

(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
28. Oktober 2010 (28.10.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/121816 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F03B 13/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/002484

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. April 2010 (23.04.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 018 560.7
24. April 2009 (24.04.2009) DE

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

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MAIER, Wolfgang**
[DE/DE]; Eberhardsweg 7, 89564 Nattheim (DE).
HEATH, Tom [GB/GB]; 20 Canonbury Terrace, Fortro-
se, Graigburn IV10 8TT, Scotland (GB).

(74) Anwalt: **WEITZEL, Wolfgang**; Weitzel & Partner, Frie-
denstrasse 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 (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: DEVICE FOR CONVERTING WAVE ENERGY INTO AN AIR FLOW AND METHOD FOR THE PRODUCTION
THEREOF

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG ZUR UMWANDLUNG VON WELLENENERGIE IN EINE LUFTSTRÖMUNG UND
VERFAHREN ZUR DEREN HERSTELLUNG

(57) Abstract: The invention relates to a wave chamber arrangement comprising a wave chamber with an access opening that lies
below the water level and an outlet to an air inlet channel, in which an air turbine is located. The invention is characterised in that
the wave chamber is constructed in a chamber component that lies in a form-fit on a framework, said framework being supported
against a breakwater.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Wellenkammeranordnung, umfassend eine Wellenkammer mit einer unter
dem Wasserspiegel liegenden Zugangsöffnung und einem Auslass zu einem Belüftungskanal, in dem eine Luftturbine angeordnet
ist; dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenkammer in einem Kammerbauteil ausgebildet ist, das formschlüssig auf einem Trag-
werk aufliegt, wobei sich das Tragwerk gegen einen Wellenbrecher abstützt.



WO 2010/121816 A2

Vorrichtung zur Umwandlung von Wellenenergie in eine Luftströmung und
Verfahren zur deren Herstellung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Umwandlung von Wellenenergie in eine
5 Luftströmung zur Verwendung in einem Wellenkraftwerk sowie ein Verfahren für
deren Erstellung.

Wellenkraftwerke, die nach dem Prinzip einer oszillierenden Wassersäule
arbeiten, sind bekannt. Hierzu wird auf die US 5,191,225 verwiesen.

10 Gattungsgemäße Kraftwerke verwenden eine Wellenkammer, deren seeseitige
Zuströmungsöffnung unter dem Wasserspiegel liegt, sodass anbrandende Wellen
zu einem Zustrom und einer Variation des Wasserspiegels in der Kammer führen.
Im oberen Teil der Wellenkammer befindet sich ein Luftraum, in dem der Luftdruck
entsprechend zur Bewegung des Wasserspiegels in der Wellenkammer variiert,
15 wobei ein Druckausgleich über einen Auslass zu einem Belüftungskanal bewirkt
wird, in dem eine Luftturbine untergebracht ist. Als Luftturbinen werden
typischerweise gleichsinnig umlaufende, bidirektional anströmbare
Strömungsmaschinen, beispielsweise Wells-Turbinen, verwendet.

20 Der Bau geeigneter Wellenkammern für Wellenkraftwerke ist konstruktiv
aufwendig, da Wellenkammern zur Ausnutzung unterschiedlicher Wellenhöhen bei
einem gleichzeitig variierenden mittleren Wasserstand großbauende Einheiten
darstellen. Des Weiteren stellen die starken Wellengänge in Gebieten, die sich für
Wellenkraftwerke eignen, bei einer Wellenkammer ein Problem dar. Aus diesem
25 Grund schlägt die US 4,613,252 vor, in einem Küstenfelsen zunächst einen
Einschnitt anzulegen, sodass hinter einer schützenden Felsbarriere die
Wellenkammer im Trockenen errichtet werden kann. Erst nach deren
Fertigstellung wird die vorgelagerte Felsbarriere abgesprengt und der Zutritt von
Meereswasser ermöglicht. Alternativ wird durch die DE 10 2007 010 576 A1
30 offenbart, Kammerstrukturen für ein Wellenkraftwerk vollständig in einem hierfür
geeigneten Küstenfelsen auszubilden, wobei wiederum die Zutrittsöffnungen für
das Meereswasser in einem letzten Erstellungsschritt angelegt werden.

Ferner wird durch die JP 60119379 A vorgeschlagen, Wellenkammern für die Energiegewinnung aus Meereswellen in einen Wellenbrecher zu integrieren. Die vorgeschlagene Lösung erfordert eine grundlegende Anpassung eines
5 Wellenbrechers, sodass sich eine derartige Konstruktion nur bei einer Neuerstellung von Wellenbrechern anbietet. Des Weiteren wird durch die US 4,564,312 vorgeschlagen, ein Wellenkraftwerk in einem Wellenbrecher so anzulegen, dass anstatt großvolumiger Wellenkammern eine Vielzahl separater Welleneinströmungskompartimente vorliegt, wobei zustromseitig an typische
10 Wellenverläufe angepasste Leitbleche eine weitgehend getrennte Zuströmung zu einzelnen Kompartimenten bewirken.

Zur Ausbildung von Wellenkammern auf Wellenbrechern, die aus Schüttungen von Beton- oder Gesteinsteilen hohen Gewichts bestehen, wird durch die
15 EP 1 802 814 B1 vorgeschlagen, auf der seeseitigen, ansteigenden Flanke des Wellenbrechers eine Abdeckung aus zueinander fluchtender Betonhohlteilen anzulegen, sodass mehrere Hohlkanäle entstehen, die zur Aufnahme eines luft- und wasserdichten, flexiblen Schlauchs dienen, wobei die Zugangsseite des Schlauchs im eingebauten Zustand unter dem Wasserspiegel liegt und dessen
20 Auslassseite in pneumatischer Verbindung zu einer Luftturbine steht. Die Betonhohlteile werden unmittelbar auf die Flanke des Wellenbrechers aufgelegt, sodass ein Versatz bzw. ein Verkippen aneinandergrenzender Betonhohlteile nicht zu vermeiden ist und der im Inneren aufgenommene flexible Schlauch die für die Funktion der Wellenkammer notwendige Dichtung übernehmen muss. Nachteilig
25 an diesem Ansatz ist die geringe Standzeit des flexiblen Schlauchs, der als Verschleißteil in regelmäßigen Abständen ausgetauscht werden muss.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Wellenkammeranordnung anzugeben, die die voranstehend genannten Nachteile überwindet. Dabei soll die
30 Wellenkammeranordnung insbesondere auf einem bestehenden Wellenbrecher aufsetzbar sein. Ferner soll die Konstruktion auf Wellenbrecher mit unterschiedlichem oder variierendem Querschnitt anpassbar sein und sich durch

konstruktive und fertigungstechnische Einfachheit sowie durch eine effiziente Wellenergieausnutzung auszeichnen.

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

Die Erfinder haben erkannt, dass eine Wellenkammeranordnung für ein Wellenkraftwerk zwei Komponenten umfassen sollte. Zum einen ein Kammerbauteil, das die eigentliche Wellenkammer bildet und das wenigstens ein Fertigbetonteil umfasst. Zum anderen ein Tragwerk, das sich gegen den Wellenbrecher abstützend, als Auflager für das Kammerbauteil dient, wobei das Tragwerk beispielsweise aus Stahlträgern aufgebaut ist. Dabei ermöglicht das Tragwerk eine Anpassung an eine beliebige Form des als Unterlage verwendeten, bestehenden Wellenbrechers und erlaubt so, das Kammerbauteil als vorfertigbares, standardisiertes Bauteil auszubilden.

Dabei kann das Kammerbauteil als einstückiges Fertigbetonteil insbesondere aus einem seewasserfesten Faserbeton angelegt sein, dessen Gewicht mit einem Kransystem üblicher Größenordnung handhabbar ist. Beispielsweise kann ein Maximalgewicht von 50 t vorgesehen sein. Gemäß einer alternativen Ausführung besteht das Kammerbauteil aus mehreren Fertigbetonteilen, die als standardisierte Teile angelegt sind. Beim Aneinandersetzen der einzelnen Fertigbetonteile auf dem Tragwerk, das eine ebene Unterlage mit einem definierten, vom Wellenbrecherprofil unabhängigen Verlauf vorgibt, können die Einzelmodule des Kammerbauteils präzise zueinander positioniert und anschließend verspannt werden, sodass durch Dichtungselemente in den Fugebereichen der Fertigbetonteile eine wasser- und luftdichte Wellenkammer entsteht. Des Weiteren ergibt sich durch das Tragwerk eine definierte Ausrichtung und Lage der Wellenkammer relativ zur einlaufenden See. Aufgrund der Standardisierung der einzelnen Fertigbetonteile besteht zudem eine einfache Größenanpassbarkeit an den vorhandenen Wellenbrecher, die dazu genutzt

werden kann, die Längenerstreckung des Wassereinlaufbereichs der Wellenkammer an den durch den mittleren Wasserstand und die Scheitelhöhe des Wellenbrechers vorgegebenen Höhenunterschied anzupassen.

- 5 Des Weiteren ist die Herstellung einer weitgehend frei gewählten Außen- und Innenkontur des Kammerbauteils aufgrund der Verwendung von seewasserfestem Faserbeton möglich, sodass die Außenkontur an die Unterlage in Form des Tragwerks oder an lateral anschließende Komponenten angepasst werden kann, während die Innenkontur einen an die Charakteristik der Wasser- und Luftführung
10 angepassten Querschnitt aufweist.

- Das auf dem Tragwerk aufliegende Kammerbauteil übernimmt mit seiner seewärts gerichteten Außenseite die Wellenschutzfunktion des Wellenbrechers, sodass eine verschiebesichere Verbindung zum Tragwerk realisiert werden muss. Hierzu
15 ist vorgesehen, Auflageflächen am Kammerbauteil komplementär zu Auflagern am Tragwerk auszubilden, sodass beim Absetzen mittels eines Kransystems ein Formschluss entsteht. Bevorzugt umfasst das Kammerbauteil eine erste Auflagefläche und wenigstens eine zweite Auflagefläche, die zueinander in Winkelstellung stehen. Dabei ist bevorzugt die Winkelstellung im Einbauzustand
20 für eine vom Profilquerschnitt des Wellenbrechers vorgegebene Schnittebene gegeben.

- Für eine vorteilhafte Ausgestaltung umfasst das Kammerbauteil einen ersten Schenkel mit einer ersten Auflagefläche und einen zweiten Schenkel mit einer
25 zweiten Auflagefläche, wobei die Auflageflächen zueinander gewinkelt angelegt sind. Der erste Schenkel legt im Innern einer aufsteigenden Rampe für jenen Bereich der Wellenkammer fest, der von der Zutrittsöffnung für das durch die Wellenbewegung eingepresste Meereswasser ausgeht. Beim Welleneintritt wird im ersten Schenkel der ansteigende Wasserspiegel entlang dieser aufwärts
30 gerichteten Rampe geführt, deren Steigung durch das zugeordnete Auflager des zur Abstützung dienenden Tragwerks festgelegt ist. Der zweite Schenkel des Kammerbauteils nimmt typischerweise einen Teil des Luftbereichs der

Wellenkammer sowie den Belüftungskanal mit der darin angeordneten Luftturbine auf. Dabei ist eine Ausgestaltung denkbar, für die der zweite Schenkel im Wesentlichen waagrecht auf dem zugeordneten Auflager des Tragwerks aufliegt und der Belüftungskanal geschützt, relativ zur einlaufenden See leeseitig zur Außenumgebung mündet. Alternativ kann der zweite Schenkel eine gegenüber der Horizontalen geneigte Längsachse aufweisen, um eine radial durchströmte Luftturbine aufzunehmen. Ferner sind Ausgestaltungen möglich, für die das Kammerbauteil und entsprechend das Auflager auf dem Tragwerk mehrfach gewinkelt ausgebildet oder mit komplementär angelegten Vor- und Rücksprüngen versehen sind.

Durch den Formschluss zwischen den Auflageflächen am Kammerbauteil und den komplementären Auflagern am Tragwerk wird ein Verschieben des Kammerbauteils längs des Tragwerks, d.h. parallel zum Auflager, aufgrund anbrandender Wellen und durch das Eigengewicht des Tragwerks sicher verhindert. Dabei soll eine einfache Ablage des Kammerbauteils auf dem Tragwerk oder die sukzessive Ablage einzelner Module ausgehend von einem formschlüssig aufgesetzten ersten Modul möglich sein, gegen das sich die weiteren Module abstützen. Hierdurch wird der Aufwand zur Befestigung des Kammerbauteils auf dem Tragwerk verringert und die Standfestigkeit der Anlage verbessert.

Für eine vorteilhafte Weitergestaltung der Erfindung wird das Tragwerk so an den Verlauf des als Unterlage verwendeten Wellenbrechers angepasst, dass ein Übergreifen des Scheitels des Wellenbrechers realisiert wird. Hierzu wird das Tragwerk so angelegt, dass es sich auf beiden Flanken und bevorzugt zusätzlich auf dem Scheitel des Wellenbrechers abstützt. Hierdurch werden die durch die einlaufenden Wellen bewirkten Schubkräfte sicher abgefangen, ohne dass es einer aufwendigen Verankerung des Tragwerks am Wellenbrecher bedarf.

Wellenbrecher können mit einer Vielzahl aneinandergrenzender, erfindungsgemäßer Vorrichtungen über die gesamte Längenerstreckung versehen

werden. Dabei wird das Kammerbauteil zur vereinfachten Anlage an ein benachbartes Bauteil bezüglich des äußeren Querschnitts quaderförmig ausgebildet. Aufgrund des bevorzugten, modularen Aufbaus und aufgrund der Verwendung standardisierter vorfertigbarer Komponenten, insbesondere von Fertigbetonteilen zur Ausbildung der eigentlichen Kammerstruktur, können variierende Quer- und Höhererstreckungen des Wellenbrechers über dessen Längsverlauf abgefangen werden, indem lediglich ein das Kammerbauteil abstützendes Tragwerk lokal angepasst wird, sodass die Höhenlage und Orientierung des Auflagers für das Kammerbauteil konstant gehalten wird.

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

Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Wellenkammeranordnung in Querschnittsansicht.

Figur 2a zeigt eine weitere erfindungsgemäße Wellenkammeranordnung mit mehreren Fertigbetonteilen zur Ausbildung eines Kammerbauteils in Längsschnittdarstellung.

Figur 2b zeigt das Ausführungsbeispiel aus Figur 2a im Querschnitt.

Figur 3 zeigt eine Ausgestaltungsalternative für eine erfindungsgemäße Wellenkammeranordnung in Querschnittsansicht.

Figur 1 zeigt einen Wellenbrecher 12 im Profilquerschnitt, der aus mehreren unregelmäßig geformten Steinquadern angelegt ist. Hierauf wird für die Wellenkammeranordnung ein Tragwerk 11 in Form eines Stahlrahmes gesetzt, das, von der Seeseite ausgehend, den gesamten Wellenbrecher 12 bis zu dessen seeabgewandter Seite 14 übergreift. Mit einer Abstützung 21 gegen die seeseitige Flanke 22 und den Scheitel 23 des Wellenbrechers 12 bildet das Tragwerk 11 die

Auflager 13.1, 13.2 für ein darauf aufgesetztes Kammerbauteil 7. Für die dargestellte Ausgestaltung ist das Tragwerk 11 zusätzlich auf einem Fundamentblock 24 auf dem Scheitel 23 des Wellenbrechers 12 verankert.

- 5 Für die vorliegende Ausführung wird das Kammerbauteil 7 als ein einstückiges Fertigbetonteil 8 ausgebildet. Dabei umfasst das Kammerbauteil 7 einen ersten Schenkel 9 und einen dazu bezüglich der Auflagefläche in Winkelstellung (Winkel a) stehenden zweiten Schenkel 10. Im ersten Schenkel 9 beginnt ein Durchgangskanal 20, der den wassergefüllten Teil der Wellenkammer 1 umfasst.
- 10 Dieser weist eine unter dem Wasserspiegel 2 liegende Zutrittsöffnung 3 auf und ist fluidisch mit dem Auslass 4 zu einem Belüftungskanal 5 im zweiten Schenkel 10 verbunden, in dem eine Luftturbine 6 angeordnet ist.

- 15 Durch die mit einem vorbestimmten Winkel ansteigende Rampe des durch den ersten Schenkel 9 beginnenden Durchgangskanals 20 kann der Vorwärtsimpuls einer einlaufenden Welle zusätzlich zur potenziellen Energie im Wellenkamm ausgenutzt werden und in einen Anstieg des Wasserspiegels in der Wellenkammer 1 mit einer daraus resultierenden Kompression bzw. beim Rückzug der Welle einer Dekompression des darüber befindlichen Luftvolumens
- 20 umgesetzt werden. Zur Einstellung eines möglichst optimalen Rampenwinkels unabhängig vom Verlauf der seeseitigen Flanke 22 des Wellenbrechers 12 dienen ein vorbestimmter Neigungswinkel des Auflagers 3.1, das durch das Tragwerk 11 bereitgestellt wird, und die Wandungsgestaltung im Innern des Durchgangskanals 20. Dabei ist am ersten Schenkel 9 der Kontur des Auflagers 3.1 folgend eine
- 25 erste Auflagefläche 15 angelegt.

- Der zweite Schenkel 10 des Kammerbauteils 7, der neben einem Teil des Luftvolumens der Wellenkammer 1, den Auslass 4, den Belüftungskanal 5 und die Luftturbine 6 aufnimmt, weist für die vorliegende Ausgestaltung eine zweite
- 30 Auflagefläche 16 auf, die im Wesentlichen horizontal verläuft. An diesen Verlauf ist das Auflager 13.2 des Tragwerks 11 angepasst. Aufgrund des mit dem Winkel a angelegten Verlaufs der einander zugewandten Flächen des Kammerbauteils 7

und des Tragwerks 11 in der gezeigten Querschnittsansicht kann ein
Kammerbauteil 7 im Wesentlichen durch dessen Eigenschwere auf dem Tragwerk
11 fixiert werden. Demnach ist eine einfache Ablage eines Kammerbauteils 7 in
Form eines Fertigbetonteils 8 aus seewasserfestem Faserbeton auf dem Tragwerk
11 möglich.

In den Figuren 2a, 2b ist eine Weitergestaltung der Erfindung dargestellt, wobei für
Elemente, die mit der Ausführungsform gemäß Figur 1 übereinstimmen, die
gleichen Bezugszeichen verwendet werden. Figur 2b zeigt eine
Querschnittsansicht parallel zum Profilquerschnitt des Wellenbrechers 12 (Schnitt
b-b aus Figur 2a), wobei die Darstellung auf den seeseitigen Teil der
Wellenkammeranordnung beschränkt ist. Der seeabgewandte Teil kann
entsprechend zu der in Figur 1 gezeigten Ausführung gestaltet sein. Figur 2a zeigt
die Wellenkammeranordnung als Schnittansicht c-c zu Figur 2b.

Die in den Figuren 2a, 2b gezeigte Weiterentwicklung sieht zur Ausbildung des
Kammerbauteils 7 mehrere Fertigbetonteile 8.1, ..., 8.14 vor. Durch diese
Modularisierung kann auf einfache Weise eine Größenanpassung des
Kammerbauteils 7 und insbesondere für dessen ersten Schenkel 9, der den
seeseitigen Teil des Kammerbauteils 7 bildet, erzielt werden. Neben der einfachen
Skalierbarkeit besteht der Vorteil der Modularisierung darin, kleine
Baukomponenten zu handhaben, wobei aufgrund der durch das Tragwerk 11 zur
Verfügung gestellten lagepräzisen Auflager 13.1, 13.2 sichergestellt ist, dass die
einzelnen Fertigbetonteile 8.1, 8.n passgenau aneinander gefügt sind.

Für die dargestellte Ausführung ist der wasserführende Teil der Wellenkammer 1
aus drei parallel liegenden Kanälen 26.1, 26.2, 26.3 aufgebaut. Diese werden
jeweils durch die als Standardbauteile für den ersten Schenkel 9 angelegten
Fertigbetonteile 8.1, ..., 8.12 gebildet, die in dichtender Anlage zueinander stehen.
Ausgehend von der für den vorliegenden Standort notwendigen Länge des ersten
Schenkels 9 wird die benötigte Anzahl der Fertigbetonteile 8.1, ..., 8.12 festgelegt.

Bei der Erstellung wird zunächst auf einen bestehenden Wellenbrecher 12 ein stählernes Tragwerk 11 aufgesetzt, das typischerweise aus mehreren Rahmenelementen aus Stahl besteht. Die Befestigung des Tragwerks 11 auf dem Wellenbrecher 12 erfolgt zum einen über einen im Bereich des Scheitels 23 angelegten Fundamentblock 24 aus Beton, zum anderen ist an der seeseitigen Flanke 22 des Wellenbrechers 12 eine Abstützung 21 vorgesehen, die bis zu den Blöcken, aus denen der Wellenbrecher 12 aufgebaut ist, geführt wird. Diese Abstützung 21 wird an die lokalen Dimensionen des Wellenbrechers 12 angepasst. Nach dem Errichten des Tragwerks 11 entsteht ein Auflager 13.1, 13.2, 13.3, auf das in einem weiteren Verfahrensschritt ein vorliegend modulares Kammerbauteil 7 aufgesetzt wird. Besonders bevorzugt besteht das Auflager 13.1, 13.2 aus zwei oder mehreren Stahlträgern 31.1, ..., 31.8, die zur Abstützung des Kammerbauteils 7 eine einheitliche Auflagenhöhe und eine vorbestimmte Richtungsorientierung sowie ebene Auflageflächen zur Verfügung stellen.

In einem weiteren Erstellungsschritt wird eine erste Reihe mit den Fertigbetonteilen 8.1, 8.2, 8.3 gegen einen Anschlag 25 am Fußpunkt des Tragwerks 11 gesetzt. Damit besteht ein Formschluss durch das Führen der dritten Auflagefläche 17 gegen das Auflager 13.3 am Anschlag 25 und der tragwerkseitigen Außenwandungen der Fertigbetonteile 8.1, 8.2, 8.3 als Teil der ersten Auflagefläche 15 gegen das Auflager 13.1. Die weiteren Fertigbetonteile 8.4, ..., 8.12 werden dann sukzessiv gegen die erste Reihe angelegt. Dabei können an den Stoßflächen der Fertigbetonteile 8.1, ..., 8.14 neben Dichtungselementen Mittel zur Selbstzentrierung vorgesehen sein. Diese sind im Einzelnen nicht in den Figuren dargestellt. Des Weiteren werden Dichtung und Sicherung der Fertigbetonteile 8.1, ..., 8.14 durch ein Verspannen mit Befestigungsmitteln 28 bewirkt. Diese können, wie skizziert, als Verbindung benachbarter Fertigbetonteile 8.1, ..., 8.14 ausgebildet sein. Alternativ erfolgt das Verspannen über mehrere Module des Kammerbauteils.

Nachfolgend wird der Anschluss zum zweiten Schenkel 10 mittels eines als Zwischenschenkelbauteil 18 ausgebildeten Fertigbetonteiles 8.13 angelegt, an das

sich das Fertigbetonteil 8.14 als Standardbauteil für den zweiten Schenkel 19 anschließt. Dabei umfasst das den Richtungswechsel der Auflager 13.1, 13.2 übergreifende Zwischenschenkelbauteil 18 einen Sammelabschnitt 29 für die Kanäle 26.1, 26.2 und 26.3. Entsprechend reicht das Fertigbetonteil 8.13 über die Breite der Wellenkammeranordnung. Im Sammelabschnitt 29 wird die durch die Wellenbewegung entstehende Luftströmung zum Belüftungskanal 5 und durch die Luftturbine 6 im Fertigbetonteil 8.14 geleitet.

Des Weiteren kann in Längsrichtung des Wellenbrechers 12 eine weitere Wellenkammeranordnung angefügt sein. Entsprechend sind in Figur 2a seitlich anschließende Wellenkammeranordnungen 32.1, 32.2 skizziert, wobei sich die aneinander angrenzenden Wellenkammern gegenseitig seitlich abstützen. Hierzu sind bevorzugt die aneinandergrenzenden Seitenflächen benachbarter Kammerbauteile 7, 7.1, 7.2 parallel verlaufend angelegt, sodass eine passgenaue Anlage möglich ist. Werden die Fertigbetonteile 8.1, ..., 8.14 mit einem rechteckförmigen Querschnitt mit einheitlicher Querschnittshöhe ausgebildet, entsteht ferner zur Seeseite eine einheitliche Auftrefffläche für die anbrandenden Wellen.

Sind mehrere nebeneinander angeordnete Kammerbauteile 7 vorgesehen, besteht die Möglichkeit einer pneumatischen Kopplung benachbarter Wellenkammern. Alternativ kann jeder einzelnen Wellenkammer eine separate Luftturbine 6 zugeordnet sein. Auf diese Weise entsteht eine Sukzession erfindungsgemäßer Vorrichtungen längs eines Wellenbrechers 12, die aufgrund der Modularität und Skalierbarkeit an einen variierenden Querschnitt des Wellenbrechers sowie eventuell vorliegender Höhenvariationen über das Tragwerk 11 lokal angepasst werden können.

In Figur 3 ist wiederum in Querschnittsansicht parallel zum Profil des Wellenbrechers 12 eine Ausgestaltungsalternative für eine erfindungsgemäße Wellenkammeranordnung gezeigt. Die mit den voranstehend beschriebenen Ausgestaltungen übereinstimmenden Komponenten werden mit den gleichen

Bezugszeichen bezeichnet. Für das dargestellte Ausführungsbeispiel ist das Kammerbauteil 7 einstückig als Fertigbetonbauteil mit einer verlorenen Schalung ausgebildet. Im Gegensatz zu den voranstehend erläuterten Ausgestaltungen liegt eine einschenklige Form für die dargestellte Querschnittansicht vor.

5

Für das formschlüssige Aufsetzen des Kammerbauteils 7 auf das Tragwerk 11 besteht wiederum eine komplementäre Gestaltung des Verlaufs der Auflager 13.1, 13.2 zur ersten Auflagefläche 15 und zur zweiten Auflagefläche 16, die den Winkel α einnehmen. Dabei wird die zweite Auflagefläche 16 an einem Absatz 30 des Kammerbauteils 7 ausgebildet. Hierdurch entsteht eine form- und reibschlüssige Auflage des Kammerbauteils 7 auf dem Tragwerk 11. Dabei kann das Kammerbauteil 7 nach dem Ablegen zusätzlich über im Einzelnen nicht dargestellte Befestigungselemente am Tragwerk 11 gesichert werden.

10

15

Für eine in Figur 3 nicht dargestellte Weitergestaltung kann die Luftturbine 6 anstatt als Axialströmungsmaschine mit einer radialen Durchströmung angelegt werden, da die Luftein- und -auslässe aufgrund der freiliegenden Anordnung des Oberteils des Kammerbauteils 7 über den gesamten Umfang der Mantelfläche verteilt angeordnet werden können. Weitere Abwandlungen der Erfindung sind für einen Fachmann im Rahmen der nachfolgenden Schutzansprüche denkbar. Dabei ist es möglich, zusätzlich zur Verwendung von Fertigbetonteilen zur Ausbildung des Kammerbauteils, insbesondere zur Kopplung von Einzelkomponenten, Stahlzwischen Elemente vorzusehen, die eine gewisse Flexibilität im Kammerbauteil ermöglichen. Dies gilt insbesondere im Fall einer modularen Ausbildung zur Abfederung von hohen Stoßbelastungen durch auftreffende Wellen.

20

25

Bezugszeichenliste

	1	Wellenkammer
	2	Wasserspiegel
5	3	Zutrittsöffnung
	4	Auslass
	5	Belüftungskanal
	6	Luftturbine
	7	Kammerbauteil
10	8, 8.1, ..., 8.14	Fertigbetonbauteil
	9	erster Schenkel
	10	zweiter Schenkel
	11	Tragwerk
	12	Wellenbrecher
15	13.1, 13.2, 13.3	Auflager
	14	seeabgewandte Seite
	15	erste Auflagefläche
	16	zweite Auflagefläche
	17	dritte Auflagefläche
20	18	Zwischenschenkelbauteil
	19	Standardbauteil für den zweiten Schenkel
	20	Durchgangskanal
	21	Abstützung
	22	seeseitige Flanke
25	23	Scheitel
	24	Fundamentblock
	25	Anschlag
	26.1, 26.2, 26.3	Kanal
	27	dritte Auflagefläche
30	28	Befestigungselement
	29	Sammelabschnitt
	30	Absatz

31.1,...,31.7 Stahlträger
32.1, 32.2 anschließende Wellenkammeranordnung

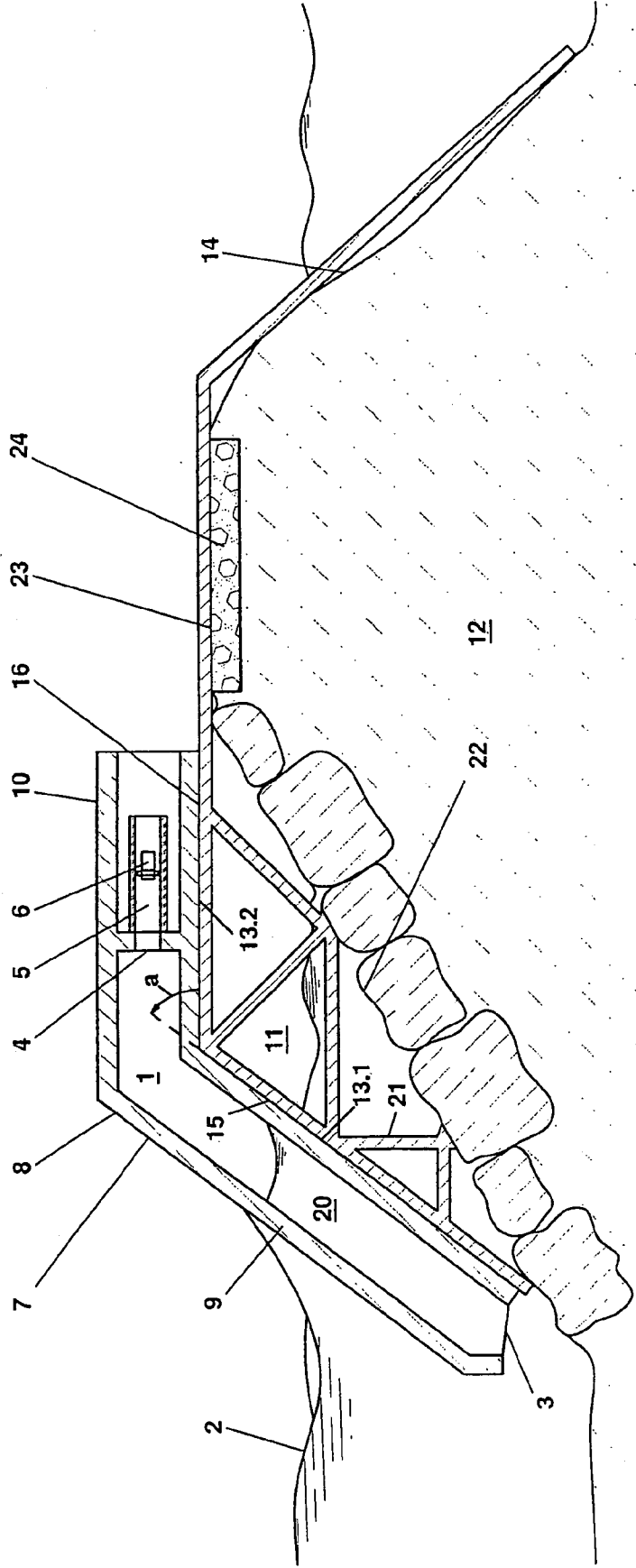
Patentansprüche

1. Wellenkammeranordnung, umfassend eine Wellenkammer (1) mit einer unter dem Wasserspiegel (2) liegenden Zugangsöffnung (3) und einem Auslass (4) zu einem Belüftungskanal (5), in dem eine Luftturbine (6) angeordnet ist; dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenkammer (1) in einem wenigstens ein Fertigbetonteil (8, 8.1, ..., 8.n) umfassendes Kammerbauteil (7) ausgebildet ist, das formschlüssig auf einem Tragwerk (11) aufliegt, wobei das aus Stahlträgern aufgebaute Tragwerk (11) zur Abstützung an einen Wellenbrecher (12) angepasst ist und ein Auflager (3.1) mit einem vorbestimmten Neigungswinkel für das Kammerbauteil (7) bildet.
2. Wellenkammeranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kammerbauteil (7) eine erste Auflagefläche (15) und wenigstens eine zweite Auflagefläche (16) umfasst, an denen das Kammerbauteil (7) auf Auflagern (13.1, 13.2) am Tragwerk (11) aufliegt, wobei die erste Auflagefläche (15) und die zweite Auflagefläche (16) in Winkelstellung zueinander stehen.
3. Wellenkammeranordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Kammerbauteil (7) als einstückiges Fertigbetonteil (8) ausgebildet ist.
4. Wellenkammeranordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Kammerbauteil (7) mehrere Fertigbetonteile (8.1, ..., 8.14) umfasst.
5. Wellenkammeranordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Fertigbetonteile (8.1, ..., 8.14) als standardisierte Teile ausgebildet sind.
6. Wellenkammeranordnung nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein in einem ersten Schenkel (9) des

Kammerbauteils (7) ausgebildeter Durchgangskanal (20) relativ zur Richtung der einlaufenden Wellen eine aufsteigende Rampe bildet.

- 5 7. Wellenkammeranordnung nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenkammeranordnung seitlich für die unmittelbare Anlage an einer benachbarten Wellenkammeranordnung gestaltet ist.
- 10 8. Wellenkammeranordnung nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Tragwerk (11) den Wellenbrecher (12) wenigstens bis zu dessen seeabgewandter Seite (14) übergreift.
- 15 9. Verfahren für den Bau einer Wellenkammeranordnung, umfassend die Verfahrensschritte
- 15 9.1 Errichtung eines Tragwerks (11) aus Stahlträgern auf einen Wellenbrecher (12) zur Erstellung eines Auflagers (13.1, 13.2, 13.3) mit einem vorbestimmten Neigungswinkel für ein Kammerbauteil (7);
- 20 9.2 Aufsetzen des Kammerbauteils (7) auf das Auflager (13.1, 13.2), wobei das Kammerbauteil (7) eine Wellenkammer (1) ausbildet, die eine unter dem Wasserspiegel (2) liegende Zutrittsöffnung (3) und einen Auslass (4) umfasst, an den sich ein Belüftungskanal mit einer darin angeordneten Luftturbine (6) anschließt, und wobei das Kammerbauteil (7) durch Formschluss auf dem Tragwerk (11) gesichert wird.

Fig. 1



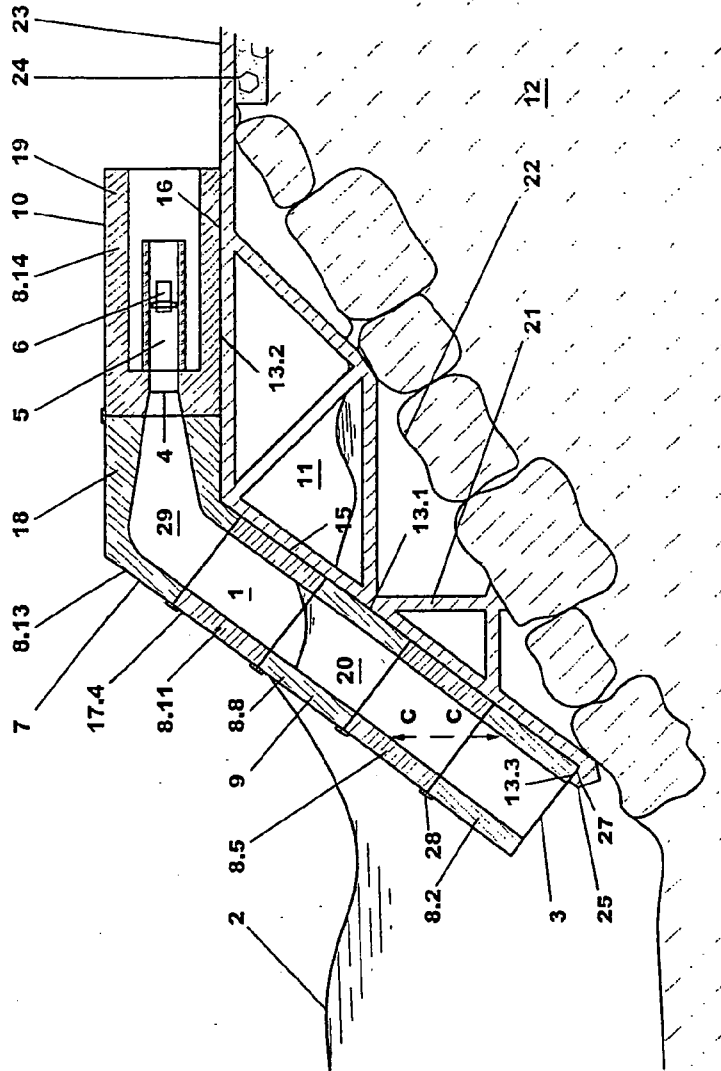


Fig. 2b

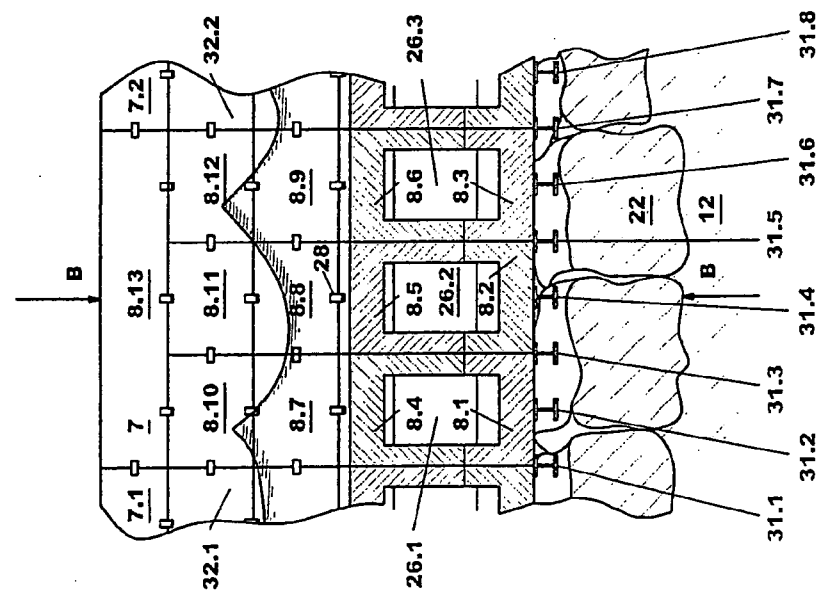


Fig. 2a

Fig. 3

