

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
28. Juli 2011 (28.07.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2011/088491 A1**

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**  
*B04C 3/00* (2006.01) *E02B 9/06* (2006.01)  
*B04C 3/06* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/AT2011/000033
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**  
19. Januar 2011 (19.01.2011)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**  
A 65/2010 19. Januar 2010 (19.01.2010) AT
- (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN** [AT/AT]; Karlsplatz 13, A-1040 Wien (AT).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **DOUJAK, Eduard** [AT/AT]; Berchtoldgasse 15/22, A-1220 Wien (AT). **WINDHOLZ, Bernd** [AT/AT]; Wienerstrasse 7/3/4, A-2433 Margarethen am Moos (AT). **BINDER, Leopold** [AT/AT]; Wolfersberggasse 7/3, A-1140 Wien (AT).
- (74) **Anwalt: SONN & PARTNER;** Riemergasse 14, A-1010 Wien (AT).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

**Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

(54) **Title:** DEVICE AND METHOD FOR REMOVING SUSPENDED-MATERIAL PARTICLES

(54) **Bezeichnung :** VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ENTFERNEN VON SCHWEBSTOFFTEILCHEN

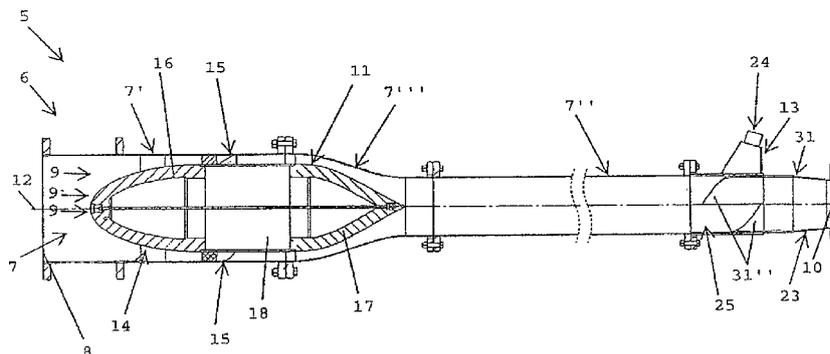


Fig. 2

(57) **Abstract:** The invention relates to a device (5) and method for removing suspended-material particles, in particular fine and very fine particles, from a water flow containing suspended-material particles in a pressurized water line (3) of a hydroelectric power plant (2), wherein a tubular element (6) that forms a flow channel (7) is provided in the pressurized water line (3), wherein the flow channel (7) extends substantially in the axial direction of the pressurized water line (3), and a stationary swirl-generating device (11) is arranged in the flow channel (7) in order to generate a flow component of the water flow perpendicular to a main flow direction (9), and a separating device (13) for separating the suspended-material particles carried radially outward due to the centrifugal force effect is provided after the swirl-generating device (11) in the flow direction.

(57) **Zusammenfassung:** Vorrichtung (5) und Verfahren zum Entfernen von Schwebstoffteilchen, insbesondere Fein- und Feinstpartikel, aus einem Schwebstoffteilchen aufweisenden Wasserstrom in einer Druckwasserleitung (3) eines Wasserkraftwerks (2), wobei ein einen Strömungskanal (7) ausbildender rohrförmiger Körper (6) in der Druckwasserleitung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2011/088491 A1

---

(3) vorgesehen ist, wobei der Strömungskanal (7) im Wesentlichen in Achsrichtung der Druckwasserleitung (3) verläuft und im Strömungskanal (7) eine stillstehende Drallerzeugungseinrichtung (11) zur Anregung einer senkrecht zu einer Hauptströmungsrichtung (9) verlaufenden Strömungskomponente des Wasserstroms angeordnet ist und in Strömungsrichtung nach der Drallerzeugungseinrichtung (11) eine Abscheidevorrichtung (13) zum Abscheiden der aufgrund der Fliehkraftwirkung radial nach außen getragenen Schwebstoffteilchen vorgesehen ist.

## Vorrichtung und Verfahren zum Entfernen von Schwebstoffteilchen

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung bzw. ein Verfahren zum Entfernen von Schwebstoffteilchen, insbesondere Sand, aus einem Schwebstoffteilchen aufweisenden Wasserstrom in einer Druckwasserleitung eines Wasserkraftwerks.

Wasserkraftanlagen wandeln hydraulische Energie eines Wasserstroms in elektrischen Strom um. So nutzen Speicherkraftwerke die potenzielle Energie aufgestauten Wassers, indem das Wasser entlang einer Druckwasserleitung über eine Fallhöhe von bis zu mehreren 100m beschleunigt wird. Die kinetische Energie des Wasserstroms wird mit Turbinen in Rotationsenergie umgewandelt und mit Hilfe von Generatoren als elektrische Energie nutzbar gemacht. Das Stauwasser kann einen großen Gehalt an Sedimenten bzw. Schwebstoffteilchen, d.h. Feststoffen unterschiedlicher Größe wie Schluff, Sand etc. aufweisen, die über die Druckwasserleitung zum Kraftwerk gelangen und dort eine hohe Abnutzung insbesondere der rotierenden Teile der Turbine verursachen.

Um empfindliche Teile der Kraftwerke, insbesondere die Turbinenschaufeln, nach Möglichkeit vor einem Verschleiß durch den Eintrag von Schwebstoffteilchen zu schützen, verfügen Kraftwerke üblicherweise über große Absatzbecken oder Entsandungsanlagen, mit welchen versucht wird, die Schwebstoffteilchen mit Hilfe von Sandfängen oder dergl. aus dem Wasser zu entfernen. In den Sandfängen wird der Wasserstrom beruhigt und die Fließgeschwindigkeit verkleinert, wobei schwerere Feststoffe, wie Sand, Erde, oder dergl., absinken und teilweise entfernt werden. In der Praxis hat sich jedoch gezeigt, dass trotz derartiger Absatzbecken der Wasserstrom in der Druckleitung nach wie vor einen relativ hohen Anteil an Sand und dergl. aufweist. Bei einer speziellen Anlage wurde beispielsweise beobachtet, dass bei Laufrädern mit einem ursprünglichen Eigengewicht von 780 kg nach ca. 6 Monaten Betriebszeit bereits 200 kg aufgrund der Abrasion durch die Sedimente abgetragen sind; auch wenn die Abnutzung geringer ausfällt, wird somit ein häufiger und insbesondere kostspieliger Austausch der Laufräder eines Wasserkraftwerks bedingt.

In der Publikation „Hydrocyclones: Alternative Devices for Sedi-

ment Handling in ROR Projects" von H. P. Pandit, International Conference on Small Hydropower - Hydro Sri Lanka, 22-24 October 2007 ist grundsätzlich die Ausnutzung von Zentrifugalkräften zur Separierung der Schwebstoffteilchen aus einem Wasserstrom in einer Druckwasserleitung von Wasserkraftwerken beschrieben, wobei verschiedene Tangentialzyklone zwecks Separation der Schwebstoffteilchen aus dem Wasserstrom vorgeschlagen werden. Obgleich derartige Tangentialzyklone gemäß dem Konferenzbericht für Wasserkraftanlagen geeignet sind, wird mit derartigen Zyklonen nachteiligerweise ein relativ geringer Wirkungsgrad des Kraftwerks erzielt.

Ein ähnlicher Tangentialzyklon mit einem zentripetalen Abzug des Reinwassers zwecks Sandfang für kleinere und mittlere Wasserkraftanlagen ist zudem aus der DE 3 8337 789 A bekannt. Derartige Tangentialzyklone haben sich jedoch aufgrund der hohen Druckverluste in der Praxis nicht durchgesetzt.

Weiters ist aus der EP 1 717 373 A2 ein Kraftwerkszulauf für ein Fluss-Wasserkraftwerk bekannt, bei dem im Bereich der Sohle des Kraftwerkszulaufs quer zur Strömungsrichtung angeordnete Fluidkanäle vorgesehen sind, die mit Druckluft beschickt werden, um Feststoffe von der Sohle abzulösen und über einen Spülwasserkanal ins Flussbett rückzuführen.

Die bekannten Vorrichtungen zum Entsand von Druckwasserleitungen verursachen demnach einen unwirtschaftlichen hohen Druckverlust im Wasserstrom oder bedürfen eines sehr großen baulichen Aufwandes und sind mit hohen Kosten in der Errichtung und Wartung verbunden.

Aus der JP 05-098624 ist ein Ablauf für eine Bewässerungsleitung bekannt. Der Ablauf weist ein schräg zur Leitung angeordnetes Rohr auf, das eine Verwirbelung des über einen Schlitz eingeleiteten Flüssigkeitsstroms bewirkt, um im Flüssigkeitsstrom enthaltene Sedimentteilchen abzutrennen. Diese Vorrichtung ist jedoch nicht für die Abscheidung von Schwebstoffteilchen aus einer Druckwasserleitung eines Wasserkraftwerks ausgelegt.

Die US 2006/0182630 A1 beschreibt eine andersartige Vorrichtung

zur Gewinnung elektrischer Energie aus einem Fluidstrom. Der Fluidstrom wird in eine Kammer eingeleitet, in der mittels eines Einsatzteils eine Wirbelströmung erzeugt wird, die zur Energiegewinnung einen Propeller oder dergl. antreibt.

Demgegenüber besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine konstruktiv einfache, kostengünstige Vorrichtung der eingangs angeführten Art zu schaffen, mit welcher - bei möglichst geringen Druckverlusten - Schwebstoffteilchen zuverlässig aus einer Druckwasserleitung abgeschieden werden können. Die Vorrichtung soll nach der Montage autark und mit möglichst geringem Wartungsaufwand eine Entsandung des Wasserstroms in der Druckwasserleitung sicherstellen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass ein einen Strömungskanal ausbildender rohrförmiger Körper in der Druckwasserleitung vorgesehen ist, wobei der Strömungskanal in Achsrichtung der Druckwasserleitung verläuft und im Strömungskanal eine stillstehende Drallerzeugungseinrichtung zur Anregung einer senkrecht zu einer Hauptströmungsrichtung verlaufenden Strömungskomponente des Wasserstroms angeordnet ist und in Strömungsrichtung nach der Drallerzeugungseinrichtung eine Abscheidevorrichtung zum Abscheiden der aufgrund der Fliehkraftwirkung radial nach außen getragenen Schwebstoffteilchen vorgesehen ist.

Mit der stillstehenden Drallerzeugungseinrichtung in Art eines Axialzyklons wird die in Hauptströmungsrichtung in den Strömungskanal, d.h. einen vorzugsweise kreisförmigen Strömungsquerschnitt, eintretende Flüssigkeit quer zur Hauptströmungsrichtung umgelenkt, so dass der resultierende Geschwindigkeitsvektor des Wasserstroms neben einer Komponente in Hauptströmungsrichtung, welche durch den Verlauf des Strömungskanals im rohrförmigen Körper vorgegeben ist, zudem eine Geschwindigkeitskomponente senkrecht zur Hauptströmungsrichtung aufweist. Auf die drallbeaufschlagten Schwebstoffteilchen wirkt eine Zentrifugalkraft, welche proportional zur Masse der Schwebstoffteilchen, dem Quadrat ihrer Geschwindigkeitskomponente senkrecht zur Hauptströmungsrichtung und indirekt proportional zu ihrem radialen Abstand von einer Mittelachse des Strömungskanals ist. Die Zentrifugalkraft bewirkt eine mit Abstand zur Mittelachse des

Strömungskanals ansteigende Konzentration der Schwebstoffteilchen. Die radial nach außen getragenen Schwebstoffteilchen können dann mit der Abscheidevorrichtung aus dem Wasserstrom entfernt werden. Die stillstehend im Strömungskanal aufgenommene Drallerzeugungseinrichtung ermöglicht eine Drallbeaufschlagung der Schwebstoffteilchen über deren äußere Gestalt, welche den Strömungsweg für den entlang der Drallerzeugungseinrichtung strömenden Wasserstrom vorgibt. Indem die erfindungsgemäße Vorrichtung als Abschnitt der Druckwasserleitung konzipiert ist, kann der Druckverlust des Wasserstroms und bauliche Aufwand vergleichsweise gering gehalten werden; die Dimensionen des rohrförmigen Körpers sind mit jenen der übrigen Druckwasserleitung vergleichbar, so dass eine besonders platzsparende, konstruktiv einfache Anordnung erzielbar ist. Zur Anregung der Strömungskomponente quer zur Hauptströmungsrichtung sind keine aktiven Einrichtungen, wie insbesondere Rotorschaukeln oder dergl., erforderlich, was sowohl die Verschleißanfälligkeit als auch den Wartungsaufwand erheblich reduziert.

Die Druckwasserleitung kann - insbesondere bei Kraftwerken mit hoher Leistung - zumindest zwei Abschnitte mit unterschiedlichem Gefälle aufweisen. Um den beim Durchströmen der Entsandungsvorrichtung auftretenden Druckverlust in der Druckwasserleitung möglichst gering zu halten, ist es günstig, wenn der rohrförmige Körper in einem Abschnitt mit vergleichsweise geringem Gefälle vorgesehen ist. Demnach erfolgt die Entfernung der Schwebstoffteilchen in einem flachen Leitungsabschnitt, wobei lediglich ein sehr geringer Anteil der Strömungsenergie verlorenght. Nachdem die Schwebstoffteilchen weitestgehend aus dem Druckwasser entfernt wurden, kann im anschließenden steilen Leitungsabschnitt die Fallhöhe gänzlich zur Energieproduktion im Wasserkraftwerk genutzt werden.

Untersuchungen haben gezeigt, dass eine zuverlässige Entfernung der Schwebstoffteilchen bei geringem Druckverlust in der Druckwasserleitung erzielt werden kann, wenn die Länge des Strömungskanals zwischen einem Einlass für den Schwebstoffteilchen aufweisenden Wasserstrom und einem Auslass für einen von den Schwebstoffteilchen im Wesentlichen gereinigten Wasserstrom zwischen 5m und 25m beträgt, und die Höhendifferenz zwischen Ein-

und Auslass zwischen 1m und 15m beträgt.

Im Hinblick auf eine dauerhaft zuverlässige, verschleißarme Ausführung ist es von Vorteil, wenn als Drallerzeugungseinrichtung ein vorzugsweise zentral im rohrförmigen Körper angeordneter Einsatzkörper vorgesehen ist, an dessen Oberfläche Umlenkmittel zum Umlenken des entlang der Umlenkmittel strömenden Flüssigkeitsstroms senkrecht zur Hauptströmungsrichtung ausgebildet sind. Die Umlenkmittel ermöglichen eine vollkommen passive Drallbeaufschlagung des Druckwassers, indem sie einen Strömungsweg quer zur Hauptströmungsrichtung vorgeben.

Zur Vermeidung von Turbulenzen in der Druckwasserleitung und um somit wiederum den Druckverlust durch die Vorrichtung gering zu halten, ist es von Vorteil, wenn der Einsatzkörper einen dem Einlass zugewandten Endabschnitt und einen dem Auslass zugewandten Endabschnitt, die sich im Querschnitt zum freien Ende hin jeweils verjüngen, sowie einen die Umlenkmittel aufweisenden mittleren Umlenkabschnitt mit im Wesentlichen konstantem Querschnitt aufweist. Die annähernd stromlinienförmige, beispielsweise ellipsoide Gestalt des Einsatzkörpers ermöglicht es, durch Reibung, Turbulenzen oder dergl. bedingte Verluste in der Strömungsenergie bzw. einen Druckabfall auf ein Minimum zu begrenzen.

Um die Strömungskomponente und somit auch bei vergleichsweise geringer Fließgeschwindigkeit von ca. 3 m/s des Wasserstroms einen zuverlässigen Austrag der Schwebstoffteilchen zu gewährleisten, ist es günstig, wenn der rohrförmige Körper zumindest zwei Abschnitte mit unterschiedlichen, im Wesentlichen konstanten Querschnittsflächen aufweist, wobei das Verhältnis der Querschnittsflächen der Abschnitte vorzugsweise zwischen 2,5:1 und 1,5:1, insbesondere im Wesentlichen 2:1 beträgt. Die durch die Drallerzeugungseinrichtung angeregte Strömungskomponente quer zur Hauptströmungsrichtung wird anschließend in einen Abschnitt verringerter Querschnittsfläche geleitet, in dem nach dem Prinzip der Drehimpulserhaltung die Geschwindigkeitskomponente des Wasserstroms quer zur Hauptströmungsrichtung - und damit die Zentrifugalwirkung auf die Schwebstoffteilchen - entsprechend erhöht wird. Dies hat den Vorteil, dass mit der Drallerzeugungs-

einrichtung lediglich eine vergleichsweise schwache Strömungskomponente quer zur Hauptströmungsrichtung angeregt werden muss, die dann bei Eintritt in einen Abschnitt verringerter Querschnittsfläche so verstärkt wird, dass eine für das Abscheiden der Schwebstoffteilchen zweckmäßige Zentrifugalkraft auf die Schwebstoffteilchen wirkt. Indem an den Betrag der durch die Drallerzeugungseinrichtung bewirkten Strömungskomponente quer zur Hauptströmungsrichtung vergleichsweise geringe Anforderungen gestellt werden, kann der Druckabfall an der Drallerzeugungseinrichtung gering gehalten werden.

Um das Auftreten von Turbulenzen beim Übergang zwischen den Abschnitten des Strömungskanals mit unterschiedlichen Querschnittsflächen zu vermeiden, ist es günstig, wenn der rohrförmige Körper zwischen den beiden Abschnitten mit im Wesentlichen konstantem Querschnitt einen Reduzierabschnitt aufweist, in dem der rohrförmige Körper eine sich graduierlich in Hauptströmungsrichtung reduzierende Querschnittsfläche aufweist.

Zur Vermeidung von Kavitation im Wasserstrom ist es von Vorteil, wenn sich der rohrförmige Körper in dem den Endabschnitt des Einsatzkörpers umgebenden Reduzierabschnitt derart verjüngt, dass die freie Querschnittsfläche des Strömungskanals im Wesentlichen konstant bleibt. Vorteilhafterweise verkleinert sich die Querschnittsfläche der Strömung geringfügig in Richtung zum Umlenkabschnitt; hierdurch wird sichergestellt, dass eine Strömungsablösung vom Innenkörper erst am Ende des Einsatzkörpers erfolgt, was die Energieverluste weiter vermindert.

Untersuchungen haben gezeigt, dass der Wasserstrom ohne Kavitation und mit geringem Druckverlust durch den Reduzierabschnitt geleitet werden kann, wenn sich der rohrförmige Körper im Reduzierabschnitt im Wesentlichen gemäß einem Polynom  $n$ -ter Ordnung, vorzugsweise 5. Ordnung, verjüngt.

Im Hinblick auf eine konstruktiv einfache, zweckmäßige Ausführung der Umlenkmittel ist es von Vorteil, wenn als Umlenkmittel mindestens sechs, vorzugsweise acht, Schaufeln vorgesehen sind. Die Schaufeln sind vorzugsweise in regelmäßigen Abständen an der Oberfläche des Einsatzkörpers vorgesehen, um eine gleichförmige

Umlenkung des Wasserstroms über den gesamten Querschnitt des Strömungskanals zu ermöglichen.

Um eine laminare Strömung bzw. im Fall von höheren Strömungsgeschwindigkeiten eine turbulente, gerichtete Strömung entlang der Schaufeln zu gewährleisten, ist es von Vorteil, wenn die Schaufeln zumindest abschnittsweise einen bogenförmig gekrümmten Verlauf aufweisen.

Es hat sich überraschenderweise herausgestellt, dass der Druckabfall entlang des die Umlenkmittel aufweisenden mittleren Umlenkabschnitts erheblich vermindert werden kann, wenn die Schaufeln im Wesentlichen entsprechend einer Bezierkurve n-ter Ordnung, vorzugsweise 3. Ordnung, gekrümmt sind. Vorteilhafterweise kann die Mittellinie der Schaufeln gezielt an die gegebenen Verhältnisse angepasst werden, indem entsprechende Parameterwerte für die Bezierkurven vorgegeben werden.

Zur Anregung der Strömungskomponente quer zur Hauptströmungsrichtung ist es zweckmäßig, wenn die Schaufeln eine Umlenkung um einen Umlenkwinkel von mindestens  $60^\circ$ , vorzugsweise zwischen  $65^\circ$  und  $73^\circ$ , bewirken.

Um einen weitestgehenden Austrag der Schwebstoffteilchen aus dem Wasserstrom zu ermöglichen, ist es günstig, wenn die Abscheidevorrichtung zumindest einen an den rohrförmigen Körper anschließenden schachtförmigen Abscheidekörper mit einem mit dem Strömungskanal in Verbindung stehenden Abscheidekanal aufweist.

Um das Auftreten von Turbulenzen beim Abscheiden der Schwebstoffteilchen zu vermindern, ist es günstig, wenn eine Längsachse des Abscheidekanals im Wesentlichen in einer Tangentialebene des rohrförmigen Körpers, vorzugsweise unter einem Winkel von  $30^\circ$  bis  $70^\circ$ , insbesondere von  $45^\circ$  bis  $55^\circ$ , zur Hauptströmungsrichtung angeordnet ist. Durch die tangentielle Ableitung wird der störende Einfluss der Abscheidevorrichtung auf die Strömung in der Druckwasserleitung weitestgehend ausgeschaltet. In der Praxis hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn der Abscheidekanal in der Tangentialebene um einen Winkel von insbesondere ca.  $50^\circ$  zur Hauptströmungsrichtung bzw. zur Längsachse

des rohrförmigen Körpers verdreht angeordnet ist.

Um die Schwebstoffteilchen zuverlässig in den Abscheidekanal entsorgen zu können, ist es von Vorteil, wenn im Strömungskanal zumindest ein Leitflügel bzw. eine Leitkurve vorgesehen ist, der von im Wesentlichen der Mitte des Strömungskanals zum Abscheidekanal verläuft. Der Leitflügel unterstützt demnach den Austrag der Schwebstoffteilchen, indem die durch die angeregte Querströmungskomponente radial nach außen konzentrierten Schwebstoffteilchen in den Abscheidekanal geführt werden.

Um den dem Wasserstrom entgegengesetzten Widerstand und somit Verluste durch Turbulenzen oder dergl. möglichst gering zu halten, ist es von Vorteil, wenn ein Krümmungsverlauf des Leitflügels bzw. der Leitkurve im Wesentlichen dem Geschwindigkeitsvektor der drallbeaufschlagten Schwebeteilchen entspricht.

Um den Austrag der Schwebstoffteilchen in einem vergleichsweise kurzen Rohrabschnitt sicherzustellen, ist es günstig, wenn der rohrförmige Körper zumindest zwei diametral gegenüberliegende Längsschlitze aufweist, wobei jeder Längsschlitz mit einem Abscheidekanal eines Abscheidekörpers verbunden ist. Selbstverständlich wäre es auch denkbar, je nach den gegebenen Rahmenbedingungen der Druckwasserleitung, wie Strömungsgeschwindigkeit, Durchmesser, etc., mehr als zwei Längsschlitze im rohrförmigen Körper vorzusehen, denen jeweils ein Abscheidekörper zugeordnet ist, über den die Schwebstoffteilchen abgeleitet werden.

Beim Verfahren der eingangs angeführten Art wird der die Schwebstoffteilchen aufweisende Wasserstrom passiv in eine Richtung senkrecht zu einer Hauptströmungsrichtung umgelenkt, so dass eine senkrecht zur Hauptströmungsrichtung verlaufende Strömungskomponente des Wasserstroms angeregt wird, und die aufgrund der Fliehkraftwirkung radial nach außen getragenen Schwebstoffteilchen aus der Druckwasserleitung abgeschieden werden. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren werden somit dieselben Vorteile wie mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung in Art eines Axialzyklons erzielt, so dass zwecks Vermeidung von Wiederholungen auf vor-

stehende Ausführungen verwiesen wird.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von in der Zeichnung dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispielen, auf die sie jedoch nicht beschränkt sein soll, noch weiter erläutert. Im Einzelnen zeigen in der Zeichnung:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Wasserkraftanlage, bei der eine Vorrichtung zum Entfernen von Schwebstoffteilchen in einer Druckwasserleitung vorgesehen ist;

Fig. 2 einen Längsschnitt eines einen Strömungskanal ausbildenden rohrförmigen Körpers der Vorrichtung gemäß Fig. 1;

Fig. 3 einen Querschnitt durch den rohrförmigen Körper gemäß Fig. 2 im Bereich eines im Strömungskanal aufgenommenen Einsatzkörpers, an dem Umlenkmittel zur Drallbeaufschlagung der Schwebstoffteilchen vorgesehen sind;

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht der Vorrichtung, die im Bereich der Umlenkmittel teilweise aufgebrochen ist;

Fig. 5 eine schematische Ansicht, aus welcher der Profilverlauf der am Einsatzkörper vorgesehenen Umlenk-Schaufeln ersichtlich ist;

Fig. 6 eine Detailansicht eines Abschlussteils des rohrförmigen Körpers gemäß einer der Fig. 2 bis 4, wobei der Abschlussteil eine Abscheidevorrichtung zum Abscheiden von aufgrund der Fliehkraftwirkung radial nach außen getragenen Schwebstoffteilchen aufweist;

Fig. 7 eine Ansicht auf den Abschlussteil des rohrförmigen Körpers gemäß Fig. 6;

Fig. 8 eine perspektivische Ansicht des Abschlussteils gemäß Fig. 6 und 7;

Fig. 9 bis 11 eine Seitenansicht, eine Draufsicht bzw. eine perspektivische Ansicht des Abscheidekörpers gemäß den Fig. 6 bis

8;

Fig. 12 eine perspektivische Ansicht eines Abscheidesegments des Abschlussteils, in dem zwei Längsschlitzte zur Verbindung mit Abscheidekanälen der Abscheidekörper vorgesehen sind;

Fig. 13 eine Seitenansicht eines Endsegments des Abschlussteils, wobei ein im montierten Zustand in das Abscheidesegment eingeschobenenes freies Ende des Endsegmentes Leitflügel für den drallbeaufschlagten Wasserstrom aufweist;

Fig. 14 eine perspektivische Ansicht des Endsegments gemäß Fig. 13;

Fig. 15 und Fig. 16 jeweils eine Ansicht einer alternativen Ausführungsform des Abschlussteils, bei welchem die Längsachse des Abscheidekanals in der Tangentialebene des rohrförmigen Körpers gegenüber der Hauptströmungsrichtung geneigt ist;

Fig. 17 das Abscheidesegment des Abschlussteils gemäß den Fig. 15 und 16; und

Fig. 18 das Endsegment 31 des Abschlussteils 23 gemäß den Fig. 15 und 16.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Wasserkraftanlage 1, mit der in an sich herkömmlicher Art und Weise hydraulische Energie eines Wasserstroms in Elektrizität umgewandelt wird. Ein Wasserkraftwerk 2 ist mit einer Druckwasserleitung 3 verbunden, die von einer Stauanlage gespeist wird, in der das Wasser auf hohem potentiellen Niveau zurückgehalten wird, wobei die Druckwasserleitung 3 beim dargestellten Ausführungsbeispiel zwei Abschnitte 3', 3'' mit unterschiedlichem Gefälle aufweist. Die Druckwasserleitung 3 kann direkt mit der Wasserfassung der Stauanlage oder, wie in Fig. 1 schematisch angedeutet, mit einem konventionellen Entsandungs-Absetzbecken 4 zum Entfernen von größeren Feststoffen wie Kies, Sandpartikeln, etc. verbunden sein. Wenn die Schleusen bzw. Absperrorgane der Stauanlage geöffnet werden, fließt das Wasser über die Druckwasserleitung 3 ab und gewinnt dabei entsprechend einer Fallhöhe  $h$  Strömungsenergie, die dann zum Be-

trieb einer im Wasserkraftwerk 2 vorgesehenen Turbine herangezogen wird. Nachteiligerweise kann der Wasserstrom in der Druckwasserleitung 3 auch im Anschluss an das Entsandungs-Absetzbecken 4 und insbesondere bei Verzicht auf ein solches Entsandungs-Absetzbecken 4 einen hohen Gehalt an Sedimenten bzw. Schwebstoffteilchen, d.h. Feststoffe, wie Gletscherschliff, Sand-Feinstoffen, oder dergl. mit sich führen, die bei den rotierenden Teilen des Wasserkraftwerks 2 einen erheblichen Verschleiß verursachen. Um die Schwebstoffteilchen aus dem Wasserstrom zu entfernen, bevor der Wasserstrom auf die verschleißanfälligen Komponenten des Wasserkraftwerks 2 trifft, ist erfindungsgemäß eine Vorrichtung 5 zum Entfernen von Schwebstoffteilchen, insbesondere Fein- und Feinstpartikeln, in der Druckwasserleitung 3 angeordnet.

Die Vorrichtung 5, die in Fig. 1 lediglich schematisch dargestellt ist, weist einen rohrförmigen Körper 6 auf, der einlass- bzw. auslassseitig jeweils an die Druckwasserleitung 3 angeschlossen ist. Jede zusätzliche Einrichtung, die in die Druckwasserleitung 3 aufgenommen wird, erhöht zwangsläufig den Strömungswiderstand des Wasserstroms, was einen Druckverlust in der Druckwasserleitung 3 bzw. eine Verminderung der nutzbaren Fallhöhe  $h$  zur Folge hat. Um den beim Durchströmen der Vorrichtung 5 auftretenden Druckverlust in der Druckwasserleitung 3 möglichst gering zu halten, ist die Vorrichtung 5 bzw. der rohrförmige Körper 6 in dem Abschnitt 3' der Druckwasserleitung 3 mit vergleichsweise geringem Gefälle vorgesehen. Im Abschnitt 3' wird demnach nur eine geringe Fallhöhe  $h$  überwunden; der überwiegende Anteil der Strömungsenergie wird im daran anschließenden Abschnitt 3'' gewonnen, in dem der Wasserstrom einen Großteil der Fallhöhe  $h$  zum Wasserkraftwerk 2 zurücklegt. Untersuchungen haben gezeigt, dass ein großer Anteil der Schwebstoffteilchen bei geringem Druckverlust mit hoher Effektivität mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung entfernt werden kann, auch wenn der Abschnitt 3' der Druckwasserleitung 3, in dem die Vorrichtung 5 zum Entfernen der Schwebstoffteilchen angeordnet ist, ein Gefälle von zwischen 0,1 % und 0,5% aufweist.

Aus Fig. 2 ist ein Längsschnitt durch den rohrförmigen Körper 6 der Vorrichtung 5 zum Entfernen von Schwebstoffteilchen aus der

Druckwasserleitung 3 der Wasserkraftanlage 1 gezeigt. Im Inneren des rohrförmigen Körpers 6 ist ein Strömungskanal 7 ausgebildet, in dem der Wasserstrom geführt wird. Der einen relativ hohen Anteil an Schwebstoffteilchen aufweisende Wasserstrom wird durch einen Einlass 8 in den Strömungskanal 7 geleitet, dessen Längserstreckung eine in Fig. 2 mit Pfeilen veranschaulichten Hauptströmungsrichtung 9 des Wasserstroms vorgibt. Beim Eintritt in die Vorrichtung 5 sind die Schwebstoffteilchen üblicherweise annähernd homogen über die Querschnittsfläche des Wasserstroms verteilt. An einem Auslass 10 wird ein einen geringen Anteil an Schwebstoffteilchen aufweisender Wasserstrom abgeleitet, der dann dem Wasserkraftwerk 2 zugeführt werden kann. Im Strömungskanal 7 ist im Hinblick auf eine konstruktive Ausführung der Vorrichtung 5 in der Art eines Axialzyklons eine stillstehende, passive Drallerzeugungseinrichtung 11 vorgesehen, mit der eine Strömungskomponente senkrecht zur Hauptströmungsrichtung 9 des Wasserstroms angeregt wird, d.h. der Wasserstrom wird mit einem Drall um eine Mittelachse 12 des Strömungskanals 7 beaufschlagt. Die drallbeaufschlagten Schwebstoffteilchen sind einer Zentrifugalkraft ausgesetzt, die senkrecht zur Mittelachse 12 radial nach außen gerichtet ist. Aufgrund der Zentrifugalwirkung stellt sich ein Konzentrationsgefälle in der radialen Verteilung der Schwebstoffteilchen ein, wobei die Schwebstoffteilchen mit zunehmender Entfernung von der Mittelachse 12 im Strömungskanal 7 konzentriert werden. Ein entlang des rohrförmigen Körpers 6 strömender Teilstrom des Wasserstroms mit einem hohen Anteil an Schwebstoffteilchen wird mit einer Abscheidevorrichtung 13 aus dem Strömungskanal 7 entfernt.

Als Drallerzeugungseinrichtung 11 ist ein Einsatzkörper 14 vorgesehen, der im Strömungskanal 7 aufgenommen ist. An der Oberfläche des Einsatzkörpers 14 sind Umlenkmittel 15 ausgebildet, mit denen der entlang der Umlenkmittel 15 strömende Wasserstrom senkrecht zur Hauptströmungsrichtung 9 umgelenkt wird. Die Drallbeaufschlagung des Wasserstroms bzw. der darin enthaltenen Schwebstoffteilchen erfolgt ohne bewegliche, insbesondere rotierende Teile. Die äußere Gestalt der Umlenkmittel 15 erzwingt einen Strömungsweg quer zur Hauptströmungsrichtung 9, so dass der Wasserstrom nach Passieren des Einsatzkörpers 14 zusätzlich zur Strömungskomponente in Hauptströmungsrichtung 9 auch eine

Strömungskomponente senkrecht dazu aufweist.

Beim dargestellten Ausführungsbeispiel der Erfindung weist der Einsatzkörper 14 drei Abschnitte bzw. Teile 16, 17, 18 auf, die im montierten Zustand starr miteinander verbunden sind. Ein dem Einlass 8 zugewandter Endabschnitt 16 und ein dem Auslass 10 zugewandter Endabschnitt 17 verjüngen sich im Querschnitt jeweils zu ihrem freien Ende hin; die annähernd stromlinienförmige, allgemein ellipsoide Gestalt des Einsatzkörpers 14 hat vorteilhafterweise lediglich einen sehr geringen Strömungswiderstand. Zwischen den Endabschnitten 16, 17 ist ein im Wesentlichen zylinderförmiger mittlerer Umlenkabschnitt 18 mit konstanter Querschnittsfläche vorgesehen. An der Oberfläche des mittleren Umlenkabschnitts 18 sind mehrere - beim dargestellten Ausführungsbeispiel acht - Umlenkmittel 15 in der Art von Schaufeln 19 vorgesehen. Die radiale Erstreckung des mittleren Umlenkabschnitts 18 mit den Schaufeln 19 entspricht dem Innendurchmesser des rohrförmigen Körpers 6, so dass der gesamte Wasserstrom gezwungen wird, die Schaufeln 19 zu passieren. Wie aus der Querschnittsansicht gemäß Fig. 3 bzw. der perspektivischen Ansicht gemäß Fig. 4 ersichtlich, sind die Schaufeln 19 in regelmäßigen Winkelabständen an der Oberfläche des Umlenkabschnitts 18 vorgesehen.

Zur Optimierung des Strömungsverlaufs entlang der Schaufeln 19 weisen die Schaufeln 19 einen bogenförmig gekrümmten Verlauf auf. Fig. 5 zeigt schematisch das mit Hilfe von Computersimulationen angepasste Querschnittsprofil der Schaufeln 19. Eine Mittellinie 20 des Profils ist entsprechend einer Bezierkurve dritter Ordnung gekrümmt. Ausgehend von der Mittellinie 20 werden mit Hilfe von Bezier-Stützpunkten 21 Datenpunkte 22 für den hinsichtlich der Strömungseigenschaften optimierten gekrümmten Verlauf von Seitenkanten bzw. Seitenflächen der Schaufeln 19 berechnet. Das dargestellte Schaufel-Profil bewirkt eine Umlenkung des Wasserstroms um einen Umlenkwinkel von ca. 65° gemessen zur Hauptströmungsrichtung 9.

Da aufgrund der relativ geringen Fließgeschwindigkeit des Wasserstroms in Abschnitt 3' der Druckvorrichtung auch die auf die Schwebeteilchen wirkende Zentrifugalkraft relativ gering ist,

weist der rohrförmige Körper 6 zur Erhöhung des durch die Umlenkmittel 15 aufgebrachtten Dralls zwei Abschnitte 7', 7'' mit unterschiedlichen Querschnittsflächen auf. Ein erster Abschnitt 7', der den dem Einlass 8 zugewandten Endabschnitt 16 bzw. den mittleren Umlenkabschnitt 18 des Einsatzkörpers 14 enthält, weist im Vergleich zu einem zweiten Abschnitt 7'', in dem die Abscheidevorrichtung 13 vorgesehen ist, eine vergrößerte Querschnittsfläche auf. Beim getesteten Modell haben sich ein Durchmesser von ca. 44cm im Abschnitt 7' und von ca. 22 cm im Abschnitt 7'' als vorteilhaft herausgestellt. Die beim realen Kraftwerk verwendeten Dimensionen können freilich erheblich über diese Maße hinausgehen. Das Verhältnis der Querschnittsflächen der Abschnitte 7', 7'' beträgt ca. 2:1. Die bevorzugte Gesamtlänge des Körpers 6 beträgt zumindest 3-4m, wobei der Einsatzkörper in diesem Fall eine Länge von ca. 1m aufweist.

Im ersten Abschnitt 7' wird mit den Umlenkmitteln 15 eine Querströmungskomponente angeregt; aufgrund des Prinzips der Drehimpulserhaltung bewirkt eine Verminderung des Durchmessers einen entsprechenden Anstieg in der Geschwindigkeit des Flüssigkeitsstroms senkrecht zur Hauptströmungsrichtung 9. Der Übergang zwischen den Abschnitten 7', 7'' unterschiedlicher Querschnittsfläche erfolgt in einem in Hauptströmungsrichtung 9 an den Umlenkabschnitt 18 des Einsatzkörpers 14 anschließenden Reduzierabschnitt 7''' des rohrförmigen Körpers 6 bzw. des Strömungskanals 7. Der Querschnitt des rohrförmigen Körpers 6 reduziert sich im Reduzierabschnitt 7''' kontinuierlich ausgehend vom Querschnitt von Abschnitt 7' zum verminderten Querschnitt von Abschnitt 7''. Der dem Auslass 10 zugewandte Endabschnitt 17 des Einsatzkörpers 14 verläuft im Reduzierabschnitt 7''', wobei sich der rohrförmige Körper 6 in dem den Endabschnitt 17 des Einsatzkörpers 14 umgebenden Reduzierabschnitt 7''' derart verjüngt, dass die vom Einsatzkörper 14 freie Querschnittsfläche des Strömungskanals 7 im Wesentlichen konstant bleibt; hierdurch können - wie Simulationen gezeigt haben - Kavitationen nach Möglichkeit vermieden werden. Wie aus Fig. 2 ersichtlich, erweitert sich die vom Einsatzkörper 14 frei gelassene Querschnittsfläche des Strömungskanals 7 im Reduzierabschnitt 7''' geringfügig in Hauptströmungsrichtung 9, wodurch ein optimaler Übergang des Wasserstroms in den Abschnitt 7'' mit verringerter Querschnitts-

fläche weitestgehend ohne verlustbehaftete Turbulenzen ermöglicht wird. Die Kontur des rohrförmigen Körpers 6 folgt im Reduzierabschnitt 7''' einem Polynom 5. Ordnung.

Die Abscheidevorrichtung 13 zum Entfernen der drallbeaufschlagten Schwebstoffteilchen aus dem Strömungskanal 7 ist im Abschnitt 7'' des Strömungskanals 7 an einem gesonderten Abschlussteil 23 des rohrförmigen Körpers 6 vorgesehen, der im montierten Zustand starr mit den übrigen Bestandteilen des rohrförmigen Körpers 6 verbunden ist.

In den Fig. 6 bis 8 ist jeweils eine Ansicht des Abschlussteils 23 gezeigt. Demnach weist die Abscheidevorrichtung 13 zwei an den rohrförmigen Körper 6 anschließende schachtförmige Abscheidekörper 24 auf, die außenseitig an einem in Fig. 12 dargestellten Abscheidesegment 25 des Abschlussteils 23 befestigt sind. Im Inneren der Abscheidekörper 24 ist jeweils ein Abscheidekanal 26 ausgebildet, der mit dem Strömungskanal 7 in Verbindung steht. Wie insbesondere aus Fig. 7 ersichtlich, schließt der Abscheidekörper 24 tangential an das Abscheidesegment 25 des Abschlussteils 23 an, wobei bei dem in den Fig. 1 bis 14 gezeigten Ausführungsbeispiel eine Längsachse 26' des Abscheidekanals 26 senkrecht zur Hauptströmungsrichtung 9 angeordnet ist. Auf diese Weise kann ein Austrag der Schwebstoffteilchen im Wesentlichen senkrecht zur Hauptströmungsrichtung 9 erfolgen, womit Effizienzsteigerungen im Vergleich zu einem Abscheiden in Hauptströmungsrichtung 9 erzielbar sind.

Die Fig. 9 bis 11 zeigen jeweils eine Detailansicht des Abscheidekörpers 24. Seitenwände 27 des Abscheidekörpers 24 weisen jeweils einen entsprechend der äußeren Krümmung des rohrförmigen Körpers 6 gekrümmte Stützabschnitte 27' auf, welche im montierten Zustand der Vorrichtung 1 an das Abscheidesegment 25 angelegt sind. An der Vorderseite des Abscheidekörpers 24 ist ein Entnahme-Stutzen 28 vorgesehen, mit dem das Schwebstoffteilchen-Wasser-Gemisch abgeleitet bzw. entsorgt wird. Der Entnahme-Stutzen 28 weist ein Außengewinde auf, das mit einer entsprechenden (in den Figuren nicht dargestellten) Abscheideleitung verbindbar ist. Wie aus Fig. 10 ersichtlich, weist eine oberseitige Wand 29 des Abscheidekörpers 24 einen in Richtung zum Entnahme-Stutzen

28 verjüngten Verlauf auf.

Fig. 12 zeigt das Abscheidesegment 25 des Abschlussteils 23, welches zwei im Wesentlichen um  $180^\circ$  versetzt bzw. gegenüberliegend angeordnete Längsschlitz 30 aufweist, die im zusammengesetzten Zustand der Vorrichtung 5 jeweils an einem Abscheidekanal 26 eines Abscheidekörpers 24 ausgerichtet sind. Die Menge des auszutragenden Schwebstoffteilchen-Wasser-Gemischs kann auf einfache Weise durch Veränderung der Dimensionen der Längsschlitz 30, insbesondere der Spaltbreite, eingestellt werden.

Der Abschlussteil 23 weist anschließend an das Abscheidesegment 25 ein Endsegment 31 auf, das in Fig. 13 in einer Seitenansicht und in Fig. 14 in einer perspektivischen Ansicht gezeigt ist. Im montierten Zustand des Abschlussteils 23 ist ein dem Auslass 10 abgewandtes freies Ende 31' des Endsegments 31 in das Abscheidesegment 25 eingeschoben und starr am Abscheidesegment 25 gehalten, wie aus Fig. 6 ersichtlich. Das freie Ende 31' des Endsegments 31 weist zwei Leitflügel 31'' auf, die jeweils von im Wesentlichen der Mitte des Strömungskanals 7 zu einem Längsschlitz 30 bzw. zu einem Abscheidekanal 26 eines Abscheidekörpers 24 verlaufen. Der Krümmungsverlauf der Leitflügel 31'' entspricht im Wesentlichen dem Geschwindigkeitsvektor der drallbeaufschlagten Schwebstoffteilchen, was eine zweckmäßige Führung des Wasserstroms bei geringen Verlusten an Strömungsenergie ermöglicht. Führungskanten 32 der Leitflügel 31'' sind ebenso wie im zusammengesetzten Zustand des Abschlussteils 23 jeweils an die Führungskanten 32 anschließende Kanten 33 des Längsschlitzes 30 abgeschrägt (vgl. Fig. 12), um das Austragen der Schwebstoffteilchen zu erleichtern.

In den Fig. 15 bis 18 ist eine besonders bevorzugte Ausführungsform des Abschlussteils 23 dargestellt.

Wie insbesondere aus Fig. 15 und Fig. 16 ersichtlich, ist die im Wesentlichen in der Tangentialebene des rohrförmigen Körpers 6 verlaufende Längsachse 26' des Abscheidekanals 26 unter einem Winkel von ca.  $50^\circ$  zur Hauptströmungsrichtung 9 angeordnet, wodurch ein sehr effizienter Abzug der Schwebstoffteilchen erzielt

werden kann. Zudem ist zwischen dem schachtförmigen Abscheidekörper 24 und einem vergleichsweise langgestreckten Entnahme-Stutzen 28 ein in Längsrichtung verjüngtes Verbindungsstück 34 vorgesehen, welches im Wesentlichen den Abscheidekörper 24 fortsetzt. Hierdurch können die Strömungsverhältnisse beim Übergang vom Abscheidekörper 24 in den Entnahme-Stutzen 28 erheblich verbessert werden.

In den Fig. 17 ist das Abscheidesegment 25 des Abschlussteils 23 gezeigt, das einen entsprechend der abgewinkelten Anordnung des Abscheidekanals 26 verlaufenden Längsschlitz 30 aufweist.

In Fig. 18 ist das Endsegment 31 des Abschlussteils 23 gezeigt, welches eine effiziente Führung der Strömung in Richtung des Abscheidekanals 26 ermöglicht.

## Patentansprüche:

1. Vorrichtung (5) zum Entfernen von Schwebstoffteilchen, insbesondere Fein- und Feinstpartikel, aus einem Schwebstoffteilchen aufweisenden Wasserstrom in einer Druckwasserleitung (3) eines Wasserkraftwerks (2), dadurch gekennzeichnet, dass ein einen Strömungskanal (7) ausbildender rohrförmiger Körper (6) in der Druckwasserleitung (3) vorgesehen ist, wobei der Strömungskanal (7) im Wesentlichen in Achsrichtung der Druckwasserleitung (3) verläuft und im Strömungskanal (7) eine stillstehende Drallerzeugungseinrichtung (11) zur Anregung einer senkrecht zu einer Hauptströmungsrichtung (9) verlaufenden Strömungskomponente des Wasserstroms angeordnet ist und in Strömungsrichtung nach der Drallerzeugungseinrichtung (11) eine Abscheidevorrichtung (13) zum Abscheiden der aufgrund der Fliehkraftwirkung radial nach außen getragenen Schwebstoffteilchen vorgesehen ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckwasserleitung zumindest zwei Abschnitte (3', 3'') mit unterschiedlichem Gefälle aufweist, wobei der rohrförmige Körper (6) in einem Abschnitt (3') mit vergleichsweise geringem Gefälle vorgesehen ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge des Strömungskanals (7) zwischen einem Einlass (8) für den Schwebstoffteilchen aufweisenden Wasserstrom und einem Auslass (10) für einen von den Schwebstoffteilchen im Wesentlichen gereinigten Wasserstrom zwischen 5m und 25m beträgt, und die Höhendifferenz zwischen Ein- und Auslass (8, 10) zwischen 1m und 15m beträgt.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Drallerzeugungseinrichtung (11) ein vorzugsweise zentral im rohrförmigen Körper (6) angeordnete Einsatzkörper (14) vorgesehen ist, an dessen Oberfläche Umlenkmittel (15) zum Umlenken des entlang der Umlenkmittel (15) strömenden Flüssigkeitsstroms senkrecht zur Hauptströmungsrichtung (9) ausgebildet sind.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass

der Einsatzkörper (14) einen dem Einlass (8) zugewandten Endabschnitt (16) und einen dem Auslass (10) zugewandten Endabschnitt (17), die sich im Querschnitt zum freien Ende hin jeweils verjüngen, sowie einen die Umlenkmittel (15) aufweisenden mittleren Umlenkabschnitt (18) mit im Wesentlichen konstantem Querschnitt aufweist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der rohrförmige Körper (6) zumindest zwei Abschnitte (7', 7'') mit unterschiedlichen, im Wesentlichen konstanten Querschnittsflächen aufweist, wobei das Verhältnis der Querschnittsflächen der Abschnitte (7', 7'') vorzugsweise zwischen 2,5:1 und 1,5:1, insbesondere im Wesentlichen 2:1 beträgt.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der rohrförmige Körper (6) zwischen den beiden Abschnitten (7', 7'') mit im Wesentlichen konstanten Querschnitt einen Reduzierabschnitt (7''') aufweist, in dem der rohrförmige Körper (6) eine sich graduierlich in Hauptströmungsrichtung (9) reduzierende Querschnittsfläche aufweist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass sich der rohrförmige Körper (6) in dem den Endabschnitt (17) des Einsatzkörpers (14) umgebenden Reduzierabschnitt (7''') derart verjüngt, dass die freie Querschnittsfläche des Strömungskanals (7) im Wesentlichen konstant bleibt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass sich der rohrförmige Körper (6) im Reduzierabschnitt (7''') im Wesentlichen gemäß einem Polynom n-ter Ordnung, vorzugsweise 5. Ordnung, verjüngt.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass als Umlenkmittel (15) mindestens 6, vorzugsweise 8, Schaufeln (19) vorgesehen sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaufeln (19) zumindest abschnittsweise einen bogenförmig gekrümmten Verlauf aufweisen.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaufeln (19) im Wesentlichen entsprechend einer Bezierkurve n-ter Ordnung, vorzugsweise dritter Ordnung, gekrümmt sind.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaufeln (19) eine Umlenkung um einen Umlenkwinkel von mindestens  $60^\circ$ , vorzugsweise zwischen  $65^\circ$  und  $73^\circ$ , bewirken.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Abscheidevorrichtung (13) zumindest einen an den rohrförmigen Körper (6) anschließenden schachtförmigen Abscheidekörper (24) mit einem mit dem Strömungskanal (7) in Verbindung stehenden Abscheidekanal (26) aufweist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass eine Längsachse (26') des Abscheidekanals (26) im Wesentlichen in einer Tangentialebene des rohrförmigen Körpers (6), vorzugsweise unter einem Winkel von  $30^\circ$  bis  $70^\circ$ , insbesondere von  $45^\circ$  bis  $55^\circ$ , zur Hauptströmungsrichtung (9), angeordnet ist.

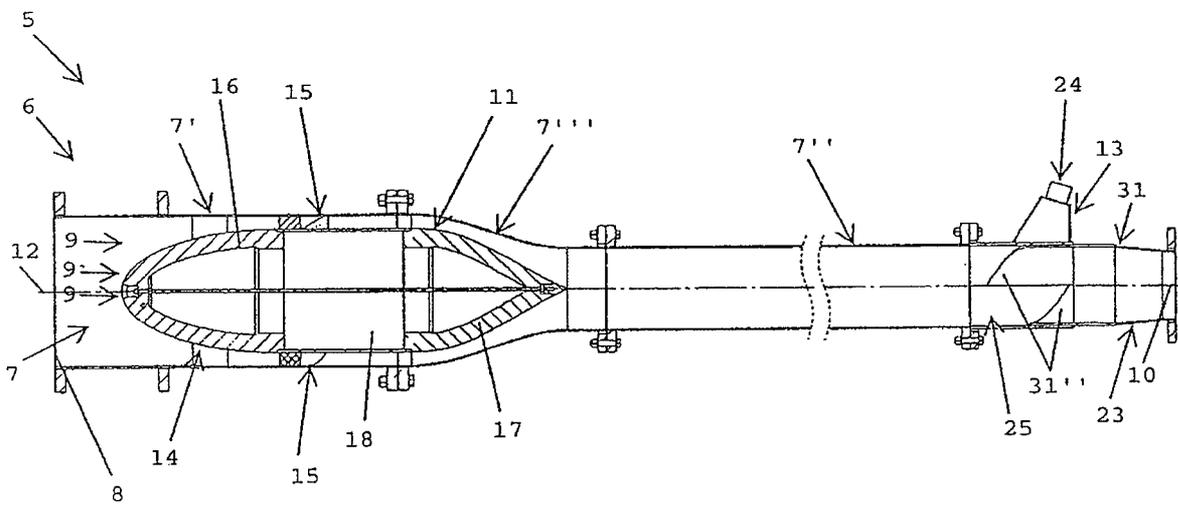
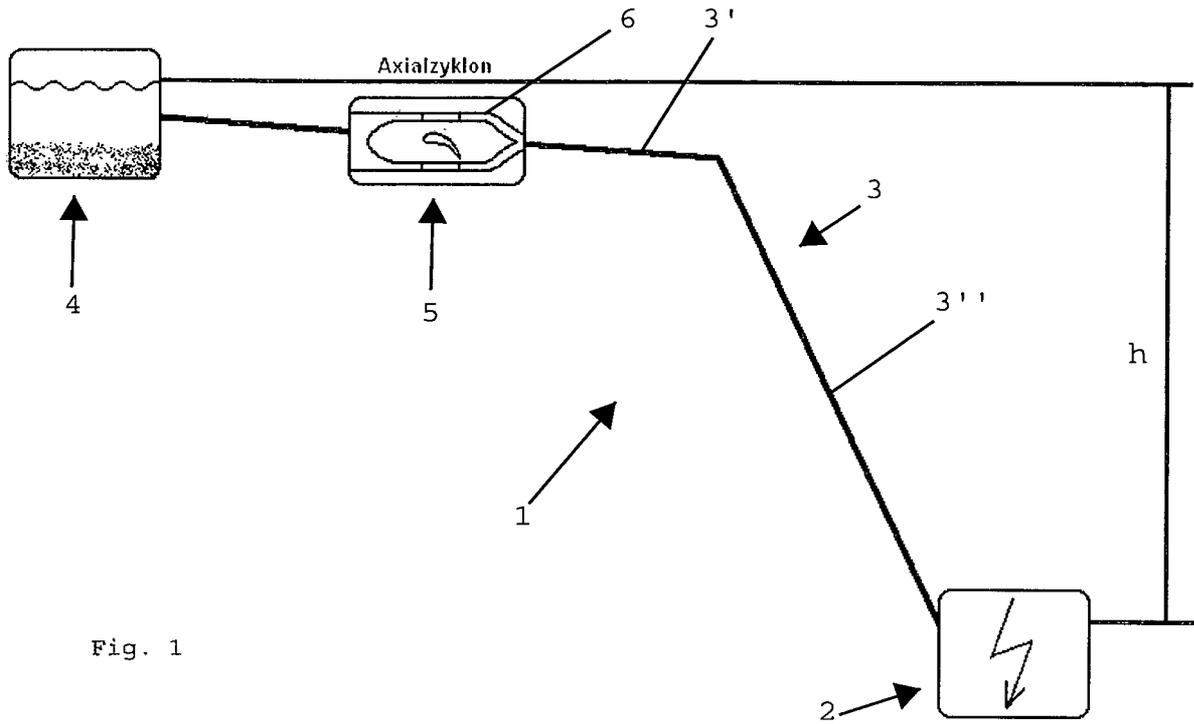
16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass im Strömungskanal (7) zumindest ein Leitflügel (31'') vorgesehen ist, der von im Wesentlichen der Mitte des Strömungskanals (7) zum Abscheidekanal (26) verläuft.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass ein Krümmungsverlauf des Leitflügels (31'') im Wesentlichen dem Geschwindigkeitsvektor der drallbeaufschlagten Schwebeteilchen entspricht.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass der rohrförmige Körper (6) zumindest zwei diametral gegenüberliegende Längsschlitze (30) aufweist, wobei jeder Längsschlitz (30) mit einem Abscheidekanal (26) eines Abscheidekörpers (24) verbunden ist.

19. Verfahren zum Entfernen von Schwebstoffteilchen, insbesondere Sand, aus einem Schwebstoffteilchen aufweisenden Wasserstrom in einer Druckwasserleitung (3) eines Wasserkraftwerks, dadurch

gekennzeichnet, dass der die Schwebstoffteilchen aufweisende Wasserstrom passiv in eine Richtung senkrecht zu einer Hauptströmungsrichtung (9) umgelenkt wird, so dass eine senkrecht zur Hauptströmungsrichtung (9) verlaufende Strömungskomponente des Wasserstroms angeregt wird, und die aufgrund der Fliehkraftwirkung radial nach außen getragenen Schwebstoffteilchen aus der Druckwasserleitung (3) abgeschieden werden.



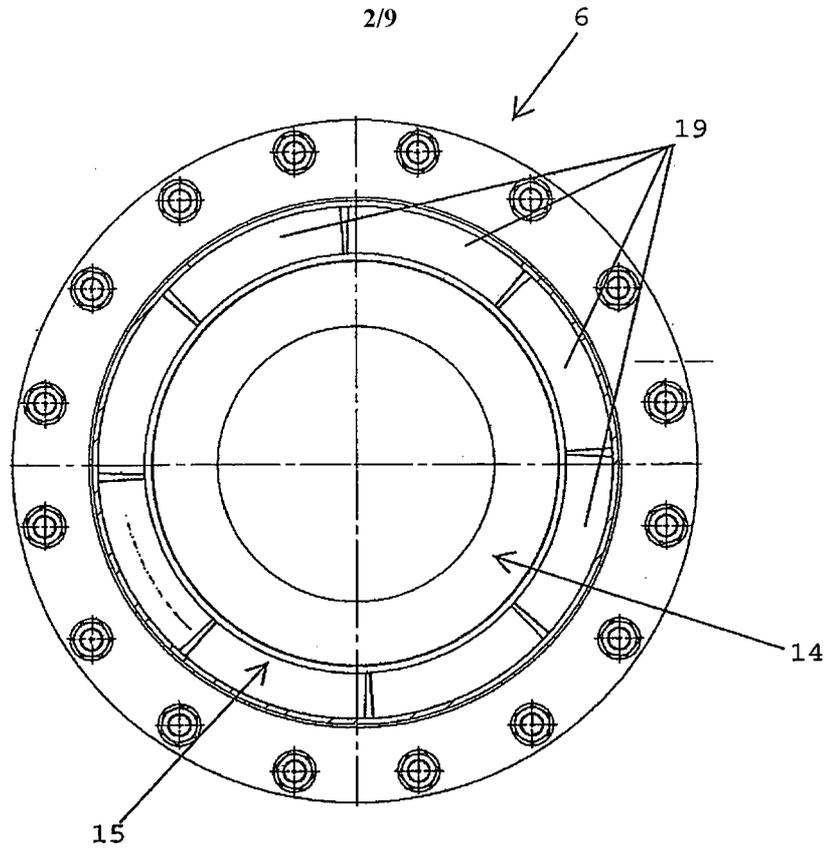


Fig. 3

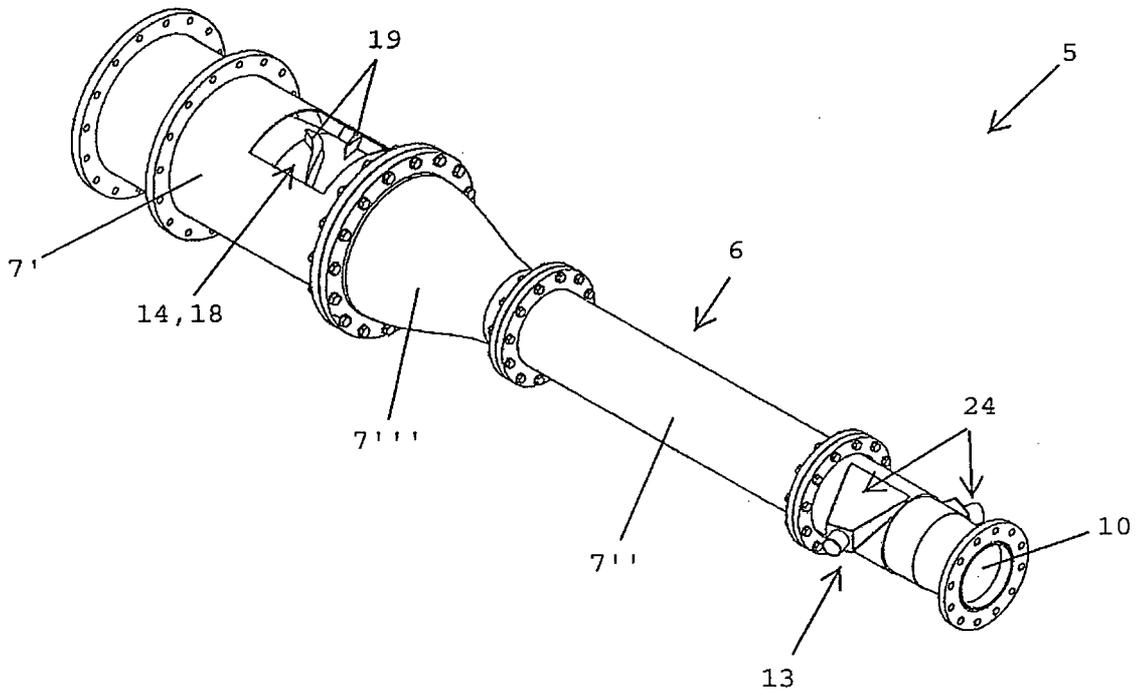


Fig. 4

Gebogenes Profil Vollansicht

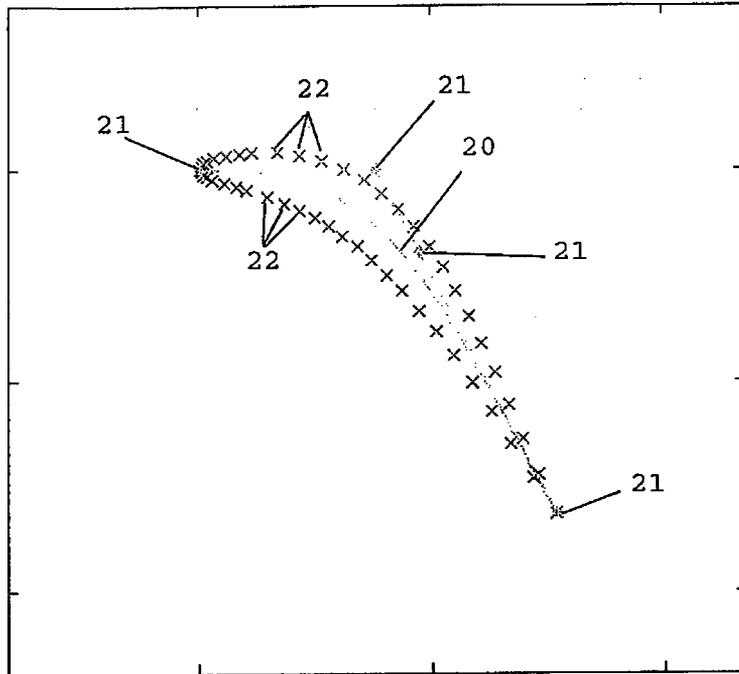


Fig. 5

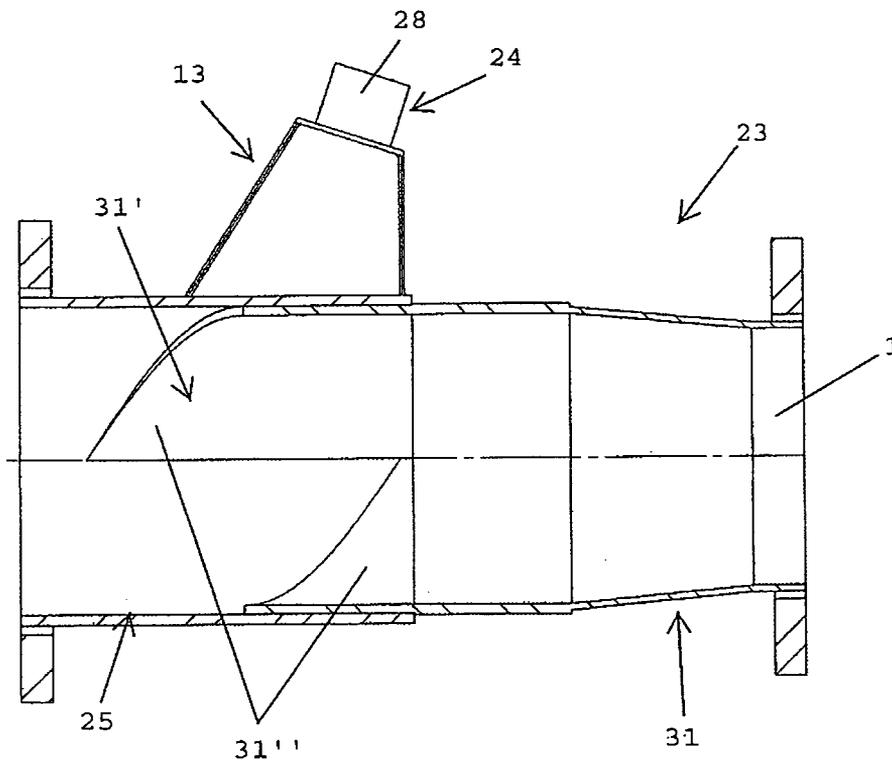


Fig. 6

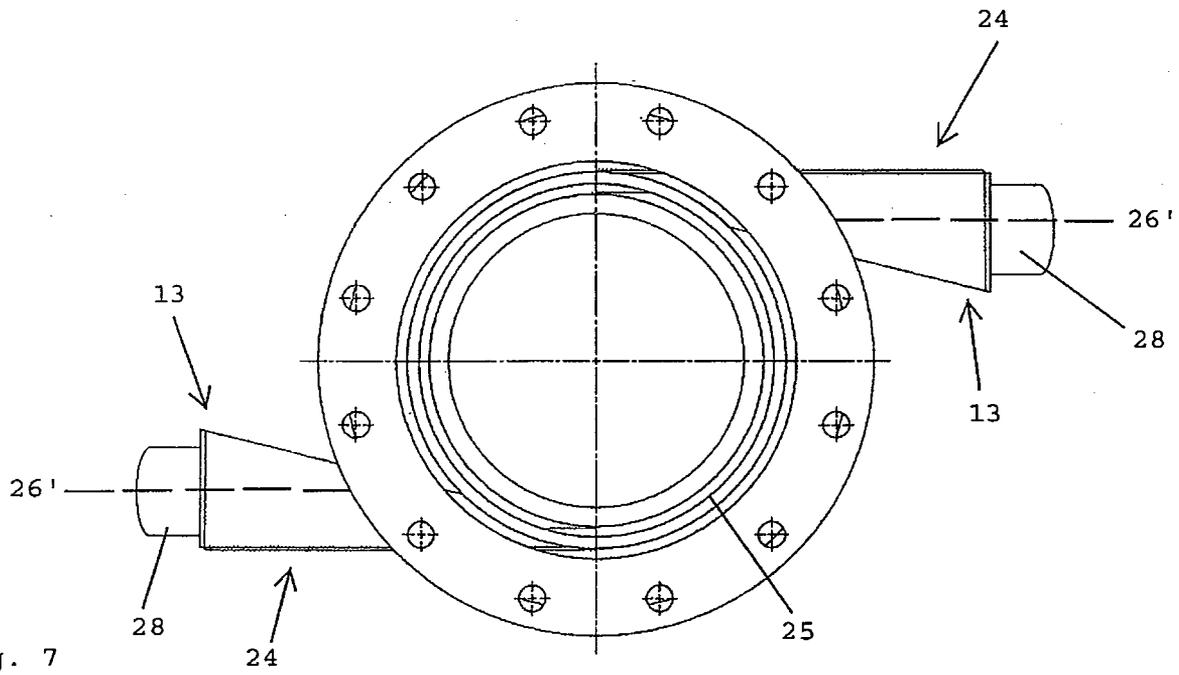


Fig. 7

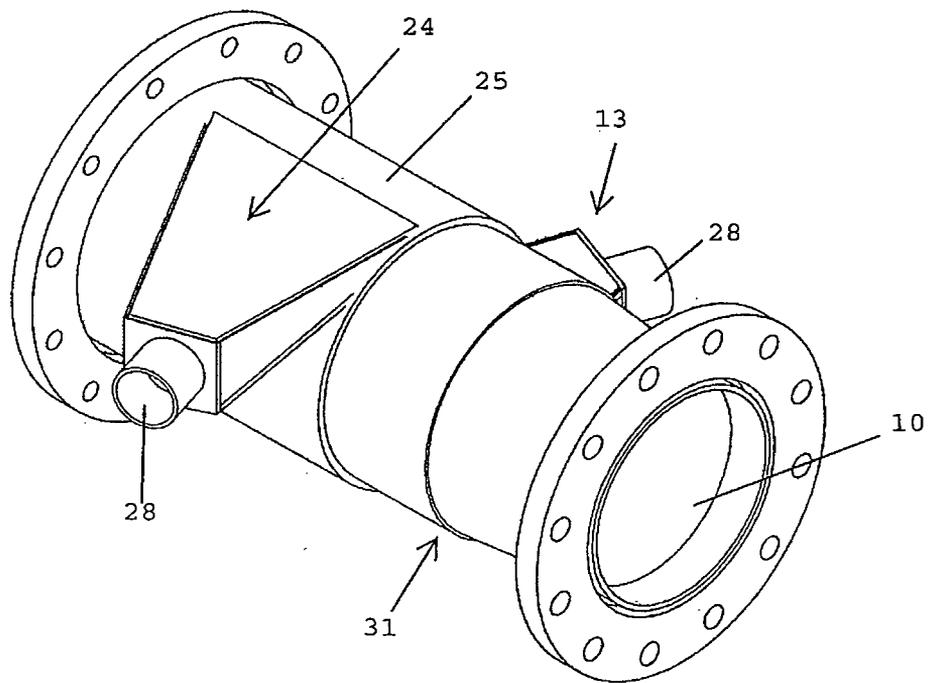


Fig. 8

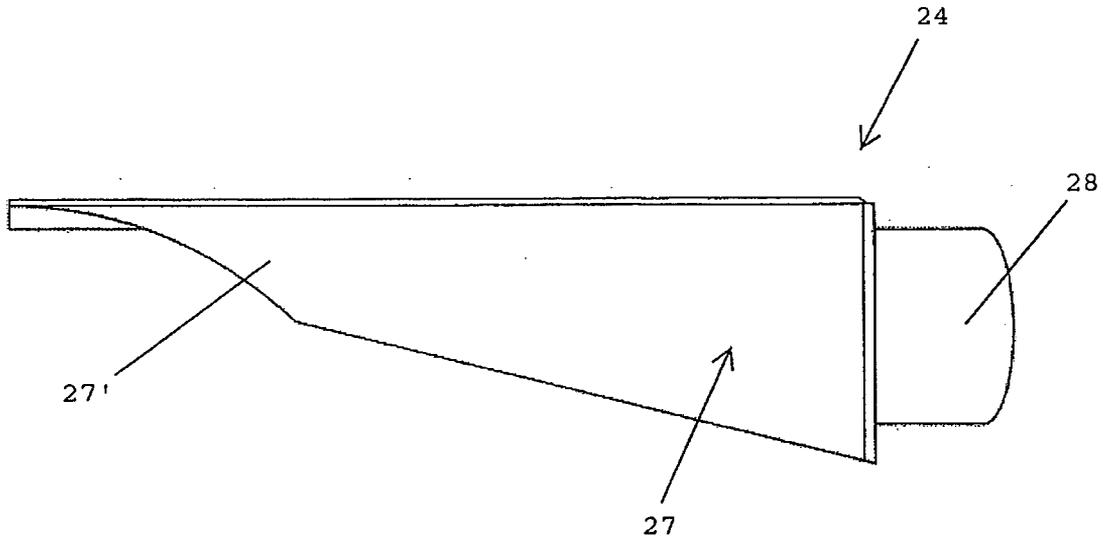


Fig. 9

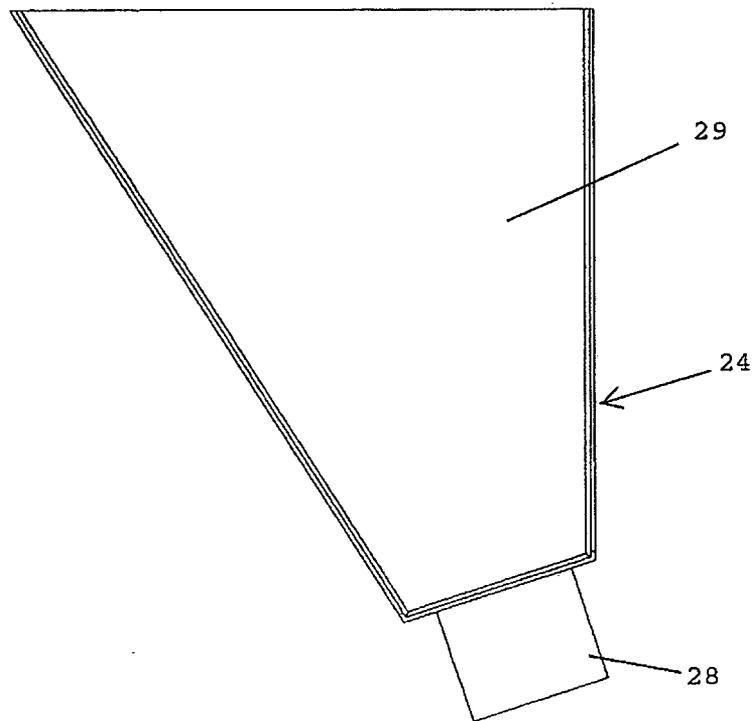


Fig. 10

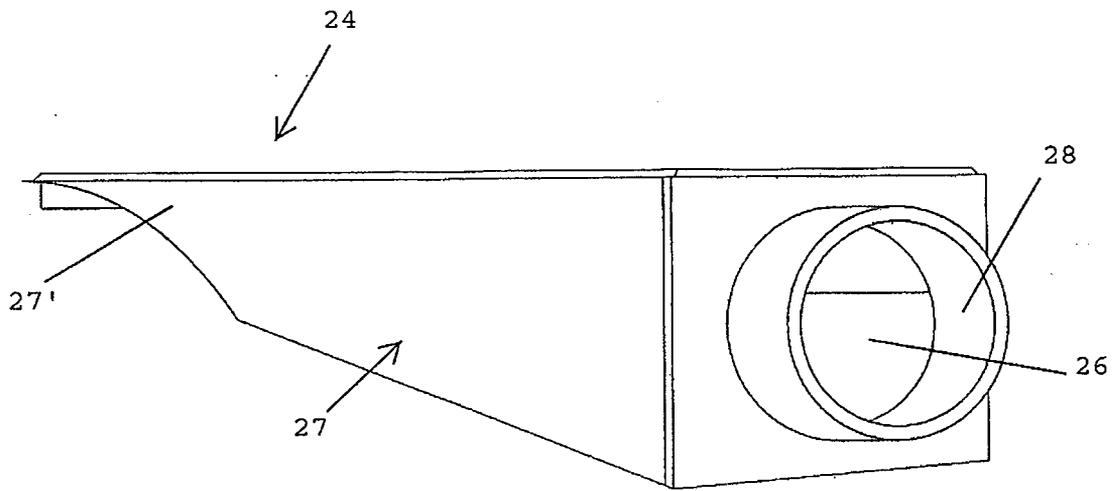


Fig. 11

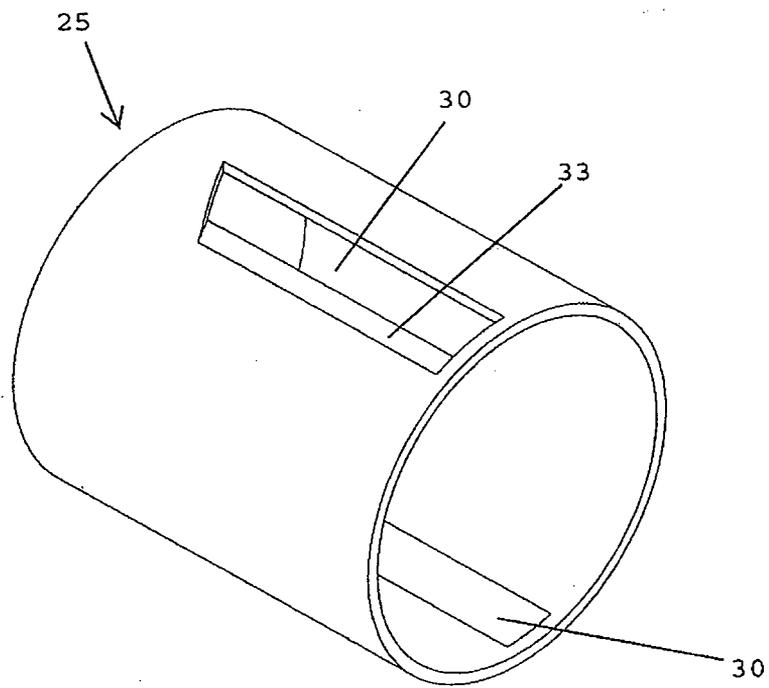


Fig. 12

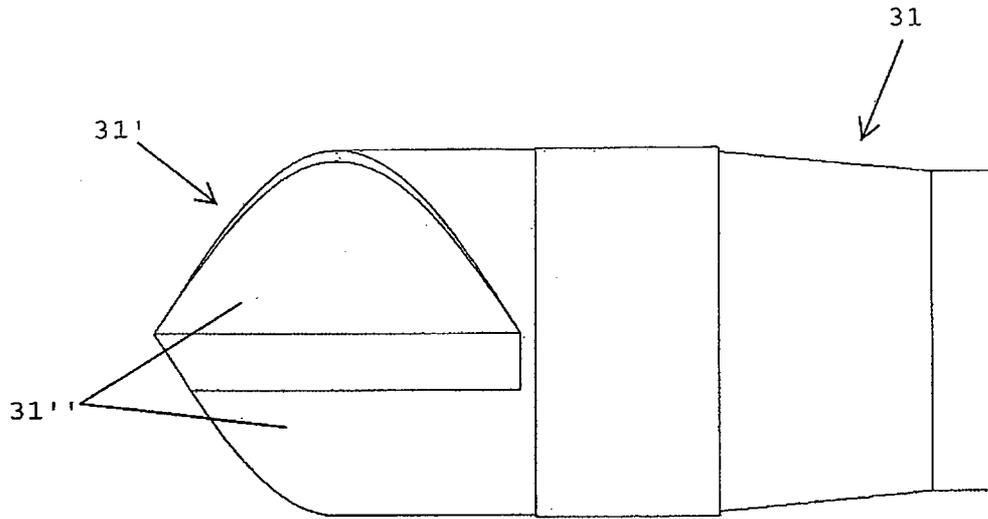


Fig. 13

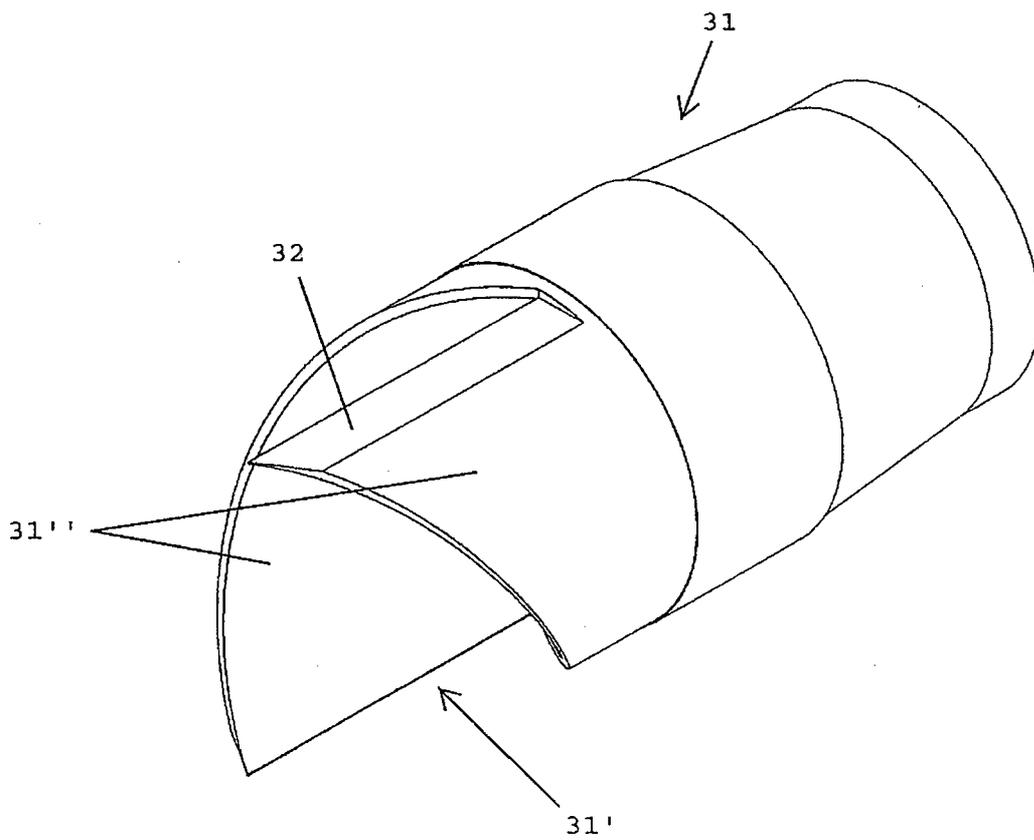


Fig. 14

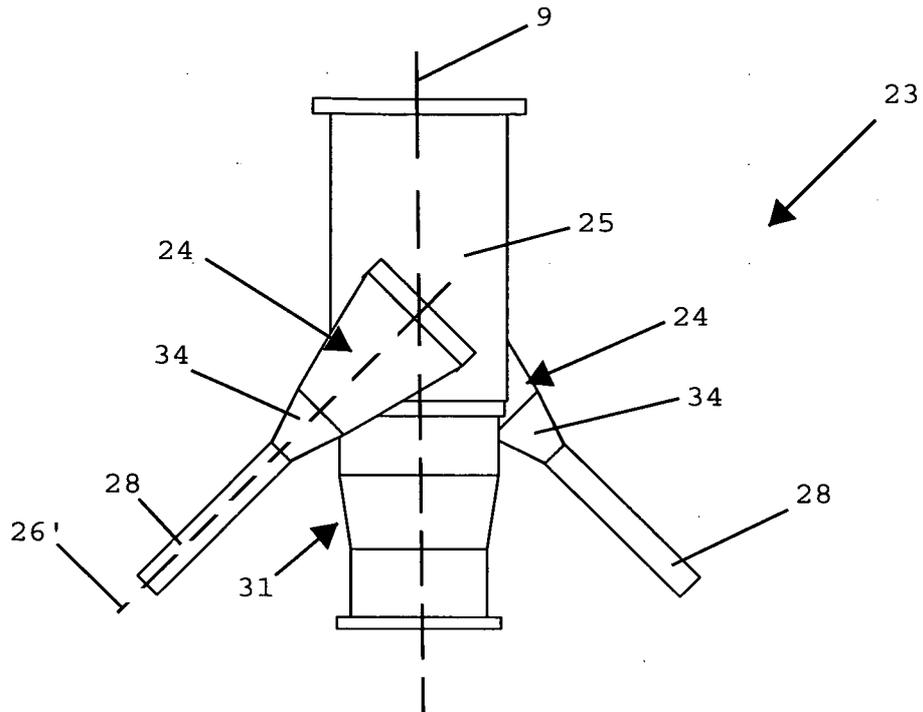


Fig. 15

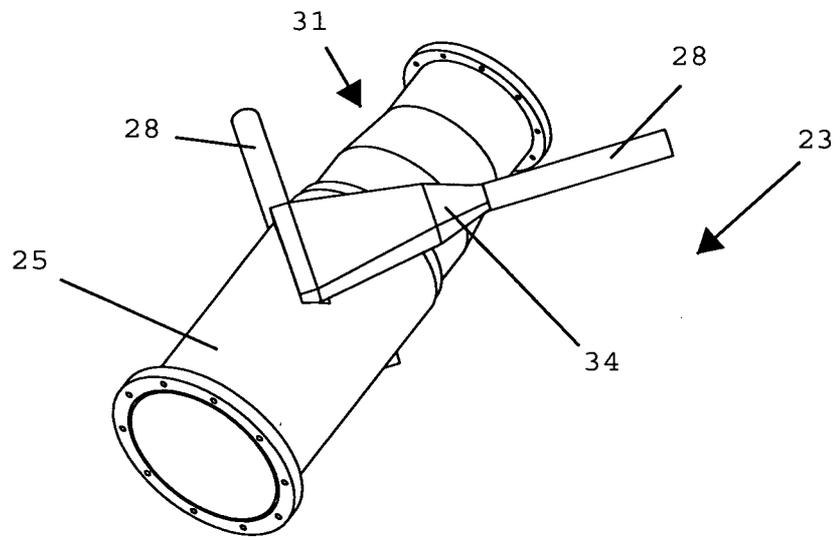


Fig. 16

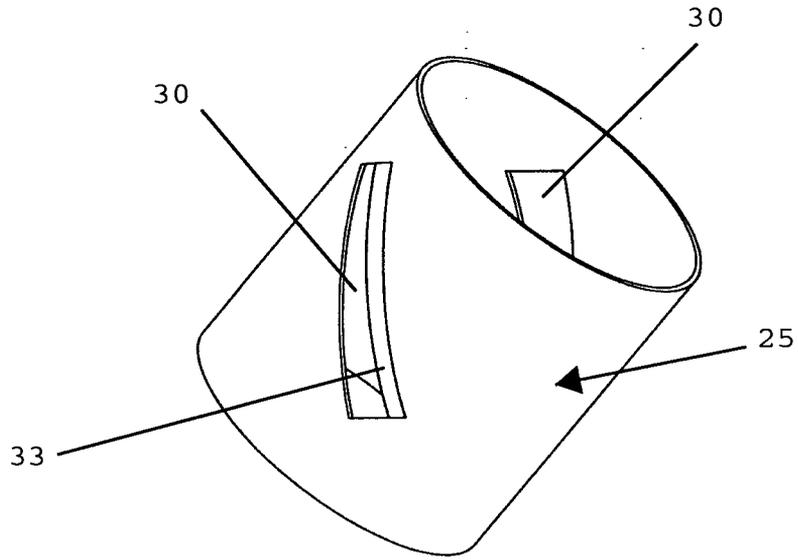


Fig. 17

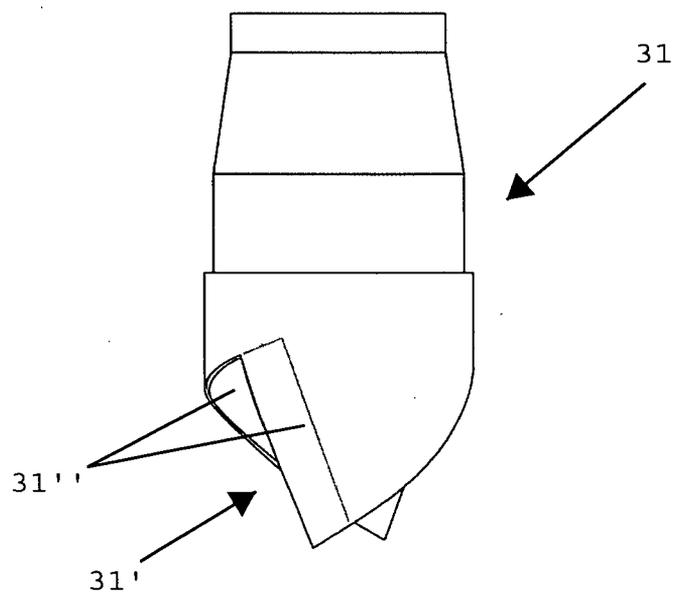


Fig. 18

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/AT2011/000033

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. B04C3/00 B04C3/06 E02B9/06  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
B04C B01D E02B F03B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CA 2 671 216 A1 (ALSTOM HYDRO FRANCE [FR]) 18 January 2010 (2010-01-18)	19
Y	the whole document	1-18
Y	US 6 666 338 B1 (HENRIKSSON MATS [SE] ET AL) 23 December 2003 (2003-12-23) the whole document	1-14,18
Y	US 2002/030011 A1 (CONSTANTINE CHRISTOPHER P [US] ET AL) 14 March 2002 (2002-03-14) abstract; figures	1-4, 10-15
Y	US 4 127 396 A (TORTORICI DOMENIC P ET AL) 28 November 1978 (1978-11-28) figure 2	1,14,16, 17

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  12 May 2011	Date of mailing of the international search report  23/05/2011
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Leitner, Josef
--	--

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/AT2011/000033

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CA 2671216	A1	18-01-2010	AT 501772 T 15-04-2011
			CN 101628187 A 20-01-2010
			EP 2147710 A1 27-01-2010
			FR 2933878 A1 22-01-2010
			PE 04932010 A1 21-08-2010
			US 2010013232 A1 21-01-2010
-----			
US 6666338	B1	23-12-2003	AU 2016000 A 03-07-2000
			DE 69930159 T2 23-11-2006
			EP 1152834 A1 14-11-2001
			ES 2258348 T3 16-08-2006
			SE 515552 C2 27-08-2001
			SE 9804364 A 16-06-2000
			WO 0035589 A1 22-06-2000
-----			
US 2002030011	A1	14-03-2002	NONE
-----			
US 4127396	A	28-11-1978	NONE
-----			

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/AT2011/000033

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. B04C3/00 B04C3/06 E02B9/06  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 B04C B01D E02B F03B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CA 2 671 216 A1 (ALSTOM HYDRO FRANCE [FR]) 18. Januar 2010 (2010-01-18)	19
Y	das ganze Dokument	1-18
Y	US 6 666 338 B1 (HENRIKSSON MATS [SE] ET AL) 23. Dezember 2003 (2003-12-23) das ganze Dokument	1-14,18
Y	US 2002/030011 A1 (CONSTANTINE CHRISTOPHER P [US] ET AL) 14. März 2002 (2002-03-14) Zusammenfassung; Abbildungen	1-4, 10-15
Y	US 4 127 396 A (TORTORICI DOMENIC P ET AL) 28. November 1978 (1978-11-28) Abbildung 2	1,14,16, 17

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p>	<p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>
--	---

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
12. Mai 2011	23/05/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Leitner, Josef
--	---

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2011/000033

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CA 2671216	A1	18-01-2010	AT 501772 T 15-04-2011
			CN 101628187 A 20-01-2010
			EP 2147710 A1 27-01-2010
			FR 2933878 A1 22-01-2010
			PE 04932010 A1 21-08-2010
			US 2010013232 A1 21-01-2010
-----			
US 6666338	B1	23-12-2003	AU 2016000 A 03-07-2000
			DE 69930159 T2 23-11-2006
			EP 1152834 A1 14-11-2001
			ES 2258348 T3 16-08-2006
			SE 515552 C2 27-08-2001
			SE 9804364 A 16-06-2000
			WO 0035589 A1 22-06-2000
-----			
US 2002030011	A1	14-03-2002	KEINE
-----			
US 4127396	A	28-11-1978	KEINE
-----			