

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50430/2022
(22) Anmeldetag: 15.06.2022
(45) Veröffentlicht am: 15.06.2023

(51) Int. Cl.: **F03B 11/06** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102008052287 A1
DE 102007003618 A1
DE 102016203596 A1
DE 102009005556 A1

(73) Patentinhaber:
Global Hydro Energy GmbH
4085 Hofkirchen im Mühlkreis (AT)

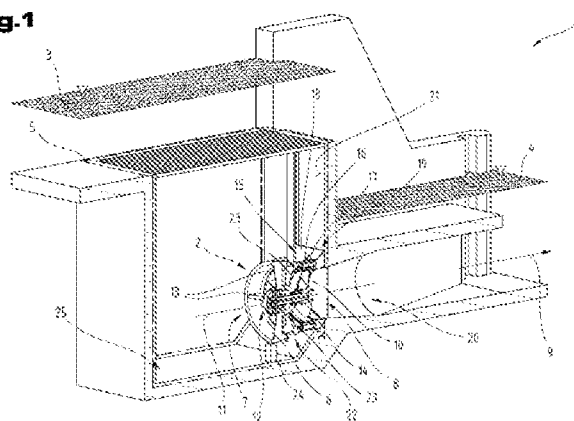
(72) Erfinder:
Witti Christian
4085 Wesenufer (AT)

(74) Vertreter:
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt
GmbH
4580 Windischgarsten (AT)

(54) **Lagerschmierung einer Schacht-Turbine mittels natürlicher Druckdifferenz**

(57) Die Erfindung betrifft eine Turbinen-Generatoreinrichtung (2) umfassend ein Ringgehäuse (6) mit einer Lagervorrichtung (12), einen Ringgenerator (15), und ein, mit einer Turbinenwelle (14) drehfest gekoppeltes Turbinenlaufrad (10). Die Lagervorrichtung (12) umfasst ein erstes Axialgleitlager (26), ein zweites Axialgleitlager (27) und ein erstes Radialgleitlager (28a), wobei eine entlang der Turbinendrehachse (11) ausgerichtete Turbinenwelle (14) mittels der Gleitlager (26, 27, 28) gelagert ist. An einem ersten axialen Stirnende (29) der Lagervorrichtung (12) ist eine Filter- und Fördervorrichtung (30) für die den Gleitlagern (26, 27, 28) zuzuführende Kühl- und Schmierflüssigkeit ausgebildet. Ein erster Lagerspaltraum (31) des ersten Axialgleitlagers (26), nachfolgend ein zweiter Lagerspaltraum (32) des zweiten Axialgleitlagers (27) und nachfolgend ein dritter Lagerspaltraum (33) des ersten Radialgleitlagers (28a) sind sequentiell von der Kühl- und Schmierflüssigkeit durchströmbar, wobei die Kühl- und Schmierflüssigkeit in einem, den Gleitlagern (26, 27, 28) entlang dem Strömungspfad (34) der Kühl- und Schmierflüssigkeit nachfolgendem bzw. nachgelagertem Sammelraum (35) einströmbar ist.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Turbinen-Generatoreinrichtung zur Stromerzeugung durch Energieumwandlung eines Abflusses zwischen einem Oberwasser und einem Unterwasser. Die Turbinen-Generatoreinrichtung umfasst eine Lagervorrichtung mit Gleitlagern und einer Filter- und Fördervorrichtung für die den Gleitlagern zuzuführende Kühl- und Schmierflüssigkeit. Aus dem Stand der Technik sind artverwandte Dokument bekannt.

[0002] Die EP2250367B1 zeigt beispielsweise eine Rohrturbinen-Generatoreinheit umfassend ein Turbinenlaufrad, eine Antriebswelle, die mit dem Turbinenlaufrad drehstarr verbunden ist, einen elektrischen Generator mit einem Generatorläufer und einem Generatorstator, wobei der Generatorläufer wenigstens mittelbar von der Antriebswelle angetrieben wird, ein Rohrturbinengehäuse, das den elektrischen Generator umschließt, eine Lageranordnung, die innerhalb des Rohrturbinengehäuses angeordnet ist und die zur Lagerung der Antriebswelle dient, einen flutbareren Raumbereich im Inneren des Rohrturbinengehäuses, der im Betrieb der Rohrturbinen-Generatoreinheit mit Wasser geflutet ist, wobei der Generatorspalt zwischen dem Generatorläufer und dem Generatorstator und der Lagerspalt der Lageranordnung Teil des flutbaren Raumbereichs sind.

[0003] Weiters zeigt DE102009021289A1 eine Lageranordnung, umfassend ein Lager, das von einem Medium, insbesondere Wasser, durchströmt ist, eine Welle, die in dem Lager aufgenommen ist, eine Filtereinrichtung, die dem Lager einströmseitig vorgeschaltet ist, und die Partikel aus dem Medium entfernt, wobei die Filtereinrichtung eine Schutzkappe und einen Feinfilter umfasst, wobei die Schutzkappe dem Feinfilter einströmseitig vorgeschaltet ist, und eine Fördereinrichtung für das Medium, die zwischen der Schutzkappe und dem Feinfilter angeordnet ist.

[0004] Die aus dem Stand der Technik bekannten Ausgestaltungsformen von Lageranordnungen beschreiben insbesondere für die Verwendung Turbinen-Generatoreinrichtung mit einem Ringgenerator in einem Schachtkraftwerk nur bedingt zufriedenstellende Lösungen.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und eine Turbinen-Generatoreinrichtung mit einer Lagervorrichtung zur Verfügung zu stellen, mittels welcher Lagervorrichtung einerseits eine besonders gleichmäßige Durchströmung der Gleitlager gewährleistet wird und andererseits der konstruktive Aufwand und die notwendigen Hilfsorgane und -mittel der Turbinen-Generatoreinrichtung verringert sind.

[0006] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß den Ansprüchen gelöst.

[0007] Die erfindungsgemäße Turbinen-Generatoreinrichtung zur Stromerzeugung durch Energieumwandlung eines Abflusses zwischen einem Oberwasser mit einem Oberwasserniveau und einem Unterwasser mit einem Unterwasserniveau in einem Schachtkraftwerk mit einem Einlaufbecken umfasst ein Ringgehäuse mit einem Einlaufbereich und einem Auslaufbereich, einen Ringgenerator, und ein Turbinenlaufrad mit einer Turbinendrehachse. Das Ringgehäuse umfasst im Einlaufbereich eine längs der Turbinendrehachse ausgerichtete birnenförmige Lagervorrichtung, wobei die Lagervorrichtung am Ringgehäuse mittels zumindest eines Verbindungselementes lagefest gehalten ist. Die Lagervorrichtung umfasst ein erstes hydrodynamische Axialgleitlager, ein zweites, von dem ersten Axialgleitlager in Richtung der Turbinendrehachse beabstandetes hydrodynamische Axialgleitlager und ein erstes hydrodynamisches Radialgleitlager, wobei eine entlang der Turbinendrehachse ausgerichtete Turbinenwelle mittels der Gleitlager gelagert ist, wobei das Turbinenlaufrad im Auslaufbereich mit der Turbinenwelle drehfest gekoppelt ist. An einem ersten axialen Stirnende der Lagervorrichtung bzw. im Einlaufbereich umfasst die Lagervorrichtung eine Filter- und Fördervorrichtung für die den Gleitlagern zuzuführende Kühl- und Schmierflüssigkeit.

[0008] Ein erster Lagerspaltraum des ersten Axialgleitlagers, nachfolgend ein zweiter Lagerspaltraum des zweiten Axialgleitlagers und nachfolgend ein dritter Lagerspaltraum des ersten Radialgleitlagers sind sequentiell, bzw. seriell oder in Serie von der Kühl- und Schmierflüssigkeit durchströmbar, wobei die Kühl- und Schmierflüssigkeit in einem, den Gleitlagern entlang dem Strö-

mungspfad der Kühl- und Schmierflüssigkeit nachfolgendem bzw. nachgelagertem Sammelraum einströmbar ist.

[0009] Die Turbinenwelle weist zumindest abschnittsweise zumindest einen im Wesentlichen parallel zur Turbinendrehachse ausgerichteten Strömungskanal auf, wobei der Strömungskanal im Auslaufbereich der Turbinen-Generatoreinrichtung bzw. im Bereich der Kopplung der Turbinenwelle mit dem Turbinenlaufrad mit dem durch die Turbinen-Generatoreinrichtung durchströmenden Betriebsmedium fluidisch koppelbar ist, sodass die Kühl- und Schmierflüssigkeit in Durchströmrichtung durch die Turbinen-Generatoreinrichtung gesehen dem Turbinenlaufrad nachfolgend in den Abfluss des Schachtkraftwerks übergeben wird. Dazu weist die Turbinenwelle einen, mit dem Strömungskanal und dem Sammelraum fluidisch koppelbaren Verbindungskanal auf, sodass die Lagervorrichtung von der Kühl- und Schmierflüssigkeit durchströmbar ist.

[0010] Damit ist die Lagervorrichtung bzw. sind alle Gleitlager der Lagervorrichtung von Kühl- und Schmierflüssigkeit durchströmbar, wobei die Kühl- und Schmierflüssigkeit aufgrund der natürlich vorherrschenden bzw. durch die Ausgestaltung des Schachtkraftwerks und der Turbinen-Generatoreinrichtung bedingte Druckdifferenz zwischen Einlaufbereich und Auslaufbereich durch die Lagerspalträume der Gleitlager führbar ist. Vorteilhaft ist dabei, dass auf Grund der Nutzung der natürlichen Druckdifferenz zwischen Einlauf- und Auslaufbereich bzw. zwischen vor und nach der Turbinen-Generatoreinrichtung, eine einfache Konstruktion der Lagervorrichtung ermöglicht wird und dadurch die Notwendigkeit zusätzlicher Hilfsaggregate zur Bereitstellung der Kühl- und Schmierflüssigkeit vermieden wird. Durch die vereinfachte konstruktive Ausgestaltungsform sind, neben den offensichtlichen wirtschaftlichen Vorteilen in Herstellung und Betrieb der Turbinen-Generatoreinrichtung, unter anderem auch die Lebensdauer und die Standfestigkeit der Turbinen-Generatoreinrichtung verbessert.

[0011] Des Weiteren kann es zweckmäßig sein, wenn der Strömungskanal entlang der Turbinendrehachse und rotationssymmetrisch zur Turbinendrehachse ausgebildet ist. Weiters kann es zweckmäßig sein, wenn mehrere über den Umfang der Turbinenwelle verteilt vorgesehene Verbindungskanäle vorgesehen sind. Dadurch kann die Turbinenwelle zumindest abschnittsweise als Hohlwelle ausgebildet werden um die Kühl- und Schmierflüssigkeit zentral aus dem Sammelraum abführen zu könne. Dadurch wird in den Lagerspalten eine in Umfangrichtung möglichst homogene Druckverteilung der Kühl- und Schmierflüssigkeit ermöglicht, was zu einer verbesserten Lebensdauer und Verschleißfestigkeit der Gleitlager führt.

[0012] Ferner kann vorgesehen sein, dass der Strömungskanal im Auslaufbereich ein Drossel-Element und/oder ein Diffusor-Element umfasst. Wird die Turbinen-Generatoreinrichtung im Wesentlichen baugleich für unterschiedliche Fallhöhen bzw. Durchflüssen an beispielsweise unterschiedlichen Standorten eingesetzt, so kann mittels des Drossel-Elements und/oder des Diffusor-Elements ein Gegendruck im Strömungskanal eingestellt werden, sodass die Druckdifferenz der Kühl- und Schmierflüssigkeit zwischen Filter- und Fördervorrichtung und dem Strömungskanal dahingehend einstellbar ist, dass eine vorteilhaft Kühlung und eine ausreichende Schmierung der Gleitlager realisiert werden kann.

[0013] Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass mehrere in Umfangsrichtung verteilt angeordnete und jeweils mit dem Strömungskanal fluidisch koppelbare Verbindungskanäle ausgebildet sind. Dadurch kann die Druckverteilung in den Lagerspalträumen homogenisiert werden, da ein gleichmäßiges Ausströmen des Kühl- und Schmiermittels aus dem Sammelraum in den Strömungskanal durch die in Umfangsrichtung verteilten Verbindungskanäle begünstigt wird.

[0014] Vorteilhaft ist auch eine Ausprägung, gemäß welcher vorgesehen sein kann, dass mehrere in Umfangsrichtung verteilt angeordnete Strömungskanäle ausgebildet sind und mehreren in Umfangsrichtung verteilt angeordnete und jeweils mit einem Strömungskanal fluidisch koppelbare Verbindungskanäle ausgebildet sind. Anders gesagt, ist eine Ausgestaltungsform denkbar, bei welcher nicht ein zentraler Strömungskanal vorgesehen ist, sondern bei welcher mehrere Strömungskanäle vorgesehen sein können und jeder dieser Strömungskanäle eine Verbindungskanal zum Sammelraum aufweist. Dadurch muss die Turbinenwelle nicht abschnittsweise als Hohlwelle mit einem zentralen Strömungskanal ausgeführt werden, sondern die einzelnen in Um-

fangrichtung verteilt ausgebildeten Strömungskanäle können als einzelne Bohrungen hergestellt sein. Damit kann die Festigkeit der Turbinenwelle positiv beeinflusst werden und gegebenenfalls eine Turbinenwelle mit einem geringeren maximalen Außendurchmesser als bei einer Ausführung als Hohlwelle realisiert werden. Gleichzeitig wird durch die in Umfangsrichtung verteilt ausgebildeten Strömungskanäle und deren zugehörigen Verbindungskanälen eine gleichmäßige Ausströmung des Kühl- und Schmiermittels aus dem Sammelraum begünstigt.

[0015] Gemäß einer Weiterbildung ist es möglich, dass die Lagervorrichtung ein zweites, von dem ersten Radialgleitlager in Durchströmrichtung axial beabstandetes hydrodynamische Radialgleitlager umfasst, wobei das zweite Radialgleitlager einen vierten Lagerspaltraum umfasst, wobei die Kühl- und Schmierflüssigkeit in einem, den Gleitlagern entlang dem Strömungspfad der Kühl- und Schmierflüssigkeit nachfolgendem bzw. nachgelagertem Sammelraum einströmbar ist. Durch die Vorsehung eines zweiten Radialgleitlagers, welches axial vom ersten Radialgleitlager beabstandet angeordnet ist, kann die Durchbiegung der Turbinenwelle verringert werden, was zu einer homogenen Durchströmung der Lagerspalträume aller Gleitlager mit Kühl- und Schmierflüssigkeit führt. Dadurch werden wiederum die Standzeit als auch die Wartungsintervalle der Turbinen-Generatoreinrichtung erhöht.

[0016] Ferner kann es zweckmäßig sein, wenn im Bereich der Kopplung der Turbinenwelle mit dem Turbinenlaufrad ein zweiter Kühl- und Schmierflüssigkeitszulauf ausgebildet ist, wobei der vierte Lagerspaltraum mit dem zweiten Kühl- und Schmierflüssigkeitszulauf und dem Sammelraum fluidisch koppelbar ist, sodass der vierte Lagerspaltraum mittels dem zweiten Kühl- und Schmierflüssigkeitszulauf mit, aus dem die Turbinen-Generatoreinrichtung im Betrieb durchströmenden Betriebsmedium entnommener Kühl- und Schmierflüssigkeit durchströmbar ist. Vorteilhaft ist dabei, dass insbesondere bei einer zu geringen natürlichen Druckdifferenz zwischen Einlauf- und Auslaufbereich als auch bei einer zu hohen Drosselwirkung des ersten, zweiten und dritten Lagerspaltraums das zweite Radialgleitlager mittels des zweiten Kühl- und Schmierflüssigkeitszulaufs unabhängig von den restlichen Gleitlagern mit Kühl- und Schmierflüssigkeit versorgbar ist. Dadurch können die Gleitlager der Lagervorrichtung insbesondere beim Einsatz der Turbinen-Generatoreinrichtung bei geringen Fallhöhen auf vorteilhafte Weise und schonend betrieben werden.

[0017] Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass der vierte Lagerspaltraum des zweiten Radialgleitlagers dem dritten Lagerspaltraum nachfolgend sequentiell bzw. in Serie oder seriell von der Kühl- und Schmierflüssigkeit, welche dem Betriebsmedium der Turbinen-Generatoreinrichtung mittels der Filter- und Fördervorrichtung entnehmbar ist, durchströmbar ist. Vorteilhaft ist dabei, dass die gesamte Kühl- und Schmierflüssigkeitsmenge von der Filter- und Fördervorrichtung bereitgestellt wird und somit mögliche Verunreinigungen der Kühl- und Schmierflüssigkeit zentral an einer Bauteilkomponente bzw. in einem Bereich der Turbinen-Generatoreinrichtung beeinflussbar sind. Dadurch kann bei sorgfältiger Auslegung der Filter- und Fördervorrichtung die Standzeit bzw. können die Wartungsintervalle der Turbinen-Generatoreinrichtung und auch die Lebensdauer der Gleitlager erheblich verbessert werden.

[0018] Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass die Filter- und Fördervorrichtung eine mit der Turbinenwelle drehfest gekoppelte Abdeckscheibe umfasst, wobei zwischen der Abdeckscheibe und der Lagervorrichtung ein erster Kühl- und Schmierflüssigkeitszulauf ausgebildet ist, und wobei die Abdeckscheibe und/oder die Lagervorrichtung im Bereich der Abdeckscheibe ausgehend von einem ersten Radialabstand in Richtung eines zweiten, relativ zum ersten Radialabstand größeren Radialabstand zumindest eine Nut, eine Rille, einen Abstreifer, eine Gummilippe oder ein ähnliches Leitorgan im ersten Kühl- und Schmierflüssigkeitszulauf aufweist. Es kann also vorteilhaft sein, wenn im Bereich des ersten Kühl- und Schmiermittelzulaufs an der Abdeckscheibe oder an der Lagervorrichtung im Bereich der Abdeckscheibe beispielsweise eine Vertiefung vorgesehen ist, welche Vertiefung sich in Radialrichtung relativ zur Turbinendrehachse von innen nach außen erstreckt. Ist die Abdeckscheibe drehbeweglich mit der Turbinenwelle gekoppelt, so entsteht in der Vertiefung bzw. beispielsweise auch bei Verwendung eines Abstreifers, eine relativ zur Turbinendrehachse radial nach außen gerichtete Zentrifugalkraft, damit werden insbesondere Sedimente oder andere Verunreinigungen des Betriebsmediums, bzw. der Kühl- und Schmier-

flüssigkeit aus dem ersten Kühl- und Schmierflüssigkeitszulauf entfernt.

[0019] Gemäß einer besonderen Ausprägung ist es möglich, dass die Lagerspalträume Spülnuten aufweisen, wobei eine erste Spaltweite des ersten Kühl- und Schmierflüssigkeitszulaufs kleiner ist als eine Tiefe der Spülnuten. Damit kann ein Verstopfen der Lagerspalträume auf einfache Weise verhindert werden, was wiederum zu einer verbesserten Lebensdauer der Gleitlager und damit der gesamten Turbinen-Generatoreinrichtung führt. Gleichzeitig ist diese Maßnahme auch wirtschaftlich vorteilhaft gegenüber einer möglichen aufwändigen Filtrierung der Kühl- und Schmierflüssigkeit.

[0020] Entsprechend einer vorteilhaften Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass die Filter- und Fördervorrichtung ein mit der Turbinenwelle drehenergetisch gekoppeltes Förderorgan umfasst, wobei die den Gleitlagern zuzuführende Kühl- und Schmierflüssigkeit zum ersten Lagerspaltraum förderbar ist. Es ist auch denkbar, dass das Förderorgan hydraulisch mit der Turbinenwelle gekoppelt ist. Bei einer Vorsehung eines Förderorgans ist vorteilhaft, dass das Druckniveau der den Gleitlagern zuzuführenden Kühl- und Schmierflüssigkeit auf einfache Weise erhöht werden kann. Gleichzeitig sind durch die drehenergetische oder hydraulische Kopplung des Förderorgans mit der Turbinenwelle keine zusätzlichen Hilfsaggregate zur Bereitstellung der benötigten Förderleistung erforderlich, was die Wirtschaftlichkeit der Turbine-Generatoreinrichtung verbessert.

[0021] Insbesondere kann es vorteilhaft sein, wenn die Turbinen-Generatoreinrichtung eine Strömungsleitvorrichtung mit Leitelementen umfasst, wobei die Strömungsleitvorrichtung in Durchströmrichtung zwischen dem zumindest einen Verbindungselement und dem Ringgenerator angeordnet ist, wobei die Leitelemente jeweils einerseits an der Lagervorrichtung mittels einem Gleitlager gelagert sind, wobei die Strömungsleitvorrichtung mittels einer ersten Verstellvorrichtung zur aktiven Regelung der Anströmung des Turbinenlaufrades vorgesehen ist.

[0022] Dadurch können im Hinblick auf die hydraulische Auslegung des Turbinenlaufrads einfachere Laufschaufel- bzw. Turbinenlaufrad-Geometrien realisiert werden, da die Strömungsleitvorrichtung im Zusammenwirken mit dem Turbinenlaufrad eine hydraulisch vorteilhafte Ausgestaltung der Hydraulikbauteile ermöglicht. In weiterer Folge kann somit die Bauform der Turbinen-Generatoreinrichtung in Bezug auf die axiale Erstreckung dergleichen kompakter realisiert werden, was wiederum in Bezug auf Belastungen, Durchbiegungen und auch in Bezug auf die notwendige Festigkeit der Einzelkomponenten der Turbinen-Generatoreinrichtung diverse Vorteile mit sich bringt. In Bezug auf die Lagervorrichtung können somit die Durchbiegungen der Turbinenwelle verringert werden, was in weiterer Folge zu einer erhöhten Lebensdauer der Gleitlager und zu den damit verbunden und bereits beschriebenen Vorteilen führt.

[0023] Ferner kann vorgesehen sein, dass die Turbinen-Generatoreinrichtung zur Gänze im Einlaufbecken des Schachtkraftwerks aufnehmbar ist. Dabei ist vorteilhaft, dass die gesamte Turbinen-Generatoreinrichtung vom Betriebsmedium umspült ist und somit zu jedem Zeitpunkt im Betrieb der Turbinen-Generatoreinrichtung eine ausreichende Versorgung der Kühl- und Schmierflüssigkeitszuläufe mit Kühl- und Schmierflüssigkeit gewährleistet ist.

[0024] Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass zumindest drei Verbindungselemente ausgebildet sind, wobei die Lagervorrichtung am Ringgehäuse mittels der zumindest drei Verbindungselemente lagefest gehalten ist. Dadurch kann eine besonders stabile Positionierung der Lagervorrichtung zum Ringgehäuse realisiert werden, wodurch insbesondere vom Turbinenlaufrad oder den anderen hydraulischen Komponenten induzierte Schwingungen auf verbesserte Weise aufnehmbar und dämpfbar sind. In Bezug auf die Lagervorrichtung verbessert diese Maßnahme wiederum die Lebensdauer der Turbinen-Generatoreinrichtung.

[0025] Vorteilhaft ist auch eine Ausprägung, gemäß welcher vorgesehen sein kann, dass der Ringgenerator der Turbinen-Generatoreinrichtung als Synchrongenerator ausgebildet ist, wobei als Erregung permanentmagnetische Pole und/oder eine bürstenlose Erregermaschine im Ringgenerator-Rotor vorgesehen sind/ist. Dadurch wird die Bauform der Turbinen-Generatoreinrichtung kompakter und der Ringgenerator-Rotor hat ein verringertes Gewicht, was bei geringerer Durchbiegung der Turbinenwelle die Gleitlager schont.

[0026] Gemäß einer Weiterbildung ist es möglich, dass der Ringgenerator mittels einer elektronischen Regelvorrichtung drehzahlregelbar ausgebildet ist. Durch die Regelbarkeit der Drehzahl der Turbinen-Generatoreinrichtung kann die Turbinen-Generatoreinrichtung aufgrund der dadurch vereinfachbaren hydraulischen Ausgestaltung der Turbinen-Generatoreinrichtung in deren Bauform kompakter hergestellt werden, was auch ein verringertes Gewicht bewirkt, was bei geringerer Durchbiegung der Turbinenwelle die Gleitlager schont.

[0027] Ferner kann es zweckmäßig sein, wenn das Turbinenlaufrad drehbar gelagerte Turbinenschaufeln aufweist, wobei die Turbinenschaufeln einerseits am Ringgenerator-Rotor gelagert sind und andererseits an der Lagervorrichtung gelagert sind, wobei die Turbinenschaufeln mittels einer zweiten Verstellvorrichtung verdrehbar sind. Dadurch wird die Regelbarkeit der Turbinen-Generatoreinrichtung auf einen Breiteren Betriebsbereich verbessert was wiederum eine vereinfachte hydraulische Ausgestaltung der Turbinen-Generatoreinrichtung mit sich bringen kann und somit die bereits genannten Vorteile ergibt bzw. erweitert.

[0028] Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass das Ringgehäuse im Einlaufbereich eine Abstützvorrichtung aufweist, wobei die Turbinen-Generatoreinrichtung mittels der Abstützvorrichtung an einem Boden des Einlaufbeckens abstützbar ist. Damit wird die Stabilität der Turbinen-Generatoreinrichtung erhöht, was sich insbesondere vorteilhaft auf die Lebensdauer der Gleitlager auswirken kann.

[0029] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0030] Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

[0031] Fig. 1 ein Schachtkraftwerk mit einer ersten Ausgestaltungsform einer Turbinen-Generatoreinrichtung;

[0032] Fig. 2 Schnittdarstellung der Turbinen-Generatoreinrichtung mit einer möglichen Ausgestaltungsform der Lagervorrichtung.

[0033] Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

[0034] Fig. 1 zeigt ein Schachtkraftwerk 1 mit einer gegebenenfalls für sich eigenständigen ersten Ausgestaltungsform einer Turbinen-Generatoreinrichtung 2. Die Turbinen-Generatoreinrichtung 2 kann zur Stromerzeugung durch Energieumwandlung eines Abflusses zwischen einem Oberwasserniveau 3 und einem Unterwasserniveau 4 ausgebildet sein. Die Turbinen-Generatoreinrichtung 2 kann in einem Einlaufbecken 5 des Schachtkraftwerks 1 angeordnet sein. Die Turbinen-Generatoreinrichtung 2 kann ein Ringgehäuse 6 mit einem Einlaufbereich 7 und einem Auslaufbereich 8 umfassen, wobei der Abfluss zwischen Oberwasserniveau 3 bzw. aus dem Einlaufbecken 5 des Schachtkraftwerks 1 zum Unterwasserniveau 4 in Durchströmrichtung 9 durch das Ringgehäuse 6 leitbar ist und somit durch die Turbinen-Generatoreinrichtung 2 leitbar ist.

[0035] Weiters kann die Turbinen-Generatoreinrichtung 2 ein Turbinenlaufrad 10 mit einer Turbinendrehachse 11 umfassen. Auch kann das Ringgehäuse 6 im Einlaufbereich 7 eine längs der Turbinendrehachse 11 ausgerichtete tropfenförmige oder birnenförmige Lagervorrichtung 12 aufweisen, wobei die Lagervorrichtung 12 mit dem Ringgehäuse 6 mittels zumindest einem Verbindungselement 13 bzw. vorzugsweise vier Verbindungselementen 13 lagefest verbunden bzw. gehalten ist. Das Turbinenlaufrad 10 kann mit einer entlang der Turbinendrehachse 11 ausgerichteten Turbinenwelle 14 drehfest gekoppelt sein, wobei die Turbinenwelle 14 mittels der Lagervorrichtung 12 gelagert sein kann.

[0036] Weiters kann die Turbinen-Generatoreinrichtung 2 einen Ringgenerator 15 mit einem

Ringgenerator-Stator 16 und einem Ringgenerator-Rotor 17 umfassen. Der Ringgenerator-Stator 16 kann im Auslaufbereich 8 drehfest mit dem Ringgehäuse 6 gekoppelt sein und der Ringgenerator-Rotor 17 kann mit dem Turbinenlaufrad 10 an einem Außendurchmesser, bzw. mit einzelnen Laufschaufeln des Turbinenlaufrads 10 an einem radial von der Turbinendrehachse 11 distanzierendem Außendurchmesser des Turbinenlaufrads 10 drehfest gekoppelt sein, sodass der Ringgenerator-Rotor 17 im Betrieb der Turbinen-Generatoreinrichtung 2 bei Drehung des Turbinenlaufrads 10 eine Drehung um die Turbinendrehachse 11 relativ zum Ringgenerator-Stator 16 erfährt.

[0037] Bezüglich des Turbinenlaufrades 10 ist es denkbar, dass dieses drehbar gelagerte Turbinenschaufeln aufweisen kann, wobei die Turbinenschaufeln am Ringgenerator-Rotor 17 und an einer mit der Turbinenwelle 14 gekoppelten Nabel verdrehbar gelagert sein können.

[0038] Weiters kann der Ringgenerator 15 als Synchrongenerator ausgebildet sein, wobei der Ringgenerator-Rotor 17 als Erregung permanentmagnetische Pole und/oder eine bürstenlose Erregermaschine umfassen kann. Des Weiteren kann der Ringgenerator 15 mittels einer elektronischen Regelvorrichtung drehzahlregelbar ausgebildet sein.

[0039] Weiters kann die Turbinen-Generatoreinrichtung 2 ein Tragelement 18 mit einer Anschlussfläche 19 umfassen. Das Tragelement 18 kann dabei in Durchströmrichtung 9 dem Ringgenerator-Stator 16 bzw. dem Ringgenerator 15 nachgelagert angeordnet sein und mit dem Ringgenerator-Stator 16 drehfest gekoppelt sein. Somit kann die Turbinen-Generatoreinrichtung 2 am Tragelement 18 gelagert werden.

[0040] Die Turbinen-Generatoreinrichtung 2 kann zumindest zwischen einer Wartungsposition und einer Betriebsposition verlagerbar sein, wobei die Turbinen-Generatoreinrichtung 2 bei Positionierung in der Wartungsposition vorzugsweise oberhalb des Unterwasserniveaus 4 positioniert ist und die Turbinen-Generatoreinrichtung 2 bei Positionierung in der Betriebsposition derart positioniert ist, dass der Abfluss zwischen Oberwasser und Unterwasser durch die Turbinen-Generatoreinrichtung 2 mit einem Saugrohr 20 bzw. einem Strömungskanal mit dem Unterwasser fluidisch koppelbar ist. Bei Positionierung der Turbinen-Generatoreinrichtung 2 in der Betriebsposition kann das Tragelement 18 derart ausgebildet sein, dass die Anschlussfläche 19 an einer beispielsweise an der Bauwerkstruktur des Schachtkraftwerks 1 situierten Gegenanschlussfläche 21 bzw. an einem dem Unterwasser zugewandtem Wandabschnitt des Einlaufbeckens 5 zur Anlage kommt bzw. daran angepresst wird.

[0041] Weiters kann vorgesehen sein, dass die Turbinen-Generatoreinrichtung 2 eine Strömungsleitvorrichtung 22 mit einzelnen Leitelementen 23 bzw. mit einzelnen Leitschaufeln umfasst. Die Strömungsleitvorrichtung 22 kann in Durchströmrichtung 9 dem zumindest einem Verbindungselement 13 bzw. den Verbindungselementen 13 nachgelagert angeordnet sein. Es kann vorgesehen sein, dass sich die Leitelemente 23 ausgehend von der Oberfläche der Lagervorrichtung 12 bis zu einer Innenfläche des Ringgehäuses 6 erstrecken, wobei die Leitelemente 23 an der Lagervorrichtung 12 fliegend gelagert sein können und am Ringgehäuse 6 gelagert sein können. Dabei kann die Strömungsleitvorrichtung 22 eine Verstellvorrichtung wie beispielsweise einen Regulierring umfassen, mittels welcher Verstellvorrichtung die Leitelemente 23 verstellbar sind, um so eine aktive Regelung der Anströmung des Turbinenlaufrades 10 gewährleisten bzw. ermöglichen zu können.

[0042] Auch kann noch vorgesehen sein, dass die Turbinen-Generatoreinrichtung 2 bzw. das Ringgehäuse 6 im Einlaufbereich 7 eine Abstützvorrichtung 24 umfasst, wobei die Turbinen-Generatoreinrichtung 2 mittels der Abstützvorrichtung 24 am Boden 25 des Einlaufbeckens 5 abstützbar ist.

[0043] Fig. 2 zeigt eine Schnittdarstellung der Turbinen-Generatoreinrichtung 2 mit einer möglichen Ausgestaltungsform der Lagervorrichtung 12, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in der vorangegangenen Fig. 1 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in der vorangegangenen Fig. 1 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

[0044] Wie in Fig. 2 dargestellt kann die Lagervorrichtung 12 der Turbinen-Generatoreinrichtung 2 ein erstes hydrodynamisches Axialgleitlager 26, ein zweites hydrodynamisches Axialgleitlager 27 und ein erstes hydrodynamisches Radialgleitlager 28a umfassen. Das zweite Axialgleitlager 27 kann in Richtung der Turbinendrehachse 11 vom ersten Axialgleitlager 26 beabstandet angeordnet sein. Die Turbinenwelle 14 ist mittels der Gleitlager 26, 27, 28 gelagert. Das Turbinenlaufrad 10 kann mit der Turbinenwelle 14 drehfest gekoppelt sein.

[0045] Weiters kann die Lagervorrichtung 12 der Turbinen-Generatoreinrichtung 2 im Einlaufbereich 7 an einem ersten axialen Stirnende 29 eine Filter- und Fördervorrichtung 30 umfassen. Die Filter- und Fördervorrichtung 30 kann dazu eingerichtet sein, um Kühl- und Schmierflüssigkeit von dem die Turbinen-Generatoreinrichtung 2 durchströmenden Betriebsmedium zu entnehmen, um diese Kühl- und Schmierflüssigkeit den Gleitlagern 26, 27, 28 zuzuführen. Die Filter- und Fördervorrichtung 30 kann dazu eine mit der Turbinenwelle 14 drehfest gekoppelte Abdeckscheibe 38 umfassen, wobei zwischen der Abdeckscheibe 38 und der Lagervorrichtung 12 ein erste Kühl- und Schmierflüssigkeitszulauf 39 ausgebildet ist, mittels welchem Kühl- und Schmierflüssigkeit von dem, die Turbinen-Generatoreinrichtung 2 im Betrieb durchströmendem Betriebsmedium entnehmbar ist. Es kann vorgesehen sein, dass die Abdeckscheibe zumindest eine bezüglich der Turbinendrehachse 11 radial von innen nach außen verlaufende Nut, Kerbe, Ausnehmung, eine Gummilippe, einen Abstreifer oder ein ähnliches Leitorgan umfasst, wobei dieses Leitorgan im ersten Kühl- und Schmierflüssigkeitszulauf 39 ausgebildet ist, bzw. derart ausgebildet ist, dass der Strömungsverlauf im ersten Kühl- und Schmierflüssigkeitszulauf 39 damit beeinflussbar ist.

[0046] Wie aus Fig. 2 ersichtlich, können die Gleitlager 26, 27, 28 derart angeordnet sein, dass ausgehend von der Filter- und Fördervorrichtung 30 zuerst ein erste Lagerspaltraum 31 des ersten Axialgleitlagers 26, daran nachfolgend ein zweiter Lagerspaltraum 32 des zweiten Axialgleitlagers 27 und daran nachfolgend ein dritter Lagerspaltraum 33 des ersten Radialgleitlagers 28a mit Kühl- und Schmierflüssigkeit sequentiell bzw. in Serie durchströmt wird. Es kann vorgesehen sein, dass die Lagerspalträume 31, 32, 33 jeweils zumindest eine Nut, Kerbe, Ausnehmung, eine Gummilippe, einen Abstreifer oder ein ähnliches Spülorgan umfassen, wobei das jeweilige Spülorgan den Querschnitt des jeweiligen Lagerspaltraums 31, 32 oder 33 an der Ausbildungsstelle des Spülorgans derart begrenzt oder erweitert, dass eine erste Spaltweite des ersten Kühl- und Schmierflüssigkeitszulaufs 39 kleiner ist als eine Querschnittsabmessung in radialer Richtung des jeweiligen Lagerspaltraums 31, 32 oder 33 an der Ausbildungsstelle des Spülorgans.

[0047] Auch kann die Filter- und Fördervorrichtung 30 ein mit der Turbinenwelle 14 drehenergetisch und/oder hydraulisch gekoppeltes Förderorgan 40 umfassen, um das Druckniveau der vom ersten Kühl- und Schmierflüssigkeitszulauf 39 aufgenommenen Kühl- und Schmierflüssigkeit zu erhöhen und/oder die Kühl- und Schmierflüssigkeit den Gleitlagern 26, 27, 28 bzw. vorerst dem ersten Lagerspaltraum 31 und in weiterer Folgen den weiteren Lagerspalträumen zuzuführen.

[0048] Des Weiteren kann die Lagervorrichtung 12 der Turbinen-Generatoreinrichtung 2 einen Sammelraum 35 für die Kühl- und Schmierflüssigkeit umfassen. Der Sammelraum 35 kann in Bezug auf den Strömungspfad 34 der Kühl- und Schmierflüssigkeit den Gleitlagern 26, 27, 28 nachgelagert bzw. nachfolgend angeordnet sein. In der Turbinenwelle 14 kann zumindest ein Strömungskanal 36 ausgebildet sein, wobei der zumindest eine Strömungskanal 36 im Wesentlichen in Richtung der Turbinendrehachse 11 verlaufend ausgebildet ist. Weiters kann der Strömungskanal 36 zumindest abschnittsweise in der Turbinenwelle 14 ausgebildet sein, wobei der Strömungskanal 36 zumindest im Auslaufbereich 8 der Turbinen-Generatoreinrichtung 2 eine Öffnung 41 aufweist, sodass der Strömungskanal 36 mit dem Auslaufbereich 8 fluidisch koppelbar ist. Weiters kann ein Verbindungskanal 37 in der Turbinenwelle 14 ausgebildet sein, wobei mittels des Verbindungskanals 37 der Sammelraum 35 und der Strömungskanal 36 fluidisch koppelbar sind.

[0049] Es ist eine Ausgestaltungsform der Turbinen-Generatoreinrichtung 2 denkbar, bei welcher die Turbinenwelle 14 mehrere Strömungskanäle 36, die in der Turbinenwelle 14 im Wesentlichen parallel zur Turbinendrehachse 11 ausgebildet sind, und für jeden Strömungskanal 36 jeweils

einen Verbindungskanal 37 umfasst, wobei die Störungskanäle 36 und die jeweils zugeordneten Verbindungskanäle 37 in der Turbinenwelle 14 Umfangsrichtung verteilt ausgebildet sind. Ebenso ist eine weitere Ausgestaltungsform der Turbinen-Generatoreinrichtung 2 denkbar, bei welcher die Turbinenwelle 14 einen Strömungskanal 36 umfasst, welcher einen Strömungskanal 36 in der Turbinenwelle 14 zentrisch angeordnet ausgebildet ist, sodass die Turbinenwelle 14 zumindest abschnittsweise als Hohlwelle ausgebildet ist. Diese mögliche weitere Ausgestaltungsform ist in Fig. 2 dargestellt. In jedem Fall wird bei den beschriebenen Ausgestaltungsformen der Turbinen-Generatoreinrichtung 2 bzw. durch die möglichen Ausgestaltungsformen der Lagervorrichtung 12 gewährleistet, dass eine natürliche Druckdifferenz zwischen Einlaufbereich 7 und Auslaufbereich 8 als hauptsächlich treibende Kraft zur Durchspülung der Gleitlager 26, 27, 28 mit, aus dem Betriebsmedium der Turbinen-Generatoreinrichtung 2 entnommener Kühl- und Schmierflüssigkeit nutzbar ist.

[0050] Im Bereich der Öffnung 41 kann der Strömungskanal 36 auch ein Drossel-Element 42 und/oder ein Diffusor-Element 43 umfassen, um die natürliche Druckdifferenz zwischen Einlaufbereich 7 und Auslaufbereich 8 zur Durchspülung der Gleitlager 26, 27, 28 beeinflussen zu können. Das kann beispielhaft vorteilhaft sein, wenn eine baugleiche Turbinen-Generatoreinrichtung 2 für unterschiedlich Fallhöhlen und Durchflüsse eingesetzt wird, um mittels des Drossel-Elements 42 und/oder des Diffusor-Elements 43 eine Feinabstimmung der nutzbaren Druckdifferenz für die Durchspülung der Gleitlager 26, 27, 28 entsprechend der unterschiedlichen Rahmenbedingungen bzw. Einbaubedingungen durchführen zu können.

[0051] Wie in Fig. 2 dargestellt kann die Lagervorrichtung 12 ein zweites hydrodynamisches Radialgleitlager 28b mit einem vierten Lagerspaltraum 45 umfassen. Der Sammelraum 35 kann wie bereits beschrieben weiterhin derart angeordnet sein, dass die Gleitlager 26, 27, 28, also auch das zweite Radialgleitlager 28b, sequentiell bzw. in Serie von der Kühl- und Schmierflüssigkeit durchströmbar sind und die Kühl- und Schmierflüssigkeit im Sammelraum 35 aufnehmbar ist, um über den Verbindungskanal 37 und den Strömungskanal 36 in den Auslaufbereich 8 abführbar zu sein.

[0052] Wie in Fig. 2 dargestellt, ist jedoch auch eine Ausgestaltungsform möglich, bei welcher ein zweiter Kühl- und Schmierflüssigkeitszulauf 44 vorgesehen ist, wobei mittels des zweiten Kühl- und Schmierflüssigkeitszulauf 44 wiederum Kühl- und Schmierflüssigkeit von dem, die Turbinen-Generatoreinrichtung 2 im Betrieb durchströmendem Betriebsmedium aufnehmbar ist. Somit kann der vierte Lagerspaltraum 45 mit Kühl- und Schmierflüssigkeit mittels des zweiten Kühl- und Schmierflüssigkeitszulauf 44 gespeist werden, wobei die Kühl- und Schmierflüssigkeit, wie gehabt und wie in Fig. 2 gezeigt, in dem, den Gleitlagern 26, 27, 28 entlang dem Strömungspfad 34 der Kühl- und Schmierflüssigkeit nachfolgendem bzw. nachgelagertem Sammelraum 35 einströmbar ist, um über den Verbindungskanal 37 und den Strömungskanal 36 in den Auslaufbereich 8 abgeführt werden zu können.

[0053] Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt.

[0054] Der Schutzbereich ist durch die Ansprüche bestimmt. Die Beschreibung und die Zeichnungen sind jedoch zur Auslegung der Ansprüche heranzuziehen. Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen können für sich eigenständige erfinderische Lösungen darstellen. Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

[0055] Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mitumfassen, z.B. ist die Angabe 1 bis 10 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze 1 und der

oberen Grenze 10 mit umfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereiche beginnen mit einer unteren Grenze von 1 oder größer und enden bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1 bis 1,7, oder 3,2 bis 8,1, oder 5,5 bis 10.

[0056] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus Elemente teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

BEZUGSZEICHENLISTE

- | | | | |
|----|-------------------------------|----|--|
| 1 | Schachtkraftwerk | 30 | Filter- und Fördervorrichtung |
| 2 | Turbinen-Generatoreinrichtung | 31 | erster Lagerspaltraum |
| 3 | Oberwasserniveau | 32 | zweiter Lagerspaltraum |
| 4 | Unterwasserniveau | 33 | dritter Lagerspaltraum |
| 5 | Einlaufbecken | 34 | Strömungspfad der Kühl- und Schmierflüssigkeit |
| 6 | Ringgehäuse | 35 | Sammelraum |
| 7 | Einlaufbereich | 36 | Strömungskanal |
| 8 | Auslaufbereich | 37 | Verbindungskanal |
| 9 | Durchströmrichtung | 38 | Abdeckscheibe |
| 10 | Turbinenlaufrad | 39 | erster Kühl- und Schmierflüssigkeitszulauf |
| 11 | Turbinendrehachse | 40 | Förderorgan |
| 12 | Lagervorrichtung | 41 | Öffnung |
| 13 | Verbindungselement | 42 | Drossel-Element |
| 14 | Turbinenwelle | 43 | Diffusor-Element |
| 15 | Ringgenerator | 44 | zweiter Kühl- und Schmierflüssigkeitszulauf |
| 16 | Ringgenerator-Stator | 45 | vierter Lagerspaltraum |
| 17 | Ringgenerator-Rotor | | |
| 18 | Tragelement | | |
| 19 | Anschlussfläche | | |
| 20 | Saugrohr | | |
| 21 | Gegenanschlussfläche | | |
| 22 | Strömungsleitvorrichtung | | |
| 23 | Leitelementen | | |
| 24 | Abstützvorrichtung | | |
| 25 | Boden | | |
| 26 | erstes Axialgleitlager | | |
| 27 | zweites Axialgleitlager | | |
| 28 | Radialgleitlager | | |
| 29 | Stirnende | | |

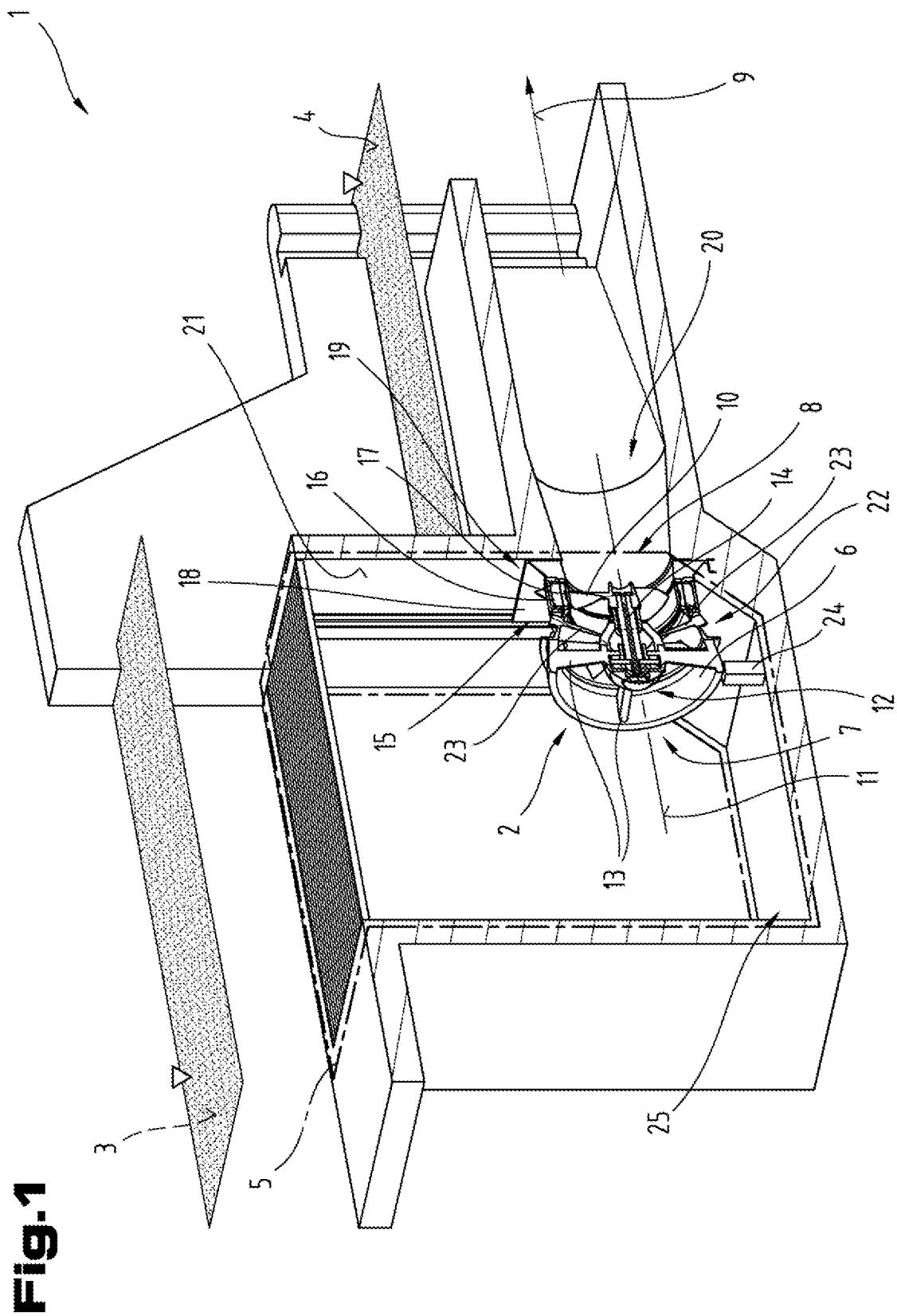
Patentansprüche

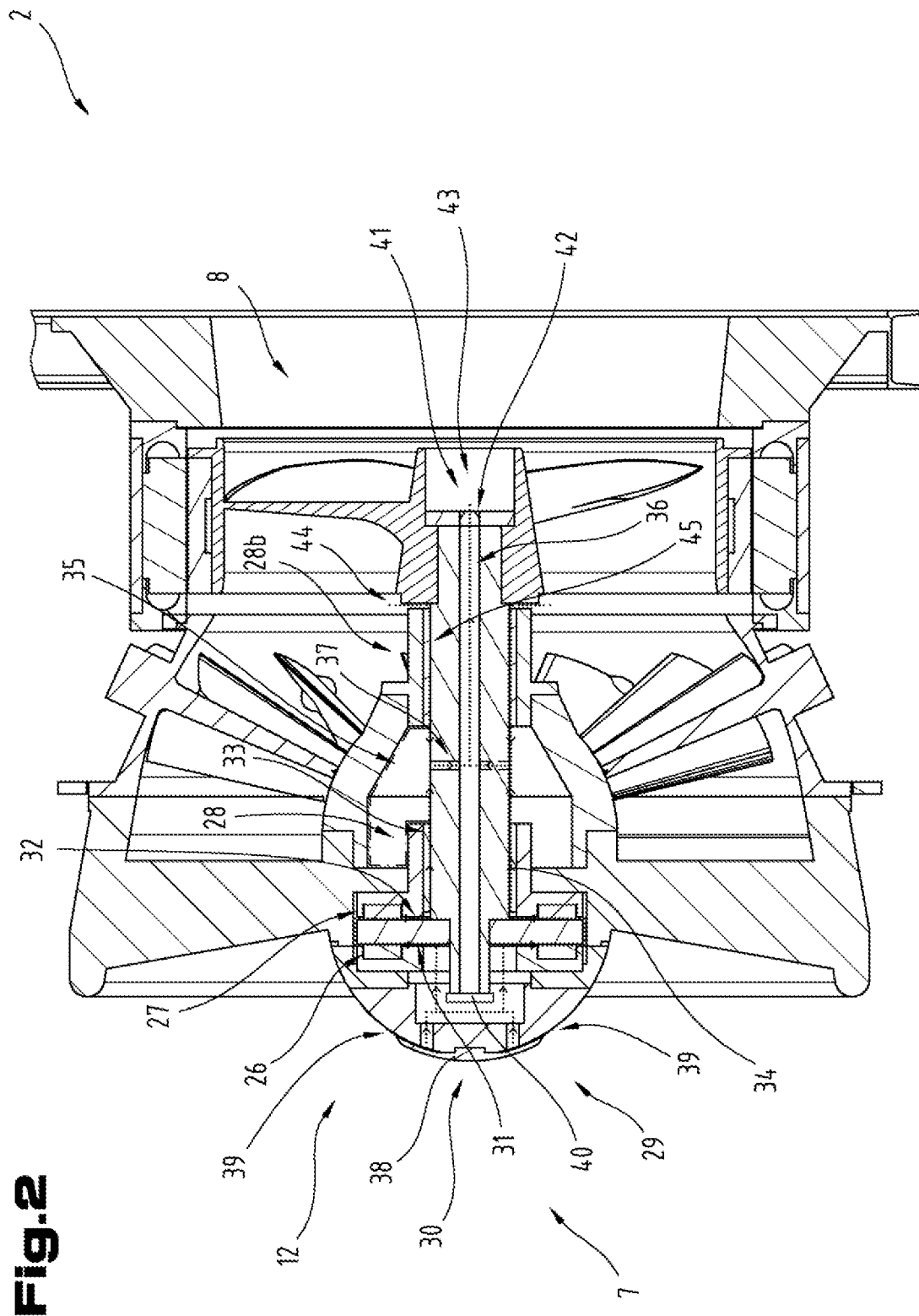
1. Turbinen-Generatoreinrichtung (2) zur Stromerzeugung durch Energieumwandlung eines Abflusses zwischen einem Oberwasser mit einem Oberwasserniveau (3) und einem Unterwasser mit einem Unterwasserniveau (4) in einem Schachtkraftwerk (1) mit einem Einlaufbecken (5),
die Turbinen-Generatoreinrichtung (2) umfassend ein Ringgehäuse (6) mit einem Einlaufbereich (7) und einem Auslaufbereich (8), einen Ringgenerator (15), und ein Turbinenlaufrad (10) mit einer Turbinendrehachse (11),
 - wobei das Ringgehäuse (6) im Einlaufbereich (7) eine längs der Turbinendrehachse (11) ausgerichtete birnenförmige Lagervorrichtung (12) umfasst,
 - wobei die Lagervorrichtung (12) am Ringgehäuse (6) mittels zumindest eines Verbindungselementes (13) lagefest gehalten ist,
 - wobei die Lagervorrichtung (12) ein erstes hydrodynamische Axialgleitlager (26), ein zweites, von dem ersten Axialgleitlager (26) in Richtung der Turbinendrehachse (11) beabstandetes hydrodynamische Axialgleitlager (27) und ein erstes hydrodynamisches Radialgleitlager (28a) umfasst, wobei eine entlang der Turbinendrehachse (11) ausgerichtete Turbinenwelle (14) mittels der Gleitlager (26, 27, 28) gelagert ist, wobei das Turbinenlaufrad (10) im Auslaufbereich (8) mit der Turbinenwelle (14) drehfest gekoppelt ist, und
 - wobei im Einlaufbereich (7) an einem ersten axialen Stirnende (29) der Lagervorrichtung (12) eine Filter- und Fördervorrichtung (30) für die den Gleitlagern (26, 27, 28) zuzuführende Kühl- und Schmierflüssigkeit ausgebildet ist,**dadurch gekennzeichnet**, dass
 - ein erster Lagerspaltraum (31) des ersten Axialgleitlagers (26), nachfolgend ein zweiter Lagerspaltraum (32) des zweiten Axialgleitlagers (27) und nachfolgend ein dritter Lagerspaltraum (33) des ersten Radialgleitlagers (28a) sequentiell von der Kühl- und Schmierflüssigkeit durchströmbar sind,
 - wobei die Kühl- und Schmierflüssigkeit in einem, den Gleitlagern (26, 27, 28) entlang dem Strömungspfad (34) der Kühl- und Schmierflüssigkeit nachfolgendem bzw. nachgelagertem Sammelraum (35) einströmbar ist, und
 - die Turbinenwelle (14) abschnittsweise einen im Wesentlichen parallel zur Turbinendrehachse (11) ausgerichteten Strömungskanal (36) aufweist,
 - wobei der Strömungskanal (36) im Auslaufbereich (8) der Turbinen-Generatoreinrichtung (2) bzw. im Bereich der Kopplung der Turbinenwelle (14) mit dem Turbinenlaufrad (10) mit dem durch die Turbinen-Generatoreinrichtung (2) durchströmenden Betriebsmedium fluidisch koppelbar ist, und
 - die Turbinenwelle (14) einen, mit dem Strömungskanal (36) und dem Sammelraum (35) fluidisch koppelbaren Verbindungskanal (37) aufweist, sodass die Lagervorrichtung (12) von der Kühl- und Schmierflüssigkeit durchströmbar ist.
2. Turbinen-Generatoreinrichtung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Strömungskanal (36) entlang der Turbinendrehachse (11) und rotationssymmetrisch zur Turbinendrehachse (11) ausgebildet ist.
3. Turbinen-Generatoreinrichtung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Strömungskanal (36) im Auslaufbereich (8) ein Drossel-Element (42) und/oder ein Diffusor-Element (43) umfasst.
4. Turbinen-Generatoreinrichtung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere in Umfangsrichtung verteilt angeordnete und jeweils mit dem Strömungskanal (36) fluidisch koppelbare Verbindungskanäle (37) ausgebildet sind.
5. Turbinen-Generatoreinrichtung (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere in Umfangsrichtung verteilt angeordnete Strömungskanäle (36) ausgebildet sind und mehreren in Umfangsrichtung verteilt angeordnete und jeweils mit einem Strömungskanal (36) fluidisch koppelbare Verbindungskanäle (37) ausgebildet sind.

6. Turbinen-Generatoreinrichtung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lagervorrichtung (12) ein zweites, von dem ersten Radialgleitlager (28a) in Durchströmrichtung (9) axial beabstandetes hydrodynamische Radialgleitlager (28b) umfasst, wobei das zweite Radialgleitlager (28b) einen vierten Lagerspaltraum (45) umfasst, wobei die Kühl- und Schmierflüssigkeit in einem, den Gleitlagern (26, 27, 28) entlang dem Strömungspfad (34) der Kühl- und Schmierflüssigkeit nachfolgendem bzw. nachgelagertem Sammelraum (35) einströmbar ist.
7. Turbinen-Generatoreinrichtung (2) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Bereich der Kopplung der Turbinenwelle (14) mit dem Turbinenlaufrad (10) ein zweiter Kühl- und Schmierflüssigkeitszulauf (44) ausgebildet ist, wobei der vierte Lagerspaltraum (45) mit dem zweiten Kühl- und Schmierflüssigkeitszulauf (44) und dem Sammelraum (35) fluidisch koppelbar ist, sodass der vierte Lagerspaltraum (45) mittels dem zweiten Kühl- und Schmierflüssigkeitszulauf (44) mit, aus dem die Turbinen-Generatoreinrichtung (2) im Betrieb durchströmenden Betriebsmedium entnommener Kühl- und Schmierflüssigkeit durchströmbar ist.
8. Turbinen-Generatoreinrichtung (2) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der vierte Lagerspaltraum (45) des zweiten Radialgleitlagers (28b) dem dritten Lagerspaltraum (33) nachfolgend sequentiell bzw. in Serie von der Kühl- und Schmierflüssigkeit, welche dem Betriebsmedium der Turbinen-Generatoreinrichtung (2) mittels der Filter- und Fördervorrichtung (30) entnehmbar ist, durchströmbar ist.
9. Turbinen-Generatoreinrichtung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Filter- und Fördervorrichtung (30) eine mit der Turbinenwelle (14) drehfest gekoppelte Abdeckscheibe (38) umfasst, wobei zwischen der Abdeckscheibe (38) und der Lagervorrichtung (12) ein erster Kühl- und Schmierflüssigkeitszulauf (39) ausgebildet ist, und wobei die Abdeckscheibe (38) und/oder die Lagervorrichtung (12) im Bereich der Abdeckscheibe (38) ausgehend von einem ersten Radialabstand in Richtung eines zweiten, relativ zum ersten Radialabstand größeren Radialabstand zumindest eine Nut, eine Rille, einen Abstreifer, eine Gummilippe oder ein ähnliches Leitorgan im ersten Kühl- und Schmierflüssigkeitszulauf (39) aufweist.
10. Turbinen-Generatoreinrichtung (2) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lagerspalträume (31, 32, 33) Spülnuten aufweisen, wobei eine erste Spaltweite des ersten Kühl- und Schmierflüssigkeitszulaufs (39) kleiner ist als eine Tiefe der Spülnuten.
11. Turbinen-Generatoreinrichtung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Filter- und Fördervorrichtung (30) ein mit der Turbinenwelle (14) drehenergetisch gekoppeltes Förderorgan (40) umfasst, wobei die den Gleitlagern (26, 27, 28) zuzuführende Kühl- und Schmierflüssigkeit zum ersten Lagerspaltraum (31) förderbar ist.
12. Turbinen-Generatoreinrichtung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Turbinen-Generatoreinrichtung (2) eine Strömungsleitvorrichtung (22) mit Leitelementen (23) umfasst, wobei die Strömungsleitvorrichtung (22) in Durchströmrichtung (9) zwischen dem zumindest einen Verbindungselement (13) und dem Ringgenerator (15) angeordnet ist, wobei die Leitelemente jeweils einerseits an der Lagervorrichtung (12) mittels einem Gleitlager gelagert sind, wobei die Strömungsleitvorrichtung (22) mittels einer ersten Verstellvorrichtung zur aktiven Regelung der Anströmung des Turbinenlaufrades (10) vorgesehen ist.
13. Turbinen-Generatoreinrichtung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Turbinen-Generatoreinrichtung (2) zur Gänze im Einlaufbecken (5) des Schachtkraftwerks (1) aufnehmbar ist.
14. Turbinen-Generatoreinrichtung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest drei Verbindungselemente (13) ausgebildet sind, wobei die Lagervorrichtung (12) am Ringgehäuse (6) mittels der zumindest drei Verbindungselemente (13) lagefest gehalten ist.

15. Turbinen-Generatoreinrichtung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ringgenerator (15) der Turbinen-Generatoreinrichtung (2) als Synchrongenerator ausgebildet ist, wobei als Erregung permanentmagnetische Pole und/oder eine bürstenlose Erregermaschine im Ringgenerator-Rotor (17) vorgesehen sind/ist.
16. Turbinen-Generatoreinrichtung (2) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ringgenerator (15) mittels einer elektronischen Regelvorrichtung drehzahlregelbar ausgebildet ist.
17. Turbinen-Generatoreinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Turbinenlaufrad (10) drehbar gelagerte Turbinenschaufeln aufweist, wobei die Turbinenschaufeln einerseits am Ringgenerator-Rotor (17) gelagert sind und andererseits an der Lagervorrichtung (12) gelagert sind, wobei die Turbinenschaufeln mittels einer zweiten Verstellvorrichtung in der Lagervorrichtung (12) verdrehbar sind.
18. Turbinen-Generatoreinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ringgehäuse (6) im Einlaufbereich (7) eine Abstützvorrichtung (24) aufweist, wobei die Turbinen-Generatoreinrichtung (1) mittels der Abstützvorrichtung (24) an einem Boden (25) des Einlaufbeckens (7) abstützbar ist.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen





2.6.4