Ventilvorrichtung zum selektiven Öffnen und Schließen von Leitungen in einer Flussbatterie und Flussbatterie mit einer Ventilvorrichtung

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Ventilvorrichtung zum selektiven Öffnen und Schließen von Leitungen in einer Flussbatterie, beispielsweise einer Flüssigbatterie, einer Semi-Solid-Flussbatterie oder einer Solid-Flussbatterie; sie betrifft ferner eine Flussbatterie, beispielsweise eine Flüssigbatterie, beispielsweise eine Redox-Flussbatterie, oder eine Semi-Solid-Flussbatterie oder Solid-Flussbatterie, die eine solche Ventilvorrichtung umfasst.

Stand der Technik

Flüssigbatterien (auch „All-liquid"-Flussbatterien genannt) speichern elektrische Energie in flüssigen Elektrolyten, einem positiven Elektrolyt (Anolyt) und einem negativen Elektrolyt (Katholyt). Genauer liegen die Reaktionspartner in einem Lösungsmittel in gelöster Form vor. Der Einfachheit halber werden in diesem Dokument die als Energietransporteur dienenden, je zumindest einen Reaktionspartner gelöst aufweisenden Lösungsmittel als „flüssige Elektrolyten" bezeichnet. Die beiden energiespeichernden Elektrolyte werden jeweils in einem Tank gelagert und zirkulieren in zwei getrennten hydraulischen Strömungskreisläufen zwischen dem jeweiligen Tank und je einer mit dem Tank über eine Leitung verbundenen Kammer einer galvanischen Zelle. In der galvanischen Zelle erfolgt über eine Membran ein Ionenaustausch. In der galvanischen Zelle werden die gelösten Stoffe unter Freiwerden elektrischer Energie, die über mit den in der galvanischen Zelle angeordneten Elektroden bzw. Elektrodenstacks verbundenen Stromabnehmern abgreifbar ist, chemisch reduziert bzw. oxidiert.

Eine beispielhafte Flüssigbatterie kann der EP 3 580 802 A1 entnommen werden.

Semi-Solid-Flussbatterie oder Solid-Flussbatterien sind ähnlich aufgebaut wie Flüssigbatterien. Bei Solid-Flussbatterien wird die Energie jedoch wie bei einer Solid-State-Batterie in einem

Feststoff gespeichert. Der Transport der Energie zum Feststoff erfolgt wie bei einer Flüssigbatterie über einen flüssigen Elektrolyten, genauer über ein als Energietransporteur dienendes Fluid. Gemäß einer Bauart können Energie speichernde Feststoff-Partikel im als Energietransporteur dienenden Fluid als Suspension vorliegen. Die Feststoffpartikel werden durch das Fluid vom Tank zur galvanischen Kammer transportiert. Der Einfachheit halber werden auch diese Suspensionen in diesem Dokument als „flüssige Elektrolyte" bezeichnet. Beispiele hierzu sind Feststoff-Dispersionsstrom-Batterien. Gemäß einer anderen Bauart liegen die die Energie speichernden Feststoffe stationär in den Energiespeichertanks vor. Zur Übertragung der Energie in die galvanische Zelle sind in den als Energietransporteure fungierenden Fluiden Materialien gelöst, wobei elektrochemische Reaktionen zwischen den gelösten Materialien stattfinden. Auch diese Fluide werden als „flüssige Elektrolyte" bezeichnet. Diese im flüssigen Elektrolyten gelösten Materialen werden auch „Targeting-Materialien" genannt. Die Feststoffe in den Tanks können beispielsweise chemisch oxidiert oder reduziert werden. Da die Feststoffe in den Tanks verbleiben, wird nur der flüssige Elektrolyt gepumpt. Semi-Solid-Flussbatterien sind eine Mischung der Flüssigbatterie und der Solid-Flussbatterie, bei welcher ein flüssiger Elektrolyt ausgebildet ist wie bei einer Flüssigbatterie und der andere flüssige Elektrolyt ausgebildet ist wie bei einer Solid-Flussbatterie.

Für einen sicheren und langlebigen Betrieb der Flussbatterie soll einerseits der hydraulische Kreislauf zwischen dem Tank und der mit diesem verbundenen Kammer, genauer mit dem in der Kammer vorliegenden Elektrodenstack, unterbrochen werden. Dadurch kann beispielsweise eine Selbstentladung minimiert werden. Andererseits soll der Volumenstrom durch den Tank und einem parallel geschalteten Bypass verändert werden können. Dies geschieht durch Vorsehen eines Ventils zwischen Tank und Kammer.

Bei herkömmlichen Flussbatterien aus dem Stand der Technik wird zur Unterbrechung des hydraulischen Kreislaufes zwischen Tank und Kammer für jedes Elektrolyt derzeit jeweils ein Ventil verwendet, das beispielsweise einen Kugelhahn umfasst. Jedes Ventil ist über einen eigenen Motor separat steuerbar.

Darstellung der Erfindung

Ausgehend von dem bekannten Stand der Technik ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Ventilvorrichtung zum selektiven Öffnen und Schließen von

Leitungen in einer Flussbatterie, wie einer Flüssigbatterie, beispielsweise einer Redox-Flussbatterie, einer Semi-Solid-Flussbatterie oder einer Solid-Flussbatterie, sowie eine verbesserte Flussbatterie, beispielsweise Flüssigbatterie, Redox-Flussbatterie, Semi-Solid-Flussbatterie oder Solid-Flussbatterie, bereitzustellen.

Die Aufgabe wird durch eine Ventilvorrichtung zum selektiven Öffnen und Schließen zweier Leitungen in einer Flussbatterie, beispielsweise einer Flüssigbatterie wie einer Redox-Flussbatterie, oder einer Semi-Solid-Flussbatterie oder Solid-Flussbatterie, mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Figuren. In einer Ausführungsform betrifft die Flussbatterie eine Flüssigbatterie, insbesondere eine Redox-Flussbatterie. In einer anderen Ausführungsform betrifft die Flussbatterie eine Semi-Solid-Flussbatterie. In einer weiteren Ausführungsform betrifft die Flussbatterie eine Solid-Flussbatterie.

Entsprechend wird eine Ventilvorrichtung zum selektiven Öffnen und Schließen zweier Leitungen in einer Flussbatterie, wie einer Flüssigbatterie, beispielsweise einer Redox-Flussbatterie, oder einer Semi-Solid-Flussbatterie oder Solid-Flussbatterie, vorgeschlagen, umfassend zwei Ventile, die jeweils zum selektiven Öffnen und Schließen einer elektrolytführenden Leitung ausgebildet sind.

Die Ventilvorrichtung umfasst einen gemeinsamen Antrieb zum Steuern der Ventilstellung beider Ventile, der mit beiden Ventilen gekoppelt ist.

Anders ausgedrückt wird eine Ventilvorrichtung vorgeschlagen, bei welcher mittels eines einzigen Antriebs die Ventilstellung zweier Ventile gesteuert werden kann. Somit können mit nur einem Antrieb die getrennt voneinander zirkulierenden hydraulischen Kreisläufe der Elektrolyte, die jeweils via einer elektrolytführenden Leitungen bereitgestellt werden, unterbrochen und wieder geöffnet werden.

In Vergleich zu herkömmlichen Ventilanordnungen aus dem Stand der Technik mit zwei separaten Ventilen ist kein doppelter Aufwand in Hinblick auf eine Steuerung und Verkabelung zweier Motoren sowie überhaupt das Bereitstellen zweier Motoren erforderlich. Bei der vorgeschlagenen Lösung ist es ausreichend, eine Steuerung und eine Verkabelung, und eben nur den einen Antrieb vorzusehen. Entsprechend weist die vorgeschlagene Ventilvorrichtung

gegenüber herkömmlichen Ventilanordnungen Bauraumvorteile auf. Zudem ist sie einfacher aufgebaut.

Gemäß einer Ausführungsform kann genau ein Antrieb zum Steuern der Ventilstellung beider Ventile vorgesehen sein.

Gemäß einer Ausführungsform kann zwischen dem Antrieb und den Ventilen ein Getriebe angeordnet sein. Dies erlaubt es, eine Übersetzung, vorteilhafterweise eine Untersetzung, zwischen Antrieb, genauer einer Antriebswelle, und den Ventilen, genauer einer Ausgangswelle des Getriebes zu den Ventilen, bereitzustellen. Entsprechend können eine oder mehrere Ausgangswellen vorgesehen sein, welche eine Kopplung zu den Ventilen bereitstellen. Dies steht im Gegensatz zu herkömmlichen Lösungen, bei denen beispielsweise ein Antriebszahnrad unmittelbar mit einem Zahnrad eines Stellkörpers des jeweiligen Ventils gekoppelt ist.

Gemäß einer Ausführungsform können das Getriebe und der Antrieb in Form eines Getriebemotors ausgebildet sein.

Gemäß einer Ausführungsform kann die Ventilvorrichtung 1 eingerichtet sein, die Ventile zwischen einer Schließstellung und einer Offenstellung und optional in zumindest einer vorgegebenen Zwischenstellung, die zwischen den beiden vorstehend genannten Positionen liegt, positionieren zu können, wobei die Ventilvorrichtung optional eingerichtet ist, die Ventile stufenlos oder gestuft zwischen der Schließstellung und der Offenstellung verstellen zu können.

Gemäß einer Ausführungsform kann das Getriebe genau eine Ausgangswelle umfassen, genauer eine durchgängige Ausgangwelle, die mit beiden Ventilen gekoppelt ist, beispielsweise mit je einem Ventilkörper jedes Ventils. Bevorzugt sind die Ventile bezogen auf die Ausgangswelle auf gegenüberliegenden Seiten angeordnet. Auf diese Weise wird eine besonders kompakte Bauweise ermöglicht; hierbei sind die Ventile in Längsrichtung der Ausgangswelle voneinander beabstandet und die Ventilkörper und die Ausgangswelle erstrecken sich beispielsweise in unterschiedlichen Hauptrichtungen. Dadurch kann eine vorteilhafte Flexibilität hinsichtlich der Fluidverbindung der Ventile unterstützt werden. Dies steht im Gegensatz zu herkömmlichen Lösungen, bei denen beispielsweise ein

Antriebszahnrad in einer Ebene mit einem Zahnrad eines Ventilkörpers ausgerichtet und unmittelbar mit dem Ventilkörper gekoppelt ist.

Gemäß einer Ausführungsform können die Ventile je einen Ventilkörper umfassen, der beispielsweise als Drehkolben ausgebildet ist.

Gemäß einer Ausführungsform können die Ventile bezogen auf den Antrieb und/oder das Getriebe auf gegenüberliegenden Seiten angeordnet sein.

Gemäß einer Ausführungsform kann zumindest eine Sensoranordnung zum Erfassen der Ventilstellung eines Ventilkörpers zumindest eines der Ventile vorgesehen sein.

Die Sensoranordnung kann optional als Winkelsensor, beispielsweise als optischer Winkelsensor, ausgebildet sein.

Gemäß einer Ausführungsform kann das Getriebe als selbsthemmendes Getriebe und/oder als Schneckengetriebe ausgebildet sein, wobei optional eine Antriebswelle als Schnecke ausgebildet ist.

Gemäß einer Ausführungsform kann zumindest eine Kupplungseinheit vorgesehen sein, mittels welcher der Antrieb selektiv entweder mit beiden Ventilen gekoppelt werden kann, wahlweise mit nur einem der Ventile gekoppelt werden kann, oder von beiden Ventilen entkoppelt werden kann. Die Kupplungseinheit ermöglicht es bevorzugt, dass der Antrieb mit nur einem der Ventile gekoppelt werden kann, um somit eine separate Einstellung eines der Ventile zu erleichtern. Auf diese Weise kann beispielsweise ein Volumenstrom für ausschließlich einen Elektrolytkreislauf angepasst werden. Bevorzugt kann die Kupplungseinheit es zusätzlich auch ermöglichen, dass der Antrieb mit beiden Ventilen gekoppelt werden kann, um hierdurch eine Anpassung beider Elektrolytkreisläufe zu erleichtern; vorteilhafterweise ist die Anpassung für jeden Kreislauf gleich.

Jedes Ventil kann vorteilhafterweise als Doppelventilbaugruppe mit jeweils zwei Subventilen ausgebildet sein. Die Ventilvorrichtung kann entsprechend zwei Doppelventilbaugruppen aufweisen, wobei jede Doppelventilbaugruppe zwei Subventile umfasst. Die Subventile jeder Doppelventilbaugruppe werden von einem gemeinsamen Antrieb der jeweiligen Doppelventilbaugruppe gesteuert, um eine Ventilstellung beider Subventile zu ermöglichen.

Mit anderen Worten kann für jede Elektrolytleitung eine Doppelventilbaugruppe vorgesehen sein; durch die Doppelventilbaugruppe können zwei parallele Fluidkreisläufe bereitgestellt werden. So kann beispielsweise ein Subventil der jeweiligen Doppelventilbaugruppe eine Fluidverbindung zwischen einem Tank und einer Kammer einer galvanischen Zelle bereitstellen, während mittels des jeweils anderen Subventils ein Bypass für den Tank und insbesondere eine (direkte) Verbindung zwischen dem Auslass der Kammer und dem Einlass bereitgestellt werden kann. Auf diese Weise kann vorteilhafterweise eine flexible Volumenstromführung erreicht werden, so dass etwa ein Volumenstrom des Elektrolyten beispielsweise nur teilweise, beispielsweise von 40% bis 90% des Gesamtvolumenstroms, durch den Tank oder aber der Volumenstrom vollständig durch den Tank geführt werden kann.

Bevorzugt sind die Subventile einer jeden Doppelventilbaugruppe fest miteinander verbunden und/oder ausschließlich abhängig voneinander einstellbar. Die Subventile können bevorzugt stufenlos eingestellt werden. Durch die Einstellung der Subventile in Abhängigkeit voneinander wird gewährleistet, dass ein im Wesentlichen konstanter Volumenstrom bereitgestellt werden kann, wobei die Subventile gemeinsam einen vorgegebenen Gesamtvolumenstrom bereitstellen. So kann beispielsweise ein Öffnen bzw. eine Vergrößerung des Öffnungswinkels eines Subventils mit einer entsprechenden Verringerung des Öffnungswinkels des anderen Subventils einhergehen. Im Vergleich zu einer Variante, bei der die Ventile oder Subventile separat voneinander einstellbar sind, beispielsweise wenn die Ventile mechanisch voneinander getrennt sind, kann ein variabler Volumenstrom vermieden werden. Bevorzugt sind die Subventile mittels einer Ausgangswelle miteinander fest verbunden oder gekoppelt.

Die Ventile bzw. Subventile können insbesondere als Kugelhahnventile ausgebildet sein. Zusätzlich zu einer besonders kompakten Bauweise wird hierdurch auch eine rasche Öffnung und Schließung der Ventile bei einer verhältnismäßig geringen Leckagegefahr ermöglicht.

Die oben genannte Aufgabe wird ferner durch eine Flussbatterie, wie eine Flüssigbatterie, beispielsweise eine Redox-Flussbatterie, oder eine Semi-Solid-Flussbatterie oder Solid-Flussbatterie, mit den Merkmalen des Anspruchs 17 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus der Beschreibung und den Figuren.

Entsprechend wird eine Flussbatterie, beispielsweise eine Flüssigbatterie, so wie eine Redox-Flussbatterie, oder eine Semi-Solid-Flussbatterie oder Solid-Flussbatterie, vorgeschlagen, umfassend eine galvanische Zelle, einen über eine erste Leitung mit einer ersten Kammer der galvanischen Zelle verbundenen ersten Tank zum Speichern eines ersten Elektrolyten und einen über eine zweite Leitung mit einer zweiten Kammer der galvanischen Zelle verbundenen zweiten Tank zum Speichern eines zweiten Elektrolytens.

Die Flussbatterie umfasst ferner eine Ventilvorrichtung gemäß einer der in diesem Dokument beschriebenen Ausführungsformen.

Das hinsichtlich der Ventilvorrichtung Beschriebene trifft ebenfalls auf die Flussbatterie, insbesondere Flüssigbatterie und weiter insbesondere Redox-Flussbatterie, zu. Durch die Flussbatterie können die via der Ventilvorrichtung beschriebenen Vorteile und Wirkungen in analoger Weise erzielt werden. Entsprechend wird auf eine Wiederholung hinsichtlich des zur Ventilvorrichtung Geschriebenen an dieser Stelle verzichtet, um Redundanzen zu vermeiden.

Besonders bevorzugt weist die Flussbatterie Ventile auf, welche jeweils als Doppelventilbaugruppe ausgebildet sind, wie vorstehend beschrieben. Es kann ein Subventil einer jeweiligen Doppelventilbaugruppe stromabwärts des jeweiligen Tanks mit der jeweiligen Leitung fluidisch verbunden sein. Das jeweils andere Subventil der jeweiligen Doppelventilbaugruppe kann entsprechend stromaufwärts des jeweiligen Tanks mit der jeweiligen Leitung fluidisch verbunden und zum Führen des jeweiligen Elektrolyten parallel zum jeweiligen Tank ausgerichtet sein.

Wie vorstehend beschrieben, kann auf diese Weise ein Bypass für den jeweiligen Tank bereitgestellt werden; parallel zur Fluidführung durch den Tank kann insbesondere auch eine (direkte) Verbindung zwischen dem Auslass der Kammer und deren Einlass bereitgestellt werden kann. Auf diese Weise kann vorteilhafterweise erreicht werden, dass ein Volumenstrom des Elektrolyten beispielsweise nur teilweise durch den Tank oder vollständig durch den Tank geführt werden kann.

Jede Doppelventilbaugruppe kann zum Bereitstellen eines konstanten Gesamtvolumenstroms des jeweiligen Elektrolyten eingerichtet sein. Mit anderen Worten kann die Doppelventilbaugruppe vorteilhafterweise derart eingerichtet sein, dass ein Volumenstrom

durch den jeweiligen Tank und ein Volumenstrom parallel zum jeweiligen Tank immer einen vorgegebenen Gesamtvolumenstrom bereitstellen.

Kurze Beschreibung der Figuren

Bevorzugte weitere Ausführungsformen der Erfindung werden durch die nachfolgende Beschreibung der Figuren näher erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1 schematisch eine Ansicht einer Flussbatterie;

Figur 2 schematisch eine Seitenansicht durch eine Ventilvorrichtung der Flussbatterie aus Figur 1;

Figur 3 schematisch ein Schnittansicht durch die Ventilvorrichtung aus Figur 2;

Figur 4 schematisch eine weitere Schnittansicht durch die Ventilvorrichtung aus Figur 2;

Figur 5 schematisch eine perspektivische Seitenansicht auf ein Getriebe und einen Antrieb der Ventilvorrichtung aus Figur 2;

Figur 6 schematisch eine weitere perspektivische Seitenansicht auf das Getriebe und den Antrieb der Ventilvorrichtung aus Figur 5; und

Figur 7 schematisch eine Ansicht einer Flussbatterie mit einer Ausgestaltung der Ventile als Doppelventilbaugruppen.

Detaillierte Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Im Folgenden werden einige vorteilhafte Ausführungsbeispiele anhand der Figuren beschrieben. Dabei werden gleiche, ähnliche oder gleichwirkende Elemente in den unterschiedlichen Figuren mit identischen Bezugszeichen versehen, und auf eine wiederholte Beschreibung dieser Elemente wird teilweise verzichtet, um Redundanzen zu vermeiden.

In Figur 1 ist schematisch eine Ansicht einer Flussbatterie 100 gezeigt. Vorliegend ist die Flussbatterie 100 als Flüssigbatterie 100 ausgebildet. Sie kann analog aber auch als Semi-Solid-Flussbatterie oder Solid-Flussbatterie ausgebildet sein. Die Flussbatterie 100 umfasst zwei

Tankeinheiten 110, jeweils umfassend einen Tank 113 zum Speichern eines flüssigen Elektrolyten, der über Leitungen 111 mit einer Kammer 122 einer galvanischen Zelle 120 verbunden ist. Via einer Pumpe 112 kann in den Tankeinheiten 110 je ein hydraulischer Strömungskreislauf fließenden Elektrolytens erzeugt werden.

Die galvanische Zelle 120 umfasst zwei Kammern 122, die durch eine Membran 121 voneinander getrennt sind. Über die Membran 121 kann zwischen den Kammern 122 ein Ionenaustausch erfolgen.

In jeder Kammer 122 ist je eine Elektrode 123 angeordnet, die via Stromabnehmer mit dem entsprechenden Batteriepol 130 der Flussbatterie 100 verbunden sind.

Vorliegend ist die in Figur 1 linke Tankeinheit 110 zum Speichern und Zirkulieren eines Anolyten ausgebildet, und die in Figur 1 rechts abgebildete Tankeinheit 110 ist zum Speichern und Zirkulieren eines Katholyten vorgesehen.

Die Flussbatterie 100 speichert elektrische Energie in den flüssigen Elektrolyten. Dies kann wie zum technischen Hintergrund bereits beschrieben entweder erfolgen, indem Energieträger in den flüssigen Elektrolyten gelöst vorliegen, Energieträger als Festkörper suspendiert in den flüssigen Elektrolyten vorliegen, und/oder Feststoff-Energieträger stationär in den Tanks vorliegen und der Energieübertrag via Targeting-Materialien in den flüssigen Elektrolyten erfolgt. Bei einem Zirkulieren der Elektrolyten in den zwei getrennten Strömungskreisläufen erfolgt zwischen den beiden Elektrolyten in der galvanischen Zelle 120 über die Membran 121 der Ionenaustausch. In der galvanischen Zelle 120 werden die gelösten Stoffe unter Freiwerden elektrischer Energie, die über den mit den in der galvanischen Zelle 120 angeordneten Elektroden 123 verbundenen Stromabnehmern abgreifbar ist, chemisch reduziert bzw. oxidiert. Die Flussbatterie 100 stellt mithin eine Redox-Flussbatterie 100 dar.

Jede der je einen hydraulischen Kreislauf zwischen zugehörigem Tank 113 und zugeordneter Kammer 122 bereitstellenden Leitungen 111 umfasst ein Ventil 2 zum selektiven Öffnen und Schließen der Leitung 111 und somit zum Ermöglichen und Unterbrechen des hydraulischen Kreislaufs zwischen Tank 113 und Kammer 122.

Die Ventile 2 sind vorliegend als stufenlos verstellbare 2-2-Wegeventile ausgebildet, sie sind aber nicht auf diese Ausführung beschränkt. Die Ventilstellung der Ventile 2 kann jeweils zwischen einer Schließstellung und einer Offenstellung stufenlos verstellt werden.

Entsprechend ist nicht nur ein Unterbrechen des hydraulischen Kreislaufs in der Schließstellung und ein Ermöglichen bzw. Öffnen des hydraulischen Kreislaufs in der Offenstellung möglich, sondern zudem ein stufenloses Einstellen der Durchflussmenge des durch das Ventil 2 strömenden Fluids, genauer Elektrolyten, möglich. Die Offenstellung stellt eine maximal geöffnete Stellung dar, in welcher die Durchflussmenge, also der Volumenstrom maximal ist.

Die Ventile 2 sind Teil einer Ventilvorrichtung 1. Die Ventilvorrichtung 1 umfasst neben den beiden Ventilen 2, die jeweils zum Öffnen und Schließen einer Leitung 111, die einen hydraulischen Kreislauf zwischen einem Tank 113 und einer Kammer 122 einer galvanischen Zelle 120 bereitstellt, ausgebildet sind, einen gemeinsamen Antrieb 3 zum Steuern der Ventilstellung beider Ventile 2. Der Antrieb 3 ist mit beiden Ventilen 2 gekoppelt.

Anders ausgedrückt umfasst die Ventilvorrichtung 1 genau einen Antrieb 3, der mit dem ersten Ventil 2 und dem zweiten Ventil 2 gekoppelt ist.

Optional umfasst die Ventilvorrichtung 1 wie hier gezeigt ein Getriebe 4, das die Kopplung zwischen einer hier nicht gezeigten Antriebswelle des Antriebs 3 und den Ventilen 2, genauer dem hier ebenfalls nicht gezeigten Ventilkörper jedes Ventils 2, bereitstellt, anders ausgedrückt ausbildet. Das Getriebe 4 stellt eine Übersetzung zwischen der Antriebswelle und den Ventilkörpern der Ventile 2 bereit. Vorliegend stellt das Getriebe 4 eine Untersetzung, anders ausgedrückt eine Übersetzung ins Langsame bereit. Alternativ kann die Antriebswelle des Antriebs 3 auch direkt mit den Ventilkörpern der Ventile 2 gekoppelt sein.

Ferner alternativ kann der Antrieb 3 auch ohne Antriebswelle ausgebildet sein.

Der Antrieb 3 kann als elektrischer Antrieb 3 oder alternativ als hydraulischer Antrieb 3 oder pneumatischer Antrieb 3 ausgebildet sein.

Das Getriebe 4 kann auch als Bestanteil des Antriebs 3 ausgebildet sein. Anders ausgedrückt kann der Antrieb 3 als Getriebemotor ausgebildet sein. Das Getriebe 4 ist dann in den Antrieb 3 integriert bzw. bildet mit diesem eine bauliche Einheit.

Entsprechend ist es durch das Vorsehen der Ventilvorrichtung 1 in der Flussbatterie 100 möglich, beide Ventile 2 mit nur einem Antrieb 3 zu steuern und somit mit dem einen, einzigen Antrieb 3 beide hydraulischen Kreisläufe, also den Kreislauf des positiven Elektrolyten (des

Anolyten) und den Kreislauf des negativen Elektrolyten (des Katholyten), zu öffnen, zu schließen, und aufgrund der optionalen stufenlosen Einstellmöglichkeit der Ventile 2 ebenso optional den Durchsatz zu steuern. Beispielsweise kann der Antrieb 3 einen stufenlos einstellbaren Stellmotor umfassen bzw. als ein solcher ausgebildet sein.

Alternativ oder zusätzlich kann die Ventilvorrichtung 1 ausgebildet sein, die Ventile 2 zwischen der Schließstellung, also der geschlossenen Stellung, und der Offenstellung, also der maximal geöffneten Stellung, in zumindest einer vorgegebenen Zwischenstellung positionieren zu können. Bei einer derartigen Ausführung kann der Antrieb 3 beispielsweise in Form eines stufenweise (gestuft) einstellbaren Stellmotors ausgebildet sein.

Figur 2 zeigt schematisch eine Seitenansicht der Ventilvorrichtung 1 aus Figur 1.

Die Ventilvorrichtung 1 umfasst den Antrieb 3, der optional an das optionale Getriebe 4 gekoppelt sein kann, wie hier vorliegend der Fall. Das Getriebe 4 umfasst ein Getriebegehäuse 40. Eine hier nicht gezeigte Ausgangswelle des Getriebes 4 ist auf zwei gegenüberliegenden Seiten je mit einem Ventil 2, genauer einem Ventilkörper 20 der Ventile 2, gekoppelt. Mit anderen Worten umfasst das Getriebe 4 genau eine Ausgangswelle, die mit beiden Ventilen 2 gekoppelt ist. Eine Drehbewegung der Antriebswelle des Antriebs 3 wird durch das Getriebe 4 in eine Drehbewegung der Ventilkörper 20 um ihre jeweilige Drehachse 21 übersetzt.

Die Ventilvorrichtung 1 umfasst ein Gehäuse 5, das vorliegend zwei Gehäuseteile 50 aufweist. Die Gehäuseteile 50 sind beidseitig des Getriebes 4 angeordnet und jeweils mit dem Getriebegehäuse 40 verbunden, anders ausgedrückt an diesem befestigt.

Vorliegend sind die Gehäuseteile 50 auf gegenüberliegenden Seiten angeordnet, grundsätzlich sind aber auch andere Anordnungen möglich.

Jedes Gehäuseteil 50 stellt die hydraulischen Anschlussschnittstellen 51 für die elektrolytführenden Leitungen 111 der hydraulischen Kreisläufe bereit und dient als Lager für den Ventilkörper 20.

Figur 3 zeigt schematisch eine Schnittansicht durch die Ventilvorrichtung 1 aus Figur 2.

Die Ventile 2, genauer deren Ventilkörper 20, sind in Figur 3 in der Offenstellung, also in der (maximal) geöffneten Stellung gezeigt.

Die Ventilkörper 20 sind jeweils als Drehkolben ausgebildet. Sie sind aber nicht auf eine derartige Ausführung beschränkt.

Zu erkennen ist ferner, dass zur Lagerung jedes Ventilkörpers 20 ein optionales Stützblech 52 vorgesehen sein kann, das beispielsweise axiale Lagerkräfte des Ventilkörpers 20 auf eine optionale Adapterplatte 53 übertragen kann.

Die Adapterplatte 53 kann optional vorgesehen sein, beispielsweise um eine optionale Leiterplatte 60 aufzunehmen. Sie kann optional Kräfte vom Stützblech 52 an das jeweilige Gehäuseteil 50 weitergeben. Ferner kann sie optional zum Befestigen des Gehäuseteils 50 am Getriebegehäuse 40 vorgesehen sein.

Die Ventilvorrichtung 1 umfasst optional ferner zumindest eine Sensoranordnung 6 zum Erfassen der Ventilstellung zumindest eines der Ventilkörper 20. Die Sensoranordnung 6 ist vorliegend als Winkelsensor ausgebildet, hier optional als optischer Winkelsensor. Vorliegend umfasst die Sensoranordnung 6 einen Sensorring 61. Gemäß dieser optionalen Ausführung weist der Sensorring 61 lichtdurchlässige Aussparungen auf. Die Sensoranordnung 6 umfasst optional ferner zumindest eine Lichtschranke 62, optional eine Mehrzahl von Lichtschranken 62, die optional an vorgegebenen Stellen, beispielsweise bezogen auf die Drehachse 22 in Umfangsrichtung gleichmäßig verteilt vorliegen. Die zumindest eine Lichtschranke 62 kann optional auf der Leiterplatte 60 angeordnet sein.

Abhängig von der rotatorischen Lage des Sensorringes 61 werden durch die Sensoranordnung 6 Signale erzeugt, die in einer hier nicht gezeigten Steuerung der Sensoranordnung 6 oder eine mit der Sensoranordnung 6 verbundenen Steuerung in eine Winkelinformation verarbeitet werden können. Daraus kann die rotarische Lage des Ventilkörpers 20 relativ zum Gehäuseteil 50 und damit die Ventilstellung des Ventilkörpers 20 abgeleitet werden. Die Sensoranordnung 6 kann mithin in Form eines Inkrementalgebers ausgebildet sein, der Winkeländerungen erfasst.

Alternativ kann die Sensoranordnung 6 auch anders ausgebildet sein. Sie kann beispielsweise ein Hall-Element umfassen.

Figur 4 zeigt die Schnittansicht der Ventilvorrichtung 1 aus Figur 3, wobei die Ventilkörper 20 in der Schließposition vorliegen. Mithin ist der durch die Leitungen 111 und die Gehäuseteile 50 jeweils strömende hydraulische Kreislauf unterbrochen.

Figur 5 zeigt schematisch eine perspektivische Schnittansicht auf einen Getriebemotor 8, wie er als Einheit aus Antrieb 3 und Getriebe 4 gemäß der Figuren 1 bis 3 ausgebildet sein kann. Ein Gehäuseteil des Getriebegehäuses 40 ist ausgeblendet, um den Blick auf das Innere des Getriebegehäuses 40 zu ermöglichen.

Der Getriebemotor 8 wandelt elektrische Energie in rotatorische Energie um. Das hier eingesetzte Getriebe 4 ist ein selbsthemmendes Schneckengetriebe. Die Antriebswelle 30 des Antriebs 3 ist entsprechend als Schnecke ausgebildet.

Die Antriebswelle 30 ist über eine Mehrzahl von Zahnrädern 43, die jeweils eine Übersetzung bereitstellen, mit der Ausgangswelle 41 gekoppelt. Durch die Mehrzahl an Übersetzungen zwischen Antriebswelle 30 und Ausgangswelle 41 kann die große Untersetzung erzielt werden.

Zu erkennen ist ferner, dass die durchgängige Ausgangswelle 41 an ihren beiden Enden je einen Kopplungsbereich 42 zum Koppeln mit je einem Ventilkörper 20 umfasst. Über den Kopplungsbereich 42 kann eine Drehbewegung der Ausgangswelle 41 an den an diesen Kopplungsbereich 42 gekoppelten Ventilkörper 20 erzieht werden.

Die Ausbildung als Schneckengetriebe ermöglicht eine Selbsthemmung und eine hohe Untersetzung. Die Selbsthemmung garantiert die Beibehaltung der aktuell eingestellten Ventilstellung der Ventilkörper 20 im stromlosen Zustand. Entsprechend kann ein vergleichsweise geringer Strombedarf und ein sicherer Betrieb bei Stromausfall erzielt werden. Aufgrund der hohen Untersetzung ist lediglich ein vergleichsweise geringes Antriebsmoment an der Antriebswelle erforderlich. Folglich kann ein vergleichsweise kleiner Motor verbaut werden.

Gemäß dieser Ausführungsform können also mittels eines elektrischen Antriebs 3 übersetzt via einem Schneckengetriebe 4 zwei Drehkolben (die Ventilkörper 20) betätigt werden. Somit können mit nur einem Motor beide hydraulische Kreisläufe unterbrochen und wieder geöffnet, sowie der Durchfluss durch die Ventile 2 reguliert werden.

Die Ventilvorrichtung 1 umfasst gemäß einer optionalen Ausführungsform mithin zwei Gehäuseteile 50, zwei Drehkolben (die Ventilkörper 20), ferner zwei die Aufnahmen der Ventilkörper 20 abdichtende O-Ringe 22, zwei Adapterplatten 53, ein oder zwei Stützbleche

52, einen Getriebemotor 8 (umfassend den Antrieb 3 und das Getriebe 4 als bauliche Einheit), einen Sensorring 61 und eine Leiterplatte 60 samt zumindest einer Lichtschranke 62.

Figur 6 zeigt den Getriebemotor 8 aus Figur 5 mit geschlossenem Getriebegehäuse 40. In dieser Ansicht ist einer der Kopplungsbereiche 42 der Ausgangswelle 41 nochmals gut zu erkennen.

Optional kann zumindest eine Kupplungseinheit (hier nicht gezeigt) vorgesehen sein, mittels welcher der Antrieb 3 selektiv entweder mit beiden Ventilen 2 oder mit nur einem der Ventile 2 gekoppelt werden oder von beiden Ventilen 2 entkoppelt werden kann. Die Kupplungseinheit kann beispielsweise im Getriebe 4 integriert sein.

In Figur 7 ist schematisch eine Ansicht einer Flussbatterie 100 mit einer Ausgestaltung der Ventile 2 als Doppelventilbaugruppen gezeigt. Mit anderen Worten weist die Ventilvorrichtung 1 im vorliegenden Beispiel zwei Doppelventilbaugruppen auf, wobei jede Doppelventilbaugruppe zwei Subventile 2a umfasst. Die Subventile 2a jeder Doppelventilbaugruppe werden von einem gemeinsamen Antrieb 3 der jeweiligen Doppelventilbaugruppe gesteuert, um eine (gleichzeitige) Ventilstellung beider Subventile 2a zu ermöglichen.

Wie in Figur 7 gezeigt, ermöglicht die Ausgestaltung als Doppelventilbaugruppe, dass zwei parallel zueinander geführte Kreisläufe für jede Kammer 122 der galvanischen Zelle 120 bereitgestellt werden. Entsprechend ist ein Subventil 2a stromabwärts des jeweiligen Tanks 110 fluidisch mit der Leitung 111 und stromaufwärts der jeweiligen Kammer 122 angeordnet, um einen Volumenstrom durch den Tank 110 zu ermöglichen. Das jeweils andere Subventil 2a ist dabei stromaufwärts des jeweiligen Tanks 110 fluidisch mit der Leitung 111 und stromabwärts der jeweiligen Kammer 122 angeordnet. Auf diese Weise kann zumindest teilweise ein Bypass zum jeweiligen Tank 110 bereitgestellt und ein Volumenstrom parallel zum Tank 110 geführt werden. Diese zumindest teilweise oder vollständige Parallelführung zum jeweiligen Tank 110 wird mit entsprechenden Pfeilen in Figur 7 veranschaulicht.

Um eine besonders kompakte Bauweise zu ermöglichen, kann der Auslass des jeweiligen Tanks 110 parallel zum jeweiligen Einlass angeordnet sein. Mit anderen Worten kann der Auslass an demselben Endbereich des Tanks 110 angeordnet sein, wo auch der Einlass angeordnet ist. Die einlassseitige Fluidführung kann ggf. tiefer in den Tank 110 einmünden,

um etwa das Fließverhalten von einmündendem und auslaufendem Elektrolytstrom zu verbessern, wie dies schematisch in der Figur 7 dargestellt ist.

Die beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung sollen einzelne Merkmale der Erfindung explizit hervorheben. Die in den einzelnen Ausführungsformen beschriebenen Merkmale können entsprechend mit den Merkmalen einer oder mehrerer anderer Ausführungsformen kombiniert werden.

Bezugszeichenliste

1	Ventilvorrichtung
2	Ventil
2a	Subventil
20	Ventilkörper
21	Drehachse
3	Antrieb
30	Antriebswelle
4	Getriebe
40	Getriebegehäuse
41	Ausgangswelle
42	Kopplungsbereich
43	Zahnrad
5	Gehäuse
50	Gehäuseteil
51	Anschlussschnittstelle
52	Stützblech
53	Adapterplatte
6	Sensoranordnung
61	Sensorring
62	Lichtschranke
8	Getriebemotor
100	Flussbatterie
110	Tankeinheit
111	Leitung
112	Pumpe
113	Tank
120	Galvanische Zelle
121	Membran
122	Kammer
123	Elektrode
130	Batteriepol

Ansprüche

1. Ventilvorrichtung (1) zum selektiven Öffnen und Schließen zweier Leitungen (111) in einer Flussbatterie (100), beispielsweise einer Flüssigbatterie (100), beispielsweise Redox-Flussbatterie (100), einer Semi-Solid-Flussbatterie oder Solid-Flussbatterie, umfassend zwei Ventile (2), die jeweils zum selektiven Öffnen und Schließen einer elektrolytführenden Leitung (111) ausgebildet sind,

   dadurch gekennzeichnet, dass

   die Ventilvorrichtung (1) einen Antrieb (3) umfasst, der als gemeinsamer Antrieb (3) mit beiden Ventilen (2) zum Steuern der Ventilstellung beider Ventile (2) gekoppelt ist.

2. Ventilvorrichtung (1) gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass genau ein Antrieb (3) zum Steuern der Ventilstellung beider Ventile (2) vorgesehen ist.

3. Ventilvorrichtung (1) gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Antrieb (3) und den Ventilen (2) ein Getriebe (4) angeordnet ist.

4. Ventilvorrichtung (1) gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe (4) und der Antrieb (3) in Form eines Getriebemotors (8) ausgebildet sind.

5. Ventilvorrichtung (1) gemäß einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe (4) als selbsthemmendes Getriebe (4) und/oder als Schneckengetriebe ausgebildet ist, wobei optional eine Antriebswelle (31) als Schnecke ausgebildet ist.

6. Ventilvorrichtung (1) gemäß einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe (4) genau eine Ausgangswelle (41) umfasst, die mit beiden Ventilen (2) gekoppelt ist, beispielsweise mit je einem Ventilkörper (20) beider Ventile (2).

7. Ventilvorrichtung (1) gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventile (2) bezogen auf die Ausgangswelle (41) auf gegenüberliegenden Seiten angeordnet sind.

8. Ventilvorrichtung (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilvorrichtung (1) eingerichtet ist, die Ventile (2) zwischen einer Schließstellung und einer Offenstellung und optional in zumindest einer vorgegebenen Zwischenstellung positionieren zu können, wobei die Ventilvorrichtung (1) optional eingerichtet ist, die Ventile (2) stufenlos oder gestuft zwischen der Schließstellung und der Offenstellung verstellen zu können.

9. Ventilvorrichtung (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventile (2) je einen Ventilkörper (20) umfassen, der beispielsweise als Drehkolben ausgebildet ist.

10. Ventilvorrichtung (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventile bezogen auf den Antrieb (3) und/oder das Getriebe (4) auf gegenüberliegenden Seiten angeordnet sind.

11. Ventilvorrichtung (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Sensoranordnung (6) zum Erfassen der Ventilstellung eines Ventilkörpers (20) zumindest eines der Ventile (2) vorgesehen ist, wobei die Sensoranordnung (6) optional als Winkelsensor, beispielsweise als optischer Winkelsensor, ausgebildet ist.

12. Ventilvorrichtung (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Kupplungseinheit vorgesehen ist, mittels welcher der Antrieb (3) selektiv entweder mit beiden Ventilen (2) gekoppelt werden kann, mit nur einem der Ventile (2) gekoppelt werden kann, oder von beiden Ventilen (2) entkoppelt werden kann.

13. Ventilvorrichtung (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Ventil (2) als Doppelventilbaugruppe mit jeweils zwei Subventilen (2a) ausgebildet ist.

14. Ventilvorrichtung (1) gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Subventile (2a) einer jeden Doppelventilbaugruppe fest miteinander verbunden und/oder ausschließlich abhängig voneinander einstellbar sind.

15. Ventilvorrichtung (1) gemäß Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Subventile (2a) derart konfiguriert sind, dass eine Vergrößerung des Öffnungswinkels eines Subventils (2a) mit einer entsprechenden Verringerung des Öffnungswinkels des anderen Subventils (2a) einhergeht.

16. Ventilvorrichtung (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Ventil (2) als Kugelhahnventil ausgebildet ist.

17. Flussbatterie (100), beispielsweise eine Flüssigbatterie (100), beispielsweise Redox-Flussbatterie (100), eine Semi-Solid-Flussbatterie oder Solid-Flussbatterie, umfassend eine galvanische Zelle (120), einen über eine erste Leitung (111) mit einer ersten Kammer (122) der galvanischen Zelle (120) verbundenen ersten Tank (113) zum Speichern eines ersten Elektrolyten und einen über eine zweite Leitung (111) mit einer zweiten Kammer (122) der galvanischen Zelle (120) verbundenen zweiten Tank (113) zum Speichern eines zweiten Elektrolyten, und eine Ventilvorrichtung (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche.

18. Flussbatterie (100) gemäß Anspruch 17, mit einer Ventilvorrichtung (1) gemäß Anspruch 12 oder 13, wobei ein Subventil (2a) einer jeweiligen Doppelventilbaugruppe stromabwärts des jeweiligen Tanks (113) mit der jeweiligen Leitung (111) fluidisch verbunden ist und wobei das jeweils andere Subventil (2a) der jeweiligen Doppelventilbaugruppe stromaufwärts des jeweiligen Tanks (113) mit der jeweiligen Leitung (111) fluidisch verbunden und zum Führen des jeweiligen Elektrolyten parallel zum jeweiligen Tank (113) ausgerichtet ist.

19. Flussbatterie (100) gemäß Anspruch 18 mit einer Ventilvorrichtung (1) gemäß Anspruch 13, wobei jede Doppelventilbaugruppe zum Bereitstellen eines konstanten Gesamtvolumenstroms des jeweiligen Elektrolyten eingerichtet ist.