



## Beschreibung

### BRENNSTOFFZELLENTURM EINES BRENNSTOFFZELLENSYSTEMS, AUFWEISEND EIN GEHÄUSE

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Brennstoffzellenturm eines Brennstoffzellensystems, aufweisend ein Gehäuse und ein Set aus Brennstoffzellentürmen sowie ein Montageverfahren für eine Montage eines solchen Brennstoffzellenturms.

**[0002]** Es ist grundsätzlich bekannt, dass Brennstoffzellensysteme je nach geforderter Leistungsfähigkeit unterschiedlich groß ausgebildet sind. Dabei wird darauf geachtet, dass die einzelnen Bestandteile, vorzugweise modular zusammenfügbar sind. Für das Zurverfügungstellen größerer elektrischer Leistungen ist es bekannt sogenannte Brennstoffzellentürme mit einem oder mehreren Brennstoffzellenstapeln auszustatten, um entsprechend die gewünschte elektrische Leistung durch eine Mehrzahl von Brennstoffzellenstapeln zur Verfügung stellen zu können. Für eine möglichst einfache Montage sind solche Brennstoffzellentürme häufig mit einem Gehäuse versehen, sodass zwei oder mehr Brennstoffzellenstapel innerhalb eines solchen Gehäuses angeordnet und miteinander elektrisch leitend verbunden sein können. Der Brennstoffzellenturm eines solchen Brennstoffzellensystems stellt damit ein Teilmodul des Brennstoffzellensystems dar, welcher mit zwei oder mehr Brennstoffzellenstapeln elektrische Leistung zur Verfügung stellen kann.

**[0003]** Nachteilhaft bei den bekannten Lösungen ist es, dass solche Gehäuse relativ aufwendig ausgebildet sein müssen. Für den Montagevorgang solcher Brennstoffzellentürme ist ein Zugang in den Gehäuseraum notwendig, um nicht nur die Brennstoffzellenstapel in dem Gehäuseraum anzuordnen, sondern sie dort auch für den nachfolgenden Betrieb in der gewünschten Weise elektrisch miteinander zu koppeln. Hierfür sind solche Gehäuse üblicherweise mit Seitenöffnungen ausgestattet, um nach der Anordnung der Brennstoffzellenstapel im Gehäuseraum Zugang für solche Montageschritte zu erhalten. Für den Betrieb des Brennstoffzellenturms ist anschließend eine solche Seitenöffnung zu verschließen, um die sichere und gasdichte Betriebsweise zu gewährleisten.

**[0004]** Nachteilhaft bei den bekannten Lösungen ist der hohe Aufwand, welcher für das Verschließen solcher Seitenöffnungen betrieben werden muss. Da Brennstoffzellenstapel häufig unterschiedliche Formen aufweisen können und darüber hinaus im Betrieb des Brennstoffzellensystems durch die hohen Betriebstemperaturen mit hohen thermischen Ausdehnungen zu rechnen ist, ist ein entsprechend hoher Aufwand für eine solche Verschlussmöglichkeit vorzusehen. Einfache Platten sind hier nicht einsetzbar, sodass je nach tatsächlicher Ausgestaltung der Seitenöffnung eine spezifisch für diese Seitenöffnung ausgebildete geometrische Konstruktion der Seitenwand zur Verfügung gestellt werden muss. Dies führt zu einer Einzelanfertigung mit entsprechend hohen Kosten und hohem Aufwand.

**[0005]** Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die voranstehend beschriebenen Nachteile zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, in kostengünstiger und einfacher Weise eine Abschlussmöglichkeit für eine Seitenöffnung eines Gehäuses eines Brennstoffzellensystems zur Verfügung zu stellen.

**[0006]** Die voranstehende Aufgabe wird gelöst durch einen Brennstoffzellenturm mit den Merkmalen des Anspruchs 1, ein Set mit den Merkmalen des Anspruchs 12 sowie ein Montageverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 13. 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 dem erfindungsgemäßen Brennstoffzellenturm beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Gehäuse sowie dem erfindungsgemäßen Montageverfahren und jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird beziehungsweise werden kann.

**[0007]** Erfindungsgemäß ist ein Brennstoffzellenturm als Teil eines Brennstoffzellensystems vorgesehen. Hierfür weist der Brennstoffzellenturm ein Gehäuse auf, welches mit einem Gehäuse-

innenraum ausgestattet ist. In diesem Gehäuseinnenraum ist zumindest ein Brennstoffzellenstapel angeordnet. Das Gehäuse ist mit wenigstens einer Seitenöffnung ausgestattet, welche mittels einer Seitenwand verschlossen ist. Ein solcher Brennstoffzellenturm zeichnet sich dadurch aus, dass zwischen der Seitenwand, welche die wenigstens eine Seitenöffnung verschließt, und dem zumindest einen Brennstoffzellenstapel zumindest eine komprimierbare Kompressionsschicht angeordnet ist. Diese ist wenigstens abschnittsweise mit dem Brennstoffzellenstapel, wie auch mit der Innenseite der Seitenwand, in abdichtender Weise kontaktierend.

**[0008]** Der erfindungsgemäße Kerngedanke beruht darauf, eine möglichst universell einsetzbare Seitenwand zur Verfügung stellen zu können. Um dies zu gewährleisten wird eine Kompressionsschicht als zusätzliches Bauteil eingeführt. Diese Kompressionsschicht ist komprimierbar, und kann also durch plastische und/oder elastische Verformung sich an die umgebenden Bauteile anpassen. Durch das Einsetzen einer solchen Kompressionsschicht zwischen der Seitenwand und dem Brennstoffzellenstapel kann auf diese Weise ein komprimierbarer Ausgleich zur Verfügung gestellt werden, welcher durch plastische und/oder elastische Verformung erzielbar ist. Mit anderen Worten wird es nun möglich, die Seitenwand unabhängig von der geometrischen Ausgestaltung und Korrelation mit dem zumindest einen Brennstoffzellenstapel zur Verfügung zu stellen. Die gewünschte abdichtende Ausführung innerhalb des Gehäuseinneren wird durch die Kompressionsschicht gewährleistet. Auch wird sichergestellt, dass durch die direkte oder auch indirekte, über andere Bauteile, kontaktierende Ausgestaltung der Kompressionsschicht zwischen dem Brennstoffzellenstapel und Innenseiten der Seitenwand eine Abdichtung für die Betriebsgase der Brennstoffzellenstapel gewährleistet wird. Darüber hinaus ist es vorteilhaft, ein Material zu wählen, welches den Brennstoffzellenstapel nicht beschädigt beispielsweise durch chemische Vorgänge.

**[0009]** Ein solcher Brennstoffzellenturm ist insbesondere ausgebildet als sogenannte offene Kathode oder (im Fall eines SOEC-Systems bzw. Elektrolysesystems) als offene Luftseite. Darunter ist zu verstehen, dass zum Beispiel Luft insbesondere als Kathodengas seitlich, insbesondere quer zur Stapelrichtung, in den Brennstoffzellenturm eingeführt wird. Durch die offene Ausgestaltung der Brennstoffzellenstapel durchströmt dieses Betriebsgas nun von der einen Seite zur anderen Seite entlang einer Durchströmungsrichtung die einzelnen Brennstoffzellenstapel. Dabei ist nun sicherzustellen, dass auch tatsächlich ein möglichst großer Teil dieses Betriebsgases durch die Brennstoffzellenstapel gedrückt wird. Um dies sicherzustellen, ist die erfindungsgemäße Kompressionsschicht in der genannten Weise abdichtend kontaktierend angeordnet, so dass ein unerwünschter Bypass an den Brennstoffzellenstapeln vorbei ausgeschlossen oder zumindest minimiert wird.

**[0010]** Die Seitenwand ist insbesondere derart ausgebildet, dass der Brennstoffzellenturm während des Zusammenbaus nicht beschädigt und/oder deformiert wird.

**[0011]** Neben der Dichtungsfunktion ist eine erfindungsgemäße Kompressionsschicht auch in der Lage, geometrische Ungleichheiten auszugleichen. Diese geometrischen Ungleichheiten können zum Beispiel auf unterschiedlich geformten Außenkonturen der Brennstoffzellenstapel basieren. Für den Betrieb des Brennstoffzellenturms sind Betriebstemperaturen von über 650 °C, insbesondere über 800 °Celsius zu erwarten. Insbesondere aufgrund der Tatsache, dass zwischen einem Ausschaltzustand des Brennstoffzellenturms bei Raumtemperatur und bei der genannten Betriebstemperatur nun fast 1000 Grad Celsius Differenz liegen, ist die Kompressionsschicht auch in der Lage, thermische Änderungen der Ausdehnung entsprechend zu kompensieren. Eine solche Kompressionsschicht kann also auch als thermische Kompensationsschicht bezeichnet werden. Dies ist insbesondere wichtig, wenn kein unerwünschter Bypass an den Brennstoffzellenstapeln vorbei geleitet werden soll.

**[0012]** Wie aus der voranstehenden Erläuterung ersichtlich wird, wird die Ausgleichsfunktionalität nun durch die Kompressionsschicht zur Verfügung gestellt. Dies bedeutet, dass die Seitenwand als universelles modulares Bauteil ausgebildet sein kann, da sie nicht auf unterschiedliche Temperatursituationen, unterschiedliche Längenänderungen oder unterschiedliche geometrische Ausgestaltungen der Brennstoffzellenstapel Rücksicht nehmen muss. Mit anderen Worten kann

die Seitenwand als Standardbauteil ausgebildet sein und so in kostengünstiger und einfacher Weise zur Verfügung gestellt werden. Hierfür kann bevorzugt eine Zugangsplatte vorgesehen sein.

**[0013]** Günstig ist es, wenn im Gehäuseraum wenigstens zwei Brennstoffzellenstapel entlang einer Stapelrichtung übereinander angeordnet sind. Dabei ist die komprimierbare Kompressionsschicht zwischen der Seitenwand, welche die wenigstens eine Seitenöffnung verschließt, und den wenigstens zwei Brennstoffzellenstapeln angeordnet.

**[0014]** Es kann Vorteile mit sich bringen, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellenturm die zumindest eine Kompressionsschicht sich über die gesamte oder im Wesentlichen gesamte Seitenöffnung erstreckt. Dabei kann eine solche Kompressionsschicht einstückig oder mehrstückig ausgebildet sein. Bevorzugt wird über die gesamte Seitenöffnung nun die Funktionalität der Kompressionsschicht zur Verfügung gestellt, sodass zum Beispiel die Seitenwand anschließend größer als die Seitenöffnung ausgebildet ist, um die Seitenöffnung und die darin angeordnete Kompressionsschicht vollständig abzudecken. Für den Montagevorgang kann die Kompressionsschicht nun zum Beispiel in formschlüssiger oder im Wesentlichen formschlüssiger Weise in die Seitenöffnung eingesteckt werden. Auch ist es möglich, dass ein Übermaß hinsichtlich der Seitenöffnung für die Kompressionsschicht vorgesehen ist. Bei einer solchen Übermaßsituation kann die Kompressionsschicht durch das Übermaß in die Seitenöffnungen eingepresst werden und wird durch die flexible Kompressionsfähigkeit nun dort durch das Übermaß gehalten, bis die Seitenöffnung durch die Seitenwand abgedeckt wird. Dies kann grundsätzlich alternativ oder zusätzlich auch über eine Oberseite des Brennstoffzellenturms erfolgen. Hierbei erstreckt sich die Kompressionsschicht folglich alternativ oder zusätzlich über eine Oberseite des Brennstoffzellenturms.

**[0015]** Weitere Vorteile können erzielt werden, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellenturm zumindest zwei Kompressionsschichten zumindest teilweise überlappend, insbesondere vollständig oder im Wesentlichen vollständig überlappend, übereinander angeordnet sind. Solche mehrere Kompressionsschichten können auch als Sandwich-Kompressionsschichten bezeichnet werden. Sie weisen vorzugsweise identische oder im Wesentlichen identische geometrische Erstreckungen auf, sodass sie in ihren überlappenden Bereichen entsprechend die Dicke der gesamten Kombination aller Kompressionsschichten vergrößern. Durch die Kombination und die mehrschichtige Anordnung der Kompressionsschichten kann nun zum Beispiel die innerste Kompressionsschicht in direktem Kontakt mit den Brennstoffzellenstapel stehen. Die äußerste solcher Kompressionsschichten kann dann an der Innenseite die Seitenwand kontaktieren. Somit stellen mehrschichtige Ausgestaltungen vieler Kompressionsschichten die erfindungsgemäßen Vorteile noch flexibler dar. Insbesondere sind die Kosten für die einzelnen Kompressionsschichten auf diese Weise reduzierbar und eine höhere Flexibilität hinsichtlich der flexiblen Auswahl unterschiedlicher Anzahlen an Kompressionsschichten sind hier erzielbar. Auch ist es denkbar, dass durch die unterschiedliche Auswahl von Kompressionsschichten unterschiedliche thermische Voraussetzungen, unterschiedliche thermische Dichten, unterschiedliche thermische Abdichtmöglichkeiten und/oder unterschiedliche Kompressionsfähigkeiten vorgesehen sind. Dies hat den Vorteil, dass dadurch eine mechanische Stabilität gestärkt wird.

**[0016]** Weitere Vorteile kann es darüber hinaus mit sich bringen, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellenturm die zumindest zwei Kompressionsschichten hinsichtlich des Materials der geometrischen Erstreckung und/oder der Struktur identisch oder im Wesentlichen identisch ausgebildet sind. Die identische Ausgestaltung der Kompressionsschichten erlaubt es in beliebiger Weise die Gesamtdicke aller Kompressionsschichten zu verändern, ohne auf den modularen Aufbau verzichten zu müssen. Dies führt zu einer weiteren Kostenreduktion und einer Vereinfachung der Montageschritte eines solchen Brennstoffzellenturms.

**[0017]** Weiter von Vorteil kann es sein, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellenturm eine Druckverteilschicht zwischen der Seitenwand und den wenigstens zwei Brennstoffzellenstapeln angeordnet ist, insbesondere zwischen zwei Kompressionsschichten und/oder zwischen der Kompressionsschicht und der Seitenwand. Eine solche Druckverteilschicht unterscheidet sich

von den Kompressionsschichten insbesondere dadurch, dass sie als steife oder stabile Druckverteilungsschicht ausgebildet ist. Im Verhältnis zu den flexibel komprimierbaren Kompressionsschichten ist also diese Druckverteilungsschicht in der Lage, eine flächige Verteilung des seitlich angebrachten Drucks zu gewährleisten. Dies erlaubt es, eine bessere Vergleichmäßigung, insbesondere zwischen verschiedenen Kompressionsschichten, zur Verfügung zu stellen. Auch eine solche Druckverteilungsschicht ist vorzugsweise in Hochtemperaturlösung ausgebildet, da sie sich im heißen Innenraum als Gehäuseraum des Brennstoffzellensturms befindet.

**[0018]** Vorteile bringt es weiter mit sich, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellenturm die Seitenwand eine flächige Erstreckung aufweist, welche größer als die Seitenöffnung ist, sodass die Seitenwand mit der Seitenöffnung umgebenden Öffnungsrandern überlappt. Solche Öffnungsrandern sind also umgebende Abschnitte, welche zum Beispiel auch mit entsprechenden Montagemöglichkeiten, Bolzenaufnahmen oder Gewindevorgaben vorgesehen sein können. Diese zusätzliche seitliche Überlappung erlaubt einen weiteren Schutz gegen unerwünschte Undichtigkeiten des Gehäuses gegen die Umgebung. Auch wird es auf diese möglich, mit höherer Sicherheit die Dichtigkeit mit einfachen Montageschritten zu gewährleisten, da diese Überlappung einfach von einem Monteur zur Verfügung stellbar ist.

**[0019]** Es kann darüber hinaus Vorteile mit sich bringen, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellenturm die Seitenwand einen Dickenabsatz aufweist für ein wenigstens abschnittsweises Einbringen in die Seitenöffnung. Mit anderen Worten kann eine umlaufende Rippe, aber auch ein kompletter Sprung in der Gesamtdicke der Seitenwand vorgesehen sein. Es ist also nun möglich, diesen Dickenabsatz als Anschlag oder Zentrierhilfe zu verwenden, wenn die Seitenwand zum Verschließen der Seitenöffnung eingesetzt werden kann. Ein solcher Dickenabsatz ist dabei für die Positions- oder Zentrierhilfe, vorzugsweise umlaufend oder im Wesentlichen umlaufend, vorgesehen. Er erleichtert die Positionierung als Montageschritt und führt damit eine verbesserte Führung für den Monteur zu.

**[0020]** Es kann auch vorteilhaft sein, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellenturm die zumindest eine Kompressionsschicht eine thermische Belastungsgrenze aufweist oberhalb der Betriebstemperatur der Brennstoffzellenstapel. Wie bereits mehrfach erläutert, handelt es sich bei einem solchen Brennstoffzellenturm insbesondere um ein Hochtemperaturbrennstoffzellensystem. Da in einem solchen Hochtemperaturbrennstoffzellensystem von Betriebstemperaturen von oberhalb von 800 Grad Celsius ausgegangen werden kann, sind die Materialien für die Kompressionsschicht, aber auch für die bereits erläuterte Druckverteilungsschicht, vorzugsweise ebenfalls hitzebeständig ausgebildet. Ein mögliches Material für eine solche Kompressionsschicht ist unter der Bezeichnung Kaowool bekannt. Dieses kann eingesetzt werden, da es die gewünschte Dichtigkeitsfunktionalität, die gewünschte Kompressionsfunktionalität, wie auch die gewünschte thermische Belastungsgrenze, aufweist. Gleiches gilt entsprechend auch für die genannte Druckverteilungsschicht. Zusätzlich ist es von Vorteil, wenn die zumindest eine Kompressionsschicht eine elektrische Isolierung aufweist und aus einem Material gebildet ist, welches, insbesondere chemisch, mit dem Brennstoffzellenturm kompatibel ist.

**[0021]** Weitere Vorteile kann es ebenfalls mit sich bringen, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellenturm die Brennstoffzellenstapel für einen Betrieb als Hochtemperatur-Brennstoffzellensystem ausgebildet sind. Ein solches Hochtemperatur-Brennstoffzellensystem kann auch als SOFC-System bezeichnet werden. Die Temperaturen sind dabei insbesondere im Bereich von 800 bis 1000 Grad Celsius zu erwarten. Wie ebenfalls bereits angedeutet worden ist, kann eine solche Brennstoffzelle als offene Kathode ausgebildet sein, sodass ein seitliches Durchströmen entlang einer Durchströmungsrichtung, insbesondere quer zur Stapelrichtung, für ein Betriebsgas, insbesondere Luft, zur Verfügung gestellt wird. Grundsätzlich kann ein solches Brennstoffzellensystem auch mit einer geschlossenen Kathode ausgebildet sein.

**[0022]** Der erfindungsgemäße Brennstoffzellenturm kann insbesondere auch mit Elektrolysezellen als sogenanntes SOEC-System ausgebildet sein. Hierbei bildet die Luftseite die Anode und die Brennstoffseite die Kathode. Folglich ist bei einer offenen Ausbildung dann die Luftseite offen ausgebildet. Das SOEC-System kann auch als CO-SOEC oder als reversibles SOEC-System

(kann sowohl im SOEC als auch SOFC Betrieb betrieben werden) ausgebildet sein.

**[0023]** Vorteile bringt es ebenfalls mit sich, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellenturm die Brennstoffzellenstapel eine Durchströmungsrichtung für wenigstens ein Betriebsgas aufweisen, wobei die Seitenwand parallel oder im Wesentlichen parallel zu der Strömungsrichtung ausgerichtet ist. Mit anderen Worten wird nun die Seitenwand keinerlei Zu- oder Abführungen für Betriebsgas aufweisen. Vielmehr ist die Seitenwand als passives Bauteil während der Betriebsweise vorgesehen. Die Seitenwand verschließt ausschließlich die Seitenöffnung, welche ein Hilfsmittel und eine Zugangsmöglichkeit für Montageschritte beim Herstellen und Montieren des Brennstoffzellenturms ist. Durch die Ausgestaltung der Brennstoffzellenstapel in Form einer offenen Kathode wird insbesondere das Betriebsgas in Form von Luft entlang der Durchströmungsrichtung zugeführt. Die Anschlüsse für die Zuluft und die Abluft sind dementsprechend separat von der Seitenöffnung ausgebildet. Die Durchströmungsrichtung kann dabei insbesondere senkrecht zur Stapelrichtung ausgerichtet sein.

**[0024]** Ein Gehäuse für ein Brennstoffzellensystem gemäß der vorliegenden Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass dieses wenigstens eine Seitenöffnung aufweist, welche mit der Seitenwand und an deren Innenseite kontaktierend mit zumindest einer Kompressionsschicht verschlossen ist. Auch hier kann die Kontaktierung mit der Kompressionsschicht in direkter oder indirekter Weise vorgesehen sein.

**[0025]** Weiter Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Set aus zumindest zwei erfindungsgemäßen Brennstoffzellentürmen, wobei die zumindest zwei Brennstoffzellentürme zumindest elektrisch miteinander verbunden sind. Es können auch mehr als zwei Brennstoffzellentürme vorgesehen sein. Die Brennstoffzellentürme sind elektrisch und vorteilhaft auch strömungstechnisch miteinander verbunden und beispielsweise in zumindest einer, zwei oder mehr Reihen angeordnet. Alternativ können diese vorteilhaft auch kreisförmig, sternförmig, ringförmig oder rechteckig angeordnet sein. Sind zumindest zwei Brennstoffzellentürme vorgesehen, kann es günstig sein auf die oben erwähnte Seitenwand zu verzichten.

**[0026]** Ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Montageverfahren für eine Montage eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellenturms. Ein solches Montageverfahren zeichnet sich durch die folgenden Schritte aus:

- Anordnen von wenigstens zwei Brennstoffzellen im Gehäuseraum des Gehäuses,
- Anordnen von zumindest einer Kompressionsschicht in wenigstens einer Seitenöffnung des Gehäuses,
- Verschließen der wenigstens einen Seitenöffnung mit einer Seitenwand, wobei die zumindest eine Kompressionsschicht die wenigstens zwei Brennstoffzellenstapel und eine Innenseite der Seitenwand in abdichtender Weise kontaktiert.

**[0027]** Durch die Herstellung und Montage eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellenturms bringt auch ein erfindungsgemäßes Montageverfahren die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf einen erfindungsgemäßen Brennstoffzellenturm erläutert worden sind. Auch hier kann die kontaktierende Ausgestaltung der Kompressionsschicht zu einem Brennstoffzellenstapel und/oder zur Innenseite in direkter oder in indirekter Weise zur Verfügung gestellt werden.

**[0028]** Ein erfindungsgemäßes Montageverfahren lässt sich dahingehend weiterbilden, dass vor dem Einbringen der zumindest einen Kompressionsschicht ein weiterer Montageschritt an den Brennstoffzellenstapeln durch die wenigstens eine Seitenöffnung hindurch erfolgt. Ein solcher Montageschritt kann zum Beispiel ein elektrisch leitendes Verbinden der einzelnen Montageschichten zur Verfügung stellen. Auch zusätzliche Montageschritte für ein gewünschtes Abdichten, ein Beschweren der einzelnen Brennstoffzellenstapel, aber auch das Einsetzen von elektrischen Isolationsbauteilen, ist hier grundsätzlich denkbar.

**[0029]** Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der

Erfindung im Einzelnen beschrieben sind. Es zeigen schematisch:

- [0030]** Fig. 1 ein erster Schritt eines erfindungsgemäßen Montageverfahrens,
- [0031]** Fig. 2 der Abschluss eines erfindungsgemäßen Montageverfahrens,
- [0032]** Fig. 3 eine Ausführungsform eines Teilabschnitts eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellenturms,
- [0033]** Fig. 4 eine Weiterbildung der Ausführungsform der Figur 3,
- [0034]** Fig. 5 eine Weiterbildung der Ausführungsform der Figuren 3 und 4,
- [0035]** Fig. 6 eine Weiterbildung der Ausführungsform der Figuren 3, 4 und 5.

**[0036]** Anhand der Figuren 1 und 2 wird ein erfindungsgemäßen Montageverfahren näher erläutert, welches einen Brennstoffzellenturm 10 gemäß der vorliegenden Erfindung herstellt. Hier ist gut ein Gehäuse 20 zu erkennen, welches zum Großteil einen Gehäuseraum 22 umschließt. Im Inneren diesen Gehäuseraums 22 sind hier vier Brennstoffzellenstapel 30 angeordnet, welche entlang einer Stapelrichtung SR übereinandergestapelt angeordnet sind. Zur rechten Seite ist das Gehäuse 20 auch mit einer Seitenöffnung 24 versehen, sodass ein Zugang in diesen Gehäuseraum 22 und damit zu den Brennstoffzellenstapeln 30 möglich ist. Dieser Zugang kann zum Beispiel für das Einsetzen der Brennstoffzellenstapel 30 genutzt werden. Insbesondere dient die Seitenöffnung 24 jedoch dazu weitere Montageschritte, zum Beispiel ein Isolieren oder ein elektrisch leitendes Verbinden der Brennstoffzellenstapel 30 zu gewährleisten.

**[0037]** In der Figur 1 ist darüber hinaus noch senkrecht zur Zeichnungsebene die Durchströmungsrichtung DR angegeben. Mit anderen Worten sind die Brennstoffzellenstapel 30 als offene Kathodensysteme ausgebildet, sodass senkrecht zur Zeichnungsebene entlang der Durchströmungsrichtung DR nun Betriebsgas als Kathodengas zu- und abgeführt werden kann. Um eine erwünschte Abdichtung eines Bypasses an den Brennstoffzellenstapeln 30 zu gewährleisten, wird nun ein Montageverfahren zum Verschließen dieser Seitenöffnung 24 durchgeführt.

**[0038]** Die Figur 1 zeigt, dass hierfür im Wesentlichen zwei Baukomponenten benötigt werden. Dabei handelt es sich zum einen um die Kompressionsschicht 50. Diese kann zum Beispiel aus Kaowool ausgebildet sein und kann auf diese Weise die gewünschte flexible Kompressionsfähigkeit mit einer Hitzetemperaturlangleichheit und einer Dichtfunktionalität kombinieren. Diese Kompressionsschicht 50 wird nun in die Seitenöffnung 24 eingesetzt, welche anschließend mit der Seitenwand 40 verschlossen wird. Für das Verschließen ist die Seitenwand 40 hier mit einem Dickenabsatz 44 versehen, welcher dem Monteur hilft, eine zentrierte Positionierung der Seitenwand 40 relativ zu und in der Seitenöffnung 24 zu gewährleisten. Für das Verschließen kontaktiert damit die Innenseite 42 der Seitenwand die Kompressionsschicht 50 und drückt diese damit ebenfalls in kontaktierender Weise an die Brennstoffzellenstapel 30.

**[0039]** Das Ergebnis der voranstehenden Montageschritte ist in Figur 2 dargestellt. Hier ist nun gut zu erkennen, dass nicht nur die Seitenöffnung 24 vollständig verschlossen worden ist, sondern darüber hinaus auch die Kompressionsschicht 50 sich in einer eingeklemmten Position kontaktierend zur Innenseite 42 der Seitenwand 40 und kontaktierend zu den Brennstoffzellenstapeln 30 befindet. Dies erlaubt es, eine mechanisch sichere Positionierung mit einer umlaufenden Abdichtung wie auch einer Variationsmöglichkeit bei thermischen Längenausdehnungen der Brennstoffzellenstapeln 30 zu kombinieren.

**[0040]** In Figur 3 ist schematisch ein Teilschnitt durch eine erfindungsgemäße Anordnung eines Gehäuses 20 gezeigt. Hier ist wieder schematisch ein Teil eines Brennstoffzellenstapels 30 dargestellt, welcher nun kontaktierend über die komprimierbare Kompressionsschicht 50 mit der Seitenwand 40 kraftübertragend verbunden ist.

**[0041]** Die Figur 4 zeigt eine Weiterbildung, bei der zwei Kompressionsschichten 50 vollständig überlappend sandwichartig aufeinander liegen. Die Funktion ist identisch, wobei jedoch hier durch die Verdopplung der Gesamtdicke aller Kompressionsschichten 50 eine entsprechend höhere Kompressionsfähigkeit mit einer entsprechend höheren Ausgleichsfunktion kombiniert worden

ist.

**[0042]** Die Figur 5 zeigt die Verwendung einer Druckverteilschicht 60. Diese ist hier in der Lage, eine zusätzliche Verteilung von Querdrücken, in Figur 5 von links nach rechts oder von rechts nach links, auf die Kompressionsschicht 50 zu gewährleisten. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn, wie in Figur 6 dargestellt, die Druckverteilschicht 60 beidseitig von Kompressionsschichten 50 umgeben ist. In der Figur 6 ist darüber hinaus noch die äußerste Kompressionsschicht 50 dünner ausgebildet, da sie auf diese Weise die Gesamtgeometrie des Brennstoffzellensturms weiter reduzieren kann.

**[0043]** Die voranstehende Erläuterung der Ausführungsformen beschreibt die vorliegende Erfindung ausschließlich im Rahmen von Beispielen.

## BEZUGSZEICHENLISTE

- 10 Brennstoffzellenturm
- 20 Gehäuse
- 22 Gehäuseraum
- 24 Seitenöffnung
- 25 Öffnungsrand
- 30 Brennstoffzellenstapel
- 40 Seitenwand
- 42 Innenseite
- 44 Dickenabsatz
- 50 Kompressionsschicht
- 60 Druckverteilschicht

SR Stapelrichtung

DR Durchströmungsrichtung

## Patentansprüche

1. Brennstoffzellenturm (10) eines Brennstoffzellensystems, aufweisend ein Gehäuse (20), welches einen Gehäuseraum (22) aufweist, in welchem zumindest ein Brennstoffzellenstapel (30) angeordnet ist, wobei das Gehäuse (20) wenigstens eine Seitenöffnung (24) aufweist, welche mittels einer Seitenwand (40) verschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der Seitenwand (40), welche die wenigstens eine Seitenöffnung (24) verschließt, und dem zumindest einen Brennstoffzellenstapel (30) zumindest eine komprimierbare Kompressionsschicht (50) angeordnet ist, welche wenigstens abschnittsweise den Brennstoffzellenstapel (30) und eine Innenseite (42) der Seitenwand (40) in abdichtender Weise kontaktiert.
2. Brennstoffzellenturm (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Gehäuseraum (22) wenigstens zwei Brennstoffzellenstapel (30) entlang einer Stapelrichtung (SR) übereinander angeordnet sind.
3. Brennstoffzellenturm (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Kompressionsschicht (50) sich über die gesamte oder im Wesentlichen die gesamte Seitenöffnung (24) erstreckt.
4. Brennstoffzellenturm (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Kompressionsschichten (50) zumindest teilweise überlappend, insbesondere vollständig oder im Wesentlichen vollständig überlappend, übereinander angeordnet sind.
5. Brennstoffzellenturm (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest zwei Kompressionsschichten (50) hinsichtlich des Materials, der geometrischen Erstreckung und/oder Struktur identisch oder im Wesentlichen identisch ausgebildet sind.
6. Brennstoffzellenturm (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Druckverteilschicht (60) zwischen der Seitenwand (40) und den wenigstens zwei Brennstoffzellenstapeln (30) angeordnet ist, insbesondere zwischen zwei Kompressionsschichten (50) und/oder zwischen einer Kompressionsschicht (50) und der Seitenwand (40).
7. Brennstoffzellenturm (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Seitenwand (40) eine flächige Erstreckung aufweist, welche größer als die Seitenöffnung (24) ist, so dass die Seitenwand (40) mit die Seitenöffnung (24) umgebenden Öffnungsrändern (25) überlappt.
8. Brennstoffzellenturm (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Seitenwand (40) einen Dickenabsatz (44) aufweist für ein wenigstens abschnittsweises Eindringen in die Seitenöffnung (24).
9. Brennstoffzellenturm (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Kompressionsschicht (50) eine thermische Belastungsgrenze aufweist oberhalb der Betriebstemperatur der Brennstoffzellenstapel (30).
10. Brennstoffzellenturm (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Brennstoffzellenstapel (30) für einen Betrieb als Hochtemperatur-Brennstoffzellensystem ausgebildet sind.
11. Brennstoffzellenturm (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Brennstoffzellenstapel (30) eine Durchströmungsrichtung (DR) für wenigstens ein Betriebsgas aufweisen, wobei die Seitenwand (40) parallel oder im Wesentlichen parallel zur der Durchströmungsrichtung (DR) ausgerichtet ist.
12. Set aus zumindest zwei Brennstoffzellentürmen (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest zwei Brennstoffzellentürme (10) zumindest elektrisch miteinander verbunden sind.

13. Montageverfahren für eine Montage eines Brennstoffzellenturms (10) mit den Merkmalen eines der Ansprüche 1 bis 11, aufweisend die folgenden Schritte:
- Anordnen von wenigstens zwei Brennstoffzellen (30) im Gehäuseraum (22) des Gehäuses (20),
  - Anordnen von zumindest einer Kompressionsschicht (50) in wenigstens einer Seitenöffnung (24) des Gehäuses (20),
  - Verschließen der wenigstens einen Seitenöffnung (24) mit einer Seitenwand (40), wobei die zumindest eine Kompressionsschicht (50) die wenigstens zwei Brennstoffzellenstapel (30) und eine Innenseite (42) der Seitenwand (40) in abdichtender Weise kontaktiert.
14. Montageverfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor dem Einbringen der zumindest einen Kompressionsschicht (50) ein weiterer Montageschritt an den Brennstoffzellenstapeln (30) durch die wenigstens eine Seitenöffnung (24) hindurch erfolgt.

**Hierzu 4 Blatt Zeichnungen**

1/4

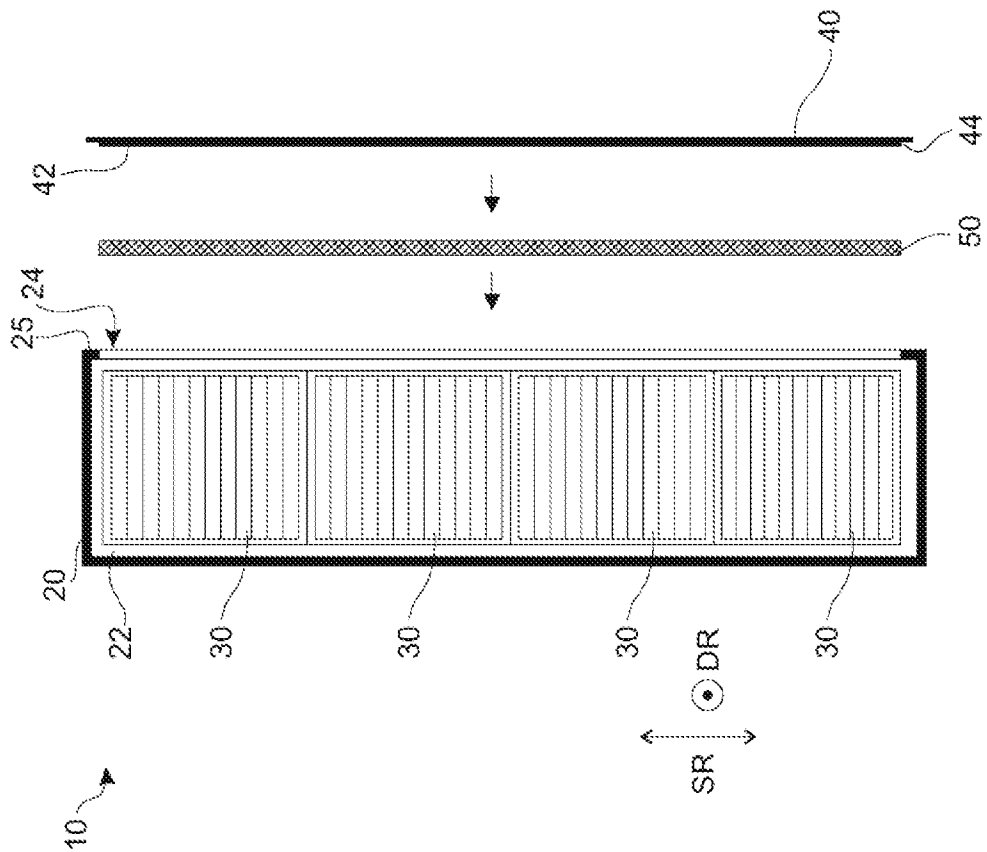
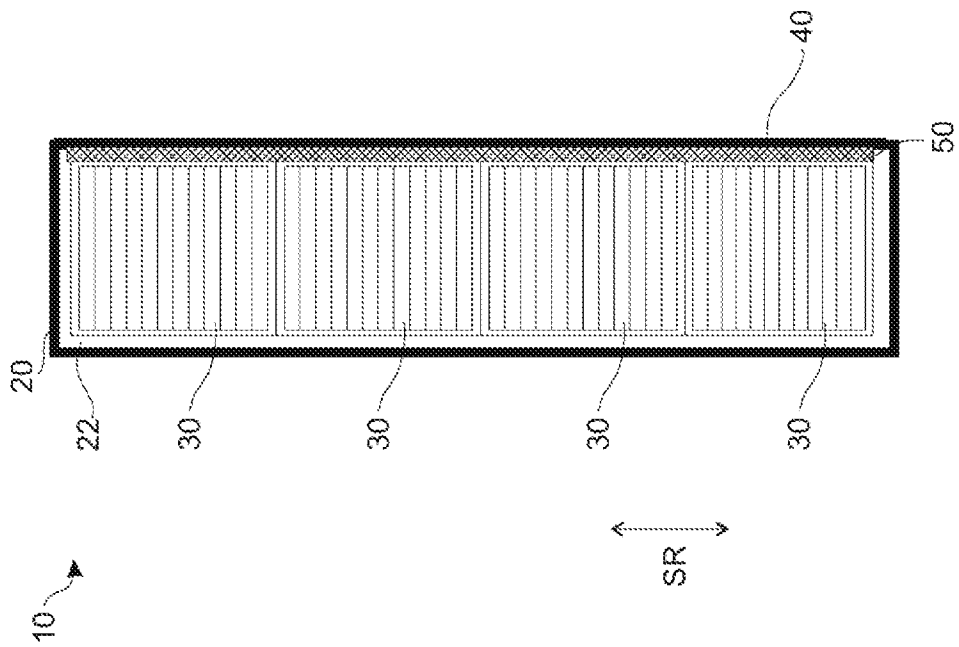


Fig. 1

2/4



3/4

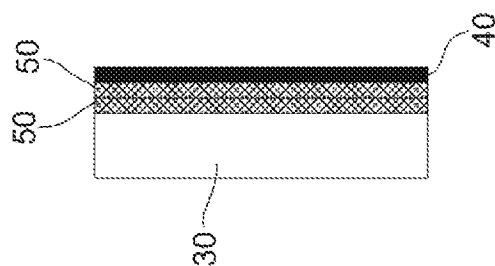


Fig. 4

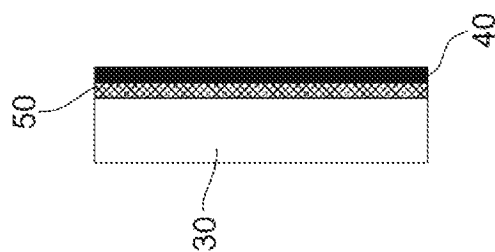


Fig. 3

4/4

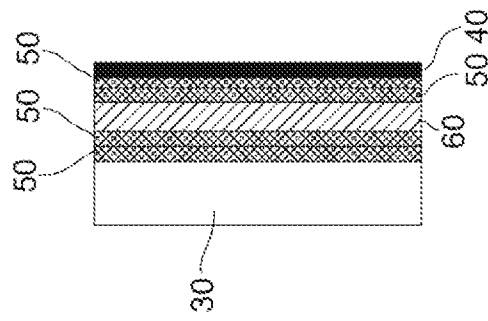


Fig. 6

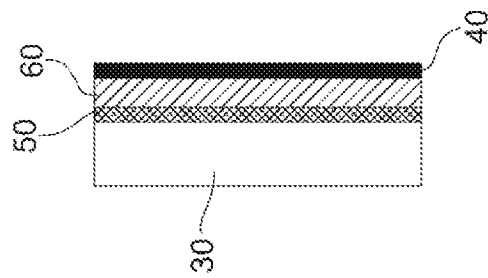


Fig. 5