



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **706 729 A2**

(51) Int. Cl.: **E02B** **9/02** (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 01079/12

(71) Anmelder:
Theodor Gmür, Bontenfeldstrasse 5a
9463 Oberriet (CH)

(22) Anmeldedatum: 13.07.2012

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.01.2014

(72) Erfinder:
Theodor Gmür, 9463 Oberriet (CH)

(54) **Wasserflanken-Kraftwerk.**

(57) Das neuartige System zur Erzeugung elektrischer Energie aus Wasserkraft setzt sich wie folgt zusammen: Einer nur partiell in einem Fluss (1) angelegten Stauung (3) mit einer besonders ausgebildeten seitlichen Abflusskante (16), welche eine eher vertikale Wasserwand ausbildet, die jedoch primär horizontal durchflossen wird. Durch diese Art der Aufstauung und des gewählten Abflusskonzepts entsteht bei geeigneter Strömung auf natürliche Weise eine beschleunigt fliessende Wasserflanke (5), die mit leicht modifizierten Wasserturbinen (12) direkt genutzt werden kann. Wasserflanken-Kraftwerke können auch zusätzlich dazu dienen, Flussregulierungsmassnahmen aktiv zu unterstützen und die Geschiebeverfrachtung sinnvoll zu lenken. Gleichfalls wird bei dieser Art von Energiegewinnung auch das Energiepotential der natürlichen Flussströmung (2) dauernd zusätzlich genutzt.

Beschreibung

[0001] In Westeuropa sind die optimal geeigneten Standorte für grössere Wasserkraftanlagen weitgehend besetzt. Nebst Effizienzsteigerungen in älteren Wasserkraftanlagen geht es heute vor allem darum, das verbleibende Restpotential an geeigneten Standorten noch möglichst umweltschonend zu nutzen. Dazu ist es in den meisten Fällen nicht mehr opportun Flüsse weitgehend trocken zu legen oder durch Staubauwerke mehr oder weniger abzuriegeln.

[0002] Die Vorteile einer Stauung bestehen meist darin, eine Gefällstufe zu erhöhen um den Wasserdruck zu steigern und auch eine gewisse Wassermasse vorübergehend zu lagern. Nachteilig dabei ist, dass der Flusslauf unterbrochen wird mit meist negativen Folgen für das Ökosystem und den Geschiebetransport. Ferner kann die natürlich vorhandene Strömungsenergie des abgehenden Wassers in heute üblichen Kraftwerken meist kaum mehr genutzt werden. Primäres Ziel der Erfindung ist es nun, bei geeigneten Verhältnissen die Vorzüge einer Stauung mit den Vorteilen einer frei fließenden Flussströmung in einem «halbdurchlässigen» System zu verbinden. Jeder kennt die senkrecht niederfallenden Wasserwände von hohen Wasserfällen, Wirbelhälsen und Überlaufeinrichtungen der Wehre. Hier fällt Wasser vertikal in die Tiefe und bildet eine Art Strömungswand. Gelegentlich nutzten unterschlächtige Wasserräder in früheren Zeiten dieses Energiepotential im unteren Übergangsbereich. Man kann fließende Wasserwände aber auch so ausbilden, dass eine eher horizontal fließende Wasserwand mit einer Zusatzkomponente nach unten entsteht, die Wasserflanke.

[0003] Hinter fast jedem Hindernis welches ruhend in einer stärkeren Strömung steht, bilden sich kleinere Wasserflanken. Welche Voraussetzungen müssen nun erfüllt sein um gut nutzbare Wasserflanken künstlich zu erzeugen? Ein für ein Wasserflanken-Kraftwerk geeigneter Fluss besitzt eine gewisse Breite, hat ein eher massiges Gefälle und ein grösseres Wasseraufkommen und damit auch eine gewisse Strömungsgeschwindigkeit. Fast überall dort wo auch Niederdrucklaufkraftwerke erstellt werden könnten, gäbe es theoretisch auch Möglichkeiten Wasserflanken-Kraftwerke zu realisieren. Die Stauzone dieser Art Kraftwerke umfasst immer nur einen kleineren Teil der strömungsaktiven Flussbreite und kann sowohl uferseitig, wie auch im mittleren Bereich des Flusses angeordnet werden. Vorteilhaft ist ferner, wenn die Dicke der Stau-einrichtung im Verhältnis zur Breite mindestens randseitig eher klein gewählt wird, des Weiteren können leicht gekrümmte Oberflächen von Stauwänden oder Staupfeilern weitere Vorteile bringen. Nun wie bildet man eine Wasserflanke optimal aus? Wenn die bereits erwähnten Voraussetzungen bezüglich des Flusses und der Bauart der Staulemente erfüllt sind, erhöht sich der Wasserspiegel im Bereich der Stauung und es bildet sich so etwas wie einen stetig durchströmter «Wasserhügel». Andererseits entsteht auf der strömungsabgewandten Seite des Staulements unten eine grossflächige Absenkung des Normalwasserspiegels des fließenden Flusses, also eine Art «Wasserloch». «Wasserhügel» und «Wasserloch» vervielfachen somit den nutzbaren Höhenunterschiede am Ort dieser Kraftwerkstauung gegenüber dem sonst normalen Gefälle des Flusses. Da das Fließgeschehen im Fluss als Gesamtes nie ernsthaft blockiert wird, summiert sich die natürlich vorhandene Strömungsenergie des Flusses mit dem nutzbaren Druckunterschied, der sich aus der partiellen Aufstauung ergibt an den seitlichen Kanten der Stau-einrichtung (Stauwand) zu einer sich dynamisch ausbildenden Wasserflanke, deren schneller Durchfluss sich mit geeigneten Wasserturbinen direkt nutzen lässt. Es braucht dazu gewöhnlich keine Zuführungsbauwerke, keine Leitwerke wie in konventionellen Laufkraftwerken. Wasserflanken-Kraftwerke machen daher vor allem dort Sinn, wo eine durchgehende Stauung des Flusses nicht möglich, aber partielle Eingriffe zur Energiegewinnung durchaus tolerierbar und wünschenswert sind. Die wichtigsten Vorteile die sich aus dem Betrieb eines Wasserflanken-Kraftwerkes ergeben sind etwa folgende: Der Fluss bleibt zu einem grösseren Teil seiner Gesamtbreite für Wasserlebewesen, Geschiebe und Schwemmholz, aber auch eventuell für die Schifffahrt und den Wassersport jederzeit passierbar. Der Eingriff in das Ökosystem «Fluss» fällt geringer aus und die dazu erforderlichen Bauarbeiten können verhältnismässig einfach und örtlichen sehr begrenzt durchgeführt werden. Zudem könnten Stauwände oder Staupfeiler kleinerer Anlagen auf einfache Weise auch im Rammverfahren im Flussbett verankert werden. Ist parallel dazu eine Flussregulierung geplant, kann diese unter Umständen durch eine gezielte Standortwahl des Wasserflanken-Kraftwerkes im Flusslauf unterstützt, der Regulierungseffekt somit verstärkt oder Idealfall auf weitere Regulierungsmassnahmen ganz verzichtet werden.

[0004] Ferner besteht beispielsweise auch die Möglichkeit, vorhandene Brückenpfeiler mit ergänzenden Einrichtungen zu versehen, dass dort kleinere Wasserflanken-Kraftwerk in vereinfachter Weise angebracht werden können. Zudem kann die flankenbildende Stauung auch in mobiler Weise von schwimmenden Einrichtungen (z.B. von Flossen die mit Tauen verankert) aus erfolgen. Für die Funktion solcher mobiler Kraftwerkeinheiten ist es nicht erforderlich, dass die Stau-einrichtung unten bis zum Flussgrund reicht, was sich auch wiederum vorteilhaft auf Flusslebewesen und Geschiebetransport auswirkt.

[0005] Wasserflanken-Kraftwerke ermöglichen die Gewinnung elektrischer Energie aus Wasserkraft auch an Orten wo grössere Wasserkraftanlagen aus verschiedenen Gründen nicht mehr opportun sind. Auch kann ein vorhandenes Restpotential an Wasserkraft auf verhältnismässig einfache Weise, mit bescheidenen baulichen Eingriffen in vielen Kleinanlagen genutzt werden. So könnten beispielsweise auch Wehrablässe künftig so umgestaltet werden, dass der modifizierte Wehrablass temporär ein kleines Wasserflanken-Kraftwerk speist und so auch dieses Energiepotential neu teilweise nutzt. Wasserflanken-Kraftwerke unterstützen so auch das Bestreben nach vermehrt dezentraler Energieversorgung, was wiederum die vorhandenen Hochspannungsnetze entlastet.

[0006] Fig. 1 zeigt in einer Übersicht in schematischer Form eine Auswahl von Anwendungen. Die einzelnen Zeichnungen zeigen jeweils einen Flussabschnitt 1 der Breite x, die Strömungsrichtung 2, die Stau-einrichtung (Staumauer) 3 und die

sich daraus ergebende nutzbare Wasserflanke 5. Die Wasserturbine 12 ist dabei im Normalfall immer auf der strömungsabgewandten Seite Stauanlage 3 angebracht und befindet sich daher mehrheitlich im Luftraum. Eine mögliche Lage der Turbinenanlage 12 ist hier jeweils schematisch als kleiner Kreis eingezeichnet.

[0007] In Fig. 1.1 sind nun einige Anordnungen mit Stauanlagen senkrecht und in Fig. 1.2 mit schräger Anordnung zur Hauptströmungsrichtung dargestellt. Fig. 1.3 zeigt noch eine kleine Auswahl von Mehrfach-Anlagen, die im Nebeneffekt auch als Teilmassnahme einer Flussregulierung dienen können, wobei zu diesem Zweck eher Anlagen im Mittelteil des Flusses zu bevorzugen sind. Abbildung 1.4 zeigt ferner, dass auch in Flusskurven (6) Anlagen möglich sind, die zusätzlich zur Strömungsbeeinflussung (z.B. für Geschiebeverlagerung) und zur Flussregulierung dienen können.

[0008] Fig. 2 zeigt nun in vereinfachter Form einen Schnitt durch ein Wasserflanken-Kraftwerk. Der Fluss hat im Beispiel einen Normalwasserstand vom Niveau 8, bei einem Flussgrund der sich im Bereich 7 befindet. Die partiell angeordnete Staumauer 3 führt nun dazu, dass sich der Wasserspiegel hinter der Stauanlage etwas aufwölbt und damit eine Art Wasserbuckel (9) entsteht. Andererseits fließen nun die vorübergehend aufgestauten Wassermassen zu einer kräftigen Ausweichströmung über eine oder beide der seitlichen Kanten der Stauanlage beschleunigt weg - eine Wasserflanke entsteht. Eine kräftige Sogströmung im unteren Bereich der Wasserflanke senkt zusätzlich den Wasserspiegel im strömungsabgewandten Teil der Staumauer erheblich ab, sodass die freie Nutzhöhe der Wasserflanke 11 (auch Gefälle) damit nochmals erhöht wird. Dies führt dazu, dass ein ehemals sehr kleines Gefälle am Ort eines möglichen Wasserflanken-Kraftwerkes, in eine gut nutzbare Höhendifferenz gewandelt werden kann. Das Energiepotential einer Wasserflanke besteht ohnehin aus mehreren energieliefernden Komponenten, wobei die Bewegungsenergie des nebenan frei fließenden Flusswassers als wichtige zusätzliche Komponente hinzukommt. Die Wasserflanke besteht normalerweise aus einer beschleunigten Strömung, die jeweils eine fast senkrechte, meist leicht gebogene natürlich geformte Wasserwand ausbildet, in dessen Randschichten (wie in den Beispielen dargelegt) eine oder mehrere Wasserturbinen (12) direkt eingreifen können. Vorteilhaft dürfte dabei sein, dass nur die zur Kraftübertragung relevanten Schaufeln der Wasserturbine 12 in die Wasserflanke 5 eingreifen und nicht viel Totwasser zusätzlich umgerührt werden muss, wie es bei herkömmlichen Turbinenanlagen öfters der Fall ist. Ferner können die weiteren nötigen und bekannten Zusatzeinrichtungen eines Wasserkraftwerkes (Getriebe, Generator, Steuereinheit, usw.) mit Vorteil ausserhalb des fließenden Wassers im strömungsabgewandten Teil der Staumauer (meist im Luftraum, alternativ im Flussuntergrund, 14) untergebracht werden.

[0009] In Fig. 3 ist im Grundriss die seitliche Abflusskante 16 einer Stauanlage 3, die Wasserflanke 5 mit der Wasserturbine 12 vereinfacht dargestellt. Die Halteinrichtung 17 der Wasserturbine 12 ist hier in verstellbarer (18) Ausführungsform eingezeichnet, andererseits ist der Wasserabweiser 16 feststehend montiert vorgesehen. Die verstellbare Ausführungsform 18 eignet sich auch, um die Wasserturbine bei extremen Hochwassern mit grossem Schwemmholaufkommen kurzzeitig in eine sichere Warteposition zu bringen. Um in geringerem Umfang Schwemmgut von der Turbine fernzuhalten genügt in bekannter Weise ein Rechen. Man sieht auch, dass die Schaufeln der Wasserturbine nur in jene Teile der Wasserflanke 5 eingreift, die leicht und effizient nutzbar sind.

[0010] In Fig. 4 wird ebenfalls im Grundriss ein doppelteiliges Wasserflanken-Kraftwerk in der Übersicht gezeigt, wie es im Umfeld von Pfeilern 19 (z.B. auch Brückenpfeilern) oder Pfählen in Flüssen als Kleinanlage Anwendung finden könnte. In der Zeichnung erkennt man den Pfeiler 19, den Wasserabweiser 20, die Halteinrichtung 17, die Wasserturbinen 12 (Gehäuse mit den weiteren Kraftwerkseinrichtungen oberhalb bei 13) und die sich natürlich ausbildenden Wasserflanken 5. Die weitere Funktion dieser Anlage ist prinzipiell die gleiche, wie schon vorgängig dargelegt.

[0011] Wie man heute oft standardisierte Windkraftanlagen entlang von Küsten und Hügellagen in grosser Anzahl rasch aufbaut, wird es dereinst vielleicht möglich sein, vorgefertigte «Pfeiler-Kraftwerke» im Rammverfahren effizient und kostengünstig in geeigneten Flussläufen in grösserer Anzahl einzusetzen. Wasserflanken-Kraftwerke scheinen sich für solche Zwecke auch als Gruppenanlagen besonders gut zu eignen.

[0012] In Fig. 5 ist jeweils die seitliche Abflusskante einer Stauanlage 2 in drei Beispielen etwas genauer dargestellt. Es hat sich gezeigt, dass die Qualität und Dynamik einer Wasserflanke nicht nur von Wassermenge, Gefälle und von der vorhandenen Strömungsgeschwindigkeit des Flusses abhängig ist, sondern auch durch eine geschickte formliche Ausbildung der seitlichen Kanten an der Stauanlage und durch weitere subtile Regulierungsmöglichkeiten nachhaltig beeinflusst werden kann. Im Allgemeinen eignen sich schmale, spitze Kanten besser, als beispielsweise breite, runde Mauerköpfe ohne eigentliche Abrisskante für die Strömung. In Fig. 5.1 ist ein Beispiel eines Mauerkopfes (3) mit einem spitzwinkligen Stahlkopf 21 dargestellt. In den Fig. 5.2 und 5.3 sind nun noch zwei grundsätzliche Möglichkeiten von verstellbaren Einrichtungen im Bereich der seitlichen Mauerköpfe vereinfacht dargelegt. In Fig. 5.2 erkennt man eine Stauanlage 3 deren Gesamtbreite durch einen ausfahrbaren Kantenabweiser 22 (meist als Wandstück ausgebildet) den veränderten Bedingungen bezüglich Wasseraufkommen oder den jeweiligen Erfordernissen des Kraftwerksbetriebs leicht angepasst werden kann. Wird dieser Kantenabweiser als ausfahrbares Wandstück ausgebildet, lässt sich damit die Breite der Stauanlage an sich vergrössern oder verkleinern. Dies kann auch nützlich sein, wenn beispielsweise ein ausserordentliches Hochwasser eintritt und die Turbine zu zerstören droht. So kann damit auch die Turbine indirekt aus dem Bereich der Wasserflanke entfernt und in eine sichere Warteposition gebracht werden. Eine weitere Möglichkeit eine Turbine aus einer gefährlichen Strömung zu nehmen besteht darin, sie in den darüber liegenden Luftraum anzuheben. In Fig. 5.3 ist nun die Abrisskante selbst in ihrer Lage und ihrem Winkel verstellbar, was vor allem zur Feinabstimmung im Zusammenspiel mit Wasserturbinen von grossem Nutzen sein kann. So erübrigen sich unter Umständen eine weitere Verstellmöglichkeiten im Bereich der Halteinrichtung 17 der Turbine. Drehbare Wasserabweiser können auf die Wasser-

flanke 5 sehr subtil Einfluss nehmen, sind technisch relativ einfach realisierbar und wenig störungsanfällig. Wie in den Patentansprüchen dargelegt, gibt es noch weitere Möglichkeiten die Flanken Ausbildung durch geeignete Massnahmen günstig zu beeinflussen.

Legende

[0013]

- 1 Fluss, Flussbreite
- 2 Strömung, Strömungsrichtung
- 3 Staueinrichtung (Staumauer)
- 4 Staueinrichtung gekrümmt
- 5 Wasserflanke
- 6 Kurve im Fluss
- 7 Flussbegrenzung (Flussgrund, Ufer)
- 8 Wasserstand im Mittel (ohne Eingriffe im Fluss)
- 9 örtliche Wassererhebung («Wasserbuckel»)
- 10 Sogwasser Bereich (abgetieft)
- 11 nutzbare Höhe der Wasserflanke
- 12 Wasserturbine (schematisch)
- 13 Gehäuse für Getriebe, Generator und Kraftwerkzusatzeinrichtungen
- 14 ...alternative Lage
- 15 Drehpunkt
- 16 Wasserabweiser fest montiert
- 17 Halteeinrichtung für Wasserturbine
- 18 Halteeinrichtung verstellbar
- 19 Pfeiler im Flussgrund verankert
- 20 Wasserabweiser für Pfeiler
- 21 Wasserabweiser spitzwinklig (auch als Kantenschutz)
- 22 Wasserabweiser ausfahrbar
- 23 Wasserabweiser drehbar

Patentansprüche

1. System zur Wasserkraftnutzung primär zur Gewinnung von elektrischer Energie in eher breiteren Flüssen mit grösserem Wasseraufkommen oder anderer geeigneter Fließströmung, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Betriebssystem aus dem Zusammenspiel folgender Parameter ergibt: einer in Fließrichtung der Strömung (2) nur partiell angelegten Stauung (3), dem eher vertikalen seitlichen Abfluss aus dieser Stauzone in Form einer sich mehrheitlich natürlich ausbildenden Wasserflanke (5), dessen Druck- und Strömungsenergie durch eine in diese Flanke eingreifende Wasserturbine (12) direkt abgenommen wird. Dieses Gesamtsystem zur Wasserkraftnutzung wird nachfolgend Wasserflanken-Kraftwerk genannt.
2. Wasserflanken-Kraftwerk gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Gesamtsystem auch aus mehreren Wasserflanken und/oder direkt eingreifenden Wasserturbinen bestehen kann, wobei die Achsen der Wasserturbinen im Normalfall im Luftraum neben den Wasserflankenwänden angeordnet werden und das Schaufelsystem der Turbinen (12) nur einseitig in die Wasserflanke (5) eingreift.

3. Wasserflanken-Kraftwerk gemäss Ansprüchen 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch, dass das Gesamtsystem auch bei Anströmung aus der entgegengesetzten Richtung funktionsfähig bleibt, das bedingt, dass gleichartige Wasserturbinen mit ihren Steuer- und Hilfseinrichtungen entsprechend beidseits der Staueinrichtung wahlweise in Betrieb genommen werden können (z.B. für Gezeitenkraftwerk).
4. Wasserflanken-Kraftwerk gemäss Anspruch 1 und eventuell weiterer der vorgängig angeführten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Staueinrichtung von oben betrachtet zur Anströmrichtung (2) rechtwinklig (Fig. 1.1) oder schräg (1.2) angeordnet wird und nebst einer geraden, auch eine leicht gekrümmte (Fig. 1.4) oder wellenartige Grundform aufweisen kann.
5. Wasserflanken-Kraftwerk gemäss Anspruch 1 und eventuell weiterer der vorgängig angeführten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand der Wasserturbinen mit lotrechter oder leicht geneigter Achse zur Oberfläche der Wasserflanke mittels automatischer Steuereinrichtungen (Fig. 3) in zweckdienlicher und an sich bekannter Weise ziemlich konstant gehalten wird.
6. Wasserflanken-Kraftwerk gemäss Anspruch 1 und eventuell weiterer der angeführten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die vertikale, flankenbildende Kante der Staueinrichtung mit oder ohne Profilierung verstellbar (Fig. 5.2,18) ausgebildet wird, um so die Wasserflanken Ausbildung subtil zu steuern, um nebst betrieblichen Erfordernissen die Hochwassersicherheit der Wasserturbine zu gewährleisten und/oder allenfalls auch einer Teilmassnahme zur Flussregulierung zu dienen.
7. Wasserflanken-Kraftwerk gemäss Anspruch 1 und eventuell weiterer der vorgängig angeführten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dessen Staueinrichtung als Ganzes ähnlich einem Schleusentor schwenkbar ausgebildet ist, um so dem unterschiedlichen Wasseraufkommen und /oder den Erfordernissen einer Flussregulierung vorteilhaft gerecht zu werden.
8. Wasserflanken-Kraftwerk gemäss Anspruch 1 und eventuell weiterer der vorgängig angeführten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das flankenbildende Staulement primär aus einem oder mehreren vorhandenen (z.B. Brückenpfeilern) oder neu in den Flussgrund eingesetzten und in der Strömung (2) stehenden Pfeilern (19) besteht.
9. Wasserflanken-Kraftwerk gemäss Anspruch 1 und eventuell weiterer der vorgängig angeführten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Staueinrichtung aus einem oder mehreren verankerten, aber in der Gewässerströmung schwimmenden flossartigen Teilen besteht, dessen Staubereich unten zum Flussgrund normalerweise einen Abstand aufweist.
10. Wasserflanken-Kraftwerk gemäss Anspruch 1 und eventuell weiterer der vorgängig angeführten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Strömungsrichtung primär oberhalb der Wasserturbine (12) zusätzliche feststehende oder bewegliche Leiteinrichtungen (z.B. Leitbleche, Kanäle, usw. angebracht werden, welche in Strömungsrichtung den Zufluss zur Wasserflanke und zur Wasserturbine zusätzlich vorteilhaft beeinflussen können.

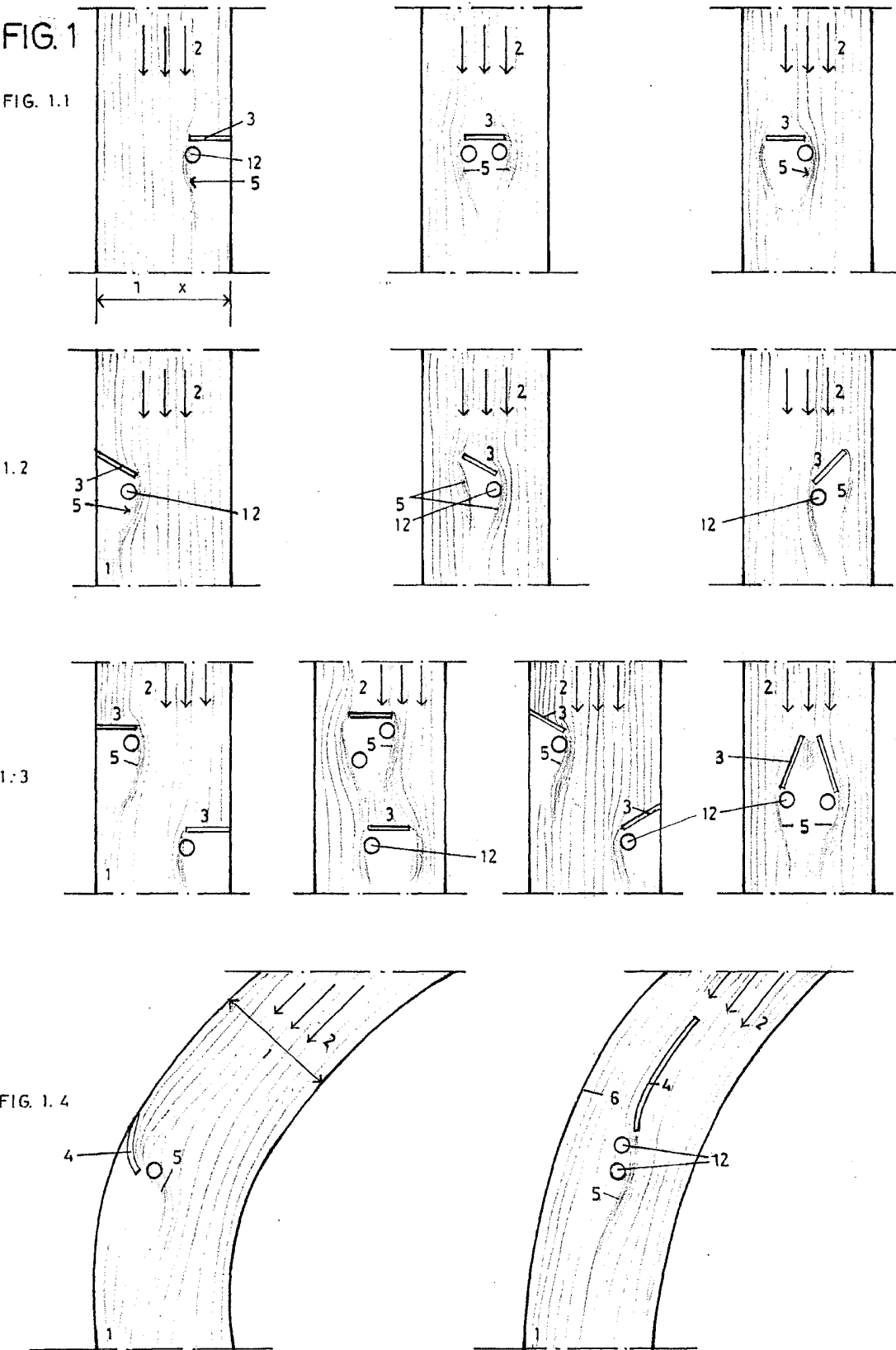


FIG. 2

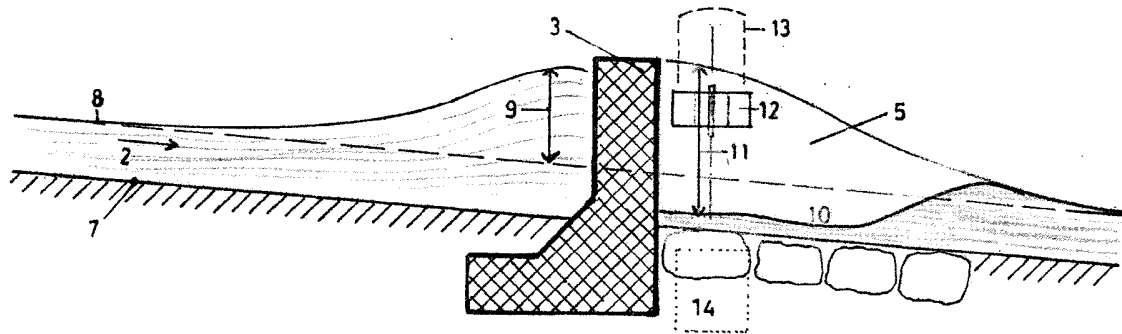
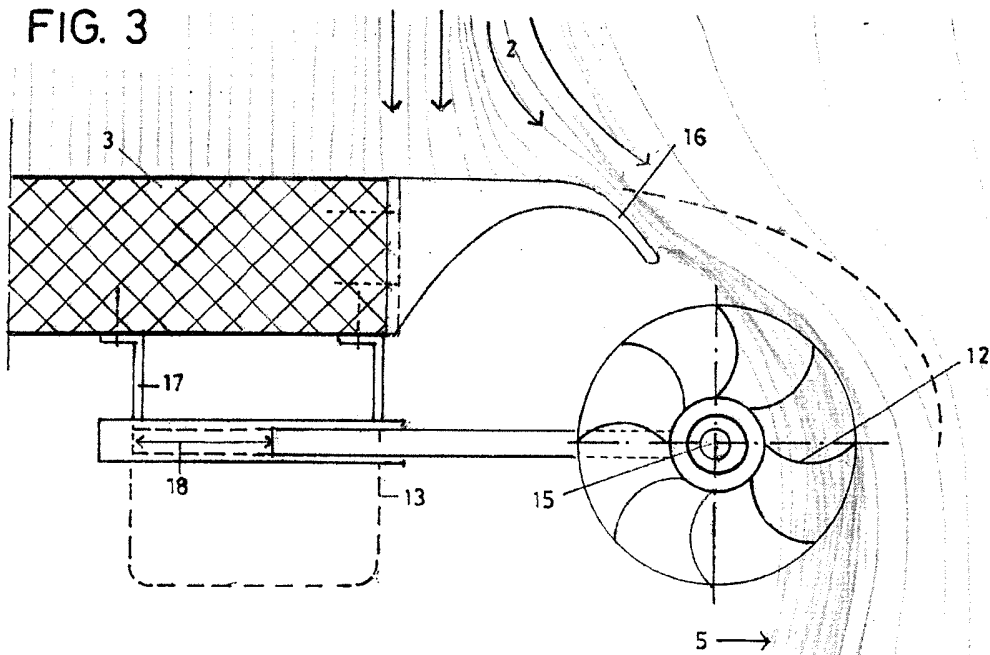


FIG. 3



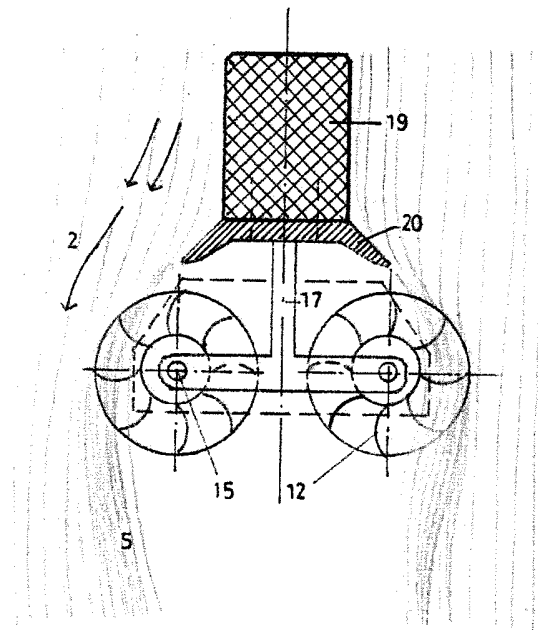


FIG. 4

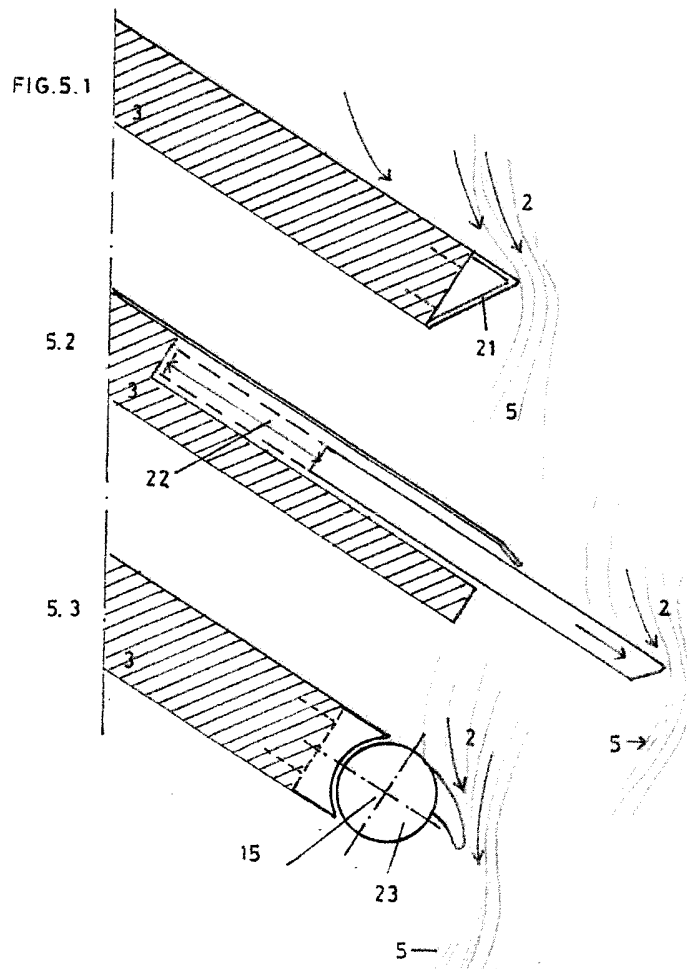


FIG. 5