

①



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪

CH 664 603 A5

⑤

Int. Cl.⁴: F 03 B
F 03 B

3/12
13/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

②① Gesuchsnummer: 4037/84

②② Anmeldungsdatum: 23.08.1984

②④ Patent erteilt: 15.03.1988

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 15.03.1988

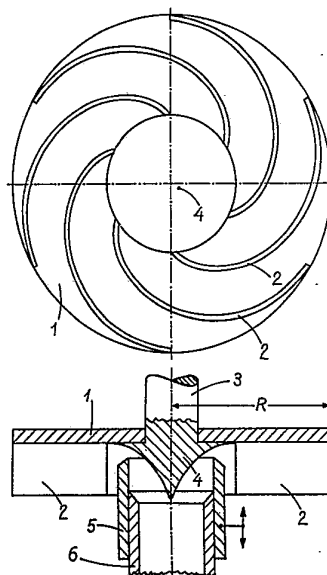
⑦③ Inhaber:
Klaus Reithofer, Rorschacherberg

⑦② Erfinder:
Reithofer, Klaus, Rorschacherberg

⑤④ Turbine für kleine Wasserkraftwerke.

⑤⑦ Die Turbine hat eine einfache Bauform, so dass sie auch für Leistungen unter (10 KW wirtschaftlich eingesetzt werden kann.

Das Laufrad ist fliegend auf der Generatorwelle (3) angeordnet. Es besteht aus einer Scheibe (1), auf der gekrümmte Stege (2) angebracht sind. Eine verschiebbare Rohrmanschette (5) auf der axialen Wasserzuführung dient zur Regelung des Wasserdurchflusses.



PATENTANSPRÜCHE

1. Turbine für kleine Wasserkraftwerke mit Fallhöhen über 10 Meter, dadurch gekennzeichnet, dass das Laufrad aus einer Scheibe (1) besteht, auf die gekrümmte Stege (2) aufgesetzt sind, welche die Laufradschaufeln bilden, die Wasserzuleitung (5, 6) axial auf das Zentrum des Laufrades angelegt ist und das freie Ende (4) der Turbinenachse (3) so gestaltet ist, dass es einerseits den Wasserstrahl in radiale Richtung zur gleichzeitigen Beaufschlagung aller Laufradschaufeln umlenkt und andererseits eine Düsennadel bildet, die innerhalb der axialen Rohrzuführung den Durchströmungsquerschnitt bestimmt.

2. Turbine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Regelung der Turbinenleistung bzw. Wassermenge eine axial verschiebbare Rohrmanschette (5) an der Wasserzuleitung (6) angebracht ist, wodurch der Durchströmungsquerschnitt an der Düsennadel (4) veränderbar ist.

3. Turbine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Laufradschaufeln (2) kreisbogenförmig sind.

4. Turbine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Krümmung der Laufradschaufeln (2) zur Erzielung eines optimalen Wirkungsgrades entsprechend der Kurve (9) der Figur 3 ausgebildet ist.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft eine Turbine für kleine Wasserkraftwerke mit Fallhöhen über 10 Meter.

Die bekannten Bauformen wie Pelton-, Francis-, Kaplan- und Rohrturbinen haben ihre speziellen Einsatzbereiche bezüglich Gefälle und Wassermenge. Sie eignen sich sehr gut für die Umsetzung grosser Energiemengen. Für diese Turbinen ergibt sich jedoch ein Leistungsminimum, unter dem sich ihr Einsatz aus wirtschaftlichen Gründen nicht mehr lohnt, da die Herstellung dieser Turbinen auch für kleine Leistungen, infolge der komplizierten Bauformen der Laufräder und Wassermengenregulierung relativ hohe Kosten verursacht.

Aufgabe der Erfindung ist die Vereinfachung der Bauform, um eine Turbine mit einfachen Mitteln und geringem Aufwand herzustellen zu können, damit ein wirtschaftlicher Einsatz dieser Turbine für kleine Leistungen z.B. unter 10 kW möglich wird.

Die Lösung der Aufgabe ergibt sich aus den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1. Die Turbine ist gemäss der Erfindung so konstruiert, dass sie nur wenige Bauteile benötigt. Diese sind mit Ausnahme der Laufradschaufeln alles Drehkörper. Die Laufradschaufeln sind ebenfalls einfach zu fertigen, da sie infolge der Umlenkung des Wasserstrahles in radiale Richtung nur in einer Ebene gekrümmt sind.

Die Achse trägt eine Scheibe, auf welcher gekrümmte Schaufeln angebracht sind. Die Stabilität und Festigkeit der Schaufeln wird durch diese Verbindung verstärkt. Das Laufrad kann, ohne eigenes Lager, fliegend mit der Generatorwelle verbunden werden. Das freie Ende der Turbinenachse ist z.B. als Düsennadel ausgebildet. Die Regelung der Turbine erfolgt z.B. durch axiale Verschiebung einer Rohrmanschette, welche in oder über der Wasserzuleitungsröhre gleitbar gelagert ist. Mit dem dadurch variablen Abstand zwischen Röhre und Düsennadel wird der Querschnitt für den Wasserzufluss und damit die Turbinenleistung geregelt. Das Gehäuse erfordert keine Abdichtungen, da kein Druckwasser an ihm ansteht. Die Erfindung wird im folgenden an einem Ausführungsbeispiel anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Das Laufrad einer erfindungsgemäss ausgebildeten Turbine

Fig. 2 Ein Schnittbild der Turbine

Fig. 3 Die Konstruktion der Krümmungskurve einer Laufradschaufel

Fig. 4 und Fig. 5 Hilfskurven zu Konstruktion des Schaufelprofils.

In der Fig. 1 ist ein Laufrad mit den charakteristisch ausgebildeten Schaufeln 2 zu sehen. Die Herleitung ihrer Biegelinien wird anhand der Fig. 3-5 näher beschrieben. Die Zahl der Schaufeln ist um so höher zu wählen, je grösser der Radius ist, auf dem die Eintrittskanten der Schaufeln liegen. Ihr Abstand sollte nicht wesentlich grösser sein als in der Fig. 1 dargestellt, da sonst der Turbinenwirkungsgrad sinkt. Die Schaufeln werden vorzugsweise aus Stahlblechen gefertigt. Sie werden mit Hilfe von Schablonen gebogen und auf die Grundscheibe aufgeschweisst, wodurch ihre Stabilität wesentlich verstärkt wird. Die Grundscheibe 1 dient zugleich als Schwungrad. Mit ihrer Dicke kann das gewünschte Trägheitsmoment bestimmt werden.

An dem in Fig. 2 dargestellten Schnittbild ist die Funktionsweise der Turbinenleistungsregelung zu erkennen.

Die axial verschiebbare Rohrmanschette 5 gibt je nach Abstand zum konisch, als Düsennadel ausgebildeten Achsende 4 der Turbinenwelle einen unterschiedlich grossen Querschnitt für den Wasseraustritt frei. Damit kann mit diesem Abstand die Wassermenge bzw. Turbinenleistung eingestellt werden. Wird diese Stellgrösse in Abhängigkeit von der Drehzahl, der Generatorspannung oder des Leistungsbedarfes über geeignete Regler eingestellt, so ergibt sich daraus eine Regelung der gewünschten Grösse. Das Profil des Achsende 4 ist so ausgebildet, dass es einerseits als Düsennadel wirkt, wodurch das Wasser bis zum Austritt an dem Rohr annähernd kontinuierlich beschleunigt wird, und andererseits zur Umlenkung des Wasserstrahles in radiale Richtung dient. Durch die Umleitung in radiale Richtung werden immer alle Schaufeln gleichzeitig beaufschlagt, und die Kräfte sind ausgeglichen. Dadurch kann das Laufrad problemlos auf der Generatorwelle frei gelagert werden. Am Generator ist lediglich ein Axiallager zur Abstützung der durch die Umlenkung des Wassers auftretenden Axialkräfte erforderlich.

In der Fig. 3, 4 und 5 werden die Schritte zur Konstruktion einer Turbinenschaufel dargestellt. Bei der Konstruktion des Schaufelprofils wird von einer Kurve 1 ausgegangen, die ein Wassertropfen beschreiben würde, wenn er mit der Geschwindigkeit v vom Zentrum aus in radialer Richtung über die Scheibe fliesst, die sich gleichzeitig so schnell dreht, dass die Umfangsgeschwindigkeit am Aussenradius ebenfalls v entspricht. Es ist eine Kurve, deren Steigung proportional mit dem Radius zunimmt. Die Funktion, welche diese Forderung erfüllt, lautet: $f(r) = r^2/R$. Sie ist in Fig. 4 in kartesischem Koordinatensystem dargestellt. Man erhält diese Kurve 7 in Fig. 3 auf der Scheibe in Polarkoordinaten gezeichnet, indem die in Fig. 4 auf der Ordinate dargestellte Bogenlänge auf dem jeweilig zugeordneten Radius abgewickelt wird.

Eine Turbine, deren Schaufeln entsprechend der Kurve 7 geformt wären, würde sich ohne Leistungsabgabe auch mit der Umfangsgeschwindigkeit v drehen, aber die kinetische Energie des Wassers dabei nicht ausnützen. Um die kinetische Energie des Wassers nahezu vollständig in mechanische Arbeit umsetzen zu können, ist es notwendig, dass die Absolutgeschwindigkeit des Wassers während dem Durchströmen der Laufradschaufel gegen Null abgebremst wird. Dies erfolgt durch eine Umlenkung des Wasserstrahles um

annähernd 90° von radialer in tangentialer Richtung, wodurch sich die relative Wassergeschwindigkeit auf der Schaufel mit der Umfangsgeschwindigkeit an der Austrittskante so überlagert, dass die Absolutgeschwindigkeit fast null beträgt.

In Fig. 5 ist der 1/4-Kreis für die 90° Umlenkung in kartesischen Koordinaten dargestellt. Die Bogenlänge in Abhängigkeit des Radius ergibt sich nach der Formel:

$$\text{Bogenlänge} = f(r) = R - \sqrt{R^2 - r^2}$$

Die Form der Schaufel ist in der Fig. 3 als Kurve 9 dargestellt. Sie ist entstanden durch die Addition der in Fig. 4 und Fig. 5 aufgetragenen Bogenlängen und deren Abwicklung

bzw. Übertragung auf den jeweils zugeordneten Radius des Laufrades.

Die Bogenlänge der Kurve 9 in Abhängigkeit vom Radius entspricht der Funktion:

$$\text{Bogenlänge} = f(r) = r^2/R + R - \sqrt{R^2 - r^2}$$

R ist dabei der Aussenradius des Laufrades. Er wird bestimmt durch die gewünschte Turbinendrehzahl und dem Gefälle bzw. der Geschwindigkeit des Wasserstrahles.

Die Schaufelkrümmung entsprechend obiger Formel ist zur Erzielung eines optimalen Wirkungsgrades vorgesehen. Die Krümmung kann durch einen Kreisbogen gut angenähert werden, wodurch sich ihre Herstellung noch weiter vereinfachen lässt, ohne den Wirkungsgrad wesentlich zu verschlechtern.

Fig. 1

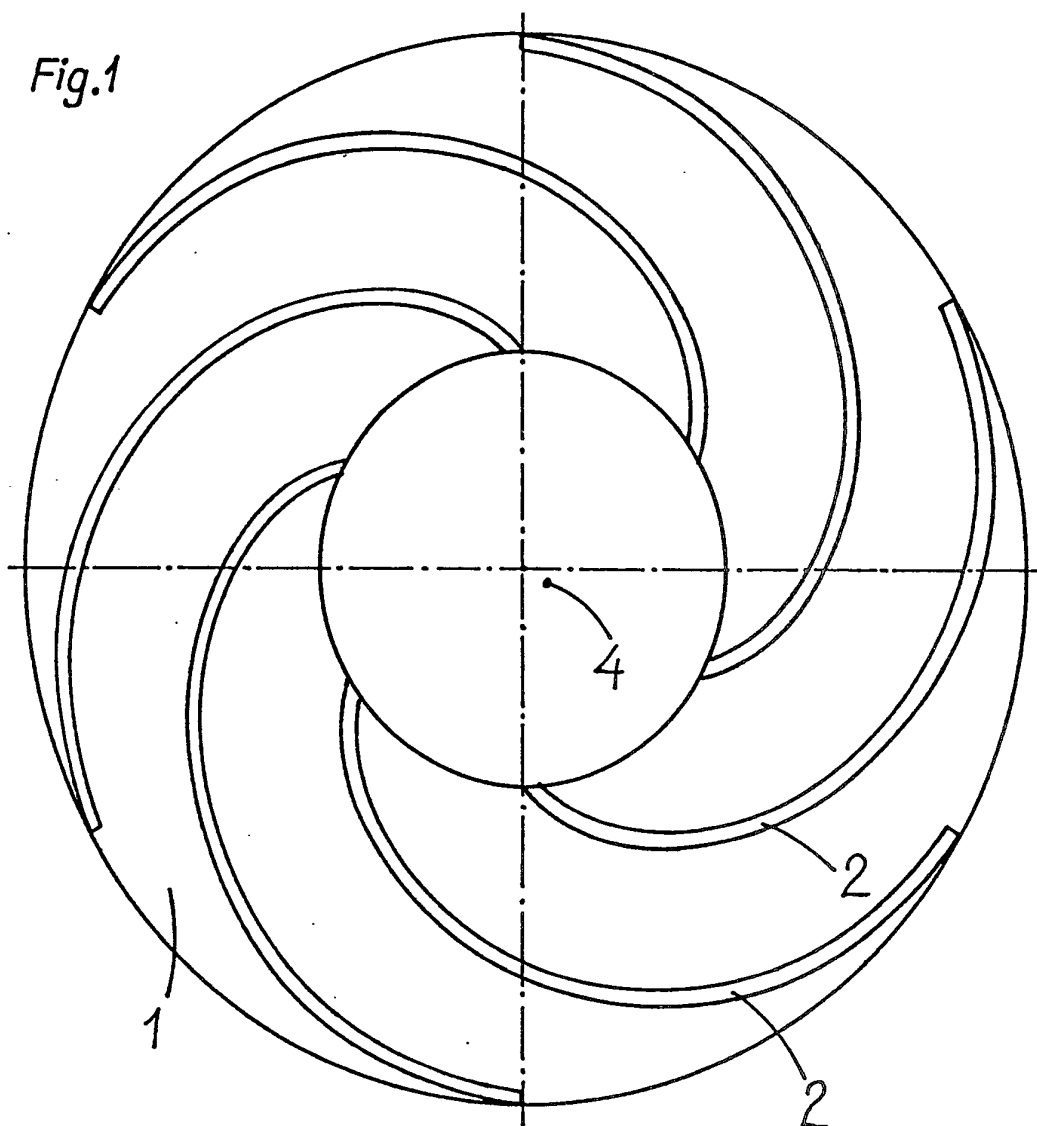


Fig. 2

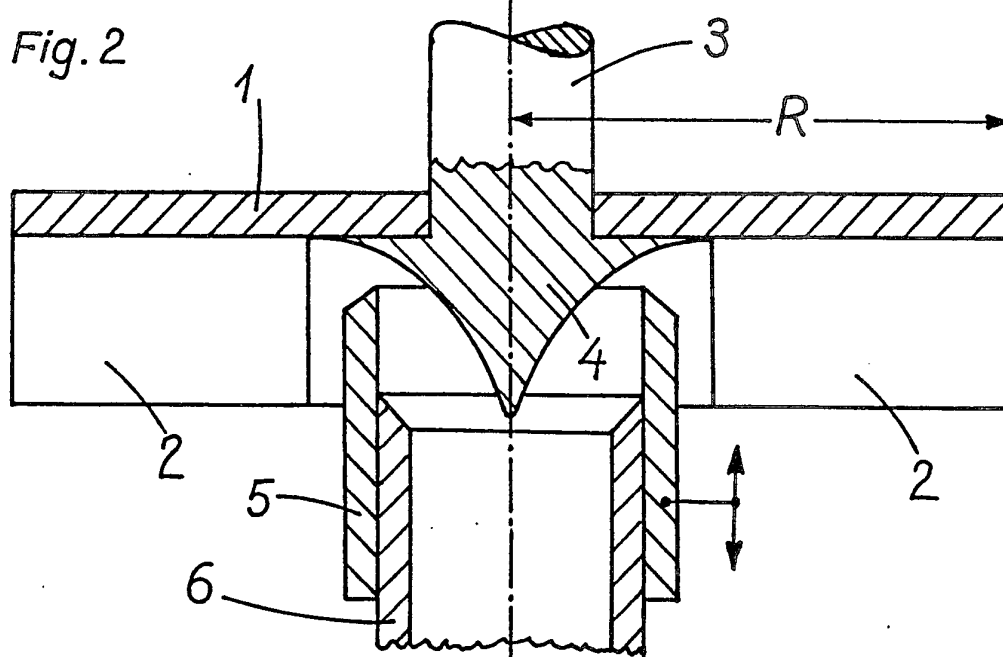


Fig. 3

$$\text{Bogenlänge} = f(r) = f_1(r) + f_2(r) = r^2/R + R - \sqrt{R^2 - r^2}$$

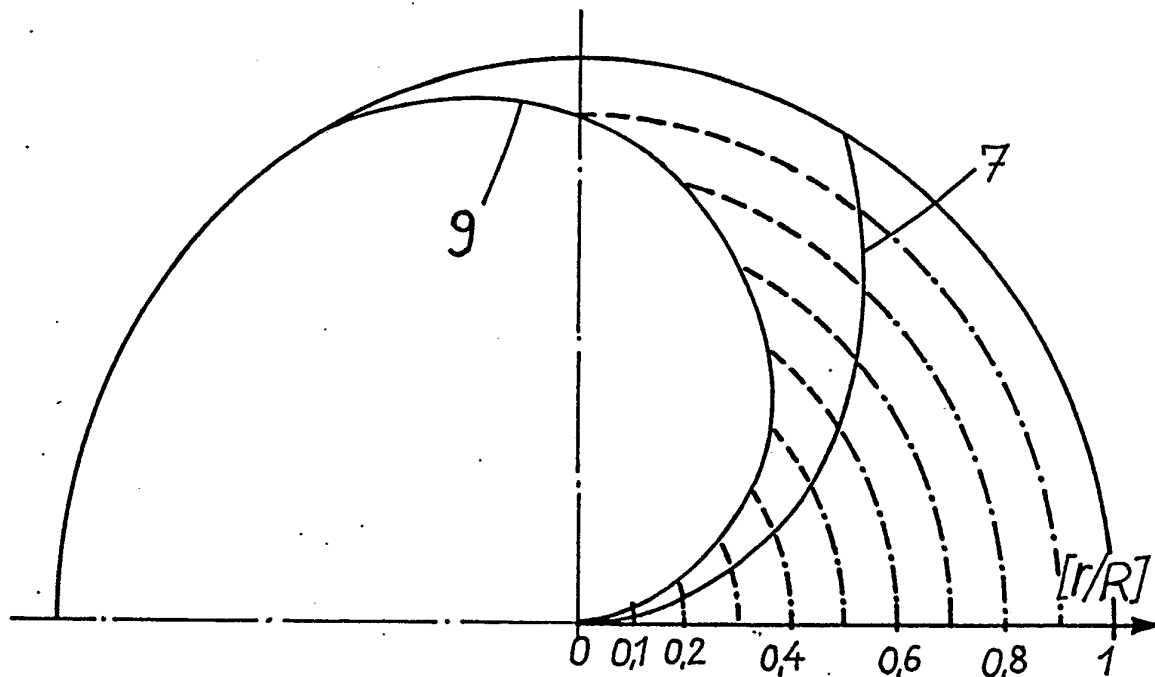


Fig. 4

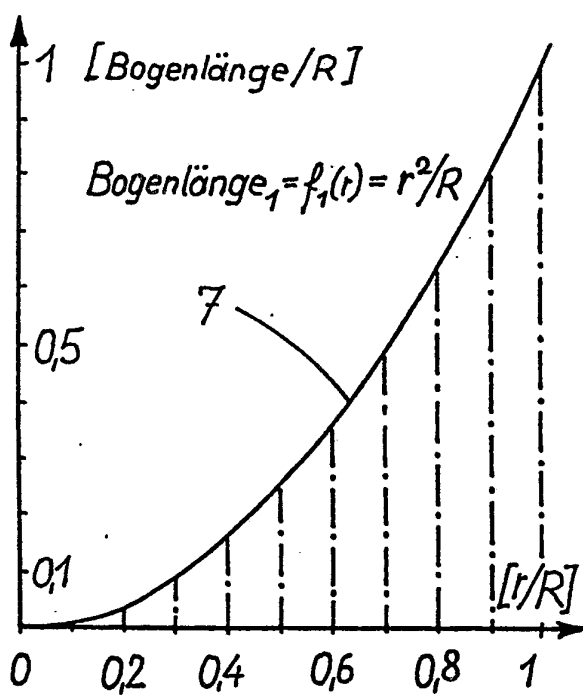


Fig. 5

