

(19)



(11)

**EP 4 343 028 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**27.03.2024 Patentblatt 2024/13**

(21) Anmeldenummer: **22196595.7**

(22) Anmeldetag: **20.09.2022**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**C25B 1/04** <sup>(2021.01)</sup> **C25B 1/26** <sup>(2006.01)</sup>  
**C25B 9/01** <sup>(2021.01)</sup> **C25B 15/08** <sup>(2006.01)</sup>  
**F03B 7/00** <sup>(2006.01)</sup> **F03G 3/00** <sup>(2006.01)</sup>  
**F03B 17/02** <sup>(2006.01)</sup>

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**C25B 1/04; C25B 1/26; C25B 9/01; C25B 15/08;**  
**F03B 17/02; F05B 2210/401**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB**  
**GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO**  
**PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(71) Anmelder: **Horizons RES GmbH**  
**96215 Lichtenfels (DE)**

(72) Erfinder: **Loosen, Arthur**  
**17240 Llagostera (ES)**

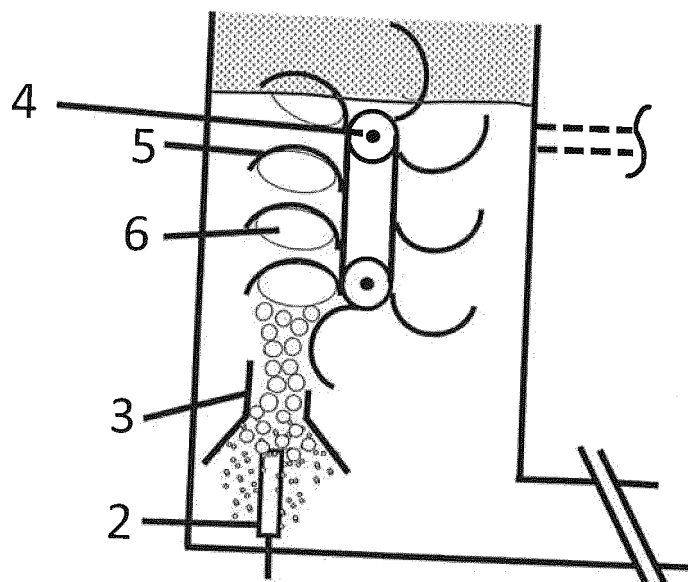
(74) Vertreter: **Zimmermann & Partner**  
**Patentanwälte mbB**  
**Postfach 330 920**  
**80069 München (DE)**

(54) **VERFAHREN ZUR ENERGIEGEWINNUNG IN EINER ELEKTROLYSEANLAGE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Energiegewinnung in einer Elektrolyseanlage, in welcher unter Verwendung einer Kathode und einer Anode aufweisenden Gleichspannungsquelle in einem flüssigen Elek-

trolyten Gase gebildet werden, die unter Blasenbildung im flüssigen Elektrolyten nach oben steigen, wobei die Auftriebskraft der Gase in einer Flüssigkeitssäule des Elektrolyten zur Energiegewinnung genutzt wird.

FIG. 3



EP 4 343 028 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Energiegewinnung in einer Elektrolyseanlage.

**[0002]** Bei einer Elektrolyse handelt es sich um einen chemischen Prozess, bei welchem elektrischer Strom eine Redoxreaktion hervorruft. Eine Elektrolyse erfordert eine Gleichspannungsquelle, welche die benötigte elektrische Energie bereitstellt. Der Energiebedarf einer Elektrolyseanlage ist vergleichsweise hoch, so dass ein Bedarf besteht, die Energieeffizienz einer Elektrolyseanlage zu steigern.

**[0003]** Des Weiteren sind bereits Auftriebsenergieanlagen bekannt. Diese zeichnen sich durch ein Einblasen von Luft in Auftriebskörper aus, welche mit mechanischen Rotationsanlagen verbunden sind und dadurch Auftriebskraft und Auftriebsgeschwindigkeit über eine Auftriebswegstrecke in eine Drehbewegung überführen können. Diese Drehbewegung kann zur Energiegewinnung genutzt werden. Auch derartige Auftriebsenergieanlagen haben wegen der Notwendigkeit des Einblasens von Luft einen vergleichsweise hohen Energieverbrauch, so dass auch bei derartigen Auftriebsenergieanlagen der Bedarf besteht, die Energieeffizienz zu steigern.

**[0004]** Aus der DE 20 2019 004 240 U1 ist eine Elektrolysevorrichtung bekannt, welche eine Elektrodenanordnung, ein Wasserstoffsteigrohr, ein Sauerstoffsteigrohr und eine auftriebskraftumformende Einheit aufweist. Die genannten Steigrohre sind in Umgebungswasser getaucht. Bei diesem Umgebungswasser kann es sich um ein Meeresgewässer, ein Binnengewässer, einen Brunnen oder ein Tauchbecken handeln. Ein derartiges eingetauchtes System mit offenen Gefäßen weist den Nachteil auf, dass sehr schnell ein unerwünschter Druckausgleich wirksam wird.

**[0005]** Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur Energiegewinnung in einer Elektrolyseanlage anzugeben, bei welchem die Energieeffizienz erhöht ist.

**[0006]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

**[0007]** Bei diesem Verfahren zur Energiegewinnung in einer Elektrolyseanlage werden unter Verwendung einer Kathode und einer Anode aufweisenden Gleichspannungsquelle in einem flüssigen Elektrolyten Gase gebildet, die unter Blasenbildung im flüssigen Elektrolyten nach oben steigen, wobei die Auftriebskraft der Gase in einer Flüssigkeitssäule des Elektrolyten zur Energiegewinnung genutzt wird.

**[0008]** Bei diesem Verfahren wird in vorteilhafter Weise der gesamte Auftrieb der Gasblasen und somit die gesamte Verdrängung des flüssigen Elektrolyten zur Energieerzeugung genutzt. Bei diesem Verfahren können folglich ein Auffangen und Sammeln der gebildeten Gasblasen und eine Übertragung der gesamten Auftriebskräfte des Gases in dem Elektrolyten auf eine Kraftmaschine erfolgen. Die mittels dieser Kraftmaschine erzeugte Energie kann zur Reduzierung der zur Durchfüh-

rung der Elektrolyse benötigten Energie verwendet werden oder anderen, externen Energieverbrauchern zur Verfügung gestellt werden.

**[0009]** Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass es unabhängig von seiner konstruktiven Umgebung ist. Es kann sowohl bei in Gewässern eingetauchten Anlagen als auch bei fest umhüllten Anlagen angewendet werden.

**[0010]** Weitere vorteilhafte Eigenschaften der Erfindung ergeben sich aus deren nachfolgender beispielhafter Beschreibung anhand der Figuren.

**[0011]** Es zeigt

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel zur Erläuterung der wesentlichen Merkmale des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Figur 2 ein Ausführungsbeispiel zur Veranschaulichung von in einem flüssigen Elektrolyten gebildeten Gasblasen,

Figur 3 ein Ausführungsbeispiel zur Erläuterung einer Auftriebsenergiegewinnungsanlage,

Figur 4 ein erstes Ausführungsbeispiel zur Veranschaulichung der Übertragung der Auftriebskraft der Gase auf eine Kraftmaschine und

Figur 5 ein zweites Ausführungsbeispiel zur Veranschaulichung der Übertragung der Auftriebskraft der Gase auf eine Kraftmaschine.

**[0012]** Die Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel zur Erläuterung der wesentlichen Merkmale des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0013]** In der Figur 1 sind eine Kammer A und eine mit der Kammer A verbundene Kammer B dargestellt. In der Kammer A ist eine Kathode 1 angeordnet. In der Kammer B ist eine Anode 2 angeordnet. In beide Kammern A und B ist ein flüssiger Elektrolyt C eingebracht, bei dem es sich um ein Reaktionsprodukt einer vorher erfolgten Elektrolyse handelt.

**[0014]** In den beiden Kammern A und B erfolgt eine Elektrolyse mit Gasbildung. Dies ist in der Figur 2 veranschaulicht. Aus der Figur 2 ist ersichtlich, dass sich sowohl in der Kammer A als auch in der Kammer B im flüssigen Elektrolyten in einem Bereich oberhalb der aus der Figur 1 ersichtlichen Elektroden 1 und 2 Gasblasen gebildet haben. Diese steigen -wie noch weiter unten ausgeführt wird - im Bereich einer Wegstrecke, die einer Säulenhöhe H des Elektrolyten-Gasgemisches entspricht, durch Auftriebskräfte nach oben

**[0015]** Bei der in der Figur 1 gezeigten Elektrolyse mit Gasbildung werden die Reaktionsprodukte Wasserstoff und Sauerstoff gebildet und jeweils oben ausgegeben.

**[0016]** Bei der Elektrolyse mit Gasbildung steigen die gebildeten Gase getrennt in der Kammer A über der Kathode 1 und der Kammer B über der Anode 2 im flüssigen

Elektrolyten nach oben. Dieses Aufsteigen der Gase in der Flüssigkeit nach oben erfolgt aufgrund einer Auftriebskraft  $F_A$ . Für diese Auftriebskraft  $F_A$  gilt die folgende Beziehung:

$$F_A = \rho \cdot g \cdot V_v,$$

wobei

$F_A$  die Auftriebskraft,  
 $\rho$  die Dichte des Elektrolyten,  
 $g$  die Erdbeschleunigung und  
 $V_v$  das verdrängte Volumen des Elektrolyten ist.

**[0017]** Der Auftrieb der Gasblasen erfolgt mit einer Auftriebsgeschwindigkeit  $v_A$ , die vom Volumen der Gasblasen abhängig ist.

**[0018]** Zwischen der Wegstrecke, die die Gasblasen in Abhängigkeit von ihrer Geschwindigkeit in der Flüssigkeitssäule nach oben zurücklegen und dem dabei verdrängten Volumen des flüssigen Elektrolyten gilt die folgende Beziehung:

$$F \cdot W/t = F_A \cdot v_A,$$

wobei

$F$  eine Kraft,  
 $W$  die Wegstrecke der Gasblasen,  
 $t$  die Zeit,  
 $F_A$  die Auftriebskraft und  
 $v_A$  die Auftriebsgeschwindigkeit ist.

**[0019]** Eine Auswertung dieser Beziehung ermöglicht eine Ermittlung eines Potentials zur Energiegewinnung.

**[0020]** Die Figur 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel zur Erläuterung einer Auftriebsenergiegewinnungsanlage. Dabei ist in der Figur 3 nur eine der beiden Kammern A oder B veranschaulicht.

**[0021]** In der Figur 3 ist unten links die Anode 2 gezeigt, die in einem flüssigen Elektrolyten positioniert ist. An dieser Anode werden Gasblasen gebildet. Diese Gasblasen werden in einem Gasblasenkonzentrator 3 einem Konzentrierungsvorgang unterworfen und steigen dann weiter nach oben. Auf ihrem weiteren Weg nach oben werden die Gasblasen in einer Auffangvorrichtung 4 gesammelt. Diese Auffangvorrichtung ist beim gezeigten Ausführungsbeispiel ähnlich einem umlaufenden Paternoster ausgebildet, welcher Auftriebskörper 5 aufweist, in denen jeweils konzentrierte Gasblasen 6 über eine Auftriebswegstrecke nach oben steigen. Am oberen Ende der Auftriebswegstrecke werden die nach oben beförderten Gasblasen aus den Auftriebskörpern abgegeben. Die Auftriebskörper werden am Ende der Auftriebswegstrecke wieder nach unten umgeleitet und am unteren Ende der Auftriebswegstrecke wieder mit neu gebil-

deten Gasblasen gefüllt, die wiederum nach oben aufsteigen.

**[0022]** Alternativ dazu kann die Auffangvorrichtung auch eine Turbine aufweisen.

**[0023]** Die Energiegewinnung in einer Auftriebsenergiegewinnungsanlage ist im Wesentlichen abhängig vom Gasblasenvolumen, der Auftriebsgeschwindigkeit der Gasblasen, der Auftriebswegstrecke und der Spannung an der Anode und der Kathode. Diese Abhängigkeiten können einem Skalierungsvorgang unterworfen werden.

**[0024]** Die vorstehend beschriebene Erfindung ersetzt nach alledem die Eigenschaften einer Auftriebsenergiegewinnungsanlage, welche bei bekannten Anlagen mit einer Einblasung von Luft arbeitet, durch eine gasbildende Elektrolyse.

**[0025]** Durch die Nutzung der bei der gasbildenden Elektrolyse entstehenden Gasblasen in einer Auftriebsenergiegewinnungsanlage zur Energiegewinnung wird die Energieeffizienz der Elektrolyse erhöht, weil die Auftriebskraft zu einem Energiegewinn beiträgt. Gasbildende Elektrolyse in Anwendung bei bisher druckluftbetriebenen Auftriebskraftwerken erhöht die Effizienz, weil ein kostenaufwendiges Einblasen von Luft nicht mehr notwendig ist. Das Verfahren kombiniert die Verfahren der Elektrolyse und die energieaufwendig druckluftbetriebenen Auftriebskraftwerke zu einem neuen Verfahren mit höherer Energieeffizienz.

**[0026]** Die Einspeiseposition des flüssigen Elektrolyten ist zur Erhöhung der Energieeffizienz der Elektrolyseanlage so zu wählen, dass der Einspeisedruck des flüssigen Elektrolyten grösser ist als der hydrostatische Druck in der Flüssigkeitssäule des Elektrolyten. Dies wird bei fest umhüllten Anlagen, die auf Bodenniveau aufgebaut sind, dadurch am besten erreicht, dass sich die Einspeiseposition in Höhe des oberen Endbereiches flüssigen Elektrolyten befindet, wie es in der Figur 3 mit gestrichelten Linien angedeutet ist. Bodenversenkte oder eingetauchte Anlagen sind in Bezug auf die Energieeffizienz noch besser als auf Bodenniveau aufgebaute Anlagen.

**[0027]** Die Übertragung der Auftriebskraft der Gase direkt auf eine Kraftmaschine findet in vorteilhafter Weise an einer oder mehreren rotierenden Achsen der jeweils verwendeten Auftriebskraftübertragungseinheit statt.

**[0028]** Wird beispielsweise eine Turbine als auftriebskrafterzeugende Einheit verwendet, dann erfolgt die Energieübertragung an eine als Generator realisierte Kraftmaschine 7 an der Drehachse der Turbine, wie es in der Figur 4 veranschaulicht ist.

**[0029]** Wird hingegen eine in Form eines Paternosters realisierte auftriebskrafterzeugende Einheit verwendet, dann kann eine Energieübertragung an eine als Generator realisierte Kraftmaschine 7 an einer der beiden oder an beide der in der Figur 5 veranschaulichten Drehachsen vorgenommen werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Energiegewinnung in einer Elektrolyseanlage, in welcher unter Verwendung einer Kathode (1) und einer Anode (2) aufweisenden Gleichspannungsquelle in einem flüssigen Elektrolyten Gase gebildet werden, die unter Blasenbildung im flüssigen Elektrolyten nach oben steigen, wobei die Auftriebskraft ( $F_A$ ) der Gase in einer Flüssigkeitssäule des Elektrolyten zur Energiegewinnung genutzt wird. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem in getrennten Kammern (A, B) aus dem flüssigen Elektrolyten Wasserstoff und Sauerstoff gebildet werden. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem aus dem flüssigen Elektrolyten Chlorgas gebildet wird. 15
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die gebildeten Gasblasen auf ihrem Weg nach oben in einer Auffangvorrichtung (4) gesammelt werden. 20
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die gebildeten Gasblasen auf ihrem Weg nach oben in Auftriebskörpern (5) der Auffangvorrichtung (4) gesammelt werden. 25
6. Verfahren nach Anspruch 5, bei welchem die gebildeten Gasblasen auf ihrem Weg nach oben in miteinander verbundenen Auftriebskörpern (5) der Auffangvorrichtung (4) gesammelt werden, 30
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, bei welchem die gebildeten Gasblasen auf ihrem Weg nach oben vor ihrer Sammlung in der Auffangvorrichtung (4) einem Konzentrierungsvorgang in einem Konzentrator (3) unterworfen werden. 35
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Auftriebskraft der Gase direkt auf eine Kraftmaschine übertragen wird. 40
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Auftriebskraft der Gase über eine Auftriebswegstrecke zur Energiegewinnung genutzt wird, die einer Säulenhöhe (H) der Flüssigkeitssäule des Elektrolyten-Gasgemisches entspricht. 45
10. Verfahren nach Anspruch 9, bei welchem die Auftriebsenergie des Gases im Elektrolyten-Gasgemisch von einer Auftriebsgeschwindigkeit ( $V_A$ ) des Gases im Bereich der Auftriebswegstrecke abhängig ist. 50
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 55

che, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auftriebskraft ( $F_A$ ) des Gases durch die folgende Beziehung berechnet wird:

$$F_A = \rho \cdot g \cdot V_v,$$

wobei

$F_A$  die Auftriebskraft,  
 $\rho$  die Dichte des Elektrolyten,  
 $g$  die Erdbeschleunigung und  
 $V_v$  das verdrängte Volumen des Elektrolyten ist.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Auftrieb von im Elektrolyten-Gasgemisch gebildeten Gasblasen eine Auftriebsgeschwindigkeit ( $v_A$ ) aufweist, die vom Gasblasenvolumen abhängig ist.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus der Wegstrecke, die die Gasblasen in Abhängigkeit von ihrer Geschwindigkeit in der Flüssigkeitssäule nach oben zurücklegen, und dem dabei verdrängten Volumen des Elektrolyten ein Potential zur Energiegewinnung durch eine Auswertung der folgenden Beziehung ermittelt wird:

$$F \cdot W/t = F_A \cdot v_A,$$

wobei

$F$  eine Kraft,  
 $W$  die Wegstrecke der Gasblasen,  
 $t$  die Zeit,  
 $F_A$  die Auftriebskraft und  
 $v_A$  die Auftriebsgeschwindigkeit ist.

FIG. 1

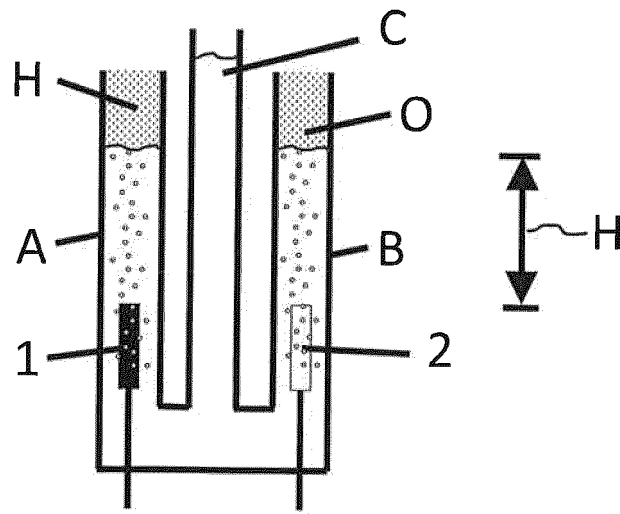


FIG. 2

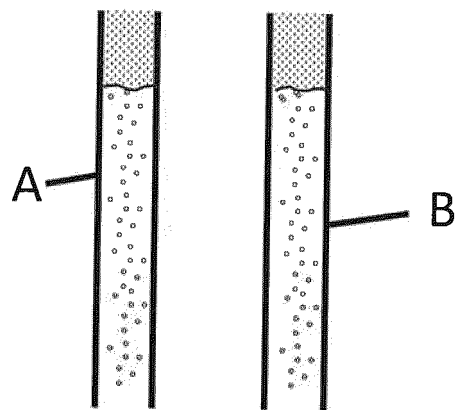


FIG. 3

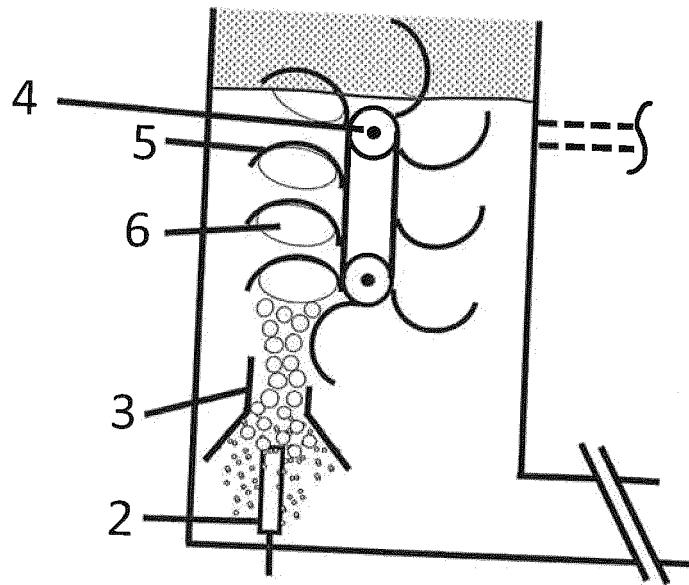
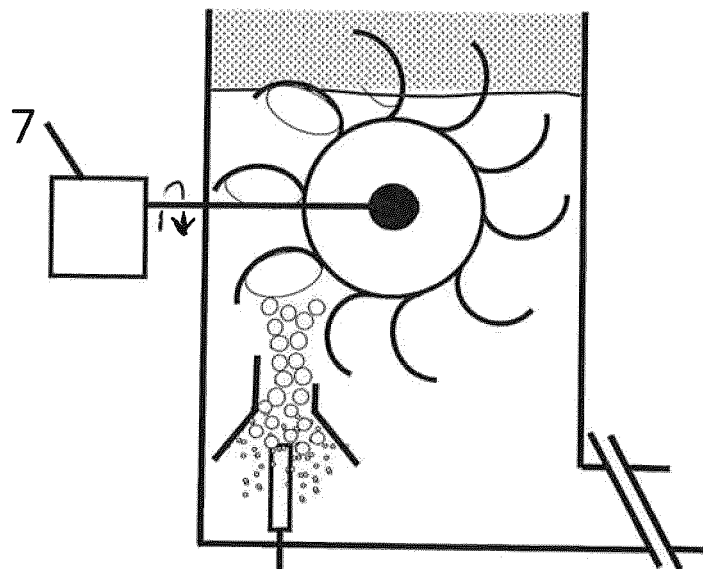
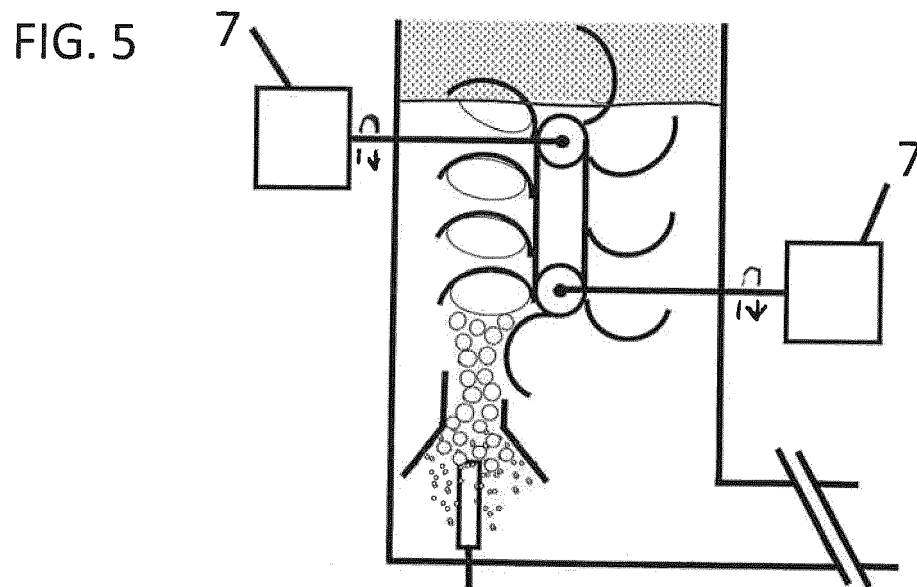


FIG. 4







## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 19 6595

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2022/106975 A1 (WS SLOT SA [CH]) 27. Mai 2022 (2022-05-27) * das ganze Dokument *	1, 2, 4-13	INV. C25B1/04 C25B1/26 C25B9/01
X	CN 113 374 622 A (DENG MAOMING) 10. September 2021 (2021-09-10) * das ganze Dokument *	1, 2, 4-13	C25B15/08 F03B7/00 F03G3/00 F03B17/02
X	CN 204 677 364 U (HE HUAQIONG) 30. September 2015 (2015-09-30) * das ganze Dokument *	1-13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C25B F03G F03B
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		27. Juli 2023	Ritter, Thomas
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	



**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 19 6595

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

27-07-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	WO 2022106975 A1	27-05-2022	AU 2021381703 A1	01-06-2023		
			CA 3196201 A1	27-05-2022		
15			EP 4001468 A1	25-05-2022		
			KR 20230105676 A	11-07-2023		
			WO 2022106975 A1	27-05-2022		
	-----					
	CN 113374622 A	10-09-2021	KEINE			
	-----					
20	CN 204677364 U	30-09-2015	KEINE			
	-----					
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 202019004240 U1 [0004]