

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 306/2010  
(22) Anmeldetag: 26.02.2010  
(45) Veröffentlicht am: 15.12.2012

(51) Int. Cl. : **F03B 3/12** (2006.01)  
**F03B 17/00** (2006.01)

(30) Priorität:  
02.11.2009 AT A 1726/09 beansprucht.

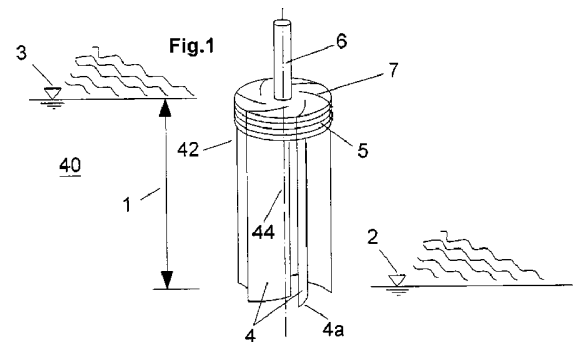
(56) Entgegenhaltungen:  
WO 2009009350 A2  
US 6565321 B1  
WO 2008141349 A2  
DE 4314820 A1

(73) Patentinhaber:  
ZOTLÖTERER FRANZ DIPL.ING.  
3200 OBERGRAFENDORF (AT)

(72) Erfinder:  
ZOTLÖTERER FRANZ DIPL.ING.  
OBERGRAFENDORF (AT)

### (54) WASSERKRAFTANLAGE

(57) Die Erfindung betrifft eine Wasserkraftanlage (40) mit zumindest einer Turbine (41), mit einem insbesondere walzenförmigen Laufrad (42) mit mehreren gleichmäßig über den Umfang verteilten Laufschaufeln (4), wobei die Drehachse (44) des Laufrades (42) im wesentlichen vertikal angeordnet ist, und wobei das Laufrad (42) von zwischen einem Rotationsbecken (24) eines Zuflusskanals (25) zu einem Abflusskanal (26) fließendem Wasser durchströmt wird. Um auf möglichst einfache Weise unterschiedliche Wassermengen mit gleichmäßig gutem Wirkungsgrad zur Energieerzeugung abarbeiten zu können, ohne aufwändige Regelvorrichtungen einsetzen zu müssen, ist vorgesehen, dass das Laufrad (42) eine, vorzugsweise mit einer Turbinenwelle (6) drehverbundene, stirnseitige Deckscheibe (5) aufweist, wobei die Laufschaufeln (4) nur einseitig in axialer Richtung an der Deckscheibe (5) befestigt sind, und wobei die Deckscheibe (5) im wesentlichen über einem sich im Betrieb der Wasserkraftanlage (40) im Bereich eines Turbineneinlaufes (46) einstellenden höchsten Wasserspiegel (43) angeordnet ist und/oder zumindest eine Luftzufuhröffnung (48) aufweist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Wasserkraftanlage mit zumindest einer Turbine, mit einem insbesondere walzenförmigen Laufrad mit mehreren gleichmäßig über den Umfang verteilten Laufschaufeln, wobei die Drehachse des Laufrades im Wesentlichen vertikal angeordnet ist, und wobei das Laufrad von zwischen einem Rotationsbecken eines Zuflusskanals zu einem Abflusskanal fließendem Wasser durchströmt wird, wobei das Laufrad eine, vorzugsweise mit einer Turbinenwelle drehverbundene, stirnseitige Deckscheibe aufweist, wobei die Laufschaufeln nur einseitig in axialer Richtung an der Deckscheibe befestigt sind.

**[0002]** In bekannter Weise werden bei Laufwasserkraftwerken Kaplan-, Francis- und Durchströmturbinen (Ossbergerturbine) verwendet. Für die ökologische Durchgängigkeit werden zusätzlich parallel zum Wasserkraftwerk Fischaufstiegshilfen meist in Form von kleinen mäanderrförmig verlaufenden Bächen errichtet.

**[0003]** Für den Teillastbetrieb von Wasserkraftwerken, also für den Betrieb einer Turbine bei geringer Durchflussmenge bezogen auf die Nenndurchflussmenge der Turbine, wurden verschiedene meist mechanisch aufwendige Durchflussregelungssysteme entwickelt.

**[0004]** Beispielsweise können bei einer dreifach geregelten Kaplanmaschine der Anstellwinkel der Laufschaufeln, der Anstellwinkel der Schaufeln des Leitapparats und die Turbinendrehzahl verändert werden, um auch einen hohen Wirkungsgrad im Teillastbetrieb zu erhalten.

**[0005]** Bei einer Francismaschine können für einen optimalen Teillastbetrieb die Anstellwinkel der Schaufel des Leitapparats und die Drehzahl der Turbine angepasst werden.

**[0006]** Bei einer Durchströmturbine (Ossbergerturbine) besteht die Möglichkeit je nach Wasserangebot durch ein Regelsystem mehr oder weniger Turbinenzellen (bevorzugte Ausführungsform mit einer 1/3 und einer 2/3 Zelle) zu beaufschlagen. Eine Durchströmturbine mit Turbinenzellen ist beispielsweise aus der EP 0 133 306 B1 bekannt.

**[0007]** Die WO 2004/061 295 A2 beschreibt ein Wasserkraftwerk mit einer im Zentrum im Bereich der Abflussöffnung des Rotationsbeckens eines Gravitationswasserwirbels zentral angeordneten Turbine. Das Laufrad dieser Turbine taucht sehr tief in unterschiedliche Geschwindigkeitsbereiche des Gravitationswasserwirbels ein und ist nicht im nötigen Ausmaß dazu geeignet, unterschiedliche Durchflussmengen ohne beträchtliche Schwankungen des Oberwasserspiegels abzarbeiten.

**[0008]** Weiters ist aus der AT 505.243 A1 ein Wasserkraftwerk mit einer Turbine mit einer vertikal angeordneten Drehachse bekannt, bei der mit Hilfe eines Strömungskeils am Eintritt in das Rotationsbecken eine gleichmäßige Beaufschlagung der Turbine über den ganzen Umfang erreicht wird.

**[0009]** Die WO 2009/009350 A2 offenbart ein walzenförmiges Laufrad einer Wasserkraftanlage mit mehreren gleichmäßig über den Umfang verteilten Laufschaufeln und einer vertikalen Drehachse. Das Laufrad weist eine mit einer Turbinenwelle kraftschlüssig verbundene stirnseitige Deckscheibe auf. Die Laufschaufeln erstrecken sich zumindest in einer Ausführungsvariante einseitig in axialer Richtung der Deckscheibe und sind auf dieser befestigt. An die Deckscheibe schließt ein Strömungselement mit konkav gekrümmten Strömungsumlenkflächen an.

**[0010]** Die US 6,565,321 B1 beschreibt ein Laufrad mit vertikaler Drehachse in einer Wasserkraftanlage mit mehreren gleichmäßig über den Umfang verteilten Laufschaufeln. Das Laufrad weist eine mit einer Turbinenwelle verbundene stirnseitige Deckscheibe auf, wobei die Laufschaufeln sich nur einseitig in axialer Richtung der Deckscheibe erstrecken und auf dieser befestigt sind.

**[0011]** Sowohl bei der WO 200/009350 A2 als auch bei der US 6,565,321 B1 ist die Deckscheibe unterhalb der Laufschaufeln, also unterhalb des Wasserspiegels angeordnet.

**[0012]** Aus der WO 2008/141349 A2 ist ein Wasserwirbelkraftwerk bekannt, wobei in einem

Rotationsbecken eine Turbine mit vertikaler Drehachse angeordnet ist. Die Turbine weist keine Deckscheibe auf.

**[0013]** Die DE 43 14 820 A1 offenbart eine durch einen Wasserwirbel angetriebene Wasserturbine mit einem sich um eine vertikale Achse drehenden Laufrad, wobei das aus Kunststoff bestehende Laufrad einen Schwimmkörper aufweist, welcher somit zumindest teilweise unterhalb des sich einstellenden Wasserspiegels angeordnet ist.

**[0014]** Aufgabe der Erfindung ist es, auf möglichst einfache Weise unterschiedliche Wassermengen mit gleichmäßig gutem Wirkungsgrad zur Energieerzeugung abzarbeiten, ohne aufwändige Regelvorrichtungen einzusetzen.

**[0015]** Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass die Wasserkraftanlage mit zumindest einer Turbine, mit einem insbesondere walzenförmigen Laufrad mit mehreren gleichmäßig über den Umfang verteilten Laufschaufeln, wobei die Drehachse des Laufrades im Wesentlichen vertikal angeordnet ist, und wobei das Laufrad von zwischen einem Rotationsbecken eines Zuflusskanals zu einem Abflusskanal fließendem Wasser durchströmt wird, wobei das Laufrad eine, vorzugsweise mit einer Turbinenwelle drehverbundene, stirnseitige Deckscheibe aufweist, wobei die Laufschaufeln nur einseitig in axialer Richtung an der Deckscheibe befestigt sind.

**[0016]** Die erfindungsgemäße Wasserkraftanlage ermöglicht es, ohne den Einsatz von Durchflussregelungssystemen für die Turbine eine ähnliche Durchflusscharakteristik wie bei geregelten Turbinen zu erzielen. Darüber hinaus kann der Wartungsaufwand und die Ausfallzeiten über die Lebensdauer der Wasserkraftanlage minimiert werden.

**[0017]** Das Turbinenlaufrad weist eine im Wesentlichen zylindrische Geometrie auf. Um eine einfache Fertigung zu ermöglichen, können die Laufschaufel eine nur zweidimensional gekrümmte Form aufweisen.

**[0018]** Ein besonders guter Wirkungsgrad bei unterschiedlichen Oberwasserniveaus wird erreicht, wenn sich die Laufschaufeln im Wesentlichen mindestens über die gesamte Tiefe des Oberwassers, vorzugsweise unmittelbar bis zum Boden des Rotationsbeckens, erstrecken.

**[0019]** Dadurch, dass sich die Bauhöhe des Laufrades im Wesentlichen zwischen minimalem Unterwasserspiegel und maximalem Oberwasserspiegel erstreckt, ist eine optimale Nutzung unterschiedlicher Fallhöhen und Durchflussmengen und sogar einen Betrieb bei Hochwasser möglich.

**[0020]** Die Funktionsweise erklärt sich dadurch, dass sich bei zunehmend zuströmender Wassermenge die Höhe der Mantelfläche der zylinderförmigen Turbine, die in den Gravitationswasserwirbel eingreift, vergrößert und sich damit das Turbinendrehmoment erheblich steigert, weil mehr Wasser von der Turbine durch die Abflussöffnung in das Unterwasser abgelenkt wird, wodurch einerseits der Oberwasserspiegel kaum ansteigt und andererseits mehr Turbinenleistung an den Generator übertragen wird. Umgekehrt verringert sich die Höhe der Mantelfläche der erfindungsgemäß zylinderförmigen Turbine, die in den Gravitationswasserwirbel eingreift, wenn die zuströmende Wassermenge abnimmt und es wird weniger Wasser durch die Turbine in das Unterwasser abgelenkt, wodurch der Oberwasserspiegel nur geringfügig absinkt.

**[0021]** Damit ist auf Grund der zylinderförmigen Geometrie der erfindungsgemäßen Turbine innerhalb eines Gravitationswasserwirbels eine kontinuierlich steigende bzw. fallende Beaufschlagung der Turbine von 0% bis 100% ohne Durchflussregelungssystem möglich, während eine Beaufschlagung beispielsweise bei einer ebenfalls zylinderförmigen Ossbergerturbine nur in diskreten Volumenströmen -meist im Verhältnis 33%, 66% oder 100% - möglich ist und bei der Ossbergerturbine zusätzlich noch ein Regelsystem für die Dotierung unterschiedlich vieler Turbinenzellen benötigt wird.

**[0022]** Unter anderem verdeutlicht der Leerlauf der Turbine in der erfindungsgemäßen Wasserkraftanlage in Kombination mit dem Gravitationswasserwirbel den Unterschied zur Funktionsweise herkömmlich geregelter Turbinensysteme. Während bei herkömmlich geregelten Turbinen bei einem plötzlichen Lastabwurf -beispielsweise durch automatische Trennung des

Generators vom Stromnetz bei einer Netzstörung - die Turbinennennendrehzahl bei Ausfall des Durchflussregelungssystem auf die Durchgangsdrehzahl steigt und der Oberwasserspiegel sinkt, weil eine rascher rotierende herkömmliche Turbine (Kaplan-, Francis-, und Ossbergerturbine) höhere Wassermengen passieren lässt, verringert sich bei der erfindungsgemäßen Wasserkraftanlage bei Lastabwurf die Höhe der beaufschlagten Mantelfläche der zylinderförmigen Turbine, die in das Zentrum des Gravitationswasserwirbels eingreift, wodurch die Turbine trotz hoher Leerlaufdrehzahl nur mehr einen geringen Wasserdurchfluss erfährt und der Oberwasserspiegel deutlich ansteigt. Das heißt, dass die im Gravitationswasserwirbel angeordnete Turbine der erfindungsgemäßen Wasserkraftanlage bei Lastabwurf schlagartig durch einen geringeren Wasserdurchfluss entlastet wird, während herkömmliche Turbinen mit einer plötzlich steigenden und meist turbulent fließenden Wasserdurchflussmenge schlecht zurecht kommen und vor allem bei einem längeren Ausfall des Durchflussregelungssystems Schaden nehmen.

**[0023]** Durch die entsprechend großzügig ausgelegte Bauhöhe der Turbine der erfindungsgemäßen Wasserkraftanlage, die vom minimalen Unterwasserspiegel bis zum maximalen Oberwasserspiegel reicht, ergibt sich ein stufenlos variabler Beaufschlagungsbereich.

**[0024]** Dadurch, dass die Deckscheibe über dem Wasserspiegel angeordnet ist, ist gewährleistet, dass ausreichend Luft in das Zentrum des Wirbels strömt, um den Gravitationswasserwirbel aufrecht zu halten. Die gleiche Wirkung kann durch separate Luftzufuhr durch die Deckscheibe erzielt werden.

**[0025]** Eine besonders einfache Herstellung wird ermöglicht, wenn die Laufschaufeln in stirnseitige Ausnehmungen eingeschoben sind, wobei vorzugsweise die Ausnehmungen entsprechend dem Laufschaufelprofil geformt sind.

**[0026]** Vorzugsweise ist vorgesehen, die Laufschaufeln - im Grundriss betrachtet - ringförmig angeordnet sind und die Innenkanten der Laufschaufeln einen nach unten offenen und nach oben durch die Deckscheibe abgeschlossenen Hohlraum aufspannen. Dies ermöglicht einen unbehinderten Wasserabfluss zum Abflusskanal. Ein besonders verlustarmer Abfluss in den Abflusskanal kann erzielt werden, wenn zumindest im Bereich des Bodens des Abflusskanals unterhalb des Hohlraumes ein Strömungselement mit konkav gekrümmten Strömungsumlenkflächen angeordnet ist, welches geformt sind, um aus dem Laufrad axial austretendes Wasser horizontal umzulenken.

**[0027]** In einer besonders vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Laufschaufeln zur verlängerten Drehachse hin freigestellt sind. Der Generator ist dabei oberhalb der Deckscheibe angeordnet. Eine besonders kompakte Bauweise lässt sich hierbei erzielen, wenn ein permanentmagnetenerregter Scheibengenerator in die Deckscheibe integriert oder mit dieser unmittelbar verbunden ist, wobei vorzugsweise mit dem Laufrad mit rotierende Permanentmagnete mit der Deckscheibe drehverbunden sind und zwischen axial voneinander beabstandeten Permanentmagneten zumindest ein stillstehender Spulenkörper angeordnet ist.

**[0028]** Alternativ dazu kann auch vorgesehen sein, dass innerhalb des Hohlraumes ein Generator angeordnet ist, wobei die Laufschaufeln des Laufrades zum Generator hin freigestellt sind, um einen ausreichend großen Abflussquerschnitt für das aus der Turbine austretende Wasser zu schaffen. Direkt anschließend an den Generator kann das Strömungsumlenkelement angeordnet sein.

**[0029]** In Weiterführung der Erfindung kann weiters vorgesehen sein, dass zwischen Rotationsbecken und Abflusskanal zumindest ein Aufstiegskanal mit einer unterwasserseitigen Öffnung und einer oberwasserseitigen Öffnung angeordnet ist, wobei vorzugsweise die oberwasserseitige Öffnung des Aufstiegskanals an einer strömungsabgewandten Stelle und/oder die unterwasserseitige Öffnung an einer strömungszugewandten Stelle angeordnet ist. Dadurch können Fische und Kleinlebewesen ungehindert und gefahrlos die Wasserkraftanlage in beiden Richtungen passieren. Ein besonders einfaches Überwinden der Kraftwerksanlage wird ermöglicht, wenn die unterwasserseitige Öffnung im Bereich des Bodens des Abflusskanals angeordnet und/oder die oberwasserseitige Öffnung des Aufstiegskanals im Bereich des Bodens des Rota-

tionsbeckens angeordnet ist. Dadurch, dass der jeder Aufstiegskanal entgegen der Rotationsrichtung des Gravitationswasserwirbels durch den Boden des Rotationsbeckens in das Unterwasser geführt wird, ergibt sich ein nur geringer Wasserabfluss mit relativ niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten im Aufstiegskanal, wodurch Kleinlebewesen und Fische problemlos vom Unterwasser ins Oberwasser und umgekehrt wandern können.

**[0030]** Die Erfindung wird im folgenden an Hand der Figuren näher erläutert.

**[0031]** Es zeigen

**[0032]** Fig. 1 eine Turbine einer erfindungsgemäßen Wasserkraftanlage in einer Schrägansicht,

**[0033]** Fig. 2 diese Turbine bei geringem Oberwasserniveau,

**[0034]** Fig. 3 diese Turbine bei hohem Oberwasserniveau,

**[0035]** Fig. 4 die Turbine in einer teilweise geschnittenen Schrägansicht,

**[0036]** Fig. 5 eine Teilansicht der erfindungsgemäßen Wasserkraftanlage in einer Schrägansicht,

**[0037]** Fig. 6 die erfindungsgemäße Wasserkraftanlage in einer ersten Ausführungsvariante in einem Längsschnitt gemäß der Linie VI-VI in Fig. 7,

**[0038]** Fig. 7 die erfindungsgemäße Wasserkraftanlage in einem Schnitt gemäß der Linie VII-VII in Fig. 6 und

**[0039]** Fig. 8 eine erfindungsgemäße Wasserkraftanlage im Längsschnitt in einer zweiten Ausführungsvariante.

**[0040]** Die Fig.1 zeigt eine Turbine 41 der Wasserkraftanlage 40 mit einem im wesentlichen zylinderförmigen Laufrad 42 mit beispielsweise aus gerolltem oder gebogenem Stahlblech gefertigten Laufschaufeln 4, deren Laufschaufelhöhe 1 vom niedrigen Niedrigwasserspiegel im Abflusskanal 26 zum höchsten Hochwasserspiegel 3 im Zuflusskanal 25 reicht. Die Laufschaufeln 4 sind an ihren oberen Enden an der Unterseite einer Deckscheibe 5, die mittig kraftschlüssig mit einer senkrechten Turbinenwelle 6 verbunden ist, befestigt, wobei sie in beispielsweise durch Schlitze oder Nuten gebildete Ausnehmungen 7 der Deckscheibe 5 eingeschoben und fixiert sein können. Die Deckscheibe 5 kann aus Brettschichtholz, Metall oder Kunststoff bestehen.

**[0041]** Wie aus Fig. 2 und 3 ersichtlich ist, ist das Laufrad 42 der Turbine 41 im Zentrum des Gravitationswasserwirbels 8 über der Abflussöffnung 9 angeordnet. Bei nur leicht um die geringe Höhendifferenz 10 steigendem Oberwasserspiegel erhöht sich die in Fig. 2 eingezeichnete Höhe 11 der vom Wasser benetzten Manteloberfläche der zylinderförmigen Turbine 41, die in den zentralen spiralförmigen Strömungsbereich des Gravitationswasserwirbels 8 eingreift, auf die Höhe 12 in Fig. 3. Dadurch wird von der Turbine 41 vermehrt Wasser durch die Abflussöffnung 9 in den Abflusskanal 26 geleitet, was einem weiteren Steigen des Oberwasserspiegels 3 bei zunehmender Wasserdurchflussmenge entgegenwirkt. Umgekehrt wird bei abnehmender Wasserdurchflussmenge der Oberwasserspiegel nur geringfügig sinken.

**[0042]** In Fig.4 ist eine Ausführungsform der Turbine 41 mit einem integrierten Generator 22 dargestellt, wobei der Generator 22 als Scheibengenerator ausgebildet ist. Dabei ist in die Deckscheibe 5 der Turbine 41 die Turbinenlagerung 13 samt Scheibengenerator den mit rotierenden Permanentmagneten 14 und dem gehäusefesten ruhenden scheibenförmigen Spulenkörper 15 integriert, wobei der Spulenkörper 15 kraftschlüssig mit der stillstehenden Hohlwelle 17 verbunden ist. Die Windungsenden 16 des Generators 22 werden im Inneren der Hohlwelle 17 nach außen geführt. Im Ausführungsbeispiel dient die Hohlwelle 17 zur mechanischen Befestigung der gesamten Turbinen-Generator-Einheit 43.

**[0043]** Fig. 5 zeigt eine Turbine 41 mit zylinderförmigem Laufrad 42 samt dem Boden 18 des eine Einlaufspirale für die Turbine 41 ausbildenden Rotationsbeckens 24 der Wasserkraftanlage

40. Vom Randbereich des Rotationsbeckens 24 gehen Aufstiegskanäle 21 aus, wobei die Aufstiegskanäle 21 entgegen der Rotationsrichtung 20 des Gravitationswirbels 8 durch den Boden 18 des Rotationsbeckens 20 hindurch geführt sind. Die Aufstiegskanäle 21 führen zum Abflusskanal 26, wobei die unterwasserseitigen Öffnungen 39 im Bereich des Bodens 34 des Abflusskanals 26 angeordnet sein können. Die oberwasserseitigen Öffnungen 38 sind bevorzugt an einer strömungsabgewandten Seite und die unterwasserseitigen Öffnungen 39 bevorzugt an einer strömungszugewandten des Aufstiegskanals 21 angeordnet, wie in Fig. 7 dargestellt ist. Durch die Ausrichtung der Aufstiegskanäle 21 und/oder der oberwasserseitigen Öffnungen 38 und/oder der unterwasserseitigen Öffnungen 39 wird eine relativ geringe Strömungsgeschwindigkeit 19 und ein reduzierter Wasserabfluss in den Aufstiegskanälen 21 erreicht, wodurch auch Kleinlebewesen und Fische durch diese Aufstiegskanäle 21 vom Abflusskanal 26 in den Zuflusskanal 25 und umgekehrt wandern können.

**[0044]** Wie in Fig. 6 und 7 gezeigt, wird das der Wasserkraftanlage 40 durch den Zuflusskanal 25 zufließende Wasser 30 nach Durchströmen eines Grobrechens 35 tangential in das Rotationsbecken 24 eingeleitet. Dort bildet sich ein Gravitationswasserwirbel 8 mit der Rotationsrichtung 20 aus. Das Wasser des Gravitationswirbels 8 trifft beim Eintritt in die Turbine 41 auf die Laufschaufeln 4. Die Laufschaufeln 4 weisen eine Laufschaufelhöhe 1 auf, die mindestens vom sich beim höchsten Hochwasserspiegel 3 im Zuflusskanal 25 im Bereich der Turbine 41 einstellenden, wirbelbedingt verminderten, Wasserspiegel 43 unmittelbar vor dem Turbineneinlauf 46 bis zum oder unterhalb des niedrigsten Niedrigwasserspiegel 2 im Abflusskanal 26 reicht. Die Unterkanten 4a der Laufschaufeln 4 liegen somit im Bereich des oder unterhalb des niedrigsten Niedrigwasserspiegels 2 im Abflusskanal 26. Bei höchstem Hochwasserspiegel 3 im Zuflusskanal 25 und niedrigstem Niedrigwasserspiegel 2 im Abflusskanal 26 kann es sich beispielsweise um 5-jährige, 10-jährige, 20-jährige, 50-jährige oder ähnliche Ereignisse handeln.

**[0045]** Im Ausführungsbeispiel reichen die Laufschaufeln 4 bis unmittelbar über den Boden 18 des Rotationsbeckens 24, wobei der Boden 18 des Rotationsbeckens 24 und somit die Unterkanten 4a der Laufschaufeln 4 unterhalb des niedrigsten Niedrigwasserspiegels 2 im Abflusskanal 26 angeordnet ist. Die Laufschaufelhöhe 1 ist wesentlich größer als die in radialer Richtung gemessene Laufschaufeltiefe 28. Die Laufschaufeln 4 sind nicht bis zur Drehachse 44 geführt, wodurch zwischen den Innenkanten 4b gegenüberliegender Laufschaufeln 4 unter der Deckscheibe 5, an der die Laufschaufeln 4 befestigt sind, ein mit Luft erfüllter Hohlraum 45 entsteht, in den das Wasser durch die Laufschaufeln 4 hindurch frei einströmen kann. Um ein ungehindertes Einströmen zu ermöglichen, sollte die Deckscheibe 5 über dem sich im Bereich des Turbineneinlaufes 46 beim höchsten Hochwasserspiegel 3 einstellenden Wasserspiegel 43 angeordnet sein. Um ein Abreißen des Gravitationswasserwirbels 8 zu vermeiden, kann auch gegebenenfalls in der Deckscheibe 5 zumindest eine Luftzufuhröffnung 48 angeordnet sein, um eine Belüftung des Hohlraumes 45 zu ermöglichen.

**[0046]** Das Wasser strömt im Hohlraum 45 nach unten und weiter durch die Abflussöffnung 9 des Bodens 18 des Rotationsbeckens 24 und wird durch das konkav gekrümmte Strömungsleitflächen 27a aufweisende Strömungselement 27 mit nur geringen Umlenkverlusten in den Abflusskanal 26 geleitet, in welchem es als abfließendes Wasser 31 die Wasserkraftanlage 40 verlässt. Die Turbine 41 kann problemlos bei schwankenden Wasserpegeln, also sowohl bei höchstem Hochwasserspiegel 3 oder niedrigstem Niedrigwasserspiegel 32 im Zuflusskanal 25, als auch bei und höchstem Hochwasserspiegel 33 oder niedrigstem Niedrigwasserspiegel 2 im Abflusskanal 26, betrieben werden. Durch einen oder mehrere Aufstiegskanäle 21, die in entgegengesetzter Richtung zur Rotationsrichtung 20 des Gravitationswasserwirbels 8 vom Rotationsbecken 24 durch den Boden 18 hindurch bis auf den Boden 47 des Abflusskanals 26 geführt sind, können Fische und Kleinlebewesen die Wasserkraftanlage 40 bei nur relativ geringer Strömungsgeschwindigkeit 19 in den Aufstiegskanälen 21 in beiden Richtungen auf dem skizzierten Weg 29 gefahrlos passieren.

**[0047]** Fig. 8 zeigt eine weitere Ausführungsform der Wasserkraftanlage 40, bei der im Hohlraum 45 zwischen gegenüberliegenden Laufschaufeln 4 der Generator 22 auf dem Strömungselement 27 montiert ist, wobei der Generator 22 von oben über die mit der Deckscheibe 5 dreh-

verbundene Turbinenwelle 6 angetrieben wird. Auch hier sind die Laufschaufeln 4 an der Deckscheibe 5 starr befestigt.

### Patentansprüche

1. Wasserkraftanlage (40) mit zumindest einer Turbine (41), mit einem insbesondere walzenförmigen Laufrad (42) mit mehreren gleichmäßig über den Umfang verteilten Laufschaufeln (4), wobei die Drehachse (44) des Laufrades (42) im Wesentlichen vertikal angeordnet ist, und wobei das Laufrad (42) von zwischen einem Rotationsbecken (24) eines Zuflusskanals (25) zu einem Abflusskanal (26) fließendem Wasser durchströmt wird, wobei das Laufrad (42) eine, vorzugsweise mit einer Turbinenwelle (6) drehverbundene, stirnseitige Deckscheibe (5) aufweist, wobei die Laufschaufeln (4) nur einseitig in axialer Richtung an der Deckscheibe (5) befestigt sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Deckscheibe (5) im Wesentlichen über einem sich im Betrieb der Wasserkraftanlage (40) im Bereich eines Turbineneinlaufes (46) einstellenden höchsten Wasserspiegel (43) angeordnet ist und/oder zumindest eine Luftzufuhröffnung (48) aufweist.
2. Wasserkraftanlage (40) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Laufschaufeln (4) im Wesentlichen mindestens über die gesamte Tiefe des Wassers im Rotationsbecken (25) im Bereich des Turbineneinlaufes (46), vorzugsweise unmittelbar bis zum Boden (18) des Rotationsbeckens (24), erstrecken.
3. Wasserkraftanlage (40) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Unterkante (4a) der Laufschaufeln (4) im Bereich oder unterhalb eines niedrigsten Niedrigwasserspiegels (2) im Abflusskanal (26) angeordnet ist.
4. Wasserkraftanlage (40) nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Laufschaufeln (4) in stirnseitige Ausnehmungen der Deckscheibe (5) eingeschoben sind, wobei vorzugsweise die Ausnehmungen entsprechend dem Laufschaufelprofil geformt sind.
5. Wasserkraftanlage (40) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Laufschaufeln (4) - im Grundriss betrachtet - ringförmig angeordnet sind und die Innenkanten (4b) der Laufschaufeln (4) einen nach unten offenen und nach oben durch die Deckscheibe (5) abgeschlossenen Hohlraum (45) aufspannen.
6. Wasserkraftanlage (40) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass unterhalb des Hohlraumes (45), vorzugsweise zumindest im Bereich des Bodens (47) des Abflusskanals (26), ein Strömungselement (27) mit konkav gekrümmten Strömungsumlenkflächen (27a) angeordnet ist, welches geformt sind, um aus dem Laufrad (42) axial austretendes Wasser horizontal umzulenken.
7. Wasserkraftanlage (40) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Laufschaufeln (4) zur Drehachse (44) hin freigestellt sind.
8. Wasserkraftanlage (40) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass innerhalb des Hohlraumes (45) ein Generator (22) angeordnet ist, wobei die Laufschaufeln (4) zum Generator (22) hin freigestellt sind, und wobei vorzugsweise direkt anschließend an den Generator (22) das Strömungsumlenkelement (27) angeordnet ist.
9. Wasserkraftanlage (40) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Generator (22) und das Strömungsumlenkelement (27) integral ausgebildet sind.
10. Wasserkraftanlage (40) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein vorzugsweise als permanentmagneterregter Scheibengenerator ausgebildeter Generator (22) in die Deckscheibe (5) integriert oder mit dieser unmittelbar verbunden ist, wobei vorzugsweise mit dem Laufrad (42) mitrotierende Permanentmagnete (14) mit der Deckscheibe (5) drehverbunden sind und zwischen axial voneinander beabstandeten Permanentmagneten (14) zumindest ein stillstehender Spulenkörper (15) angeordnet ist.

11. Wasserkraftanlage (40) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen Rotationsbecken (24) und Abflusskanal (26) zumindest ein Aufstiegskanal (21) mit einer unterwasserseitigen Öffnung (39) und einer oberwasserseitigen Öffnung (38) angeordnet ist, wobei vorzugsweise die oberwasserseitige Öffnung (38) des Aufstiegskanals (26) an einer strömungsabgewandten Stelle und die unterwasserseitige Öffnung (39) an einer strömungszugewandten Stelle angeordnet ist.
12. Wasserkraftanlage (40) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die unterwasserseitige Öffnung (39) im Bereich des Bodens (47) des Abflusskanals (26) angeordnet und/oder die oberwasserseitige Öffnung (38) des Aufstiegskanals (21) im Bereich des Bodens (18) des Rotationsbeckens (24) angeordnet ist.

**Hierzu 5 Blatt Zeichnungen**

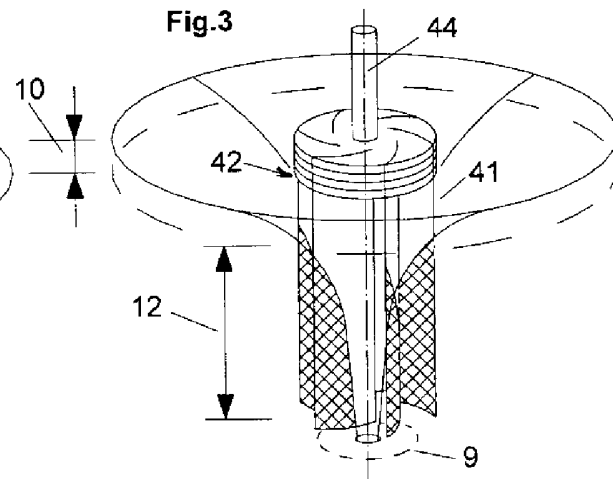
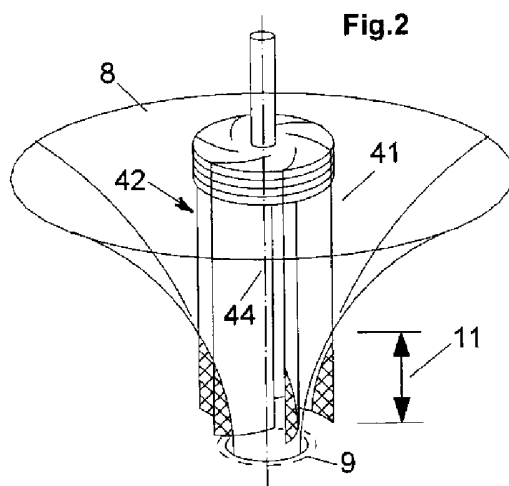
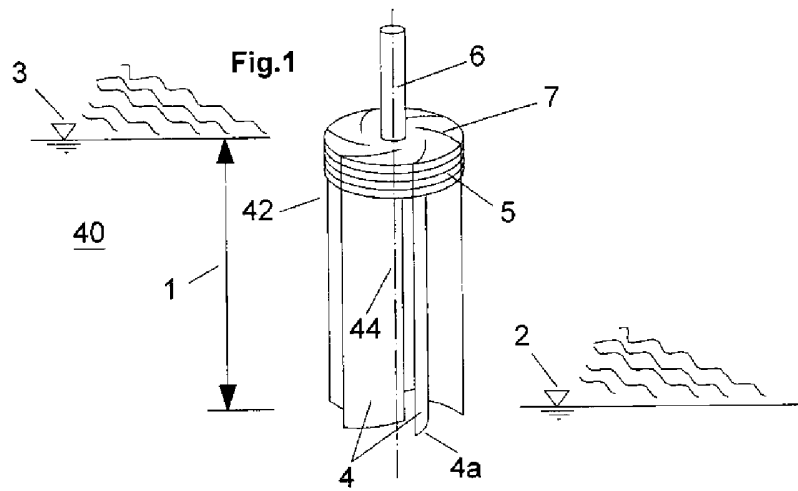
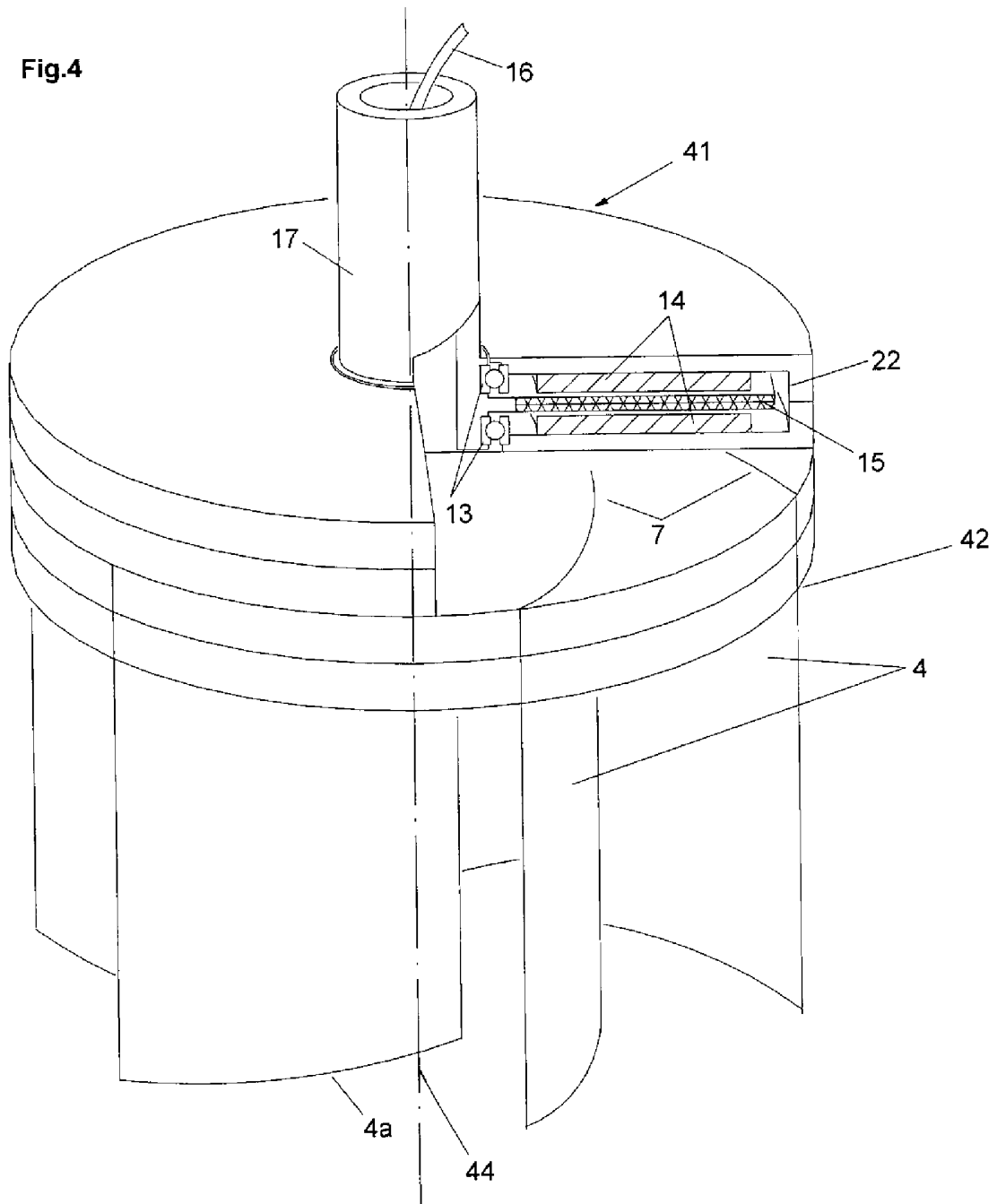


Fig.4



**Fig.5**

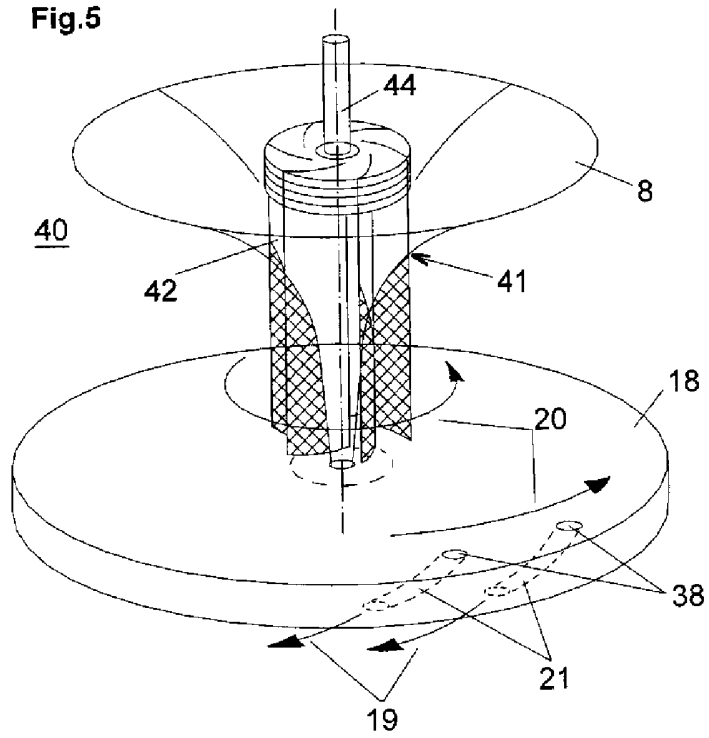


Fig.6

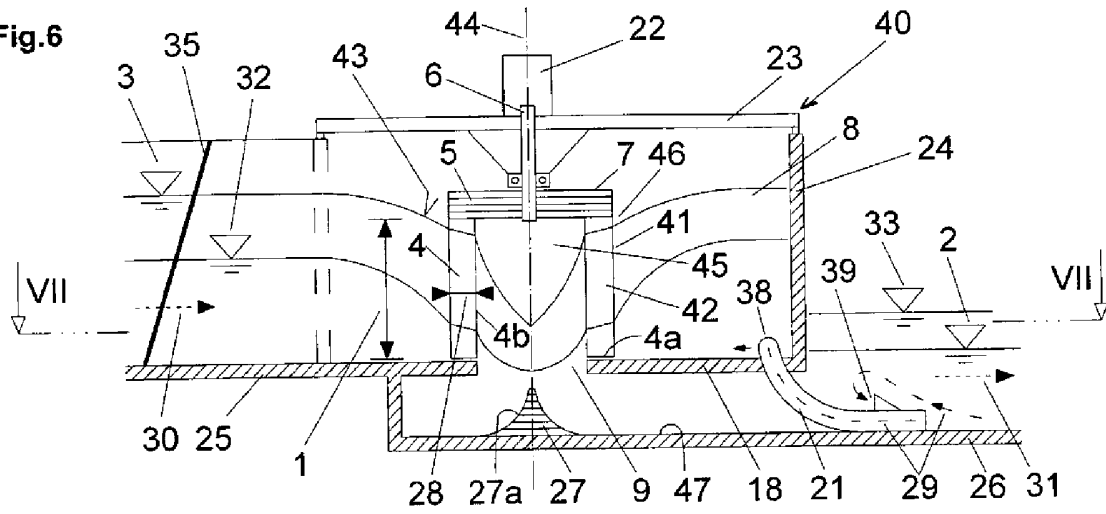


Fig.7

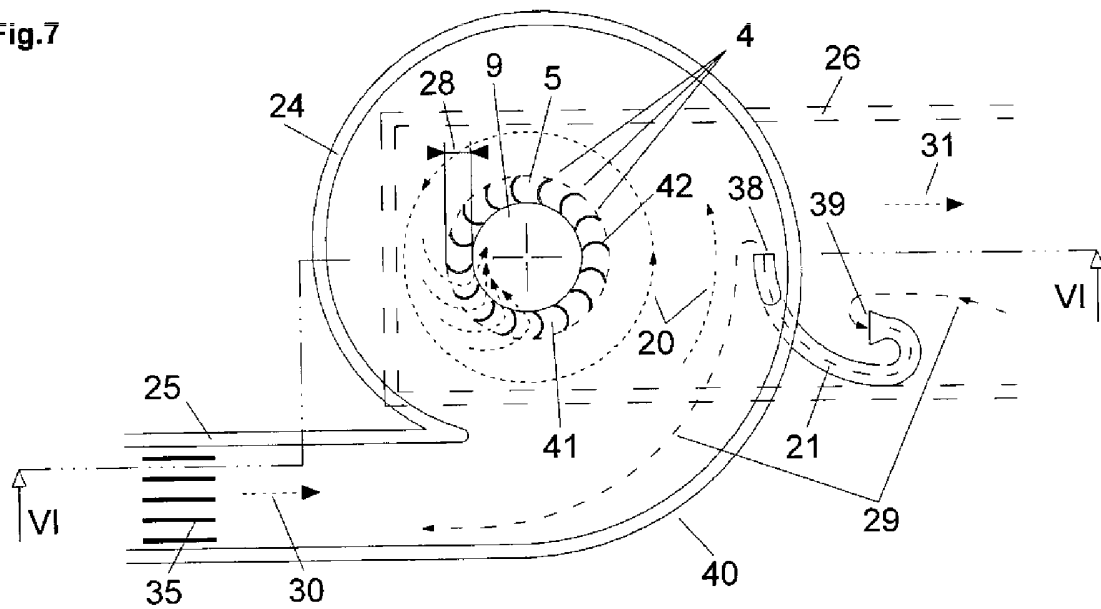


Fig.8

