

(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
19. Januar 2012 (19.01.2012)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/006646 A2

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
F03B 7/00 (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/AT201 1/000299
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
14. M i 201 1 (14.07.201 1)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
A 1194/2010 14. Juli 2010 (14.07.2010) AT
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US):** MASCHINENFABRIK KBA-MÖDLING AKTIENGESELLSCHAFT [AT/AT]; König & Bauer-Straße 2, A-2344 Maria Enzersdorf (AT).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US):** STERNECKER, Andreas [AT/AT]; In den Schnablern 8, A-2344 Maria Enzersdorf (AT). ULM, Dietmar [AT/AT]; Gregor Kirchner-Strasse 16/21, A-2384 Breitenfurt (AT). KÜHNKE, Thorsten [AT/AT]; Ottoweg 10, A-2604 Theresienfeld (AT).
- (74) **Anwalt: SONN & PARTNER;** Riemergasse 14, A-1010 Wien (AT).

- (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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

- (54) **Title:** WATERPOWER RAM-PRESSURE MACHINE
- (54) **Bezeichnung :** WASSERKRAFT-STAUDRUCKMASCHINE

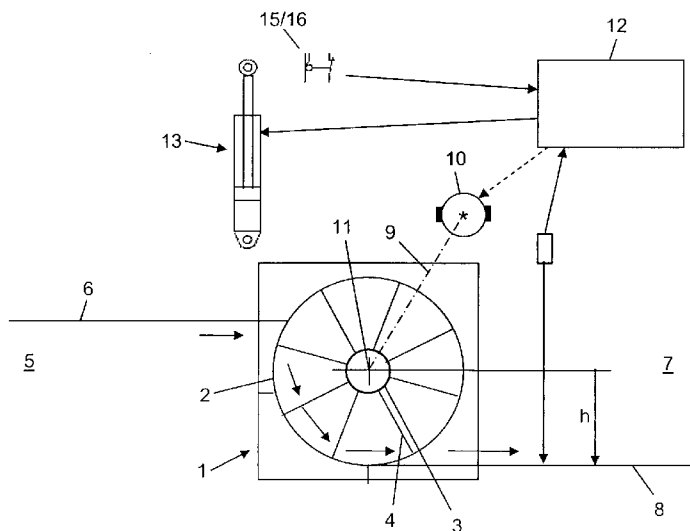


Fig. 1

abwärtigen Unterwasserpegel (8)

(57) **Abstract:** Water power ram-pressure machine (1) having at least one rotor (2) which has a hub (3) and blades (4) connected thereto, and which, during Operation defines a water level difference between an upstream high-water level (6) and a downstream low-water level (8), and having an electrical motor/generator machine (10), which is coupled to the rotor (2), wherein a lifting apparatus (13) is connected to the rotor (2), wherein the lifting apparatus (13) is connected to a closed-loop control device (12) for closed-loop control of the height of the axis (11) of the rotor (2) relative to the low-water level (8), in order to keep the distance (h) between the axis (11) of the rotor (2) and the low-water level (8) within a predetermined operating range, in the event of a change thereof, by the closed-loop control of the height of the axis (11) of the rotor (2) relative to the low-water level (8).

(57) **Zusammenfassung:** Wasserkraft- Staudruckmaschine (1) mit wenigstens einem Laufrad (2), das eine Nabe (3) und damit verbundene Schaufeln (4) aufweist, und das im Betrieb eine Wasserstandpegeldifferenz zwischen einem stromaufwärtigen Oberwasserpegel (6) und einem strom-

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/006646 A2

Veröffentlicht:

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

festlegt, und mit einer mit dem Laufrad (2) gekuppelten elektrischen Motor-Generator-Maschine (10), wobei mit dem Laufrad (2) eine Hebevorrichtung (13) verbunden ist, wobei die Hebevorrichtung (13) an eine Regeleinrichtung (12) zur Regelung der Höhe der Achse (11) des Laufrads (2) relativ zum Unterwasserpegel (8) angeschlossen ist, um durch die Regelung der Höhe der Achse (11) des Laufrads (2) relativ zum Unterwasserpegel (8) den Abstand (h) der Achse (11) des Laufrads (2) zum Unterwasserpegel (8) bei dessen Änderung in einem vorgegebenen Betriebsbereich zu halten.

Wasserkraft- Staudruckmaschine

Die Erfindung betrifft eine Wasserkraft-Staudruckmaschine mit wenigstens einem Laufrad, das eine Nabe und damit verbundene Schaufeln aufweist, und das im Betrieb eine Wasserstandpegeldifferenz zwischen einem stromaufwärtigen Oberwasserpegel und einem stromabwärtigen Unterwasserpegel festlegt, und mit einer mit dem Laufrad gekuppelten elektrischen Motor-Generator-Maschine, wobei mit dem Laufrad eine Hebevorrichtung verbunden ist.

Wasserkraft-Staudruckmaschinen sind beispielsweise aus **AT** 404 973 B und AT 501 575 **AI** bekannt. Bei diesen Maschinen wird das Laufrad derart in einem Gerinne angebracht, dass die Nabe des Laufrads das Wasser im Gerinne aufstauen kann, sodass stromaufwärts des Laufrads ein vergleichsweise hoher Oberwasserpegel und stromabwärts ein niedriger Unterwasserpegel im Betrieb erhalten werden. Durch die an der Nabe angebrachten Schaufeln werden Taschen zum Transport des Wassers gebildet, wobei im Betrieb der Wasserdruck ein Drehmoment um die Achse des Laufrads, die Achse der zylindrischen Nabe, bewirkt.

Es hat sich gezeigt, dass bei derartigen Staudruckmaschinen im Betrieb auf der stromabwärtigen Seite ein Rückstau auftreten kann, der beispielsweise auf Hochwasser, auf andere, nachfolgende Wasserkraftwerke unterhalb der Staudruckmaschine etc., zurückgeführt werden kann. Durch diesen Rückstau erhöht sich unterwasserseitig (auf der stromabwärtigen Seite der Staudruckmaschine) der Wasserpegel, der Unterwasserpegel, wodurch bei den herkömmlichen Staudruckmaschinen der für einen optimalen Arbeitspunkt erforderliche Abstand zwischen der Achse des Laufrads (nachstehend kurz Radachse genannt) und dem Unterwasserpegel verkleinert wird. Dadurch kann die Staudruckmaschine in der Folge auch nicht mehr in einem optimalen Arbeitsbereich arbeiten.

Aus der US 5,882,143 A ist es weiters bei einem hydroelektrischen System bekannt, mehrere Wasserräder nebeneinander in gesonderten Gestellen an eigenen U-förmigen Tragteilen anzuordnen, die zusammen mit den Wasserrädern horizontal entlang Zahnschienen an den Gestellen verfahrbar sind; überdies sind die Wasserräder über vertikale Tragarme mit den Tragteilen vertikal

verstellbar verbunden, sodass die Wasserräder unabhängig in der Höhe verstellt werden können. Dabei ist vorgesehen, das jeweilige Wasserrad oder Laufrad bei einem hohen Wasserstand einerseits horizontal zu einem Damm hin und andererseits vertikal in eine angehobene Position zu bewegen; bei einem niedrigen Wasserstand wird hingegen das jeweilige Wasserrad vom Damm weg und in eine niedrigere Position verbracht. Diese Verstellungen werden dabei offenbar manuell gesteuert. Ein schnelles Reagieren auf wechselnde Wasserpegel ist damit nicht möglich.

Aus der WO 2009/074005 AI ist eine Wasserrad-Anordnung mit radialen Schaufeln bekannt, wobei diese Schaufeln in radialen Gleitführungen gelagert und verstellbar sind, wozu eine Regeleinrichtung vorgesehen ist.

In der US 7,503,744 B1 ist schließlich eine Wasserrad-Anordnung geoffenbart, bei der dem jeweiligen Wasserrad gekrümmte Leitwände zugeordnet sind, die verschwenkbar angebracht sind und je nach oberwasserseitigem Wasserstand mit Hilfe von Pegelsensoren und einer Regeleinrichtung verschwenkt werden können.

Es ist nun Aufgabe der Erfindung, hier Abhilfe zu schaffen und auch bei einer Erhöhung des Wasserstands auf der stromabwärtigen Seite der Staudruckmaschine nach Möglichkeit einen optimalen Betrieb der Staudruckmaschine sicherzustellen.

Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung eine Wasserkraft-Staudruckmaschine wie in Anspruch 1 definiert vor. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Bei der vorliegenden Wasserkraft-Staudruckmaschine ist somit vorgesehen, dass mit dem Laufrad eine Hebevorrichtung verbunden ist, die an eine Regeleinrichtung zur Regelung der Höhe des Laufrads relativ zum Unterwasserpegel angeschlossen ist, um durch die Regelung der Höhe des Laufrads relativ zum Unterwasserpegel den Abstand der Achse des Laufrads zum Unterwasserpegel bei dessen Änderung in einem vorgegebenen Arbeitsbereich zu halten.

Es wird somit, um den Abstand zwischen der Radachse und dem Unterwasserpegel in einem für den optimalen Arbeitspunkt der Maschine notwendigen Bereich zu halten, die Staudruckmaschine, zumindest das Laufrad, automatisch aus dem Wasser gehoben, wenn der Unterwasserpegel steigt, bzw. wieder in das Wasser abgesenkt, wenn der Unterwasserpegel sinkt.

Die hierfür vorgesehene Regelung wird mit Hilfe einer elektronischen Regeleinrichtung bewerkstelligt, in der beispielsweise eine für die Regelung optimierte Kennlinienkurve abgespeichert ist. Im geschlossenen Regelkreis sind als Regelelemente ein Pegelerfassungselement für den Unterwasserpegel, eine (automatische) Hebevorrichtung sowie die eigentliche elektronische Regeleinheit anzuführen. Bevorzugt ist der Regeleinrichtung ein mit einem das Laufrad lagernden Rahmen verbundener Unterwasserpegel-Pegelsensor zugeordnet, der beispielsweise durch einen Ultraschall-Pegelsensor gebildet ist. Dieser Pegelsensor kann aber auch, anstatt am vertikal beweglichen Lagerrahmen, stationär, beispielsweise an einem stationären Maschinengestell oder an einem stationären Bauwerk des Gerinnes, in dem die Staudruckmaschine angeordnet ist, angeordnet sein, was durch den Regelalgorithmus problemlos berücksichtigt werden kann: Im Fall der Anbringung am beweglichen Teil der Staudruckmaschine ändert sich die Höhe des Pegelsensors mit dem Heben oder Senken des Laufrads bzw. allgemein der Staudruckmaschine relativ zum Unterwasserpegel, wobei letztlich direkt auf eine optimale Höhe des Pegelsensors relativ zum Unterwasserpegel geregelt werden kann, da der Höhenabstand zwischen Pegelsensor und Radachse bei dieser Variante fix ist. Im zweiten Fall, wenn der Pegelsensor stationär angeordnet ist, ist bei einer Änderung des Unterwasserpegels eine Regelung bzw. Einstellung der Höhe des Laufrads bezogen auf diese Änderung (nämlich gegenüber einem "optimalen" Unterwasserpegel) vorzunehmen, um so den Abstand der Radachse vom Unterwasserpegel auf den vorgegebenen Wert nachzuführen.

Wie erwähnt, zeichnet sich eine vorteilhafte praktische Konstruktion dadurch aus, dass das Laufrad in einem Lagerrahmen gelagert ist, der in einem stationären Gestell vertikal verstellbar gelagert ist.

Hierbei ist es zum Heben bzw. Absenken der Staudruckmaschine von besonderem Vorteil, wenn die Hebevorrichtung eine mit dem Lager-rahmen verbundene Zahnstange oder Spindel sowie ein stationär angeordnetes, motorisch angetriebenes Zahnrad oder Spindel-mutterelement aufweist. Andererseits kann die Hebevorrichtung aber auch z.B. mit einem (hydraulischen oder pneumatischen) Arbeitszylinder ausgeführt sein.

Weiters ist es von Vorteil, wenn zumindest ein Endschalter, vorzugsweise zwei Endschalter, zur Begrenzung des Hubs des Laufrads vorgesehen ist bzw. sind. Diese Endschalter dienen zur Eingrenzung des Regelbereichs und sind dann selbstverständlich ebenfalls mit der eigentlichen elektronischen Regeleinheit zu verbinden .

Von Vorteil ist es überdies, wenn die Regeleinrichtung mit einer SPS-Einheit (Speicher-programmierbare Steuerung) ausgebildet ist .

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in der Zeichnung veranschaulichten bevorzugten Ausführungsbeispielen, auf die sie jedoch nicht beschränkt sein soll, noch weiter erläutert. Im Einzelnen zeigen in der Zeichnung:

Fig. 1 in einem Schema die Anordnung einer Wasserkraft-Staudruckmaschine in Verbindung mit einem Pegelsensor zur Erfassung des Unterwasserpegels, und mit einer elektronischen Regeleinrichtung und einer nur ganz schematisch angedeuteten Hebevorrichtung, wobei überdies der Hebevorrichtung zugeordnete Endschalter für die Begrenzung des Regelbereichs schematisch angedeutet sind;

Fig. 2 in einem Schema vergleichbar jenem von Fig. 1 eine etwas detailliertere Darstellung einer Staudruckmaschine in Verbindung mit einer Hebevorrichtung sowie einer zugeordneten Regeleinrichtung ;

die Fig. 3 und 4 zwei schematische Darstellungen von Staudruckmaschinen mit schematisch angedeuteten Oberwasser- und Unterwasserpegeln, wobei der Unterwasserpegel in Fig. 4 höher ist,

verglichen mit jenem in Fig. 3, und wobei demgemäß im Fall der Fig. 4 die eigentliche Staudruckmaschine, nämlich das Laufrad samt Lagerrahmen, entsprechend angehoben dargestellt ist;

die Fig. 5 und 6 schaubildliche Ansichten von Staudruckmaschinen, wobei ähnlich zu den Darstellungen in Fig. 3 und 4 das Laufrad samt Lagerrahmen in unterschiedlichen Höhen veranschaulicht ist; und

Fig. 7 in einer Detail-Querschnittsdarstellung im Bereich eines Stehers des stationären Maschinengestells der Staudruckmaschine etwa gemäß Fig. 5 und 6 und des benachbarten vertikalen Rahmenteils des Lagerrahmens eine Anordnung mit einem Wälzlager, z.B. mit Kugeln, zur leichtgängigen vertikalen Bewegung des Lagerrahmens des Laufrads relativ zum Maschinengestell beim Heben oder Senken in Entsprechung zu Änderungen des Unterwasserpegels.

In Fig. 1 ist ganz schematisch eine Wasserkraft-Staudruckmaschine 1 mit einem Laufrad 2 veranschaulicht, welches eine Nabe 3 mit daran angebrachten Schaufeln 4 aufweist. Die Laufrichtung des Laufrads 2 bzw. die Wasser-Fließeinrichtung ist mit Pfeilen angedeutet, wobei in den Taschen, die durch die Schaufeln 4 gebildet werden, Wasser von der stromaufwärtigen Seite 5, vgl. den Oberwasserpegel 6, zur strömabwärtigen Seite 7, mit dem Unterwasserpegel 8, transportiert wird. Das Laufrad 2 wird dabei durch den Wasserdruck in Drehung versetzt. Diese Drehung wird über eine geeignete Transmission 9, die in Fig. 1 nur ganz schematisch mit strichpunktierter Linie angedeutet ist, zu einer elektrischen Motor-Generator-Maschine 10 übertragen, wobei diese Motor-Generator-Maschine 10 im Normalfall als Generator betrieben wird, um Strom zu erzeugen. Im Zuge dieses Generatorbetriebs übt diese Maschine 10 ein bremsendes Drehmoment auf das mit ihr gekuppelte Laufrad 2 aus.

Wie weiters aus Fig. 1 ersichtlich ist, ist das Laufrad 2 mit seiner Radachse 11 in einem Abstand h vom Unterwasserpegel 8 angeordnet. Im Betrieb ist für einen optimalen Arbeitspunkt eine bestimmte Höhe h der Radachse 11 relativ zum Unterwasserpegel 8 zu beachten. Durch Hochwasser, etwaigen Rückstau anderer Wasserkraftwerke unterhalb der Staudruckmaschine 1 oder dgl. kann es

nun jedoch zu einem Rückstau bzw. Anstieg des Wasserpegels auf der stromabwärtsigen Seite der Staudruckmaschine 1 kommen. Durch diesen Rückstau kann sich der stromabwärtsige Wasserstand, d.h. also der Unterwasserpegel 8, erhöhen, wodurch sich der für den optimalen Arbeitspunkt der Staudruckmaschine 1 vorgesehene Abstand h der Radachse 11 vom Unterwasserpegel 8 verringert. Dadurch sinkt der Wirkungsgrad der Staudruckmaschine 1.

Um nun den Abstand h in einem für den optimalen Betrieb der Staudruckmaschine 1 geeigneten Bereich zu halten, wird die Staudruckmaschine 1 automatisch relativ zum Unterwasserpegel 8 angehoben oder abgesenkt. Hierzu ist eine elektronische Regeleinrichtung 12 vorgesehen, die eine automatische Hebevorrichtung 13 entsprechend ansteuert, um die Staudruckmaschine 1 zu heben oder zu senken. Als Eingangsgröße wird der Regeleinrichtung 12 ein Pegelsignal von einem Pegelsensor 14 zugeführt, der den Unterwasserpegel 8 erfasst. Dieser Pegelsensor 14 kann von einer an sich bekannten Bauart sein, bevorzugt handelt es sich dabei um einen Ultraschall-Pegelsensor.

Als Hebevorrichtung 13 ist in Fig. 1 nur ganz schematisch ein Arbeitszylinder angedeutet, es können jedoch auch andere Arten von Hebevorrichtungen, wie insbesondere mit einem Zahnstangentrieb oder einem Spindeltrieb, vorgesehen sein, wie sich aus den nachfolgenden Fig. 2 bis 6 ergibt.

Um eine Untergrenze bzw. Obergrenze für den Hub, d.h. die vertikale Verstellung, der Staudruckmaschine 1 mit Hilfe der Hebevorrichtung 13 vorzusehen, können weiters im Bereich des Maschinengestells der Staudruckmaschine 1 bzw. an der Staudruckmaschine 1 selbst Elemente von Endschaltern vorgesehen werden, die den Hubbereich und somit den Regelbereich begrenzen. Als Beispiel ist ein derartiger Endschalter in Fig. 1 nur ganz schematisch bei 15/16 angedeutet. Die Schaltsignale dieses Endschalters werden ebenfalls der Regeleinrichtung 12 zugeführt.

In Fig. 2 ist ein etwas detaillierteres Schema, mit einer schaubildlichen Darstellung der Staudruckmaschine 1, gezeigt, wobei überdies der Unterwasserpegel 8 schematisch als angedeutete Ebene gezeigt ist. Der Pegelsensor 14 für den Unterwasserpegel 8

ist an einem stangenförmigen Träger 17 angeordnet, der von einem oberen Rahmenteil 18 eines Lagerrahmens 19 des Laufrads 2 frei auskragt. Im Lagerrahmen 19 ist das Laufrad 2 drehbar gelagert. Dieser Lagerrahmen 19 ist relativ zu einem Gestell 20 der Maschine 1 vertikal mit Hilfe der Hebevorrichtung 13 verstellbar. Im Beispiel der Fig. 2 ist die Hebevorrichtung 13 mit einer Spindel oder Zahnstange 21 ausgeführt, die sich durch einen oberen Holm 22 eines auf dem Maschinengestell 20 fest angeordneten Trägerrahmens 23 hindurch erstreckt; an der Oberseite des Holms 22 ist eine Antriebseinheit 24 mit beispielsweise einem Elektromotor 24' (vgl. auch Fig. 5) und einer Spindelmutter oder einem Zahnrad (nicht dargestellt) montiert, und die Unterseite der Spindel oder Zahnstange 21 ist mit dem oberen Rahmenteil 18 des Lagerrahmens 19 fest verbunden.

Die Regeleinrichtung 12 erhält, wie in Fig. 2 schematisch bei 25 angedeutet ist, ein Signal betreffend die Höhe H des Pegelsensors 14 oberhalb des Unterwasserpegels 8 zugeführt; zusätzlich werden ähnlich wie im Schema gemäß Fig. 1 angedeutet, die Signale von zwei Endschaltern 15, 16 bei 26 der Regeleinrichtung 12 zugeführt. Darüber hinaus kann auch, wie nachstehend noch näher erläutert werden wird, ein Signal von einem stromaufwärts angeordneten Pegelsensor 27, der den Oberwasserpegel 6 erfasst, der Regeleinrichtung 12 zugeführt werden, um auch eine Regelung der Maschine 1 abhängig vom Oberwasserpegel 6 durchzuführen.

Die Regeleinrichtung 12 enthält eine Speicher-programmierbare Steuerungseinheit (SPS-Einheit) 28 sowie weiters die eigentliche elektronische Regeleinheit 29, die das jeweilige Pegelsignal einer Treiberschaltung 30, beispielsweise einer Frequenzumrichterschaltung, für den elektrischen Motor 24' der Antriebseinheit 24 zuführt.

Der Abstand H des Pegelsensors 14 vom Unterwasserpegel 8 steht in einer festen Beziehung zum Abstand h der Radachse 11 vom Unterwasserpegel 8 (s. Fig. 1), da zwischen der Position des Unterwasserpegel-Pegelsensors 14 und der Radachse 11 eine feste Distanz gegeben ist. Daher kann bei Übermittlung des jeweiligen Ist-Werts für die Höhe H an die Regeleinrichtung 12 unmittelbar die Abweichung der Radachse 11 in Bezug auf den Unterwasserpegel

8 festgestellt werden, und abhängig von der Differenz dieses Ist-Werts von einem vorgegebenen Soll-Wert führt die Regeleinrichtung 12 entsprechend vorgegebenen Kennlinien, die in der SPS-Einheit 28 abgelegt sein können, eine Ansteuerung der Hebevorrichtung 13 über die Treiberschaltung 30 durch, um je nachdem das Laufrad 2 mit dem zugehörigen Lagerrahmen 19 beispielsweise anzuheben (s. auch Fig. 4 und 6) oder aber abzusenken (s. Fig. 3 bzw. Fig. 5). Im einfachsten Fall der Regelung wird der Abstand h der Radachse 11 vom Unterwasserpegel 8 auf einen vorgegebenen konstanten Wert geregelt. Diese vorgegebene Höhe h der Radachse 11 relativ zum Unterwasserpegel 8 ergibt einen optimalen Betriebsbereich oder Arbeitspunkt für die Staudruckmaschine 1. Selbstverständlich ist es hier aber auch denkbar, dass ein vorgegebener Bereich für die Höhe h der Radachse 11 relativ zum Unterwasserpegel 8 vorgegeben wird (als Soll-Bereich), um die Regelung durchzuführen. Denkbar ist auch, dass weitere Parameter, wie z.B. die Drehzahl des Laufrads 2, den Wasserpegel beeinflussen, beispielsweise indem der Wasserpegel bei einer Änderung der Ist-Drehzahl gegenüber einer Soll-Drehzahl steigt oder sinkt, und es könnte diese Abhängigkeit ebenfalls als Regelkurve in der SPS-Einheit 28 abgelegt werden, um eine entsprechende Regelung der Hebevorrichtung 13 vorzunehmen.

Zur Verdeutlichung der beschriebenen Abstandsregelung ist in Fig. 3 die Staudruckmaschine 1 in einer Position mit tiefem Unterwasserpegel 8 gezeigt, wobei der Lagerrahmen 19 des Laufrads 2 beispielsweise seine unterste Stellung einnimmt. In Fig. 4 ist hingegen ein vergleichsweise hoher Unterwasserpegel 8 gegeben, und über die Regeleinrichtung 12 (s. Fig. 1 und 2) wurde die Hebevorrichtung 13 veranlasst, den Lagerrahmen 19 mit dem Laufrad 2 entsprechend dem Anstieg des Unterwasserpegels 8 anzuheben, was durch einen Vergleich der Fig. 4 mit Fig. 3 unmittelbar ersichtlich ist.

In Fig. 3 und 4 ist weiters in Zuordnung zum Oberwasserpegel-Pegelsensor 27 auch der jeweilige Oberwasserpegel 6 beispielhaft gezeigt. Weiters ist in Fig. 3 und 4 die jeweilige Höhe h der Achse 11 des Laufrads 2 relativ zum Unterwasserpegel 8 mit einem Doppelpfeil eingezeichnet.

Die schaubildlichen Darstellungen in den Fig. 5 und 6 entsprechen im Wesentlichen jenen der Fig. 3 und 4, zeigen jedoch die Staudruckmaschine 1 in einem größeren Maßstab, unter Veranschaulichung weiterer Details.

Auch in Fig. 5 ist, ähnlich wie in Fig. 3, die Staudruckmaschine 1 in der Position bei niedrigem Unterwasserpegel gezeigt, ganz in Entsprechung zu Fig. 3. Dieses untere Hubende für den Lagerahmen 19 des Laufrads 2 wird beispielsweise durch den unteren Endschalter 16 (s. Fig. 1 und 2) definiert, der damit auch den Regelbereich nach unten hin limitiert. Ein entsprechendes Schaltelement 16' dieses unteren Endschalters 16 ist aus den Fig. 5 und 6 ersichtlich, nämlich jenes Schaltelement 16', das mit dem beweglichen Lagerrahmen 19 verbunden ist, und das mit einem in der Zeichnung nicht näher ersichtlichen Schaltelement am Maschinengestell 20, also einem stationären Schaltelement, in an sich üblicher Weise zur Abgabe eines Schaltsignals zusammenwirkt.

In entsprechender Weise ist an der Zahnstange 21 der Hebevorrichtung 13 ein Schaltelement 15' des oberen Endschalters 15 veranschaulicht, welches beim Hochfahren des Lagerrahmens 19 mit dem Laufrad 2, beim Aufwärtsbewegen der Zahnstange 21 mit Hilfe der Antriebseinheit 24, mit einem am oberen Holm 22 des Rahmens 23 angeordneten festen Schaltelement (nicht gezeigt) zusammenwirkt, um eine obere Hubbegrenzung und damit eine Regelbereichsbegrenzung zu bewirken. In Fig. 6 ist ersichtlich, wie beim Hochbewegen der Zahnstange 21 (mit dem damit verbundenen Lagerahmen 19 und dem Laufrad 2) die Zahnstange 21 durch die Antriebseinheit 24 nach oben hinaus bewegt wird.

Der Lagerrahmen 19 ist bevorzugt durch Formrohre gebildet, wobei konkret beispielsweise vier Formrohre (oder allgemein Träger, z.B. I-Träger) zu einem rechteckigen Rahmen miteinander verbunden sind, der rund um das Laufrad 2 herum gebaut ist. Der obere Rahmenteil 18 ist somit eines der vier Formrohre; ein entsprechendes horizontales Formrohr befindet sich unterhalb des Laufrads 2 (dieses Formrohr ist in der Zeichnung nicht ersichtlich) und komplettiert wird der Lagerrahmen 19 durch zwei vertikale Formrohre oder Träger 32, 33 (s. Fig. 5).

Das Laufrad 2 ist seitlich durch kreisrunde Deckscheiben 34, 35 abgeschlossen, die mit dem Laufrad 2 umlaufen, und die die Rotorbreite (Laufradbreite) begrenzen. Diese Deckscheiben 34, 35 ermöglichen eine einfache seitliche Abdichtung des Laufrads 2.

Die Schaufeln 4 sind beispielsweise an der Nabe 3 jeweils V-förmig angeordnet, um von der stromaufwärtigen Seite her den Wasserdruck möglichst effizient aufnehmen und in ein Drehmoment um die Radachse umwandeln zu können.

Der beschriebene Formrohr-Lagerrahmen 19 ermöglicht eine flexible Bauweise, in der Art eines einfachen Baukastenkonzepts, wobei je nach Breite und Tiefe des Gerinnes und somit je nach Größe des Laufrads (Durchmesser, axiale Breite) in unkomplizierter Weise ein passender Lagerrahmen vorgesehen werden kann. Die genannten Formrohre 18, 32, 34 ermöglichen es auch problemlos, beispielsweise zwei Laufräder in einem Lagerrahmen 19, mit nur einem Antrieb (Getriebe) zu einer elektrischen Maschine 10 (s. Fig. 1), vorzusehen.

Vorstehend wurde bereits auf den Pegelsensor 27 für den Oberwasserpegel 6 hingewiesen. Die Regeleinrichtung 12 kann nun auch dazu verwendet werden, den Oberwasserpegel 6 (s. Fig. 3 und 4) im Bereich eines günstigen Werts einzuregeln, indem auf die Drehzahl des Laufrads 2 eingewirkt wird. Konkret kann bei einer hohen Drehzahl des Laufrads 2 so viel Wasser von der stromaufwärtigen Seite zur stromabwärtigen Seite transportiert werden, dass der Oberwasserpegel 6 absinkt, so dass der günstige Arbeitsbereich verlassen wird. In diesem Fall kann, wenn das Absinken des Oberwasserpegels 6 mit Hilfe des Pegelsensors 27 festgestellt wird, die Regeleinrichtung 12 auf die elektrische Maschine bzw. den Generator 10 einwirken, um durch Erhöhung des bremsenden Drehmoments des Generators 10 die Drehzahl des Laufrads 2 zu verringern und so wieder mehr Oberwasser anzustauen. Diese Einwirkung bzw. Regelung ist in Fig. 1 ganz schematisch mit einer strichlierten Linie zwischen der Regeleinrichtung 12 und der Maschine bzw. dem Generator 10 veranschaulicht.

In Fig. 7 ist schließlich in einem horizontalen Teil-Querschnitt

ein Beispiel für eine reibungsarme Schiebeführung des Lagerrahmens 19, beispielsweise des einen vertikalen Formrohr-Trägers 32, im Maschinengestell 20 veranschaulicht. Dabei sind an sich herkömmliche Wälzlager 36, beispielsweise mit Kugeln oder Rollen, vorgesehen, die zwischen den vertikalen Formrohren, z.B. dem Formrohr 32, des Lagerrahmens 19 und den stationären Stehern, z.B. einem Steher 37, des Maschinengestells 20 wirken.

Selbstverständlich können auch anstatt von Wälzlagern Gleitlager, mit Gleitpads aus Kunststoff, eingesetzt werden, um eine reibungsarme Führung des Lagerrahmens 19 im Maschinengestell 20 zu erzielen.

Patentansprüche :

1. Wasserkraft-Staudruckmaschine (1) mit wenigstens einem Laufrad (2), das eine Nabe (3) und damit verbundene Schaufeln (4) aufweist, und das im Betrieb eine Wasserstandpegeldifferenz zwischen einem stromaufwärtigen Oberwasserpegel (6) und einem stromabwärtigen Unterwasserpegel (8) festlegt, und mit einer mit dem Laufrad (2) gekuppelten elektrischen Motor-Generator-Maschine (10), wobei mit dem Laufrad (2) eine Hebevorrichtung (13) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Hebevorrichtung (13) an eine Regeleinrichtung (12) zur Regelung der Höhe der Achse (11) des Laufrads (2) relativ zum Unterwasserpegel (8) angeschlossen ist, um durch die Regelung der Höhe der Achse (11) des Laufrads (2) relativ zum Unterwasserpegel (8) den Abstand (h) der Achse (11) des Laufrads (2) zum Unterwasserpegel (8) bei dessen Änderung in einem vorgegebenen Betriebsbereich zu halten.
2. Staudruckmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Regeleinrichtung (12) ein mit einem das Laufrad (2) lagernden Rahmen (19) verbundener Unterwasserpegel-Pegelsensor (14) zugeordnet ist.
3. Staudruckmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Unterwasserpegel-Pegelsensor (14) ein Ultraschall-Pegelsensor ist.
4. Staudruckmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Laufrad (2) in einem Lagerrahmen (19) gelagert ist, der in einem stationären Gestell (20) vertikal verstellbar gelagert ist.
5. Wasserkraft-Staudruckmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Hebevorrichtung (13) eine mit dem Lagerrahmen (19) verbundene Zahnstange oder Spindel (21) sowie eine stationär angeordnete Antriebseinheit (24) mit einem motorisch angetriebenen Zahnrad oder Spindelmutterelement aufweist.
6. Staudruckmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Hebevorrichtung (13) mit einem Arbeitszylinder ausgeführt ist.

7. Staudruckmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Endschalter, vorzugsweise zwei Endschalter (15, 16), zur Begrenzung des Hubs des Laufrads (2) vorgesehen ist bzw. sind.

8. Staudruckmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (12) mit einer SPS-Einheit (28) (Speicher-programmierbare Steuerung) ausgebildet ist.

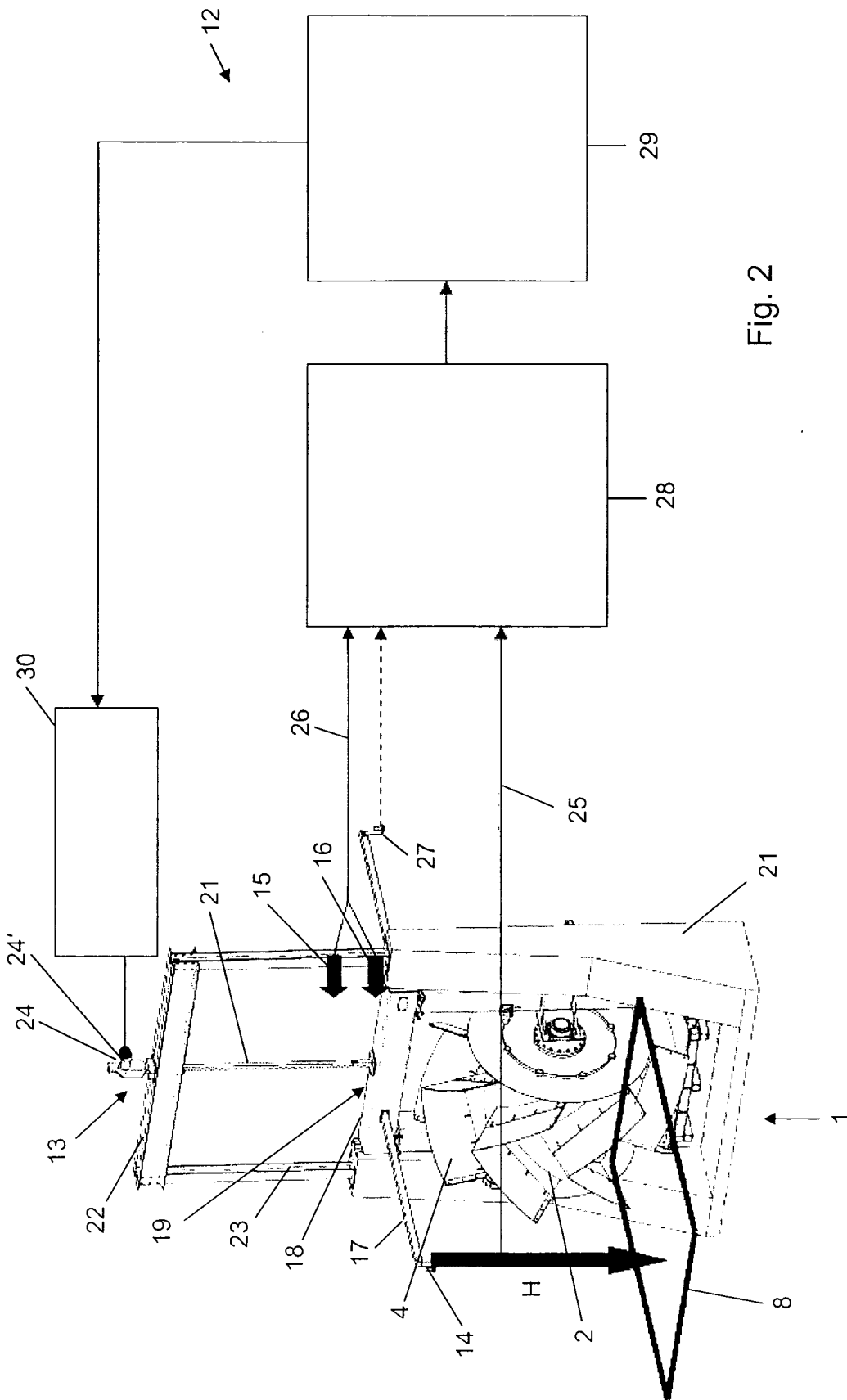


Fig. 2

3/7

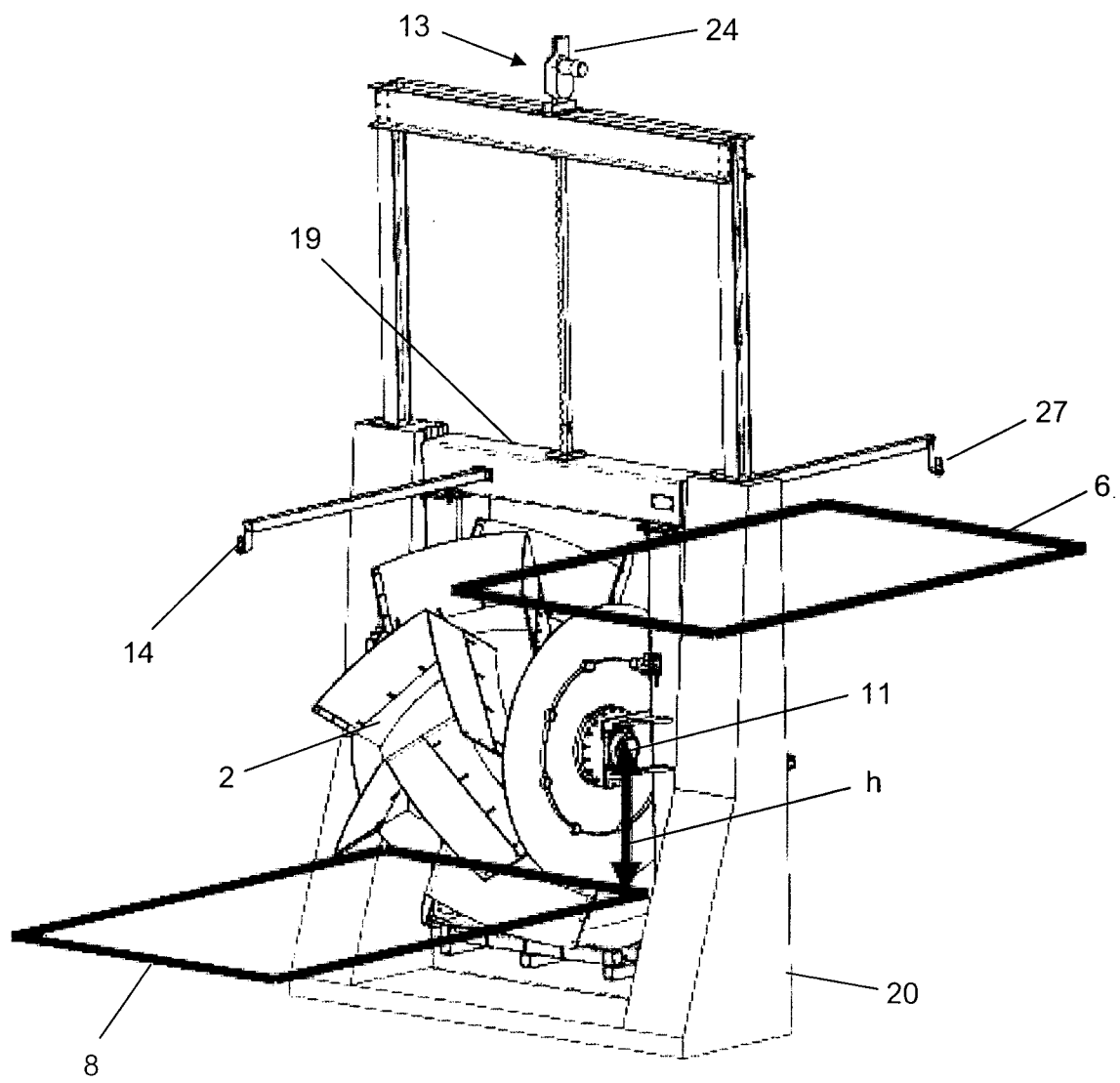


Fig. 3

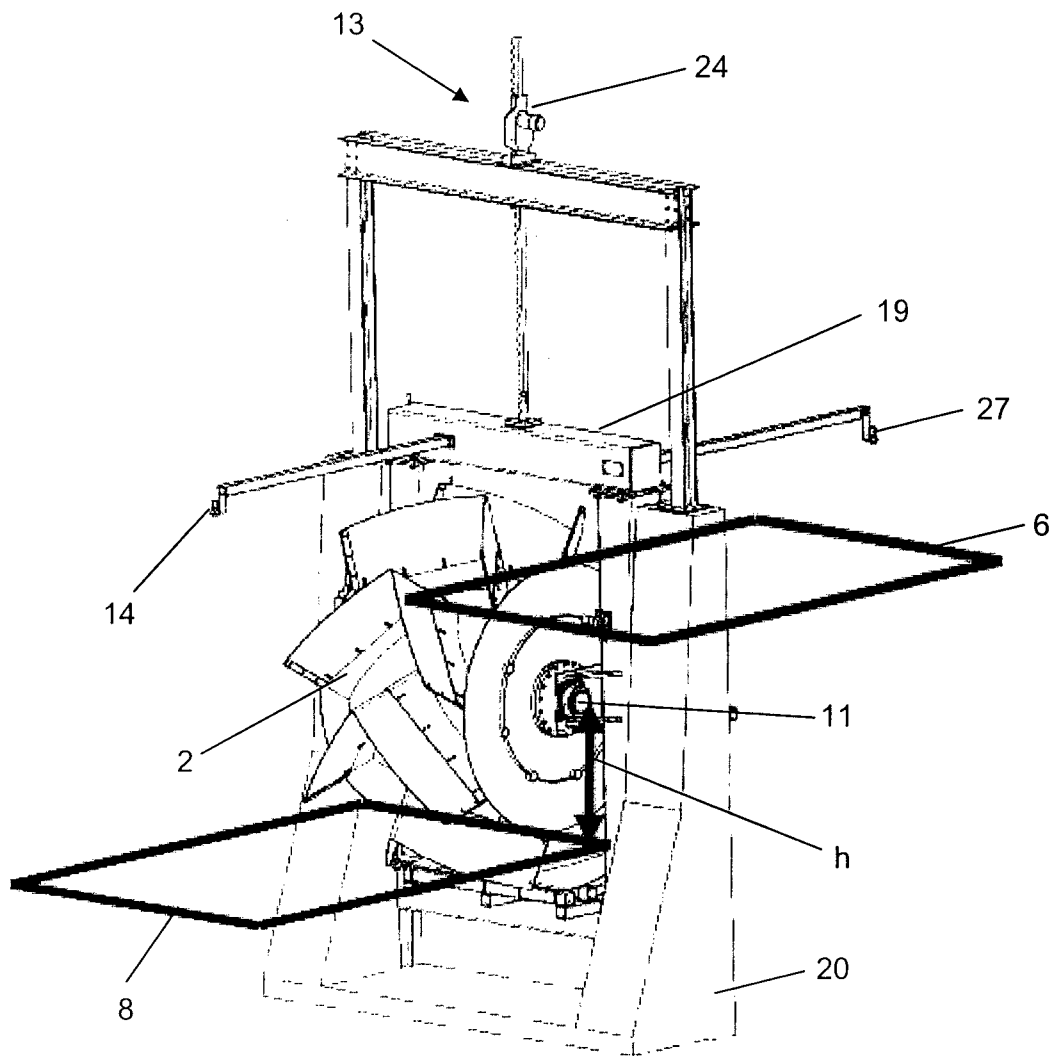


Fig. 4

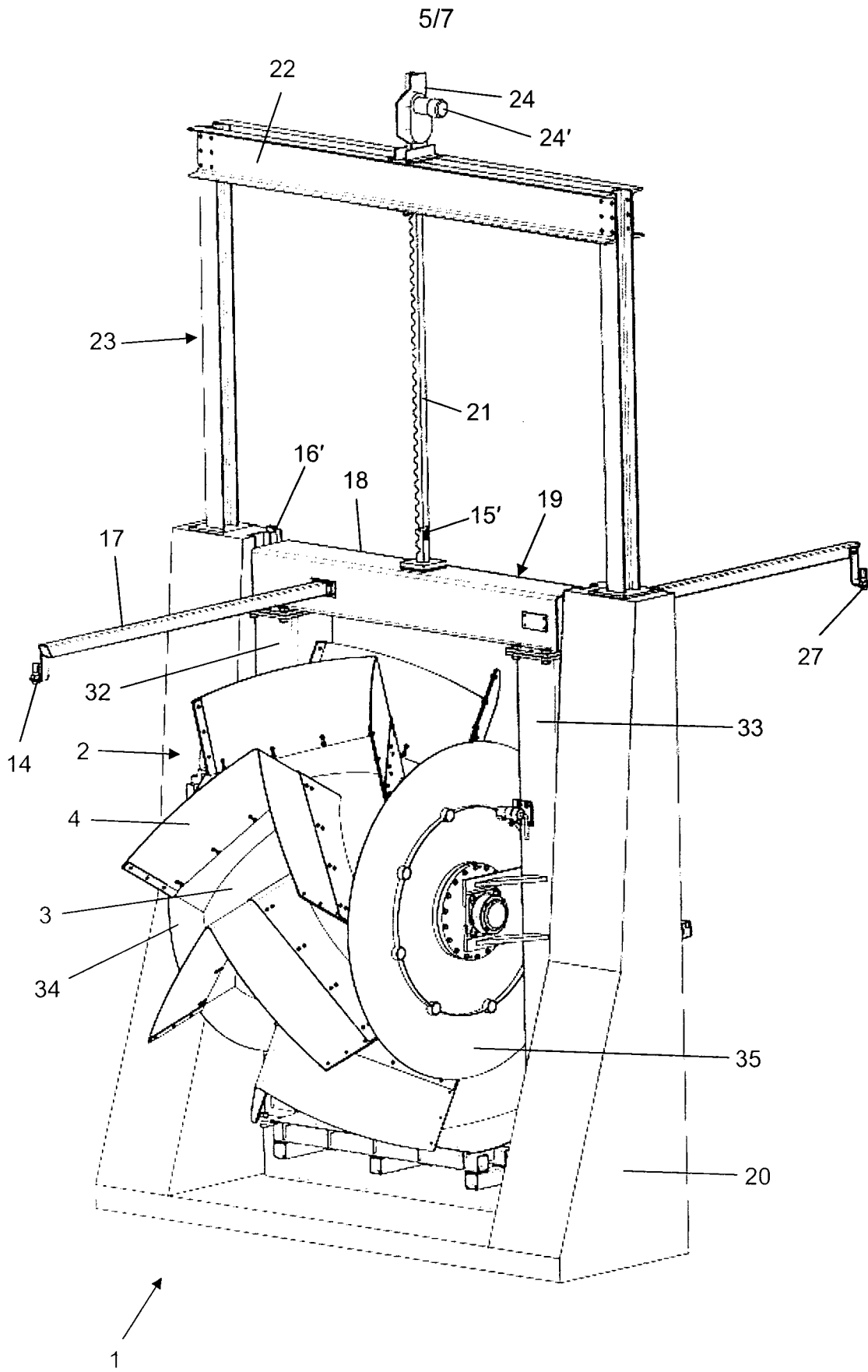


Fig. 5

6/7

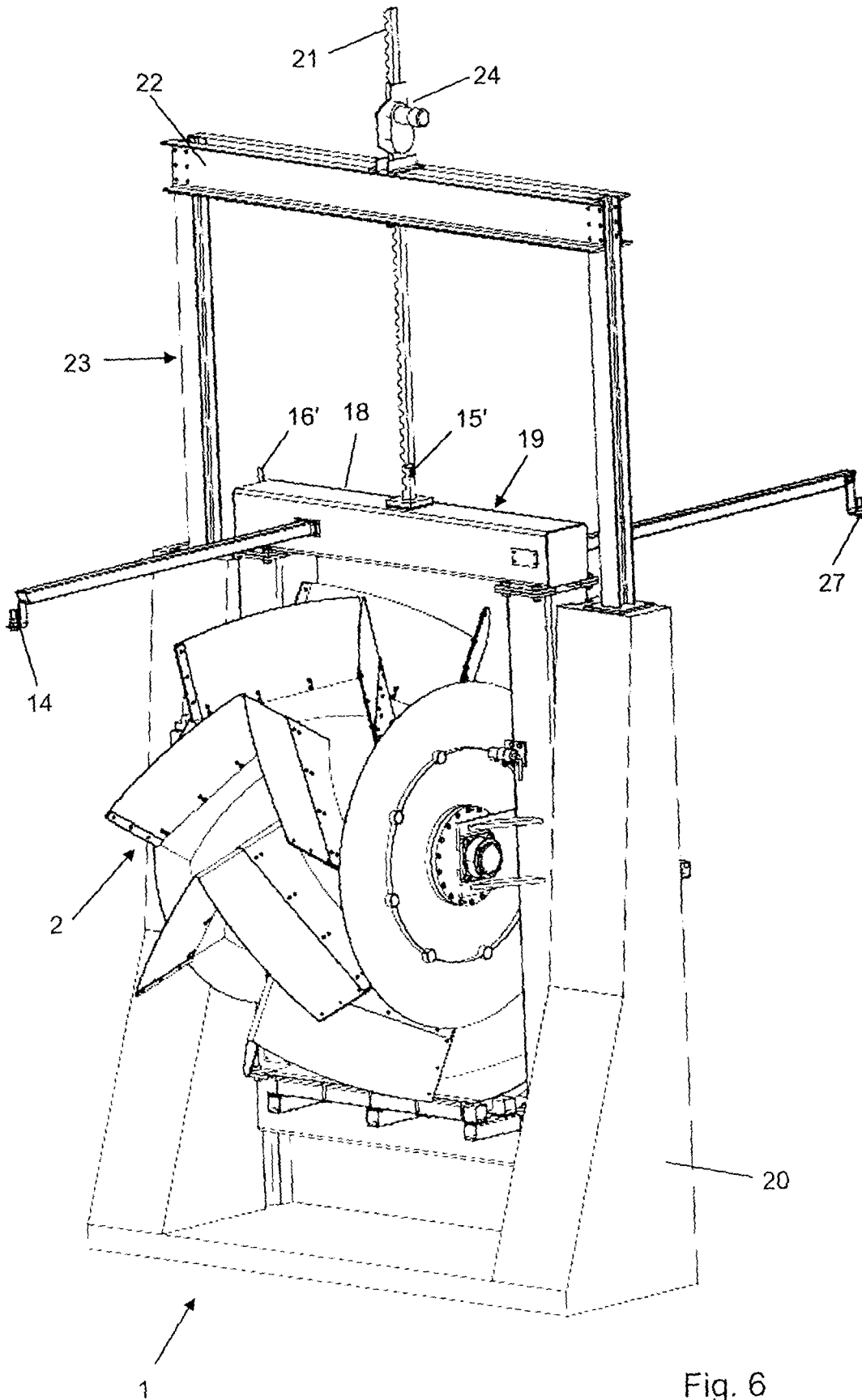


Fig. 6

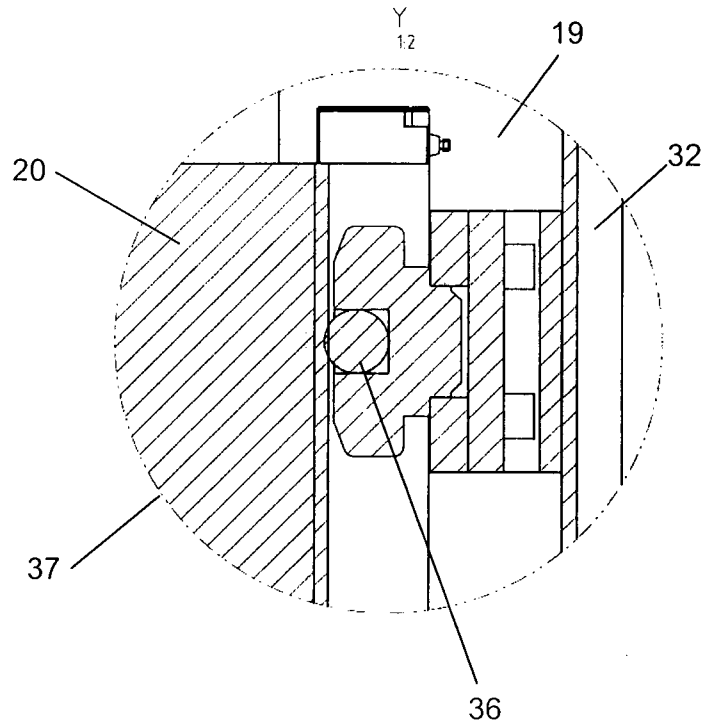


Fig. 7