

(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  
29. Dezember 2010 (29.12.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2010/149249 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*F03B 13/14* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/002895

(22) Internationales Anmeldedatum:  
12. Mai 2010 (12.05.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2009 022 126.3 20. Mai 2009 (20.05.2009) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **VOITH PATENT GMBH** [DE/DE]; St. Pölten-  
ner Str. 43, 89522 Heidenheim (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MAIER, Wolfgang**  
[DE/DE]; Eberhardsweg 7, 89564 Nattheim (DE).

(74) Anwalt: **DR. WEITZEL & PARTNER**; Friedenstrasse  
10, 89522 Heidenheim (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,  
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,  
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,  
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,  
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ,  
UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,  
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,  
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,  
GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu  
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz  
2 Buchstabe g)

(54) Title: WAVE CHAMBER FOR A WAVE POWER PLANT, AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(54) Bezeichnung : WELLENKAMMER FÜR EIN WELLENKRAFTWERK UND VERFAHREN FÜR DEREN ERSTEL-  
LUNG

(57) Abstract: The invention relates to a wave chamber for a wave power plant having a water inlet opening below the water level, and an outlet to a ventilation channel in which an air turbine is disposed, wherein the wave chamber comprises a free-standing stack of a plurality of chamber segments supporting themselves on the floor of the body of water, said chamber segments being clamped vertically by means of a plurality of tension elements.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Wellenkammer für ein Wellenkraftwerk mit einer unter dem Wasserspiegel liegenden Wassereintrittsöffnung und einem Auslass zu einem Belüftungskanal, in dem eine Luftturbine angeordnet ist; wobei die Wellenkammer einen sich gegen den Gewässergrund abstützenden, freistehende Stapel aus mehreren Kammersegmenten umfasst, die über eine Vielzahl von Zuelementen vertikal verspannt sind.



WO 2010/149249 A2

## Wellenkammer für ein Wellenkraftwerk und Verfahren für deren Erstellung

Die Erfindung betrifft eine Wellenkammer für ein Wellenkraftwerk und ein Verfahren für deren Erstellung.

Zur Energiegewinnung aus Meereswellen kann deren Bewegungsenergie mittels einer Wellenkammer wenigstens teilweise in eine Luftströmung umgewandelt werden. Beispielfhaft wird auf die US 5,191,225 verwiesen, die ein Wellenkraftwerk, das nach dem Prinzip einer oszillierenden Wassersäule arbeitet, beschreibt. Ist die Wassereintrittsöffnung zur Wellenkammer unter dem Wasserspiegel angeordnet und liegt ein in der Wellenkammer eingeschlossenes Luftvolumen vor, so wird im Takt der anbrandenden Wellen der Wasserstand innerhalb der Wellenkammer eine gedämpfte Schwingung ausführen. Zur Energieentnahme ist in einem zum Luftraum in der Wellenkammer reichenden Belüftungskanal eine Luftturbine angeordnet. Hierzu wird bevorzugt eine bidirektional arbeitende Turbine, insbesondere eine gleichsinnig umlaufende Turbine, wie eine Wells-Turbine, verwendet.

Zur effizienten Energiegewinnung aus Meereswellen müssen Wellenkammern eine gewisse Größe aufweisen, um Schwankungen des mittleren Meereswasserspiegels auszugleichen. Des Weiteren müssen Wellenkammern für hohe Belastungen durch die einlaufende See ausgelegt sein. Zusätzlich erschwert wird deren Errichtung durch den permanent starken Wellengang in für Wellenkraftwerke geeigneten Gebieten. Zur Umgehung dieser Problematik wurde durch die US 4,613,252 vorgeschlagen, eine Wellenkammer hinter der schützenden Barriere eines Küstenfelsens im Trockenen zu errichten und erst nach deren Fertigstellung die Zugangsöffnung für das Meereswasser freizusprennen.

Des Weiteren sind aus JP 60119379 A, US 4,564,312 und EP 1 802 814 B1 Wellenkammern bekannt, die mit dem Schutz von Häfen oder von Küstenabschnitten dienenden Wellenbrechern, in Verbindung stehen. Vielfach

besteht jedoch keine Möglichkeit der Anlage an einer bestehenden künstlichen oder natürlichen, in die Brandung ragenden Abstützung. Zum einen können Naturschutzauflagen, eine nicht ausreichende Wassertiefe oder eine unzureichende Gesteinsqualität exponierter Felsen gegen eine Errichtung einer Wellenkammer unmittelbar an Küsten sprechen. Zum anderen stellt sich im Falle künstlich angelegter Wellenbrecher die Frage, ob eine wirtschaftlich sinnvolle Kombination von Wellenschutzfunktion und Wellenenergienutzung möglich ist.

Freistehende Wellenkammern, die standsicher auf dem Meeresgrund verankert sind, umgehen die voranstehend genannten Schwierigkeiten. Allerdings ist deren Errichtung unter den Bedingungen ständigen Wellengangs konstruktiv aufwendig. Entsprechend wird durch die JP 1218492 A vorgeschlagen, eine in einem Trockendock als einstückiges Betonteil hergestellte Wellenkammer durch Auftriebskörper für den Transport schwimmfähig auszubilden und so die Wellenkammer als Ganzes zum Installationsort zu transportieren. Auch diese Art der Erstellung ist aufwendig und kann zu Folgeproblemen bei der Gründung eines vorgefertigten Wellenkammerelements auf dem Meeresboden führen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die voranstehend genannten Probleme zu überwinden und eine freistehende Wellenkammer für ein Wellenkraftwerk anzugeben, die auch bei Wellengang sicher mit einem einfachen Installationsfahrzeug errichtet werden kann. Dabei soll sich die Wellenkammer durch eine hohe Standzeit und eine konstruktiv einfache Skalierbarkeit auszeichnen. Des Weiteren ist bei der Erstellung der Wellenkammer auf den Einsatz von Tauchern zu verzichten.

Die voranstehend genannte Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die erfindungsgemäße Wellenkammer umfasst mehrere vertikal gestapelte Kammersegmente, die beispielsweise als standardisierte Fertigbetonbauteile

ausgebildet sein können, sodass die Höhererstreckung der Wellenkammer an die jeweilige Wassertiefe angepasst werden kann. Dabei wird der Stapel der Kammersegmente über eine Vielzahl von Zugelementen vertikal verspannt sowie kipp- und schubsicher auf dem Meeresboden verankert. Ferner sind durch den modulweisen Aufbau der Wellenkammer deren Einzelteile mittels eines einfachen Schiffskrans handhabbar.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist wenigstens ein Teil der Zugelemente wenigstens mittelbar im Gewässergrund verankert. Besonders bevorzugt erfolgt die Verankerung für einen felsigen Gewässergrund mit Bohrankern. Dabei ist besonders vorteilhaft, wenn die Zugelemente unmittelbar von den Bohrankern ausgehend in an den Kammersegmenten angelegten Führungen verlaufen. Für eine mögliche Gestaltung sind die Führungen in Form von Durchgangsöffnungen angelegt, die in Stapelrichtung in den Wandungen der Kammersegmente verlaufen. Für diesen Fall dienen die Zugelemente bei der Erstellung gleichzeitig als Positionierungshilfe für das Stapeln der Kammersegmente. Dabei werden die Kammersegmente vor dem Absetzen auf dem Stapel auf wenigstens einen Teil der Zugelemente aufgefädelt, wobei diese so unter Spannung gesetzt werden, dass die Kammersegmente beim Absetzen gegen den Wellendruck seitlich geführt werden. Zusätzlich kann die Positionierung der Kammersegmente relativ zueinander durch Selbstzentrierungseinrichtungen an den Stoßflächen aneinandergrenzender Kammersegmente unterstützt werden. Die endgültige Zentrierung erfolgt für eine vorteilhafte Ausgestaltung über die Zugelemente, die zu diesem Zweck eine der Stapelhöhe der Kammersegmente entsprechende Länge aufweisen, um die gestapelten Kammersegmente zu einer monolithischen Einheit durch eine Vertikalkraftbeaufschlagung zu verspannen.

Wird die Verankerung der Zugelemente der Wellenkammer durch Bohranker ausgeführt, dient in vorteilhafter Weise ein Gründungselement, auf dem der Stapel der Kammersegmente errichtet wird, zugleich als Zentriereinrichtung für die Erstellung der Bohranker. Gemäß einer möglichen Ausgestaltung weist zu diesem Zweck das Gründungselement Führungsöffnungen auf, die das Bohrmuster für die

Bohranker vorgeben. Dabei entspricht das Bohrmuster der Anordnung der an den Kammersegmenten angelegten Führungen für die Zugelemente, sodass ein Auffädeln der Kammersegmente und ein Absenken entlang der Zugelemente möglich sind.

Für eine Weitergestaltung der Erfindung wird zum Abfangen der auf die Wellenkammer wirkenden Schubkräfte eine im Gewässergrund verankerte Schubsicherung verwendet. Vorteilhafterweise stellt diese eine separate Komponente dar. Alternativ besteht die Möglichkeit, die Schubsicherung und die Verankerung für die Zugelemente zu vereinigen.

Für eine besonders bevorzugte Ausgestaltung umfasst die Schubsicherung ein in den Gewässergrund eingebrachtes Hohlelement. Dies kann beispielsweise ein Stahlrohr sein, das in den Gewässergrund eingedreht wird. Sodann erfolgt ein Ablängen des Hohlelements, sodass sich dieses bis zu einer vorbestimmten Höhe über den Gewässergrund erstreckt. In einem nachfolgenden Erstellungsschritt entsteht ein sich gegen eine Anlagefläche der Schubsicherung, typischerweise die Umfangsfläche, abstützendes Gründungselement, auf dem das unterste Kammersegment abgesetzt wird. Bevorzugt gehen vom Gründungselement, wie voranstehend dargelegt, die Zugelemente aus oder es dient als Zentrierungseinrichtung für die Ausbildung der Verankerung der Zugelemente.

Ferner wird vorzugsweise nach dem Absetzen des untersten Kammersegments auf dem Gründungselement eine Schubverbindung zur Schubsicherung hergestellt. Im einfachsten Fall wird hierzu durch ein Ausgießen eines Zwischenbereichs zwischen der Kammersegmentwandung des untersten Kammersegments und einer Anlagefläche der Schubsicherung eine Verbindung zur Ableitung von Querkraften hergestellt. Denkbar ist ferner die Verwendung einer längeneinstellbaren Schubsicherung, die eine Einrichtung des Abstands zwischen der Kammersegmentwandung des untersten Kammersegments und der Schubverbindung ermöglicht.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit Figurendarstellungen genauer erläutert. In diesen ist im Einzelnen Folgendes dargestellt:

Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Wellenkammer im Längsschnitt.

Figur 2 zeigt die Ausbildung der Gründung der Wellenkammer aus Figur 1.

Figur 3 zeigt das Aufsetzen eines Kammersegments entlang der durch die Zugelemente vorgegebenen Führung für die Wellenkammer aus Figur 1.

Figur 4 zeigt eine erfindungsgemäße Wellenkammer gemäß einer Ausgestaltungsalternative im Längsschnitt.

Figur 1 zeigt schematisch vereinfacht eine erfindungsgemäße Wellenkammer 1, einen sich gegen den Gewässergrund 12 abstützenden, freistehende Stapel 30 aus mehreren Kammersegmenten 6.1, ..., 6.8 umfasst, welche als ringförmige Elemente aus seewasserfestem, armierten Beton hergestellt sind. Diese werden über eine Vielzahl von Zugelementen 7.1, 7.2 vertikal verspannt, wobei die Zugelemente 7.1, 7.2 über Bohranker 9.1, 9.2 im Gewässergrund 12 fixiert sind und vorteilhafterweise über die gesamte Vertikalerstreckung der Wellenkammer 1 reichen. Die Wassereintrittsöffnung 3 zur Wellenkammer 1 ist im Kammersegment 6.2 vorgesehen. Der Luftraum 24 innerhalb der Wellenkammer 1 mündet an einem Auslass 4 im als Deckel verwendeten Kammersegment 6.8 in einen Belüftungskanal 5, in dem eine Luftturbine 20, beispielsweise eine Wells-Turbine, angeordnet ist.

Für die dargestellte, vorteilhafte Ausgestaltung verlaufen die Zugelemente 7.1, 7.2 in Führungen in Form von Durchgangsöffnungen, die in den Wandungen der Kammersegmente 6.1, ..., 6.8 ausgebildet sind. In Figur 1 sind exemplarische Durchgangsöffnungen entlang des Zugelements 7.1 mit den Bezugszeichen 8.1,

..., 8.8 bezeichnet. Werden wenigstens zwei solchermaßen verlaufende Zuelemente 7.1, 7.2 und bevorzugt mehr als zwei, äquidistant über die Mantelfläche der Kammer 1 verteilte Zuelemente 7.1, 7.2 verwendet, resultiert eine Querführung beim Absetzen einzelner Kammersegmente 6.1, ..., 6.8. Die endgültige Querzentrierung erfolgt über eine Längsverspannung der Zuelemente 7.1, 7.2. Dabei wird die relative Ausrichtung aneinandergrenzender Kammersegmente 6.1, ..., 6.8 durch Selbstzentrierungseinrichtungen 23 an den Stoßbereichen der Kammersegmente 6.1, ..., 6.8 unterstützt.

Figur 1 zeigt ferner eine Schubsicherung 13 in Form eines in den Gewässergrund eingebrachten Hohlelements 14. Durch einen ausgegossenen Zwischenbereich 15 zwischen der Kammersegmentwandung 16 des untersten Kammersegments 6.1 und einer Anlagefläche 17, vorliegend der Außenwandung des Hohlelements 14, entsteht eine Schubverbindung 22 zum vertikal verspannten Stapel 30 der Kammersegmente 6.1, ..., 6.8.

Nachfolgend wird ein bevorzugtes Verfahren zur Erstellung der erfindungsgemäßen Wellenkammer anhand der Figuren 2 und 3 dargelegt: Zunächst wird ein Stahlrohr 25 bis zu einer vorbestimmten Tiefe in den Gewässergrund 12 eingedreht. Dieses Stahlrohr 25 dient als vorübergehende Gründung. Um diese wird auf dem Gewässergrund 12 ein Gründungselement 10 angelegt, auf dem später der Stapel der Kammersegmente 6.1,...,6.8 aufgesetzt wird. Als Gründungselement 10 kann ein vorgefertigtes, ringförmiges Betonelement verwendet werden, das entlang des Stahlrohrs 25 abgesenkt wird. Dabei werden geeignete Maßnahmen zur waagrechten Ausrichtung der Standfläche für die Kammersegmente ausgeführt. Entsprechend kann ein vorgefertigtes Gründungselement 10 Hubvorrichtungen umfassen, die sich gegen den Gewässergrund 12 abstützen. Des Weiteren können zusätzlich etwaige unter einem Gründungselement 10 nach dem Absetzen vorliegende Hohlräume auszementiert werden. Alternativ wird das Gründungselement 10 vor Ort gegossen. Des Weiteren kann in Abhängigkeit der Beschaffenheit des

Gewässergrunds 12 das Gründungselement 10 mit einem Unterspülschutz versehen sein, der im Einzelnen nicht in den Figuren dargestellt ist.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung werden für die Zügelemente 7.1, ..., 7.7 in einem vorbestimmten Muster Bohranker 9.1, 9.2 gesetzt. Bevorzugt dient hierzu das Gründungselement 10 als Schablone, indem dieses Zentriereinrichtungen 11.1, 11.2 zum Setzen der Bohranker 9.1, 9.2 umfasst. Im Falle eines auf dem Gewässergrund 12 gegossenen Gründungselements 10 werden zur Ausbildung der Zentriereinrichtungen 11.1, 11.2 Hülselemente entsprechend zum gewünschten Bohrmuster in die Schalung eingesetzt. Im Fall eines vorgefertigten Gründungselements 10 sind die als Zentriereinrichtungen 11.1, 11.2 dienenden Durchgangsöffnungen bereits angelegt.

In einem weiteren Verfahrensschritt wird das Stahlrohr 25, das für die vorliegende Ausgestaltung als Schubsicherung 13 dient, so abgelängt, dass ein über das Gründungselement 10 hinausstehender Kragen 26 stehen bleibt. Entsprechend sind in Figur 2 die abzutrennenden Teile des Stahlrohrs 25 gestrichelt dargestellt. Dabei dient der Kragen 26 zur Ausbildung einer Schubverbindung 22. Deren Realisierung wird anhand von Figur 3 erläutert: Nach dem Absetzen des untersten Kammersegments 6.1 auf dem Gründungselement 10 wird der Zwischenbereich 15 zwischen der Kammersegmentwandung 16 auf der Innenseite des untersten Kammersegments 6.1 und der Anlagefläche 17 am Kragen 26 auszementiert. Entsprechend kann der Innenbereich der Schubsicherung 13 ausgegossen werden. Gemäß einer bevorzugten Variante erfolgt das Ablängen des Stahlrohrs 25 erst nach dem Aufstapeln der Kammersegmente 6.1, ..., 6.8, die die Seitenwandungen der Wellenkammer 1 bilden, sodass es für diese als Hilfe zur Führung und Ausrichtung beim Absenken dienen kann.

Alternativ wird eine einstellbare Schubverbindung verwendet, die im Einzelnen nicht in den Figuren dargestellt ist. Eine solche kann dazu dienen, das unterste Kammersegment 6.1 auf dem Gründungselement 10 nach dem Absetzen relativ

zur Schubsicherung 13 zu zentrieren. Nach der Einstellung kann zusätzlich ein Ausgießen des Zwischenbereichs 15 ausgeführt werden. Alternativ wird durch eine Fixierung der einstellbaren Schubverbindung 22 die auf das Kammersegment 6.1 im späteren Betrieb wirkende Querkraft abgefangen.

Das Absetzen der einzelnen Kammersegmente 6.1, 6.8 erfolgt entlang der Zugelemente 7.1, ..., 7.7, die zu diesem Zweck durch eine im Einzelnen nicht gezeigte Vorrichtung auf einem für die Installation verwendeten Wasserfahrzeug vorgespannt sind. Ersichtlich in Figur 3 ist das Absenken des Kammersegments 6.2 auf das unterste Kammersegment 6.1 mittels eines nicht dargestellten Schiffskrans. Dabei verlaufen die Zugelemente 7.1, ..., 7.7 in Durchgangsöffnungen 8.1, 8.2 in den Kammersegmenten 6.1, 6.2. Demnach wird ein Kammersegment vor dem Absetzen auf wenigstens zwei Zugelemente 7.1, ..., 7.7 aufgefädelt.

Des Weiteren sind in Figur 3 an den Stoßstellen zwischen den Kammersegmenten 6.1, 6.2 im Bereich der Selbstzentrierungseinrichtung 23 Dichtungen 18.1, ..., 18.4 skizziert, die durch das Eigengewicht des Kammersegmentes 6.2 sowie durch die vertikale Verspannung über die Zugelemente 7.1, ..., 7.7 im Endmontagezustand zur wasser- und luftundurchlässigen Abdichtung dienen. Alternativ kann anstatt zwischenliegender Dichtungen 18.1, ..., 18.4 nach dem Erstellen und Verspannen des Stapels aus Kammersegmenten 6.1, ..., 6.8 ein integrales, über die gesamte Außen- und Innenwandung des Stapels reichendes Dichtungselement oder ein dichtender Anstrich aufgebracht werden. Derartige Arbeiten können bei einer geschlossenen Wassereintrittsöffnung 3 und einem ausgepumpten Innenbereich der Wellenkammer 1 ausgeführt werden nachdem das als Abdeckung verwendete Kammersegment 6.8 aufgesetzt und die Zugelemente 7.1, ..., 7.7 mittels der Spannelemente 19.1, ..., 19.6 verspannt sind.

Figur 4 zeigt eine Ausgestaltungsalternative für eine erfindungsgemäße Wellenkammer, für die schrägverlaufende Zugelemente 7.8, 7.9 verwendet werden. Diese erzeugen eine vertikale Verspannung im Sinne einer

Vertikalkraftkomponente auf die Kammersegmente 6.1, ..., 6.8. Dabei gehen die Zugelemente 7.8, 7.9 von Betonelementen aus, die als Schubsicherung 13.1, 13.2 dienen und welche ein durch Vergießen angelegtes Gründungselement 10 außen umgeben. Für die Herstellung des Gründungselements 10 können die in den Gewässergrund 12 eingebetteten Schubsicherungen 13.1, 13.2 als Schalung verwendet werden.

Des Weiteren können die Schubsicherungen 13.1, 13.2 als Zentriereinrichtungen 11.1, 11.2 zum Setzen von Bohrankern 9.3, 9.4 dienen. Für die dargestellte Ausführungsform gehen die Zugelemente 7.8, 7.9 von den Bohrankern 9.3, 9.4 aus. Alternativ kann in Abhängigkeit der Beschaffenheit des Gewässergrunds 12 eine Verspannung ohne Bohranker 9.3, 9.4 unmittelbar an den seitlich angeordneten Schubsicherungen 13.1, 13.2 erfolgen, sodass durch eine entsprechende Dimensionierung der Schubsicherung 13.1, 13.2 sowie des Gründungselements 10 ein im Einzelnen nicht dargestelltes Schwerkraftfundament ausgebildet wird.

Ferner sind in Figur 4 parallel zur Außenwandung der Kammersegmente 6.1, ..., 6.8 verlaufende Zugelemente 7.10, 7.11 dargestellt, durch die zusätzlich ein vertikales Verspannen des Stapels der Kammersegmente 6.1, ..., 6.8 möglich ist. Ferner dienen diese parallel zur Wellenkammeraußenwandung verlaufenden Zugelemente 7.10, 7.11 der Positionierung der einzelnen Kammersegmente 6.1, ..., 6.8 beim Absetzen. So können an Außenwandungen der Kammersegmente 6.1, ..., 6.8 Führungen, die mit Zugelementen 7.10, 7.11 zusammenwirken, vorgesehen sein. Diese sind im Einzelnen nicht in Figur 4 dargestellt. Die Außenführung der Zugelemente 7.10, 7.11 ermöglicht eine vereinfachte Ausbildung der Selbstzentrierungseinrichtung 23.2 für die Kammersegmente 6.1, ..., 6.8 als konische Flächen sowie die Verwendung flächiger Dichtungselemente. Des Weiteren kann die Errichtung einer erfindungsgemäßen Wellenkammer dadurch vereinfacht werden, dass zunächst die einzelnen Kammersegmente 6.1, ..., 6.8 ohne die Zugelemente 7.8, ..., 7.11 aufeinandergestapelt werden. Dazu ist zusätzlich zur Selbstzentrierungseinrichtung 23.2 zwischen den einzelnen

Kammersegmenten 6.1, 6.8 eine Selbstzentrierungseinrichtung 23.3 für das Aufsetzen des untersten Kammersegments 6.1 auf dem Gründungselement 10 vorgesehen.

In einem nachfolgenden Verfahrensschritt wird die endgültige Sicherung der gestapelten Kammersegmente 6.1, ..., 6.8 mittels der voranstehend dargelegten außen verlaufenden Zugelemente 7.8, ..., 7.11 vorgenommen. Sodann erfolgt die Komplettierung der Wellenkammer 1 durch die Anlage einer Schubverbindung 22.1, 22.2 zwischen den außenliegenden Schubsicherungen 13.1, 13.2 und dem Außenumfang des untersten Kammersegments 6.1.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind denkbar. Dabei ist es möglich, die vertikal gestapelten Kammersegmente 6.1, ..., 6.8 durch Längsteilung in einzelne Teilkomponenten aufzuteilen. Ferner können zwischen einzelnen Kammersegmenten 6.1, 6.8 Zwischenelemente vorgesehen sein, die zusätzlich zur Abdichtungsfunktion Querkräfte auffangen.

## Bezugszeichenliste

|                    |                               |
|--------------------|-------------------------------|
| 1                  | Wellenkammer                  |
| 2                  | Wasserspiegel                 |
| 3                  | Wassereintrittsöffnung        |
| 4                  | Auslass                       |
| 5                  | Belüftungskanal               |
| 6.1, ..., 6.8      | Kammersegment                 |
| 7.1, ..., 7.11     | Zugelement                    |
| 8.1, ..., 8.8      | Durchgangsöffnungen           |
| 9.1, 9.2, 9.3, 9.4 | Bohranker                     |
| 10                 | Gründungselement              |
| 11.1, 11.2         | Zentriereinrichtungen         |
| 12                 | Gewässergrund                 |
| 13, 13.1, 13.2     | Schubsicherung                |
| 14                 | Hohlelement                   |
| 15                 | Zwischenbereich               |
| 16                 | Kammersegmentwandung          |
| 17                 | Anlagefläche                  |
| 18.1, ..., 18.4    | Dichtung                      |
| 19.1, ..., 19.6    | Spannelement                  |
| 20                 | Luftturbine                   |
| 21                 | Spannring                     |
| 22, 22.1, 22.2     | Schubverbindung               |
| 23, 23.2, 23.3     | Selbstzentrierungseinrichtung |
| 24                 | Luftraum                      |
| 25                 | Stahlrohr                     |
| 26                 | Kragen                        |
| 30                 | Stapel                        |

## Patentansprüche

1. Wellenkammer (1) für ein Wellenkraftwerk mit einer unter dem Wasserspiegel (2) liegenden Wassereintrittsöffnung (3) und einem Auslass (4) zu einem Belüftungskanal (5), in dem eine Luftturbine (20) angeordnet ist; dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenkammer (1) einen sich gegen den Gewässergrund (12) abstützenden, freistehende Stapel (30) aus mehreren Kammersegmenten (6.1, ..., 6.8) umfasst, die über eine Vielzahl von Zugelementen (7.1, ..., 7.11) vertikal verspannt sind.
2. Wellenkammer (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zugelemente (7.1, ..., 7.11) über die gesamte Vertikalerstreckung des Stapels (30) der Kammersegmente (6.1, ..., 6.8) reichen.
3. Wellenkammer (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zugelemente (7.1, ..., 7.11) in Führungen an den Kammersegmenten (6.1, ..., 6.8) verlaufen.
4. Wellenkammer (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Führungen als Durchgangsöffnungen (8.1, ..., 8.8) in den Wandungen der Kammersegmente (6.1, ..., 6.8) angelegt sind.
5. Wellenkammer (1) nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zugelemente (7.1, ..., 7.11) wenigstens mittelbar über Bohranker (9.1, ..., 9.4) im Gewässergrund (12) verankert sind.
6. Wellenkammer (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das unterste Kammersegment (6.1) auf einem Gründungselement (10) ruht, das eine Zentriereinrichtungen (11.1, ..., 11.4) für Bohranker (9.1, 9.2) umfasst.
7. Wellenkammer (1) nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das unterste Kammersegment (6.1) wenigstens

mittelbar mit einer im Gewässergrund (12) verankerten Schubsicherung (13, 13.1, 13.2) in Verbindung steht.

8. Wellenkammer (1) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Schubsicherung (13, 13.1, 13.2) ein in den Gewässergrund (12) eingebrachtes Hohlelement (14) umfasst.
9. Wellenkammer (1) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Hohlelement (14) innerhalb des untersten Kammersegments (6.1) angeordnet ist.
10. Wellenkammer (1) nach einem der Ansprüche 7 - 9, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Zwischenbereich (15) zwischen einer Kammersegmentwandung (16) des untersten Kammersegments (6.1) und einer Anlagefläche (17) der Schubsicherung (13, 13.1, 13.2) eine Schubverbindung (22, 22.1, 22.2) angeordnet ist.
11. Wellenkammer (1) nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kammersegmente (6.1, ..., 6.8) als Fertigbetonbauteile ausgebildet sind.
12. Verfahren zur Herstellung einer Wellenkammer (1) für ein Wellenkraftwerk mit einer unter dem Wasserspiegel (2) liegenden Wassereintrittsöffnung (3) und einem Auslass (4) zu einem Belüftungskanal (5), in dem eine Luftturbine (20) angeordnet ist mit den Verfahrensschritten
  - 12.1 Aufstapeln mehrerer Kammersegmente (6.1, ..., 6.8) zu einem sich gegen den Gewässergrund (12) abstützenden, freistehende Stapel (30), und
  - 12.2 Verspannen der aufgestapelten Kammersegmente (6.1, ..., 6.8) mit einer Vielzahl von Zugelementen (7.1, ..., 7.11) in vertikaler Richtung.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Zugelemente (7.1, ..., 7.11) über Bohranker (9.1, ..., 9.4) im

Gewässergrund (12) verankert sind, die mittels einer Zentriereinrichtung (11.1,...,11.2) gesetzt werden, die Teil eines Gründungselements (10) für die gestapelten Kammersegmente (6.1, ..., 6.8) ist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass in den Gewässergrund (12) ein Hohlelement (14) eingebracht wird, welches zur Schubsicherung (13) dient.
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem untersten Kammersegment (6.1) und dem Hohlelement (14) eine Schubverbindung (22, 22.1, 22.2) hergestellt wird.



Fig. 2

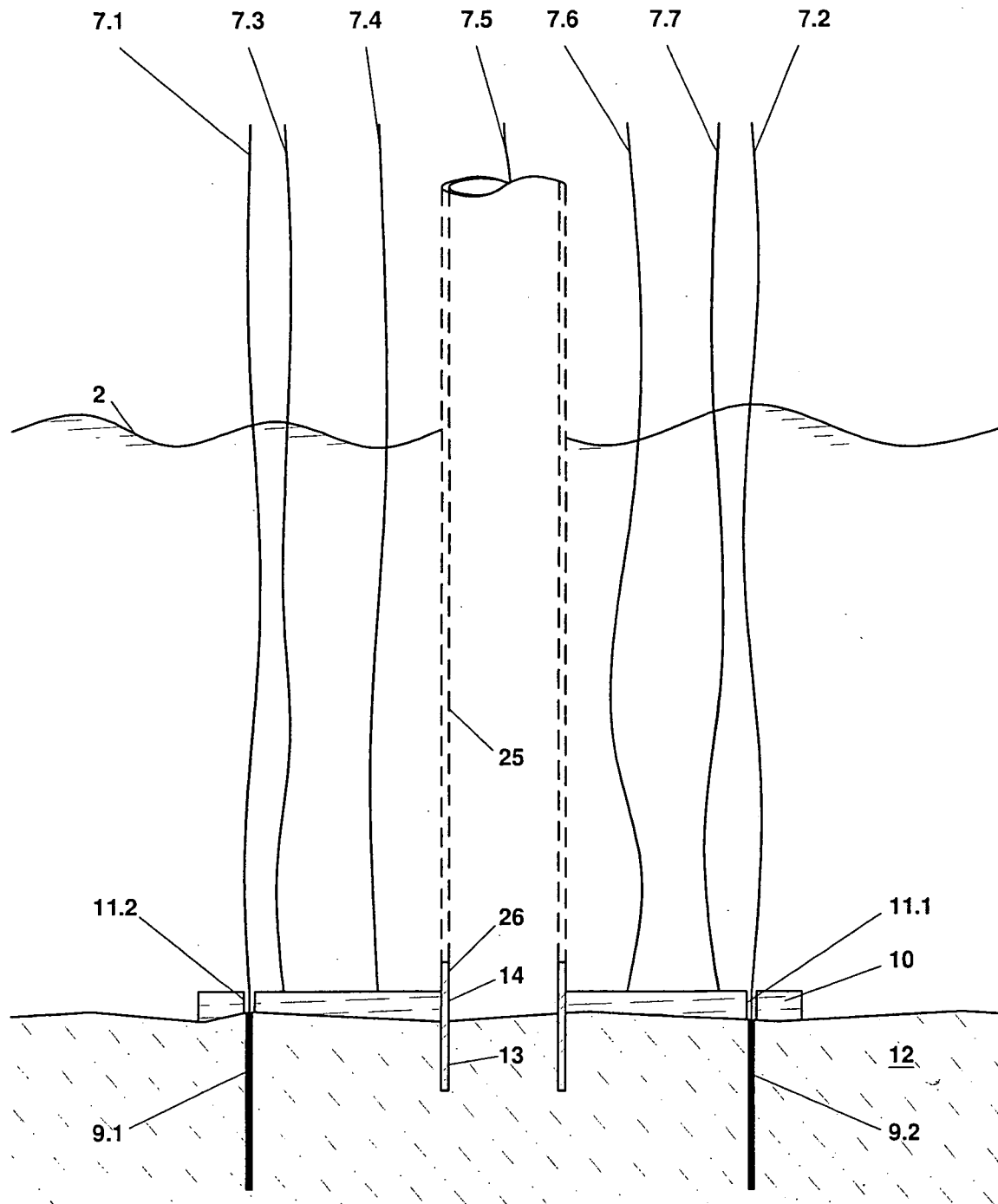


**Fig. 3**

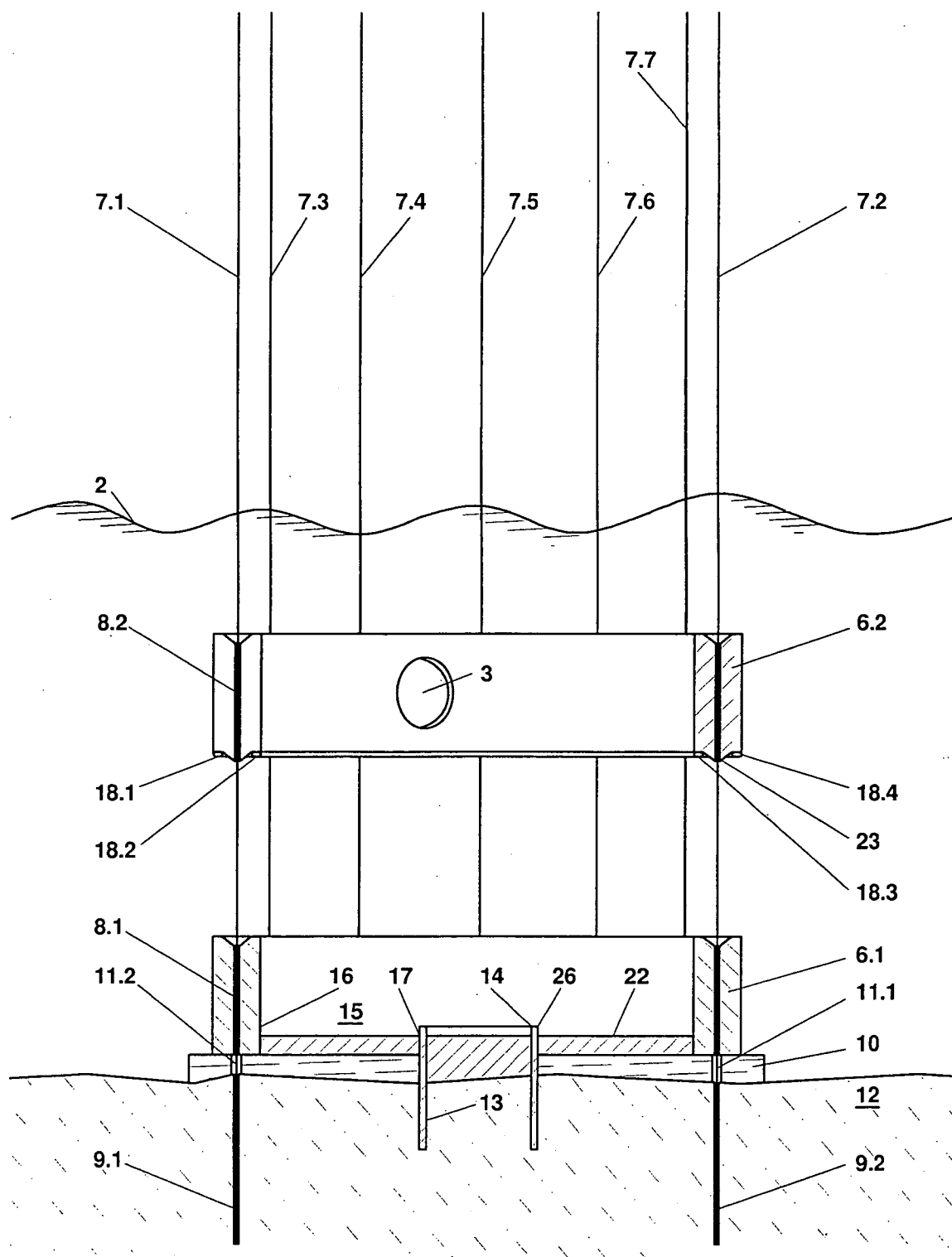


Fig. 4

