

(19)



(11)

EP 4 093 932 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
31.01.2024 Patentblatt 2024/05

(21) Anmeldenummer: **20825138.9**

(22) Anmeldetag: **10.12.2020**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E04H 4/00 (2006.01) A63B 69/00 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E04H 4/0006; A63B 69/0093

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/AT2020/060444

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2021/146761 (29.07.2021 Gazette 2021/30)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ERZEUGEN EINER KÜNSTLICHEN SURFWELLE**
APPARATUS AND METHOD FOR GENERATING AN ARTIFICIAL SURF WAVE
DISPOSITIF ET PROCÉDÉ PERMETTANT DE PRODUIRE UNE VAGUE DE SURF ARTIFICIELLE

(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

(30) Priorität: **24.01.2020 AT 500532020**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.11.2022 Patentblatt 2022/48

(73) Patentinhaber: **Gmeiner, Tobias**
5340 St. Gilgen (AT)

(72) Erfinder: **Gmeiner, Tobias**
5340 St. Gilgen (AT)

(74) Vertreter: **Weiser & Voith**
Patentanwälte Partnerschaft
Kopfgasse 7
1130 Wien (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 182 923 DE-A1-102008 057 785

EP 4 093 932 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erzeugen einer künstlichen Surfwelle, mit einer Rampe, deren unteres Ende in ein Wellenbecken mündet und deren oberem Ende mittels einer Pumpeinrichtung Wasser aus dem Wellenbecken über einen Rückkanal im Kreislauf zuführbar ist, um stromab der Rampe einen als Surfwelle verwendbaren Wechselsprung des Wassers zu erzeugen. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Vorrichtung.

[0002] Die Erzeugung von künstlichen Surfwellen durch Ausnützung des hydraulischen Phänomens des Wechselsprungs ("hydraulic jump"), den ein Gerinne beim Übergang vom schießenden (überkritischen) zum strömenden (unterkritischen) Abfluss erfährt, ist in der Technik bekannt. Der schießende Zustand des Gerinnes wird beispielsweise durch eine Schussstrecke auf einer Rampe erzeugt, an deren Ende das Wasser auf den Rückstau des unterkritisch abfließenden Wassers trifft und dort einen als Surfwelle surfbaren Wechselsprung erzeugt. Künstliche Surfanlagen nach diesem Prinzip sind beispielsweise aus der US 10 119 285 B2 oder der WO 2018/188741 A1 bekannt. Auch die DE 10 2008 057785 A1 zeigt eine solche Anlage und stellt den nächstliegenden Stand der Technik dar.

[0003] Um eine zum Surfen ausreichend große Surfwelle auf diese Weise zu erzeugen, müssen gewaltige Wassermassen im Kreislauf zum oberen Ende der Rampe hochgehoben werden, wozu z.B. Pumpeinrichtungen mit mehreren parallelen, kapazitätsstarken Pumpen eingesetzt werden. Beim Anfahren der Anlage aus dem Ruhezustand ergibt sich dabei das Problem, dass die hochgehobene und die Rampe herabströmende Wassermenge zunächst von der Pumpeinrichtung aus dem Wellenbecken angesaugt werden muss. Dazu muss ein entsprechend großes Wellenbecken mit ausreichendem Füllstand im Ruhezustand vorhanden sein, um einerseits die Gefahr eines Trockenlaufens der Pumpeinrichtung beim Anfahren hintanzuhalten und der Pumpeinrichtung ausreichenden Vordruck zu liefern, um schädliche Kavitationserscheinungen zu vermeiden, und andererseits im Betrieb den richtigen Wasserstand im Wellenbecken für eine Surfwelle mit glattem Anstieg und ohne Deckwalze zu gewährleisten. Dies bedingt einen entsprechenden Stellflächenbedarf für das Wellenbecken, welcher den Einsatz der Anlage bei begrenzten Platzverhältnissen, z.B. im urbanen Raum, limitiert.

[0004] Die Erfindung setzt sich zum Ziel, eine Vorrichtung zum Erzeugen einer künstlichen Surfwelle zu schaffen, welche mit reduziertem Stellflächenbedarf ein einfaches und sicheres Anfahren aus dem Ruhezustand und anschließend einen zuverlässigen Surfwellenbetrieb ermöglicht.

[0005] Dieses Ziel wird mit einer Vorrichtung der einleitend genannten Art erreicht, welches sich gemäß der Erfindung dadurch auszeichnet, dass in dem Wellenbecken in einem Abstand von der Rampe eine bewegliche

Barriere angeordnet ist, welche die Funktion eines absenkbaren Wehrs oder eines stromabwärts durchlässigen und stromaufwärts sperrenden Rückschlagventils einnehmen kann und stromab welcher Barriere der Rückkanal vom Wellenbecken ausgeht.

[0006] Mithilfe der erfindungsgemäßen Barriere kann stromauf der Barriere ein anderer Wasserstand ("Oberwasserstand") eingestellt werden als stromab der Barriere ("Unterwasserstand"). Damit kann für das Anfahren der Vorrichtung ein höherer Unterwasserstand als Oberwasserstand vorbereitet werden, wodurch beim Anfahren eine zusätzliche Wassermenge stromab der Barriere für die Pumpeinrichtung zum Beschicken der Pumpe zur Verfügung steht. Nach dem Anfahren, wenn die Rampe beschickt ist, kann mittels der beweglichen Barriere, u.zw. genauer durch ihr Öffnen als Rückschlagventil bzw. Absenken als Wehr, der Unterwasserstand wieder auf oder unter den Oberwasserstand abgesenkt werden. Der Oberwasserstand der Barriere stellt gleichzeitig den Unterwasserstand des Wechselsprungs dar und definiert damit durch die von ihm ausgehende Stützkraft Höhe und Form der Surfwelle. Die durch die bewegliche Barriere ermöglichte Ausnützung des stromabwärtigen Wellenbeckenbereichs für das sichere Anfahren reduziert die insgesamt notwendige Stellfläche für das Wellenbecken signifikant und ermöglicht damit auch den Betrieb der Vorrichtung bei begrenzten Platzverhältnissen, z.B. im urbanen Raum.

[0007] Der erhöhte Unterwasserstand der Barriere zum Anfahren kann beispielsweise durch manuelles oder automatisiertes Auffüllen des Wellenbeckens stromab der Barriere erwirkt werden. Gemäß einem bevorzugten Merkmal der Erfindung ist das Wellenbecken jedoch stromauf der Barriere mit einem steuerbaren Ablass versehen, mittels welchem der Oberwasserstand im Ruhezustand der Pumpeinrichtung unter den Unterwasserstand abgesenkt werden kann. Zum Anfahren kann so z.B. das gesamte Wellenbecken zunächst auf das Niveau des erhöhten Unterwasserstandes angefüllt werden, und dann wird über den Ablass der Oberwasserstand abgesenkt.

[0008] Das abgelassene Wasser kann zusätzlich zum Anfahren der Vorrichtung verwendet werden. Dies kann mittels verschiedener konstruktiver Maßnahmen erreicht werden. In einer ersten Ausführungsform ist der Ablass direkt über einen mit einer Pumpe versehenen Kanal in das Wellenbecken stromab der Barriere geführt, sodass das abgelassene Wasser direkt in den Wellenbeckenbereich stromab der Barriere umgepumpt werden kann.

[0009] In einer zweiten Ausführungsform mündet der Ablass in ein unter dem Wellenbecken angeordnetes Speicherbecken. Aus dem Speicherbecken kann dann das darin gespeicherte Wasser als zusätzliche Wassermenge für das Anfahren der Vorrichtung verwendet werden. Dazu kann beispielsweise in einer ersten bevorzugten Variante das Speicherbecken über einen steuerbaren Auslass in den Rückkanal geführt sein. Die Sogwirkung des im Rückkanal am Auslass beim Anfahren vor-

beiströmenden Wassers saugt die im Speicherbecken gespeicherte Wassermenge aus diesem heraus. In einer alternativen bevorzugten Variante kann das Speicherbecken über einen mit einer Pumpe versehenen Kanal in den Rückkanal oder das Wellenbecken stromab der Barriere geführt sein. Mithilfe der Pumpe kann die im Speicherbecken gespeicherte Wassermenge entweder schon vor dem Anfahren der Vorrichtung in den Wellenbeckenbereich stromab der Barriere oder während des Anfahrens dorthin oder in den Rückkanal gepumpt werden.

[0010] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Wände des Wellenbeckens stromab der Barriere nach oben verlängerte Bereiche haben. Dadurch kann der Unterwasserstand zum Anfahren der Vorrichtung noch weiter erhöht werden; das Wellenbecken ist an seinem stromabwärtigen Ende damit gleichsam turmartig höher gebaut, was seinen Stellflächenbedarf weiter reduziert. Gleichzeitig bleiben die Wände des Wellenbeckens stromauf der Barriere unverändert bzw. niedrig, sodass die Sicht auf Surfer für Publikum unbeeinträchtigt ist bzw. Surfer unbeeinträchtigte Sicht auf die Umgebung haben.

[0011] Die bewegliche Barriere kann durch jedes in der Technik bekannte bewegliche Wassersperrwerk gebildet sein, beispielsweise eine anheb- und absenkbare Trennwand, ein steuerbares Wehr, öffnen- und schließbare Schleusentore, Ventilkappen usw. In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Barriere durch eine am Boden des Wellenbeckens angelenkte Klappe gebildet, die zwischen einer Abklappstellung und einer Hochklappstellung verschwenkbar ist. Eine solche Klappe benötigt keinen Bauraum unterhalb des Wellenbeckens und kann dennoch vollständig abgesenkt, d.h. niedergeklappt werden. In einer Zwischenstellung zwischen Hoch- und Abklappstellung wirkt sie als überströmtes Wehr, dessen Wehrhöhe den Oberwasserstand und damit die Höhe der Surfwelle definieren kann.

[0012] Die Klappe kann in ihrer Hochklappstellung an einer Trennwand anliegen, welche das Wellenbecken überspannt und bis zum oberen Rand der verlängerten Wandbereiche reicht. Die Trennwand bildet dann mit den nach oben verlängerten Bereichen der Wellenbeckenzwände einen Vorratsturm für das Wasser zum Anfahren der Vorrichtung, wenn die Klappe hochgeklappt ist und an der Trennwand anliegt. Die Klappe wirkt dabei wie ein Rückschlagventil, das vom Wasserdruck des Unterwasserstandes gegen die Trennwand angelegt wird und damit in stromaufwärtiger Richtung schließt. Sinkt der Unterwasserstand unter den Oberwasserstand, öffnet die Klappe in stromabwärtiger Richtung.

[0013] Um die Rückschlagventilfunktion der Klappe zu erleichtern, kann zumindest das freie Ende der Klappe mit einem Schwimmkörper versehen oder die Klappe ganz oder teilweise aus schwimmfähigem Material gefertigt sein. Die Klappe schließt und öffnet bzw. hebt und senkt sich damit automatisch mit dem Unterwasserstand.

[0014] In jeder der genannten Ausführungsformen ist

die Wehrhöhe der Barriere, wenn sie im Betrieb der Pumpeinrichtung Wehrfunktion einnimmt, bevorzugt verstellbar, um den Oberwasserstand der Barriere und damit die Surfwelle im Betrieb einzustellen.

[0015] Falls gewünscht, kann zusätzlich noch ein gesonderter Ausgleichsbehälter vorgesehen werden, der über eine mit zumindest einer Pumpe ausgestattete Ausgleichsleitung mit dem Wellenbecken oder dem Rückkanal verbunden ist, um den Oberwasserstand der Barriere und damit die Surfwelle im Betrieb einzustellen, bevorzugt automatisch in einem den Oberwasserstand im Wesentlichen konstant haltenden Regelkreis.

[0016] Das Wellenbecken kann im Bereich der Surfwelle mit zusätzlichen, strömungsformenden Einbauten versehen werden, beispielsweise Leitblechen, Schwellen, Schanzen usw., um die Ausbildung des Wechselsprungs zu fördern bzw. diesen zu formen, wie in der Technik bekannt. Für diese Zwecke kann gemäß einem weiteren bevorzugten Merkmal der Erfindung der Boden des Wellenbeckens auch in einem ersten, an die Rampe anschließenden Abschnitt tiefer liegen als in einem zweiten, daran anschließenden Abschnitt stromauf der Barriere.

[0017] In jeder der genannten Ausführungsformen können bevorzugt der Rückkanal und/oder das Speicherbecken, falls ein solches vorhanden, mit einer oder mehreren Entlüftungsleitungen versehen sein, um unerwünschte Gas- und Lufteinträge im Rückkanal insbesondere im Bereich der Pumpeinrichtung aus dem System entweichen zu lassen und unerwünschten Unterdrucksituationen beispielsweise im Speicherbecken vorzubeugen.

[0018] In einem weiteren Aspekt schafft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung der hier vorgestellten Art, deren Wellenbecken und Rückkanal Wasser enthalten, umfassend:

im Ruhezustand der Pumpeinrichtung, Erhöhen des Unterwasserstandes der Barriere über den Oberwasserstand der Barriere unter Verwendung der Wehr- oder Rückschlagventilfunktion der Barriere; Inbetriebnehmen der Pumpeinrichtung, wodurch der Unterwasserstand sinkt; und Weiterbetreiben der Pumpeinrichtung, während aufgrund der Wehr- oder Rückschlagventilfunktion der Barriere der Unterwasserstand der Barriere kleiner oder gleich dem Oberwasserstand der Barriere ist.

[0019] Das Erhöhen des Unterwasserstandes zum Anfahren der Vorrichtung kann bevorzugt dadurch erfolgen, dass Wasser aus dem Wellenbecken stromauf der Barriere entnommen und in das Wellenbecken stromab der Barriere verbracht wird.

[0020] Bevorzugt wird während des Weiterbetreibens der Pumpeinrichtung die Barriere verstellt, um mittels ihrer Wehrfunktion den Oberwasserstand der Barriere und damit die Surfwelle einzustellen.

[0021] Die Erfindung wird nachstehend anhand von in

den beigeschlossenen Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 die Vorrichtung der Erfindung in einer schematischen Draufsicht;
 die Fig. 2a und 2b eine erste Ausführungsform der Vorrichtung von Fig. 1 in zwei verschiedenen Betriebsstellungen jeweils im Längsschnitt;
 Fig. 3 eine zweite Ausführungsform der Vorrichtung von Fig. 1 in einem schematischen Längsschnitt;
 die Fig. 4a - 4c eine dritte Ausführungsform der Vorrichtung von Fig. 1 in drei verschiedenen Betriebsstellungen jeweils im Längsschnitt;
 die Fig. 5a - 5c eine vierte Ausführungsform der Vorrichtung von Fig. 1 in drei verschiedenen Betriebsstellungen jeweils im Längsschnitt;
 Fig. 6 eine fünfte Ausführungsform der Vorrichtung von Fig. 1 in einem schematischen Längsschnitt; und
 die Fig. 7a und 7b eine weitere Variante der Vorrichtung der Erfindung mit einem Ausgleichsbehälter, der zusätzlich bei allen genannten Ausführungsformen eingesetzt werden kann.

[0022] In den Fig. 1, 2a und 2b ist eine erste Ausführungsform einer Vorrichtung 1 zum Erzeugen einer künstlichen Surfwelle W nach dem in der Gerinnehydraulik bekannten Prinzip des Wechselsprungs ("hydraulic jump") gezeigt. Ein solcher Wechselsprung bzw. eine solche Surfwelle W tritt auf, wenn Wasser 2 eine als Schussstrecke dienende Rampe 3 herabschießt und vom schießenden bzw. überkritischen Zustand (Froude-Zahl > 1) zum strömenden bzw. unterkritischen Zustand (Froude-Zahl < 1) übergeht. Die Länge und Höhe der sich ausbildenden Surfwelle W kann im Betrieb der Vorrichtung 1 beispielsweise durch Regelung des Wasserstandes O stromab der Surfwelle W eingestellt werden.

[0023] Die Errichtung und Führung der Surfwelle W erfolgt in einem Wellenbecken 4, in das das untere Ende 5 der Rampe 3 einmündet bzw. in dem die Rampe 3 angeordnet ist. Die Rampe 3 und das Wellenbecken 4 können beispielsweise von einem gemeinsamen Gestell 6 der Vorrichtung 1 gegenüber dem Erdboden abgestützt sein. Vom stromabwärtigen Ende 7 des Wellenbeckens 4 geht ein Rückkanal 8 aus, über den das Wasser 2 aus dem Wellenbecken 4 im Kreislauf dem oberen Ende 9 der Rampe 3 zugeführt wird, und zwar mithilfe einer im Rückkanal 8 oder an dessen Ein- oder Ausgang angeordneten Pumpeinrichtung 10.

[0024] Der Rückkanal 8 kann neben dem Wellenbecken 4 von dessen stromabwärtigem Ende 7 zum oberen Ende 9 der Rampe 3 verlaufen oder, wie hier gezeigt, unterhalb des Wellenbeckens 4 zurück und zum oberen Ende 9 der Rampe 3 hoch, um den Stellplatzbedarf der Vorrichtung 1 zu minimieren. Es versteht sich, dass der Rückkanal 8 aus einer Vielzahl paralleler Rückleitungen 11, z.B. Rohre, gebildet sein kann, und die Pumpeinrichtung 10 dementsprechend durch eine Vielzahl einzelner

Pumpen, die jeweils einer Rückleitung 11 geordnet sind.

[0025] Das Wellenbecken 4 hat einen Boden 12, zwei Seitenwände 13, 14 und eine Stirnwand 15 an seinem stromabwärtigen Ende 7; an seinem stromaufwärtigen Ende 16 ist das Wellenbecken 4 durch die Rampe 3 und den zum oberen Ende 9 der Rampe 3 führenden Rückkanal 8 begrenzt.

[0026] Das Wellenbecken 4 kann insbesondere in jenem Bereich B stromab der Rampe 3, in dem sich die Surfwelle W einstellt, mit strömungsmodifizierenden Einbauten wie Leitblechen, Schwellen, Schanzen, Schaufeln, Rechen, Klappen, Querschnittsverengungen usw. versehen sein, um die Ausbildung der Surfwelle W zu fördern und/oder ihren Ort, ihre Höhe, ihre Form usw. zu definieren. Beispielsweise können eine schanzenartige Schwelle 17 am Boden 12 und/oder eine erhöhte Sohlenschwelle 18 (Fig. 7a) bzw. eine stufenförmig erhöhte Sohle 19 (Fig. 7b) eingebaut werden.

[0027] Stromab des Bereiches B mit der Surfwelle W und in einem Abstand vom stromabwärtigen Ende 7 des Wellenbeckens 4 und insbesondere stromauf des Eingangs 9 des Rückkanals 8 kann ein schräg verlaufendes Ausstiegsgitter oder ein Ausstiegsrechen 20 angeordnet sein, welches bzw. welcher verhindert, dass ein auf der Welle W gestürzter Surfer zum Ende 7 des Wellenbeckens 4 und insbesondere zum Eingang des Rückkanals 8 geschwemmt wird.

[0028] Mittels einer beweglichen Barriere 21 ist das Wellenbecken 4 in einen ersten an die Rampe 3 anschließenden Bereich A, welcher den Bereich B der Surfwelle W einschließt, und einen an den Bereich A anschließenden zweiten Bereich C, der bis zum stromabwärtigen Ende 7 des Wellenbeckens 4 geht, unterteilbar. Durch entsprechende Betätigung der Barriere 21 (wie nachstehend erläutert) können im Wellenbecken 4 unterschiedliche Wasserstände stromauf und stromab der Barriere 21 errichtet werden, und zwar ein "Oberwasserstand" O direkt stromauf der Barriere 21 im Bereich A und ein "Unterwasserstand" U stromab der Barriere 21 im Bereich C. Der Oberwasserstand O der Barriere 21 ist gleichbedeutend mit jenem Wasserstand im Wellenbecken 4, der den Rückstau für den Wechselsprung in der Surfwelle W bereitstellt.

[0029] In der in den Fig. 2a und 2b gezeigten Ausführungsform hat die Barriere 21 die Form und Funktion eines absenkbaren Wehres und kann von einer ersten, angehobenen Stellung (Fig. 2a) in eine zweite, abgesenkte Stellung (Fig. 2b) abgesenkt und wieder zurück angehoben werden.

[0030] Die in Fig. 2a gezeigte angehobene Stellung der Barriere 21 wird dazu verwendet, im Ruhezustand der Vorrichtung 1, wenn die Pumpeinrichtung 10 nicht läuft, den Unterwasserstand U über den Oberwasserstand O anzuheben (oder umgekehrt den Oberwasserstand O unter den Unterwasserstand U abzusenken), beispielsweise indem bei angehobener Barriere 21 zusätzliches Wasser 2 in den Bereich C eingefüllt oder Wasser aus dem Bereich A abgelassen wird. Für letztere

Variante kann das Wellenbecken 4 optional stromauf der Barriere 21 mit einem steuerbaren Ablass 22 (Fig. 3), z.B. einem steuerbaren Auslassventil, ausgestattet werden, um den Oberwasserstand O abzusenken.

[0031] Wie in Fig. 3 gezeigt, kann das aus dem Auslass 22 abgelassene Wasser 2 optional über einen mit einer Pumpe 23 ausgestatteten Kanal 24 direkt in den Bereich C des Wellenbeckens 4 stromab der Barriere 21 umpumpt werden, um dort den Unterwasserstand U zu erhöhen, ohne dass zusätzliches Wasser erforderlich ist.

[0032] Das durch den erhöhten Unterwasserstand U im Bereich C bedingte zusätzliche Wasservolumen wird beim Hochlauf bzw. Anfahren der Vorrichtung 1, d.h. Inbetriebnehmen der Pumpeinrichtung 10, dazu verwendet, die Pumpeinrichtung 10 mit erhöhtem Vordruck zu beaufschlagen, um ein unbeabsichtigtes Trockenlaufen und unerwünschte Kavitationsphänomene der Pumpeinrichtung 10 in der Inbetriebnahmephase zu verhindern. Gleichzeitig stellt das zusätzliche Wasservolumen im Bereich C mit dem erhöhten Unterwasserstand U jenes Wasservolumen zur Verfügung, das im fortgesetzten Betrieb (Fig. 2b, 4b, 4c, 5c, 7a, 7b) der Vorrichtung 1 im Rückkanal 8 hochsteigt und über die Rampe 3 herabfließt.

[0033] Sobald die Pumpeinrichtung 10 anläuft, sinkt der Unterwasserstand U rapide ab. Entprechend der Abnahme des Unterwasserstandes U - gleichzeitig oder mit kurzer Verzögerung - wird die Barriere 21 fortschreitend abgesenkt bzw. geöffnet, sodass sie im Betrieb der Vorrichtung vom Wasser 2 über- bzw. durchströmt werden kann und dessen Austrag aus dem Wellenbecken 4 über den Rückkanal 8 nicht beeinträchtigt.

[0034] Die Barriere 21 kann im Betrieb der Vorrichtung 1 vollständig abgesenkt sein, sodass ihr Oberwasserstand O und ihr Unterwasserstand U gleich sind. Ihr Oberwasserstand O, welcher die Höhe der Surfwelle W definiert, ist dann einfach durch die Menge an Wasser 2 im Wellenbecken 4 definiert. Alternativ kann die Barriere 21 im Betrieb der Vorrichtung 1 nicht vollständig abgesenkt sein, d.h. in einer Zwischenstellung sein, in der sie das Wasser 2 in der Art eines Wehres aufstaut, sodass ihr Oberwasserstand O größer als ihr Unterwasserstand U ist. Durch Regelung der Wehrhöhe H der Barriere 21 können somit der Oberwasserstand O und damit die Höhe der Surfwelle W im Betrieb geregelt werden.

[0035] Um die Menge an Wasser 2, das im Bereich C für das Anfahren der Vorrichtung 1 bevorratet werden kann, zu erhöhen, kann das Wellenbecken 4 stromab der Barriere 21 nach oben verlängerte Wandbereiche 25 haben. Das heißt, die Seitenwände 13, 14 und die Stirnwand 15 des Wellenbeckens 4 ragen im Bereich C höher nach oben als die Seitenwände 13, 14 im Bereich A des Wellenbeckens 4.

[0036] In den Fig. 4a - 4c ist eine alternative Ausführungsform der Barriere 21 in Form einer beweglichen Klappe 26 dargestellt, welche die Funktion eines absenk- baren Wehres und/oder die Funktion eines Rückschlagventils einnehmen kann. Die Klappe 26 ist am Boden 12

des Wellenbeckens 4 schwenkbar angelenkt. Der Schwenkbereich der Klappe 26 ist auf den Winkelbereich zwischen einer Hochklappstellung (Fig. 4a), in welcher sie die Bereiche A und C voneinander abteilt, und einer Abklappstellung (Fig. 4b, 4c), in welcher sie die Bereiche A und C verbindet, beschränkt.

[0037] Das freie Ende der Klappe 26 kann mit einem Schwimmkörper 27 ausgestattet oder die Klappe 26 ganz oder teilweise aus schwimmfähigem Material gefertigt sein. Dadurch schwimmt das freie Ende der Klappe 26 auf dem Unterwasserstand U auf und senkt sich mit diesem ab, bis der Oberwasserstand O größer als der Unterwasserstand U wird und sie wehrartig überströmt wird. Wenn nach einer Betriebsunterbrechung zum neuerlichen Hochfahren der Vorrichtung 1 wieder der Unterwasserstand U über den Oberwasserstand O angehoben wird, richtet sich die Klappe 26 mit steigendem Unterwasserstand U wieder selbständig auf.

[0038] Die aufgrund der Ober- und Unterwasserstände O, U selbsttätig auf- und abklappende Klappe 26 kann damit auch als Rückschlagventil betrachtet werden, welches in der Hochklappstellung die Errichtung eines Unterwasserstandes U über dem Oberwasserstand O ermöglicht (Fig. 4a), d.h. stromaufwärts sperrt, und in einer abgeklappten Stellung, wenn der Oberwasserstand O größer oder gleich dem Unterwasserstand U ist (Fig. 4b), stromabwärts öffnet bzw. durchlässig ist. In einer Zwischenstellung (Fig. 4c) hat die Klappe 26 sowohl die Funktion eines geöffneten Rückschlagventils als auch eines überströmten Wehres.

[0039] Wie aus Fig. 4c im Vergleich zu Fig. 4b ersichtlich, können durch Verändern der Wehrhöhe H der Barriere 21 bzw. der hier als Barriere 21 verwendeten Klappe 26 die Höhe des Oberwasserstandes O und damit die Höhe der Surfwelle W eingestellt werden.

[0040] Wenn das Wellenbecken 4 im Bereich C stromab der Barriere 21 nach oben verlängerte Seitenwandbereiche 25 hat, kann die Klappe 26 in ihrer Hochklappstellung auch an einer Trennwand 28 anliegen, welche das Wellenbecken 4 von der einen Seitenwand 13 zur anderen Seitenwand 14 überspannt und bis zum oberen Rand der verlängerten Wandbereiche 25 reicht.

[0041] Es versteht sich, dass die Klappe 26 auch an einer der Seitenwände 13, 14 oder an der Trennwand 28 angelenkt sein könnte, in welchem Fall sie dann aber nicht mehr als überströmbares Wehr zur Regelung des Oberwasserstandes O eingesetzt werden kann.

[0042] Anstelle einer Schwerkraft-, Druck- bzw. Schwimmkörpersteuerung der Barriere 21 kann die Barriere 21 auch mittels eines Stellantriebes zwangsbewegt werden, der von entsprechenden Füllstands- und/oder Drucksensoren stromauf und stromab der Barriere 21 gesteuert wird, um ihr z.B. die Funktion eines Rückschlagventils zu verleihen.

[0043] Die Fig. 5a - 5c zeigen die Verwendung eines zusätzlichen Speicherbeckens 29, um das Anfahren der Vorrichtung 1 unter Verwendung der Barriere 21 zu erleichtern. Das Speicherbecken 29 kann bei jeder der vor-

genannten Ausführungsformen, d.h. sowohl in Verbindung mit wehrartigen Barrieren 21 gemäß den Fig. 2a, 2b und 3 als auch mit klappenartigen bzw. rückschlagventilartigen Barrieren 21 gemäß den Fig. 4a - 4c, verwendet werden.

[0044] Das Speicherbecken 29 ist an den Ablass 22 des Wellenbeckens 4 angeschlossen und nimmt das aus dem Bereich A stromauf der Barriere 21 abgelassene Wasser 2 im Ruhezustand der Vorrichtung 1 auf (Fig. 5b). Das Speicherbecken 29 kann unterhalb des Wellenbeckens 4 sowohl über, unter, neben als auch rund um den Rückkanal 8 bzw. dessen Rückleitungen 11 angeordnet werden, um den Stellflächenbedarf der Vorrichtung 1 zu minimieren.

[0045] Fig. 5c zeigt die Phase des Inbetriebnehmens der Pumpeinrichtung 11, in welcher der Unterwasserstand U absinkt. Gleichzeitig wird das Speicherbecken 29 über einen steuerbaren Auslass 30 in den Rückkanal 8 hin entleert, wobei die am Auslass 30 vorbeiströmende Strömung das Wasser aus dem Speicherbecken 29 saugt und so der Pumpeinrichtung 10 zuführt. Wenn das Speicherbecken 29 geleert ist, kann der Auslass 30 für den weiteren Betrieb der Vorrichtung 1 wieder geschlossen werden.

[0046] Fig. 6 zeigt eine Variante der Vorrichtung der Fig. 5a - 5c, bei welcher das Speicherbecken 29 über einen mit einer Pumpe 31 versehenen Kanal 32 in den Rückkanal 8 und/oder den Bereich C des Wellenbeckens 4 stromab der Barriere 21 geführt ist. Beim Inbetriebnehmen der Pumpeinrichtung 10 wird das Wasser aus dem Speicherbecken 29 über die Pumpe 31 in den Bereich C bzw. den Rückkanal 8 miteingespeist, erhöht so den Vordruck für die Pumpeinrichtung 10 und liefert zusätzliches Wasser für den Hochlauf.

[0047] In den Fig. 7a und 7b ist die optionale Verwendung eines Ausgleichsbehälters 33 dargestellt, welcher in jeder der vorgenannten Ausführungsformen zum Einsatz kommen kann. Der Ausgleichsbehälter 33 ist über eine mit einer reversiblen Pumpe 34 versehene Ausgleichsleitung 35 mit dem Wellenbecken 4 und/oder dem Rückkanal 8 verbunden. Durch entsprechendes Betreiben der Pumpe 34 in der einen oder anderen Richtung kann Wasser zwischen dem Wellenbecken 4 und dem Ausgleichsbehälter 33 verbracht und so der Oberwasserstand O und damit die Höhe der Surfwelle W eingestellt werden, u.zw. unabhängig oder zusätzlich zu dessen Regelung durch die Wehrhöhe H der Barriere 21. Falls gewünscht, kann der Oberwasserstand O auch durch entsprechende Ansteuerung der Pumpe 34 in einem den Oberwasserstand O messenden Regelkreis automatisch auf einem gewünschten Stand konstant gehalten werden. Anstelle der reversiblen Pumpe 34 könnten auch zwei einander parallelgeschaltete, gegenläufige Pumpen verwendet werden, für die jeweils auch ein gesonderter Zweig der Ausgleichsleitung 35 vorgesehen sein könnte.

[0048] In jeder der vorgenannten Ausführungsformen können überdies der Rückkanal 8 und/oder das (optio-

nale) Speicherbecken 29 mit einer oder mehreren Entlüftungsleitungen 36, 37 (Fig. 6) versehen werden, um unerwünschte Gas- und Luftinträge im Rückkanal 8 insbesondere im Bereich der Pumpeinrichtung 10 aus dem System entweichen zu lassen und unerwünschten Unterdrucksituationen beispielsweise im Speicherbecken 29 vorzubeugen.

[0049] Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsformen beschränkt, sondern umfasst alle Varianten, Modifikationen und deren Kombinationen, die in den Rahmen der angeschlossenen Ansprüche fallen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Erzeugen einer künstlichen Surfwelle (W), mit einer Rampe (3), deren unteres Ende (5) in ein Wellenbecken (4) mündet und deren oberem Ende (9) mittels einer Pumpeinrichtung (10) Wasser (2) aus dem Wellenbecken (4) über einen Rückkanal (8) im Kreislauf zuführbar ist, um stromab der Rampe (3) einen als Surfwelle (W) verwendbaren Wechselsprung des Wassers (2) zu erzeugen, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Wellenbecken (4) in einem Abstand von der Rampe (3) eine bewegliche Barriere (21) angeordnet ist, welche die Funktion eines absenkbaaren Wehrs oder eines stromabwärts durchlässigen und stromaufwärts sperrenden Rückschlagventils einnehmen kann und mit welcher für das Anfahren der Vorrichtung ein höherer Wasserstand stromab der Barriere als stromauf der Barriere eingestellt werden kann, wobei stromab der Barriere (21) der Rückkanal (8) vom Wellenbecken (4) ausgeht.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wellenbecken (4) stromauf der Barriere (21) mit einem steuerbaren Ablass (22) versehen ist, mittels welchem der Oberwasserstand (O) der Barriere (21) im Ruhezustand der Pumpeinrichtung (10) unter den Unterwasserstand (U) der Barriere (21) absenkbar ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ablass (22) über einen mit einer Pumpe (23) versehenen Kanal (24) in das Wellenbecken (4) stromab der Barriere (21) geführt ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ablass (22) in ein unter dem Wellenbecken (4) angeordnetes Speicherbecken (29) mündet.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Speicherbecken (29) über einen steuerbaren Auslass (30) in den Rückkanal (8) geführt ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Speicherbecken (29) über einen mit einer Pumpe (31) versehenen Kanal (32) in den Rückkanal (8) oder das Wellenbecken (4) stromab der Barriere (21) geführt ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wände (13 - 15) des Wellenbeckens (4) stromab der Barriere (21) nach oben verlängerte Bereiche (25) haben.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Barriere (21) durch eine am Boden (12) des Wellenbeckens (4) angelenkte Klappe (26) gebildet ist, die zwischen einer Abklappstellung und einer Hochklappstellung verschwenkbar ist.
9. Vorrichtung nach den Ansprüchen 7 und 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Klappe (26) in ihrer Hochklappstellung an einer Trennwand (28) anliegt, welche das Wellenbecken (4) überspannt und bis zum oberen Rand der verlängerten Wandbereiche (25) reicht.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest das freie Ende der Klappe (26) mit einem Schwimmkörper (27) versehen oder die Klappe (26) ganz oder teilweise aus schwimmfähigem Material gefertigt ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wehrhöhe (H) der Barriere (21), wenn sie im Betrieb der Pumpeinrichtung (10) Wehrfunktion einnimmt, verstellbar ist, um den Oberwasserstand (O) der Barriere (21) und damit die Surfzelle (W) einzustellen.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **gekennzeichnet durch** einen Ausgleichsbehälter (33), der über eine mit zumindest einer Pumpe (34) ausgestattete Ausgleichsleitung (35) mit dem Wellenbecken (4) oder dem Rückkanal (8) verbunden ist, um den Oberwasserstand (O) der Barriere (21) und damit die Surfzelle (W) einzustellen, bevorzugt automatisch in einem den Oberwasserstand (O) im Wesentlichen konstant haltenden Regelkreis.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Boden (12) des Wellenbeckens (4) in einem ersten, an die Rampe (3) anschließenden Abschnitt tiefer liegt als in einem zweiten, daran anschließenden Abschnitt (18, 19) stromauf der Barriere (21).
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rückkanal (8) und/oder das Speicherbecken (29), falls vorhanden, mit einer oder mehreren Entlüftungsleitungen (36, 37) versehen ist/sind.
15. Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, deren Wellenbecken (4) und Rückkanal (8) Wasser (2) enthalten, umfassend:
- im Ruhezustand der Pumpeinrichtung (10), Erhöhen des Unterwasserstandes (U) der Barriere (21) über den Oberwasserstand (O) der Barriere (21) unter Verwendung der Wehr- oder Rückschlagventilfunktion der Barriere (21);
- Inbetriebnehmen der Pumpeinrichtung (10), wodurch der Unterwasserstand (U) sinkt; und
- Weiterbetreiben der Pumpeinrichtung (10), während aufgrund der Wehr- oder Rückschlagventilfunktion der Barriere (21) der Unterwasserstand (U) der Barriere (21) kleiner oder gleich dem Oberwasserstand (O) der Barriere (21) ist.
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Erhöhen des Oberwasserstandes (O) über den Unterwasserstand (U) erfolgt, indem Wasser (2) aus dem Wellenbecken (4) stromauf der Barriere (21) entnommen und in das Wellenbecken (4) stromab der Barriere verbracht wird.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Weiterbetriebs der Pumpeinrichtung (10) die Barriere (21) verstellt wird, um mittels ihrer Wehrfunktion den Oberwasserstand (O) der Barriere (21) und damit die Surfzelle (W) einzustellen.

Claims

1. Apparatus (1) for generating an artificial surf wave (W), comprising a ramp (3) whose lower end (5) leads into a wave pool (4) and whose upper end (9) can be supplied by means of a pumping device with water (2) from the wave pool (4) via a return channel (8) in a circuit, in order to generate downstream of the ramp (3) a hydraulic jump of the water (2) that can be used as a surf wave (W), **characterized in that** a movable barrier (21) is arranged in the wave pool (4) at a distance from the ramp (3), which barrier can serve as a lowerable weir or a check valve that is permeable in downstream direction and blocking in upstream direction, and with which barrier, for starting the apparatus, a higher water level can be set downstream of the barrier than upstream of the barrier, wherein the return channel (8) originates downstream of the barrier (21) from the wave pool (4).
2. Apparatus according to claim 1, **characterized in**

- that** the wave pool (4) is provided upstream of the barrier (21) with a controllable discharge (22), by means of which the upper water level (O) of the barrier (21) can be lowered below the lower water level (U) of the barrier (21) in the resting state of the pumping device (10). 5
3. Apparatus according to claim 2, **characterized in that** the discharge (22) is fed into the wave pool (4) downstream of the barrier (21) via a channel (24) provided with a pump (23). 10
 4. Apparatus according to claim 2, **characterized in that** the discharge (22) leads into a storage pool (29) arranged below the wave pool (4). 15
 5. Apparatus according to claim 4, **characterized in that** the storage pool (29) is fed into the return channel (8) via a controllable outlet (30). 20
 6. Apparatus according to claim 4, **characterized in that** the storage pool (29) is fed into the return channel (8) or the wave pool (4) downstream of the barrier (21) via a channel (32) provided with a pump (31). 25
 7. Apparatus according to any one of claims 1 to 6, **characterized in that** the walls (13 - 15) of the wave pool (4) downstream of the barrier (21) have upwardly extended regions (25). 30
 8. Apparatus according to any one of claims 1 to 7, **characterized in that** the barrier (21) is formed by a flap (26) hinged on the bottom (12) of the wave pool (4), the flap being pivotable between a lowered position and a raised position. 35
 9. Apparatus according to claims 7 and 8, **characterized in that** the flap (26), in its raised position, abuts against a partition wall (28) which spans the wave pool (4) and extends up to the upper edge of the extended wall regions (25). 40
 10. Apparatus according to claim 8 or 9, **characterized in that** at least the free end of the flap (26) is provided with a floating body (27) or the flap (26) is made entirely or partially of floating material. 45
 11. Apparatus according to any one of claims 1 to 10, **characterized in that** the weir height (H) of the barrier (21), when it adopts weir function during the operation of the pumping device (10), is adjustable to set the upper water level (O) of the barrier (21) and thus adjust the surf wave (W). 50
 12. Apparatus according to any one of claims 1 to 11, **characterized by** a compensating reservoir (33) which is connected to the wave pool (4) or the return channel (8) via a compensating duct (35) equipped with at least one pump (34) to set the upper water level (O) of the barrier (21) and thus adjust the surf wave (W), preferably automatically in a control loop that maintains the upper water level (O) substantially constant. 5
 13. Apparatus according to any one of claims 1 to 12, **characterized in that** the bottom (12) of the wave pool (4) is lower in a first section adjacent to the ramp (3) than in a subsequent second section (18, 19) upstream of the barrier (21). 10
 14. Apparatus according to any one of claims 1 to 13, **characterized in that** the return channel (8) and/or the storage pool (29), if present, is/are provided with one or more ventilation ducts (36, 37). 15
 15. Method for operating an apparatus according to any one of claims 1 to 14, whose wave pool (4) and return channel (8) contain water (2), comprising: 20

in the resting state of the pumping device (10), raising the lower water level (U) of the barrier (21) above the upper water level (O) of the barrier (21) using the weir or check valve function of the barrier (21); 25

starting the pumping device (10), which causes the lower water level (U) to drop; and

continuing to operate the pumping device (10) while, due to the weir or check valve function of the barrier (21), the lower water level (U) of the barrier (21) is lower or equal to the upper water level (O) of the barrier (21). 30
 16. Method according to claim 15, **characterized in that** the raising of the upper water level (O) above the lower water level (U) is carried out by taking water (2) from the wave pool (4) upstream of the barrier (21) and transferring it downstream of the barrier into the wave pool (4). 35
 17. Method according to claim 15 or 16, **characterized in that** during the continued operation of the pumping device (10) the barrier (21) is moved to set the upper water level (O) of the barrier (21) and thus adjust the surf wave (W). 40

Revendications

1. Dispositif (1) permettant de générer une vague de surf (W) artificielle, pourvu d'une rampe (3) dont l'extrémité inférieure (5) débouche dans un bassin à vagues (4) et dont l'extrémité supérieure (9) peut être alimentée en eau (2) provenant du bassin à vagues (4) en circulation par le biais d'un canal de retour (8) au moyen d'un dispositif de pompage (10) afin de générer en aval de la rampe (3) un saut alternatif de

- l'eau (2) pouvant être utilisé comme une vague de surf (W), **caractérisé en ce qu'**une barrière (21) mobile est disposée dans le bassin à vagues (4) à distance de la rampe (3), laquelle barrière peut adopter la fonction d'un barrage abaissable ou d'un clapet anti-retour laissant passer le courant vers l'aval et l'empêchant vers l'amont, et avec laquelle barrière un niveau d'eau plus haut en aval de la barrière qu'en amont de la barrière peut être réglé pour le démarrage du dispositif, où le canal de retour (8) part du bassin à vagues (4) en aval de la barrière (21).
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le bassin à vagues (4) est muni en amont de la barrière (21) d'une évacuation (22) pouvant être réglée, au moyen de laquelle le niveau d'eau supérieur (O) de la barrière (21) peut être abaissé en-dessous du niveau d'eau inférieur (U) de la barrière (21) dans l'état de repos du dispositif de pompage (10).
 3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'évacuation (22) est menée dans le bassin à vagues (4) en aval de la barrière (21) par le biais d'un canal (24) muni d'une pompe (23).
 4. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'évacuation (22) débouche dans un bassin de réserve (29) disposé en-dessous du bassin à vagues (4).
 5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le bassin de réserve (29) est mené dans le canal de retour (8) par le biais d'une sortie (30) réglable.
 6. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le bassin de réserve (29) est mené dans le canal de retour (8) ou le bassin à vagues (4) en aval de la barrière (21) par le biais d'un canal (32) muni d'une pompe (31).
 7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les parois (13 - 15) du bassin à vagues (4) ont des zones (25) prolongées vers le haut en aval de la barrière (21).
 8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la barrière (21) est formée par un clapet (26) articulé sur le fond (12) du bassin à vagues (4) qui peut être pivoté entre une position clapet vers le bas et une position clapet vers le haut.
 9. Dispositif selon les revendications 7 et 8, **caractérisé en ce que** le clapet (26) est adjacent dans sa position clapet vers le haut à une paroi de séparation (28), laquelle surmonte le bassin à vagues (4) et va jusqu'au bord supérieur des zones de parois (25) prolongées.
 10. Dispositif selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce qu'**au moins l'extrémité libre du clapet (26) est munie d'un corps flottant (27) ou le clapet (26) est totalement ou partiellement fabriqué avec un matériau pouvant flotter.
 11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** la hauteur de retenue (H) de la barrière (21), lorsqu'elle adopte la fonction de barrage dans le fonctionnement du dispositif de pompage (10), est réglable afin de régler le niveau d'eau supérieur (O) de la barrière (21) et ainsi la vague de surf (W).
 12. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé par** un récipient d'équilibrage (33) qui est relié avec le bassin à vagues (4) ou le canal de retour (8) par le biais d'une conduite d'équilibrage (35) équipée d'au moins une pompe (34), afin de régler le niveau d'eau supérieur (O) de la barrière (21) et ainsi la vague de surf (W), de préférence automatiquement dans un circuit de régulation maintenant le niveau d'eau supérieur (O) sensiblement constant.
 13. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** le fond (12) du bassin à vagues (4) se situe plus bas dans une première section faisant suite à la rampe (3) que dans une section suivante (18, 19) en amont de la barrière (21).
 14. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** le canal de retour (8) et/ou le bassin de réserve (29), s'il est présent, est/sont muni/s d'une ou de plusieurs conduites de dégazage (36, 37).
 15. Procédé de fonctionnement d'un dispositif selon l'une des revendications 1 à 14, dont le bassin à vagues (4) et le canal de retour (8) contiennent de l'eau (2), comprenant :
 - dans l'état de repos du dispositif de pompage (10), une augmentation du niveau d'eau inférieur (U) de la barrière (21) au-dessus du niveau d'eau supérieur (O) de la barrière (21) moyennant l'emploi de la fonction de barrage ou de clapet anti-retour de la barrière (21) ;
 - la mise en marche du dispositif de pompage (10), ce par quoi le niveau d'eau inférieur (U) diminue ; et
 - la poursuite du fonctionnement du dispositif de pompage (10) pendant que le niveau d'eau inférieur (U) de la barrière (21), en raison de la fonction de barrage ou de clapet anti-retour de la barrière (21), est inférieur ou égal au niveau d'eau supérieur (O) de la barrière (21).

16. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** l'augmentation du niveau d'eau supérieur (O) au-dessus du niveau d'eau inférieur (U) a lieu **en ce que** de l'eau (2) est prélevée du bassin à vagues (4) en amont de la barrière (21) et mise dans le bassin à vagues (4) en aval de la barrière. 5

17. Procédé selon la revendication 15 ou 16, **caractérisé en ce que**, pendant la poursuite du fonctionnement du dispositif de pompage (10), la barrière (21) est déplacée afin de régler le niveau d'eau supérieur (O) de la barrière (21), et ainsi la vague de surf (W), au moyen de sa fonction de barrage. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

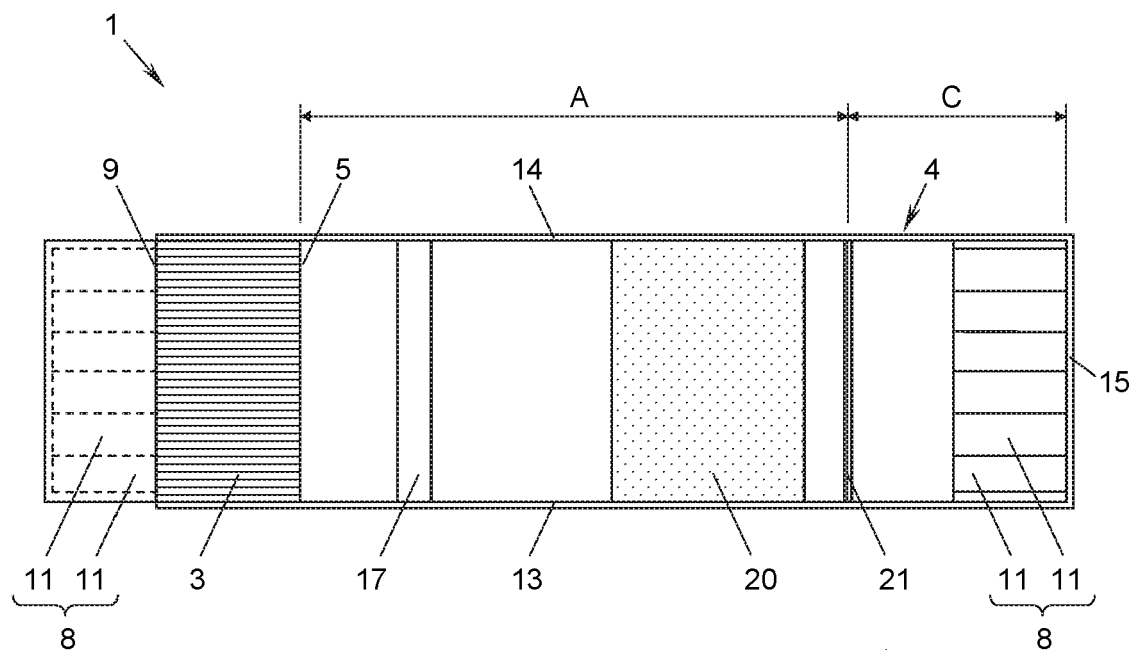


Fig. 1

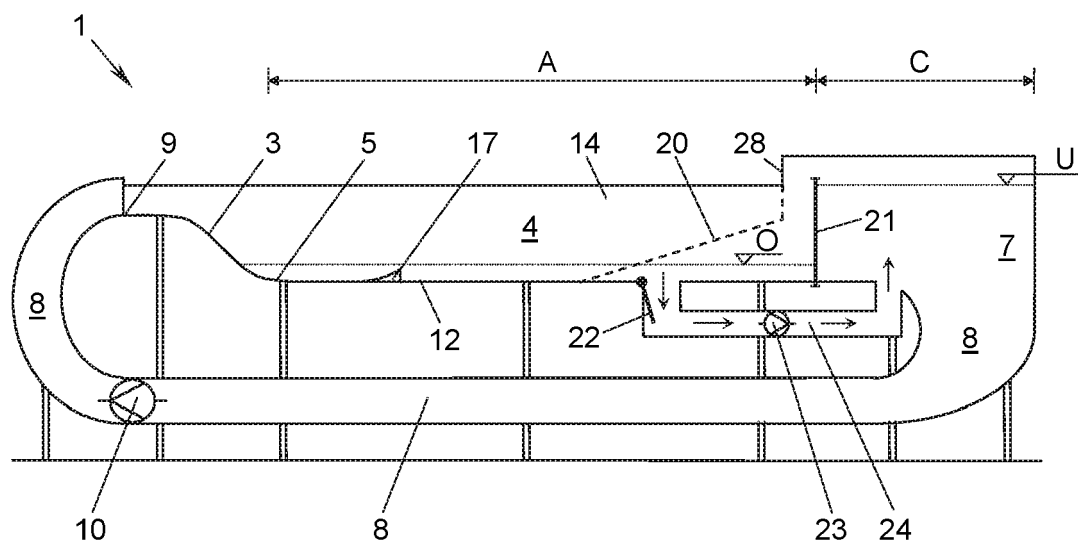


Fig. 3

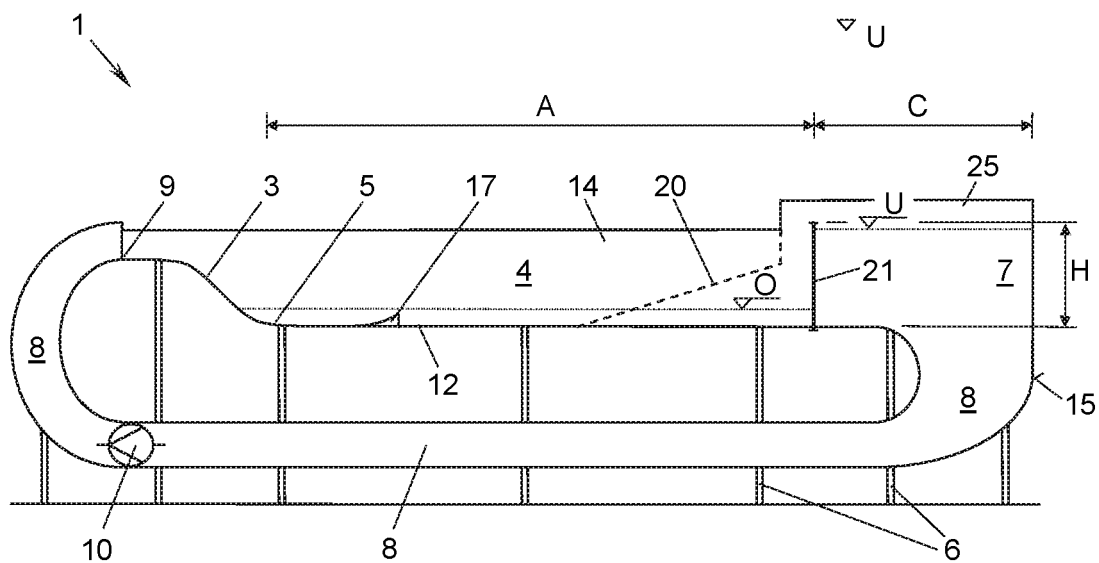


Fig. 2a

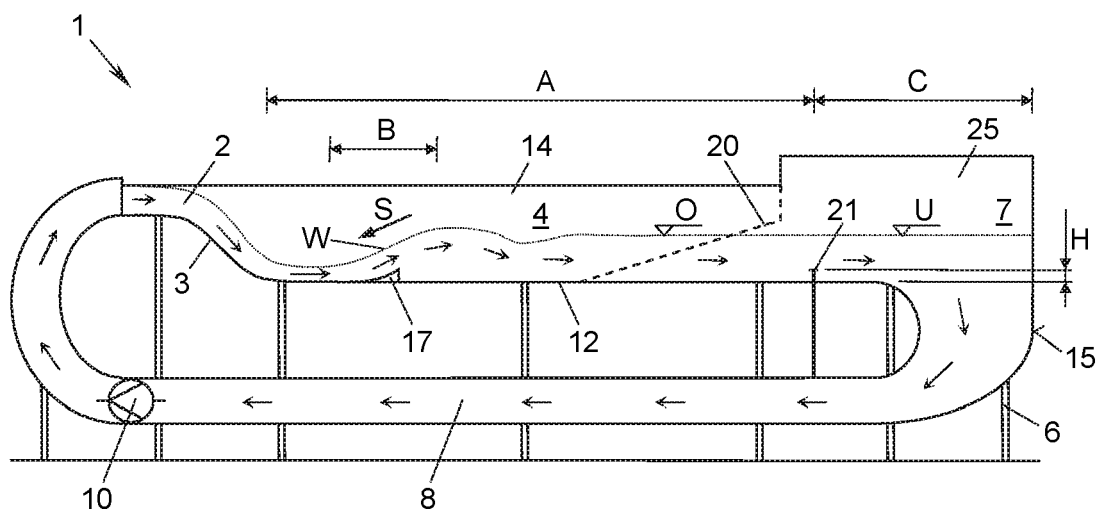


Fig. 2b

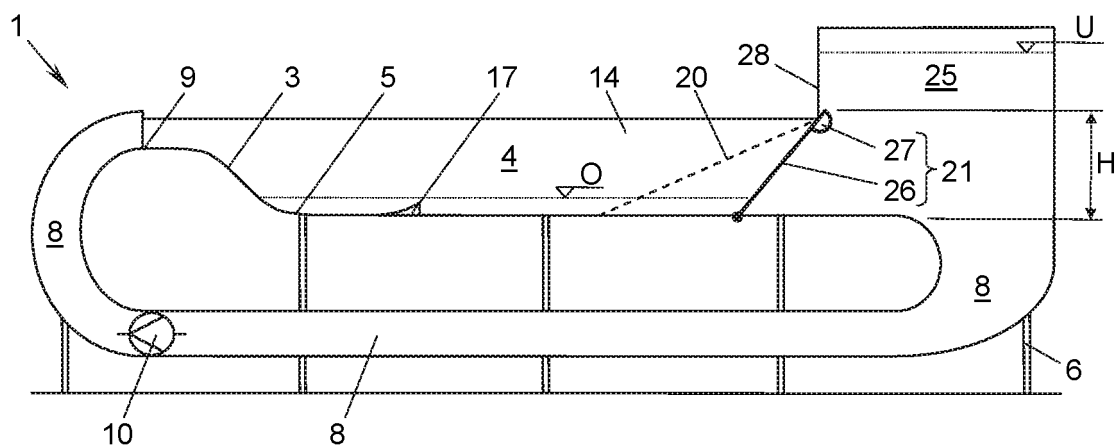


Fig. 4a

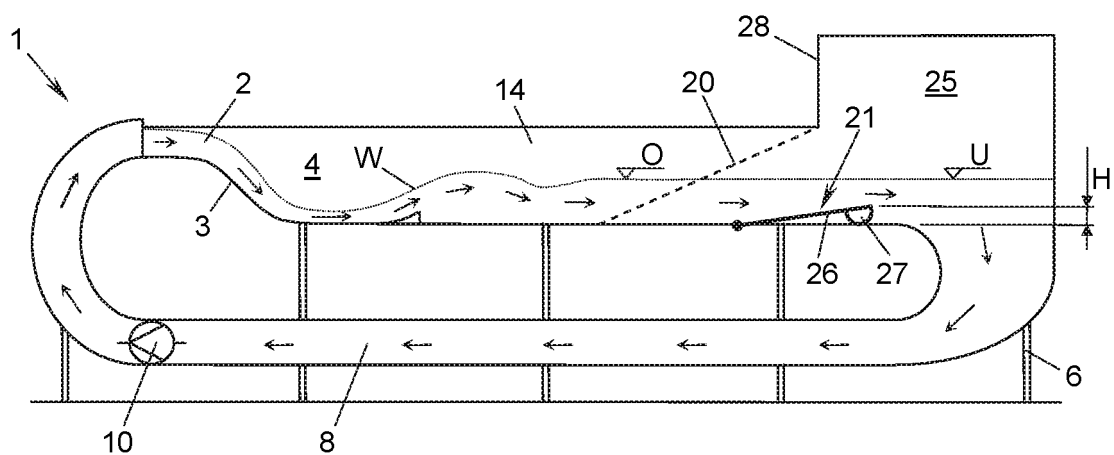


Fig. 4b

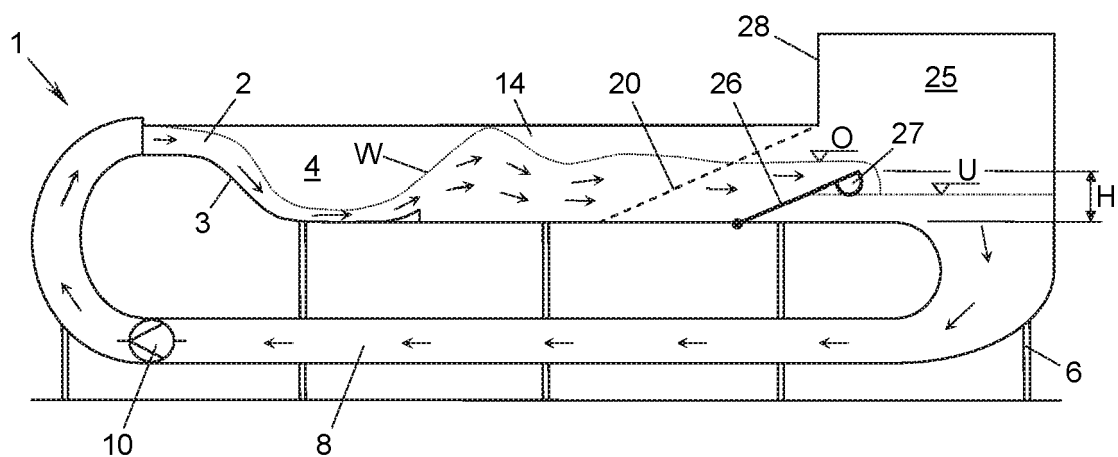


Fig. 4c

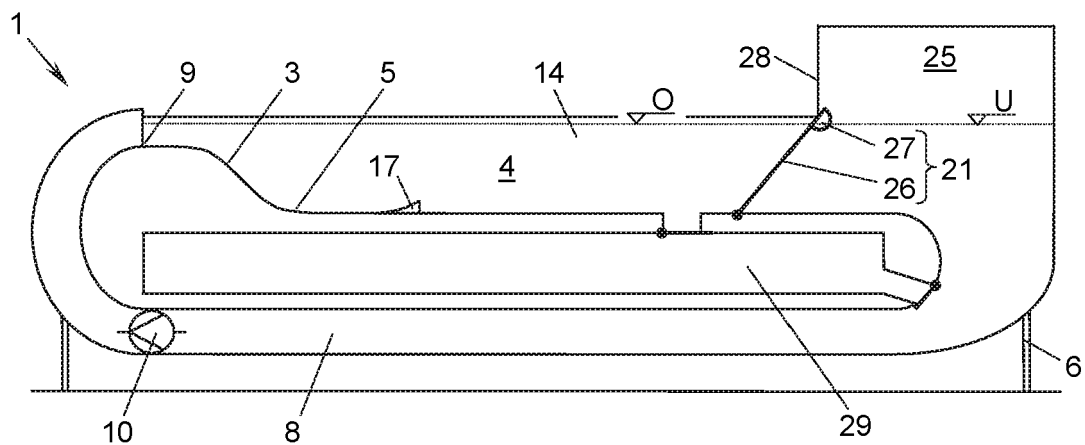


Fig. 5a

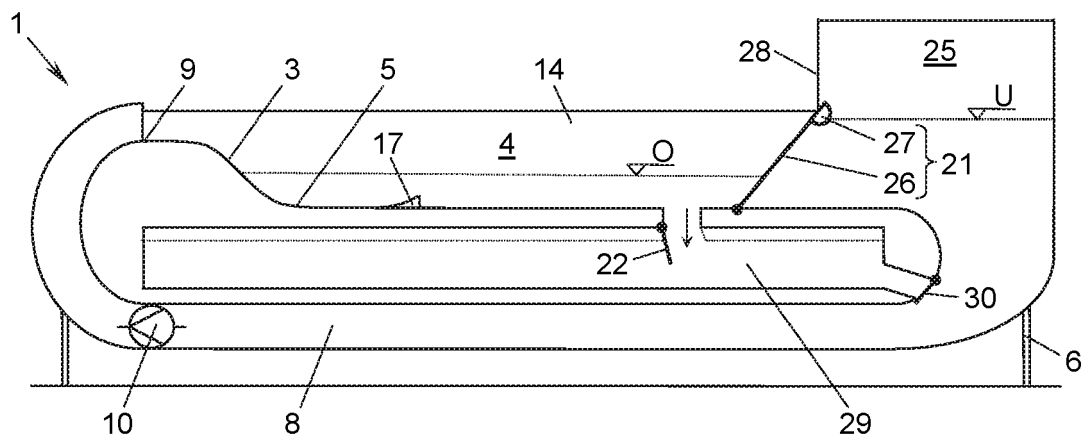


Fig. 5b

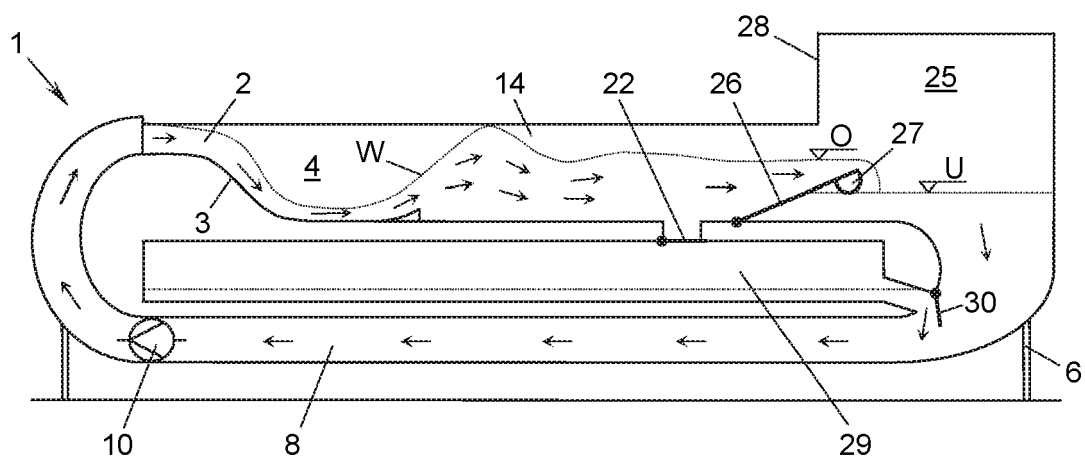


Fig. 5c

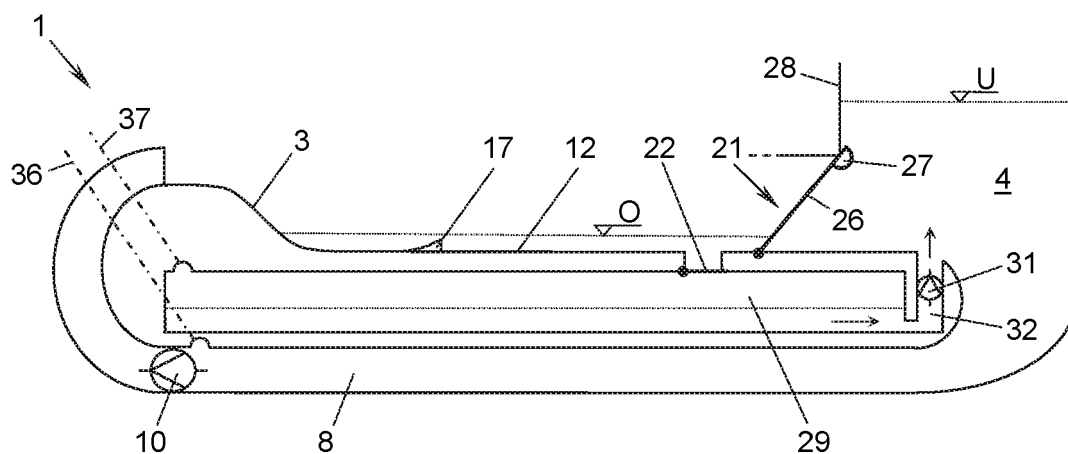


Fig. 6

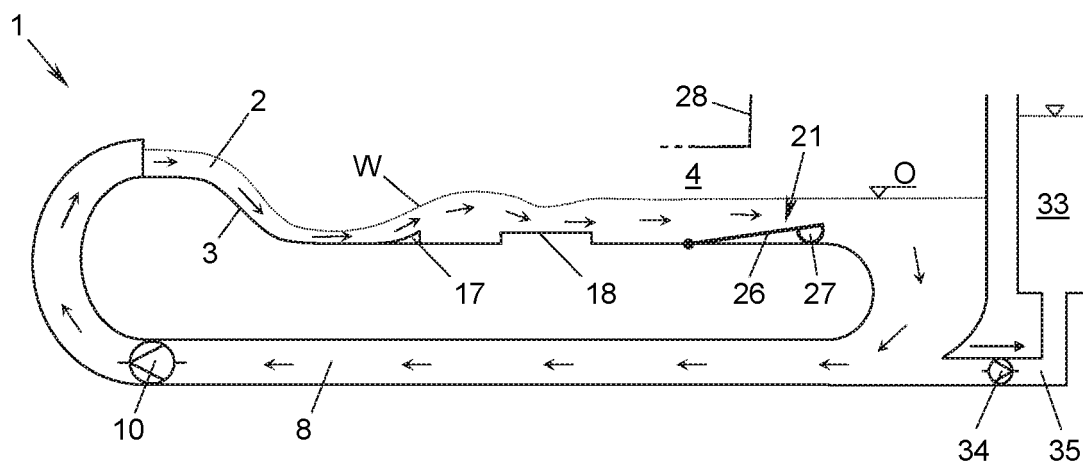


Fig. 7a

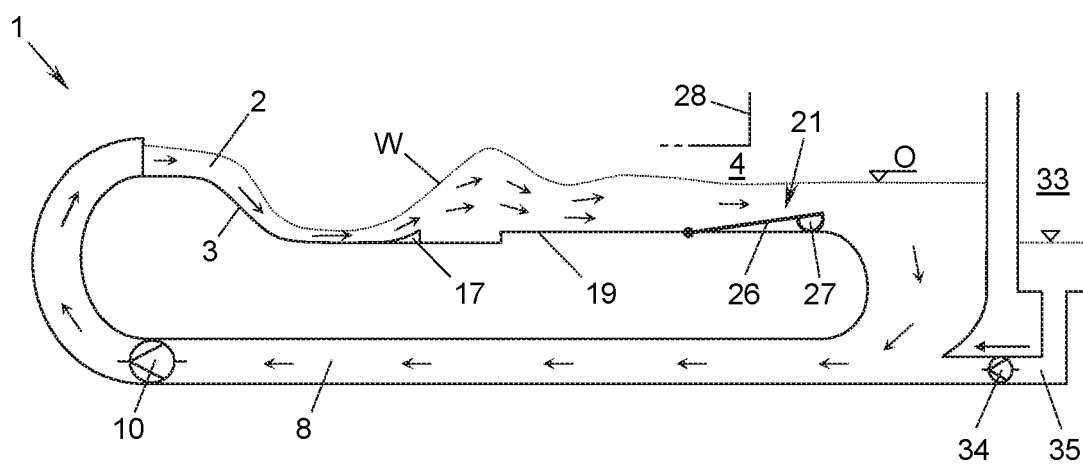


Fig. 7b

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

- US 10119285 B2 [0002]
- WO 2018188741 A1 [0002]
- DE 102008057785 A1 [0002]