

(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
9. September 2011 (09.09.2011)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/106806 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F03B 7/00 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2011/000078
- (22) Internationales Anmeldedatum:
17. Februar 2011 (17.02.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
A 322/2010 2. März 2010 (02.03.2010) AT
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SEE-Hydropower GmbH** [AT/AT]; Kaiserin Elisabethstraße 2, A-2340 Mödling (AT).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GRILL, Joachim** [AT/AT]; Franz-Sichlraderstraße 32, A-4400 Steyr (AT). **STAGL, Karl** [AT/AT]; Karl Millöckergasse 1-9/1, A-2352 Guntramsdorf (AT).
- (74) Anwalt: **HAFFNER UND KESCHMANN Patentanwälte OG**; Schottengasse 30, A-1014 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, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

- (54) Title: HYDROPOWER MACHINE
- (54) Bezeichnung : WASSERKRAFTMASCHINE

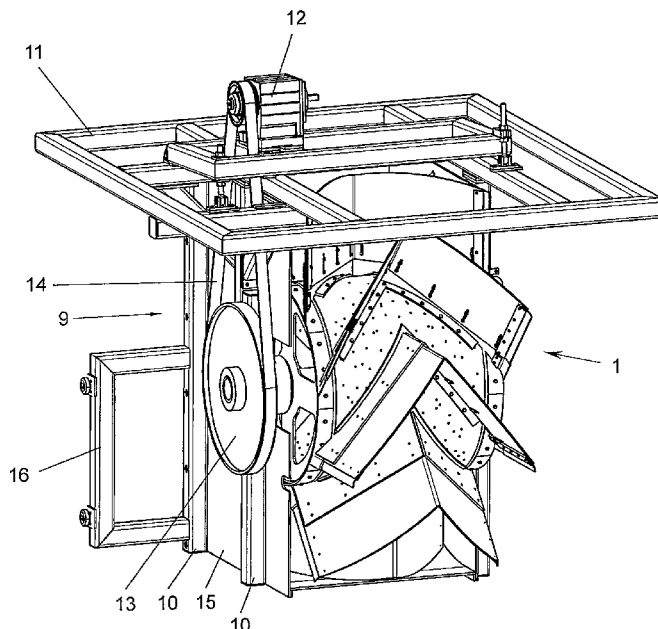


Fig. 3

(57) Abstract: For a hydropower machine having at least one blade wheel, which has a rotatably supported hub that carries a plurality of blades and which can be installed in a flowing body of water, in particular a channel, in such a way that the blade wheel forms a damming element with the hub of the blade wheel so that a damming level is produced on the upper-water side and the fall height measured between the upper water and the lower water is limited by means of the diameter of the hub, an electrical variable-speed generator is coupled, optionally by means of an intermediate gear train, to the rotation of a shaft connected to the hub. Said generator exerts a variable braking torque on the blade wheel. A level measuring device for measuring the damming level is provided and the measured values of the level measuring device are fed to an open-loop or closed-loop control unit, wherein the open-loop or closed-loop control unit interacts with the electrical generator to influence the braking torque in such a way that a predefined damming level is held constant.

(57) Zusammenfassung:
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/106806 A2



Veröffentlicht:

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

Bei einer Wasserkraftmaschine mit wenigstens einem Schaufelrad, das eine drehbar gelagerte, eine Mehrzahl von Schaufeln tragende Nabe aufweist und das in einem Fließgewässer, insbesondere Gerinne derart einbaubar ist, dass das Schaufelrad mit seiner Nabe ein Staulement ausbildet, sodass oberwasserseitig ein Staupegel erzeugt wird und die zwischen Oberwasser und Unterwasser gemessene Fallhöhe mit dem Durchmesser der Nabe begrenzt ist, ist mit der Rotation einer mit der Nabe verbundenen Welle ggf. unter Zwischenschaltung eines Getriebes ein elektrischer drehzahlvariabler Generator gekoppelt, der ein variables Bremsmoment auf das Schaufelrad ausübt. Es ist eine Pegelmesseinrichtung zur Messung des Staupegels vorgesehen und die Messwerte der Pegelmesseinrichtung sind einer Regelungs- oder Steuereinheit zugeführt, wobei die Regelungs- oder Steuereinheit mit dem elektrischen Generator zur Beeinflussung des Bremsmoments derart zusammenwirkt, dass ein vorgegebener Staupegel konstant gehalten wird.

Wasserkraftmaschine

Die Erfindung betrifft eine Wasserkraftmaschine mit wenigstens einem Schaufelrad, das eine drehbar gelagerte, eine Mehrzahl von Schaufeln tragende Nabe aufweist und das in einem Fließgewässer, insbesondere Gerinne derart einbaubar ist, dass das Schaufelrad mit seiner Nabe ein Staulement ausbildet, sodass oberwasserseitig ein Staupegel erzeugt wird und die zwischen Oberwasser und Unterwasser gemessene Fallhöhe mit dem Durchmesser der Nabe begrenzt ist, wobei mit der Rotation einer mit der Nabe verbundenen Welle ggf. unter Zwischenschaltung eines Getriebes ein elektrischer drehzahlvariabler Generator gekoppelt ist, der ein variables Bremsmoment auf das Schaufelrad ausübt.

Eine derartige Wasserkraftmaschine ist aus der AT 404973 B und der AT 501575 A1 bekannt geworden. Sie umfasst ein Schaufelrad, dessen Rotationsachse quer zur Fließrichtung verläuft und dessen Nabe als Staulement wirkt und das sonst erforderliche Wehr ersetzt.

Der Antrieb des Schaufelrades erfolgt dabei wenigstens teilweise durch den hydrostatischen Druck, wodurch sich eine solche Wasserkraftmaschine von ober- und mittelschlächtigen Wasserrädern, die durch die Gewichtskräfte des Wassers angetrieben werden, und von Kaplan- oder Francisturbinen, die durch Reaktionskräfte angetrieben werden, unterscheidet.

Wasserkraftmaschinen der eingangs genannten Art erlauben die Nutzung von Standorten mit niedrigen Fallhöhen (0,5 - 2m) und Durchflüssen von bis zu etwa 4 m³/s. Dies ermöglicht die Wasserkraftnutzung an bisher ungenutzten Standorten. Die zwischen den einzelnen Schaufeln des Schaufelrades gebildeten Kammern erlauben den Durchgang auch größerer Fische. Außerdem ist die Maschine auch für Sediment und Geschiebe durchgängig, sodass das ökologische Gleichgewicht nicht beeinträchtigt wird.

Wasserkraftmaschinen der eingangs genannten Art werden in der Regel mit relativ niedrigen Drehzahlen des Schaufelrades im Bereich von 5 – 20 U/min betrieben, wobei die auf Grund des Staudrucks aufzunehmenden und zu übertragenden Kräfte und Drehmomente verhältnismäßig groß sind. Solche Wasserkraftmaschinen eignen sich, um einen gewünschten Staupegel und damit ein gewünschtes Wasserniveau des Zuflusses zu halten. Zu diesem Zweck ist bei der Ausbildung gemäß der AT 501475 A1 vorgesehen, dass zwischen dem Generator und der ersten Übersetzungsstufe ein stufenloses Regelgetriebe zum Einsatz kommt, welches automatisch abhängig vom steigenden oder fallenden Wasserpegel regelbar ist. Diese Art der Regelung zielt darauf ab, die Drehzahl des Generators konstant zu halten, um Wechselstrom mit einer vorgegebenen Frequenz bereitzustellen. Problematisch dabei ist jedoch der nicht unerhebliche Aufwand für die komplizierte mechanische Regelung des stufenlosen Getriebes sowie die überaus großen Kräfte, die über die einzelnen Getriebestufen, unter anderem über das stufenlose Regelgetriebe, übertragen werden müssen und die eine begrenzte Lebensdauer der belasteten Bauteile zur Folge haben.

Die vorliegende Erfindung zielt daher darauf ab, die Regelung des Staupegels zu vereinfachen und die Anzahl der der Kraftübertragung dienenden Bauteile zu minimieren.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist die Wasserkraftmaschine der eingangs genannten Art erfindungsgemäß derart weitergebildet, dass eine Pegelmesseinrichtung zur Messung des Staupegels vorgesehen ist, dass die Messwerte der Pegelmesseinrichtung einer Regelungs- oder Steuereinheit zugeführt sind und dass die Regelungs- oder Steuereinheit mit dem elektrischen Generator zur Beeinflussung des Bremsmoments derart zusammenwirkt, dass ein vorgegebener Staupegel konstant gehalten wird. Der Staupegel wird somit über eine Änderung der Drehzahl des Schaufelrades gehalten, wobei das Schluckvermögen des Schaufelrades in der Zeiteinheit in Abhängigkeit von der Drehzahl verändert wird und auf diese Weise ein veränderlicher oberwas-

5 serseitiger Zustrom im Fließgewässer entsprechend kompensiert werden kann. Die Maschine kann auf Grund der erfindungsgemäßen Ausbildung in einfacher Weise mit einer konstanten Fallhöhe betrieben werden, sodass nach entsprechender Ermittlung der für den jeweiligen Standort optimalen Fallhöhe bei entsprechender Kompensierung des veränderlichen oberwasserseitigen Zustroms konstant am optimalen Betriebspunkt gearbeitet werden kann. Für die Anpassung des Bremsmoments des Generators bzw. der Drehzahl des Schaufelrades kommt beispielsweise eine Kennliniensteuerung oder eine Regelung insbesondere mit Hilfe einer speicherprogrammierbaren Steuerung in Frage. Die Kennlinien bzw. die Reglerkurve werden dabei standortspezifisch angepasst.

15 Dadurch, dass die Anpassung der Drehzahl des Schaufelrades auf Grund der Veränderung des Bremsmomentes des Generators erfolgt, kann auf die Verwendung eines stufenlosen Regelgetriebes zwischen dem Schaufelrad und dem Generator verzichtet werden. Die Ausbildung ist dabei bevorzugt derart getroffen, dass zwischen Schaufelrad und Generator lediglich Getriebe mit fester oder stufenweise schaltbarer Übersetzung vorgesehen sind. Derartige Getriebe mit fester Übersetzung können ausreichend robust ausgebildet sein, um den großen Kräften dauerhaft standzuhalten. Das an der Welle des Schaufelrades abgenommene Drehmoment kann bevorzugt über einen seitlich des Schaufelrades angeordneten Riementrieb an den bevorzugt oberhalb des Schaufelrades angeordneten Generator übertragen werden.

30 Die Änderung des vom Generator auf das Schaufelrad ausgeübten Bremsmoments führt zu einer entsprechenden Änderung der Drehzahl des Generators. Wenn nun ein Wechselstrom mit konstanter Frequenz bereitgestellt werden soll, ist gemäß einer bevorzugten Weiterbildung vorgesehen, dass ein Frequenzumrichter an den elektrischen Generator angeschlossen ist. Zur Einspeisung elektrischer Leistung vom mit veränderlicher Drehzahl betriebenen elektrischen Generator in ein Stromnetz mit konstanter Frequenz kann ein Frequenzumrichter mit einem integ-

rierten Gleichspannungszwischenkreis verwendet werden. Mit dem Gleichspannungszwischenkreis ist bevorzugt ein Energiespeicher verbunden, um einen pulsierenden Stromeintrag in das Stromnetz zu verhindern.

5

Um die erfindungsgemäße Wasserkraftmaschine auf einen konstanten Staupegel zu regeln, ist die Pegelmesseinrichtung mit Vorteil starr an der Wasserkraftmaschinen festgelegt und insbesondere in einem festen Abstand zur Welle des Schaufelrades angeordnet, sodass ein relativ zur Nabe bzw. Welle gemessener Relativ-Staupegel erfasst werden kann. Damit kann ein vorgegebener Staupegel relativ zum Stauelement, nämlich der Nabe des Schaufelrades, mit Hilfe der erfindungsgemäß vorgesehenen Regelung konstant gehalten werden.

15

Wenn die Beibehaltung eines konstanten Staupegels alleine mit Hilfe der Regelung der Drehzahl des Schaufelrades nicht mehr sinnvoll ist, beispielsweise wenn der oberwasserseitige Zufluss größer als das gewünschte, von der Drehzahl abhängige Schluckvermögen des Schaufelrades ist, muss dafür Sorge getragen werden, dass das überschüssige Wasser abfließt. Zu diesem Zweck ist bevorzugt vorgesehen, dass zu beiden Seiten der Wasserkraftmaschine jeweils ein Streichwehr angeordnet ist, dessen Höhe dem maximal gewünschten Staupegel entspricht. Der maximal gewünschte Staupegel kann beispielsweise der oberen Kante der Nabe entsprechen oder darunter liegen. Bevorzugt ist eine Ausbildung, bei welcher das Streichwehr zur Einstellung seiner Oberkante auf den jeweils gewünschten Staupegel höhenverstellbar angeordnet ist. Überschüssiges Oberwasser kann dann seitlich des Schaufelrades über das Streichwehr abfließen.

20

25

30

Um nun nicht nur den Staupegel konstant zu halten, sondern auch eine Einstellung, insbesondere ein Konstanthalten der Fallhöhe in einfacher Weise zu ermöglichen, ist gemäß einer bevorzugten Weiterbildung vorgesehen, dass das Schaufelrad in Höhenrichtung verstellbar gelagert und in der jeweiligen Hö-

35

henposition fixierbar ist. Damit wird zusätzlich eine Justierung des Schaufelrades relativ zum Unterwasser ermöglicht, wobei hier bevorzugt so vorgegangen wird, dass die untere waagrechte Tangente an die Nabe im Wesentlichen auf der Höhe des Unterwasserspiegels gehalten wird. Wenn nun sowohl unterwasserseitig die beschriebene Regelung durch Höhenverstellung des Schaufelrades erfolgt als auch oberwasserseitig eine Regelung des Staupegels erfolgt, kann die Fallhöhe zwecks Erreichung eines maximalen Wirkungsgrades exakt eingestellt und beibehalten werden. Als einzige variable Größe verbleibt dabei die oberwasserseitig zufließende Wassermenge in der Zeiteinheit, die über die Drehzahl des Schaufelrades kompensiert wird.

Die Höhenverstellung der Maschine kann aber auch verwendet werden, um das Schaufelrad aus dem Fließgewässer herauszuheben, etwa für Wartungsarbeiten oder um größeres Treibgut passieren zu lassen.

Um unabhängig von der jeweils eingestellten Höhenposition des Schaufelrades konstante Strömungsverhältnisse des Wassers im Bereich der jeweils unteren Schaufeln zu erreichen, ist die Ausbildung bevorzugt derart getroffen, dass ein entsprechend dem äußeren Durchmesser des Schaufelrades gekrümmtes Kropfblech vorgesehen ist, das gemeinsam mit dem Schaufelrad in Höhenrichtung verstellbar ist. Das Kropfblech begrenzt dabei gemeinsam mit der Nabe eine Art ringsegmentförmigen Kanal für das vom Oberwasser zum Unterwasser fließende und dabei die Schaufeln antreibende Wasser. Dadurch, dass das Kropfblech gemeinsam mit dem Schaufelrad in Höhenrichtung verstellbar ist, bleibt der Strömungskanal für das Wasser unabhängig von der jeweiligen Höhenposition des Schaufelrades unverändert, sodass konstante Strömungsverhältnisse und ein konstanter Wirkungsgrad erzielt werden.

35

Um eine stabile Positionierung des Schaufelrades im Fließgewässer zu erreichen, ist bevorzugt vorgesehen, dass das Schau-

felrad in einer kasten- oder rahmenförmigen Konstruktion drehbar gelagert ist. Die kasten- oder rahmenförmige Konstruktion erlaubt insbesondere bei schmalen Gerinnen eine stabile Verankerung der Maschine in den Seitenwänden des Gerinnes ohne dass es einer baulichen Veränderung des Gerinnes selbst bedarf. 5 Bevorzugt trägt die kasten- oder rahmenförmige Konstruktion alle für den Betrieb der Wasserkraftmaschine erforderlichen Bauteile, neben der Lagerung des Schaufelrades beispielsweise das zwischen Schaufelradwelle und Generator angeordnete Ge- 10 triebe, den Generator und ggf. den Frequenzumrichter. Die kasten- oder rahmenförmige Konstruktion bildet damit ein kompaktes Modul, das in einfacher Weise transportiert und eingebaut werden kann. Die erwähnte Höhenverstellung des Schaufelrades erfolgt dabei am einfachsten durch eine entsprechende 15 Höhenverstellung der kasten- oder rahmenförmigen Konstruktion, beispielsweise mit Hilfe von hydraulischen Zylinderkolbenaggregaten oder mechanischen Spindeltrieben.

Um Auftriebskräfte auf die kasten- oder rahmenförmige Konstruktion zu vermeiden ist bevorzugt vorgesehen, dass die Nabe seitlich offen ausgebildet ist, sodass Wasser ins Innere ein- 20 dringen kann. Die offene Ausführung der Nabe führt darüber hinaus zu einer leichteren Konstruktion.

25 Die offene Ausführung der Nabe führt aber auch zu Strömungsverlusten, sodass je nach Anwendungsfall auch eine geschlossene Bauweise der Nabe von Vorteil sein kann.

Eine ausreichende Breite des Fließgewässers vorausgesetzt ist es im Rahmen der Erfindung denkbar, dass die Wasserkraftma- 30 schine eine Mehrzahl der beschriebenen Schaufelräder nebeneinander aufweist, die auf einer gemeinsamen Welle angeordnet sind und diese bevorzugt gemeinsam antreiben.

35 Die Erfindung betrifft weiters ein Verfahren zum Steuern der erfindungsgemäßen Wasserkraftmaschine. Das Verfahren wird dabei so durchgeführt, dass der Staupegel mit einer Staupegel-

messeinrichtung gemessen wird, dass die Messwerte der Pegel-
messeinrichtung einer Regelungs- oder Steuereinheit zugeführt
werden und das Bremsmoment des elektrischen Generators in
Abhängigkeit von den Messwerten der Staupegelmesseinrichtung
5 derart beeinflusst wird, dass ein vorgegebener Staupegel kon-
stant gehalten wird.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von schematisch in der
Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.
10 In dieser zeigen

Fig.1 eine perspektivische Ansicht des Schaufelrades,

Fig.2 eine Draufsicht auf das Schaufelrad der Fig.1,
15

Fig.3 eine unterwasserseitige perspektivische Ansicht des in
einer kastenartigen Konstruktion gelagerten Schaufelrades,

Fig.4 eine oberwasserseitige perspektivische Ansicht der Ma-
schine in einer in ein Fließgewässer eintauchenden Position,
20

Fig.5 eine Darstellung gemäß Fig.4 in angehobener Position und

Fig.6 eine Schnittansicht gemäß der Linie VI-VI der Fig.4.
25

In Fig.1 ist mit 1 ein Schaufelrad bezeichnet, das eine Nabe 2
und eine Mehrzahl von regelmäßig am Nabenumfang angeordneten
Schaufeln 3 aufweist. Die Schaufeln 3 weisen eine V-Form auf,
wie dies insbesondere in Fig.2 ersichtlich ist. Bei der Aus-
bildung gemäß den Fig. 1 und 2 sind acht Schaufeln 3 vorgese-
hen. Die Anzahl der Schaufeln 3 kann aber auch anders gewählt
werden, wobei dies insbesondere auch vom Durchmesser der Nabe
2 abhängt. Bevorzugt ist eine Schaufelanzahl von 6, 7, 8, 9,
10 oder 12. Der Winkel zwischen den Schenkeln der V-Form kann
35 zwischen 45° und 110° , insbesondere zwischen 60° und 100° lie-
gen und insbesondere 60° , 80° oder 100° betragen. Die Schaufeln
3 weisen eine Höhe auf, die das 0,4 bis 2-fache, bevorzugt das

0,5 bis 1,2-fache des Nabendurchmessers betragen kann. Die Schaufelflächen sind in einem Winkel von 90° zur Nabenoberfläche an der Nabe 2 festgelegt. Die Außenkanten 8 der Schaufeln 3 liegen auf einem konstanten Radius, damit sie über ihre
5 gesamte Breite einen gleichmäßigen Abstand zu einem Kropfblech aufweisen, das weiter unten noch näher beschrieben wird. Die Nabe 2 weist eine Breite auf, die dem 0,5 bis 1,5-fachen, bevorzugt im Wesentlichen dem 1,0-fachen Nabendurchmesser entspricht. Die Nabe 2 ist drehfest mit einer Welle 4 verbunden,
10 den, die mit einer Passfedernut 7 oder kraftschlüssigen Wellenverbindung ausgebildet ist, damit ein Zahnrad für einen Zahnriementrieb oder Mehrrippenkeilriemen drehfest auf der Welle 4 festgelegt werden kann. Stirnseitig weist die Nabe 2 mit Durchbrechungen 5 versehene Abschlussbleche 6 auf.

15

In Fig.3 ist das Schaufelrad 1 in einer kastenförmigen Konstruktion 9 drehbar gelagert. Die kastenförmige Konstruktion 9 besteht aus vier senkrechten Metallstehern 10, die am Boden mit Hilfe wenigstens eines Querträgers und oben mit einem
20 Rahmen 11 miteinander verbunden sind. Der Rahmen 11 dient dabei gleichzeitig als Plattform für die Festlegung weiterer Bauteile, wie beispielsweise eines elektrischen Generators 12 und eines nicht dargestellten Frequenzumrichters. Auf der Welle 4 ist ein Zahnrad 13 angebracht, welches einen Zahnriemen 14 eines Riementriebes antreibt, der wiederum mit einer
25 entsprechenden Übersetzung die Welle des elektrischen Generators 12 in Drehbewegung versetzt. Zur seitlichen Abdichtung des Schaufelrades 1 sind stehende Bleche 15 vorgesehen, die an den Stehern 10 angebracht sind.

30

Die Welle 4 ist in Lagern drehbar gelagert, die an den dem Unterwasser zugewandten Stehern 10 festgelegt sind. Die dem Oberwasser zugewandten Steher 10 hingegen dienen mit ihren
35 seitlich auskragenden Rahmenteilen 16 der Verankerung der Maschine in einem Gerinne und als Rahmenteile für die Streichwehr.

Das Gerinne ist schematisch in Fig.4 dargestellt, wobei die Seitenwände des Gerinnes mit 17 bezeichnet sind. Die Wasserkraftmaschine ist mit Hilfe des Rahmens 11 und Führungsstangen 18 oben auf den Seitenwänden 17 abgestützt. Der Rahmen 11 kann mit Hilfe von nicht näher dargestellten hydraulischen Zylinderkolbenaggregaten oder mechanischen Spindeltrieben entlang der Führungsstangen 18 in Höhenrichtung verschoben werden, sodass die Maschine von der in Fig.4 dargestellten Betriebsposition in die in Fig.5 dargestellte Außerbetriebs- bzw. Wartungsposition gebracht werden kann. Die Maschine stützt sich weiters mit Hilfe der seitlich auskragenden Rahmenteile 16 am Vorsprung 19 der Seitenwände 17 (Fig.5) ab und ist damit gegen den Staudruck gesichert. Zusätzlich können die Steher 10 bzw. die seitlich auskragenden Rahmenteile 16 auch gegen die Seitenwände 17 verspannt werden.

Weiters ist in Fig.4 ein Bodenblech 20 ersichtlich, das sich zwischen den beiden Seitenwänden 17 erstreckt und ein Durchströmen des Wassers unter dem Schaufelrad 1 hindurch verhindert. In der in Fig.4 dargestellten Position des Schaufelrades 1 überlappen das Kropfblech 21 und die zwei seitlich des Schaufelrades 1 angeordneten Streichwehre 22 das Bodenblech 20, wobei die Streichwehre 22 in seitlichen Führungen 23 geführt sind. Im Ausmaß der Überlappung kann die Maschine samt dem Kropfblech 21 und den Streichwehren 22 ausgehend von der in Fig.4 dargestellten Position angehoben werden, um eine Anpassung an das Unterwasserniveau zu erreichen, wobei die Überlappung sicherstellt, dass keine größeren Wassermengen unter dem Schaufelrad 1 hindurchfließen.

In Fig.5 ist die Maschine in einer angehobenen Position dargestellt, sodass das Schaufelrad 1 aus dem Wasser austaucht. In dieser Position können beispielsweise Wartungsarbeiten durchgeführt werden.

In der Schnittansicht gemäß Fig.6 ist nun der durch die unterkante der Nabe 2 definierte Pegel des Unterwassers mit 24 und

der Staupegel des Oberwassers mit 25 bezeichnet. Der Staupegel 25 kann erfindungsgemäß auf Grund des drehzahlabhängigen Schluckvermögens des Schaufelrades 1 geregelt werden. Die Fallhöhe entspricht dabei der Höhendifferenz zwischen Staupegel 25 und Unterwasserpegel 24. Zur Messung des Staupegels 25 ist eine schematisch dargestellte Pegelmesseinrichtung 26 vorgesehen, deren Messwerte einer nicht näher dargestellten Regelungs- oder Steuereinheit zugeführt sind, die mit dem Generator 12 zusammenwirkt.

10

In Fig.6 ist weiters ersichtlich, dass das Kropfblech 21 in dem den Schaufeln 3 des Schaufelrades 1 zugewandten Bereich einen zur Nabe 2 konzentrischen, gekrümmten Verlauf aufweist, sodass zwischen Nabe 2 und Kropfblech 21 ein ringförmiger Strömungskanal für das vom Oberwasser zum Unterwasser fließende Wasser entsteht. Die Außenkanten 8 der Schaufeln 3 liegen dabei ebenfalls auf einem zur Nabe 2 konzentrischen Umfang, sodass möglichst wenig Wasser zwischen den Schaufeln 3 und dem Kropfblech hindurchfließen kann ohne die Schaufeln anzutreiben. Die Drehrichtung des Schaufelrades 1 ist mit dem Bezugszeichen 27 angedeutet.

20

Patentansprüche:

1. Wasserkraftmaschine mit wenigstens einem Schaufelrad, das eine drehbar gelagerte, eine Mehrzahl von Schaufeln tragende Nabe aufweist und das in einem Fließgewässer, insbesondere Gerinne derart einbaubar ist, dass das Schaufelrad mit seiner Nabe ein Stauelement ausbildet, sodass oberwasserseitig ein Staupegel erzeugt wird und die zwischen Oberwasser und Unterwasser gemessene Fallhöhe mit dem Durchmesser der Nabe begrenzt ist, wobei mit der Rotation einer mit der Nabe verbundenen Welle ggf. unter Zwischenschaltung eines Getriebes ein elektrischer drehzahlvariabler Generator gekoppelt ist, der ein variables Bremsmoment auf das Schaufelrad ausübt, dadurch gekennzeichnet, dass eine Pegelmesseinrichtung (26) zur Messung des Staupegels (25) vorgesehen ist, dass die Messwerte der Pegelmesseinrichtung (26) einer Regelungs- oder Steuereinheit zugeführt sind und dass die Regelungs- oder Steuereinheit mit dem elektrischen Generator (12) zur Beeinflussung des Bremsmoments derart zusammenwirkt, dass ein vorgegebener Staupegel konstant gehalten wird.
2. Wasserkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Staupegel (25) ein relativ zur Nabe (2) gemessener Relativ-Staupegel ist.
3. Wasserkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Frequenzumrichter an den elektrischen Generator (12) angeschlossen ist.
4. Wasserkraftmaschine nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Schaufelrad (1) und Generator (12) lediglich Getriebe mit fester oder stufenweise schaltbarer Übersetzung vorgesehen sind.
5. Wasserkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zu beiden Seiten der Wasserkraft-

maschine jeweils ein Streichwehr (22) angeordnet ist, dessen Höhe dem maximal gewünschten Staupegel entspricht.

5 6. Wasserkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Schaufelrad (1) in einer kasten- oder rahmenförmigen Konstruktion (9) drehbar gelagert ist.

10 7. Wasserkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Schaufelrad (1) in Höhenrichtung verstellbar gelagert und in der jeweiligen Höhenposition fixierbar ist.

15 8. Wasserkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein entsprechend dem äußeren Durchmesser des Schaufelrades (1) gekrümmtes Kropfblech (21) vorgesehen ist, das gemeinsam mit dem Schaufelrad (1) in Höhenrichtung verstellbar ist.

20 9. Wasserkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Nabe (2) seitlich offen ausgebildet ist.

25 10. Verfahren zum Steuern einer Wasserkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Staupegel mit einer Staupegelmesseinrichtung gemessen wird, dass die Messwerte der Pegelmesseinrichtung einer Regelungs- oder Steuereinheit zugeführt werden und das Bremsmoment des elektrischen Generators in Abhängigkeit von den Messwerten der
30 Staupegelmesseinrichtung derart beeinflusst wird, dass ein vorgegebener Staupegel konstant gehalten wird.

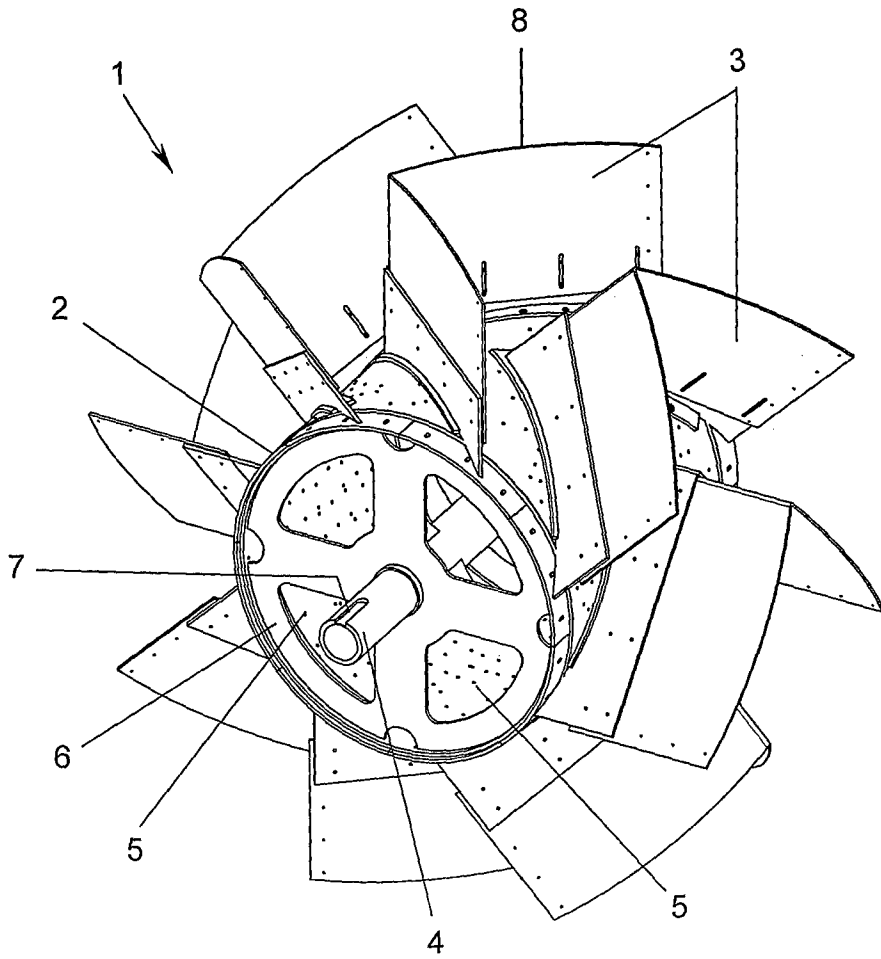


Fig. 1

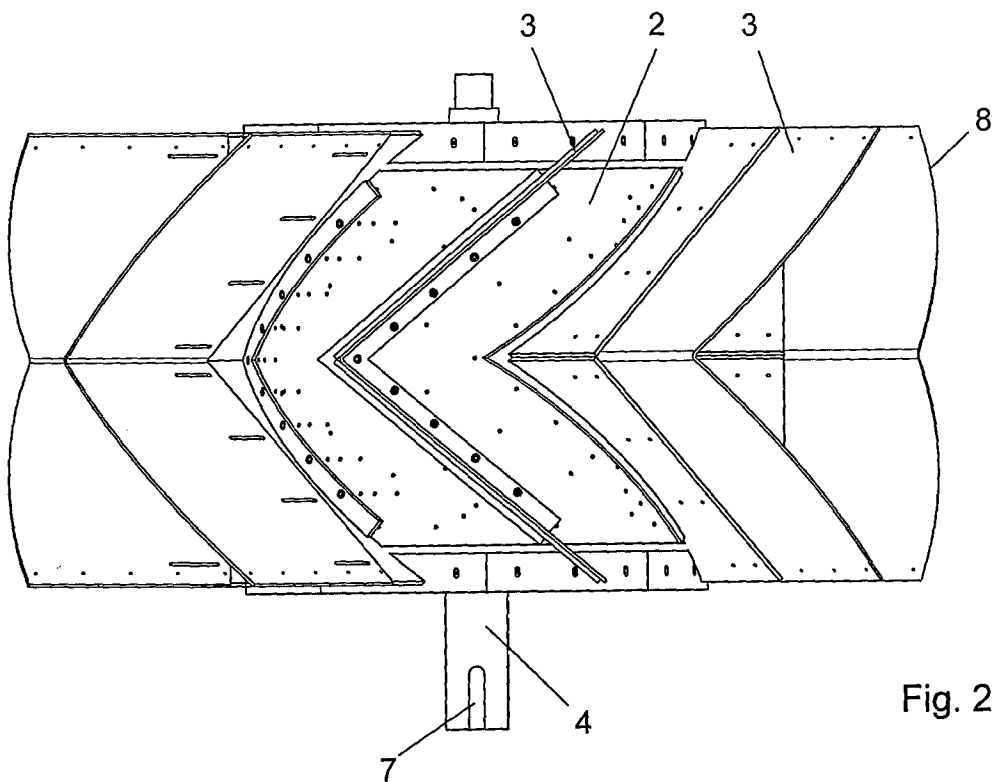


Fig. 2

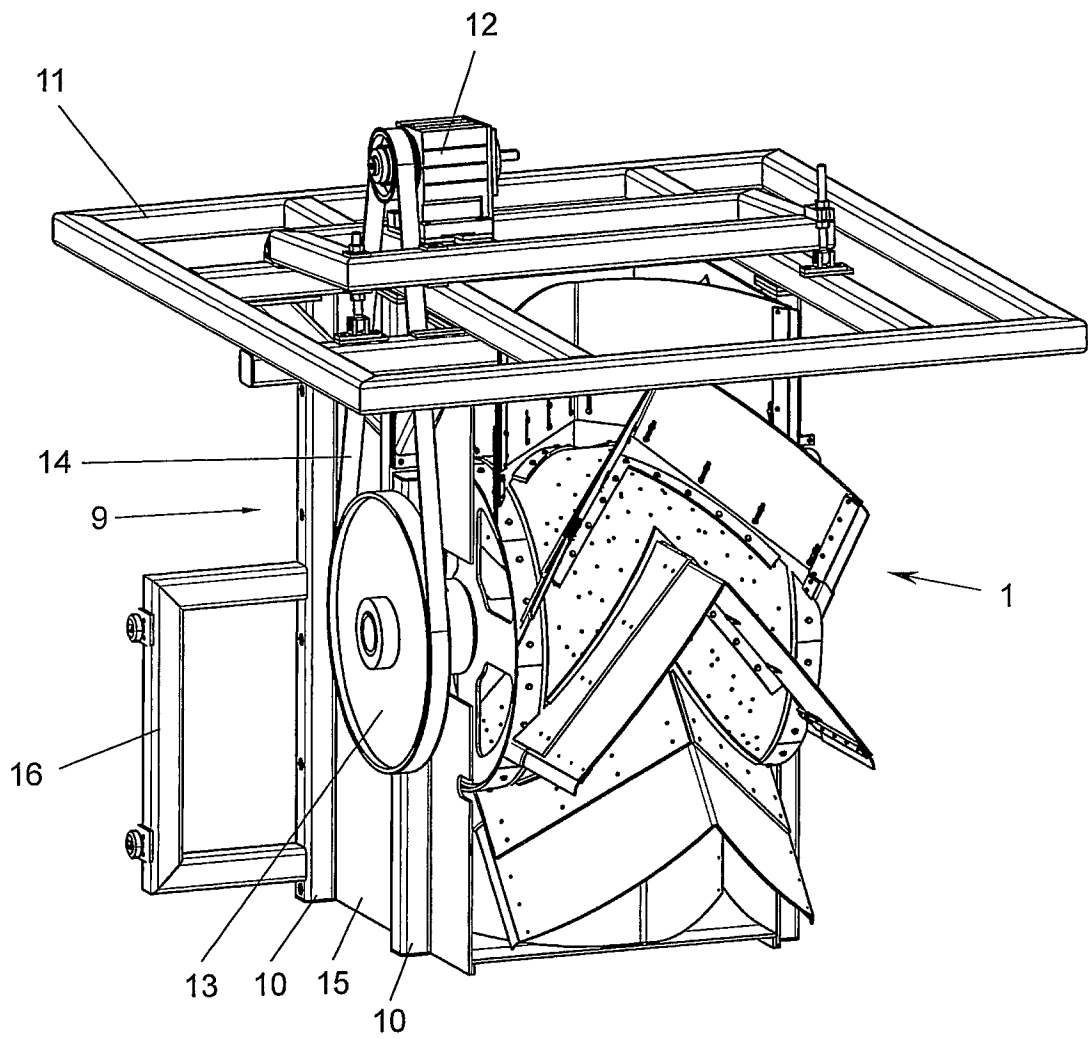


Fig. 3

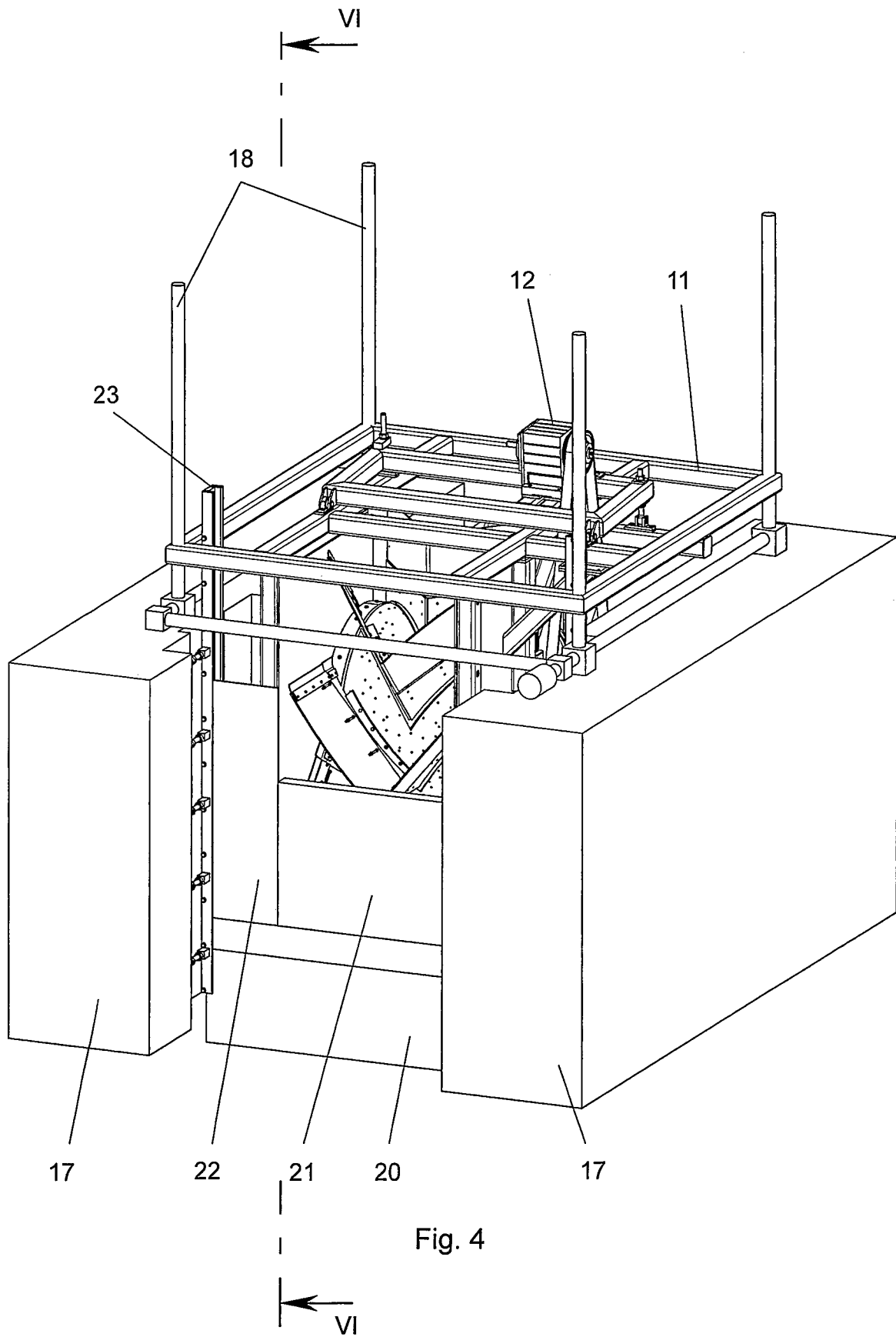


Fig. 4

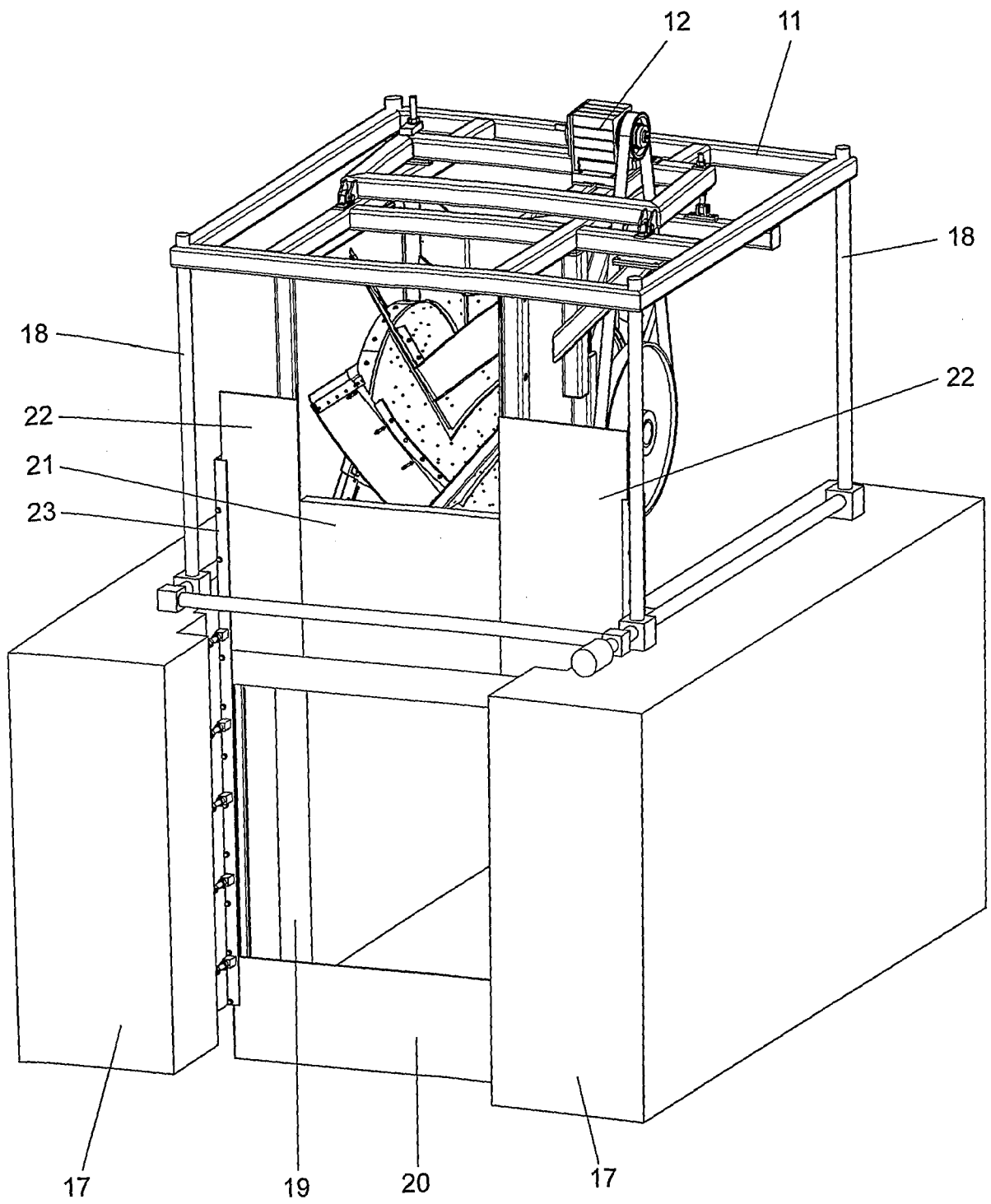


Fig. 5

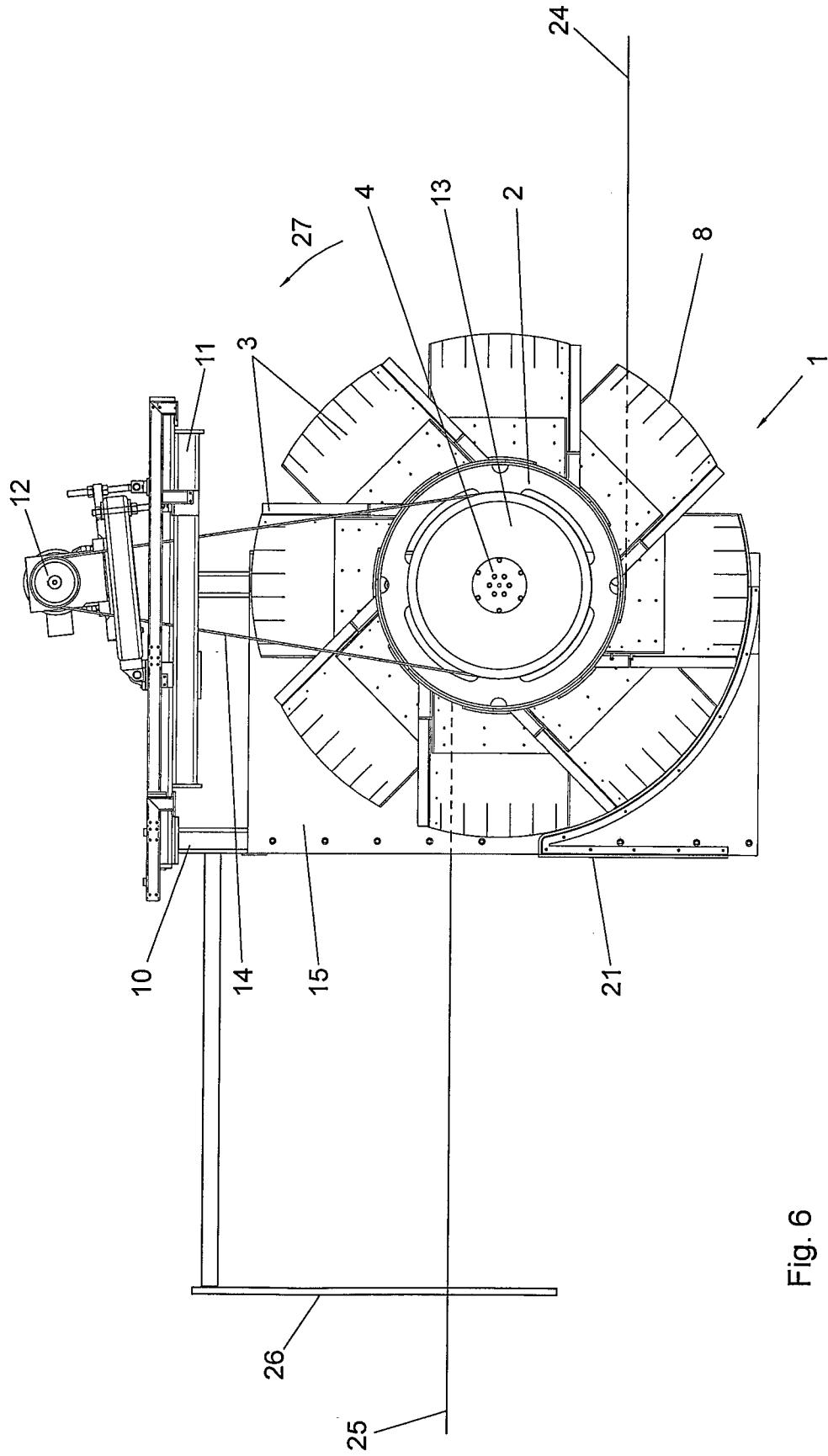


Fig. 6