Einsparens von Rohstoffen überaus ökologisch. Solche, auch oft als 3D-Gewebe bezeichneten Vliese haben eine gute Porosität, die eine optimale Fluiddurchströmung und insbesondere eine optimale Gasdurchströmung gewährleistet. Solche Vliese können in ihrer Porosität, Faserdichtheit und Vliesdicke an die jeweiligen Rahmenbedingungen leicht angepasst werden.

[0008] Vorteilhaft weist das Vlies eine fluiddurchlässige Struktur auf, die eine Diffusion und Verteilung

eines durch das Vlies geleiteten Mediums gewährleistet, insbesondere wobei das Vlies eine hohe Porosität aufweist. Als Medium soll ganz allgemein ein Fluid, also eine Flüssigkeit oder ein Gas verstanden werden, welches ein Edukt für die Brennstoffzelle oder ein Produkt der Brennstoffzelle ist. Vorteilhaft kann durch die Länge, die Form und/oder durch das Ausrichten der Fasern in dem Vlies die Diffusion und die Verteilung des durch das Vlies geleiteten Mediums beeinflusst, insbesondere gelenkt werden. Durch den Grad der mechanischen Verfestigung der Fasern kann zudem vorteilhaft die Porosität des Vlieses eingestellt werden.

[0009] Vorzugsweise umfasst das Vlies zumindest ein korrosionsbeständiges Material. Das zumindest eine korrosionsbeständige Material dient dabei vorteilhaft zur Aufrechterhaltung der Integrität des Vlieses, d. h. zur Aufrechterhaltung der Porosität, der Diffusion und der Verteilerstrukturen des Vlieses. In einer vorteilhaften Ausgestaltung umfasst das Vlies wenigstens 50%-Anteil bis 80%-Anteil korrosionsbeständige Fasern bezogen auf den Gesamtfaseranteil des Vlieses. In einer bevorzugten Ausgestaltung beträgt der Faseranteil von korrosionsbeständigen Fasern bezogen auf den Gesamtfaseranteil des Vlieses einen Anteil zwischen 80%-Anteil bis 95%-Anteil. In einer ganz besonders bevorzugten Ausgestaltung des Vlieses sind 100%-Anteil der Fasern bezogen auf den Gesamtfaseranteil des Vlieses aus einem korrosionsbeständigen Material gewonnen.

[0010] Das Material des Vlieses, das als Medienverteilerstruktur in zumindest einem Medienverteiler einer Bipolarplatte einer Brennstoffzelle eingesetzt ist, ist vorteilhaft ein elektrisch leitfähiges und korrosionsbeständiges Material. Die elektronische Leitfähigkeit des Vlieses kann dabei vorteilhaft durch den Anteil der aus dem elektrisch leitfähigen und korrosionsbeständigen Material gewonnenen Fasern eingestellt werden. Demzufolge eignet sich für eine besonders hohe elektronische Leitfähigkeit eines als Medienverteilerstruktur in eine Bipolarplatte eingesetzten Vlieses ein Vlies, das einen Anteil von 100% Fasern bezogen auf den Gesamtfaseranteil des Vlieses aufweist, welche aus einem korrosionsbeständigen und elektrisch leitfähigen Material gewonnen werden.

[0011] Um die Attribute der Korrosionsbeständigkeit und der elektrischen Leitfähigkeiten zu erfüllen, umfasst das korrosionsbeständige Material Metall, insbesondere in Form von Metallfasern, oder Kohlenstoff, insbesondere in Form von Kohlenstofffasern. Vorzugsweise kann das erfindungsgemäße Vlies auch eine Kombination von Metallfasern und Kohlenstofffasern umfassen. Dabei kann bspw. ein geringerer Anteil an Kohlenstofffasern zu einem geringeren Gewicht des Vlieses führen. Ist das Augenmerk auf die elektrische Leitfähigkeit des Vlieses gerichtet, kann ein höherer Anteil an Metallfasern vorteilhaft zu einer

besseren elektrischen Leitfähigkeit des Vlieses führen.

[0012] Besonders bevorzugt eignen sich zur Herstellung des erfindungsgemäßen Vlieses Fasern aus einem austenitischen Stahl, bspw. Edelstahlmetallfasern. Als Kohlenstofffasern für das erfindungsgemäße Vlies eignen sich bevorzugt Fasern, die aus Carbonfaserabfall oder aus Carbonverschnittabfall recycelt werden, oder die durch Carbonisierung von Kohlenstoff in einem Pyrolyseprozess gewonnen werden, bzw. der carbonisierte Kohlenstoff das Ausgangsmaterial für die Kohlenstofffasern bildet. Besteht beispielsweise das Vlies aus nahezu reinem Kohlenstoff ist auch eine gute Leitfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit gegeben.

[0013] Vorzugsweise ist das Vlies als Metallvlies oder als Kohlenstoffvlies oder als Metall-Kohlenstoffvlies ausgestaltet. Sowohl das Metallvlies als auch das Kohlenstoffvlies kann Sortenrein, d. h. aus 100% Metallfaseranteil oder aus 100% Kohlenstofffaseranteil bezogen auf den Gesamtfaseranteil des Vlieses ausgestaltet sein. Es können aber auch in dem Metallvlies oder in dem Kohlenstoffvlies Fasern eingearbeitet sein, die nicht aus den Ausgangsmaterialien Metall oder Kohlenstoff gewonnen werden, wie beispielsweise Textil- oder Kunststofffasern. Solche Vliese werden als Mischfaservliese bezeichnet, bei denen der Hauptanteil an Fasern bezogen auf den Gesamtfaseranteil des Vlieses aus Metall- oder Kohlenstofffasern besteht.

[0014] In vorteilhafter Weise ist die Struktur der als Vlies ausgestalteten Medienverteilerstruktur variabel veränderbar. Dabei kann vorteilhaft durch die Veränderung der Struktur des Vlieses, wie bereits oben beschrieben, die Porosität, die Materialdicke und/oder die Dicke der als Vlies ausgestalteten Medienverteilerstruktur variabel verändert werden. In bevorzugter Weise weist das Vlies eine Dicke von 0,2 bis 0,9 cm. In noch bevorzugter Weise weist das Vlies eine Dicke von 0,8 cm bis 1,9 cm auf. In ganz bevorzugter Weise weist das Vlies eine Dicke auf, die es erlaubt beim Einsatz als Medienverteilerstruktur in der Medienverteilereinheit einer Bipolarplatte die Dicke von min. 2,0 cm von Standardbipolarplatten mit gefräster Verteilerstruktur zu unterschreiten. Damit kann durch die Verwendung des erfindungsgemäßen Vlieses als Medienverteilerstruktur in der Medienverteilereinheit zumindest einer Bipolarplatte einer Brennstoffzelle, bspw. einer PEM-Brennstoffzelle oder einer Feststoffpolymer-Brennstoffzelle, die Brennstoffzelle gegenüber den bekannten Brennstoffzellen kleiner und kompakter ausgestaltet werden. Bei Verwendung mehrerer übereinandergestapelter Brennstoffzellen, die zu einem Stack zusammengeschaltet sind, kann der Stack gegenüber den bekannten Stacks deutlich kompakter ausgestaltet werden. Dies generiert für den mobi-

len Einsatz einer solchen Brennstoffzelle Raum und Platz. Insbesondere im automotiven Einsatz kann durch die kompakte Bauweise der erfindungsgemäßen Brennstoffzelle die Anzahl der Brennstoffzellen in einem Fahrzeug und damit auch die Kapazität der aus den Brennstoffzellen hergestellten Brennstoffzellenstacks erhöht werden. Das hat zur Folge, dass die Reichweite eines Fahrzeuges, bspw. eines Elektrofahrzeuges oder eines Hybridfahrzeuges deutlich erhöht werden kann. Zudem sind die als Medienverteilerstruktur eingesetzten Vliese gegenüber den bekannten Medienverteilerstrukturen sehr leicht, so dass die mit diesen Vliesen hergestellten Brennstoffzellen und die aus den Brennstoffzellen hergestellten Brennstoffzellenstacks gegenüber den bekannten Stacks einen signifikanten Gewichtsvorteil aufweisen, was bspw. im automotiven Einsatz der erfindungsgemäßen Brennstoffzellen zu einer massiven Gewichtsreduzierung eines Fahrzeuges führt. Darüber hinaus können die Kosten für die erfindungsgemäßen Brennstoffzellen gegenüber den bekannten Brennstoffzellen reduziert werden, da die Materialien für die Medienverteilerstruktur, die als Vlies ausgestaltet ist, aus recycelten Faserabfällen oder aus Verschnittabfällen gewonnen werden können. Somit weist die mit einem Vlies als Medienverteilerstruktur ausgestaltete Brennstoffzelle gegenüber den bekannten Brennstoffzellen insgesamt Performance Vorteile auf, die es bspw. bei einem Einsatz der erfindungsgemäßen Brennstoffzellen in einem Fahrzeug erlauben, die Reichweite und damit den Einsatzradius des Fahrzeuges deutlich zu erhöhen.

[0015] Vorteilhaft kann das Vlies als Watte-Produkt oder Filz-Produkt (Nadelfilz) auf der Basis von Faservliesen ausgestaltet sein. Die aus Schichten von Vliesen aufgebauten Produkte zählen zu den Vliesstoffen, wenn nicht nur eine oberflächliche, sondern auch im Inneren eine weitgehende Verfestigung der Fasern erfolgt oder wenn zwar vorzugsweise nur die oberflächennahen Schichten, aber dafür vollständig und gleichmäßig verfestigt und geglättet sind. Erzeugnisse mit einer Dichte $< 0,15 \text{ g/cm}^3$ werden danach vorteilhaft zu den Vliesstoffen gerechnet, alle mit gleicher oder höherer Dichte zu den Nadelfilzen. Vorzugsweise lassen sich als Medienverteilerstruktur vorteilhaft Gebilde aus Fasern begrenzter Länge, Endlosfasern (Filamenten), geschnittenen Garnen jeglicher Art und jeglichen Ursprungs oder aus Faserabfällen oder Verschnittabfällen vorzugsweise mittels modifizierter Schneid- und Reißtechnik gewonnene Fasern, welche auf irgendeine Weise zu einem Vlies, zu einer Faserschicht oder einem Faserflor zusammengefügt und auf irgendeine Weise miteinander als „nonwoven“ verbunden werden, verwenden.

[0016] Die vorliegende Erfindung betrifft neben einem Brennstoffzellenelement einen Brennstoffzellenstapel, aufweisend mindestens zwei miteinander in

Reihe angeordnete Brennstoffzellenelemente, insbesondere zwei miteinander in Reihe angeordnete erfindungsgemäße Brennstoffzellenelemente.

[0017] Um hier Wiederholungen bezüglich weiterer Vorteile des erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapels zu vermeiden, wird auf die Beschreibung der vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Brennstoffzellenelements verwiesen und es wird vollumfänglich auf diese zurückgegriffen.

Bevorzugtes Ausführungsbeispiel:

[0018] Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung, welches in der Figur schematisch dargestellt ist. Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung oder den Zeichnungen hervorgehenden Merkmale und/oder Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten, räumlicher Anordnungen und Verfahrensschritte, können sowohl für sich, als auch in verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein. Dabei ist zu beachten, dass die Figur nur beschreibenden Charakter hat und nicht dazu gedacht ist, die Erfindung in irgendeiner Form einzuschränken. Es zeigt in schematischer Darstellung:

[0019] Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellenelement mit jeweils einer anodenseitigen und einer kathodenseitigen Medienverteilereinheit, die als Medienverteilerstruktur ein Vlies umfasst.

[0020] Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellenelement (1). Das Brennstoffzellenelement (1) umfasst ein Kathodenelement (4) und ein Anodenelement (5). Zwischen dem Kathodenelement (4) und dem Anodenelement (5) ist ein Elektrolyt-Membran-Element (6), bspw. eine Nafionmembran angeordnet. Das Kathodenelement (4), das Anodenelement (5) und das Elektrolyt-Membran-Element (6) bilden gemeinsam die Membran-Elektroden-Einheit (3) des Brennstoffzellenelements (1). Links von dem Anodenelement (5) schließt sich eine Medienverteilereinheit (2A) an. Rechts von dem Kathodenelement (4) schließt sich eine Medienverteilereinheit (2K) an. Beide Medienverteilereinheiten (2A, 2K) weisen eine Medienverteilerstruktur (7) auf, die jeweils über eine Versorgungsöffnung „Manifold“ (9) mit Brenngas (Fluid) versorgt wird. Beide Medienverteilereinheit (2A, 2K) weisen ein Vlies (8) als Medienverteilerstruktur (7) auf, welches dazu dient das über die Versorgungsöffnung (9) in die Medienverteilereinheit (2A) oder (2K) eingeleitete Fluid (Brenn-/Reaktionsgas H_2 und O_2) gleichmäßig verteilt in das Anodenelement (5) und das Kathodenelement (4), d. h. in den Brennraum des Brennstoffzellenelements (1) zu leiten. Die als Vlies (8) ausgestaltete Medienverteilerstruktur (7) dient somit erfindungsgemäß als Gasdiffusionsanlage der an das Kathodenelement (4) und

das Anodenelement (5) anschließenden Bipolarplatte des Brennstoffzellenelements (1). Zudem wird über das Vlies (8) elektrische Energie abgeleitet und Reaktionsgase sowie Brennprodukte aus dem Brennraum des Brennstoffzellenelements (1) über die Medienverteilereinheit (2A, 2K), insbesondere über das als Medienverteilerstruktur (7) ausgestaltete Vlies (8) abgeleitet.

Patentansprüche

1. Brennstoffzellenelement (1), mindestens aufweisend zwei Medienverteilereinheiten (2A, 2K) mit einer Medienverteilerstruktur (7) und zumindest eine zwischen den Medienverteilereinheiten (2A, 2K) angeordnete Membran-Elektroden-Einheit (3) mit zumindest einem Kathodenelement (4) und mit zumindest einem Anodenelement (5) und einem zwischen dem Kathodenelement (4) und dem Anodenelement (5) angeordneten Elektrolyt-Membran-Element (6), **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Medienverteilereinheit (2A, 2K) ein Vlies (8) als Medienverteilerstruktur (7) aufweist.

2. Brennstoffzellenelement (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vlies (8) eine fluiddurchlässige Struktur aufweist, die eine Diffusion und Verteilung eines durch das Vlies (8) geleiteten Mediums gewährleistet, insbesondere wobei das Vlies (8) eine hohe Porosität aufweist.

3. Brennstoffzellenelement (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vlies (8) zumindest ein korrosionsbeständiges Material umfasst.

4. Brennstoffzellenelement (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das korrosionsbeständige Material elektrisch leitfähig ist.

5. Brennstoffzellenelement (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das korrosionsbeständige Material Metall, insbesondere in Form von Metallfasern, und/oder Kohlenstoff umfasst, insbesondere in Form von Kohlenstofffasern.

6. Brennstoffzellenelement (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vlies (8) als Metallvlies und/oder als Kohlenstoffvlies ausgestaltet ist.

7. Brennstoffzellenelement (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als korrosionsbeständiges Material zur Herstellung des Kohlenstoffvlieses Carbonfaserabfall, Carbonverschnittabfall und/oder der in einem Pyrolyseprozess carbonisierte Kohlenstoff verwendbar ist, insbesondere wobei der Carbonfaserabfall, der

Carbonverschnittabfall und/oder der in dem Pyrolyseprozess erhaltene carbonisierte Kohlenstoff mittels modifizierter Schneid- und Reißtechnik zur Herstellung des Kohlenstoffvlieses aufarbeitbar ist.

8. Brennstoffzellenelement (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Struktur der als Vlies (8) ausgestalteten Medienverteilerstruktur (7) variabel veränderbar ist, insbesondere wobei über die Veränderung der Struktur die Porosität, die Materialdicke und/oder die Dicke der als Vlies (8) ausgestalteten Medienverteilerstruktur (7) variabel veränderbar ist, insbesondere wobei die Dicke des Vlieses (8) 0,5 cm bis 3 cm umfasst.

9. Brennstoffzellenelement (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vlies (8) als Watte-Produkt oder Filz-Produkt auf der Basis von Faservliesen ausgestaltet ist.

10. Brennstoffzellenstapel, aufweisend mindestens zwei miteinander in Reihe angeordnete Brennstoffzellenelemente (1), insbesondere zwei miteinander in Reihe angeordnete Brennstoffzellenelemente (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

