

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
21. Juli 2022 (21.07.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/152513 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F03B 13/06 (2006.01) *F03G 3/00* (2006.01)
F03B 17/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/086727

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. Dezember 2021 (20.12.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2021 100 873.5
18. Januar 2021 (18.01.2021) DE

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder: **BEBENROTH, Günther** [DE/DE]; Barther Straße 21, 13051 Berlin (DE).

(74) Anwalt: **PATERIS PATENTANWÄLTE PARTMBB**; Danckelmannstr. 9, 14059 Berlin (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN,

KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

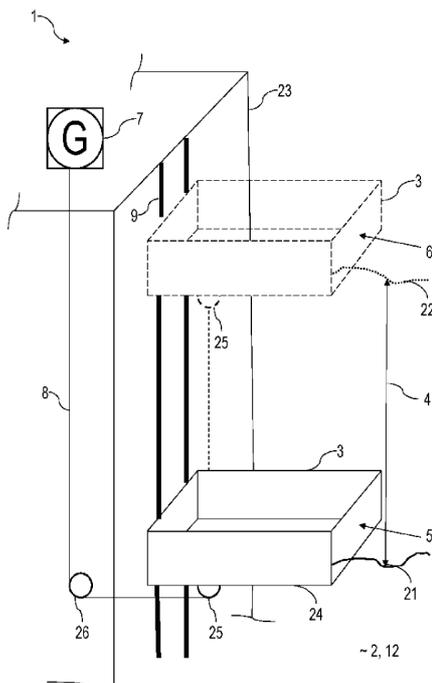
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: HYDROMECHANICAL ENERGY STORAGE AND ENERGY CONVERSION DEVICE, AND OPERATING METHOD

(54) Bezeichnung: HYDROMECHANISCHE ENERGIESPEICHER- UND ENERGIEUMWANDLUNGSVORRICHTUNG SOWIE BETRIEBSVERFAHREN



(57) Abstract: The invention relates to a hydromechanical energy storage and energy conversion device (1) which comprises the following: a water reservoir (2); a first float (3) which is arranged in the water reservoir (2) and can be lifted with the rising water level (4) in the water reservoir (2) from a lower position (5) into an upper position (6) and can be fixed in the upper position (6); a first generator (7) for converting kinetic energy into electrical energy; and a first energy transmission apparatus (8) which connects the first float (3) to the first generator (7) and is designed to transmit kinetic energy between the first float (3) and the first generator (7). The invention further relates to an operating method 100 for an energy storage and energy conversion device (1).

(57) Zusammenfassung: Es wird eine hydromechanische Energiespeicher- und Energieumwandlungs Vorrichtung (1) angegeben, die Folgendes aufweist: ein Wasserreservoir (2), einen in dem Wasserreservoir (2) angeordneten ersten Auftriebskörper (3), der mit steigendem Wasserstand (4) in dem Wasserreservoir (2) von einer unteren Position (5) in eine obere Position (6) anhebbar und in der oberen Position (6) fixierbar ist, einen ersten Generator (7) zur Umwandlung von kinetischer Energie in elektrische Energie und eine den ersten Auftriebskörper (3) mit dem ersten Generator (7) verbindende erste Energieübertragungseinrichtung (8), ausgebildet zur Übertragung von kinetischer Energie zwischen dem ersten Auftriebskörper (3) und dem ersten Generator (7). Des Weiteren wird ein Betriebsverfahren 100 für eine Energiespeicher- und Energieumwandlungs Vorrichtung (1) angegeben.

Fig. 1

WO 2022/152513 A1

5 **Hydromechanische Energiespeicher- und
Energieumwandlungsvorrichtung sowie Betriebsverfahren**

Die Erfindung betrifft eine hydromechanische Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung.

In Hinblick auf die vermehrte Nutzung erneuerbarer Energien gewinnen
10 Möglichkeiten zur Energiespeicherung zunehmend an Bedeutung.

Beispielsweise ist aus der WO 2020/ 018 329 A2 ein Energiespeichersystem bekannt, das einen Kran und mehrere Blöcke umfasst, wobei der Kran Blöcke von einer niedrigeren Höhe zu einer höheren Höhe durch Stapeln der Blöcke bewegen kann. Dabei wird elektrische Energie als potentielle Energie
15 der Blöcke gespeichert. Durch Bewegen der Blöcke von einer höheren Höhe auf eine niedrigere Höhe kann elektrische Energie basierend auf der kinetischen Energie der Blöcke beim Absenken erzeugt werden. Das Energiespeichersystem kann beispielsweise aus Sonnenenergie erzeugten Strom tagsüber als potentielle Energie in den gestapelten Blöcken speichern
20 und die potentielle Energie in den gestapelten Blöcken während der Nachtstunden in Strom umwandeln und in das Stromnetz einspeisen.

Des Weiteren sind seit längerem Pumpspeicherkraftwerke bekannt, bei denen zur Energiespeicherung Wasser bergauf in ein Speicherbecken mittels elektrischer Energie gepumpt wird, wobei die potentielle Energie des
25 Wassers erhöht wird. Zur Erzeugung von elektrischer Energie wird das gespeicherte Wasser genutzt, um nach Absolvieren eines Höhenunterschieds eine Turbine anzutreiben, die mit einem Generator verbunden ist.

Dieser Vorgang ist jedoch wenig effektiv, da z. B. zum Betrieb einer 200 MW
30 Turbine ein Wasserdurchfluss von 11.000 l pro Sekunde benötigt wird.

Zudem können Pumpspeicherkraftwerke nur in Gegenden betrieben werden, deren Geländeprofil einen ausreichenden Höhenunterschied sowie Platz für die Speicherbecken bieten und in denen entsprechende Wassermengen verfügbar sind. Darüber hinaus stellen Pumpspeicherkraftwerken einen erheblichen Eingriff in die Ökologie und ins Landschaftsbild des gewählten Standorts dar.

Neben der Energiespeicherung besteht trotz inzwischen etablierter Technologien wie Windenergiegewinnung und Solarstromerzeugung weiterhin Bedarf an Technologien zur umweltverträglichen und nachhaltigen Stromerzeugung, die insbesondere eine möglichst zuverlässige und gleichmäßige Energiegewinnung ermöglichen. Eine weitere bekannte Technologie sind Gezeitenkraftwerke, bei denen potentielle und kinetische Energie aus dem Tidenhub des Meeres in elektrische Energie umgewandelt wird, indem das durch Ebbe und Flut in Strömung versetzte Meereswasser Turbinen antreibt. Im Zeitraum des Wechsels zwischen Ebbe und Flut herrscht jedoch keine oder nur eine geringfügige Strömung, so dass die Erzeugung der elektrischen Energie mit starken Schwankungen verbunden ist. Zudem ist die Korrosion der Metallbauteile aufgrund des Salzwassers problematisch.

Aus der nachveröffentlichten Patentanmeldung DE 10 2019 008 393 A1 ist ein Energiespeichersystem bekannt, bei dem ein Auftriebskörper in einem wassergefüllten Behälter zwischen einer unteren Position und einer oberen Position bewegbar ist, wobei der Wasserstand in dem wassergefüllten Behälter unverändert bleibt. Die obere Position wird durch entsprechenden Auftrieb des Auftriebskörpers eingenommen, während die untere Position erreicht wird, indem der Auftriebskörper mittels Zugseilen nach unten gezogen wird. Durch Fixierung des Auftriebskörpers in der unteren Position kann Energie gespeichert werden. Hierbei ist jedoch zwingend zunächst elektrische Energie nötig, um die Zugseile zu spannen und den Auftriebskörper in die untere Position bewegen zu können.

Des Weiteren ist aus der US 4 207 741 A eine Energiespeichereinrichtung bekannt, bei der ein Kolben in einem Wassertank auf- und abwärts bewegt wird und dabei ein Hydraulikfluid unter Druck setzt.

Die WO 2011/ 072 280 A2 offenbart eine Energieerzeugungseinrichtung mit einem Tank zur Aufnahme einer Flüssigkeit sowie einem Einlass und einem Auslass zum Füllen bzw. Entleeren des Tanks. Zudem ist ein Container vorgesehen, der sich vertikal in dem Tank zwischen einer unteren und einer
5 oberen Position bewegt. Mit dem Container ist eine Energieübertragungseinrichtung gekoppelt, um Energie aus der Containerbewegung übertragen zu können. Der Container kann zudem ebenfalls mit Flüssigkeit gefüllt werden.

Vor diesem Hintergrund ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine
10 Energiespeichervorrichtung sowie ein zugehöriges Betriebsverfahren anzugeben, die eine effektive, umweltverträgliche und zuverlässige Energiespeicherung ermöglichen. Wünschenswert wäre zudem eine Energieumwandlungsvorrichtung und ein entsprechendes Betriebsverfahren, mit denen umweltverträglich und nachhaltig sowie zuverlässig und
15 gleichmäßig elektrische Energie generiert werden kann.

Gelöst wird diese Aufgabe durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche. Die abhängigen Ansprüche betreffen Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Lösungen.

Eine erfindungsgemäße hydromechanische Energiespeicher- und
20 Energieumwandlungsvorrichtung, im Folgenden als die Vorrichtung bezeichnet, weist auf: ein Wasserreservoir, einen in dem Wasserreservoir angeordneten ersten Auftriebskörper, der mit steigendem Wasserstand in dem Wasserreservoir von einer unteren Position in eine obere Position anhebbar und in der oberen Position fixierbar ist, einen ersten Generator zur
25 Umwandlung von kinetischer Energie in elektrische Energie und eine den ersten Auftriebskörper mit dem ersten Generator verbindende erste Energieübertragungseinrichtung, ausgebildet zur Übertragung von kinetischer Energie zwischen dem ersten Auftriebskörper und dem ersten Generator.

30 Das Wasserreservoir kann als natürliches Wasservorkommen, z. B. Meer oder See, ausgebildet sein. Alternativ kann das Wasserreservoir ein künstlich geschaffenes Behältnis sein. Hierbei besteht die Möglichkeit bereits

vorhandene Wasserreservoir, z. B. Schwimmbecken, Absetzbecken etc. zu nutzen, so dass diese einer Weiterverwendung zugeführt werden können und die Vorrichtung ressourcenschonend gebaut werden kann.

Die Vorrichtung kann sowohl mit Salz- als auch mit Süßwasser betrieben werden, wobei ein Süßwasserbetrieb in Hinblick auf eine verringerte Korrosion vorteilhaft ist.

Der Auftriebskörper ist schwimmfähig und kann beispielsweise als Betonbecken, ein (altes) Schiff, Container etc. ausgebildet sein. Bevorzugt können bereits vorhandene Gegenstände als Auftriebskörper genutzt werden, so dass diese einer Weiterverwendung zugeführt werden können und die Vorrichtung ressourcenschonend gebaut werden kann.

Der Generator kann unterschiedliche Bauformen aufweisen, solange er in der Lage ist kinetische Energie in elektrische Energie im gewählten Energiebereich umzuwandeln.

Die Energieübertragungseinrichtung dient der Übertragung von kinetischer Energie vom ersten Auftriebskörper zum Generator. Sie kann beispielsweise Zahnstangen, Seilzüge, Ketten, Zahnräder, Umlenkrollen, Getriebe etc. aufweisen.

Mittels der Vorrichtung kann Energie in Form von potentieller Energie gespeichert werden, indem der Wasserstand in dem Wasserreservoir erhöht wird. Dies kann beispielsweise aufgrund natürlicher Vorgänge, wie z. B. Flut, Wellen etc., oder durch Einleiten von weiterem Wasser in das Wasserreservoir, z. B. mittels Pumpen, erfolgen.

Durch die Erhöhung des Wasserstands wird der erste Auftriebskörper von einer unteren Position in eine obere Position angehoben. Dabei erhöht sich die potentielle Energie des ersten Auftriebskörpers. Mit anderen Worten wird die Änderung des Wasserstands als Triebkraft für das Anheben des ersten Auftriebskörpers von der unteren Position in die obere Position genutzt. Der erste Auftriebskörper befindet sich dabei zumindest teilweise stets oberhalb des Wasserstands, d. h. der erste Auftriebskörper schwimmt auf der Wasseroberfläche.

Durch Fixierung des ersten Auftriebskörpers in der oberen Position kann die potentielle Energie des ersten Auftriebskörpers gespeichert werden. Die Fixierung erfolgt mittels einer Fixiereinrichtung, die die obere Position des Auftriebskörpers unabhängig vom Wasserstand fixiert.

- 5 Optional kann eine Fixierung in mehreren Positionen oberhalb der oberen Position ermöglicht sein. Die Fixiereinrichtung bewirkt bei Fixierung des ersten Auftriebskörpers derart, dass dieser in der oberen Position verbleibt, auch wenn der Wasserstand in dem Wasserreservoir sinkt.

Die Fixiereinrichtung kann beispielsweise in Form eines Fixierbolzens
10 ausgebildet sein. Sie kann an einer Wandung des Wasserreservoirs befestigt sein, so dass bei Fixierbedarf eine feste, jedoch lösbare Verbindung zwischen dem ersten Auftriebskörper und der Wandung des Wasserreservoirs herstellbar ist. Alternativ kann die Fixiereinrichtung auch mit der ersten Energieübertragungseinrichtung zusammenwirken und den
15 ersten Auftriebskörper indirekt fixieren, indem eine Bewegung der fest mit dem ersten Auftriebskörper verbundenen ersten Fixiereinrichtung, also eine Übertragung von kinetischer Energie zwischen dem ersten Auftriebskörper und dem ersten Generator verhindert wird.

Die Fixiereinrichtung bietet eine einfache und zuverlässige Möglichkeit, den
20 ersten Auftriebskörper in der oberen Position zu fixieren und dadurch die mit der oberen Position verbundene potentielle Energie zu speichern. Dadurch kann trotz sinkendem Wasserstand der erste Auftriebskörper in der oberen Position gehalten werden, so dass die im ersten Auftriebskörper gespeicherte potentielle Energie erst bei Bedarf und unabhängig von einem
25 Sinken des Wasserstands in kinetische Energie umgewandelt werden kann.

Zum Entladen der gespeicherten Energie, d. h. zur Umwandlung der gespeicherten potentiellen Energie in elektrische Energie, wird der erste Auftriebskörper von der oberen Position abgesenkt, beispielsweise wieder zurück in die untere Position bewegt. Hierbei wird die potentielle Energie
30 zunächst in kinetische Energie und anschließend die kinetische Energie mittels des ersten Generators in elektrische Energie umgewandelt. Die

Übertragung der kinetischen Energie vom ersten Auftriebskörper zum ersten Generator erfolgt dabei mittels der ersten Energieübertragungseinrichtung.

Die generierte elektrische Energie kann direkt zum Betrieb elektrischer Anlagen genutzt werden. Mit anderen Worten kann die Vorrichtung eine
5 Speicherung und Erzeugung von elektrischer Energie direkt am Standort der Vorrichtung und somit unabhängig von vorhandenen elektrischen Stromnetzen ermöglichen.

Alternativ oder zusätzlich kann die generierte elektrische Energie in ein elektrisches Stromnetz eingespeist werden. Die Einspeisung in ein
10 elektrisches Stromnetz ermöglicht vorteilhaft eine örtliche Trennung von Speicher- sowie Erzeugungsort einerseits und Verbrauchsort andererseits.

Neben der Umwandlung von potentieller Energie in kinetische Energie und anschließend in elektrische Energie beim Absenken des ersten Auftriebskörpers von der oberen Position kann ebenso ein Teil der
15 kinetischen Energie des ersten Auftriebskörpers beim Anheben von der unteren in die obere Position in elektrische Energie mittels des ersten Generators umgewandelt werden. Mit anderen Worten kann elektrische Energie sowohl beim Anheben als auch beim Absenken des Auftriebskörpers gewonnen werden.

20 Die Vorrichtung ermöglicht vorteilhaft eine effektive, umweltverträgliche und zuverlässige Energiespeicherung, da Abhängigkeiten von natürlichen Vorgängen wie Wind, Sonne etc. nicht zwingend vorhanden sind sowie Energieumwandlung.

Gemäß weiteren Ausführungsvarianten kann das Wasserreservoir ein
25 natürliches Wasservorkommen, beispielsweise ein Meer oder See sein.

Die Nutzung eines natürlichen Wasservorkommens vereinfacht den Bau der Vorrichtung. Zudem können natürliche Vorgänge, wie z. B. Ebbe und Flut oder Wellen zur Veränderung des Wasserstands genutzt werden. Zudem wird die Speicherung und Umwandlung von in dem natürlichen
30 Wasservorkommen enthaltener Energie ermöglicht, so dass elektrische Energie nachhaltig und umweltverträglich generiert werden kann.

Alternativ kann das Wasserreservoir als ein erstes Behältnis mit einer verschließbaren Öffnung zur Zufuhr und Abfuhr von Wasser zu bzw. aus dem ersten Behältnis ausgebildet sein. Die Öffnung kann bevorzugt an einem unteren Ende des ersten Behältnisses angeordnet sein, so dass
5 beispielsweise ein vollständiges Entleeren des ersten Behältnisses ermöglicht ist.

Bevorzugt handelt es sich bei dem ersten Behältnis um ein künstlich geschaffenes Behältnis, vorzugsweise um ein bereits vorhandenes erstes Behältnis. Dies ermöglicht eine Errichtung der Vorrichtung unabhängig vom
10 Vorhandensein eines natürlichen Wasserreservoirs, so dass die Vorrichtung an beliebigen Standorten errichtet und betrieben werden kann.

Die Öffnung des ersten Behältnisses ist verschließbar ausgeführt, z. B. mittels Klappen, so dass ein Absinken des Wasserstands im ersten Behältnis durch Schließen der Öffnung verhindert werden kann. Zum Erhöhen des
15 Wasserstands im ersten Behältnis wird die Öffnung geöffnet, so dass dem ersten Behältnis Wasser zugeführt werden kann.

Optional kann die Öffnung mit einem natürlichen Wasservorkommen in wasserleitender Verbindung stehen, z. B. über Rohrleitungen. Dies ermöglicht den Wasseraustausch zwischen dem ersten Behältnis und dem
20 natürlichen Wasserreservoir.

Beispielsweise kann das erste Behältnis im Meer oder einem See angeordnet sein. Dies ermöglicht die Nutzung von Ebbe und Flut und/oder Wellen zur Zufuhr und/oder Abfuhr von Wasser aus dem ersten Behältnis und somit eine Variation des Wasserstands im ersten Behältnis, die gemäß
25 obiger Erläuterung zur Energiespeicherung und Energieumwandlung genutzt werden kann.

Optional kann die Vorrichtung einen Wasservorratsbehälter aufweisen, wobei die Öffnung des ersten Behältnisses mit dem Wasservorratsbehälter in wasserleitender Verbindung steht, z. B. über Rohrleitungen.

30 Bevorzugt kann es sich bei dem Wasservorratsbehälter um einen künstlich geschaffenen Behälter handeln, vorzugsweise um einen bereits vorhandenen

Behälter, z. B. ein z. B. Schwimmbecken, Absetzbecken etc., so dass diese einer Weiterverwendung zugeführt werden können und die Vorrichtung ressourcenschonend gebaut werden kann. Weiter bevorzugt kann der Wasservorratsbehälter unterhalb des Wasserreservoirs angeordnet sein, so dass Wasser aus dem Wasserreservoir lediglich aufgrund der Schwerkraft teilweise oder vollständig in den Wasservorratsbehälter ablaufen kann.

Steht die Öffnung des ersten Behältnisses mit einem natürlichen Wasservorkommen und/oder einem Wasservorratsbehälter in wasserleitender Verbindung, so kann die Vorrichtung eine Pumpeinrichtung zur Zufuhr von Wasser aus dem natürlichen Wasservorkommen und/oder aus dem Wasservorratsbehälter zum Wasserreservoir aufweisen.

Die Pumpeinrichtung ermöglicht eine einfache, effektive und zuverlässige Möglichkeit zur Variation des Wasserstands im ersten Behältnis.

Gemäß weiteren Ausführungsvarianten kann die Vorrichtung neben dem ersten Behältnis ein zweites Behältnis mit einer verschließbaren Öffnung zur Zufuhr und Abfuhr von Wasser zu bzw. aus dem zweiten Behältnis, einen in dem zweiten Behältnis angeordneten zweiten Auftriebskörper, der mit steigendem Wasserstand in dem zweiten Behältnis von einer unteren Position in eine obere Position anhebbar und in der oberen Position fixierbarer ist, einen zweiten Generator zur Umwandlung von kinetischer Energie in elektrische Energie und eine den zweiten Auftriebskörper mit dem zweiten Generator verbindende zweite Energieübertragungseinrichtung, ausgebildet zur Übertragung von kinetischer Energie zwischen dem zweiten Auftriebskörper und dem zweiten Generator. Das zweite Behältnis ist mit dem ersten Behältnis und/oder entweder dem Wasservorratsbehälter oder dem natürlichen Wasservorkommen wasserleitend verbunden, z. B. mittels Rohrleitungen.

Das erste Behältnis mit dem ersten Auftriebskörper und das zweite Behältnis mit dem zweiten Auftriebskörper können identisch aufgebaut sein, so dass Aufwand und Kosten für die Errichtung der Vorrichtung verringert sein können.

Zur genaueren Beschreibung des zweiten Behältnisses, des zweiten Generators und der zweiten Energieübertragungseinrichtung wird auf die obigen Ausführung bezüglich des ersten Behältnisses, des ersten Generators und der ersten Energieübertragungseinrichtung verwiesen, die
5 entsprechend übertragbar sind.

Das zweite Behältnis kann beispielsweise unterhalb des ersten Behältnisses angeordnet sein. „Unterhalb“ bezieht sich dabei auf die Höhenlage im Erdgravitationsfeld, d. h. also eine Lage näher am Erdmittelpunkt. Der Höhenunterschied zwischen dem ersten Behältnis und dem zweiten
10 Behältnis kann beispielsweise zwischen 1 und 2 m, gemessen zwischen den tiefsten Punkten innerhalb der Behältnisse, betragen.

Optional können weitere Behältnisse, Auftriebskörper, Generatoren und Energieübertragungseinrichtungen vorhanden sein, die jeweils untereinander und/oder entweder dem Wasservorratsbehälter oder dem natürlichen
15 Wasservorkommen wasserleitend verbunden sind. Dadurch kann die Energiespeicherkapazität erhöht und eine besonders gleichmäßige Erzeugung von elektrischer Energie gewährleistet werden.

Gemäß weiteren Ausführungsvarianten können der erste und/oder der zweite Auftriebskörper als mit Wasser befüllbare Hohlkörper ausgebildet sein.

20 Die Bauweise der Hohlkörper kann dabei nach oben offen oder geschlossen sein. Durch eine Befüllung der Auftriebskörper bei deren Positionierung in der oberen Position kann die Masse der Auftriebskörper und damit die gespeicherte potentielle Energie erhöht werden, so dass beim Absenken zur unteren Position mehr kinetische Energie in elektrische Energie
25 umgewandelt werden kann.

Hierfür kann die Vorrichtung einen oberhalb des ersten und/oder zweiten Behältnisses angeordneten Wasserbehälter aufweisen, wobei der Wasserbehälter wasserleitend, z. B. mittels Rohrleitungen, mit dem ersten und/oder dem zweiten Auftriebskörper verbindbar ist, insbesondere bei einer
30 Positionierung der Auftriebskörper in der jeweils oberen Position.

„Oberhalb“ bezieht sich wiederum auf die Höhenlage im Erdgravitationsfeld, d. h. also eine Lage weiter entfernt vom Erdmittelpunkt. Bevorzugt kann es sich bei dem Wasserbehälter um einen künstlich geschaffenen Behälter handeln, vorzugsweise um einen bereits vorhandenen Behälter, z. B. ein z.
5 B. Schwimmbecken, Absetzbecken etc., so dass diese einer Weiterverwendung zugeführt werden können und die Vorrichtung ressourcenschonend gebaut werden kann.

Der Wasserbehälter kann beispielsweise mittels einer weiteren Pumpvorrichtung befüllbar ausgebildet sein. Hierfür wird zwar Energie
10 benötigt, allerdings kann die Befüllung des Wasserbehälters in Zeiten von Energieüberschuss im elektrischen Stromnetz erfolgen, so dass sonst überschüssiger elektrischer Strom zumindest teilweise in Form von potentieller Energie des in den Wasserbehälter gepumpten Wassers gespeichert werden kann.

15 Alternativ oder zusätzlich ist ein natürlicher Wasserzufluss, z. B. durch einen Fluss oder Bach, zum Wasserbehälter möglich.

Gemäß weiteren Ausführungsvarianten können die erste Energieübertragungseinrichtung zur direkten Übertragung von kinetischer Energie zwischen dem ersten Auftriebskörper und dem ersten Generator
20 und/oder die zweite Energieübertragungseinrichtung zur direkten Übertragung von kinetischer Energie zwischen dem zweiten Auftriebskörper und dem zweiten Generator ausgebildet sein.

Mit anderen Worten kann die erste Energieübertragungseinrichtung den ersten Auftriebskörper direkt mit dem ersten Generator verbinden und/oder
25 die zweite Energieübertragungseinrichtung kann den zweiten Auftriebskörper direkt mit dem zweiten Generator verbinden. Die Übertragung von kinetischer Energie vom ersten Auftriebskörper zum ersten Generator und/oder vom zweiten Auftriebskörper zum zweiten Generator kann also direkt erfolgen, d. h. ohne zwischenzeitliche Umwandlung in andere Energieformen wie
30 beispielsweise Druckenergie, also potentielle Energie eines unter Druck stehenden Behälters. Dadurch können Energieverluste verringert werden und weitere Energieumwandlungseinrichtungen zur Umwandlung von

Druckenergie in kinetische Energie sind entbehrlich. Zudem sind auch keine druckgeständigen Leitungen und Behältnisse erforderlich.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Betriebsverfahren für eine Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung gemäß vorstehender
5 Beschreibung. Das Verfahren weist auf: Bewegen des ersten Auftriebskörpers von der unteren Position in die obere Position und von der oberen Position in die untere Position mittels Ändern des Wasserstands in dem Wasserreservoir, Übertragen von kinetischer Energie von dem ersten Auftriebskörper zu dem ersten Generator während des Bewegens des ersten
10 Auftriebskörpers von der unteren Position in die obere Position und von der oberen Position in die untere Position, und Umwandeln der übertragenen kinetischen Energie in elektrische Energie.

Mit dem Betriebsverfahren sind die Vorteile der Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung entsprechend verbunden. Die
15 Beschreibung der Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung dient gleichzeitig der Erläuterung des Betriebsverfahrens.

Optional kann das Verfahren ein Fixieren des ersten Auftriebskörpers in der oberen Position aufweisen. Weitere Verfahrensmerkmale ergeben sich aus der Funktionsbeschreibung der Energiespeicher- und
20 Energieumwandlungsvorrichtung.

Im Folgenden wird die Erfindung beispielhaft unter Bezugnahme auf die anliegenden Figuren anhand bevorzugter Ausführungsformen erläutert, wobei die nachfolgend dargestellten Merkmale sowohl jeweils für sich genommen als auch in verschiedenen Kombinationen miteinander einen
25 Aspekt der Erfindung darstellen können. Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer hydromechanischen Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung in einer perspektivische Darstellung;

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer hydromechanischen Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung in einer
30 Schnittdarstellung;

- Fig. 3 ein drittes Ausführungsbeispiel einer hydromechanischen Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung in einer Schnittdarstellung;
- 5 Fig. 4 ein viertes Ausführungsbeispiel einer hydromechanischen Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung in einer Schnittdarstellung;
- Fig. 5 ein fünftes Ausführungsbeispiel einer hydromechanischen Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung in einer Schnittdarstellung; und
- 10 Fig. 6 ein Ablaufschema eines beispielhaften Betriebsverfahrens.

In den im Folgenden erläuterten Beispielen wird auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen, die einen Teil der Beispiele bilden und in denen zur Veranschaulichung spezifische Ausführungsformen gezeigt sind, in denen die Erfindung ausgeübt werden kann. In dieser Hinsicht wird

15 Richtungsterminologie wie etwa „oben“, „unten“, „vorne“, „hinten“, „vorderes“, „hinteres“ usw. mit Bezug auf die Orientierung der beschriebenen Figur(en) verwendet. Da Komponenten von Ausführungsformen in einer Anzahl verschiedener Orientierungen positioniert werden können, dient die Richtungsterminologie zur Veranschaulichung und ist auf keinerlei Weise

20 einschränkend. Eine Ausnahme hiervon bildet die Richtungsterminologie „unterhalb“ und „oberhalb“, die sich auf die Höhenlage im Erdgravitationsfeld, also näherungsweise die Entfernung vom Erdmittelpunkt bezieht. Diesbezüglich ist eine Anordnung „oberhalb“ bei gleicher Masse mit einer höheren potentiellen Energie verbunden als eine Anordnung „unterhalb.“

25 Es versteht sich, dass andere Ausführungsformen benutzt und strukturelle oder logische Änderungen vorgenommen werden können, ohne von dem Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Es versteht sich, dass die Merkmale der hierin beschriebenen verschiedenen beispielhaften Ausführungsformen miteinander kombiniert werden können, sofern nicht

30 spezifisch anders angegeben. Die folgende Beschreibung ist deshalb nicht in

einschränkendem Sinne aufzufassen, und der Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung wird durch die angefügten Ansprüche definiert.

Im Rahmen dieser Beschreibung wird der Begriff "verbunden", sowohl zum Beschreiben einer direkten als auch einer indirekten Verbindung verwendet.

5 In den Figuren werden identische oder ähnliche Elemente mit identischen Bezugszeichen versehen, soweit dies zweckmäßig ist.

In Figur 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer hydromechanischen Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung 1 skizzenhaft dargestellt. Die Vorrichtung 1 nutzt ein Wasserreservoir 2, bei dem es sich
10 um ein natürliches Wasservorkommen 12, vorzugsweise ein Meer mit starken Tidenhub, handelt. In dem Wasserreservoir 2 befindet sich Wasser. Der Wasserstand 4 im Wasserreservoir schwankt zwischen einem unteren Wasserstand 21 und einem oberen Wasserstand 22 aufgrund des Tidenhubs, d. h. der untere Wasserstand 21 entspricht dem Wasserstand 4
15 bei Ebbe und der obere Wasserstand 22 entspricht dem Wasserstand 4 bei Flut. Alternativ oder zusätzlich kann der Wasserstand 4 auch aufgrund von Wasserwellen variieren.

Das Wasserreservoir 2 wird durch eine Mauer 23 mindestens einseitig begrenzt. Die Mauer 23 kann beispielsweise als Hafenmauer ausgebildet
20 sein.

In dem Wasserreservoir 2 ist ein erster Auftriebskörper 3 angeordnet, bei dem es sich im Ausführungsbeispiel um einen hohlen Betonkörper handelt. Der erste Auftriebskörper 3 ist schwimmfähig ausgebildet, so dass seine unterste Begrenzungsfläche 24 im schwimmenden Zustand ungefähr der
25 Höhe des unteren Wasserstands 21 entspricht. In Figur 1 ist der erste Auftriebskörper 3 in der unteren Position 5 mit durchgezogenen Linien dargestellt. Mit steigendem Wasserstand 4 wird der erste Auftriebskörper von der unteren Position 5 in die obere Position 6 angehoben. In Figur 1 ist der erste Auftriebskörper 3 in der oberen Position 6 mit gestrichelten Linien
30 dargestellt.

An der Mauer 23 ist eine Fixiereinrichtung 9 angeordnet, die im Ausführungsbeispiel als Schienensystem ausgebildet ist, entlang dessen sich der erste Auftriebskörper 3 zwischen der unteren Position 5 und der oberen Position 6 bewegen kann. Mittels Fixierelementen (nicht dargestellt), die z. B. als Bremsschuhe oder als am ersten Auftriebskörper 3 befestigte hakenförmige Eingriffseinrichtungen, die mit entsprechenden Eingriffösen der Fixiereinrichtung 9 zusammenwirken, ausgebildet sein können, kann der erste Auftriebskörper in der oberen Position 6 fixiert werden, so dass ein Absinken des ersten Auftriebskörpers 3 bei wieder sinkendem Wasserstand 4 vermieden wird.

Die Vorrichtung 1 weist weiterhin einen ersten Generator 7 zur Umwandlung von kinetischer Energie in elektrische Energie auf, der mittels der ersten Energieübertragungseinrichtung 8 mit dem ersten Auftriebskörper 3 verbunden ist. Im Ausführungsbeispiel ist die erste Energieübertragungseinrichtung 8 als Seilzug ausgebildet, der über eine Seilrolle 25 und eine Umlenkrolle 26 geführt wird.

Zur Energiespeicherung wird der erste Auftriebskörper 3 bei Zunahme des Wasserstands 4 im Wasserreservoir 2 von der unteren Position 5 in die obere Position 6 bewegt, wobei kinetische Energie in potentielle Energie umgewandelt wird. Durch Fixierung des ersten Auftriebskörpers 3 in der oberen Position 6 mittels der Fixiereinrichtung 9 kann Energie in Form potentieller Energie des ersten Auftriebskörpers in der oberen Position 6 gespeichert werden.

Zum Entladen der gespeicherten potentiellen Energie wird der erste Auftriebskörper 3 wieder in die untere Position 5 abgesenkt. Der in kinetische Energie umgewandelte Teil der potentiellen Energie des ersten Auftriebskörpers 3 in der oberen Position 6 wird dabei mittels der Energieübertragungseinrichtung 8 an den Generator 7 übertragen, der diese kinetische Energie in elektrische Energie umwandelt und beispielsweise in ein elektrisches Stromnetz (nicht dargestellt) einspeist.

Entsprechend kann auch bereits beim Anheben des ersten Auftriebskörpers 3 von der unteren Position 5 in die obere Position 6 kinetische Energie

mittels der Energieübertragungseinrichtung 8 an den Generator 7 übertragen und von diesem in elektrische Energie umwandelt werden.

Im Ergebnis kann mit der Schwankung des Wasserstands 4 zwischen dem unteren Wasserstand 21 und dem oberen Wasserstand 22 in
5 Zusammenhang stehende Energie in elektrische Energie umgewandelt werden. Hat die Schwankung des Wasserstands 4 eine natürliche Ursache, kann elektrische Energie umweltverträglich und nachhaltig gewonnen werden. Durch die Fixierung des ersten Auftriebskörpers 3 in der oberen Position 6 besteht die Möglichkeit der Energiespeicherung, so dass die
10 Generierung von elektrischer Energie bedarfsgerecht erfolgen kann.

Durch Anordnung mehrerer Auftriebskörper, Fixiereinrichtungen, Generatoren etc. und entsprechende Steuerung der Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorgänge kann elektrische Energie gleichmäßig und zuverlässig bereitgestellt werden.

15 Figur 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer hydromechanische Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung 1. Im Unterschied zur hydromechanischen Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung 1 des ersten Ausführungsbeispiels (siehe Figur 1) ist das Wasserreservoir 2 nicht als natürliches Wasservorkommen 12, sondern als ein erstes Behältnis
20 10 ausgebildet. Das erste Behältnis 10 ist ein künstlich geschaffenes Behältnis 10 und weist eine Öffnung 11 zur Zufuhr und Abfuhr von Wasser zu bzw. aus dem ersten Behältnis 10 auf, wodurch der Wasserstand 4 im ersten Behältnis 10 variiert werden kann. Selbstverständlich können auch mehrere Öffnungen 11 vorhanden sein, wodurch die Steuerung des
25 Wasserstands 4 vereinfacht sein kann. Die Öffnung 11 ist mittels einer Verschlusseinrichtung 20 verschließbar, die beispielsweise wie in Figur 2 gezeigt als verschlussklappe ausgebildet sein kann.

Die Öffnung 11 steht mit einem natürlichen Wasservorkommen 12, z. B. einem Meer oder See, in wasserleitender Verbindung. Variiert der
30 Wasserstand 27 des natürlichen Wasservorkommens 12, z. B. aufgrund von Ebbe und Flut und/oder Wellen, so kann entsprechend Wasser zum ersten

Behältnis zugeführt bzw. abgeführt werden. Zur prinzipiellen Funktionsweise wird auf die Ausführungen zu Figur 1 verwiesen.

Optional kann bei diesem Ausführungsbeispiel 9 jedoch die Fixiereinrichtung 9 entfallen, da eine Fixierung des ersten Auftriebskörpers 3 in der oberen
5 Position 6, auch über Wasserstand 4 möglich ist, indem der obere Wasserstand 22 durch Schließen der Öffnung 11 konstant gehalten wird.

Figur 3 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel einer hydromechanische Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung 1. Im Unterschied zur hydromechanischen Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung
10 1 des zweiten Ausführungsbeispiels (siehe Figur 2) steht die Öffnung 11 des Wasserreservoirs 2 nicht mit einem natürlichen Wasservorkommen 12 in wasserleitender Verbindung, sondern stattdessen mit einem Wasservorratsbehälter 13. Hierfür wird die Rohrleitung 28 genutzt. Im Übrigen wird auf die Ausführungen zu Figur 2 verwiesen.

15 Bei dem Wasservorratsbehälter 13 handelt es sich um ein künstlich geschaffenes Behältnis. Dadurch ist die Vorrichtung 1 unabhängig von natürlichen Wasservorkommen 12 errichtbar und betreibbar. Insbesondere können bereits vorhandene Einrichtungen, z. B. Wasserbehälter, Generatoren etc., beispielsweise in stillgelegten Kraftwerken, genutzt
20 werden, so dass mit der Errichtung der Vorrichtung 1 keine oder allenfalls geringfügige Umweltschäden verbunden sind.. Die Vorrichtung 1 kann beispielsweise im Wesentlichen ebenerdig verbaut werden, so dass auch eine kostengünstige Errichtung möglich ist.

In dem Wasservorratsbehälter 13 ist eine Pumpeinrichtung 13 angeordnet,
25 mit der Wasser aus dem Wasservorratsbehälter 13 in das erste Behältnis 10 gepumpt werden kann. Die Pumpeinrichtung 14 ist mit elektrischem Strom betreibbar. Beispielsweise kann im elektrischen Stromnetz vorhandene überschüssige Energie genutzt werden, um Wasser vom Wasservorratsbehälter 13 in das erste Behältnis 10 pumpen zu können. Mit
30 anderen Worten kann die Vorrichtung 1 als Pufferspeicher für überschüssige elektrische Energie im elektrischen Stromnetz genutzt werden, die

beispielsweise bei hoher Sonneneinstrahlung oder vorherrschendem Wind mit Solarenergieanlagen bzw. Windkraftanlagen erzeugt wird.

Figur 4 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel einer hydromechanische
Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung 1. Im Unterschied zur
5 hydromechanischen Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung
1 des dritten Ausführungsbeispiels (siehe Figur 3) ist zusätzlich ein zweites
Behältnis 15 mit einer verschließbaren Öffnung 11b zur Zufuhr und Abfuhr
von Wasser zu bzw. aus dem zweiten Behältnis 15 vorhanden. Das zweite
Behältnis 15 ist baugleich zum ersten Behältnis 10 ausgebildet und verfügt
10 folglich über einen in dem zweiten Behältnis 15 angeordneten zweiten
Auftriebskörper 16, der mit steigendem Wasserstand in dem zweiten
Behältnis 15 von einer unteren Position 5 in eine oberen Position 6 anhebbar
und in der oberen Position 6 fixierbar ist, einen zweiten Generator 17 zur
Umwandlung von kinetischer Energie in elektrische Energie und eine den
15 zweiten Auftriebskörper 16 mit dem zweiten Generator 17 verbindende
zweite Energieübertragungseinrichtung 18, ausgebildet zur Übertragung von
kinetischer Energie zwischen dem zweiten Auftriebskörper 16 und dem
zweiten Generator 17.

Das zweite Behältnis 15 ist mit dem ersten Behältnis 10 wasserleitend mittels
20 der Rohrleitung 28b verbunden, welche mittels einer Verschlusseinrichtung
20b verschlossen werden kann. Die Verschlusseinrichtung 20b kann ebenso
wie die Verschlusseinrichtung 20, 20a als Verschlussklappe ausgebildet sein.
Das zweite Behältnis 15 ist außerdem auch mit dem Wasservorratsbehälter
13 über eine weitere Rohrleitung 28c, die mittels der Verschlusseinrichtung
25 20c verschließbar ist, wasserleitend verbunden.

Im vierten Ausführungsbeispiel ist das zweite Behältnis 15 unterhalb des
ersten Behältnisses 10 angeordnet, so dass das zweite Behältnis 15
automatisch mit Wasser aus dem ersten Behältnis 10 befüllt wird, falls die
Öffnung 11b geöffnet ist. Diese Konfiguration ermöglicht eine besonders
30 gleichmäßige Erzeugung von elektrischem Strom, da die beiden
Auftriebskörper 3, 16 zeitlich versetzt bewegt und folglich auch der erste
Generator 7 und der zweite Generator 17 zeitlich versetzt zur Generierung

von elektrischer Energie genutzt werden können. Stillstandsphasen der Generierung von elektrischem Strom können dadurch vermieden werden.

Figur 5 zeigt ein fünftes Ausführungsbeispiel einer hydromechanische Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung 1. Im Unterschied zur hydromechanischen Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung 1 des dritten Ausführungsbeispiels (siehe Figur 3) ist zusätzlich ein oberhalb des ersten Behältnisses angeordneter Wasserbehälter 19 vorhanden, der wasserleitend mit dem ersten Auftriebskörper 3 mittels der Rohrleitung 28d verbindbar ist. Dadurch kann der erste Auftriebskörper 3, der, wie sich aus vorstehender Beschreibung ergibt, als hohler Betonkörper ausgebildet ist, mit Wasser aus dem Wasserbehälter 19 befüllt werden, wenn sich das erste Behältnis 3 in der oberen Position 6 befindet.

Die Befüllung mit Wasser bewirkt eine Erhöhung der Masse des ersten Auftriebskörper 3 und somit seiner potentiellen Energie. Folglich kann beim Absenken des ersten Auftriebskörpers von der oberen Position 6 in die untere Position 5 mehr kinetische Energie an den ersten Generator 7 übertragen werden. Ist der erste Auftriebskörper 3 wieder in der unteren Position 5 angekommen, so kann das Wasser aus dem ersten Auftriebskörper 3 in das erste Behältnis 10 abgegeben werden. Hierfür können Öffnungen im ersten Auftriebskörper 3 (nicht dargestellt) genutzt werden.

Der Wasserbehälter 19 kann mittels einer weiteren Pumpeinrichtung aus einem weiteren Wasserbehälter (nicht dargestellt) befüllt werden, wofür bevorzugt überschüssige elektrische Energie im elektrischen Stromnetz verwendet werden kann. Alternativ oder zusätzlich kann der Wasserbehälter 19 auch durch einen natürlichen Wasserzufluss, z. B. einen Bachlauf, befüllt werden.

In entsprechender Weise kann auch dem zweiten Auftriebskörper 16 ein weiterer Wasserbehälter zugeordnet sein oder es können sowohl der erste Auftriebskörper 3 als auch der zweite Auftriebskörper 16 aus demselben Wasserbehälter 19 befüllt werden.

Selbstverständlich kann ein Wasserbehälter 19 in analoger Weise auch in Kombination mit einem ersten Behältnis 10 verwendet werden, dessen Öffnung 11 mit einem natürlichen Wasservorkommen 12 in wasserleitender Verbindung steht, z. B. ein als Schiffsrumpf ausgebildetes erstes Behältnis 5 10, welches im Meer schwimmt.

Figur 6 zeigt ein beispielhaftes Betriebsverfahren 100 für eine Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung 1, beispielsweise eine der vorstehend unter Bezugnahme auf die Figuren 1 - 5 beschriebenen Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtungen 1.

10 Nach dem Start des Verfahrens 100 wird der erste Auftriebskörper 3 im Verfahrensschritt S1 von der unteren Position 5 in die obere Position 6 bewegt, indem der Wasserstand 4 in dem Wasserreservoir 2 entsprechend geändert, also erhöht, wird. Hierbei wird im Verfahrensschritt S3 kinetische Energie von dem ersten Auftriebskörper 3 zu dem ersten Generator 7 mittels
15 der Energieübertragungseinrichtung 8 direkt übertragen. Die übertragene kinetische Energie wird im Verfahrensschritt S4 in elektrische Energie umgewandelt.

Anschließend wird im Verfahrensschritt S2 der erste Auftriebskörper 3 von der oberen Position 6 wieder in die untere Position 5 bewegt, in dem der
20 Wasserstand 4 in dem Wasserreservoir 2 entsprechend geändert, also verringert, wird. Hierbei wird im Verfahrensschritt S3 kinetische Energie von dem ersten Auftriebskörper 3 zu dem ersten Generator 7 mittels der Energieübertragungseinrichtung 8 direkt übertragen. Die übertragene kinetische Energie wird im Verfahrensschritt S4 in elektrische Energie
25 umgewandelt.

Nach dem Verfahrensschritt S4 kann das Verfahren 100 mit dem Verfahrensschritt S1 fortgesetzt oder beendet werden.

Bezugszeichenliste

| | | |
|----|------------------------|--|
| | 1 | hydromechanische Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung |
| | 2 | Wasserreservoir |
| 5 | 3 | erster Auftriebskörper |
| | 4 | Wasserstand |
| | 5 | untere Position |
| | 6 | obere Position |
| | 7 | erster Generator |
| 10 | 8 | erste Energieübertragungseinrichtung |
| | 9 | Fixiereinrichtung |
| | 10 | erstes Behältnis |
| | 11, 11a, 11b | Öffnung |
| | 12 | natürliches Wasservorkommen |
| 15 | 13 | Wasservorratsbehälter |
| | 14 | Pumpeinrichtung |
| | 15 | zweites Behältnis |
| | 16 | zweiter Auftriebskörper |
| | 17 | zweiter Generator |
| 20 | 18 | zweite Energieübertragungseinrichtung |
| | 19 | Wasserbehälter |
| | 20, 20a, 20b, 20c | Verschlusseinrichtung |
| | 21 | unterer Wasserstand |
| | 22 | oberer Wasserstand |
| 25 | 23 | Mauer |
| | 24 | unterste Begrenzungsfläche |
| | 25 | Seilrolle |
| | 26 | Umlenkrolle |
| | 27 | Wasserstand des natürlichen Wasservorkommens |
| 30 | 28, 28a, 28b, 28c, 28d | Rohrleitung |
| | 100 | Betriebsverfahren |

Patentansprüche

1. Hydromechanische Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung (1), aufweisend:
- 5 – ein Wasserreservoir (2),
- einen in dem Wasserreservoir (2) angeordneten ersten Auftriebskörper (3), der mit steigendem Wasserstand (4) in dem Wasserreservoir (2) von einer unteren Position (5) in eine obere Position (6) anhebbar und in der oberen Position (6) fixierbar ist,
- 10 – einen ersten Generator (7) zur Umwandlung von kinetischer Energie in elektrische Energie,
- eine den ersten Auftriebskörper (3) mit dem ersten Generator (7) verbindende erste Energieübertragungseinrichtung (8), ausgebildet zur Übertragung von kinetischer Energie zwischen dem ersten
- 15 Auftriebskörper (3) und dem ersten Generator (7), und
- eine Fixiereinrichtung (9), ausgebildet zur Fixierung des ersten Auftriebskörpers (3) in der oberen Position (6).
2. Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung (1) nach einem
- 20 der vorstehenden Ansprüche, wobei das Wasserreservoir (2) ein natürliches Wasservorkommen (12) ist.
3. Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei das Wasserreservoir (2) als ein erstes Behältnis (10) mit
- 25 einer verschließbaren Öffnung (11, 11a) zur Zufuhr und Abfuhr von Wasser zu bzw. aus dem ersten Behältnis (10) ausgebildet ist.
4. Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung (1) nach Anspruch 3, wobei die Öffnung (11, 11a) mit einem natürlichen
- 30 Wasservorkommen (12) in wasserleitender Verbindung steht.
5. Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung (1) nach Anspruch 3 oder 4, aufweisend:
- einen Wasservorratsbehälter (13),

wobei die Öffnung (11, 11a) mit dem Wasservorratsbehälter (13) in wasserleitender Verbindung steht.

6. Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung (1) nach Anspruch 4 oder 5, aufweisend:

- eine Pumpeinrichtung (14) zur Zufuhr von Wasser aus dem natürlichen Wasservorkommen (12) und/oder aus dem Wasservorratsbehälter (13) zum Wasserreservoir (2).

10 7. Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 6, aufweisend:

- ein zweites Behältnis (15) mit einer verschließbaren Öffnung (11b) zur Zufuhr und Abfuhr von Wasser zu bzw. aus dem zweiten Behältnis (15),
- 15 – einen in dem zweiten Behältnis (15) angeordneten zweiten Auftriebskörper (16), der mit steigendem Wasserstand in dem zweiten Behältnis (15) von einer unteren Position (5) in eine obere Position (6) anhebbar und in der oberen Position (6) fixierbar ist,
- einen zweiten Generator (17) zur Umwandlung von kinetischer
- 20 Energie in elektrische Energie und
- eine den zweiten Auftriebskörper (16) mit dem zweiten Generator (17) verbindende zweite Energieübertragungseinrichtung (18), ausgebildet zur Übertragung von kinetischer Energie zwischen dem zweiten Auftriebskörper (16) und dem zweiten Generator (17),

25 wobei das zweite Behältnis (15) mit dem ersten Behältnis (10) und/oder entweder dem Wasservorratsbehälter (13) oder dem natürlichen Wasservorkommen (12) wasserleitend verbunden ist.

8. Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung (1) nach

30 Anspruch 7, wobei das zweite Behältnis (15) unterhalb des ersten Behältnisses (10) angeordnet ist.

9. Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der erste und/oder der zweite

Auftriebskörper (3, 16) als mit Wasser befüllbare Hohlkörper ausgebildet sind.

10. Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung (1) nach
5 Anspruch 9, aufweisend:

- einen oberhalb des ersten und/oder zweiten Behältnisses (10, 15) angeordneten Wasserbehälter (19),

wobei der Wasserbehälter (19) wasserleitend mit dem ersten und/oder dem zweiten Auftriebskörper (3, 16) verbindbar ist.

10

11. Energiespeicher- und Energieumwandlungsvorrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die erste Energieübertragungseinrichtung (8) zur direkten Übertragung von kinetischer Energie zwischen dem ersten Auftriebskörper (3) und dem ersten Generator
15 (7) und/oder die zweite Energieübertragungseinrichtung (18) zur direkten Übertragung von kinetischer Energie zwischen dem zweiten Auftriebskörper (16) und dem zweiten Generator (17) ausgebildet ist.

12. Betriebsverfahren (100) für eine Energiespeicher- und
20 Energieumwandlungsvorrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, das Verfahren aufweisend:

- S1, S2: Bewegen des ersten Auftriebskörpers (3) von der unteren Position (5) in die obere Position (6) und von der oberen Position (6) in die untere Position (5) mittels Ändern des Wasserstands (4) in dem
25 Wasserreservoir (2),
- S3: Übertragen von kinetischer Energie von dem ersten Auftriebskörper (3) zu dem ersten Generator (7) während des Bewegens des ersten Auftriebskörpers (3) von der unteren Position (5) in die obere Position (6) und von der oberen Position (6) in die untere
30 Position (5), und
- S4: Umwandeln der übertragenen kinetischen Energie in elektrische Energie.

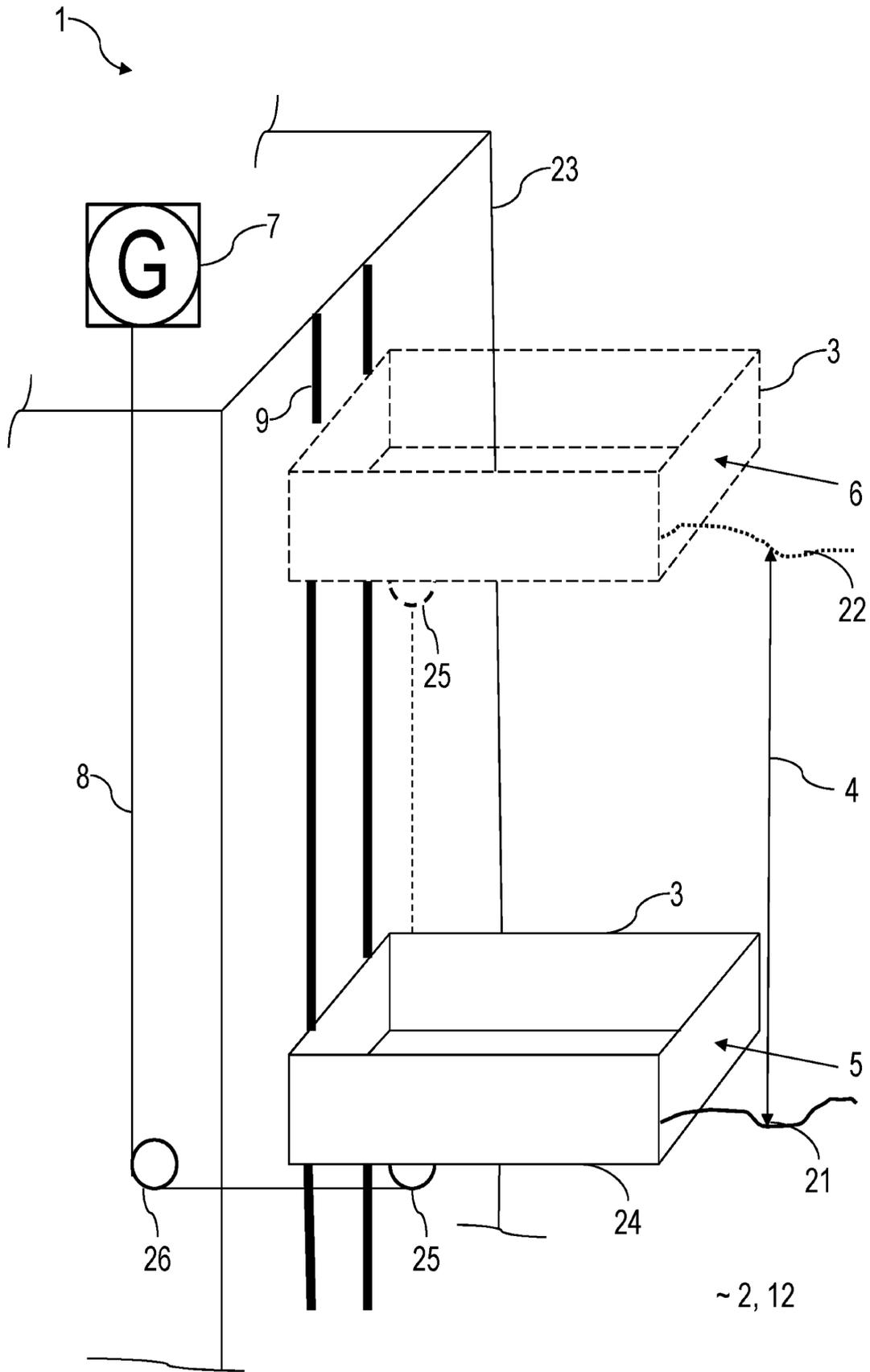


Fig. 1

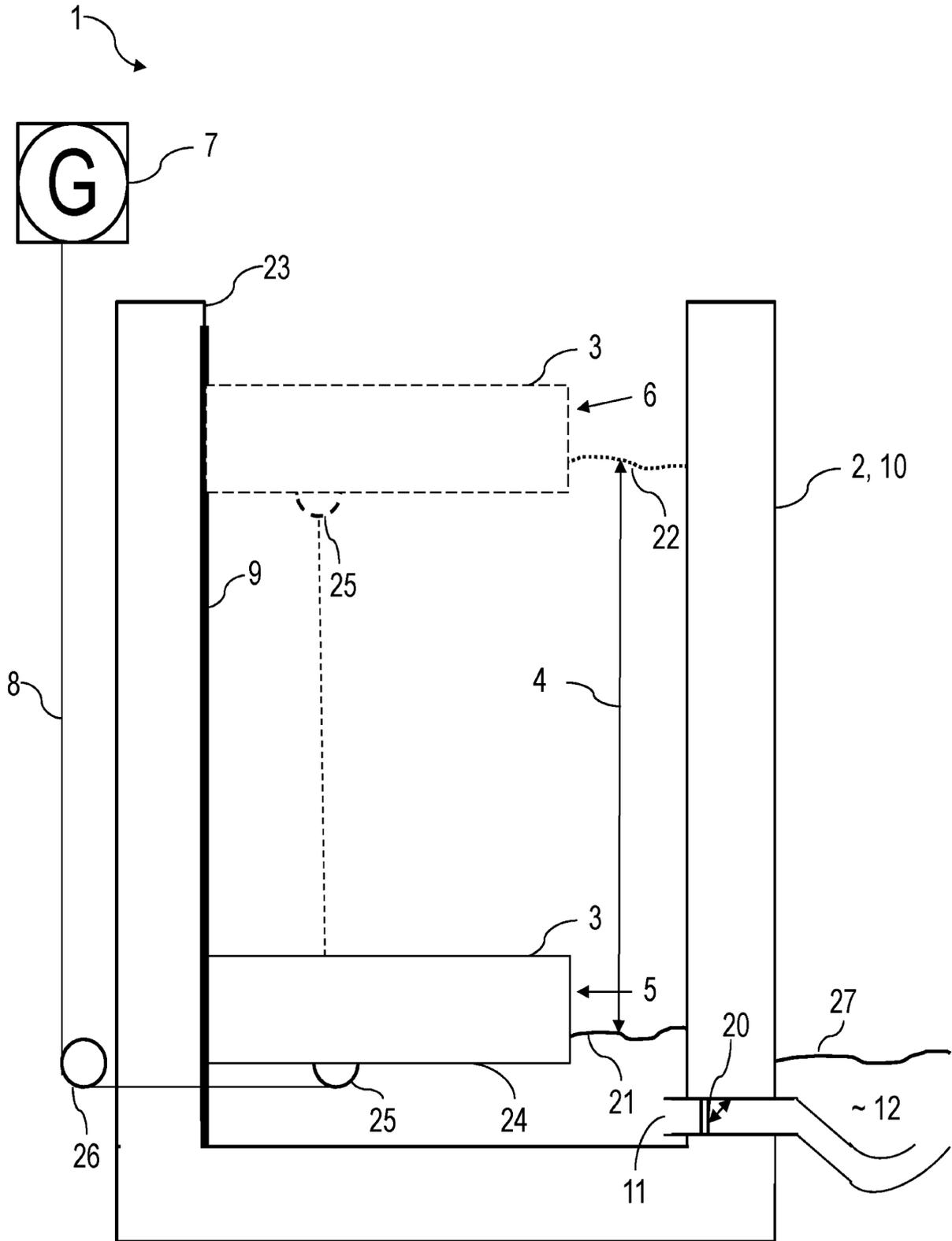
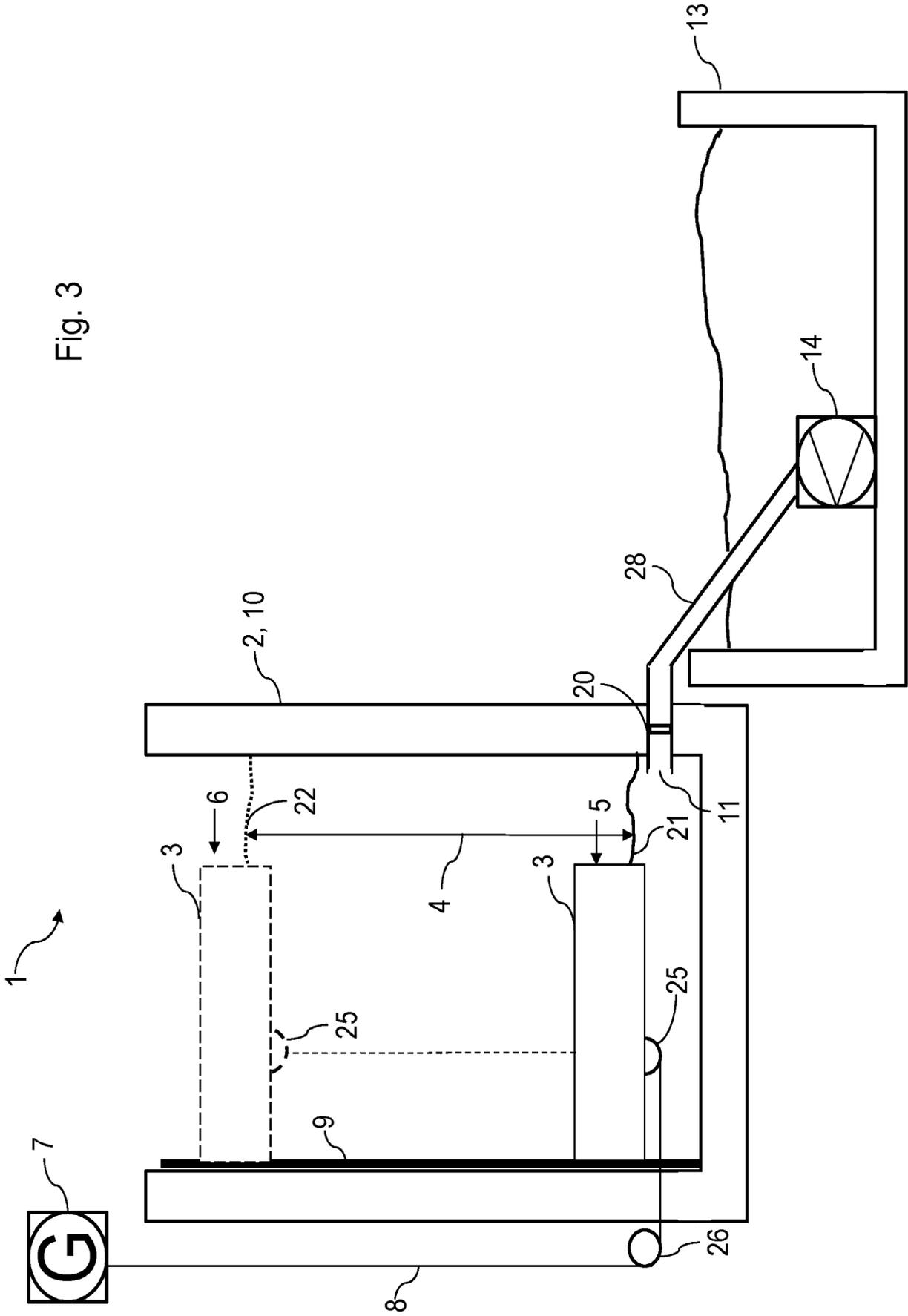
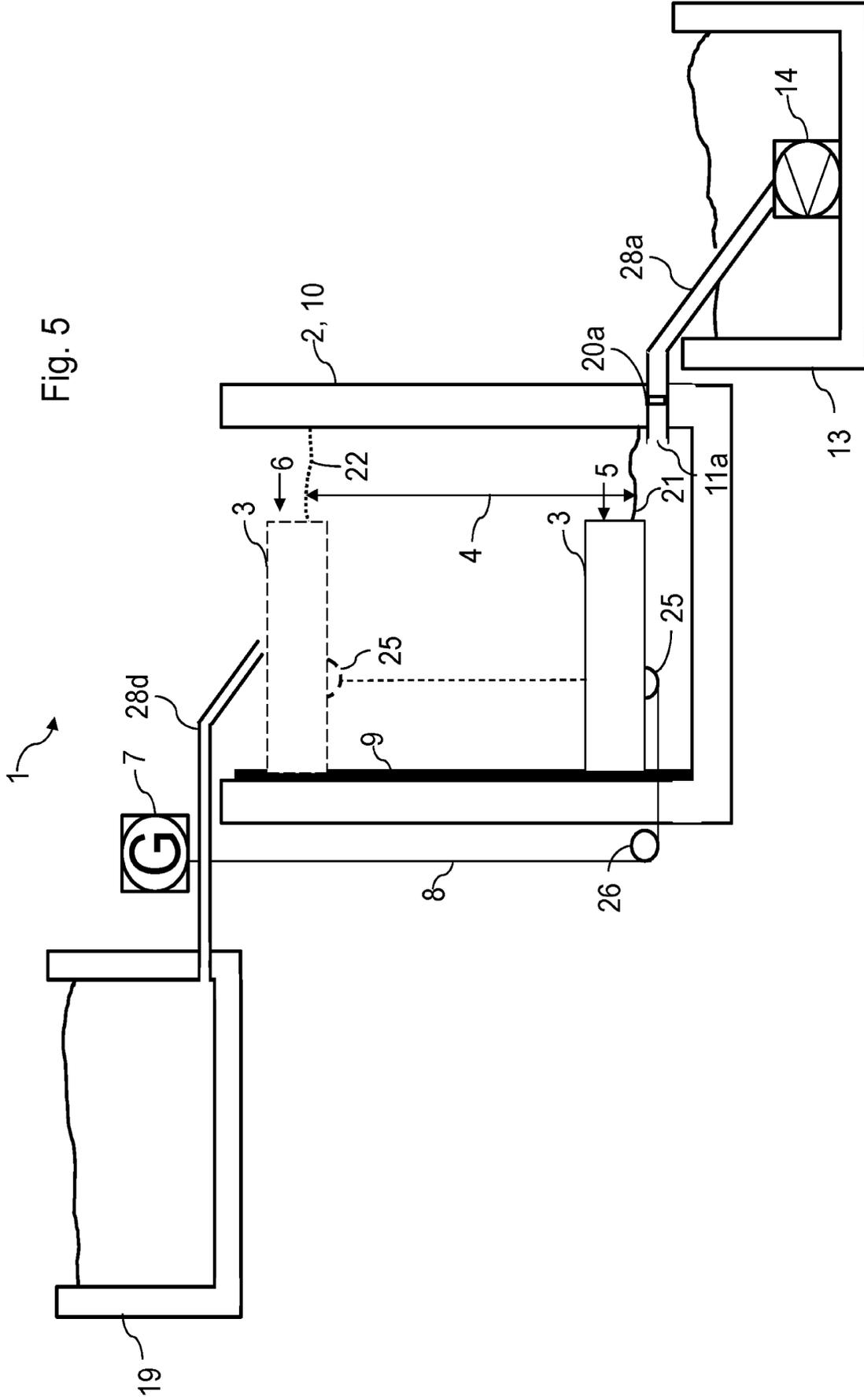


Fig. 2

Fig. 3





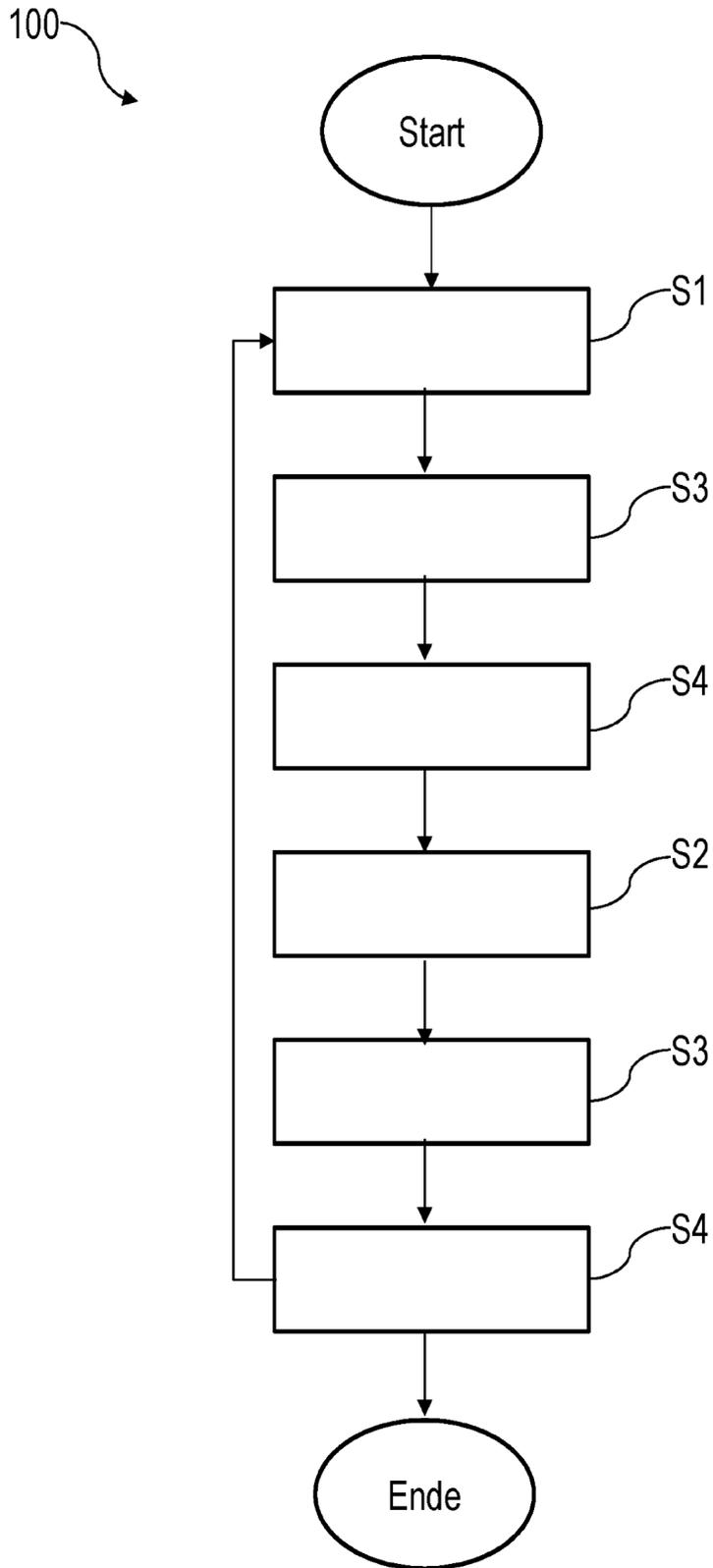


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/086727**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****F03B 13/06**(2006.01)i; **F03B 17/02**(2006.01)i; **F03G 3/00**(2006.01)i

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)

F03B; F03G

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X | US 2012280515 A1 (HUANG HENRY C [US] ET AL) 08 November 2012 (2012-11-08) paragraphs [0008], [0013], [0052], [0057] - [0059], [0069], [0070]; figures 1A-10 | 1-12 |
| X | US 4720976 A (KIM MYUNG K [US] ET AL) 26 January 1988 (1988-01-26) column 4, line 13 - line 63; figures 1-4 | 1-5,9-12 |
| A | US 2008264056 A1 (TUNG JUI-CHI [TW]) 30 October 2008 (2008-10-30) abstract; figures 1-4 | 1-12 |
| A | DE 102006059233 A1 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT [DE]) 20 March 2008 (2008-03-20) paragraphs [0016], [0031], [0042] - [0044]; figure 2 | 1-12 |

 Further documents are listed in the continuation of Box C. 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

31 March 2022

Date of mailing of the international search report

11 April 2022

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

Lux, Ralph

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/086727

| Patent document cited in search report | | | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|--|--------------|----|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| US | 2012280515 | A1 | 08 November 2012 | CN 103620212 A | 05 March 2014 |
| | | | | DE 112012001963 T5 | 27 March 2014 |
| | | | | JP 5976789 B2 | 24 August 2016 |
| | | | | JP 2014514911 A | 19 June 2014 |
| | | | | US 2012280515 A1 | 08 November 2012 |
| | | | | WO 2012151495 A2 | 08 November 2012 |
| <hr/> | | | | | |
| US | 4720976 | A | 26 January 1988 | NONE | |
| <hr/> | | | | | |
| US | 2008264056 | A1 | 30 October 2008 | NONE | |
| <hr/> | | | | | |
| DE | 102006059233 | A1 | 20 March 2008 | NONE | |
| <hr/> | | | | | |

| | | |
|---|---|--|
| A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES | | |
| INV. F03B13/06 F03B17/02 F03G3/00 | | |
| ADD. | | |
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC | | |
| B. RECHERCHIERTE GEBIETE | | |
| Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F03B F03G | | |
| 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, WPI Data | | |
| C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| X | US 2012/280515 A1 (HUANG HENRY C [US] ET AL) 8. November 2012 (2012-11-08) Absätze [0008], [0013], [0052], [0057] - [0059], [0069], [0070]; Abbildungen 1A-10 ----- | 1-12 |
| X | US 4 720 976 A (KIM MYUNG K [US] ET AL) 26. Januar 1988 (1988-01-26) Spalte 4, Zeile 13 - Zeile 63; Abbildungen 1-4 ----- | 1-5, 9-12 |
| A | US 2008/264056 A1 (TUNG JUI-CHI [TW]) 30. Oktober 2008 (2008-10-30) Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 ----- | 1-12 |
| A | DE 10 2006 059233 A1 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT [DE]) 20. März 2008 (2008-03-20) Absätze [0016], [0031], [0042] - [0044]; Abbildung 2 ----- | 1-12 |
| <input 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 |
| 31. März 2022 | | 11/04/2022 |
| 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 Lux, Ralph |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/086727

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 2012280515 A1 | 08-11-2012 | CN 103620212 A | 05-03-2014 |
| | | DE 112012001963 T5 | 27-03-2014 |
| | | JP 5976789 B2 | 24-08-2016 |
| | | JP 2014514911 A | 19-06-2014 |
| | | US 2012280515 A1 | 08-11-2012 |
| | | WO 2012151495 A2 | 08-11-2012 |
| ----- | | | |
| US 4720976 A | 26-01-1988 | KEINE | |
| ----- | | | |
| US 2008264056 A1 | 30-10-2008 | KEINE | |
| ----- | | | |
| DE 102006059233 A1 | 20-03-2008 | KEINE | |
| ----- | | | |