

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50192/2024
(22) Anmeldetag: 05.03.2024
(43) Veröffentlicht am: 15.03.2025

(51) Int. Cl.: **H01M 8/249** (2016.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 2011183229 A1
AT 526855 B1

(71) Patentanmelder:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Schluckner Christoph Dr.
8042 Graz (AT)
Kometter Bernhard Dipl.-Ing.
8111 Judendorf-Straßengel (AT)
Hadl Klaus Dr.
8010 Graz (AT)

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

(54) **Brennstoffzellensystem**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem (100), insbesondere zur Erzeugung von elektrischem Strom, aufweisend wenigstens zwei Brennstoffzellentürme (10) mit jeweils wenigstens zwei entlang einer Stapelrichtung (SD) aufeinander gestapelten Brennstoffzellenstapeln (20), wobei die wenigstens zwei Brennstoffzellentürme (10) jeweils einen Demontageabschnitt (30) aufweisen für eine Demontage des jeweiligen Brennstoffzellenturms (10) von einer Montagebasis (130) des Brennstoffzellensystems (100) und für einen Austausch des demontierten Brennstoffzellenturms (10).

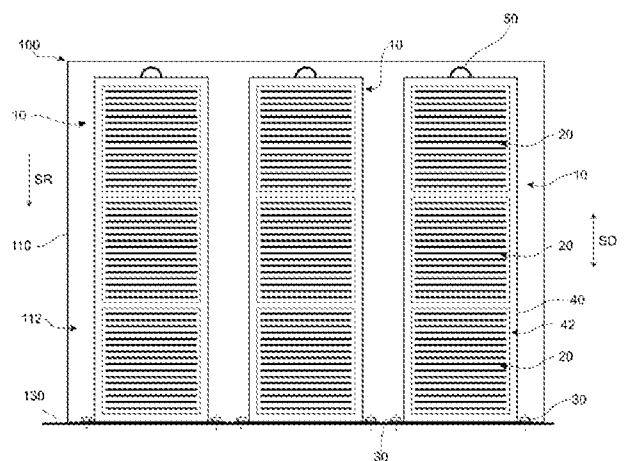


Fig. 1

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem (100), insbesondere zur Erzeugung von elektrischem Strom, aufweisend wenigstens zwei Brennstoffzellentürme (10) mit jeweils wenigstens zwei entlang einer Stapelrichtung (SD) aufeinander gestapelten Brennstoffzellenstapeln (20), wobei die wenigstens zwei Brennstoffzellentürme (10) jeweils einen Demontageabschnitt (30) aufweisen für eine Demontage des jeweiligen Brennstoffzellenturms (10) von einer Montagebasis (130) des Brennstoffzellensystems (100) und für einen Austausch des demontierten Brennstoffzellenturms (10).

Fig. 1

Brennstoffzellensystem

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem, insbesondere zur Erzeugung von elektrischem Strom, sowie ein Demontageverfahren für eine Demontage eines Brennstoffzellenturms bei einem Brennstoffzellensystem.

Es ist bekannt, dass in Brennstoffzellensystemen mehrere Brennstoffzellentürme in modularer Weise zusammengesetzt sind, um unterschiedlich große Mengen an elektrischem Strom zu erzeugen. Die einzelnen Brennstoffzellentürme weisen dabei üblicherweise zwei oder mehr übereinander gestapelte Brennstoffzellenstapel auf, welche wiederum selbst jeweils mehrere Brennstoffzellen aufweisen. In anderen Worten ist jeder Brennstoffzellenstapel ein einzelnes Teilmodul, welches mit anderen Brennstoffzellenstapeln einen Brennstoffzellenturm aufbaut. Die Zusammensetzung eines Brennstoffzellenturms in Form der Anzahl der einzelnen Brennstoffzellenstapel spiegelt auf diese Weise die Möglichkeit der maximal erzeugbaren elektrischen Leistung wider. Wird entsprechend der Einsatzsituation eine noch größere elektrische Leistung benötigt, werden zwei, drei oder beliebig viele Brennstoffzellentürme zusammengefügt in einem einzigen Brennstoffzellensystem, um entsprechend der zu erzeugenden elektrischen Leistung diese auch durch die strukturelle Ausbildung und die Anzahl der Brennstoffzellentürme zur Verfügung zu stellen.

Nachteilhaft bei den bekannten Lösungen ist es, dass in einem solchen modularen Aufbau die Detektion und vor allem der Umgang mit Defekten und/oder einer Degradation in dem Brennstoffzellensystem aufwendig ist. So ist es nicht unüblich, dass über längere Einsatzzeiten bei Brennstoffzellen ein Defekt entsteht. Dieser kann in Folge einer mechanischen Beschädigung, aber auch in Folge von Temperatureinflüssen, Gaseinflüssen oder Ähnlichem entstehen. Dabei kann es sich um reversible, aber auch irreversible Defekte handeln. Tritt nun ein solcher Defekt in einer oder mehrerer Brennstoffzellen auf, so führt dies zu einem Betriebsnachteil für das gesamte Brennstoffzellensystem. In einem solchen Fall muss der Defekt möglichst schnell erkannt und behoben werden. Bei den bekannten Brennstoffzellensystemen beinhaltet dies, dass das gesamte Brennstoffzellensystem heruntergefahren wird. Im nächsten Schritt muss der Brennstoffzellenturm identifiziert werden, in welchem der Defekt aufgetreten ist. Anschließend wird nicht nur das Brennstoffzellensystem, sondern dieser identifizierte Brennstoffzellenturm geöffnet und der Defekt exakt lokalisiert. In einem abschließenden Schritt muss der Defekt möglichst schnell behoben

werden, indem entweder ein reversibler Schädigungsvorgang rückgängig gemacht wird oder ein Brennstoffzellenstapel oder sogar eine einzelne Brennstoffzelle spezifisch am Brennstoffzellensystem ausgetauscht wird.

Ein wesentlicher Nachteil im voranstehend beschriebenen Vorgehen ist der hohe Zeitaufwand. So muss das gesamte Brennstoffzellensystem für die Dauer dieser Detektion und Reparatur stillstehen. Darüber hinaus ist ein hoher Aufwand damit verbunden am verbliebenen Brennstoffzellenturm den Defekt zu suchen und zu reparieren.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die voranstehend beschriebenen Probleme zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, in kostengünstiger und einfacher Weise einen Defekt in einem Brennstoffzellensystem zu beheben.

Die voranstehende Aufgabe wird gelöst durch ein Brennstoffzellensystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Demontageverfahren 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 Brennstoffzellensystem beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Demontageverfahren und jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird beziehungsweise werden kann.

Erfindungsgemäß wird ein Brennstoffzellensystem vorgesehen. Hierfür weist dieses Brennstoffzellensystem wenigstens zwei Brennstoffzellentürme mit jeweils wenigstens zwei entlang einer Stapelrichtung aufeinander gestapelten Brennstoffzellen auf. Ein solches erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem zeichnet sich dadurch aus, dass die wenigstens zwei Brennstoffzellentürme jeweils einen Demontageabschnitt aufweisen für eine Demontage des jeweiligen Brennstoffzellenturms von einer Montagebasis des Brennstoffzellensystems und für einen Austausch des demontierten Brennstoffzellenturms.

Im Rahmen der Erfindung ist das Brennstoffzellensystem insbesondere zur Erzeugung von elektrischem Strom vorgesehen. Das Brennstoffzellensystem gemäß der Erfindung kann allerdings mit Vorteil auch ein Elektrolysesystem sein. Ein entsprechendes Elektrolysesystem weist dann wenigstens zwei Elektroly-

sezellentürme auf, weswegen unter Brennstoffzellentürmen gemäß der Erfindung auch Elektrolysezellentürme verstanden werden können, welche Elektrolysezellen aufweist. Unter einem Brennstoffzellenturm kann im Rahmen der Erfindung insbesondere auch eine Elektrolysezellenturm verstanden werden.

Der erfindungsgemäße Kerngedanke beruht nun darauf, in einem ersten Schritt die Komplexität eines Brennstoffzellensystems an einer definierten Stelle zu erhöhen. Dies wird dadurch erreicht, dass nun jeder einzelne Brennstoffzellenturm einen definierten Demontageabschnitt aufweist. Dieser Demontageabschnitt dient einer definierten Demontagemöglichkeit von der Montagebasis des Brennstoffzellensystems. So kann das Brennstoffzellensystem beispielsweise eine Montageplatte oder eine Montagewanne aufweisen, welche als Montagebasis dient. Diese Montagebasis kann einstückig oder mehrstückig ausgebildet sein. Auf dieser Montagebasis des Brennstoffzellensystems sind nun insbesondere alle Brennstoffzellentürme mit ihrem Demontageabschnitt montiert.

Dieser Demontageabschnitt ist so ausgestaltet, dass er für eine Demontage geeignet ist. Dabei kann es sich um eine reversible oder irreversible Demontage handeln. Unter einer reversiblen Demontage sind Demontageabschnitte zu verstehen, welche insbesondere reversible Demontagemittel aufweisen. Hier kommen beispielsweise Rastverbindungen, Schnappverbindungen, Schraubverbindungen oder Ähnliches zum Einsatz, welche in der Lage sind, nach der erfolgten Demontage und dem Austausch auch für eine Re-Montage geeignet zu sein. Grundsätzlich ist der erfindungsgemäße Kerngedanke jedoch auch dann erzielbar, wenn auch eine irreversible Demontage, also eine zerstörende Demontage, möglich ist. Bei einer solchen Situation, beispielsweise bei der Verwendung von Schweißverbindungen oder Nietverbindungen, werden die Demontageabschnitte und insbesondere diese irreversiblen Demontagemittel teilweise zerstört. Für eine Re-Montage müssen entsprechend neue Montagemittel an den Demontageabschnitten wieder eingesetzt werden.

Der erfindungsgemäße Hauptvorteil liegt darin, dass die erhöhte Komplexität in Form der Demontageabschnitte nun eine gezielte Austauschmöglichkeit für die Brennstoffzellentürme mit sich bringt. So kann, beispielsweise im Rahmen des später noch erläuterten Demontageverfahrens, eine Detektion und Identifikation eines Brennstoffzellenturms erfolgen, in welchem ein Defekt und/oder eine Degradation vorliegt. Dabei ist es zu diesem Zeitpunkt irrelevant, zu wissen, in welchem Brennstoffzellensta-

pel oder in welcher Brennstoffzelle explizit dieser Defekt vorliegt. Auch ist es unerheblich, zu wissen, welche Art von Defekt vorliegt. Durch die Identifikation eines Brennstoffzellenturms, in welchem ein Defekt vorliegt, kann dieser nun explizit und gezielt durch die Demontageabschnitte von der Montagebasis demontiert werden. Nach der Demontage erfolgt ein Herausnehmen dieses defekten Brennstoffzellenturms aus dem Brennstoffzellensystem. Durch diese Demontagemöglichkeit und die Entnahmemöglichkeit des defekten Brennstoffzellenturms kann dieser an anderer Position oder anderer Stelle hinsichtlich des tatsächlichen Defektes weiterbearbeitet werden.

Im Rahmen der Erfindung wird unter einem Defekt insbesondere auch eine Degradation verstanden.

So sind zum Beispiel in einer separaten Detektionssituation ein verbessertes Detektieren und Lokalisieren des Defektes und/oder der Degradation möglich. So kann beispielsweise in einer Laborumgebung der herausgenommene und entfernte Brennstoffzellenturm hinsichtlich der Art des Defektes und des Ortes des Defektes genauer überprüft werden. Auch ist es möglich, in einer solchen Laborumgebung anschließend eine Reparatur dieses Defektes durchzuführen. Dies kann beispielsweise durch gezielten Reparaturbetrieb des Brennstoffzellenturms oder einzelner Brennstoffzellenstapel gewährleistet werden, insbesondere dann, wenn es sich um eine reversible Schädigung handelt. Auch der Austausch einzelner Brennstoffzellen oder einzelner Brennstoffzellenstapel ist hier grundsätzlich im Rahmen der vorliegenden Erfindung möglich.

Sobald eine Reparatur oder weitergehende Detektion stattgefunden hat, kann, wie dies ebenfalls später noch näher erläutert wird, der reparierte Brennstoffzellenturm oder ein neuer und funktionsfähiger Austausch-Brennstoffzellenturm in das Brennstoffzellensystem an die nun freie Position eingesetzt werden. Mit anderen Worten werden die Teilmodule in Form der Brennstoffzellentürme auf diese Weise austauschbar gestaltet, sodass ein geringerer Aufwand für die Demontage und Remontage erreicht werden kann. Nicht zuletzt wird es auf diese Weise möglich, die Standzeit im Betrieb des Brennstoffzellensystems zu reduzieren, da beispielsweise nach der Entnahme eines als defekt identifizierten Brennstoffzellenturms dieser direkt mit Hilfe eines Reserveturms ersetzt werden kann. Der Reserveturm wird nun an Stelle des als defekt identifizierten Brennstoffturms eingesetzt und das Brennstoffzel-

lensystem kann direkt wieder in Betrieb genommen werden. Während das Brennstoffzellensystem also wieder im Stromerzeugungsbetrieb läuft, kann parallel der herausgenommene Brennstoffzellenturm in der beschriebenen Weise, beispielsweise in einer Laborumgebung, hinsichtlich des Defektes näher untersucht oder sogar ein Reparaturvorgang durchgeführt werden.

Es kann Vorteile mit sich bringen, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem der Demontageabschnitt als reversibler Demontageabschnitt ausgebildet ist für eine Montage eines vorher demontierten Brennstoffzellenturms an der Montagebasis. Diese reversible Ausgestaltung beruht insbesondere auf der Benutzung reversibler Montage- und Demontagemittel. Solche können, wie bereits erläutert, zum Beispiel Schraubverbindungen, Rastverbindungen oder Ähnliches sein. Diese Demontagemittel des reversiblen Demontageabschnitts dienen somit nicht nur der Demontage, sondern auch der Re-Montage an der Montagebasis. Dies gilt insbesondere auch dann, wenn der bereits erläuterte Reserve-Brennstoffzellenturm eingesetzt werden soll.

Ebenfalls von Vorteil ist es darüber hinaus, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem der Demontageabschnitt als werkzeugfreier Demontageabschnitt ausgebildet ist. Dabei handelt es sich insbesondere um die Nutzung werkzeugfreier Demontagemittel. So können beispielsweise diese Demontagemittel so integriert sein, dass sie bei der Verbindung und Montage mit Hilfe einer Einrastfunktionalität oder Ähnlichem eine Sicherung der Position des Brennstoffzellenturms mit sich bringen. Auch eine reversible und werkzeugfreie Demontage ist dabei grundsätzlich denkbar, sodass durch ein manuelles Entrasten ohne die Nutzung von Werkzeugen, beispielsweise durch das Lösen einer hintergreifenden Position von Rastmitteln, die Demontage einfach und werkzeugfrei durchgeführt werden kann. Neben Rastmitteln, Schnappmitteln oder ähnlichen Formschlussmitteln können hier insbesondere auch federbelastete Demontagemittel vorgesehen werden, um eine gewünschte Bewegung der einzelnen Demontagemittel beim Demontagevorgang und/oder beim Montagevorgang vorzusehen.

Von Vorteil ist es darüber hinaus, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem die Brennstoffzellentürme jeweils ein Gehäuse mit einem Gehäuseraum aufweisen, wobei die Brennstoffzellenstapel innerhalb des Gehäuseraums angeordnet sind und wobei die Demontageabschnitte wenigstens teilweise, insbesondere

vollständig, außerhalb des Gehäuses angeordnet sind. Wie bereits erläutert worden ist, sind solche Brennstoffzellensysteme im Wesentlichen modular aufgebaut. Teilmodule stellen dabei die einzelnen Brennstoffzellentürme dar. Um diese Modularität besonders einfach zur Verfügung stellen zu können, sind die einzelnen Brennstoffzellentürme bereits für sich genommen im Wesentlichen funktionsfähig und weisen insbesondere dafür geeignete Gehäuse auf. Solche Gehäuse sind mit dem Gehäuseraum ausgestattet, welcher eine gasdichte Abdichtung an die Umgebung gewährleistet. Sind die einzelnen Brennstoffzellenstapel innerhalb der Brennstoffzellentürme beispielsweise mit offenen Kathoden und damit für einen im Wesentlichen offenen Gasstrom ausgebildet, ist diese gasdichte Ausgestaltung der Gehäuse umso wichtiger. Innerhalb des Gehäuseraums können selbstverständlich noch weitere Einbauten vorgesehen sein, insbesondere Sensorik für den Betrieb oder auch die Detektion von Defekten und/oder einer Degradation, wie auch die elektrische Kontaktierung der einzelnen Brennstoffzellen sowie der Brennstoffzellenstapel untereinander. Bei dieser Ausgestaltungsform ist nun insbesondere die Anordnung der Demontageabschnitte außerhalb dieses Gehäuses vorgesehen. Dies erlaubt es, den Zugang zu den Demontagemitteln auch dann, wenn das Gehäuse sich noch in einem geschlossenen Zustand befindet. Mit anderen Worten ist es für die Demontage nun nicht notwendig, das Gehäuse zu öffnen und Zugriff auf den Gehäuseraum zu erlangen. Vielmehr ist es möglich, ohne ein Öffnen des Gehäuses den Demontagevorgang durchzuführen. Jedes Gehäuse weist insbesondere eigene Grundplatte auf, damit die Brennstoffzellenstapel fest im Gehäuse gelagert oder mit dem Gehäuse verbunden sind.

Vorteilhaft kann es auch sein, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem die Brennstoffzellentürme innerhalb einer Einhausung angeordnet sind, wobei die Einhausung insbesondere einen zu öffnenden Zugangsabschnitt aufweist, welcher im geöffneten Zustand einen Zugang zu den Demontageabschnitten erlaubt. In dem übergeordneten System in Form des Brennstoffzellensystems sind nun mehrere Brennstoffzellentürme innerhalb dieser Einhausung angeordnet. Mit anderen Worten schützt diese Einhausung, insbesondere in mechanischer Sicht, die einzelnen Brennstoffzellentürme vor unerwünschten Beeinflussungen. Um nun Zugang zu den Demontagemitteln zu erhalten, welche insbesondere gemäß der Ausführungsform des voranstehenden Absatzes außerhalb der Gehäuse der einzelnen Brennstoffzellentürme angeordnet sind, kann diese Einhausung einen Zugangsabschnitt aufweisen. Dieser Zugangsabschnitt kann zum Beispiel eine Zugangsklappe sein,

welche auf der Vorderseite und/oder der Rückseite einer solchen Einhausung angeordnet ist. Neben einem Aufklappen kann auch ein vollständiges Entfernen und/oder das Vorsehen einer Verlostsicherung für einen solchen Zugangsabschnitt Vorteile mit sich bringen. Auch ist es denkbar, dass für jeden Brennstoffzellenturm ein eigener Zugangsabschnitt vorgesehen ist.

Es kann weitere Vorteile mit sich bringen, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem die Brennstoffzellentürme jeweils wenigstens eine Handhabungsschnittstelle für einen erleichterten Austausch nach der Demontage aufweisen. Ein solcher Handhabungsabschnitt kann zum Beispiel ein Greifhaken sein, mit welchem mit Hilfe eines Krans oder eines anderen Anhebemittels oder Anhebevorrichtung ein Herausheben oder Herausbewegen des demontierten Brennstoffzellenturms aus der demontierten Position möglich ist. Durch das Eigengewicht wird ein Brennstoffzellenturm auch nach der Demontage mit Hilfe des Demontageabschnitts noch in der platzierten Position verweilen. Dies stellt eine ungesicherte, aber durch die Schwerkraft immer noch stabile, Position des Brennstoffzellenturms dar. Durch ein Greifen mit Hilfe einer Handhabungsvorrichtung an der Handhabungsschnittstelle wird es nun möglich, insbesondere unterstützt durch die Mechanik eines Hebekrans oder einer ähnlichen Vorrichtung, den Brennstoffzellenturm in der demontierten Situation zu greifen und aus dieser Position herauszubewegen, insbesondere nach oben herauszuheben.

So kann es weiter Vorteile mit sich bringen, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem nach dem voranstehenden Absatz die wenigstens eine Handhabungsschnittstelle an einer Oberseite des jeweiligen Brennstoffzellenturms angeordnet ist, insbesondere beabstandet von einem an einer Unterseite des Brennstoffzellenturms angeordneten Demontageabschnitts. Mit anderen Worten kann die Unterseite auch als Standfläche bezeichnet werden, sodass der Demontageabschnitt eine Standfläche des Brennstoffzellenturms darstellen kann. Die davon entgegengesetzt ausgerichtete Oberseite, insbesondere mit Bezug auf eine Schwerkraftrichtung in der Einsatzsituation des Brennstoffzellensystems, bildet nun den Ort für die Handhabungsschnittstelle aus. Mit anderen Worten wird es auf diese Weise möglich, zum Beispiel mit einer Kranvorrichtung, an der Handhabungsschnittstelle den Brennstoffzellenturm in der demontierten Situation nach oben aus dem Brennstoffzellensystem herauszuheben. Insbesondere dann, wenn die Brennstoffzellensysteme nicht nur in Reihe, sondern auch mehrere Reihen nebeneinander angeordnet sind, kann ein sol-

ches Herausheben nach oben eine besonders kompakte Bauweise des Brennstoffzellensystems bei gleichbleibend flexibler Demontagefunktionalität zur Verfügung stellen. Darüber hinaus ist ein Herausheben nach oben auch in beengten Platzverhältnissen bei anderen Ausgestaltungsformen des Brennstoffzellensystems in einfacherer Weise möglich.

Es kann darüber hinaus von Vorteil sein, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem die wenigstens zwei Brennstoffzellentürme ihre Betriebsanschlüsse auf einer gemeinsamen Seite aufweisen. Betriebsanschlüsse sind zum Beispiel Sensoranschlüsse, Gasanschlüsse, Elektroanschlüsse oder Ähnliches. Befinden sich viele oder vorzugsweise alle Betriebsanschlüsse auf einer gemeinsamen Seite, so führt dies dazu, dass diese auch von einer gemeinsamen Seite dekontaktiert werden können. Für das Herausheben eines Brennstoffzellenturms aus der Position im Brennstoffzellensystem ist eine Trennung dieser Betriebsanschlüsse von Vorteil oder zumindest teilweise sogar notwendig. Insbesondere dann, wenn diese Betriebsanschlüsse nicht über automatische Trennvorrichtungen verfügen, sondern eine feste und insbesondere mechanisch stabile Verbindung aufweisen. So können beispielsweise Steckverbindungen ein einfacheres Abstecken ermöglichen und bei einer Anordnung auf einer gemeinsamen Seite des Brennstoffzellenturms den Zugang nur von einer Seite benötigen. Insbesondere können hierfür einzelne Zugangsklappen im Gehäuse des jeweiligen Brennstoffzellenturms vorgesehen sein und/oder diese Betriebsanschlüsse zumindest teilweise außerhalb eines Gehäuses des Brennstoffzellenturms angeordnet sein.

Weitere Vorteile kann es mit sich bringen, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem wenigstens eine Bypassvorrichtung vorgesehen ist für einen Bypass, insbesondere aller Betriebsanschlüsse an jeweils einem Brennstoffzellenturm vorbei. Dabei handelt es sich um eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung des Brennstoffzellensystems. So ist es beispielsweise denkbar, dass die einzelnen Betriebsanschlüsse, beispielsweise die Elektroanschlüsse und insbesondere die Gasanschlüsse, so ausgestaltet sind, dass ein Bypass an dem auszutauschenden und zu demontierenden Brennstoffzellenturm vorbei in einfacher Weise zur Verfügung gestellt werden kann. Dies würde es erlauben, auch nach der Demontage und vor allem nach dem Herausheben des defekten und demontierten Brennstoffzellenturms das Brennstoffzellensystem wieder in Betrieb zu nehmen, auch ohne, dass ein Reserveturm eingesetzt werden muss. Als Alternative zum Reserveturm kann auf diese

Weise ein Weiterbetrieb, natürlich mit um den fehlenden Brennstoffzellenturm verminderter elektrischer Leistung, erfolgen. Sobald der demontierte Brennstoffzellenturm repariert und wieder eingesetzt worden ist, kann dieser Bypass aufgehoben und entsprechend der Betrieb in der vollständigen elektrischen Leistungsfähigkeit wieder fortgesetzt werden.

Von Vorteil ist es weiter, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem die Demontageabschnitte bezogen auf eine Schwerkraftrichtung am unteren Ende der Brennstoffzellentürme angeordnet sind. Insbesondere sind sie an oder im Bereich der Unterseite der jeweiligen Brennstoffzellentürme angeordnet, sodass sie einen Teil einer Standfläche oder Standplatte des Brennstoffzellenturms ausbilden. Diese Anordnung korreliert mit der Schwerkraftrichtung und erlaubt es damit, das Positionieren von Montieren und/oder Demontieren zu separieren. Mit anderen Worten kann diese Standfläche die Position auch in einer stabilen Weise beibehalten, wenn die Montage noch nicht erfolgt ist oder die Demontage bereits durchgeführt worden ist. Durch die Schwerkraftrichtung und das Eigengewicht des Brennstoffzellenturms bleibt die Position beibehalten, sofern keine externen Einflüsse, wie Windkraft oder eine Schiefelage des gesamten Brennstoffzellensystems diese Einflüsse zur Verfügung stellen. Mit anderen Worten kann die Montage, wie auch die Demontage, in sicherer Weise durchgeführt werden, da keine Gewichtsübernahme des zu demontierenden Brennstoffzellenturms während der Montage, wie auch während der Demontage, notwendig ist.

Es kann darüber hinaus Vorteile mit sich bringen, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem die Brennstoffzellentürme Detektionsmittel aufweisen für eine Identifikation des Brennstoffzellenturms mit einem darin aufgetretenen Defekt und/oder einer Degradation. Dabei reicht es grundsätzlich aus, den Brennstoffzellenturm zu identifizieren, in welchem der Defekt vorliegt, ohne die exakte Position des Defektes innerhalb des Brennstoffzellenturms zu kennen. So kann beispielsweise die Gesamtspannung an einem solchen Brennstoffzellenturm abgegriffen werden, die Gaszusammensetzung überwacht werden oder ähnliche Detektionen zur Verfügung gestellt sein. Da solche Detektionssensorik für die Erkennung von Defekten und/oder einer Degradation grundsätzlich ein relativ teurer und aufwendiger technischer Vorgang ist, führt die Reduktion dieser Notwendigkeit auf den gesamten Brennstoffzellenturm dazu, dass nur eine solche Detektionsmöglichkeit für den gesamten Brennstoffzellenturm notwendig ist. Die genauere Analyse und Positionierung beziehungs-

weise Lokalisierung des Defekts und/oder der Degradation erfolgt in einer späteren Position, beispielsweise unter Laborbedingungen, wenn der identifizierte, demontierte Brennstoffzellenturm auch ausgetauscht und herausgehoben worden ist.

Darüber hinaus ist es weiter von Vorteil, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem die Montagebasis als Montagewanne ausgebildet ist. Eine solche Montagewanne ist insbesondere eine mechanische Stabilität verbessert. Auch dient sie einem zusätzlichen Schutz gegen mechanische oder fluidische Beeinflussung von außen.

Ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Demontageverfahren für eine Demontage eines identifizierten Brennstoffzellenturms bei einem Brennstoffzellensystem gemäß der vorliegenden Erfindung. Ein solches Demontageverfahren zeichnet sich durch die folgenden Schritte aus:

- Trennen aller Betriebsanschlüsse des identifizierten Brennstoffzellensystems,
- Demontieren des Demontageabschnitts des identifizierten Brennstoffzellenturms von der Montagebasis,
- Entfernen des demontierten Brennstoffzellenturms von der Montagebasis.

Ein erfindungsgemäßes Demontageverfahren bringt die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem erläutert worden sind. Insbesondere erfolgt vor einem solchen Demontageverfahren ein Abschaltvorgang und ein Abkühlvorgang für den Brennstoffzellenturm, um einen sicheren Zugang zu den Betriebsanschlüssen und zum Brennstoffzellenturm ermöglichen. Es kann insbesondere der gesamte Brennstoffzellenturm entfernt werden und anschließend ein einzelner Stapel innerhalb des Brennstoffzellenturms ausgetauscht werden. Auch kann ein Einbringen eines neuen Stapels in den demontierten Brennstoffzellenturm möglich sein und insbesondere anschließend ein Wiedereinbringen des reparierten Brennstoffzellenturms in das Brennstoffzellensystem. Unter dem Trennen aller Betriebsanschlüsse ist zum Beispiel das Dekontaktieren der Elektrik, von Gasanschlüssen und/oder Sensorikanschlüssen zu verstehen.

Es versteht sich, dass das erfindungsgemäße Demontageverfahren auch für eine Demontage eines identifizierten Elektrolysezellenturms bei einem Elektrolysesystem gemäß der vorliegenden Erfindung geeignet ist.

Es kann vorteilhaft sein, wenn bei einem erfindungsgemäßen Demontageverfahren der entfernte Brennstoffzellenturm einer Fehlerdiagnose unterzogen wird für eine Lokalisierung eines Fehlers. Dies kann zum Beispiel unter Laborbedingungen abseits vom Brennstoffzellensystem erfolgen. Dies gilt insbesondere dann, wenn eine detaillierte Sensorik die exakte Lokalisierung eines Defekts und/oder einer Degradation im Sinne eines defekten Brennstoffzellenstapels oder sogar exakt einer einzelnen Brennstoffzelle erfolgen soll.

Ebenfalls von Vorteil ist es weiter, wenn bei einem erfindungsgemäßen Demontageverfahren an der Position des entfernten Brennstoffzellenturms ein funktionsfähiger Brennstoffzellenturm montiert wird. Dabei kann es sich auch um einen sogenannten Reserve-Brennstoffzellenturm handeln. Hier ist gut ersichtlich, dass pro Brennstoffzellensystem oder pro Bereich, in dem mehrere Brennstoffzellensysteme arbeiten, ein einzelner Reserve-Brennstoffzellenturm ausreicht. Sobald der Reserve-Brennstoffzellenturm den demontierten Brennstoffzellenturm ersetzt hat, kann dieses Brennstoffzellensystem weiter betrieben werden. Parallel wird unter Laborbedingungen zum Beispiel der ausgetauschte und demontierte Brennstoffzellenturm analysiert und vorzugsweise repariert. Sobald dieser reparierte Brennstoffzellenturm die Laborbedingungen wieder verlassen hat, kann er für zukünftige Austauschsituationen wieder als Reserve-Brennstoffzellensturm zur Verfügung stehen.

Die voranstehende Erfindung wird näher erläutert anhand von den folgenden Zeichnungsfiguren. Diese zeigen schematisch:

- Fig. 1 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems,
- Fig. 2 ein Schritt eines Demontageverfahrens bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem,
- Fig. 3 die Darstellung eines Brennstoffzellensystem nach dem Austausch des Brennstoffzellenturms und

Fig. 4 die Ausführungsformen der Figuren 1 bis 3 in seitlicher Darstellung.

Die Figur 1 zeigt eine Ausführungsform eines Brennstoffzellensystems 100, hier mit beispielsweise in Reihe nebeneinander angeordneten drei Brennstoffzellentürmen 10. Diese drei Brennstoffzellentürme 10 sind alle im Wesentlichen identisch aufgebaut und weisen jeweils drei Brennstoffzellenstapel 20 auf. Jeder dieser Brennstoffzellenstapel 20 ist hier mit mehreren Brennstoffzellen ausgestattet und kann in einer offenen Kathodenbetriebsweise zur Produktion von elektrischem Strom betrieben werden. Die einzelnen Brennstoffzellenstapel 20 sind übereinander entlang einer Stapelrichtung SD angeordnet und bilden auf diese Weise die turmartige Ausprägung des jeweiligen Brennstoffzellenturms 10 aus. Jeder der Brennstoffzellentürme 10 weist ein eigenes Gehäuse 40 auf, wobei alle Brennstoffzellenstapel 20 innerhalb des Gehäuseums 42 dieses Gehäuses 40 angeordnet sind. Da die bei diesem Beispiel angeordneten Brennstoffzellenstapel 20 für einen offenen Kathodenbetrieb ausgebildet sind, sind die Gehäuse 40 im Wesentlichen gasdicht ausgebildet.

Wie in der Figur 1 gut zu entnehmen ist, weist jeder der Brennstoffzellentürme 10 einen Demontageabschnitt 30 auf. Hier sind schematisch Demontagemittel in Form von Schrauben an den Demontageabschnitten 30 vorgesehen, welche entsprechend die Fixierung und Sicherung des jeweiligen Brennstoffzellenturms 10 an der Montagebasis 130 zur Verfügung stellen. Hier sind alle drei Brennstoffzellentürme 10 mit identischen Demontageabschnitten 30 versehen und alle an einer gemeinsamen Montageplatte als Montagebasis 130 fest verschraubt. Jedes Gehäuse 40 weist insbesondere eine in Fig. 1 nicht dargestellte eigene Grundplatte auf, damit die Brennstoffzellenstapel 20 fest im Gehäuse 40 gelagert oder mit dem Gehäuse 40 verbunden sind.

Zur weiteren Absicherung im Betrieb ist das Brennstoffzellensystem 100 hier zusätzlich mit einer Einhausung 110 für eine thermische Isolierung ausgestattet. Diese Einhausung 110 ist mit einem Zugangsabschnitt 112 versehen, wobei hier dieser Zugangsabschnitt 112 durch die Öffnungsmöglichkeit und die vollständige Entnahme eines Frontteils (hier nicht dargestellt) der Einhausung 110 zur Verfügung gestellt wird. Bei dieser Ausführungsform sind die einzelnen Demontageabschnitte 30 der einzelnen Brennstoffzellentürme 10 außerhalb der jeweiligen Gehäuse 40 angeordnet. Das bedeutet, dass nun in der Darstellung der Figur 1 durch den Zugangsab-

schnitt 112 ein direkter Zugang zu allen Demontagemitteln der Demontageabschnitte 30 möglich wird.

Nachfolgend wird nun kurz ein Demontageverfahren näher erläutert. Wird beim Betrieb des Brennstoffzellensystems 100 ein Defekt und/oder eine Degradation festgestellt, so kann dieser einem der Brennstoffzellentürme 10 zugeordnet werden. Dieser mit dem Defekt und/oder der Degradation identifizierte Brennstoffzellenturm 10 wird nun für den Austausch vorbereitet. Hierfür wird das Brennstoffzellensystem 100 heruntergefahren und abgekühlt. Sobald eine sichere Temperatur erreicht worden ist, erfolgt ein Öffnen der Einhausung 110 und ein Zugang zu dem in diesem Fall im Beispiel mittleren identifizierten Brennstoffzellenturm 10. Die Demontageabschnitte 30 dieses mittleren Brennstoffzellensystems 10 werden gelöst, sodass dies sich in einer Situation befindet, wie sie in der Figur 2 dargestellt ist.

In der Figur 2 sind also die Demontagemittel der Demontageabschnitte 30 des mittleren Brennstoffzellenturms bereits gelöst, also hier die Montageschrauben entfernt. Der Brennstoffzellenturm 10 ist durch die Schwerkrafttrichtung SR hier noch durch das Eigengewicht positioniert, aber nicht mehr montiert und damit nicht mehr gesichert. An der Oberseite dieses Brennstoffzellenturms 10 ist nun eine Handhabungsschnittstelle 50 vorgesehen, wobei hier schematisch eine Kranvorrichtung an dieser Handhabungsschnittstelle 50 angreift. Dadurch, dass zwar die Positionierung durch das Eigengewicht des Brennstoffzellenturms 10 noch gegeben ist, jedoch keine Sicherung durch die entfernten Demontagemittel der Demontageabschnitte 30 mehr gegeben ist, kann nun mit Hilfe des Krans entlang der Pfeilrichtung in der Figur 2 ein Anheben und Herausheben dieses Brennstoffzellenturms 10 erfolgen. Die weiteren Brennstoffzellentürme 10 können für diesen Vorgang in der montierten und angeschlossenen Situation verbleiben.

Die Figur 3 zeigt nun die Situation nach der Demontage und dem Austausch des Brennstoffzellenturms 10. Hier ist gut zu erkennen, dass, beispielsweise durch das Vorsehen von nicht näher dargestellten Bypassmitteln, sogar ein Weiterbetrieb des Brennstoffzellensystems 100 unter Nutzung eines solchen Gasbypasses oder auch eines Elektrobypasses und/oder Sensorbypasses grundsätzlich denkbar ist. Jedoch kann auch grundsätzlich ein Reserve-Brennstoffzellenturm 10 eingesetzt werden, um den entfernten identifizierten Brennstoffzellenturm 10 zumindest temporär zu erset-

zen und den schnellen Weiterbetrieb des Brennstoffzellensystems 100 zu gewährleisten.

In der Figur 4 ist nochmals schematisch eine Seitenansicht der Ausführungsform der Figuren 1 bis 3 dargestellt. Hier ist zu erkennen, dass auf einer gemeinsamen Vorderseite der jeweiligen Brennstoffzellentürme 10 hier gemeinsame Betriebsanschlüsse 60 vorgesehen sind. Dabei kann es sich um Betriebsanschlüsse handeln, welche die einzelnen Brennstoffzellenstapel 10 untereinander verbinden, jedoch insbesondere um Betriebsanschlüsse 60 für das Kontaktieren und Anschließen des Brennstoffzellenturms 100. Während schematisch hauptsächlich die elektrischen Anschlüsse dargestellt sind, können Betriebsanschlüsse 60 auch Sensoranschlüsse und/oder Gasanschlüsse sein. Solche Gasanschlüsse dienen dazu, die Gasversorgung und Gasentsorgung zu gewährleisten. Die dargestellten Elektroanschlüsse als Betriebsanschlüsse 60 dienen dazu, die elektrische Kontaktierung für den Betrieb des Brennstoffzellensystems 100 zu gewährleisten. Durch die Anordnung auf einer gemeinsamen Vorderseite, hier links in der Figur 4 dargestellt, ist nun ein Zugang, zum Beispiel durch die Einhausung 110 möglich, sodass nun von einer gemeinsamen Seite ein Abstecken oder Entkoppeln dieser Betriebsanschlüsse 60 möglich wird, und anschließend das Demontieren und Herausheben in sicherer Weise gewährleistet sein kann.

Die voranstehende Erläuterung der Ausführungsformen beschreibt die vorliegende Erfindung ausschließlich im Rahmen von Beispielen.

Bezugszeichenliste

10	Brennstoffzellenturm
20	Brennstoffzellenstapel
30	Demontageabschnitt
40	Gehäuse
42	Gehäuseraum
50	Handhabungsschnittstelle
60	Betriebsanschluss
100	Brennstoffzellensystem
110	Einhausung
112	Zugangsabschnitt
130	Montagebasis
SD	Stapelrichtung
SR	Schwerkraftrichtung

Patentansprüche

1. Brennstoffzellensystem (100), insbesondere zur Erzeugung von elektrischem Strom, aufweisend wenigstens zwei Brennstoffzellentürme (10) mit jeweils wenigstens zwei entlang einer Stapelrichtung (SD) aufeinander gestapelten Brennstoffzellenstapeln (20), **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens zwei Brennstoffzellentürme (10) jeweils einen Demontageabschnitt (30) aufweisen für eine Demontage des jeweiligen Brennstoffzellenturms (10) von einer Montagebasis (130) des Brennstoffzellensystems (100) und für einen Austausch des demontierten Brennstoffzellenturms (10).
2. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Demontageabschnitt (30) als reversibler Demontageabschnitt (30) ausgebildet ist für eine Montage eines vorher demontierten Brennstoffzellenturms (10) an der Montagebasis (130).
3. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Demontageabschnitt (30) als werkzeugfreier Demontageabschnitt (30) ausgebildet ist.
4. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffzellentürme (10) jeweils ein Gehäuse (40) mit einem Gehäuseraum (42) aufweisen, wobei die Brennstoffzellenstapel (20) innerhalb des Gehäuseraums (42) angeordnet sind und wobei die Demontageabschnitte (30) wenigstens teilweise, insbesondere vollständig außerhalb des Gehäuses (40) angeordnet sind.
5. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffzellentürme (10) innerhalb einer Einhausung (110) angeordnet sind, wobei die Einhausung (110) insbesondere einen zu öffnenden Zugangsabschnitt (112) aufweist, welcher im geöffneten Zustand einen Zugang zu den Demontageabschnitten (30) erlaubt.
6. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffzellentürme (10) jeweils wenigstens eine Handhabungsschnittstelle (50) für einen erleichterten Austausch nach der Demontage aufweisen.

7. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Handhabungsschnittstelle (50) an einer Oberseite des jeweiligen Brennstoffzellenturms (10) angeordnet ist, insbesondere beabstandet von einem an einer Unterseite des Brennstoffzellenturms (10) angeordneten Demontageabschnitts (30).
8. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens zwei Brennstoffzellentürme (10) ihre Betriebsanschlüsse (60) auf einer gemeinsamen Seite aufweisen.
9. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Bypassvorrichtung vorgesehen ist für einen Bypass aller Betriebsanschlüsse (60) an jeweils einem Brennstoffzellenturm (10) vorbei.
10. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Demontageabschnitte (30) bezogen auf eine Schwerkraftrichtung (SR) am unteren Ende der Brennstoffzellentürme (10) angeordnet sind.
11. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffzellentürme (10) Detektionsmittel aufweisen für eine Identifikation eines Brennstoffzellenturms (10) mit einem darin aufgetretenen Defekt.
12. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Montagebasis (130) als Montagewanne ausgebildet ist.
13. Demontageverfahren für eine Demontage eines identifizierten Brennstoffzellenturms (10) bei einem Brennstoffzellensystem (100) mit den Merkmalen eines der Ansprüche 1 bis 12, **gekennzeichnet durch** die folgenden Schritte:
 - Trennen aller Betriebsanschlüsse (60) des identifizierten Brennstoffzellenturms (10),
 - Demontieren des Demontageabschnitts (30) des identifizierten Brennstoffzellenturms (10) von der Montagebasis (130),

- Entfernen des demontierten Brennstoffzellenturms (10) von der Montagebasis (130).
- 14. Demontageverfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der entfernte Brennstoffzellenturm (10) einer Fehlerdiagnose unterzogen wird für eine Lokalisierung eines Fehlers.
- 15. Demontageverfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Position des entfernten Brennstoffzellenturms (10) ein funktionsfähiger Brennstoffzellenturm (10) montiert wird.

1/4

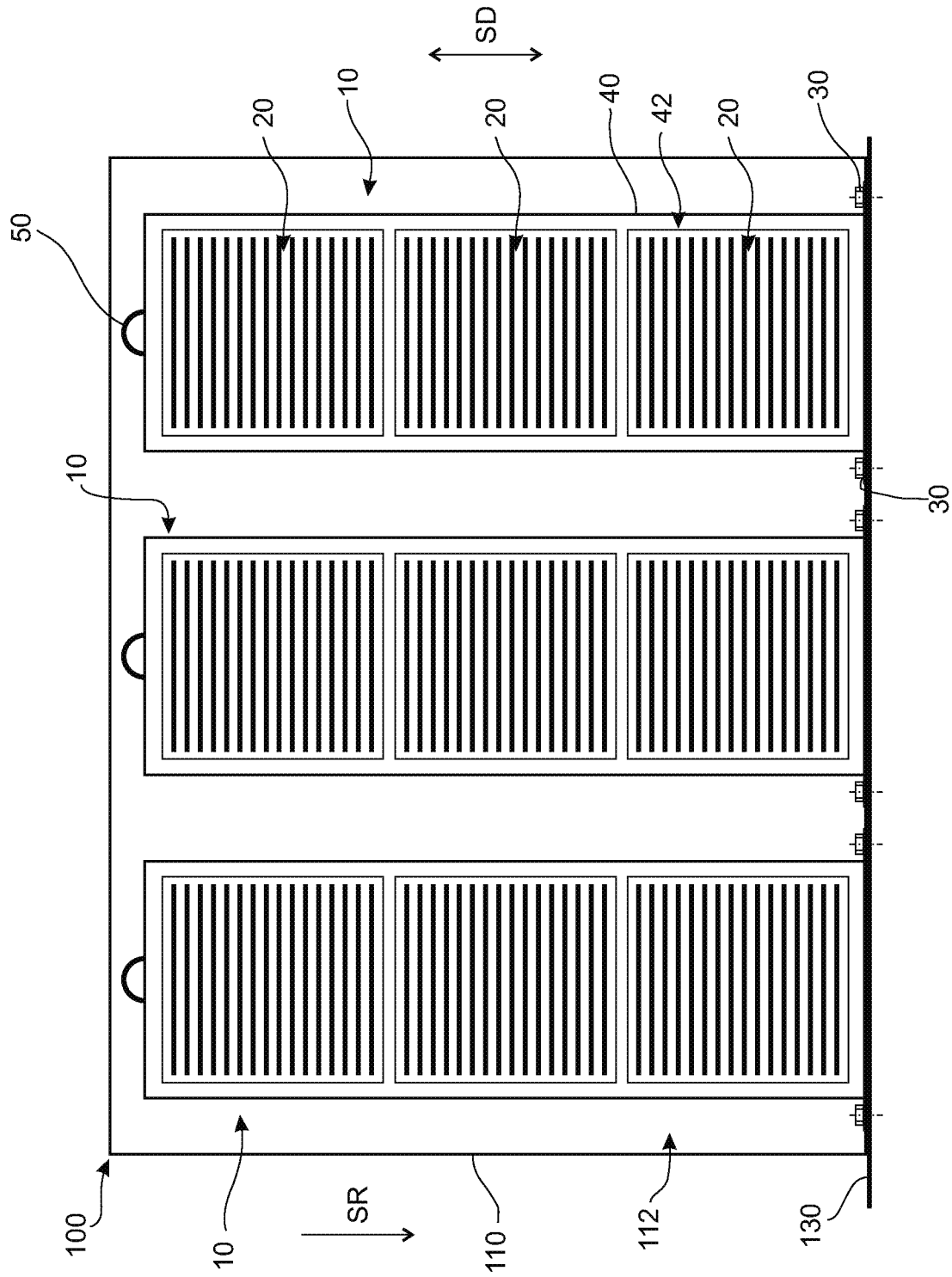


Fig. 1

2/4

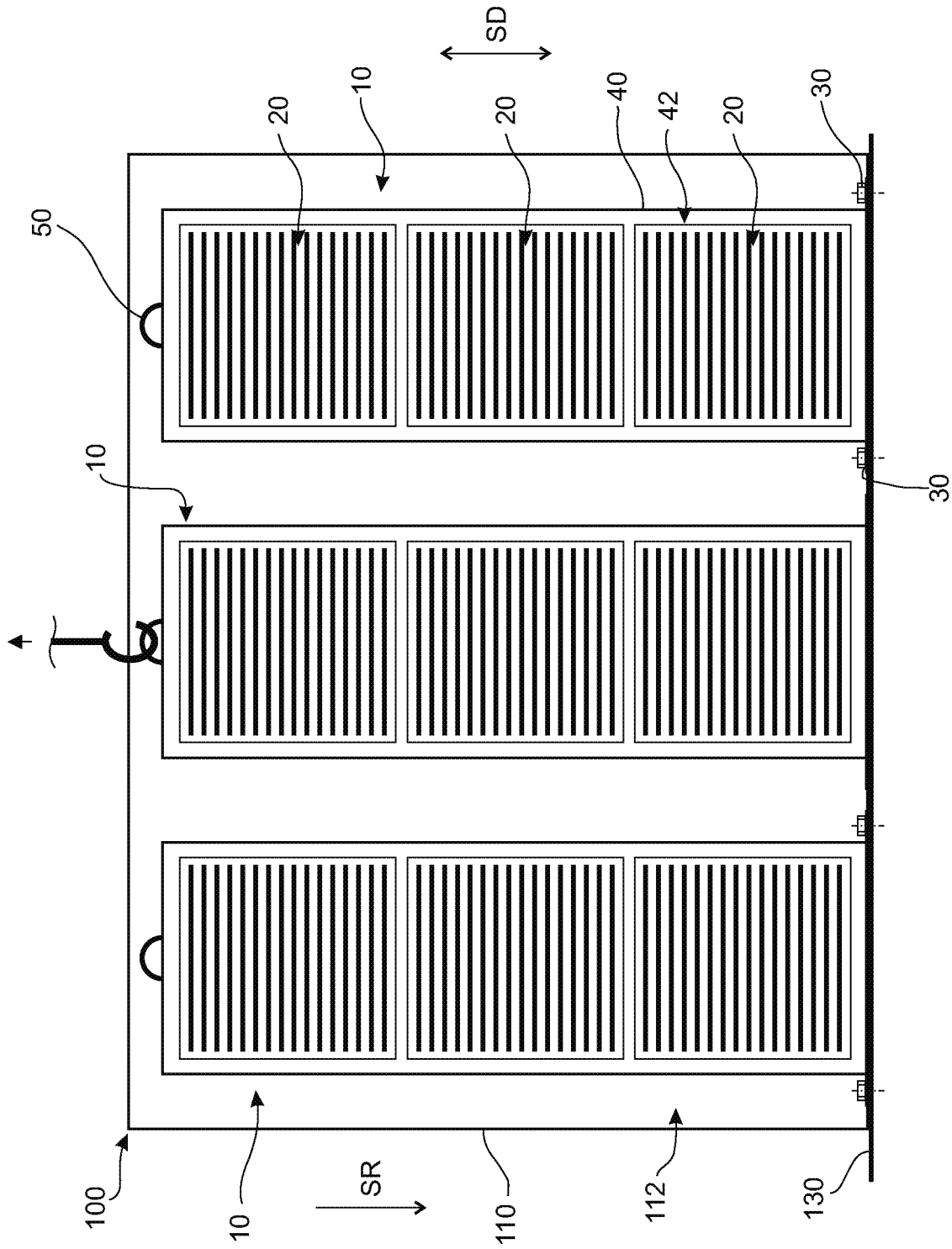


Fig. 2

3/4

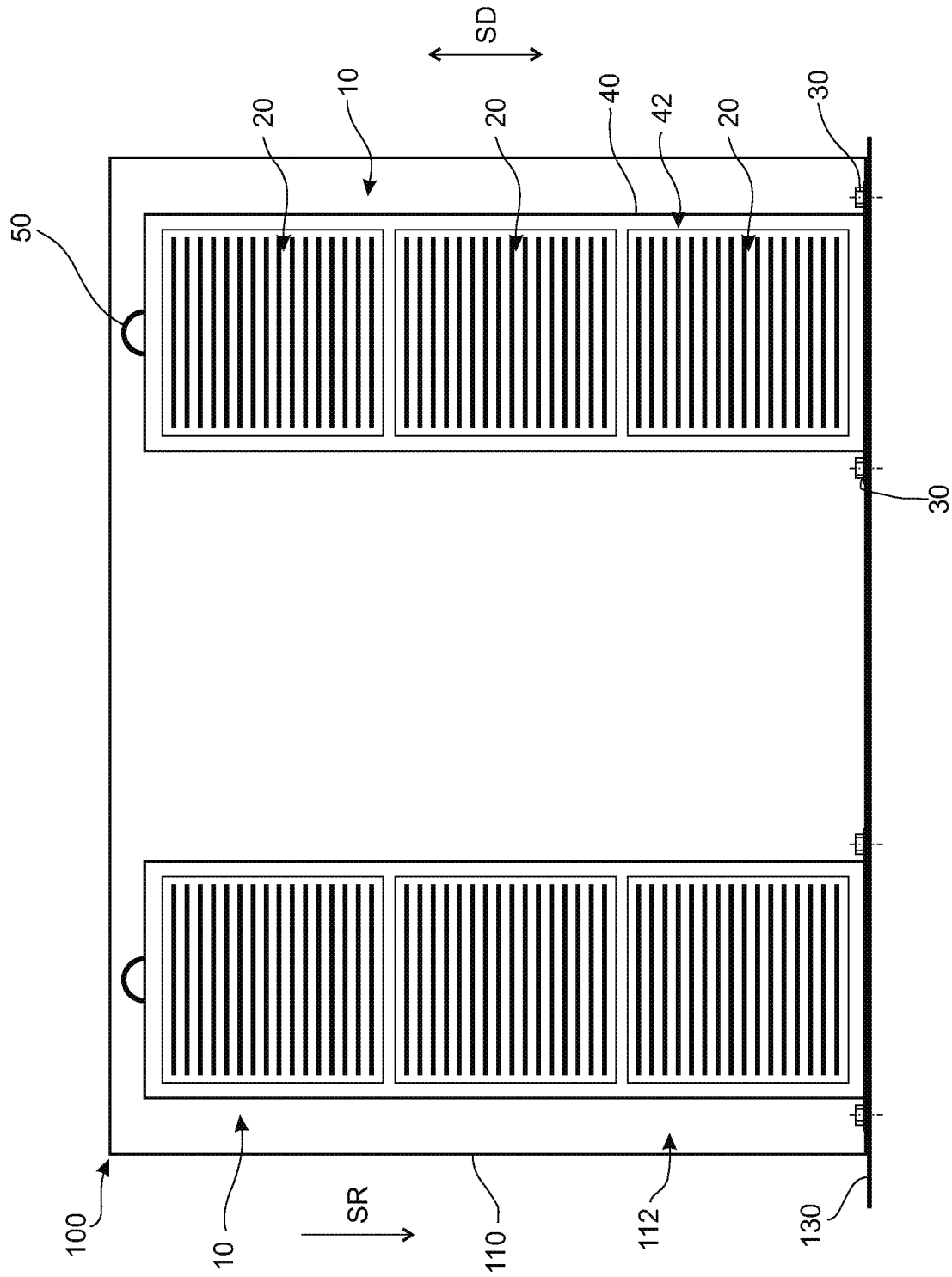


Fig. 3

4/4

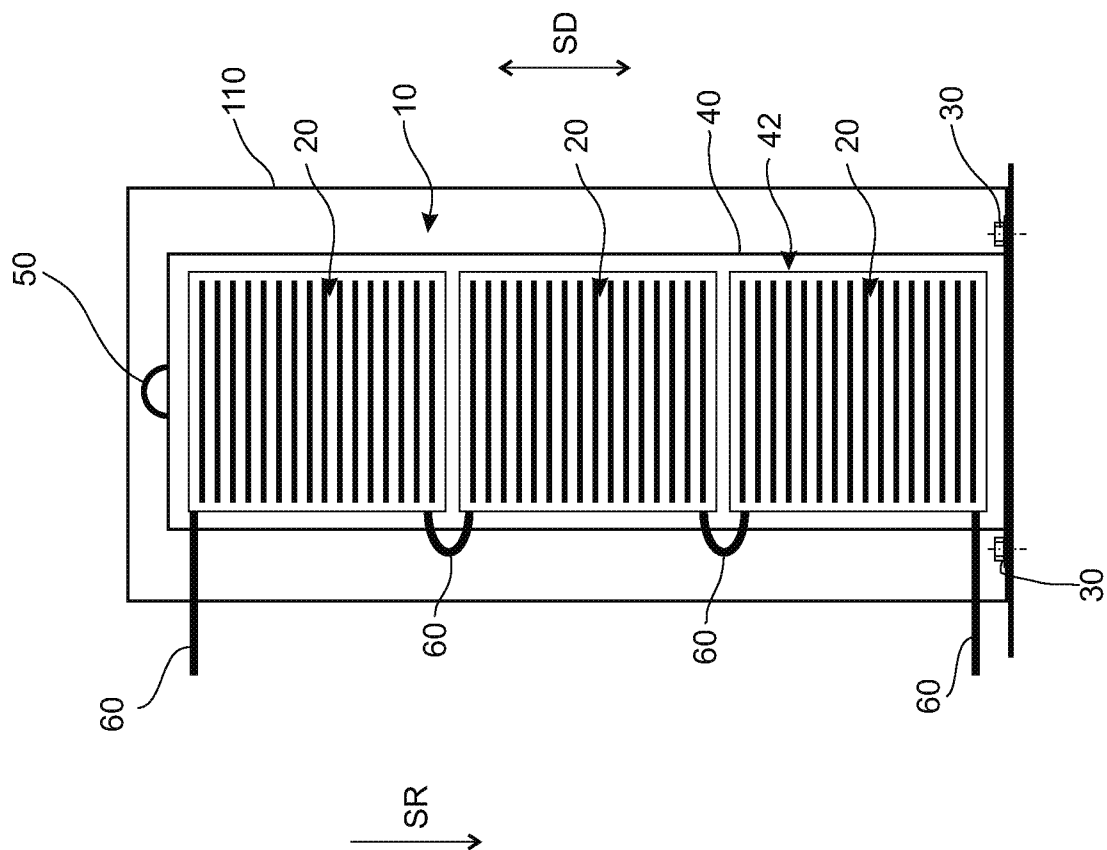


Fig. 4

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC: H01M 8/249 (2016.01)		
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC: H01M 8/249 (2016.02)		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): H01M		
Konsultierte Online-Datenbank: KIME		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 05.03.2024 eingereichten Ansprüchen 1-15 erstellt.		
Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	US 2011183229 A1 (FONTELL ERKKO [FI], MAHLANEN TIMO [FI], HOSSI PETRI [FI], JANSSON PEIK [FI]) 28. Juli 2011 (28.07.2011) Beschreibung, insbesondere Absatz [0024] ff.	1-3, 5-8, 10-15
E	AT 526855 B1 (AVL LIST GMBH [AT]) 15. August 2024 (15.08.2024) Figuren 1 und 4	1, 2, 4, 8, 10
Datum der Beendigung der Recherche: 29.11.2024		Seite 1 von 1
		Prüfer(in): PLESSL Christof
*) Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmel- dungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „älteres Recht“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		