

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 1125/2009**

(22) Anmeldetag: **16.07.2009**

(43) Veröffentlicht am: **15.11.2010**

(51) Int. Cl.<sup>8</sup>: **B23P 15/04** (2006.01),  
**F03B 1/02** (2006.01)

(73) Patentinhaber:

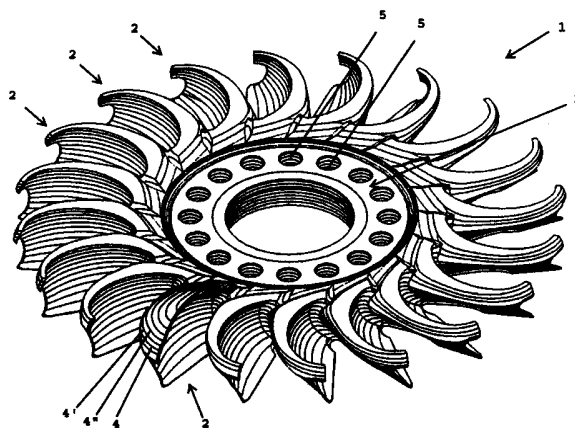
**ANDRITZ HYDRO GMBH**  
A-1141 WIEN (AT)

(72) Erfinder:

**HERRMANN CARSTEN**  
**WEINGARTEN (DE)**  
**SUGG JOSEF**  
**HOHENTENGEN (DE)**  
**RIPPL ANDREAS**  
**RAVENSBURG (DE)**

(54) **TURBINENLAUFRAD SOWIE VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG**

(57) Ein Turbinenlaufrad (1), beispielsweise ein Peltonlaufrad, besteht aus mehreren, stoffschlüssig miteinander verbundenen Scheiben (4, 4', 4). Auf diese Weise können Turbinenlaufräder (1) einfacher, schneller und günstiger hergestellt werden.



007167

1

5

#### Zusammenfassung:

Ein Turbinenlaufrad (1), beispielsweise ein Peltonlaufrad, besteht aus mehreren, stoffschlüssig miteinander verbundenen Scheiben (4, 4', 4). Auf diese Weise können 5 Turbinenlaufräder (1) einfacher, schneller und günstiger hergestellt werden.

(Fig. 1)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Turbinenlaufrades, beispielsweise eines Peltonlaufrades. Weiters betrifft die Erfindung ein Turbinenlaufrad, beispielsweise Peltonlaufrad.

- 5 Laufräder von Turbinen, insbesondere Peltonturbinen werden traditionell als Gusskörper ausgeführt. Bei einem weiteren bekannten Verfahren werden die Schmiedebecher mit einer Schmiedenabe verschweißt. Die Folge derartiger Herstellungsverfahren sind sehr lange Lieferzeiten für die Rohteile von Laufrädern von Turbinen, insbesondere Peltonturbinen, wegen der Notwendigkeit der Beschaffung großer Schmiede- bzw. Gussteile. Bei neueren  
10 Verfahren werden die Becher von Laufrädern von Peltonturbinen mittels eines Schweißroboters Lage für Lage aus Schweißgut auf einer Schmiedenabe aufgebaut.

Ziel der Erfindung ist es, ein Turbinenlaufrad, beispielsweise Peltonlaufrad sowie ein Herstellungsverfahren für Turbinenlaufräder, insbesondere Peltonlaufräder zu schaffen, bei  
15 dem die Lieferzeiten des Grundmaterials gering sind und die einfach und günstig durchführbar bzw. herstellbar sind.

Gelöst wird diese Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch, dass mehrere Scheiben, welche die Kontur des Turbinenlaufrades aufweisen, aufeinander  
20 geschichtet und stoffschlüssig miteinander verbunden werden.

Gelöst wird diese Aufgabe des Weiteren bei einem Turbinenlaufrad der eingangs genannten Art dadurch, dass es aus mehreren stoffschlüssig miteinander verbundenen Scheiben  
25 aufgebaut ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren und das erfindungsgemäße Turbinenlaufrad weisen den Vorteil auf, dass sie einfache Teile, nämlich die Kontur des Turbinenlaufrades aufweisende  
30 Scheiben zur Herstellung verwenden bzw. aus diesen bestehen, welche stoffschlüssig miteinander verbunden sind, sodass die Lieferzeit des Grundmaterials von etwa einem Jahr bei Schmiedeteilen auf wenige Wochen bei Blechen reduziert werden kann. Außerdem sind die einzelnen Scheiben aus Blechen einfach, schnell und günstig herstellbar.

Eine günstige Weiterbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Scheiben mittels Laserschnitt oder Brennschnitt aus Blechtafeln bzw. -platten erzeugt werden. Damit  
35 lassen sich die einzelnen Scheiben besonders einfach der herzustellenden Geometrie entsprechend fertigen.

Werden Blechtafeln bzw. -platten unterschiedlicher Dicken herangezogen, so kann der Fertigungsaufwand variabel gestaltet werden, wodurch eine Reduktion der Blechlagen erzielt  
40 wird. Es kann dadurch auch in Hinsicht auf den Verschnitt optimiert werden.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Scheiben miteinander verschweißt werden und insbesondere, dass die einzelnen Scheiben durch flächiges Verschweißen der Scheiben wenigstens an Teilen ihrer Oberflächenkontur verbunden werden. Wenn mit dem Schweißgut eine Schicht mit geeigneter Härte und Festigkeit gegen Abrasion hergestellt wird, kann eine Verbindung der Scheiben gemeinsam mit einer hohen Härte der Oberfläche erreicht werden.

Alternativ können die einzelnen Scheiben durch Hartlöten der Auflagefläche zwischen den einzelnen Blechlagen verbunden werden. Dies gewährleistet eine starke Haftung der einzelnen Schichten aneinander. Bevorzugt werden die einzelnen Scheiben durch Hartlöten der Auflagefläche zwischen den einzelnen Scheiben verbunden, wobei zusätzlich oder alternativ die einzelnen Scheiben Nuten zur Aufnahme von Lot in Bandform aufweisen können.

Eine günstige Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass auf die Flügel- bzw. Becheroberfläche eine abrasionsfeste Schicht aufgebracht wird, wobei die abrasionsfeste Schicht durch Flamm- oder Plasmaspritzen aufgebracht werden kann.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Scheiben in Winkelsegmente unterteilt werden. Dadurch kann der Verschnitt wesentlich reduziert werden.

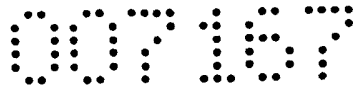
Wenn das Turbinenlaufrad aus Scheiben unterschiedlicher Dicken hergestellt wird, ermöglicht dies eine höhere Flexibilität bei der Gestaltung und Fertigung des Turbinenlaufrads. Außerdem kann dadurch die Anzahl der einzelnen Scheiben verringert werden.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der übrigen Unteransprüche.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung mit Bezug auf die angeschlossenen Zeichnungen, in denen

Fig. 1 ein aus Schichten aufgebautes Peltonlaufrad,  
 Fig. 2 ein erfindungsgemäßes Peltonlaufrad in Explosionsdarstellung und  
 Fig. 3 ein Peltonlaufrad mit Schichten aus Blechen variabler Dicke, darstellt.

Fig. 1 zeigt ein Peltonlaufrad 1 mit einer Anzahl von (hier dargestellt zwanzig)



Peltonbechern 2 und einem Befestigungsring 3 gemäß der Erfindung. Bisherige Peltonlaufräder nach dem Stand der Technik wurden entweder aus einem Stück hergestellt und damit unter viel Materialverlust und Herstellungsaufwand aus einem Gussstück herausgearbeitet oder die einzelnen, gegossenen oder geschmiedeten Peltonbecher 2 wurden am Befestigungsring 3 separat befestigt.

Beim Peltonlaufrad 1 gemäß der Erfindung wird dem gegenüber eine Anzahl von Scheiben 4, 4', 4" usw. aufeinander geschichtet, die entsprechend der Position am Laufrad 1, d.h. abhängig davon in welcher Ebene sie liegen, unterschiedlich geformt sind. Die aus Blechtafeln herausgeschnittenen oder gegebenenfalls herausgestanzten Scheiben 4, 4', 4" usw. werden dann zu einem Laufrad 1 zusammengefügt und verspannt, worauf die einzelnen Scheiben 4, 4', 4" usw. mittels Schweißen oder Hartlöten fest miteinander verbunden werden.

In Fig. 1 ist ein einziger Becher 2 vollständig hergestellt dargestellt, wogegen alle anderen Becher 2 noch nicht fertig gestellt sind. An diesem vollständig hergestellten Becher 2 ist zu erkennen, dass es Scheiben 4', 4" gibt, welche für jeden Becher 2 einzeln bzw. lose vorgefertigt werden, da sie keine direkte Verbindung zu benachbarten Bechern 2 haben, wogegen andere Scheiben 4 einstückig für alle Becher 2 sind. In Fig. 2 ist eine Explosionszeichnung eines Peltonlaufrades 1 dargestellt, bei der dies besser zu erkennen ist. Hier sind die einzelnen Scheiben 4, 4', 4" erkennbar, die aus den Blechtafeln herausgeschnitten bzw. herausgestanzt wurden, wobei die Scheiben 4', 4" und die weiter nach oben folgenden Scheiben (aus Gründen der übersichtlicheren Darstellung nur für einen einzigen Becher 2 gezeichnet) separate Teile für jeden Becher 2 sind, wogegen die Scheibe 4 und die nach unten folgenden Scheiben für alle Becher 2 einteilig sind. In Fig. 2 ist auch zu erkennen, dass weiter in der Mitte liegende Scheiben entsprechende Abschnitte 3', 3" usw. aufweisen, aus denen der Befestigungsring 3 zusammengesetzt wird.

In Fig. 1 und Fig. 2 werden Bleche bzw. Scheiben 4, 4', 4" gleicher Dicke verwendet. Fig. 3 zeigt eine Variante der Erfindung, bei der Scheiben 4, 4', 4" unterschiedlicher Dicke verwendet werden. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Scheiben 4' und 4" dicker als die Scheibe 4 und die darüber und darunter liegenden Scheiben. Dies ermöglicht eine höhere Flexibilität bei der Gestaltung und Fertigung des Peltonlaufrades 1. Außerdem kann dadurch die Anzahl der einzelnen Scheiben verringert werden.

Die einzelnen Scheiben, insbesondere die durchgehenden Scheiben wie die Scheibe 4, können auch noch zusätzlich in einzelne Winkelsegmente unterteilt werden, was unter Umständen die Herstellung und den Transport erleichtert und außerdem dazu dienen kann, den Verschnitt bei der Herstellung der einzelnen Scheiben zu verringern.

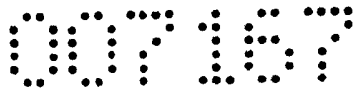
Verbunden werden die einzelnen Scheiben 4, 4', 4'' bevorzugt durch Schweißen oder durch Hartlöten. Beim Schweißen kann entweder die gesamte Oberfläche des Peltonlaufrades 1 oder auch nur Flächenabschnitte der Oberfläche, bevorzugt die gesamte Oberfläche der Schaufeln 4, mit einer oder mehreren Schweißlagen überzogen werden, wodurch nicht nur die einzelnen Scheiben miteinander verschweißt werden, sondern gleichzeitig durch eine geeignete Auswahl des Schweißgutes eine Schicht mit geeigneter Härte und Festigkeit gegen Abrasion hergestellt werden kann. Die endgültige Kontur des Peltonlaufrades 1 wird anschließend durch Fräsen oder Schleifen hergestellt. Alternativ kann die Verbindung der Bleche durch Hartlöten der kompletten Auflagefläche zwischen den einzelnen Scheiben 4, 4', 4'' erfolgen. Hierzu kann entweder eine flächige Aufbringung des Lots vorgesehen sein oder es können Nuten zur Einbettung von Lot in Bandform an den Kontaktflächen der Scheiben vorgesehen sein. In einem nachfolgenden Arbeitsschritt kann eine abrasionsfeste Beschichtung auf an sich bekannte Weise auf die Oberfläche der Becher 2 aufgebracht werden.

15

Der Befestigungsring 3 weist Bohrungen 5 auf, die zur Verschraubung mit einem Wellenflansch dienen. Gleichzeitig wird dadurch eine zusätzliche Verspannung des Blechpaketes und somit eine größere Stabilität erreicht.

Patentansprüche:

- 5 1. Verfahren zum Herstellen eines Turbinenlaufrades (1), beispielsweise eines Peltonlaufrades, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Scheiben (4, 4', 4''), welche die Kontur des Turbinenlaufrades aufweisen, aufeinander geschichtet und stoffschlüssig miteinander verbunden werden.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheiben (4, 4', 4'') miteinander verschweißt werden.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Scheiben (4, 4', 4'') durch flächiges Verschweißen der Scheiben (4, 4', 4'') wenigstens an Teilen ihrer Oberflächenkontur verbunden werden.
- 20 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Schweißgut eine Schicht mit geeigneter Härte und Festigkeit gegen Abrasion hergestellt wird.
- 25 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Scheiben (4, 4', 4'') durch Hartlöten der Auflagefläche zwischen den einzelnen Scheiben (4, 4', 4'') verbunden werden.
- 30 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass auf Flügel bzw. Becher (2) des Turbinenlaufrades (1) eine abrasionsfeste Schicht aufgebracht wird.
- 35 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die abrasionsfeste Schicht durch Flamm-spritzen oder Plasmaspritzen aufgebracht wird.
- 40 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheiben (4, 4', 4'') mittels Laserschnitt oder Brennschnitt aus Blechtafeln bzw. -platten erzeugt werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Turbinenlaufrad aus Scheiben (4, 4', 4'') unterschiedlicher Dicken hergestellt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass einzelne Scheiben (4) aus Winkelsegmenten zusammengesetzt werden, bevor das Turbinenlaufrad aus den Scheiben (4, 4', 4'') hergestellt wird.
11. Turbinenlaufrad (1), beispielsweise Peltonlaufrad, dadurch gekennzeichnet, dass es



aus mehreren stoffschlüssig miteinander verbundenen Scheiben (4, 4', 4'') aufgebaut ist.

- 5
12. Turbinenlaufrad nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheiben (4, 4', 4'') miteinander verschweißt sind.
- 10
13. Turbinenlaufrad nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Scheiben (4, 4', 4'') wenigstens an Teilen ihrer Oberflächenkontur flächig verschweißt sind.
- 15
14. Turbinenlaufrad nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens an Teilen ihrer Oberflächenkontur eine Schicht mit geeigneter Härte und Festigkeit gegen Abrasion aufgeschweißt ist.
- 20
15. Turbinenlaufrad nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Scheiben (4, 4', 4'') durch Hartlöten der Auflagefläche zwischen den einzelnen Scheiben (4, 4', 4'') verbunden sind.
- 25
16. Turbinenlaufrad nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Scheiben (4, 4', 4'') Nuten zur Aufnahme von Lot in Bandform aufweisen.
- 30
17. Turbinenlaufrad nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass auf Flügel- bzw. Becher (2) des Turbinenlaufrades (1) eine abrasionsfeste Schicht aufgebracht ist.
18. Turbinenlaufrad nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die abrasionsfeste Schicht durch Flamm- oder Plasmaspritzen hergestellt wurde.
19. Turbinenlaufrad nach einem der Ansprüche 11 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass es aus Scheiben (4, 4', 4'') unterschiedlicher Dicken hergestellt ist.
20. Turbinenlaufrad nach einem der Ansprüche 11 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass einzelne Scheiben (4) aus Winkelsegmenten zusammengesetzt sind.

Fig. 1



SECRET

Fig. 2

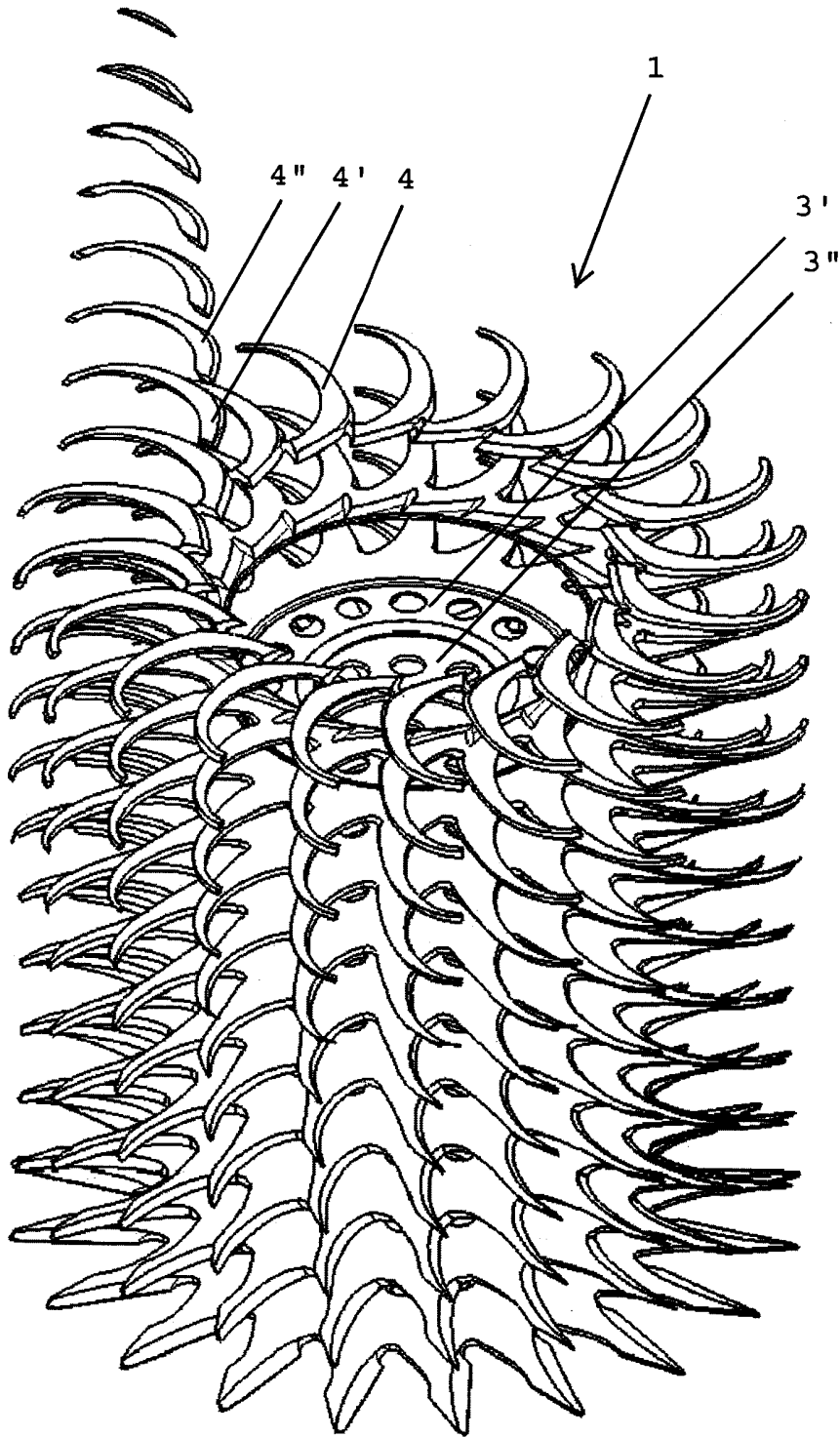
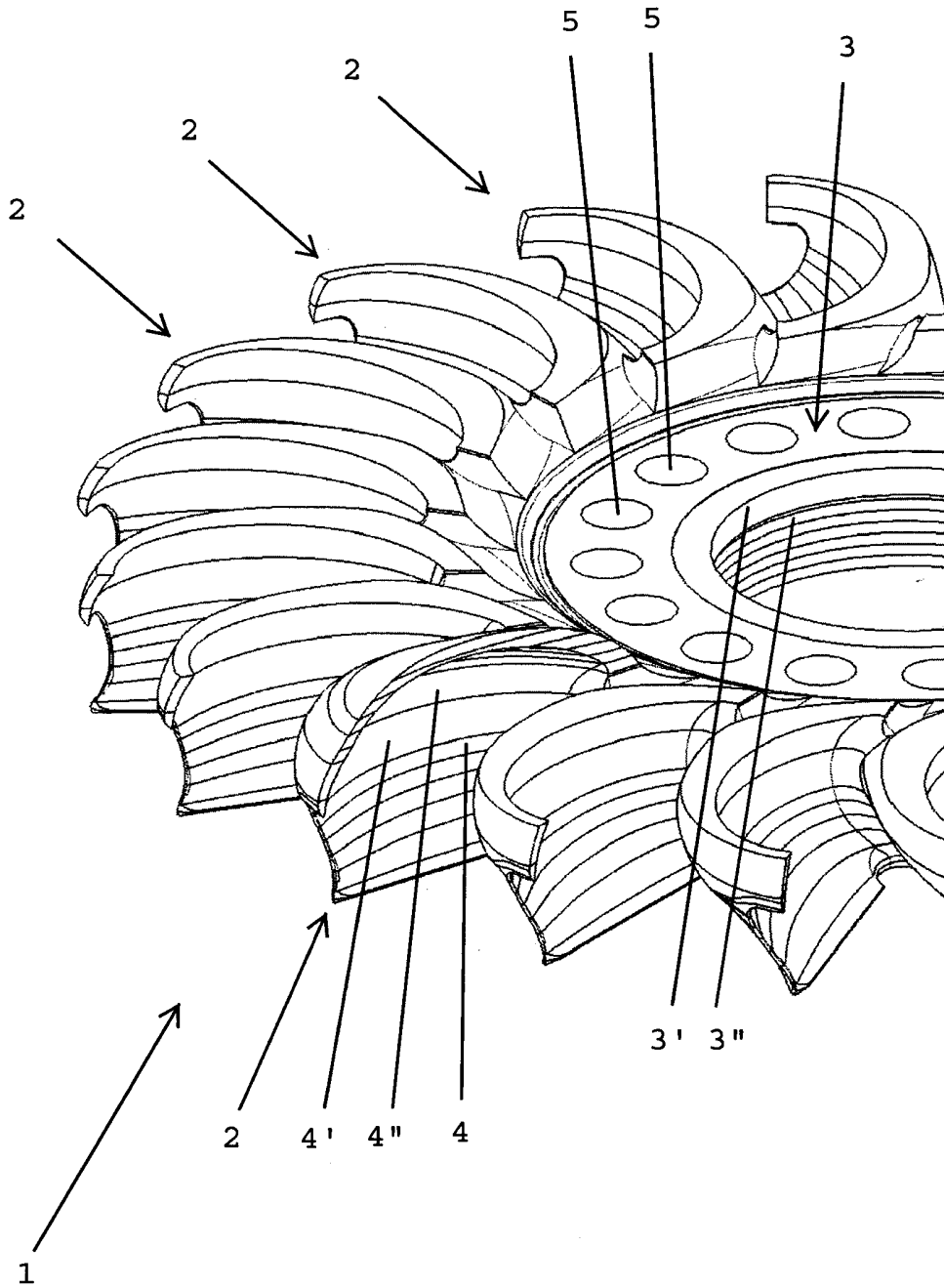
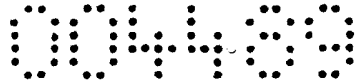


Fig. 3

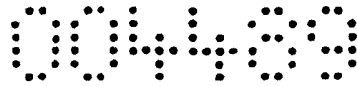




## Patentansprüche:

- 5 1. Verfahren zum Herstellen eines Turbinenlaufrades (1), beispielsweise eines Peltonlaufrades, bei dem mehrere Scheiben (4, 4', 4''), welche die Kontur des Turbinenlaufrades aufweisen, aufeinander geschichtet und miteinander verbunden werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheiben (4, 4', 4'') miteinander verschweißt werden.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Scheiben (4, 4', 4'') durch flächiges Verschweißen der Scheiben (4, 4', 4'') wenigstens an Teilen ihrer Oberflächenkontur verbunden werden.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Schweißgut eine Schicht mit geeigneter Härte und Festigkeit gegen Abrasion hergestellt wird.
- 20 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass auf Flügel bzw. Becher (2) des Turbinenlaufrades (1) eine abrasionsfeste Schicht aufgebracht wird.
- 25 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die abrasionsfeste Schicht durch Flamspritzen oder Plasmaspritzen aufgebracht wird.
- 30 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheiben (4, 4', 4'') mittels Laserschnitt oder Brennschnitt aus Blechtafeln bzw. -platten erzeugt werden.
- 35 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Turbinenlaufrad aus Scheiben (4, 4', 4'') unterschiedlicher Dicken hergestellt wird.
- 40 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass einzelne Scheiben (4) aus Winkelsegmenten zusammengesetzt werden, bevor das Turbinenlaufrad aus den Scheiben (4, 4', 4'') hergestellt wird.
9. Turbinenlaufrad (1), beispielsweise Peltonlaufrad, das aus mehreren stoffschlüssig miteinander verbundenen Scheiben (4, 4', 4'') aufgebaut ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheiben (4, 4', 4'') miteinander verschweißt sind.
10. Turbinenlaufrad nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Scheiben (4, 4', 4'') wenigstens an Teilen ihrer Oberflächenkontur flächig verschweißt sind.

**NACHGEREICHT**



4

7

11. Turbinenlaufrad nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens an Teilen ihrer Oberflächenkontur eine Schicht mit geeigneter Härte und Festigkeit gegen Abrasion aufgeschweißt ist.
- 5 12. Turbinenlaufrad nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass auf Flügel- bzw. Becher (2) des Turbinenlaufrades (1) eine abrasionsfeste Schicht aufgebracht ist.
- 10 13. Turbinenlaufrad nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die abrasionsfeste Schicht durch Flamm- oder Plasmaspritzen hergestellt wurde.
14. Turbinenlaufrad nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass es aus Scheiben (4, 4', 4'') unterschiedlicher Dicken hergestellt ist.
- 15 15. Turbinenlaufrad nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass einzelne Scheiben (4) aus Winkelsegmenten zusammengesetzt sind.

**NACHGEREICHT**