

AT 410 576 B



(19)

REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer: AT 410 576 B

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer:

A 1432/2001

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: F03B 13/08

(22) Anmeldetag:

12.09.2001

F03B 13/10

(42) Beginn der Patentdauer:

15.10.2002

(45) Ausgabetag:

25.06.2003

(56) Entgegenhaltungen:

US 5825094A AT 408257B

(73) Patentinhaber:

VA TECH HYDRO GMBH & CO  
A-1141 WIEN (AT).

(72) Erfinder:

WINKLER STEFAN  
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

## (54) EINRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR ERZEUGUNG ELEKTRISCHER ENERGIE

(57)

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einrichtung und ein Verfahren zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem strömenden Medium, z.B. Wasser, mit einer Anzahl von Turbinen-Generatoreinheiten 1, die übereinander und/oder nebeneinander angeordnet und miteinander zu einem oder mehreren Modulen 15 verbunden sind, wobei die Turbine einer Turbinen-Generatoreinheit 1 drehbar gelagerte Laufradschaufeln 3a, 3b aufweist, die im Bereich ihrer äußeren Enden kraftschlüssig mit einem ringförmigen Rotor 9 des Generators 8 der Turbinen-Generatoreinheit 1 verbunden sind, und wobei der Stator 10 des Generators 8 der Turbinen-Generatoreinheit 1 konzentrisch um den Rotor 9 drehfest in dem Modul 15 angeordnet ist. Ebenso betrifft die Erfindung eine Anlage zur Erzeugung elektrischer Energie und ein Verfahren zum Umbau einer solchen Anlage.

Durch den erfindungsgemäßen Aufbau des Moduls werden das Gewicht und die Baulänge erheblich verringert. Zusätzlich werden bei dieser Erfindung aufgrund der geringeren Momente der Turbinen-Generatoreinheiten auch Schwingungen der Turbinen-Generatoreinheiten bzw. des Moduls im Betrieb und Kippmomente beim Anheben und Absenken des Moduls vermieden.

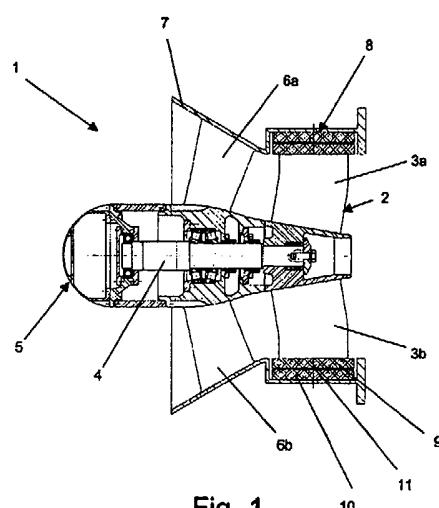


Fig. 1

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem strömenden Medium, z.B. Wasser, mit einer Anzahl von Turbinen-Generatoreinheiten, die zumindest abschnittsweise übereinander und/oder nebeneinander angeordnet und miteinander zu einem oder mehreren Modulen verbunden sind. Weiters betrifft die Erfindung eine Anlage zur Erzeugung elektrischer Energie und ein Verfahren zum Umbau einer solchen Anlage.

5 Eine Einrichtung der oben genannten Art geht beispielsweise aus der US 4,804,855 und der 4,755,690 (Obermeyer) hervor. Darin ist eine Einrichtung mit einer Vielzahl von übereinander und nebeneinander angeordneten und zu Modulen verbundenen Turbinen-Generatoreinheiten beschrieben, die an einem Damm zwischen zwei Pfeilern angeordnet sind und mittels eines Krans angehoben und abgesenkt werden können. Die Turbinen-Generatoreinheiten sind in Form von sogenannten Rohrgeneratoren ausgebildet, bei welchen eine birnenförmige Röhre zur Aufnahme des Generators vorgesehen ist, an deren sich verjüngenden Ende eine Turbine angeordnet ist, welche drehfest mit dem Generator über eine horizontale Welle verbunden ist, welche in der Röhre gelagert ist. Die Röhre ist an ihrem vorderen, sich verjüngenden Ende über Leitbleche an einem den Generator und die Turbine umgebenden Einlaufrohr abgestützt.

10 Eine weitere Vorrichtung dieser Art kann der US 5,825,094 A entnommen werden, bei der mehrere Turbinen über ein Kegelradgetriebe und Hohlwellen einen entfernt angeordneten Generator antreiben. Der Generator wird also nicht direkt von der Turbine angetrieben, sondern es ist ein zwischengeschaltetes Getriebe erforderlich, wodurch sich eine sehr aufwendige Ausführung ergibt.

15 Auch der AT 408 257 B können Turbinen-Generatoreinheiten entnommen werden, wobei die Turbinen-Generatoreinheiten wiederum als Rohrgeneratoren ausgebildet sind und wobei eine Vielzahl von Turbinen-Generatoreinheiten übereinander und nebeneinander angeordnet und zu Modulen verbunden sind.

20 Im Vergleich zu großen Rohrgeneratoren herkömmlicher Kraftwerke bietet die Anordnung von mehreren vergleichsweise wesentlich kleineren Turbinen-Generatoreinheiten nebeneinander und übereinander den Vorteil einer erheblich kürzeren baulichen Länge und damit verbunden geringere Aufwendungen im Bereich Infrastruktur, aber auch eines flexiblen Betriebes. Bei einer großen Anzahl von Turbinen-Generatoreinheiten besteht die Gefahr, dass durch Überlagerung von Schwingungen einzelner Einheiten starke Beanspruchungen eines Moduls auftreten. Weiters ist bei einer großen Anzahl von Turbinen-Generatoreinheiten mit einem vergleichsweise hohen Gewicht des Moduls zu rechnen, welches einen entsprechend verstärkten Kran und eine entsprechende Infrastruktur zur Folge hat.

25 Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die aus dem Stand der Technik bekannte Einrichtung weiter zu verbessern und insbesondere das Gewicht zu verringern und den Wirkungsgrad eines Moduls, sowie dessen Schwingverhalten zu verbessern.

30 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Maßnahmen der unabhängigen Ansprüche gelöst, in dem die drehbar gelagerten Laufradschaufeln der Turbine einer Turbinen-Generatoreinheit im Bereich ihrer äußeren Enden kraftschlüssig mit einem ringförmigen Rotor des Generators der Turbinen-Generatoreinheit verbunden sind, und in dem der Stator des Generators der Turbinen-Generatoreinheit konzentrisch um den Rotor drehfest in dem Modul angeordnet ist.

35 Durch die Erfindung wird das bekannte und erprobte Konzept der Rohrgeneratoren verlassen und es wird ein neuer Typ eines Generators eingesetzt, welcher den Vorteil einer noch kürzeren Baulänge hat. Beim Einsatz dieses Generatortyps in einem Modul mit nebeneinander und/oder übereinander angeordneten Turbinen-Generatoreinheiten ergibt sich zusätzlich zu der kürzeren Baulänge aber auch der wesentliche Vorteil, dass das Gewicht erheblich verringert wird, wodurch 40 zudem der wesentliche Vorteil, dass das Gewicht erheblich verringert wird, wodurch 45 zum Installieren solcher Module eine geringer dimensionierte Infrastruktur und zum Anheben und zum Absenken der Module ein kleinerer Kran verwendet werden kann, was sich in hohem Maße auf die Baukosten einer Anlage auswirkt. Durch die günstige Lage des Schwerpunktes der Turbinen-Generatoreinheiten in Bezug auf die Befestigung der Einheiten selbst, aber auch in Bezug auf die 50 Verankerung des Moduls und der Lastaufnahmemittel werden insbesondere Schwingungen und Kippmomente vermieden, sodass die Konstruktion des Moduls selbst, aber auch deren Führung und Halterung in vorteilhafter Weise geringer dimensioniert und somit leichter ausgeführt werden kann. Der bei herkömmlichen Anlagen durch den Rohrgenerator beanspruchte zentrale Bereich der Turbinen-Generatoreinheiten wird bei der erfindungsgemäßen Lösung frei und kann als Durchströmquerschnitt genutzt werden, sodass sich der Wirkungsgrad der Turbinen-Generatoreinheiten 55

wesentlich verbessern lässt. Zusätzlich zu den energetischen Vorteilen bieten die Module dieser Art auch wesentliche umweltrelevante Aspekte, nämlich eine Schonung von Lebewesen, insbesondere Fische, welche durch die Turbine das Wehr verlassen und aufgrund des vergleichsweise großen Durchströmquerschnittes und dem Umstand, dass das Laufrad keinen Spalt aufweist, unverletzt bleiben.

Eine Anlage zur Erzeugung elektrischer Energie mit einer Dammstruktur wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise so ausgestaltet, dass eine Mehrzahl von Modulen nebeneinander angeordnet und an der Dammstruktur abgestützt sind, wobei die Turbinen der Turbinen-Generatoreinheiten drehbar gelagerte Laufradschaufeln aufweisen, die im Bereich ihrer äußereren Enden kraftschlüssig mit je einem ringförmigen Rotor des Generators der Turbinen-Generatoreinheiten verbunden sind, und dass die zugehörigen Statoren der Generatoren der Turbinen-Generatoreinheiten konzentrisch um den Rotor drehfest in dem zugehörigen Modul angeordnet sind. Eine Anlage dieses Typs ist aufgrund der CO<sub>2</sub>-freien Energieerzeugung besonders umweltfreundlich.

Weiters eignet sich die vorliegende Erfindung in besonderem Maße zum Umbau bestehender Anlagen, die vorwiegend zum zumindest temporären Speichern von Wasser vorgesehen sind, wie z.B. Schleusen, in eine Anlage zur Erzeugung elektrischer Energie. Dabei verfügt diese Struktur über zumindest ein lösbares, zum Speichern des Mediums nutzbares Element, z.B. ein Wehr, wobei im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens ein den Abmessungen des lösbar Elementes entsprechendes Modul hergestellt wird, welches eine Anzahl von nebeneinander und/oder übereinander angeordnete Turbinen-Generatoreinheiten aufweist, gegebenenfalls ein Mittel zum Heben und Senken des lösbar Elementes an das Gewicht des Moduls angepasst oder neu installiert wird, und das lösbare Element mit Hilfe des Mittels zum Heben und Senken von der Struktur entfernt und das Modul mit den Turbinen-Generatoreinheiten anstelle des lösbar Element in der Struktur mit Hilfe des Mittels zum Heben und Senken positioniert wird, wobei die in dem Modul angeordneten Turbinen-Generatoreinheiten über eine Leitung zum Abführen der durch die Turbinen-Generatoreinheiten erzeugten elektrischen Energie mit einem Energieversorgungs-Netzwerk verbunden werden und, erforderlichenfalls, bei zumindest teilweisem Abließen des gespeicherten Mediums durch die Turbinen-Generatoreinheiten des Moduls, elektrische Energie erzeugt wird, und wobei gegebenenfalls zur Wiederherstellung der Speicherfunktion der Struktur das Modul entfernt und durch das lösbare Element ersetzt wird. Dabei werden die miteinander zu einem Modul verbundenen Turbinen-Generatoreinheiten zeitgleich von dem Medium durchströmt, wobei die drehbar gelagerten Laufradschaufeln der Turbinen der Turbinen-Generatoreinheiten des Moduls und die im Bereich der äußeren Enden der Laufradschaufeln kraftschlüssig verbundenen Rotoren der Generatoren der Turbinen-Generatoreinheiten des Moduls in Rotation versetzt, und es wird mittels der Rotoren der Generatoren in Zusammenwirken mit konzentrisch um die Rotoren drehfest in dem Modul angeordneten Statoren des Generators der Turbinen-Generatoreinheit elektrische Energie erzeugt. Bei einer Nutzung der Erfindung an einer bereits vorhandenen Struktur kann der Umweltaspekt weiter gesteigert werden, da keinerlei die Umwelt beeinträchtigende Infrastrukturmaßnahmen gesetzt werden müssen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungsformen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Unteransprüchen.

Eine optimale Ausnützung der in dem Medium verfügbaren Energie bei geringem Platzverbrauch ergibt sich dadurch, dass die durch den Rotor bzw. Stator des Generators definierte Öffnung von dem die Turbine antreibenden Medium durchströmbar ist.

Eine weitere Verbesserung hinsichtlich der Dimensionierung ergibt sich, wenn die Turbinen-Generatoreinheiten bzw. die Module mit einer Einrichtung zum Heben und Senken verbindbar sind, wobei der Schwerpunkt der Turbinen-Generatoreinheiten bzw. der Module -unter Vermeidung eines Kippmomentes- im wesentlichen unterhalb des Angriffspunktes bzw. der Angriffspunkte der Einrichtung zum Heben und Senken angeordnet ist.

Ein optimaler Wirkungsgrad solcher Turbinen-Generatoreinheiten wird dadurch erreicht, dass die Turbinen-Generatoreinheiten mit Einlaufrohren versehen sind, welche von dem die Turbinen-Generatoreinheiten antreibenden Medium durchströmbar sind.

Eine Verbesserung des Platzverbrauches der Turbinen-Generatoreinheiten in dem Modul ergibt sich, wenn die Statoren benachbarter Turbinen-Generatoreinheiten eines Moduls unmittelbar

nebeneinander und/oder übereinander angeordnet sind.

Die anströmbar Fläche kann weiter optimiert werden, wenn die Einlaufrohre benachbarter Turbinen-Generatoreinheiten unmittelbar nebeneinander und/oder übereinander angeordnet sind, wobei der Öffnungsquerschnitt des Einlaufrohres im Bereich der Turbine kleiner als der Öffnungsquerschnitt des Einlaufrohres an dem -in Strömungsrichtung- vor der Turbine liegenden offenen Ende ist und die Differenz dieser Öffnungsquerschnitte größer oder gleich der Summe der Querschnitte des Rotors und des Stators des Generators ist.

Eine besonders einfache Konstruktion ergibt sich dadurch, dass das Einlaufrohr im Bereich der Turbine bzw. des Generators als ein Gehäuse ausgebildet ist, in welchem der Stator verankert ist. Darüber hinaus ist es von Vorteil, in den Einlaufrohren der Turbinen-Generatoreinheiten Leitschaufern anzuordnen, mittels welchen die Turbine und der Rotor des Generators gehalten werden.

Eine besonders einfache und kostengünstige Einrichtung ergibt sich dadurch, dass der Ringraum zwischen Rotor und Stator des Generators mit einem Raumabschnitt verbunden ist, welcher von dem durch die Turbine fließenden Medium durchströmt wird, und dass dieser Ringraum von dem Medium durchströmbar ist. Bevorzugt ist der Ringraum zu beiden Seiten des Rotors bzw. Generators über den gesamten Umfang durchströmbar. In diesem Fall entfällt das Erfordernis einer Dichtung und die Einheiten bzw. Module können besonders kostengünstig und weitgehend wartungsfrei gestaltet werden. Dabei sind der Stator und der Rotor für sich gegen Eindringen des vorbeiströmenden Mediums abgedichtet bzw. gegenüber dem Medium elektrisch isoliert ausgebildet.

Bei einer alternativen Ausführungsform ist der Spalt zwischen Rotor und Stator des Generators gegenüber dem die Turbine antreibenden Medium gedichtet und der Ringraum zwischen Rotor und Stator mit einem Gas, insbesondere Luft, gefüllt. In diesem Fall ist es von Vorteil, die Dichtung entlang des Rotors anzuordnen, und zwar kann die Dichtung wahlweise am rotierenden Teil oder am Stator befestigt sein.

Eine weitere Verbesserung hinsichtlich der Flexibilität einer solchen Einrichtung ergibt sich dadurch, dass die Turbine zur Energieerzeugung in beide Richtungen drehbar ausgebildet ist.

Darüber hinaus kann der Wirkungsgrad eines Moduls weiter verbessert werden, in dem die Ausrichtung der Laufradschaufeln bezüglich der Strömungsrichtung des Mediums verstellbar sind.

Bei einer bevorzugten, besonders wirtschaftlichen Variante der erfindungsgemäßen Einrichtung beträgt die elektrische Leistung des Generators einer einzelnen Turbinen-Generatoreinheit zwischen 100 KW und 1000 KW, vorzugsweise zwischen 200 KW und 700 KW.

Eine Anlage kann insbesondere dann wirtschaftlich und effizient hergestellt und betrieben werden, wenn die Anzahl der übereinander und/oder nebeneinander angeordneten Turbinen-Generatoreinheiten zwischen 5 und 500, vorzugsweise zwischen 50 und 250 beträgt.

Weitere Vorteile und erfindungsgemäße Merkmale ergeben sich aus der nachfolgenden, nicht einschränkenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung, wobei auf die beiliegenden Figuren Bezug genommen wird, die folgendes zeigen:

Figur 1 einen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel für eine Turbinen-Generatoreinheit für eine erfindungsgemäße Einrichtung und

Figur 2 ein Ausführungsbeispiel für eine Einrichtung der erfindungsgemäßen Art.

Die Turbinen-Generatoreinheit 1 gemäß Figur 1 weist eine Turbine 2 mit Laufradschaufeln 3a, 3b auf, die kraftschlüssig miteinander und mit einer Welle 4 verbunden sind, welche in einem birnenförmigen Lagergehäuse 5 der Turbinen-Generatoreinheit 1 mittels Wälz-, Gleit- und/oder Kugellager drehbar gelagert und gegen das umströmende Medium, z.B. Wasser, gedichtet ist.

Das Lagergehäuse 5 ist mittels Leitblechen 6a, 6b an einem konischen Einlaufrohr 7 befestigt.

Im Bereich der Enden der Laufradschaufeln 3a, 3b befindet sich der Generator 8, welcher einen ringförmigen Rotor 9 des Generators 8 der Turbinen-Generatoreinheit 1 aufweist, der mit den Laufradschaufeln 3a, 3b kraftschlüssig verbunden ist. Konzentrisch um den Rotor 9 ist der ebenso ringförmige Stator 10 des Generators 8 angeordnet, welcher drehfest in dem Modul angeordnet ist und, bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel, in einem als Gehäuse ausgebildeten Abschnitt des Einlaufrohres 7 verankert ist.

Zwischen dem Rotor und dem Stator befindet sich ein ebenso ringförmiger Spaltzwischenraum 11, der bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel von dem durch das Einlaufrohr fließenden Medium durchströmt werden kann, sodass dieser Spalt 11 im Betrieb ständig mit dem

Medium, z.B. Wasser, gefüllt ist. Alternativ kann dieser Spalt-Zwischenraum auch mit Gas, z.B. Luft, gefüllt sein, in dem der Rotor gegenüber dem durch das Einlaufrohr fließende Medium gedichtet wird, beispielsweise durch eine Dichtung zwischen den Stirnflächen des Rotors 9 und der gegenüberliegenden Stirnfläche des durch das Einlaufrohr 7 gebildeten Gehäuses.

5 Ähnliche Turbinen mit Generatoren sind für Anwendungen als einzelne stationäre Einheiten mit vergleichsweise großer Leistungsklasse bereits bekannt. Unter anderem ist ein Turbinen-Generatorsatz dieses Typs in den US 4,064,403, US 4,123,666 und US 4,464,580 beschrieben.

10 Ein wesentlicher Vorteil der vorliegenden Erfindung ergibt sich durch die Anordnung einer Anzahl von solchen Turbinen-Generatoreinheiten nebeneinander und/oder übereinander, da die konischen Einlaufrohre strömungsbedingt an ihren Eintrittsöffnungen einen größeren Querschnitt aufweisen als im Bereich der Turbine. Dadurch entsteht zwischen zwei unmittelbar benachbarten Einlaufrohren im Bereich der benachbarten Turbinen ein Zwischenraum, welcher erfindungsgemäß durch die Anordnung der Generatoren optimal genutzt werden kann, wodurch im Vergleich zu herkömmlichen Rohrgeneratoren der gesamte, für den Generator notwendige Platz im Mittelteil des Einlaufrohres als Durchströmfläche für das Medium freigegeben und somit der Wirkungsgrad der Turbinen-Generatoreinheit und dadurch die Wirtschaftlichkeit eines Moduls wesentlich verbessert wird.

15 20 Ein weiterer, wesentlicher Vorteil der Erfindung ergibt sich unter anderem aber auch durch die im Vergleich zu Rohrgeneratoren besonders nahe Lage des Schwerpunktes der Turbinen-Generatoreinheit bezüglich der Lagerung, sodass einzelne Turbinen geringere Schwingungen verursachen, wobei die Überlagerung solcher Schwingungen einzelner Einheiten für das Modul unbedenklich sind und demnach eine geringere Dimensionierung des gesamten Moduls und eine kostengünstigere Herstellung möglich ist.

25 Darüber hinaus liegt der Schwerpunkt eines gesamten Moduls -von der Seite betrachtet- in einer Vertikalebene im Bereich der Generatoren bzw. Turbinen, wo üblicherweise auch das Lastaufnahmemittel bzw. die seitlichen Führungen zum Heben und Senken des Moduls angeordnet sind, sodass auch beim Heben und Senken keinerlei Momente auftreten, welche eine geringere Dimensionierung des Moduls, der Führungen und des Lasthebemittels und damit eine weitere Verringerung der Herstellkosten ermöglichen.

30 35 Figur 2 zeigt eine Anlage zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem strömenden Medium, nämlich Wasser, mit einer Dammstruktur 12, mittels welcher ein Bereich mit höherem Wasserpegel (UPPER POOL) von einem Bereich mit niedrigerem Wasserpegel (LOWER POOL) getrennt werden kann, im vorliegenden Fall durch ein Wehr 13, welches durch Verschwenken um eine horizontale Achse heb und senkbar ist, wobei in der gehobenen Position des Wehrs 13 ein Abfließen des Wassers aus dem Bereich mit dem höheren Wasserpegel in den Bereich mit niedrigerem Wasserpegel möglich ist und in der abgesenkten Position des Wehrs 13 verhindert wird.

40 45 Weiters weist die Dammstruktur 12 zu beiden Seiten dem Wehr 13 benachbarte vertikale seitliche Führungen 14 auf, welche zur Führung und Abstützung von Turbinen-Generatoreinheiten 1 dienen, die im vorliegenden Fall nebeneinander und übereinander angeordnet und matrixförmig zu einem Modul 15 zusammengefasst sind, welches bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel in einem Rahmen 16 integriert ist, welcher zusätzlich zur Aufnahme weiterer Elemente, wie beispielsweise einem Rechen, Serviceeinrichtungen u.dgl., ausgestattet ist. Abweichend von dem vorliegenden Ausführungsbeispiel können die einzelnen Turbinen-Generatoreinheiten aber auch wabenförmig oder in jeder anderen beliebigen Struktur angeordnet sein, z.B. in Strömungsrichtung versetzt etc.

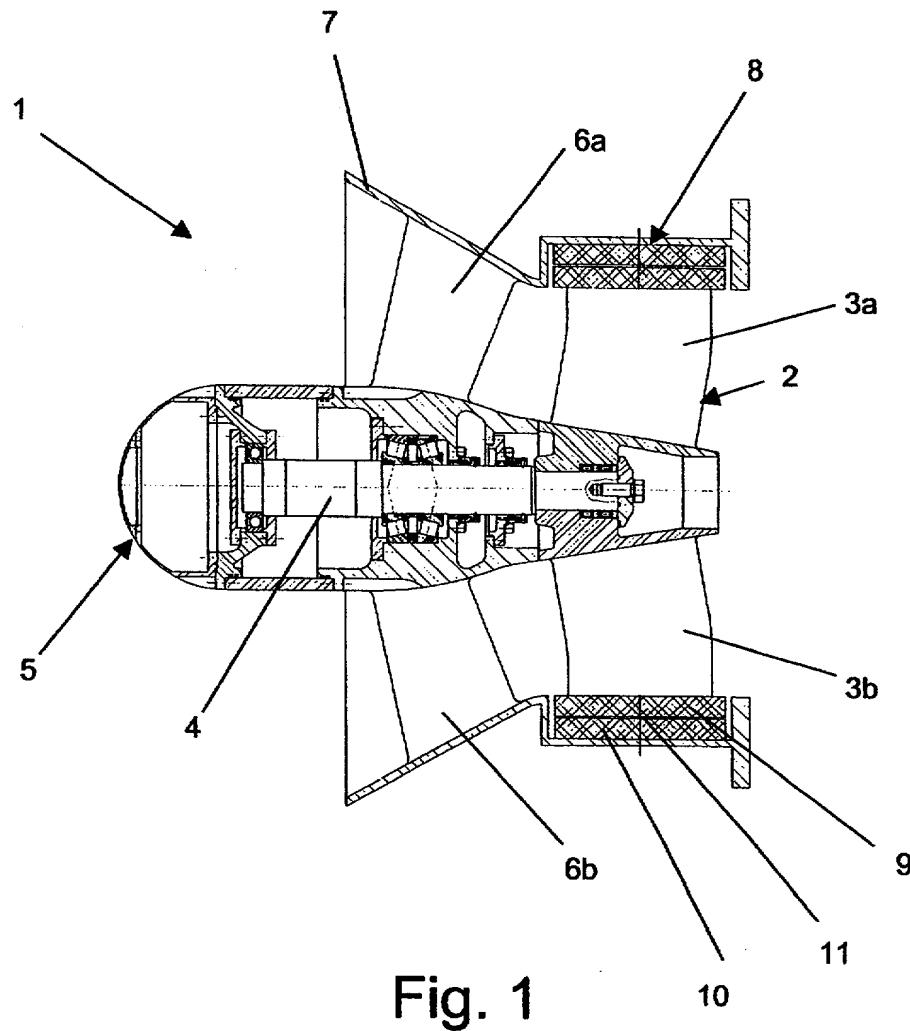
50 Der Modul 15 weist an seiner Oberseite ein Lastaufnahmemittel 17 für einen Kran 18 auf, welcher an der Dammstruktur 12 angeordnet ist, und mittels welchem der Modul 15 gehoben und gesenkt werden kann, wobei alle Turbinen-Generatoreinheiten 1 eines Moduls 15 in dessen abgesenkten Zustand zur Erzeugung elektrischer Energie aus dem durch die Turbinen fließenden Wasser genutzt werden können.

#### PATENTANSPRÜCHE:

- 55 1. Einrichtung zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem strömenden Medium, z.B. Wasser, mit einer Anzahl von Turbinen-Generatoreinheiten (1), die zumindest abschnittsweise

- 5 übereinander und/oder nebeneinander angeordnet und miteinander zu einem oder mehreren Modulen (15) verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbine (2) einer Turbinen-Generatoreinheit (1) drehbar gelagerte Laufradschaufeln (3a, 3b) aufweist, die im Bereich ihrer äußen Enden kraftschlüssig mit einem ringförmigen Rotor (9) des Generators (8) der Turbinen-Generatoreinheit (1) verbunden sind, und wobei der Stator (10) des Generators der Turbinen-Generatoreinheit (1) konzentrisch um den Rotor (9) drehfest in dem Modul (15) angeordnet ist.
- 10 2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die durch den Rotor (9) bzw. Stator (10) des Generators (8) definierte Öffnung von dem die Turbine (2) antreibenden Medium durchströmbar ist.
- 15 3. Einrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbinen-Generatoreinheiten (1) bzw. die Module (15) mit einer Einrichtung zum Heben und Senken (18) verbindbar sind, wobei der Schwerpunkt der Turbinen-Generatoreinheiten bzw. der Module -unter Vermeidung eines Kippmomentes- im wesentlichen unterhalb Angriffspunktes bzw. der Angriffspunkte des Lastaufnahmemittels (17) für die Einrichtung zum Heben und Senken (18) angeordnet ist.
- 20 4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbinen-Generatoreinheiten (1) mit Einlaufrohren (7) versehen sind, welche von dem die Turbinen-Generatoreinheiten (1) antreibenden Medium durchströmbar sind.
- 25 5. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Statoren (10) benachbarter Turbinen-Generatoreinheiten (1) eines Moduls (15) unmittelbar nebeneinander und/oder übereinander angeordnet sind.
- 30 6. Einrichtung nach Anspruch 4 oder Ansprüche 4 und 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einlaufrohre (7) benachbarter Turbinen-Generatoreinheiten (1) unmittelbar nebeneinander und/oder übereinander angeordnet sind, wobei der Öffnungsquerschnitt des Einlaufrohres (7) im Bereich der Turbine (2) kleiner als der Öffnungsquerschnitt des Einlaufrohres an dem -in Strömungsrichtung- vor der Turbine liegenden offenen Ende ist und die Differenz dieser Öffnungsquerschnitte größer oder gleich der Summe der Querschnitte des Rotors (9) und des Stators (10) des Generators (8) ist.
- 35 7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einlaufrohr (7) im Bereich der Turbine (2) bzw. des Generators (8) als ein Gehäuse ausgebildet ist, in welchem der Stator (10) verankert ist.
- 40 8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Einlaufrohren (7) der Turbinen-Generatoreinheiten (1) eines Moduls (15) Leitschaufeln (6a, 6b) angeordnet sind, mittels welchen die Turbine (2) und der Rotor (9) des Generators (8) an dem Einlaufrohr (7) gehalten werden.
- 45 9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ringraum (11) zwischen Rotor (9) und Stator (10) des Generators (8) mit einem Raumabschnitt verbunden ist, welcher von dem durch die Turbine fließenden Medium durchströmt wird, **und dass** dieser Ringraum (11) von dem Medium durchströmbar ist.
- 50 10. Einrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ringraum (11) zu beiden Seiten des Rotors (9) bzw. Generators (8) über den gesamten Umfang durchströmbar ist.
- 55 11. Einrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stator und der Rotor einzeln gegen Eindringen des vorbeiströmenden Mediums abgedichtet bzw. gegenüber dem Medium elektrisch isoliert ausgebildet sind.
12. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spalt zwischen Rotor und Stator des Generators gegenüber dem die Turbine antreibenden Medium gedichtet ist und der Ringraum zwischen Rotor und Stator mit einem Gas, insbesondere Luft, gefüllt ist.
13. Einrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtung entlang des Rotors bzw. des Stators angeordnet und vorzugsweise am Rotor oder am Stator befestigt ist.
14. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbine (2) zur Energieerzeugung in beide Richtungen drehbar ausgebildet ist.

15. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 114, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausrichtung der Laufradschaufeln (3a, 3b) bezüglich der Strömungsrichtung des Mediums verstellbar sind.
- 5 16. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Leistung des Generators (8) einer einzelnen Turbinen-Generatoreinheit (1) zwischen 100 KW und 1000 KW, vorzugsweise zwischen 200 KW und 700 KW beträgt.
- 10 17. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl der übereinander und/oder nebeneinander angeordneten Turbinen-Generatoreinheiten (1) zwischen 5 und 500, vorzugsweise zwischen 50 und 250 beträgt.
- 15 18. Anlage zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem strömenden Medium, z.B. Wasser, mit einer Dammstruktur (12) und mit einer Mehrzahl von Turbinen-Generatoreinheiten (1), die übereinander und/oder nebeneinander angeordnet und miteinander zu einem oder mehreren Modulen (15) verbunden sind und gegebenenfalls eine Mehrzahl von Modulen (15) nebeneinander angeordnet und an der Dammstruktur (12) abgestützt sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbinen (2) der Turbinen-Generatoreinheiten (1) drehbar gelagerte Laufradschaufeln (3a, 3b) aufweisen, die im Bereich ihrer äußeren Enden kraftschlüssig mit je einem ringförmigen Rotor (9) des Generators (8) der Turbinen-Generatoreinheiten (1) verbunden sind, und der zugehörige Stator (10) des Generators (8) der Turbinen-Generatoreinheiten (1) konzentrisch um den Rotor (9) drehfest in dem zugehörigen Modul (15) angeordnet ist.
- 20 19. Anlage nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwerpunkt des Moduls -in seiner vertikalen Betriebsposition- in einer Vertikalebene liegt, welche -von der Seite gesehen- im Bereich des durch die Generatoren (8) bzw. die Turbinen (2) definierten Abschnittes liegt.
- 25 20. Anlage nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dammstruktur (12) eine Mehrzahl von Dammpfeilern aufweist, zwischen welchen das Medium vorbeiströmen kann, wobei zwischen zwei benachbarten Pfeilern je ein mittels einer Hebeeinrichtung (18) heb- und senkbares Modul (15) mit je einer Mehrzahl von Turbinen-Generatoreinheiten (1) angeordnet und an den Pfeilern abgestützt und geführt ist.
- 30 21. Verfahren zum Umbau einer Struktur (12) zum zumindest temporären Speichern eines fließfähigen Mediums, z.B. Wasser, in eine Anlage zur Erzeugung elektrischer Energie, bei welchem die Struktur zumindest ein Element zum Speichern des Mediums aufweist, z.B. ein Wehr (13), und bei welchem ein den Abmessungen des lösbarer Elementes entsprechendes Modul (15) hergestellt wird, welches eine Anzahl von nebeneinander und/oder übereinander angeordnete Turbinen-Generatoreinheiten (1) aufweist, gegebenenfalls ein Mittel zum Heben und Senken des lösbarer Elementes an das Gewicht des Moduls (15) angepasst oder neu installiert wird, und das lösbarer Element mit Hilfe des Mittels zum Heben und Senken (18) von der Struktur (12) entfernt und das Modul (15) mit den Turbinen-Generatoreinheiten (1) anstelle des lösbarer Element in der Struktur mit Hilfe des Mittels zum Heben und Senken (18) positioniert wird, wobei die in dem Modul (15) angeordneten Turbinen-Generatoreinheiten (1) über eine Leitung zum Abführen der durch die Turbinen-Generatoreinheiten (1) erzeugten elektrischen Energie mit einem Energieversorgungsnetzwerk verbunden werden und, erforderlichenfalls, bei zumindest teilweisem Abfließen des gespeicherten Mediums durch die Turbinen-Generatoreinheiten (1) des Moduls (15), elektrische Energie erzeugt wird, und wobei gegebenenfalls zur Wiederherstellung der Speicherfunktion der Struktur (12) das Modul (15) entfernt und durch das lösbarer Element ersetzt wird.
- 35 40 45



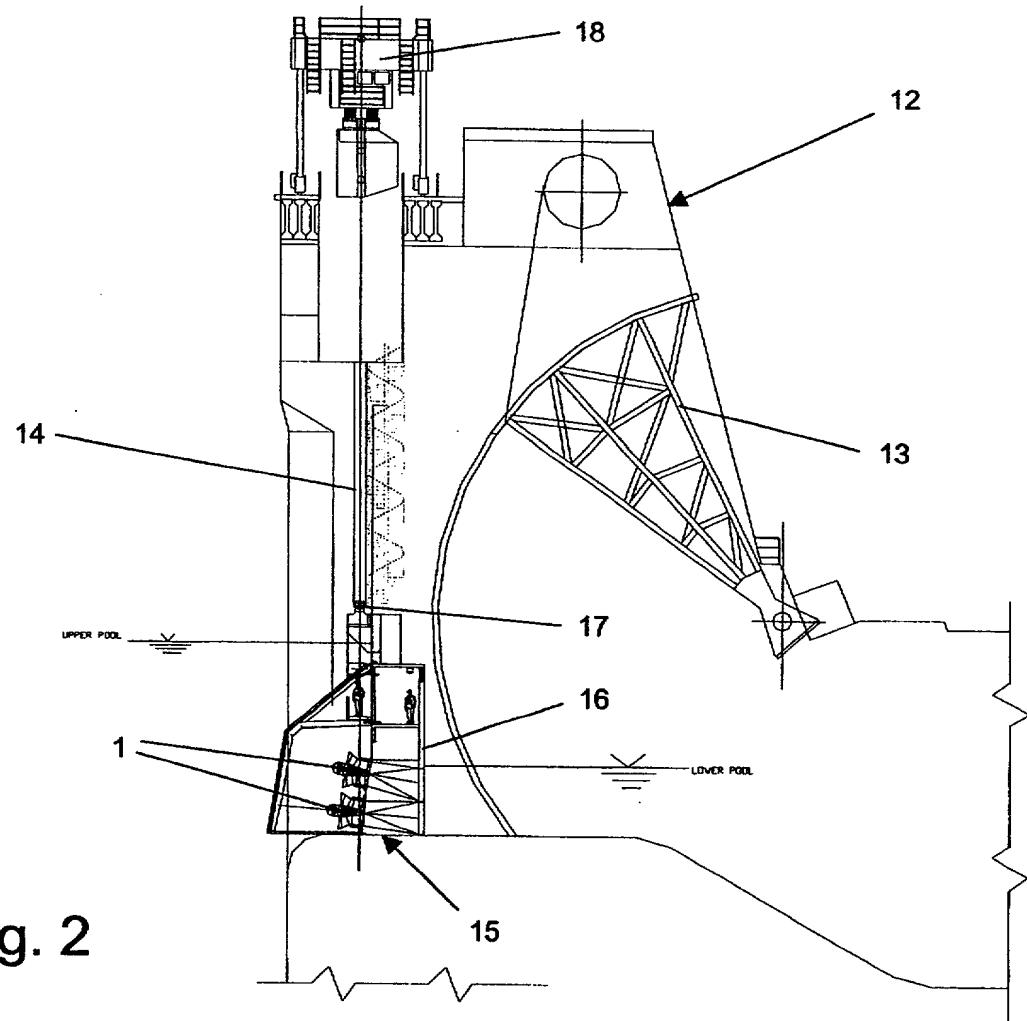


Fig. 2