

Beschreibung

Wassergebundenes Fahrzeug mit einer Energieversorgungseinrichtung

5

Die Erfindung betrifft ein wassergebundenes Fahrzeug mit einer Energieversorgungseinrichtung, wobei die Energieversorgungseinrichtung Brennstoffzellenmodule aufweist, eine Energieversorgungseinrichtung für ein wassergebundenes Fahrzeug, ein Verfahren zum Betrieb einer Energieversorgungseinrichtung eines wassergebundenes Fahrzeuges, bzw. ein Verfahren zum Betrieb eines wassergebundenes Fahrzeuges mit einer Energieversorgungseinrichtung.

15 Ein wassergebundenes Fahrzeug ist beispielsweise ein U-Boot oder ein Schiff. Das Schiff ist beispielsweise ein Kreuzfahrtschiff, ein Containerschiff, eine Fähre, ein Fischerboot, ein Schnellboot, ein Kreuzer, etc. Der Einsatz von Brennstoffzellen in einem U-Boot ist beispielsweise aus der
20 DE 10 2004 004 624 B3 bekannt. Brennstoffzellen sind beispielsweise auch aus der WO 03/030291 A2 bekannt.

Aus der DE 10 2010 041 625 A1 wie auch der DE 10 2013 209 396 A1 ist die Verwendung von Brennstoffzellen in Verbindung mit
25 einem Gleichspannungswandler (DC/DC-Wandler) bekannt.

Aus der WO 2005/073075 A1 sind Brennstoffzellenmodule für eine Energieversorgung eines U-Bootes bekannt. Mit Brennstoffzellen ist eine umweltfreundliche und geräuschlose elektrische Energieerzeugung in maritimen Anwendungen möglich. Dies
30 betrifft nicht nur Unterseeboote (z.B. auch unbemannte Unterwasserfahrzeuge), sondern auch Schiffe.

Eine Aufgabe der Erfindung ist es eine Einsatzsicherheit bzw.
35 Verfügbarkeit einer Energieversorgung für ein Schiff und/oder ein U-Boot, zu verbessern.

Eine Lösung der Aufgabe gelingt bei einem wassergebundenen Fahrzeug gemäß Anspruch 1, bzw. bei einem Verfahren zum Betrieb einer Energieversorgungseinrichtung eines wassergebundenen Fahrzeuges nach Anspruch 8. Ausgestaltungen sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche 2 bis 7 bzw. 9 und 10.

Ein wassergebundenes Fahrzeug weist eine Energieversorgungseinrichtung auf. Die Energieversorgungseinrichtung weist Brennstoffzellenmodule und Gleichspannungswandler auf, wobei die Gleichspannungswandler elektrisch seriell mit einem Gleichspannungsbus verbunden sind. Hieraus ergibt sich ein modularer Aufbau, durch den sich eine hohe Betriebssicherheit erzielen lässt. Die serielle Verschaltung der Gleichspannungswandler ist eine Reihenschaltung. Die Energieversorgungseinrichtung kann neben Brennstoffzellen, auch Akkumulatoren und/oder Dieselgeneratoren aufweisen. Für den Antrieb des wassergebundenen Fahrzeuges ist insbesondere ein Elektromotor vorgesehen. Der Gleichspannungsbus ist insbesondere ein Energiebus zur Versorgung des wassergebundenen Fahrzeuges mit elektrischer Energie.

Sind die Gleichspannungswandler elektrisch seriell mit einem Gleichspannungsbus verbunden, so kann dieser ganz oder teilweise durch diese gespeist werden. Durch die serielle elektrische Verschaltung der Gleichspannungswandler kann jeder dieser seriell verschalteten Gleichspannungswandler seinen Spannungshubanteil beitragen.

In einer Ausgestaltung des wassergebundenen Fahrzeuges bzw. der Energieversorgungseinrichtung sind die Gleichspannungswandler über Schalter vom Gleichspannungsbus trennbar.

In einer Ausgestaltung des wassergebundenen Fahrzeuges bzw. der Energieversorgungseinrichtung sind die Gleichspannungswandler über Schalter vom Gleichspannungsbus trennbar, wobei einzelne und/oder eine Gruppe von Gleichspannungswandlern überbrückbar sind um den Gleichspannungsbus aktiv zu halten.

In einer Ausgestaltung des wassergebundenen Fahrzeugs bzw. der Energieversorgungseinrichtung sind die Brennstoffzellenmodule von den Gleichspannungswandlern räumlich getrennt. Beispielsweise befinden sich die Brennstoffzellenmodule und die Gleichspannungswandler in unterschiedlichen Schaltschränken und/oder in unterschiedlichen Räumen. Dadurch kann beispielsweise die Sicherheit erhöht werden.

In einer Ausgestaltung des wassergebundenen Fahrzeugs bzw. der Energieversorgungseinrichtung bildet ein Brennstoffzellenmodul mit einem Gleichspannungswandler ein Gesamtmodul. Dabei sind Gleichspannungswandler und Brennstoffzellenmodul beispielsweise aufeinander gesteckt und/oder miteinander verschraubt. Damit kann ein platzsparender Aufbau realisiert werden.

In einer Ausgestaltung des wassergebundenen Fahrzeugs bzw. der Energieversorgungseinrichtung ist jeweils einem Brennstoffzellenmodul jeweils ein Gleichspannungswandler (auch DC/DC-Steller genannt) zugeordnet. Es ist also (genau) einem Brennstoffzellenmodul (genau) ein Gleichspannungswandler zugeordnet. Dies kann eine elektrische, räumliche und/oder bauliche Zuordnung betreffen. Je Brennstoffzellenmodul wird also ein unabhängiger Gleichspannungswandler verwendet. Hieraus wird eine einfache Anpassung in Form einer Reihenschaltung an verschiedene Anwendungszwecke möglich. Es ergibt sich beispielsweise auch eine einfache Anpassung der in Reihe geschalteten Gleichspannungswandler an einen Ausfall/Defekt eines Gleichspannungswandlers. Ein ausgefallener Gleichspannungswandler kann durch verbliebene aktive Gleichspannungswandler kompensiert werden, indem diese ihre ausgegebene Spannung erhöhen. So kann beispielsweise nicht nur ein ausgefallener Gleichspannungswandler kompensiert werden sondern ggf. auch ein vielfacher Ausfall von Gleichspannungswandlern, ohne dass die DC-Spannung am Gleichspannungsbus sinken muss. Abhängig von der Anzahl der in Reihe geschalteten Gleichspannungswandler und abhängig vom maximalen Spannungshub können bis zu 2/3 der Gleichspannungswandler ausfallen. Diese Ver-

sorgungssicherheit für den Gleichspannungsbus wird aber ggf. durch einen geringeren Wirkungsgrad des Gesamtsystems erkaufte. Der Wirkungsgrad eines Gleichspannungswandlers ist in der Regel um so geringer, je kleiner der Spannungshub ist.

5

In einer Ausgestaltung des wassergebundenen Fahrzeugs bzw. der Energieversorgungseinrichtung weist das Brennstoffzellenmodul eine Brennstoffzelleneinheit und eine Betriebsmittel-Versorgungseinheit zur Versorgung der Brennstoffzelleneinheit mit den Betriebsmitteln auf, wobei die Brennstoffzelleneinheit und die Betriebsmittel-Versorgungseinheit über eine zwischen den beiden Einheiten angeordnete Verbindungs-Platte miteinander verbunden sind. Es ist dabei eine hohe Verfügbarkeit des Brennstoffzellensystems und somit auch der einzelnen Module sicherzustellen. Im Falle eines Defektes einer Brennstoffzelle kann das gesamte Modul aus dem Brennstoffzellensystem ausgebaut und falls notwendig gegen ein intaktes Modul ausgetauscht werden. Hierzu wird insbesondere - gesteuert durch eine übergeordnete Steuerungs- und Regelungseinrichtung - zumindest das defekte Modul mit einer Abschaltprozedur in einen sicheren Zustand gebracht. Nach Austausch des defekten Moduls folgt eine Einschaltprozedur. Unter einem „sicheren“ Zustand wird hierbei insbesondere ein Zustand verstanden, bei dem zum einen an der Brennstoffzelleneinheit keine gefährliche Berührungsspannungen (z.B. Spannungen kleiner 120 V DC) anliegen und zum anderen bei dem Betriebsmittelkonzentrationen einen vorgegebenen Grenzwert unterschreiten (z.B. Wasserstoffkonzentration kleiner als 4 Vol.%), so dass ein Trennen der Brennstoffzelleneinheit von der Betriebsmittel-Versorgungseinheit und somit ein Kontakt der Brennstoffzellen zur Umgebungsluft dann nicht zur Ausbildung eines explosionsfähigen Brennstoff/Sauerstoff-Gemisches führt.

In einer Ausgestaltung des wassergebundenen Fahrzeugs bzw. der Energieversorgungseinrichtung weisen die Gleichspannungswandler eine galvanische Trennung auf. Hierdurch sind durch die direkte galvanische Trennung im Steller, also dem Gleichspannungswandler, hohe Netzspannungen realisierbar. Die Anla-

genverfügbarkeit wird durch das Überbrücken eines oder mehrerer ausgefallener Steller gewährleistet, die Ausgangsspannung der verbliebenen Steller wird entsprechend nachgeregelt und/oder gesteuert. Durch kleinere Einheiten kann eine leichtere Wechselbarkeit erreicht werden. Für kleinere und größere Anlagen können somit Standardbrennstoffzellenmodule mit DC/DC-Steller (Gleichspannungswandler) verwendet werden.

10 In einer Ausgestaltung des wassergebundenen Fahrzeugs bzw. der Energieversorgungseinrichtung sind die Gleichspannungswandler mittels einer Schaltung überbrückbar. So ist deren Austausch im Betrieb der Energieversorgungseinrichtung bzw. der Brennstoffzellenmodule möglich.

15 In einer Ausgestaltung des wassergebundenen Fahrzeugs bzw. der Energieversorgungseinrichtung weisen die Brennstoffzellenmodule eine zu den Gleichspannungswandlern unterschiedliche Isolierung auf. Die Isolierung betrifft insbesondere die Isolationsfestigkeit. Durch Wasserbrücken in Schläuchen und Kanälen sind hohe Isolationswiderstände und somit hohe Anlagenspannungen nur begrenzt möglich, dies lässt sich durch eine galvanische Trennung im Gleichspannungswandler (DC/DC-Steller) leichter realisieren. Auf diese Weise lässt sich ein Gleichspannungsbus von über 900V bis mehrere kV, insbesondere 20 2 bis 3 kV, einfach realisieren.

In einer Ausgestaltung des wassergebundenen Fahrzeugs bzw. der Energieversorgungseinrichtung ist eine Steuerungseinrichtung mit den Gleichspannungswandlern datentechnisch verbunden. Die Steuerungseinrichtung steuert und/oder regelt. Die Steuerungseinrichtung kann abhängig vom Ausfall eines oder mehrerer Gleichspannungswandler in einer seriellen Schaltung den Spannungsausgang der verbleibenden aktiven Gleichspannungswandler in der seriellen Schaltung erhöhen. In einer Ausgestaltung gleicht diese Erhöhung den Ausfall komplett aus. In einer Ausgestaltung wird die notwendige Erhöhung gleichmäßig zu gleichen Teilen auf die verbleibenden aktiven Gleichspannungswandler aufgeteilt.

In einer Ausgestaltung des wassergebundenen Fahrzeugs bzw. der Energieversorgungseinrichtung ist der Gleichspannungsbus als elektrischer Versorgungsbus über das wassergebunden Fahrzeug verteilt. Der Gleichspannungsbus bildet beispielsweise
5 insbesondere zumindest einen Teil der Bordstromversorgung und/oder stellt eine Hauptstromschien dar.

In einer Ausgestaltung des wassergebundenen Fahrzeugs bzw. der Energieversorgungseinrichtung ist der Gleichspannungs-
10 wandler (DC/DC-Steller) speziell an die Brennstoffzellenanlage angepasst. Eine zusätzliche Redundanz wird durch eine Parallelschaltung jeweils eines zweiten Stellers bzw. Stellereinganges erreicht.

15 In einer Ausgestaltung des wassergebundenen Fahrzeugs bzw. der Energieversorgungseinrichtung sind die Brennstoffzellenmodule zur Versorgung mit Betriebsmitteln (z.B. Wasserstoff, Sauerstoff, Kühlwasser, Stickstoff) an eine gemeinsame Betriebsmittelversorgung angeschlossen (z.B. an jeweils einen
20 gemeinsamen Speicher für Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff). Dabei können Brennstoffzellenmodule zum Einsatz kommen, die eine elektrische Nennleistung im einstelligen bis dreistelligen kW-Bereich aufweisen.

25 Nach einem Verfahren zum Betrieb einer Energieversorgungseinrichtung eines wassergebundenen Fahrzeuges bzw. zum Betrieb des wassergebundenen Fahrzeuges mit der Energieversorgungseinrichtung speisen Gleichspannungswandler elektrisch seriell
30 einen Gleichspannungsbus. Die Gleichspannungswandler befinden sich also in einer Reihenschaltung. Jeder Gleichspannungswandler trägt seinen Teil zur Spannung des Gleichspannungsbusses bei. Jede Gleichspannungswandler ist insbesondere ein Brennstoffzellenmodul zugeordnet und mit diesem zumindest elektrisch verbunden. Hieraus ergibt sich eine hohe
35 Modularität.

In einer Ausgestaltung des Verfahrens wird bei Ausfall eines Gleichspannungswandlers oder bei Ausfalle mehrerer Gleich-

spannungswandler die Ausgangsspannung eines oder mehrerer verbleibender Gleichspannungswandler erhöht. Damit kann das Spannungsniveau eines zu speisenden Gleichspannungsbusses konstant gehalten werden bzw. ein zu großer Spannungseinbruch
5 vermieden werden.

In einer Ausgestaltung des Verfahrens kann dieses bei einem der beschriebenen wassergebundenen Fahrzeuge bzw. bei einem der beschriebenen Energieversorgungseinrichtungen verwendet
10 werden.

Durch die beschriebene Modularität bezüglich der Brennstoffzellenmodule und der Gleichspannungswandler (DC/DC-Steller) kann sich die Skalierung und die Ausfallsicherheit solcher
15 Anlagen verbessern, insbesondere im Vergleich zu Anlagen bei welchen ein einzelner Gleichspannungswandler die ganze Spannungshöhe des angeschlossenen Spannungsnetz bzw. -busses ausgibt. Bei Ausfällen von Brennstoffzellenmodulen ist dort nach unterschreiten einer Mindestspannung die gesamte Brennstoffzellenanlage abzuschalten. Dies kann nun vermieden werden.
20 Eine erforderliche Spannungshöhe kann auch durch eine reine Reihenschaltung von Brennstoffzellenmodulen erreicht werden. Durch diese Reihenschaltung von beispielsweise wassergekühlten Brennstoffzellenmodulen ist eine Limitierung der Spannungshöhe durch entsprechende Isolationswiderstände aufgrund der Kompaktheit gegeben, wenn nicht wie beschrieben auch die Gleichspannungswandler in Reihe geschaltet werden um ein Gleichspannungsnetz (Gleichspannungsbuss) zu speisen. Bei Einsatz eines DC/DC-Stellers für die Gesamtanlage ist diese
25 durch die Anzahl der Stellereingänge limitiert. Bei Ausfall des Stellers ist die gesamte Anlage nicht mehr betreibbar. Dies kann durch die Reihenschaltung der Gleichspannungswandler (DC/DC-Steller) vermieden werden. Die bei konventionellen Stellern möglichen Isolationsfestigkeiten, können durch mit
30 Wasserstrecken betriebene Brennstoffzellenmodule nicht oder nur durch eine sehr große Baugröße erreicht werden. Dies ist vor allem für Einbaugrößen sensitive Anwendung wichtig. Eine Anpassung von neuen Anlagen erfordert ebenfalls eine Anpas-

sung des Stellers. So kann durch die Reihenschaltung der Gleichspannungswandler ausgenutzt werden, dass bei diesen eine hohe Isolationsfestigkeit, insbesondere von mehreren kV, leichter und/oder günstiger zu realisieren ist als bei den Brennstoffzellenmodulen, welche insbesondere wassergekühlt sind. Um die Spannungsvorgaben zu erreichen können Brennstoffzellenmodule auch in Reihe geschaltet werden. Durch den Einsatz speziell an die Brennstoffzellenanlage angepasste DC/DC-Steller mit mehreren Kanälen kann die Ausfallsicherheit bei Ausfall von Brennstoffzellenmodulen auch erhöht werden.

Durch die Verlagerung der hohen Spannungen und der dadurch nötigen Isolationsstrecken auf die Ausgangsseite des DC/DC-Stellers ist die nötige Isolationsstrecke, also die Isolationsfestigkeit, leichter zu realisieren. Die Ausfallsicherheit der Brennstoffzellenanlage wird durch den modularen Aufbau und die in Reihe geschalteten Gleichspannungswandler (DC/DC-Steller) erhöht. So können auch kunden- und/oder anwendungsspezifische kompakte Anlagen konzipiert werden.

Durch die direkte Anbindung eines für die Spannungshöhe optimierten DC/DC-Stellers an ein Brennstoffzellenmodul (kompakte Einheit aus beiden Komponenten) und die dadurch verlagerte Isolation auf die Ausgangsseite der Stellers kann eine variable Skalierung von Brennstoffzellenanlagen und deren Spannungsvorgaben vorgenommen werden.

In einer Ausgestaltung des Verfahrens zum Betrieb der Energieversorgungseinrichtung eines wassergebundenen Fahrzeuges werden durch eine aktive Regelung der Gesamtspannung Ausfälle einzelner Einheiten kompensiert und somit die Verfügbarkeit der Anlagen erhöht.

Durch kompakte Standard-Einheiten aus Brennstoffzellenmodul und Gleichspannungswandler ist eine Brennstoffzellenanlage leichter zu skalieren. Durch das modulare System kann auch die Wartbarkeit dieser Anlagen verbessert werden.

Die Erfindung wird anhand von Zeichnungen beispielhaft näher erläutert, aus denen, ebenso wie aus den Unteransprüchen, weitere Angaben entnehmbar sind. Dabei zeigen:

- 5 FIG 1 ein Brennstoffzellenmodul;
- FIG 2 eine Reihenschaltung von Gleichspannungswandlern und
- FIG 3 eine Reihenschaltung nach FIG 2 in einem Fehlerfall.

Die Darstellung nach FIG 1 zeigt ein Beispiel für eine Ausgestaltung eines Brennstoffzellenmoduls 1, das eine Brennstoffzelleneinheit 2 und eine Betriebsmittel-Versorgungseinheit 3 zur Versorgung der Brennstoffzelleneinheit 2 mit den Betriebsmitteln aufweist. Wie dargestellt, weist das Brennstoffzellenmodul 1 genau eine Brennstoffzelleneinheit 2 und genau eine, nur dieser Brennstoffzelleneinheit 2 zugeordnete Betriebsmittel-Versorgungseinheit 3, auf, d.h. die Betriebsmittel-Versorgungseinheit 3 dient nur zur Versorgung dieser einen zugeordneten Brennstoffzelleneinheit 2 mit Betriebsmitteln. Es ist aber z.B. auch möglich, aber nicht dargestellt, dass das Brennstoffzellenmodul 1 genau eine Betriebsmittel-Versorgungseinheit 3 und zwei oder mehr nur dieser zugeordnete und von dieser mit Betriebsmitteln versorgte Brennstoffzelleneinheiten 2 aufweist. Die Brennstoffzelleneinheit 2 weist einen Stapel 5 von PEM (Polymer-Elektrolyt-Membran) Brennstoffzellen 5' und einen Stapel 6 von Befeuchtungszellen 6'. Der Stapel 5 ist kaskadiert und weist hierzu zwei Teilstapel mit einer dazwischen angeordneten Stabilisierungsplatte 15 auf. Durch die Kaskadierung kann ein sehr abgasfreier Betrieb der Brennstoffzellen ermöglicht werden. Die Brennstoffzelleneinheit 2 und die Betriebsmittel-Versorgungseinheit 3 sind über eine zwischen den beiden Einheiten angeordnete Verbindungs-Platte 4 miteinander verbunden. Die Brennstoffzelleneinheit 2 weist zusätzlich eine Endplatte 7 auf, wobei zwischen der Verbindungs-Platte 2 und der Endplatte 7 die Stapel 5, 6 angeordnet sind. Die Endplatte 7 und die Verbindungsplatte 4 sind mittels nicht näher dargestellten Zugankern miteinander verspannt und halten somit die Stapel 5, 6 zusammen. Die Betriebsmittel-Versorgungseinheit 3 ist eben-

falls mit der Verbindungs-Platte 4 verbunden und weist eine Anschlussplatte 9 mit Stromanschlüssen 10 zum Abgreifen eines in den Brennstoffzellen 5` erzeugten Stromes von außerhalb des Brennstoffzellenmoduls 1, Messfühleranschlüsse 11 sowie Betriebsmittelanschlüsse 13 zur Zu- und Abfuhr von Betriebsmitteln (Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff) zu bzw. von dem Brennstoffzellenmodul 1 auf. Eine weitere Zwischenplatte 14 begrenzt zusammen mit den Platten 4, 7 den Befeuchtungszellenstapel 6 bzw. den Brennstoffzellenstapel 5. Die Platten 4, 14, 15 weisen eine Anzahl durch die Platten hindurch verlaufender in der FIG 1 nicht gezeigter Betriebsmittelkanäle auf. Die Platten 4, 7 schließen die Brennstoffzelleneinheit 2 nach außen ab. Die Betriebsmittel-Versorgungseinheit 3 weist auch Hilfskomponenten für den Betrieb des Brennstoffzellenmoduls 1 auf. Dies sind insbesondere Ventile zum Zuschalten und Wegschalten der (externen) Betriebsmittelversorgung, Drucksensoren, Temperatursensoren und/oder Wasserabscheider. Nicht näher gezeigte Sensoren und Aktoren des Brennstoffzellenmoduls 1 sind beispielsweise über entsprechende Anschlüsse in der Anschlussplatte 9 oder Endplatte 7 und Signal- und Steuerleitungen mit einer übergeordneten Steuerungs- und Regelungseinrichtung verbunden. Beispielhaft sind die Messfühleranschlüsse 13 dargestellt. Nicht dargestellt sind etwaige Stromschienen, die außen entlang der Brennstoffzelleneinheit 2 verlaufen und den von den Brennstoffzellen erzeugten Strom in die Betriebsmittel-Versorgungseinheit 3 führen.

Die Darstellung nach Figur 2 eine Energieversorgungseinrichtung 24 eines wassergebundenen Fahrzeugs, wobei die Energieversorgungseinrichtung 24 acht Brennstoffzellenmodule 1 und acht Gleichspannungswandler 16 aufweist. Die acht Gleichspannungswandler 16 sind elektrisch seriell mit einem Gleichspannungsbus 25 verbunden. Die Gleichspannungswandler 16 sind mittels Schalter 20 überbrückbar. Die acht Gleichspannungswandler 16 weisen jeweils eine Eingangsseite 17 und eine Ausgangsseite 19 auf. Die Eingangsseite 17 ist zur Ausgangsseite 19 galvanisch über eine Isolierung 18 getrennt. Durch die Reihenschaltung der Gleichspannungswandler 16 wird ein Teil

eines Gleichspannungsbusses 25 ausgebildet. So kann sich beispielsweise eine Gleichspannung für eine Anlage von $8 \times 120V = 960V$ ausbilden. Ein Brennstoffzellenmodul 1 bildet zusammen mit einem Gleichspannungswandler 16 ein Gesamtmodul 22. Die Brennstoffzellenmodule 1 weisen eine Erdung 23 auf.

Die Darstellung nach FIG 3 entspricht der aus FIG 2, wobei ein Fehlerfall 26 dargestellt ist. Nach FIG 3 ist ein Fehler im vierten Gesamtmodul mit dem Brennstoffzellenmodul 1' und dem Gleichspannungswandler 16' aufgetreten. Um die Speisung des Gleichspannungsbusses 25 weiter zu gewähren und einen Austausch der fehlerhaften Komponenten 1' bzw. 16' zu ermöglichen ist der zugeordnete Schalter 20' geschlossen. Bei den verbliebenen aktiven Komponenten, also den Brennstoffzellenmodulen 1 und den Gleichspannungswandlern 16 wird die Ausgangsspannung erhöht, so dass sich gemäß der Gleichung $7 \times 137V = 960V$ wieder die gleiche Gleichspannung im Gleichspannungsbus 25 einstellt, wie ohne Fehler. In entsprechender Weise ist z.B. auch der Ausfall von zwei oder drei Gesamtmodulen kompensierbar.

Durch das Konzept der in Reihe geschalteten Gleichspannungswandler 16 ist es möglich zumindest einen der nachfolgenden Vorteile zu erzielen:

- 25 - skalierbares Anlagenkonzept je nach Bordnetzspannung;
- höhere Anlagenspannungen im Gleichspannungsbus;
- kleine Brennstoffzelleneinheiten bzw. Stellereinheiten (Gleichspannungswandler) sind auch für Sonderanwendungen geeignet;
- 30 - Ausfälle/Fehler können ohne Betriebsunterbrechung durch Nachführung der Stellerausgangsspannung kompensiert werden;
- Kosteneinsparungseffekte durch Standardisierung der Einheiten;
- leichter zu realisierende Isolationsfestigkeit durch Integration der Hauptisolierung (galvanische Trennung) in den
- 35 Steller (Gleichspannungswandler) und nicht in das Brennstoffzellenmodul, welches insbesondere Kontakt mit Wasser aufweist und

- durch kleine Einheiten leichterem Austausch an Bord des wassergebundenen Fahrzeuges möglich (evtl. ist eine Trennung von Gleichspannungswandler und Brennstoffzellenmodul (BZM) möglich).

Patentansprüche

1. Wassergebundenes Fahrzeug mit einer Energieversorgungseinrichtung (24), wobei die Energieversorgungseinrichtung (24)
5 Brennstoffzellenmodule (1) und Gleichspannungswandler (16) aufweist, wobei die Gleichspannungswandler (16) elektrisch seriell mit einem Gleichspannungsbuss (25) verbunden sind.
2. Wassergebundenes Fahrzeug nach Anspruch 1, wobei jeweils
10 einem Brennstoffzellenmodul (1) jeweils ein Gleichspannungswandler (16) zugeordnet ist.
3. Wassergebundenes Fahrzeug nach Anspruch 1 oder 2, wobei
15 die Gleichspannungswandler (16) eine galvanische Trennung (18) aufweisen.
4. Wassergebundenes Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis
20 3, wobei ein Gleichspannungswandler (16) mittels einer Schaltung (20,20') überbrückbar ist.
5. Wassergebundenes Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis
25 4, wobei die Brennstoffzellenmodule (1) eine zu den Gleichspannungswandlern (16) unterschiedliche Isolierungen aufweisen.
6. Wassergebundenes Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis
5, wobei eine Steuerungseinrichtung mit den Gleichspannungswandlern (16) datentechnisch verbunden ist.
- 30 7. Wassergebundenes Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis
6, wobei der Gleichspannungsbuss (25) als elektrischer Versorgungsbus über das wassergebundene Fahrzeug verteilt ist.
8. Verfahren zum Betrieb einer Energieversorgungseinrichtung
35 (24) eines wassergebundenes Fahrzeuges, wobei Gleichspannungswandler (16) elektrisch seriell einen Gleichspannungsbuss (25) speisen.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei bei Ausfall eines Gleichspannungswandlers (16') die Ausgangsspannung eines oder mehrerer verbleibender Gleichspannungswandler (16) erhöht wird.
- 5 10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei ein wassergebundenes Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 7 verwendet wird.

FIG 1

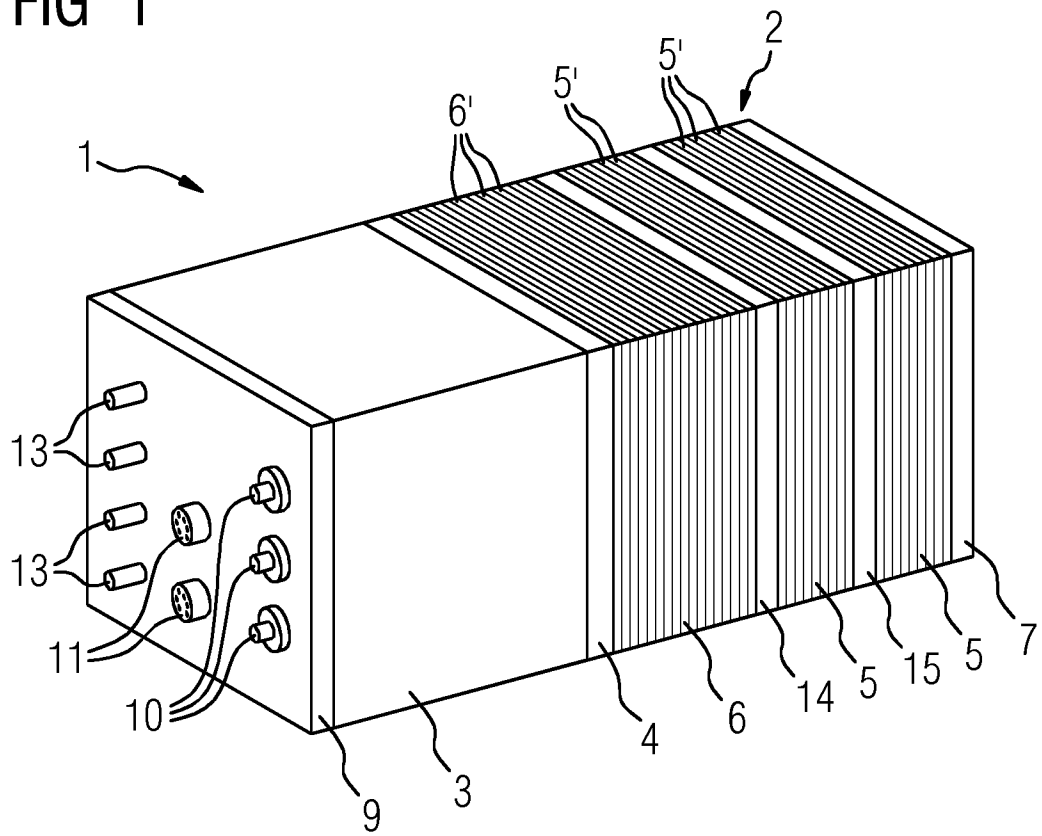
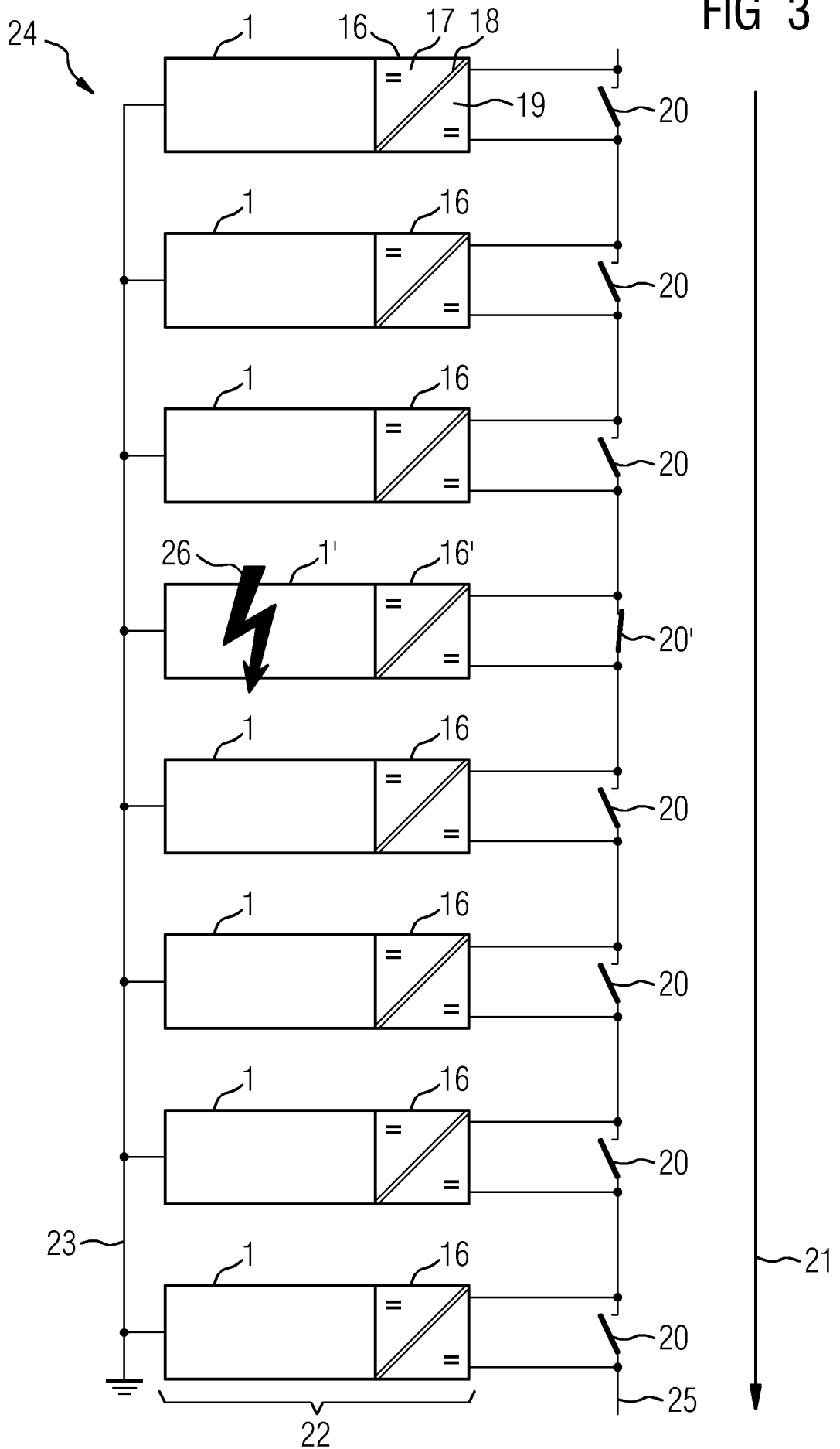


FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/086330

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H02J 1/10</i> (2006.01)i; <i>H02J 1/00</i> (2006.01)n; <i>H02M 1/00</i> (2006.01)n		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02J; H02M; B60L; H01M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2006121425 A2 (ATLAS MARINE SYSTEMS LP [US]; SHIRES JERRY O [US]; BEUTEL RAYMOND L [U] 16 November 2006 (2006-11-16) paragraphs [0001], [0018], [0022], [0044] - paragraphs [0071], [0088] - [0090], [0093]; claims 1,11; figures 1,12	1-10
Y	US 2016261205 A1 (KOLAR JOHANN [CH] ET AL) 08 September 2016 (2016-09-08) paragraphs [0003], [0126], [0129], [0145] - paragraphs [0147], [0203] - [0204], [0208]; figures 6,31,34,89,101,103 paragraphs [0215], [0218], [0222], [0392] - paragraphs [0395], [0398] - [0400], [0431], [0436]	1-10
A	DE 102013209396 A1 (SIEMENS AG [DE]) 27 November 2014 (2014-11-27) cited in the application paragraphs [0046], [0049] - [0055]; figures 3,4	1-10
A	DE 102010044497 A1 (MAGNA E CAR SYSTEMS GMBH & CO [AT]) 08 March 2012 (2012-03-08) paragraphs [0016], [0018], [0026] - [0032] - paragraph [0035]; figure 1	1-4
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 25 March 2019		Date of mailing of the international search report 29 March 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Ossanna, Luca Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/086330

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2006121425	A2	16 November 2006	EP	1878102	A2	16 January 2008
				US	2010201197	A1	12 August 2010
				WO	2006121425	A2	16 November 2006
US	2016261205	A1	08 September 2016	CN	105939106	A	14 September 2016
				DE	102016103828	A1	08 September 2016
				KR	20160108197	A	19 September 2016
				US	2016261205	A1	08 September 2016
				DE	102013209396	A1	27 November 2014
DE	102013209396	A1	27 November 2014	DE	102013209396	A1	27 November 2014
				WO	2014187674	A2	27 November 2014
DE	102010044497	A1	08 March 2012	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H02J1/10 ADD. H02J1/00 H02M1/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H02J H02M B60L H01M		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 2006/121425 A2 (ATLAS MARINE SYSTEMS LP [US]; SHIRES JERRY O [US]; BEUTEL RAYMOND L [U]) 16. November 2006 (2006-11-16) Absätze [0001], [0018], [0022], [0044] - Absätze [0071], [0088] - [0090], [0093]; Ansprüche 1,11; Abbildungen 1,12 -----	1-10
Y	US 2016/261205 A1 (KOLAR JOHANN [CH] ET AL) 8. September 2016 (2016-09-08) Absätze [0003], [0126], [0129], [0145] - Absätze [0147], [0203] - [0204], [0208]; Abbildungen 6,31,34,89,101,103 Absätze [0215], [0218], [0222], [0392] - Absätze [0395], [0398] - [0400], [0431], [0436] ----- -/--	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
25. März 2019		29/03/2019
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Ossanna, Luca

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2013 209396 A1 (SIEMENS AG [DE]) 27. November 2014 (2014-11-27) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0046], [0049] - [0055]; Abbildungen 3,4	1-10
A	----- DE 10 2010 044497 A1 (MAGNA E CAR SYSTEMS GMBH & CO [AT]) 8. März 2012 (2012-03-08) Absätze [0016], [0018], [0026] - [0032] - Absatz [0035]; Abbildung 1 -----	1-4

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/086330

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2006121425 A2	16-11-2006	EP 1878102 A2 US 2010201197 A1 WO 2006121425 A2	16-01-2008 12-08-2010 16-11-2006
US 2016261205 A1	08-09-2016	CN 105939106 A DE 102016103828 A1 KR 20160108197 A US 2016261205 A1	14-09-2016 08-09-2016 19-09-2016 08-09-2016
DE 102013209396 A1	27-11-2014	DE 102013209396 A1 WO 2014187674 A2	27-11-2014 27-11-2014
DE 102010044497 A1	08-03-2012	KEINE	