

(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
14. November 2013 (14.11.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/167286 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F15B 11/032 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/051193

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Januar 2013 (23.01.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 009 084.6 9. Mai 2012 (09.05.2012) DE

(71) Anmelder: VOITH PATENT GMBH [DE/DE]; St.
Pöltener Str. 43, 89522 Heidenheim (DE).

(72) Erfinder: BOSCH, Andreas; Kliffstraße 11, 89547
Gerstetten-Heldenfingen (DE). BOSCH, Herbert;
Kliffstraße 11, 89547 Gerstetten-Heldenfingen (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, BN, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, 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, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, 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: KAPLAN TURBINE HAVING ADJUSTABLE BLADES

(54) Bezeichnung : KAPLANTURBINE MIT VERSTELLBAREN SCHAUFELBLÄTTERN

(57) Abstract: The invention relates to a Kaplan turbine or other continuous flow machine, comprising the following features or components: a hub which supports a plurality of blades by means of drive journals; the drive journals can be rotated around the longitudinal axis thereof by means of a control cross; a shaft, one end of which engages with the control cross and on the other end of which a back-and-forth movement is initiated by means of a drive. The invention is characterized by the following features: the drive-side end of the shaft has a first piston having a larger diameter, which is axially movable in a first cylinder; a second piston having a smaller diameter plunges into the first cylinder, which is guided in a second cylinder; there is a compensating line which produces a conductive connection between the inner chamber of the second cylinder before the second piston and the interior chamber of the first cylinder after the first piston.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Kaplan turbine oder sonstige Strömungsmaschine, umfassend die folgenden Merkmale beziehungsweise Bauteile: eine Nabe, die eine Anzahl von Schaufelblättern mit Antriebszapfen trägt; die Antriebszapfen sind mittels eines Regelkreuzes um ihre Längsachse verdrehbar; einen Schaft, dessen eines Ende am Regelkreuz angreift, und an dessen anderem Ende eine hin- und hergehende Bewegung mittels eines Antriebes eingeleitet wird. Die Erfindung ist gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale: das antriebsseitige Ende des Schaftes weist einen ersten Kolben größeren Durchmessers auf, der in einem ersten Zylinder axial verschiebbar ist; in den ersten Zylinder taucht ein zweiter Kolben kleineren Durchmessers ein, der in einem zweiten Zylinder geführt ist; es ist eine Ausgleichsleitung vorgesehen, die eine leitende Verbindung herstellt zwischen dem Innenraum des zweiten Zylinders vor dem zweiten Kolben und dem Innenraum des ersten Zylinders nach dem ersten Kolben.

WO 2013/167286 A2

Kaplanturbine mit verstellbaren Schaufelblättern

Die Erfindung betrifft eine Kaplanturbine oder eine sonstige Strömungsmaschine mit verstellbaren Schaufelblättern. Siehe DE 3921 570 C2. Eine solche

5 Kaplanturbine weist einen Nabenkörper auf, der eine Anzahl von Schaufelblättern mit Schaufelzapfen trägt. Die Schaufelzapfen sind um ihre Längsachsen begrenzt verdrehbar, um die Schaufelblätter je nach Betriebsbedingungen auf einem bestimmten Öffnungswinkel einzustellen. DE 15 28 789 B beschreibt eine Laufschaufelregelung für Schöpfwerkpumpen.

10

Zum Verstellen der Schaufelblätter dient meist eine ölhydraulische Vorrichtung mit Servomotoren. Dabei wird eine Axialbewegung in eine drehende Verstellbewegung umgesetzt.

15 Auch ist es bekannt, einen Elektromotor als Antrieb zu verwenden, der einen Spindeltrieb antreibt. Der Spindeltrieb dient zum Umsetzen der Rotationsbewegung in eine axiale Stellbewegung der Schaufelblätter.

Die bekannten Vorrichtungen zum Verstellen der Schaufelblätter haben zahlreiche
20 Nachteile. Sie nehmen relativ viel Bauraum ein. Zum Verstellen sind relativ große Kräfte notwendig. Häufig sind sie starkem Verschleiß ausgesetzt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Kaplanturbine mit verstellbaren Schaufelblättern, insbesondere den Verstellantrieb, derart zu gestalten, dass der
25 Verschleiß im Verlaufe des Betriebes gering ist, dass nur geringe Kräfte zum Verstellen notwendig sind, und dass nur ein geringer Bauraum benötigt wird.

Diese Aufgabe wird mit einer Kaplanturbine beziehungsweise einem Verstellantrieb gemäß Anspruch 1 gelöst.

30

Der Grundgedanke besteht darin, zwei Kolben-Zylinder-Einheiten miteinander zu kombinieren, nämlich eine erste Einheit mit einem Kolben relativ großen Durchmessers, angeordnet im Nabenkörper, sowie eine zweite Einheit mit einem Kolben relativ kleinen Durchmessers.

5

Damit lassen sich folgende Vorteile erzielen:

- in Wasser betreibbar
- mit Wasser betreibbar
- 10 - robust
- verschleißarm
- axiale Anordnung und damit gute Einbaumöglichkeit des Systems in der Hohlwelle der Turbine
- geringe Kräfte auf Spindel und Spindelmutter wirkend
- 15 - geringes Antriebsmoment des E-Motors, und damit weniger Bauraum
- kompaktes System, kein Wasserhydraulik-Peripheriesystem mit Pumpe, Hydraulikleitung, Ventilen und Tank.

Die Erfindung lässt sich bei jeglicher Art von Flüssigkeits-betriebenen Strömungsmaschinen einsetzen. Die Erfindung eignet sich zwar vor allem zum Einsatz bei Kaplan-turbinen. Es kommen jedoch auch andere Turbinenarten in Betracht, wie beispielsweise Propellerturbinen, dies sind Turbinen, bei denen sich die Turbinenschaufeln nicht verstellen lassen. Außerdem lässt sich die Erfindung bei Francis-Turbinen und Pumpturbinen anwenden sowie bei Wasserpumpen
25 allgemein.

Schließlich ist es denkbar, die beiden Teilschaufeln einer erfindungsgemäßen Doppelschaufel derart zu gestalten, dass die beiden Schaufelblätter einer Doppelschaufel relativ zueinander verschoben werden können, vorzugsweise in
30 eingebautem Zustand. Die Verschiebung kann derart erfolgen, dass der Abstand

zwischen den beiden Teilschaufeln verändert wird, oder dass die Verschiebung parallel zu den Großflächen der Teilschaufeln erfolgt, so dass beispielsweise die Lagen der Eintrittskanten relativ zueinander verändert werden.

- 5 Die Erfindung ist anhand der Zeichnung näher erläutert. Darin ist im Einzelnen folgendes dargestellt:

Figur 1 zeigt eine Kaplan turbine mit verstellbaren Schaufelblättern.

- 10 Figur 2 zeigt in vergrößerter Darstellung in einem achsenkrechten Schnitt eine Kaplan turbine, insbesondere die Vorrichtung zum Verstellen der Schaufelblätter.

- 15 Bei der in Figur 1 gezeigten Maschine handelt es sich um eine Kaplan turbine. Man erkennt einen Rotor mit einer Welle 1 sowie eine Anzahl von Schaufelblättern 3. Die Schaufelblätter 3 sind auf der Welle 1 drehbar gelagert. Die Drehachse 1.1 der Welle 1 verläuft vertikal. Die Schwenkachsen der Schaufelblätter 3 verlaufen senkrecht hierzu, somit horizontal.

- 20 Figur 2 zeigt im Einzelnen folgendes:

Eine Nabe 2 einer Kaplan turbine trägt eine Anzahl von Schaufelblättern 3. Im vorliegenden Falle sind es wiederum zwei Schaufelblätter.

- 25 Die Nabe 2 ist von einer Hohlwelle 4 getragen. In der Hohlwelle befindet sich ein Elektromotor 5 als Antrieb. Elektromotor 5 treibt eine Gewindespindel 6 an. Gewindespindel 6 ist mittels eines Axiallagers 7 gelagert. Eine Spindelmutter 8 mit Innengewinde kämmt mit dem Gewinde der Gewindespindel 6. Bei Umlauf der Gewindespindel 6 wird Spindelmutter 8 in axialer Richtung verschoben – entweder
30 zur Nabe 2 hin, oder zum Elektromotor 5 hin.

Spindelmutter 8 trägt einen Kolben 9 – im Folgenden „zweiter Kolben“ genannt. Kolben 9 ist in einem Zylinder 10 geführt – im Folgenden „zweiter Zylinder“ genannt. Der zweite Zylinder und damit auch der zweite Kolben ragen in einen ersten Zylinder 11 hinein, in dem sich ein erster Kolben 12 befindet. Der erste
5 Kolben 12 ist mit einem Schaft 13 fest verbunden. Schaft 13 trägt ein sogenanntes Regelkreuz 20, mit dem die translatorische Bewegung des Schaftes 13 in eine Drehbewegung umgesetzt werden kann. Die Drehbewegung erfolgt von Antriebszapfen 3.1 der Schaufelblätter 3.

10 Eine Ausgleichsleitung 14 stellt eine leitende Verbindung zwischen dem Zylinderraum des ersten Zylinders 11 und dem Zylinderraum des zweiten Zylinders 10 her. Dabei ist die Ausgleichsleitung 14 an dem ersten Zylinder 11 hinter dem ersten Kolben 12 angeschlossen, das heißt an den der Nabe 2 nahen Teil des Innenraumes des ersten Zylinders 11, und an den Innenraum des zweiten
15 Zylinders 10 vor dem zweiten Kolben 9, das heißt auf der Seite des E-Motors 5.

Der zweite Kolben 9 hat die Funktion eines Druckaufbaukolbens. Er führt zu einer Druckerhöhung im Innenraum des ersten Zylinders 11, wenn er in Richtung der Nabe 2 verschoben wird. Der Druck wirkt auf die größere Kolbenfläche des ersten
20 Kolbens 12 im ersten Zylinder 11. Aufgrund der Unterschiede der Kolbenflächen der beiden Kolben 9 findet eine Druckerhöhung statt. Die Ausgleichsleitung 14 dient dazu, das verdrängte Fluid zu jener Seite zu leiten, welche Fluid benötigt. Es handelt sich somit um einen geschlossenen Kreislauf. Die beiden Zylinder sind doppelt wirkend.

25

Der zweite Kolben 9 kann auch ohne Führung durch den zweiten Zylinder 10 in den Innenraum des ersten Zylinders 11 eintauchen. Der zweite Zylinder 10 braucht sich somit nur bis zur antriebsseitigen Stirnwand des ersten Zylinders 11 zu erstrecken. Von dort aus taucht der zweite Kolben 9 in den Innenraum des
30 ersten Zylinders 11 ein. Er wirkt als sogenannter Plunger.

Bezugszeichenliste

	1	Welle
	1.1	Drehachse
5	2	Nabe
	3	Schaufelblätter
	3.1	Antriebszapfen
	4	Hohlwelle
	5	E-Motor
10	6	Gewindespindel
	7	Axiallager
	8	Spindelmutter
	9	zweiter Kolben
	10	zweiter Zylinder
15	11	erster Zylinder
	12	erster Kolben
	13	Schaft
	14	Ausgleichsleitung
	20	Regelkreuz
20		

Patentansprüche

1. Kaplan turbine oder sonstige Strömungsmaschine, umfassend die folgenden Merkmale beziehungsweise Bauteile:
 - 5 1.1 eine Nabe (2), die eine Anzahl von Schaufelblättern (3) mit Antriebszapfen (3.1) trägt;
 - 1.2 die Antriebszapfen (3.1) sind mittels eines Regelkreuzes (20) um ihre Längsachse verdrehbar;
 - 1.3 einen Schaft (13), dessen eines Ende am Regelkreuz angreift, und an
10 dessen anderem Ende eine hin- und hergehende Bewegung mittels eines Antriebes (5) eingeleitet wird;
gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
 - 1.4 das antriebsseitige Ende des Schaftes (13) weist einen ersten Kolben (12)
15 größeren Durchmessers auf, der in einem ersten Zylinder (11) axial verschiebbar ist;
 - 1.5 in den ersten Zylinder (11) taucht ein zweiter Kolben (9) kleineren Durchmessers ein, der in einem zweiten Zylinder (10) geführt ist;
 - 1.6 es ist eine Ausgleichsleitung (14) vorgesehen, die eine leitende Verbindung herstellt zwischen dem Innenraum des zweiten Zylinders (10) vor dem
20 zweiten Kolben (9) und dem Innenraum des ersten Zylinders (11) nach dem ersten Kolben (12).
2. Kaplan turbine oder sonstige Strömungsmaschine nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
 - 25 2.1 der Antrieb (5) weist einen E-Motor auf, eine vom E-Motor angetriebene Gewindespindel (6) und eine mit der Gewindespindel (6) kämmende, in Axialrichtung verschiebbare Spindelmutter (8), die mittelbar oder unmittelbar am zweiten Kolben (9) angreift.

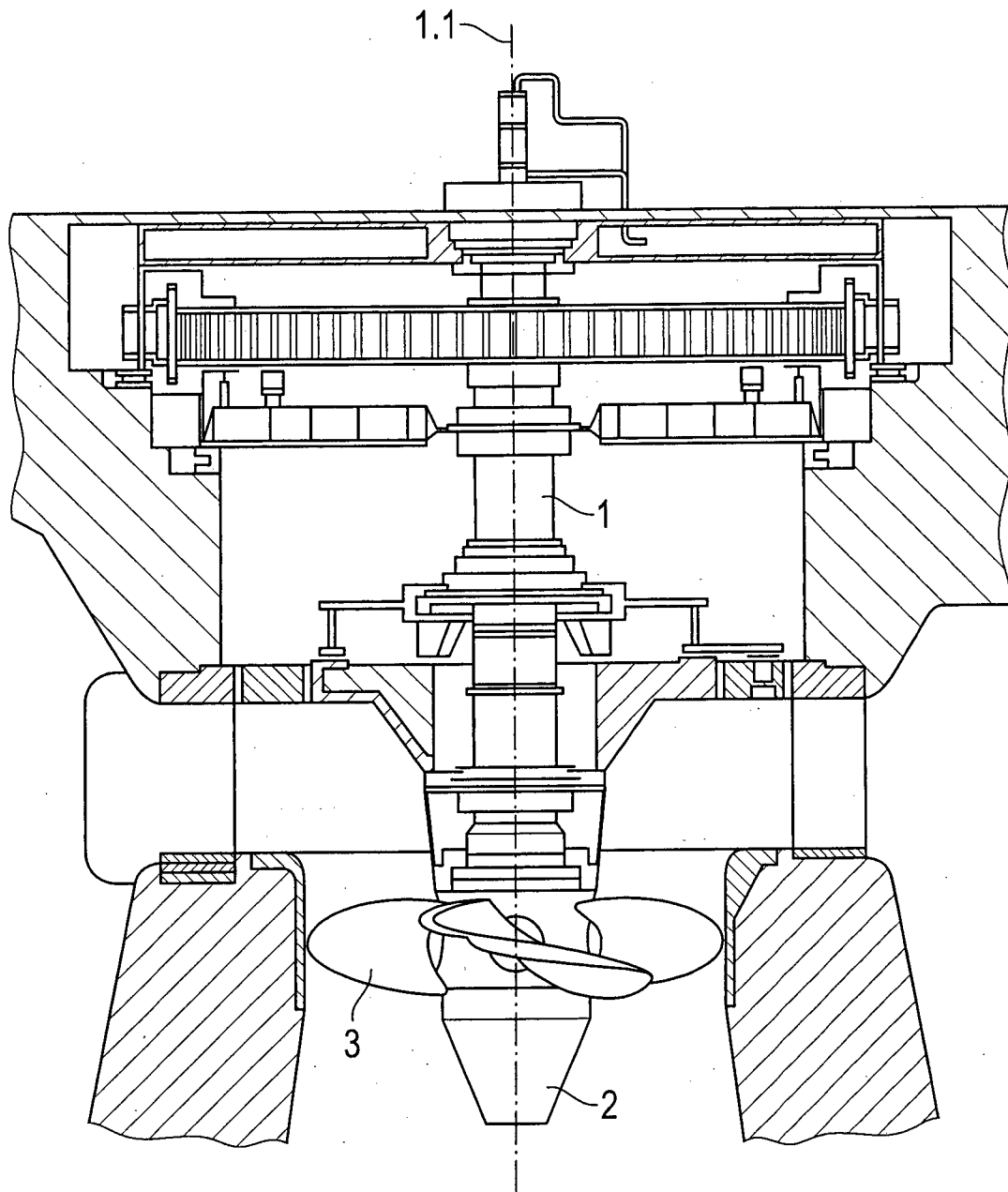


Fig. 1

(Stand der Technik)

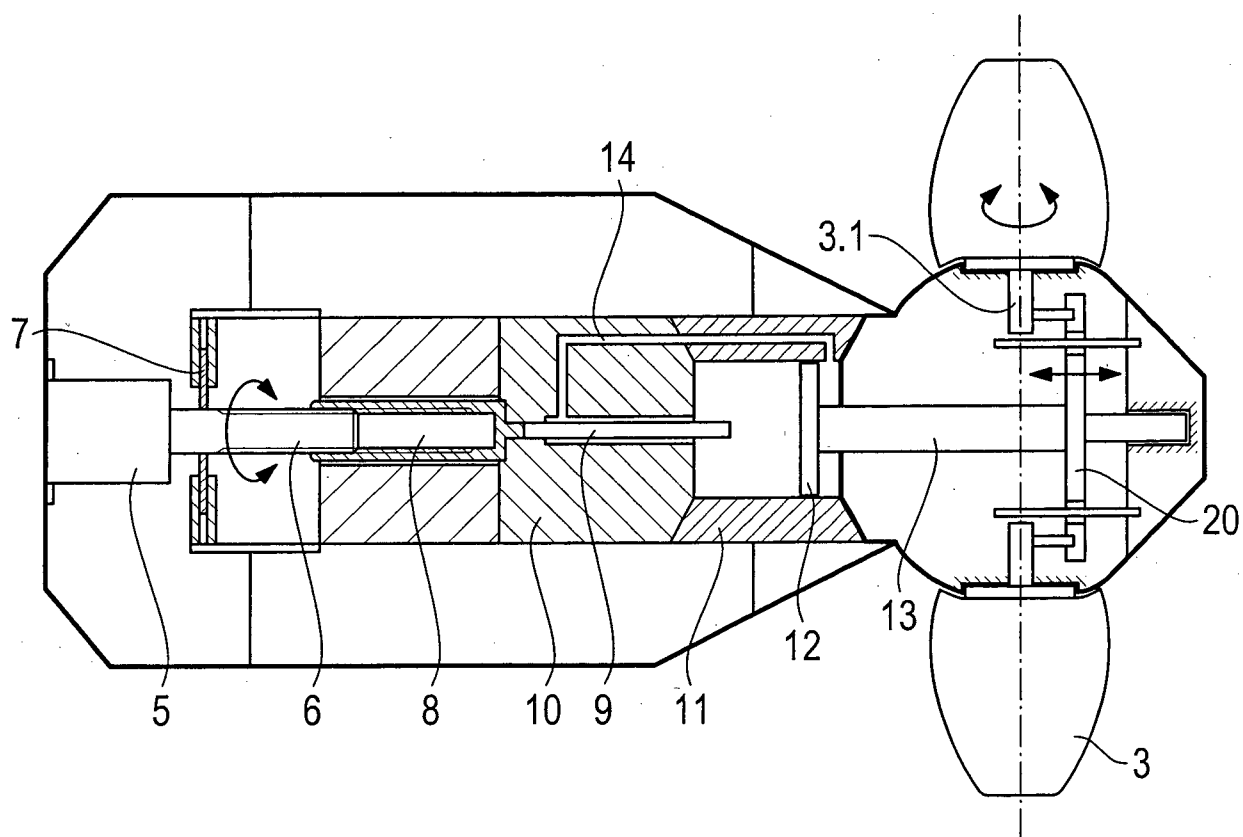


Fig. 2