



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 685 886 A5

⑤ Int. Cl.®: F 03 B 1/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 4136/89

㉒ Anmeldungsdatum: 17.11.1989

③① Priorität(en): 18.11.1988 AT 2826/88

㉔ Patent erteilt: 31.10.1995

④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 31.10.1995

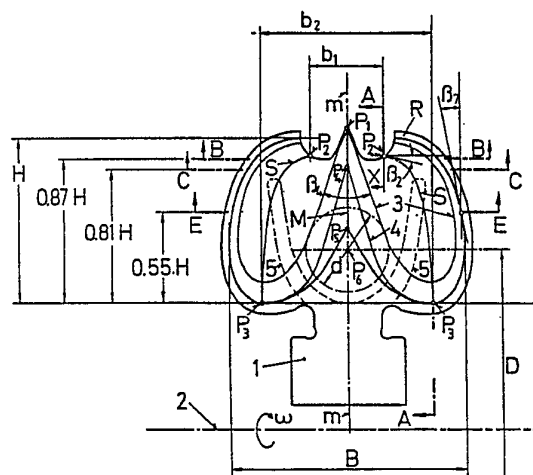
⑦③ Inhaber:
EFG - Turbinen und Kraftwerksanlagenbau EFG -
Energieforschungs- und Entwicklungs GmbH & Co.
KG, Feldkirchen (AT)

⑦② Erfinder:
Buchelt, Benno, Dipl.-Ing., Maria Saal (AT)

⑦④ Vertreter:
Rottmann, Zimmermann + Partner AG, Zürich

⑤④ **Peltonbecher.**

⑤⑦ Hohe spezifische Drehzahlen für Peltonturbinen erscheinen begehrenswert, um die einmalig vorteilhaften Wirkungsgradeigenschaften der Pelton turbine in Verbindung mit der ebenso einmalig vorteilhaften Eigenschaft der raschen und trotzdem fast rückwirkungsfreien Regelung (kein Druckstoss, keine Druckschwingungen in langen Rohrleitungen) auch auf Anwendungen für kleine Gefälle, grosse Wassermengen, die auf kleinste Werte zurückgehen können und lange flache Rohrleitungen zu übertragen. Das sind Anwendungen, wo von den Nenndaten her zwar Francis turbinen in Frage kommen, die aber bei langen Leitungen Regelschwierigkeiten bekommen. Die Schaufel ist für aussergewöhnlich kleine Verhältnisse Strahlkreisdurchmesser D zu Strahldurchmesser d , kurz D/d gedacht, um den Nachteil der Pelton turbine, bei Niederdruckerwendungen nur kleine Drehzahlen aufzuweisen, zu kompensieren. Dazu ist eine vom Stand der Technik weit abweichende Formgebung notwendig.



Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Peltonbecher für ein Peltonturbinen-Laufrad gemäss dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Die Erfindung besteht in der Erkenntnis von miteinander zusammenhängenden Proportionen, wie sie die Ansprüche 1 bis 8 für kleine Werte D/d angeben und die von üblichen bekannten Werten weit abweichen.

In der Fachliteratur wird für den Entwurf von Peltonrädern ein Verhältnis D/d von grösser als 10 zur Erzielung guter Wirkungsgrade empfohlen, die Mehrheit ausgeführter Peltonräder besitzt ein Verhältnis D/d von 10 bis 15. Selten geht das Verhältnis D/d auf 8 herunter, ausgeführte Ausnahmen mit $D/d = 6.5$ sind bekannt.

Der Wunsch, kleine Verhältnisse D/d zu verwirklichen entsteht dann, wenn man die Peltonturbinen wegen ihres hervorragenden Wirkungsgradverhaltens über weite Wassermengenbereiche und wegen der Möglichkeit ihrer problemlosen fast rückwirkungsfreien Doppelregelung nicht nur im traditionellen Anwendungsgebiet grosser Gefälle und relativ kleiner Wassermengen (fachlich ausgedrückt durch kleine spezifische Drehzahlen $n_Q < 10$ pro Düse) einsetzen will, sondern auch bei niedrigen Gefällen und grossen Wassermengen und dies auch bei höchstmöglichen Drehzahlen!

Man kann ein traditionell entworfenes Peltonrad mit beispielsweise $D/d = 10$ und höchsten Wirkungsgraden natürlich auch mit guten Wirkungsgrad mitten im Anwendungsbereich einer Francisturbine, z.B. bei 30 m Gefälle und 1000 l/s einsetzen, wird aber ein sehr grosses teures Laufrad mit einer ungünstig niedrigen Drehzahl in Kauf nehmen müssen. Besser ist die Wahl eines kleinen Verhältnisses D/d bis unter 5 und die Auseinandersetzung mit den kinematischen Schwierigkeiten der Wasserstrahlführung die sich dann ergeben.

Diese Schwierigkeiten sind die konstruktiven Konsequenzen eines überhängenden Freiwinkels α_1 an der Schaufelspitze P_1 in Fig. 3, mit Definition von α_1 gegenüber der Becherrandebene R und der plus-minus-Zuordnung in Fig. 3B.

Bei stark negativen Winkeln α_1 versagen die herkömmlichen Konstruktionsgesichtspunkte zur Konstruktion von Peltonbechern mit akzeptablen Wirkungsgraden. Deshalb existiert die Empfehlung in der Literatur, mit D/d nicht unter 10 zu gehen. Selten werden Werte um 8 verwirklicht. Das ist der Stand der Technik.

Die Fig. 1 bis 5 hingegen zeigen einen Peltonbecher mit den erfindungsgemässen Merkmalen für ein Verhältnis $D/d = 4.33$ und für eine spezifische Drehzahl bezogen auf die Volumseinheit $1 \text{ m}^3/\text{s}$ und definiert für eine Düse pro Laufrad von $n_Q = 15$.

Diese für ein Peltonrad ungewöhnlich hohe spezifische Drehzahl, definiert für eine Düse pro Rad, wird durch die erfindungsgemässen Merkmale der Ansprüche 1 bis 8 erreicht, die am besten in Verbindung mit der Figurenbeschreibung erläutert werden:

Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht der in

den weiteren Figuren dargestellten Schaufel für einen typischen Beispielwert von $D/d = 4.33$. Fig. 1 zeigt jene äusseren Merkmale, die bei flüchtiger Betrachtung als starker Unterschied zu bekannten Peltonbechern gemäss dem derzeitigen Stand der Technik auffallen: Das sind einmal die nierenartig symmetrisch schräg zur Mittelschneide M liegenden Becherhälften, die radial innen gesehen wesentlich weiter auseinander liegen als radial aussen, wie dies im weiten Auseinanderliegen der Scheitelpunkte P_3 und im starken Erweiterungswinkel der Höhenschichtlinien 3 (definiert parallel zur Becherrandebene R) und 4 (in der Becherrandebene R ausgehend symmetrisch vom Punkt P_4) zum Ausdruck kommt. Ferner ist die sehr starke Neigung der Mittelschneide M gegenüber der Becherrandebene R in Richtung Schneidenspitze P_1 auffallend, die einen hoch über die Becherrandebene herausragenden Punkt P_5 ergibt. Zugleich erkennt man an den Neigungswinkeln des segmentartigen Befestigungsfusses des Becherkörpers 1, dass die Montage einer derartig geformten Schaufel aussergewöhnlich nahe an der Drehachse der Turbine erfolgt. Die Schaufelbefestigung im Radkörper – ob Einzelbefestigung wie in allen Figuren gezeichnet oder als Integralguss – alle Schaufeln in einem Stück mit dem Radkörper gegossen – hat mit den Merkmalen der Erfindung nichts zu tun.

Zusätzlich optische Merkmale, so wie deren quantitative Festlegung in Zahlenwerten, zeigen die nächsten Figuren.

Fig. 2 zeigt eine Ansicht des erfindungsgemässen Peltonbechers senkrecht zur Becherrandebene R, die in der Fig. 3 markiert ist. Der Becher 1 rotiert mit Winkelgeschwindigkeit ω um die aussergewöhnlich nahe Drehachse 2. Der Strahl mit dem Durchmesser d tangiert den Strahlkreisdurchmesser D mit Mittelpunkt auf Drehachse 2 vom Stand der Technik weit abweichend radial weit innen im Punkt P_6 . Die radiale Lage des Strahles mit Durchmesser d innerhalb der markierten radialen Becherhöhe H wird jedoch in den Ansprüchen nicht festgelegt, da hier verschiedene Annahmen möglich sind, solange ein effektiver kinematischer Freiwinkel auf der Schaufelrückseite vorhanden ist.

Ein auffallendes Merkmal bei genauer Betrachtung der Ansicht Fig. 2 senkrecht zur Becherrandebene R ist der Verlauf der Bodenscheitellinie S symmetrisch zur Bechermittellebene m-m:

Diese Bodenscheitellinie S ist definiert als die Verbindung der jeweils tiefsten Punkte unter der Becherrandebene R beispielsweise in ebenen Parallelschnitten senkrecht zu R und parallel zur Drehachse 2 repräsentiert durch typische Schnitte B-B, C-C und E-E in Fig. 2, im Detail dargestellt in den Fig. 3A, 4 und 5, die gleichfalls zur Verdeutlichung der Definition der Scheitellinie S beitragen.

Die radial äusseren Endpunkte P_2 dieser Scheitellinie haben die Axialentfernung b_1 voneinander, die wesentlich geringer ist als die Axialentfernung b_2 der radial inneren Endpunkte P_3 .

Dieses Verhältnis b_2/b_1 wird im Anspruch 2 für die erfindungsgemässe Schaufel mit 1.7 bis 2.5, vorzugsweise 2 bis 2.3 angegeben, während Konstruktionen nach dem Stand der Technik deutlich

zwischen 1 und 1.4 liegen. Wesentlich in Anspruch 2 ist aber nur das in Fig. 2 sichtbare grosse Verhältnis b_2/b_1 sondern der Verlauf der Krümmung der Bodenscheitellinie S ausgedrückt durch den Anfangstangentenwinkel β_2 im Punkt P_2 in der Ansicht Fig. 2: Dieser Winkel ist bei der erfindungsgemässen Schaufel in Abweichung vom Stand der Technik extrem klein und wird im Anspruch 2 mit 5° bis 48° , vorzugsweise 5° bis 20° angegeben, womit die in Fig. 2 starke glockenartige Erweiterung der Linien S charakterisiert ist. Bei ausgeführten Peltonbechern nach dem Stand der Technik beträgt der so definierte Winkel β_2 beinahe 90° , selten geht er auf Werte von 70° herunter, nie aber auf so niedere Werte von 5° bis 20° wie in Fig. 2 ersichtlich und in Anspruch 2 festgelegt ist.

Fig. 2 illustriert auch den Anspruch 5: der Winkel β_4 einer Höhenschichtlinie parallel zum Becherrand R (definiert in Fig. 3) in einer Tiefe t_0 , die so bemessen ist (ersichtlich in Fig. 3), dass die Ebene dieser Höhenschichtlinie auch die Drehachse 2 des Peltonrades beinhaltet (deutlich zu sehen in Fig. 3), radial gemessen zwischen den Ebenen der Schnitte E-E in der Entfernung 0.55 H und C-C in der Entfernung 0.81 H (Fig. 2) beträgt 12° bis 50° , vorzugsweise 12° bis 40° . Im gezeichneten Beispiel Fig. 2 beträgt dieser Winkel $\beta_4 = 36^\circ$.

Bei ausgeführten Beispielen nach dem Stand der Technik erreicht dieser so definierte Winkel β_4 kaum den Wert von 8° und bewegt sich meist nur um 5° .

Dieser aussergewöhnlich grosse Winkel β_4 ist eine Folge der in Anspruch 2 festgelegten Führung der Bodenscheitellinie S und des daselbst festgelegten grossen Verhältnisses b_2/b_1 .

Eine weitere Folge der niederartig schräg symmetrisch zur Mittelebene m-m angeordneten Becherhälften ist der Tangentenwinkel β_7 des Becherrandes R (gekennzeichnet in Fig. 1 und 3) in Höhe des typischen Schnittes E-E in der Entfernung 0.55 H von der Scheitellinie durch die Punkte P_3 : Dieser in Fig. 2 markierte Winkel beträgt laut Anspruch 5 8° bis 18° . Bei ausgeführten Beispielen nach dem Stand der Technik beträgt der so definierte Winkel β_7 nicht 8° bis 18° sondern nur 0° bis 5° . Die Fig. 2 zeigt auch wiederum die Höhenschichtlinie 4 in der Ebene des Becherrandes R am Abhang der herausragenden Mittelschneide M mit dem höchsten Punkt P_5 über der Becherrandebene R.

Fig. 3 stellt den Schnitt A-A dar, dessen Führung entlang der Bodenscheitellinie S in Fig. 2 definiert ist und zum Teil parallel zur Mittelebene m-m in Fig. 2. Der vorhin unter Fig. 2 besprochene Anspruch 5 wird zum Teil auch in Fig. 3 illustriert: Eine unmittelbare Konsequenz des unter Fig. 2 beschriebenen aussergewöhnlich grossen Winkels β_4 ist ein ebenso aussergewöhnlich steiler Winkel α_4 der Mittelschneide M gegenüber der Becherrandebene R, der bei der erfindungsgemässen Schaufel 18° bis 50° betragen kann. Im Beispiel der Fig. 3 beträgt $\alpha_4 = 35^\circ$. Bei ausgeführten Beispielen nach dem Stand der Technik beträgt dieser Winkel höchstens 10° .

Der steile Winkel α_4 in Fig. 3 bedeutet weiters einen hoch über die Becherrandebene ragenden An-

fangspunkt P_5 der Mittelschneide M, ausgedrückt durch das Koordinatenverhältnis T_5/t_2 , das Werte von 0.3 bis sogar 1 annimmt. Das in den Figuren dargestellte erfindungsgemässe Beispiel weist ein Verhältnis von T_5/t_2 von 0.71 auf.

T_5 ist die Höhe des Punktes P_5 über der Becherrandebene R. « t_2 » ist die grösste Tiefe einer Becherhälfte gegenüber R.

Bei ausgeführten Beispielen nach dem Stand der Technik beträgt der Wert für T_5/t_2 sehr viel weniger, nämlich 0 bis 0.15 und ist manchmal auch negativ, im Falle einer Mittelschneide gänzlich unter der Becherrandebene R.

Die Fig. 3 dient auch zur Illustration von Anspruch 1: Dieser Anspruch macht eine Aussage über das Koordinatenverhältnis t_1/t_2 und über den Tangentenwinkel α_2 , wobei t_1 die Tiefe des Anfangspunktes P_2 der Bodenscheitellinie S unter der Becherrandebene R ist. Die Bodenscheitellinie S wurde bereits unter Fig. 2 erläutert und ist in Fig. 2 zu sehen. Der Punkt P_2 liegt am Becherausschnitt. Dieses Verhältnis t_1 zur grössten Bechertiefe t_2 nimmt bei der erfindungsgemässen Schaufel nach Anspruch 1 ungewöhnlich hohe Werte an, nämlich bis 1.- Ein Wert von 1.- für das Verhältnis t_1/t_2 bedeutet gleichzeitig auch einen Winkel $\alpha_2 = 0$, wobei α_2 als Tangentenwinkel im Punkt P_2 gegenüber einer Richtung parallel zur Becherrandebene R definiert ist.

Ausgeführte Beispiele nach dem Stand der Technik liegt das so definierte Koordinatenverhältnis t_1/t_2 im Bereich zwischen 0.55 und 0.8 aber nie gegen 1.-.

Die Fig. 3 zeigt auch mit dicker strichpunktierter Linie den Teilschnitt A-X, der in Fig. 2 parallel zur Mittelebene m-m definiert ist. Der für den auf m-m projizierten Schnitt A-A entlang der Bodenscheitellinie S geltende Tangentenwinkel α_2 im Punkt P_2 , kann wie man sieht, für den Teilschnitt A-X auch null werden oder, wie im gezeichneten Beispiel für A-X in Fig. 3 auch leicht negativ werden, im Sinne der plus-minus-Definition für den Winkel α_1 in Fig. 3B. Die Richtung von A-X ist wegen der Nähe und Parallelität von A-X zu m-m bereits deutlich ähnlich zur Richtung der Freiflächen-Scheitellinie F in Fig. 3, welche die Verbindung aller Rückenscheitelpunkte F – typisch gezeigt in den Schnitten B-B (Fig. 3A) C-C (Fig. 4) und E-E (Fig. 5) – darstellt. Diese so definierte Freiflächenscheitellinie endet radial aussen im Schnittpunkt P_1 und hat dort gemäss bekannten kinematischen Gesetzen des Strahlengriffes den überhängenden Freiwinkel $-\alpha_1$ gegenüber der Becherrandebene R, der im gezeichneten Beispiel zufällig -17° beträgt. Die plus-minus-Definition für α_1 zeigt Fig. 3B.

Die Fig. 3 zeigt auch den Neigungswinkel β_5 der Becherrandebene R gegenüber einer radialen Bezugsebene durch die Peltonradrehachse 2 und durch die Schnittachse P_7 , dargestellt durch den Punkt P_7 dieser Bezugsebene. Der Punkt P_7 ist auf dem Strahlkreisdurchmesser D definiert, das ist der Kreis, an den die Wasserstrahlen aus einer oder mehreren Düsen tangieren. In der Projektionsansicht der Fig. 2 senkrecht zur Becherrandebene R ist die radiale Strahlage durch den Punkt P_6 gege-

ben, der in Fig. 3 in einer radialen Ebene parallel zur Becherrandebene R liegt. Der so definierte Neigungswinkel β_5 der Becherrandebene nach rückwärts, in die Drehrichtung, bewegt sich bei der erfindungsgemässen Schaufel in üblichen Grenzen von 8° bis 15° und wird daher in den Ansprüchen nicht erwähnt.

Es soll jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass die grossen aus kinematischen Gründen erforderlichen Freiwinkel an der Schaufelrückseite bei einem so niedrigen Verhältnis von $D/d = 4.33$, wie in den Figuren als typisches Beispiel gezeigt wird, nicht durch einfach starkes Nachhinten-Neigen des Bechers erzielt werden, wie es bei ausgeführten Beispielen oft zu beobachten ist und was zu einem Verlust an Umlenkungswinkel führt. Dank der Merkmale der erfindungsgemässen Schaufel, ist dieses starke Nachhinten-Neigen nicht notwendig, ausgedrückt durch geringen Winkel β_5 .

Fig. 3B zeigt die plus-minus-Definition für den Winkel α_1 .

Fig. 3A zeigt den Schnitt B-B senkrecht zur Becherrandebene R markiert in der Fig. 2 in der Entfernung $0.87 H$ von der Schnittlinie durch die Punkte P_3 und auch markiert in Fig. 3.

Dieser Schnitt befindet sich fast am Becherauschnitt. Er zeigt die Punkte S der Bodenscheitellinie S und den Punkt F der Scheitellinie der Freifläche an der Schaufelfläche, die eine deutlich sichtbare elliptische Kontur aufweist. Würde man auch den Wasserstrahl im Schaufelschnitt darstellen, so würde er als verzerrte Schnittellipse eines Kreiszylinders aufscheinen, zu der die elliptische Kontur beiderseits der Punkte F annähernd eine Äquidistante ist.

Fig. 4 zeigt in analoger Definition wie Fig. 3A den Schnitt C-C in der Entfernung $0.81 H$ von der Scheitellinie durch die Punkte P_3 , markiert in Fig. 2 und soll das starke Anheben der Mittelschneide und das starke axiale Nachausser-Wandern der Scheitelpunkte S illustrieren.

Fig. 5 zeigt den Schnitt E-E senkrecht zur Becherrandebene R in der radialen Entfernung $0.55 H$ von der Scheitellinie durch die Punkte P_3 , markiert in Fig. 2 und Fig. 3.

Fig. 5 illustriert den Anspruch 7 wonach der Schneidenwinkel β_6 von üblichen Ausführungen stark abweichend bei der erfindungsgemässen Schaufel sehr gross wird, 32° bis 60° , vorzugsweise 40° bis 55° .

Bei ausgeführten Schaufeln nach dem Stand der Technik ist dieser Winkel wesentlich geringer, nämlich 12° bis maximal 30° . « β_6 » ist Tangentenwinkel in M. Das Verhältnis b/B_1 im typischen Schnitt E-E in der radialen Entfernung $0.55 H$ von den Scheitelpunkten P_3 ist bei der erfindungsgemässen Schaufel von üblichen Ausführungen weit abweichend gross, nämlich 0.65 bis 0.85 während ausgeführte Peltonbecher ein so definiertes Verhältnis von nur 0.45 bis maximal 0.6 und zwar im radialen Bereich $0.3 H$ bis $0.6 H$ entfernt von der Scheitellinie durch die Punkte P_3 , wie in Fig. 2 definiert ist. Das bei der erfindungsgemässen Schaufel aussergewöhnlich weite Auseinanderliegen der Scheitelpunkte S in der Entfernung b in Relation zur Becherbreite

B1 verursacht beabsichtigte steilere Aussenflanken der Becherschnitte zwischen S und dem Auslaufwinkel β_1 , der übliche Werte aufweist, verglichen mit den flacheren Innenflanken, die von der Schneide M ausgehen.

Versteifungsrippen 5 sieht man nicht nur in Fig. 5, sondern auch in Fig. 3 und als Unsichtbare auf der Rückseite strichliert gezeichnet auch in Fig. 2, wo man die zweckmässige gabelartige Anordnung erkennt.

Patentansprüche

1. Peltonbecher für ein Peltonturbinen-Laufrad, bei welchem der Becherrand in einer Ebene (R) liegt, wobei die im weiter von der Rotationsachse (2) entfernt gelegenen Endpunkt (P1) einer radial auskragenden Schneidenspitze an eine in der Mittelebene (m-m) des Bechers liegende Schneidrückenlinie (F) gelegte Tangente (Ft) mit der Becherrandebene (R) einen Schneidenrücken-Freiwinkel (α_1), bezogen auf die Radialrichtung, im Bereich von plus 10° bis minus 25° einschliesst, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bildung eines Verhältnisses D/d des Strahlkreisdurchmessers (D) zur Strahldicke (d) von kleiner als 7 bis herunter auf 4, das Verhältnis t_1/t_2 des Abstandes t_1 des auf der der Rotationsachse (2) abgewandten Seite des Peltonbechers liegenden Anfangspunktes (P2) der die tiefsten Punkte der jeweiligen Becherhälfte verbindenden Bodenscheitellinie (S), projiziert auf die Bechermittlebene, von der Becherrandebene (R), mit der, ebenfalls auf die Becherrandebene (R) bezogen, grössten Becherhälfentiefe t_2 , 0.82 bis 1 beträgt, und dass die am Anfangspunkt (P2) der Bodenscheitellinie (S) an die auf die Mittelebene projizierte Bodenscheitellinie (S) gelegte Tangente mit der Becherrandebene (R) einen Winkel (α_2) von maximal 25° einschliesst, (Fig. 2, 3, 3A).

2. Peltonbecher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis t_1/t_2 0.85 bis 0.95 beträgt, und dass die, durch die am Anfangspunkt (P2) der Bodenscheitellinie (S) an die Bodenscheitellinie (S) gelegte Tangente mit der Becherrandebene (R) den Winkel α_2 von 5° bis 20° einschliesst, (Fig. 2, 3, 3A).

3. Peltonbecher nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis b_2/b_1 zwischen dem Abstand b_2 der beiden inneren Endpunkte (P3) der Bodenscheitellinien (S) und dem Abstand b_1 der beiden Anfangspunkte (P2) der Bodenscheitellinien (S), 1.7 bis 2.5 beträgt, während zugleich die, an einen der beiden Anfangspunkte (P2) der Becherscheitellinie (S) gelegte, Tangente mit der horizontalen Verbindungslinie der beiden Endpunkte (P2), in einer Ansicht senkrecht zur Becherrandebene (R) betrachtet, einen Winkel (β_2) von 5° bis 48° einschliesst, (Fig. 2).

4. Peltonbecher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis b_2/b_1 zwischen dem Abstand b_2 der beiden Endpunkte (P3) der Bodenscheitellinien (S) und dem Abstand b_1 der beiden Anfangspunkte (P2) der Bodenscheitellinien (S), 2 bis 2.3 beträgt, während zugleich die, an einen der beiden Anfangspunkte (P2) der Boden-

scheitellinie (S) gelegte, Tangente mit der horizontalen Verbindungslinie der beiden Endpunkte (P2), in einer Ansicht senkrecht zur Becherrandebene (R), einen Winkel (β_2) von 5° bis 20° einschliesst, (Fig. 2).

5

5. Peltonbecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der durch die parallel zur Becherrandebene verlaufenden Höhenschichtlinien (3) eingeschlossene Winkel (β_4), gemessen auf der 0.81fachen Höhe der lichten Becherhöhe (H), in einer Ebene, welche parallel zur Becherrandebene (R) liegt und die Turbinenachse beinhaltet, 12° bis 50° beträgt, dass der durch die Mittelschneide (M) und die Becherrandebene (R) eingeschlossene Winkel (α_4) 18° bis 50° beträgt, und dass das Verhältnis T_5/t_2 zwischen dem Abstand T_5 des höchsten Punktes (P5) der Mittelschneide (M) von der Becherrandebene (R) und der auf die Becherrandebene (R) bezogen grössten Becherhäftentiefe t_2 einen Wert zwischen 0.3 und 1 aufweist, (Fig. 2, 3).

10

15

20

6. Peltonbecher nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der durch die Höhenschichtlinien (3) eingeschlossene Winkel (β_4) 12° bis 40° beträgt, dass der durch die Mittelschneide (M) und die Becherrandebene (R) eingeschlossene Winkel (α_4) 18° bis 50° beträgt, und dass das Verhältnis T_5/t_2 zwischen dem Abstand T_5 des höchsten Punktes (P5) der Mittelschneide (M) von der Becherrandebene (R) und der auf die Becherrandebene (R) bezogen grössten Bechertiefe t_2 einen Wert zwischen 0.4 und 0.8 aufweist, (Fig. 2, 3).

25

30

7. Peltonbecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis b/B_1 zwischen dem Abstand b der beiden Bodenscheitellinien (S), gemessen in einem radialen Bereich zwischen dem 0.3- und 0.6fachen der lichten Becherhöhe (H) – welche ihrerseits von der Scheitellinie durch die inneren Endpunkte (P3) der Bodenscheitellinie gemessen ist – und der lichten Becherbreite (B_1) 0.65 bis 0.85 beträgt, und dass der an der Mittelschneide (M), ebenfalls im Bereich des 0.3 bis 0.6 fachen der lichten Höhe (H) gemessene Schneidenwinkel (β_6) 32° bis 60° beträgt, (Fig. 2, 5).

35

40

45

8. Peltonbecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine auf dem 0.55fachen der lichten Becherhöhe (H) an die Becherrandebene (R) gelegte Tangente mit einer Parallelen zur Mittellinie (m) einen Winkel (β_7) von 8° bis 18° einschliesst, (Fig. 2).

50

55

60

65

5

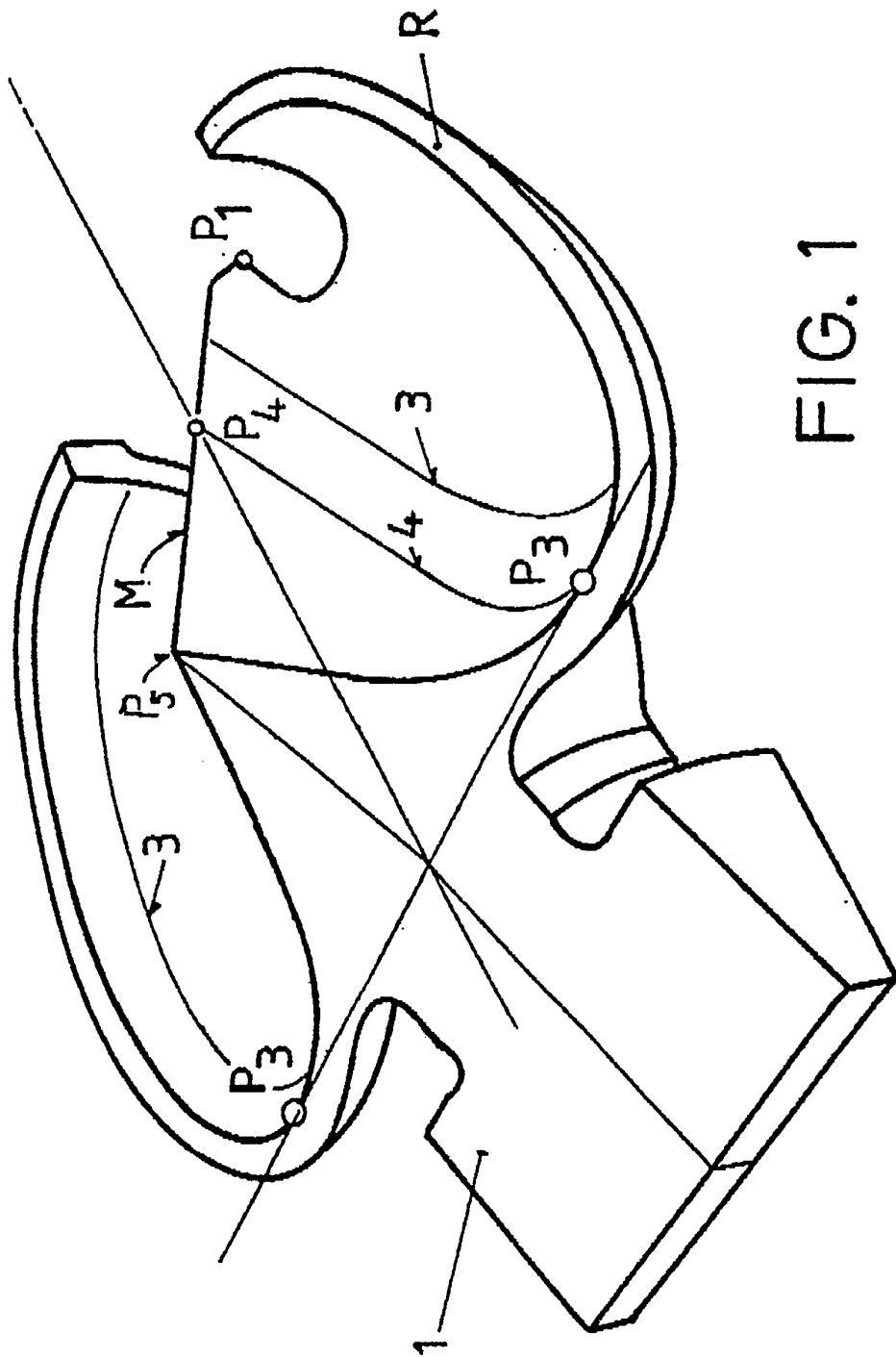


FIG. 1

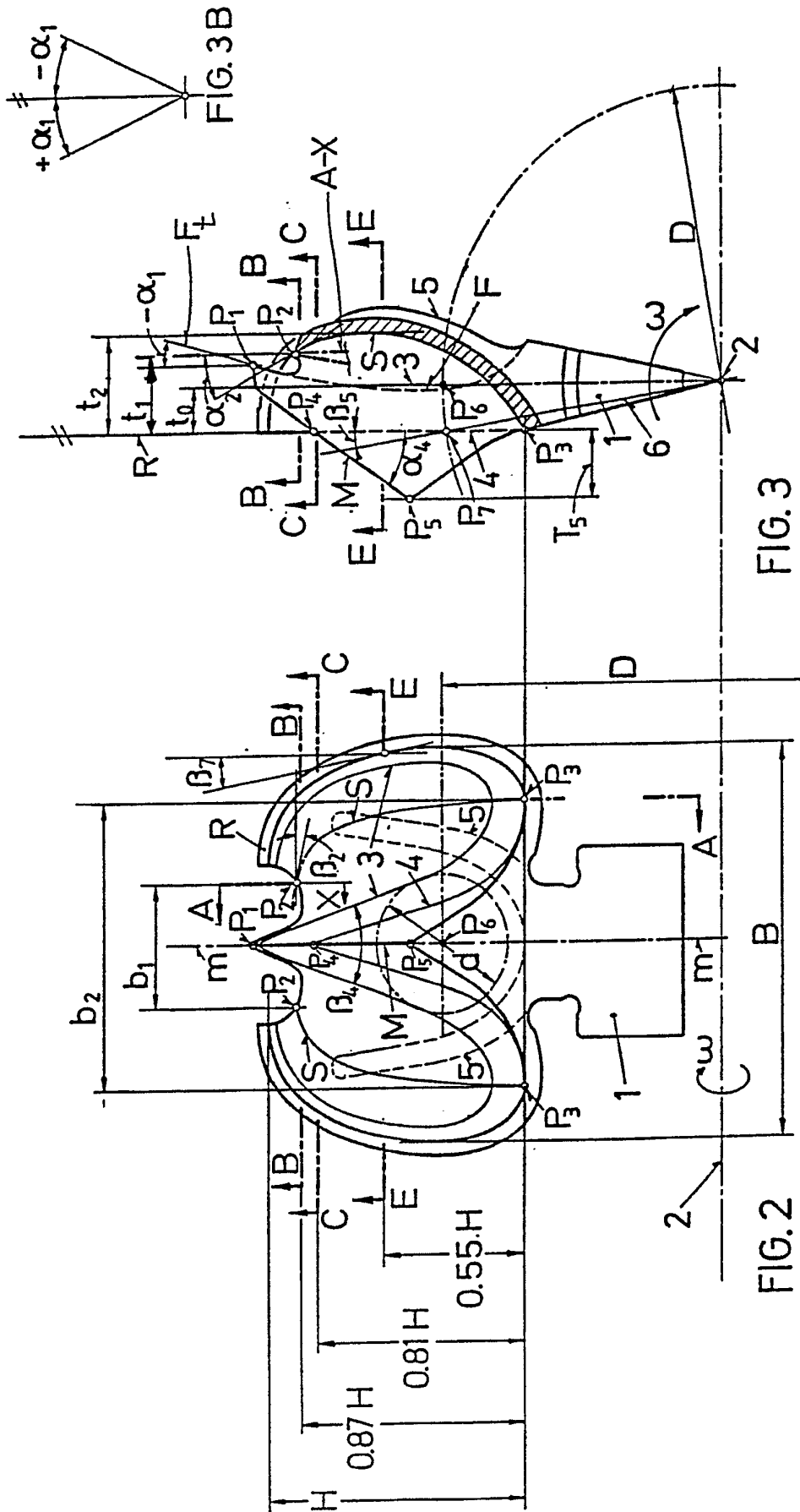


FIG. 3
Schnitt AA, Teilschnitt A-X

FIG. 2

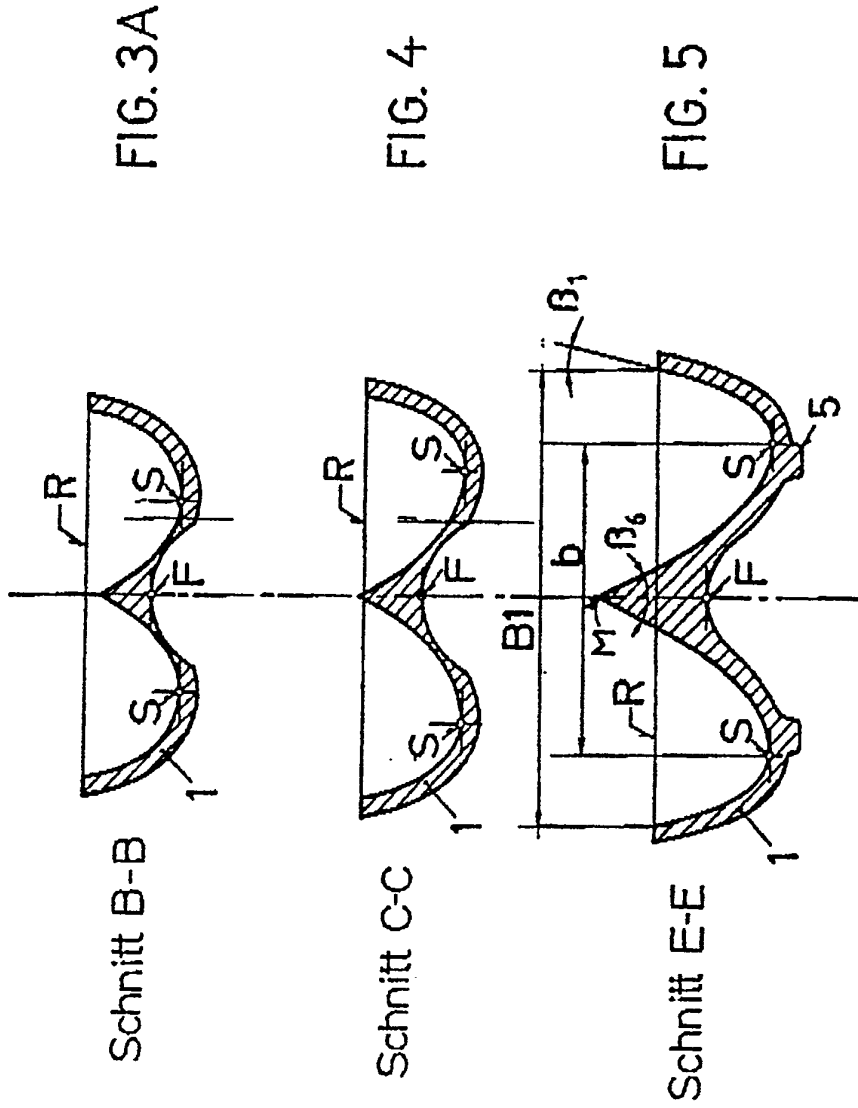


FIG. 3A

FIG. 4

FIG. 5