



(10) **DE 10 2009 037 411 B4** 2014.08.21

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 037 411.6**  
(22) Anmeldetag: **13.08.2009**  
(43) Offenlegungstag: **26.05.2011**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **21.08.2014**

(51) Int Cl.: **F01D 5/28 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Siemens Aktiengesellschaft, 80333, München, DE**

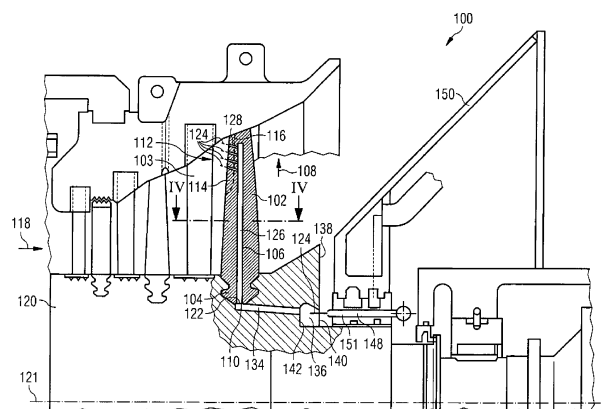
(72) Erfinder:  
**Geist, Richard, 91207, Lauf, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>EP</b>	<b>1 598 522</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>97/ 34 075</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>98/ 14 692</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Erosionsschutzvorrichtung für Dampfturbinenstufen**

(57) Hauptanspruch: Dampfturbinenlaufschaufel (102) zur Montage auf einer Welle (120), die Dampfturbinenschaufel (102) enthaltend:  
einen Schaufelfuß (104)  
einen schaufelseitigen Flüssigkeitsströmungsweg (106) mit einem schaufelseitigen Strömungsweg einlass (110) und einem schaufelseitigen Strömungsweg auslass (112);  
wobei der schaufelseitige Strömungsweg einlass (110) angeordnet und ausgebildet ist zum Aufnehmen von Flüssigkeit von einem wellenseitigen Strömungsweg auslass (122) der Welle (120);  
wobei der schaufelseitige Strömungsweg auslass (112) in einer Richtung (108) von dem Schaufelfuß (104) weg mit Abstand von dem schaufelseitigen Strömungsweg einlass (110) und in einem vorderen Randbereich (114) der Dampfturbinenschaufel (102) angeordnet ist;  
dadurch gekennzeichnet ist, dass der schaufelseitige Strömungsweg auslass (112) angeordnet und ausgebildet ist zum Erzeugen eines Flüssigkeitsfilms (162) auf einem Oberflächenabschnitt auf einer Schaufelrückseite (160) der Dampfturbinenlaufschaufel (102) mit einer durch den schaufelseitigen Strömungsweg auslass (112) abgegebenen Flüssigkeit (124),  
wobei der Flüssigkeitsfilm (162) auf dem Oberflächenabschnitt der Dampfturbinenschaufel (102) den Aufprall der Tropfen auf dem Oberflächenabschnitt mindert und dadurch eine Erosion des Oberflächenabschnitts vermindert oder vermeidet.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft Dampfturbinen und insbesondere Turbinenschaufeln von Dampfturbinen.

### Hintergrund der Erfindung

**[0002]** Turbinenschaufeln von Endstufen von Dampfturbinen erreichen sehr große Durchmesser und damit große Umfangsgeschwindigkeiten, so dass Tropfen, die auf eine laufende Turbinenschaufel auftreffen, zu Erosion der Turbinenschaufel führen können. Insbesondere bei einer Kondensationsturbine, bei welcher der Dampf, das heißt das Betriebsmedium der Dampfturbine, bis zum Sattdampfzustand oder sogar bis in ein Nassdampfgebiet hinein entspannt wird, tritt bereits in den Endstufen teilweise Kondensation auf. Ferner wird Kondensationsturbinen ein Kondensator nachgeschaltet, der die Temperatur des Dampfes und somit auch den Druck reduziert. Somit arbeiten die letzten Stufen einer Kondensationsturbine fast im Vakuum. Die im Dampf kondensierende Flüssigkeit kann sich hierbei als Wasserfilm auf einer Leitschaufel absetzen. Dieser Film wird dann von der Dampfströmung zur Leitschaufelhinterkante hin bewegt und löst sich dort in Form von Tropfen oder Schlieren ab. Diese sich ablösenden Wassertropfen können vom Dampfstrom wegen ihrer großen Dichte nicht auf die Dampfgeschwindigkeit beschleunigt werden. Sie schlagen deshalb mit großer Wucht auf dem Rücken der Laufschaufel auf und verursachen dort starke Erosion. Zur Vermeidung von Erosion ist es bekannt, den vorderen Bereich der Laufschaufeln, das heißt den der Dampfströmung zugewandten Bereich der Laufschaufeln zu härten.

**[0003]** EP 1 598 522 A1 offenbart eine Dampfturbinenkomponente, die eine einen Strömungskanal begrenzende Oberfläche aufweist, wobei der Strömungskanal zur Aufnahme einer Hauptströmung eines fluiden Arbeitsmediums vorgesehen ist, und die ein an ihrer Oberfläche eine Öffnung zum Strömungskanal aufweisendes Kühlsystem zur Aufnahme einer Kühlmediumströmung mit einem Kühlmediumdruck und einer Kühlmediumtemperatur aufweist.

**[0004]** WO 98/14692 A1 offenbart eine Dampfturbine sowie ein Verfahren zur Kühlung einer Dampfturbine im Ventilationsbetrieb. Eine Niederdruckdampfturbine wird in axialer Richtung von Aktionsdampf durchströmt, welcher durch einen Abdampfstutzen vertikal gerichtet aus der Dampfturbine herausgeführt wird. Die Leitschaufel weist in der Umgebung ihrer Anströmkante an der Saugseite vorzugsweise im Wesentlichen dem Außenringraum zugewandte Öffnungsleitungen sowie an der Druckseite der Öffnungsleitungen auf, durch die Fluid in den Strömungsbereich des Aktionsdampfes einspeisbar ist. Während des Ventilationsbetriebes ist über die Fluid-

leitung Kondensat und/oder Nassdampf in den Außenringraum einleitbar.

**[0005]** WO 97/34075 A1 offenbart die Vermeidung von Verkrustung einer Dampfturbinenschaufel durch Reindampfeinspritzung. Eine Dampfturbine zeichnet sich durch eine Turbinenschaufel aus, die in ihrem Inneren eine Fluidzuführung, insbesondere für Reindampf, aufweist, welche über eine Mehrzahl von Fluidabführungen mit einer Anströmfläche verbunden ist. Durch eine Zuführung von Reindampf, insbesondere über den Schaufelfuß der Turbinenschaufel, in die Fluidzuführung und damit an die Anströmfläche wird ein die Anströmfläche überdeckender Dampffilm gebildet.

### Zusammenfassung der Erfindung

**[0006]** Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Erosion an Laufschaufeln von Dampfturbinen zu reduzieren oder zu verhindern.

**[0007]** Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der hierin offenbarten Gegenstände sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

**[0008]** Gemäß einem Aspekt der hierin offenbarten Gegenstände wird eine Dampfturbinenschaufel (nachfolgend kurz mit Turbinenschaufel bezeichnet) zur Montage auf einer Welle einer Dampfturbine bereitgestellt, wobei die Turbinenschaufel einen Schaufelfuß und einen schaufelseitigen Flüssigkeitsströmungsweg mit einem schaufelseitigen Strömungsweg einlass und einem schaufelseitigen Strömungswegauslass enthält. Der Begriff „schaufelseitig“ weist hier darauf hin, dass der Flüssigkeitsströmungsweg an oder in der Turbinenschaufel enthalten ist. Gemäß dem ersten Aspekt der hierin offenbarten Gegenstände ist der schaufelseitige Strömungsweg einlass angeordnet und ausgebildet zum Aufnehmen von Flüssigkeit von einem wellenseitigen Strömungswegauslass der Welle. Ferner ist der schaufelseitige Strömungswegauslass in einer Richtung von dem Schaufelfuß weg mit Abstand von dem schaufelseitigen Strömungsweg einlass und in einem vorderen Randbereich der Turbinenschaufel angeordnet.

**[0009]** Gemäß des ersten Aspektes ist der schaufelseitige Strömungswegauslass angeordnet und ausgebildet zum Erzeugen eines Flüssigkeitsfilms auf einem Oberflächenabschnitt mit einer durch den schaufelseitigen Strömungswegauslass abgegebenen Flüssigkeit. Der Flüssigkeitsfilm auf dem Oberflächenabschnitt der Turbinenschaufel mindert den Aufprall von Tropfen auf den Oberflächenabschnitt und vermindert oder vermeidet dadurch eine Erosion des Oberflächenabschnitts.

**[0010]** Gemäß einer Ausführungsform des ersten Aspektes ist das Betriebsmedium der Dampfturbine Wasserdampf. Gemäß anderer Ausführungsformen kann das Betriebsmedium jedoch auch ein anderer Dampf sein.

**[0011]** Gemäß einer Ausführungsform ist die Flüssigkeit, welche dem schaufelseitigen Strömungswegauslass zugeführt wird, die selbe wie die Flüssigkeit, die die Basis für das Betriebsmedium bildet, z. B. Wasser. Gemäß anderer Ausführungsform kann die Flüssigkeit, welche dem schaufelseitigen Strömungswegauslass zugeführt wird, eine beliebige andere Flüssigkeit sein, beispielsweise eine Flüssigkeit, welche von der Flüssigkeit, die die Basis für das Betriebsmedium bildet, verschieden ist.

**[0012]** Die Turbinenschaufel ermöglicht es dadurch, über den schaufelseitigen Flüssigkeitsströmungsweg Flüssigkeit in dem vorderen Randbereich der Turbinenschaufel abzugeben und dadurch negative Wirkungen von Tropfen in dem Dampfstrom zu reduzieren oder zu vermeiden.

**[0013]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der schaufelseitige Strömungsweeinlass in den Schaufelfuß der Turbinenschaufel gebildet. Dies hat den Vorteil, dass die Zuführung von Flüssigkeit in den schaufelseitigen Flüssigkeitsströmungsweg keine Veränderungen an der Oberfläche der Turbinenschaufel erfordert. Gemäß anderer Ausführungsformen erfolgt eine Zuführung von Flüssigkeit in den schaufelseitigen Flüssigkeitsströmungsweg nicht über den Schaufelfuß, sondern beispielsweise neben dem Schaufelfuß.

**[0014]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform des ersten Aspektes weist der schaufelseitige Flüssigkeitsströmungsweg einen Hauptkanal mit dem schaufelseitigen Strömungsweeinlass und mindestens zwei Nebenkanäle auf, wobei die mindestens zwei Nebenkanäle mit dem Hauptkanal strömungsmäßig verbunden sind und den schaufelseitigen Strömungswegauslass bilden. Zum Beispiel ist gemäß einer Ausführungsform vorgesehen, dass jeder Nebenkanal eine separate Auslassöffnung des Strömungswegauslasses bildet, das heißt der Strömungswegauslass weist in diesem Fall zwei oder mehr Auslassöffnungen auf. Gemäß einer Ausführungsform können die Auslassöffnungen einen kreisförmigen Querschnitt haben. Gemäß anderer Ausführungsform sind die Auslassöffnungen jeweils durch einen Schlitz gebildet.

**[0015]** Diese Ausführungsformen erlauben eine kostengünstige und effiziente Realisierung des Strömungsweeinlasses und des Strömungswegauslasses, wobei durch die mindestens zwei Nebenkanäle die Charakteristik des Strömungswegauslasses ein-

fach an die Anforderungen der jeweiligen Turbine anpassbar ist.

**[0016]** Gemäß einem zweiten Aspekt der hierin offenbarten Gegenstände wird eine Turbine bereitgestellt, welche eine Welle und eine Vielzahl von Turbinenschaufeln aufweist, die mit ihrem Schaufelfuß an der Welle montiert sind. Die Turbinenschaufeln sind hierbei gemäß dem ersten Aspekt oder einer Ausführungsform davon ausgebildet.

**[0017]** Die Welle weist den wellenseitigen Strömungsweg mit mindestens einem wellenseitigen Strömungswegauslass auf, wobei jedem schaufelseitigen Strömungsweeinlass ein wellenseitiger Strömungswegauslass zugeordnet ist. Beispielsweise kann ein einziger wellenseitiger Strömungswegauslass vorgesehen sein, welcher jedem schaufelseitigen Einlass zugeordnet ist. Eine Ausführungsform eines solchen wellenseitigen Strömungswegauslasses ist beispielsweise ein ringförmiger Strömungswegauslass, zum Beispiel in Form einer Ringnut in der Welle. Der schaufelseitige Strömungsweeinlass ist dem zugeordneten wellenseitigen Strömungswegauslass gegenüberliegend angeordnet. Zum Beispiel können der schaufelseitige Strömungsweeinlass und der zugeordnete wellenseitige Strömungswegauslass mit Abstand einander gegenüberliegend angeordnet sein. Gemäß einer anderen Ausführungsform ist der schaufelseitige Strömungsweeinlass mit dem zugeordneten wellenseitigen Strömungswegauslass verbunden.

**[0018]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform des zweiten Aspektes ist der wellenseitige Strömungsweeinlass auf einer Stirnseite der Welle angeordnet. Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der wellenseitige Strömungsweeinlass eine Ringnut auf. Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der wellenseitige Strömungsweeinlass durch eine Ringnut gebildet. Die Ringnut kann beispielsweise auf der Stirnseite der Welle angeordnet sein, gemäß der oben angegebenen Ausführungsform.

**[0019]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform definiert die Ringnut, welche den wellenseitigen Strömungsweeinlass bildet, eine stirnseitige Öffnung in der Welle. Hierbei kann gemäß einer Ausführungsform vorgesehen sein, dass ein der stirnseitigen Öffnung gegenüberliegender Nutgrund der Ringnut sich in radialer Richtung nach außen hin über die stirnseitige Öffnung hinaus erstreckt und so eine Hinterschneidung bildet. Bei dieser Ausführungsform wird eine Flüssigkeit in der Ringnut durch die Rotation der Welle und die hiermit sich ergebende Zentrifugalkraft radial nach außen in die Hinterschneidung der Ringnut gedrängt. Ein Wiederaustraten der Flüssigkeit aus der Ringnut durch die stirnseitige Öffnung kann auf diese Weise wirksam vermieden oder zumindest reduziert werden.

**[0020]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform des zweiten Aspektes ist der wellenseitige Strömungsweg zwischen dem wellenseitigen Strömungsweg einlass und dem wellenseitigen Strömungswegauslass durch mindestens zwei Kanäle, z. B. Bohrungen, in der Welle gebildet. Das Vorsehen von zwei oder mehr Kanälen hat gegenüber einem Ringkanal den Vorteil einer höheren mechanischen Festigkeit der Welle.

**[0021]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform des zweiten Aspektes ist eine Einspritzvorrichtung vorgesehen zum Einspritzen von Flüssigkeit in den wellenseitigen Strömungsweg einlass. Durch Einspritzen der Flüssigkeit in den wellenseitigen Strömungsweg einlass kann ein direkter Kontakt von ruhenden Komponenten der Turbine mit der rotierenden Welle vermieden werden. Insbesondere kann beispielsweise auf Dichtungen zwischen dem wellenseitigen Strömungsweg einlass und einem externen, ruhenden Strömungsweg verzichtet werden.

**[0022]** Im Folgenden werden exemplarische Ausführungsformen der hierin offenbarten Gegenstände beschrieben, wobei beispielsweise auf eine Turbinenschaufel und eine Dampfturbine enthaltend eine solche Turbinenschaufel Bezug genommen wird. Es sollte jedoch hervorgehoben werden, dass natürlich jede Kombination von Merkmalen verschiedener Aspekte, Ausführungsformen und Beispiele möglich ist. Insbesondere werden einige Ausführungsformen mit Bezug auf die Turbinenschaufel beschrieben, während andere Ausführungsformen mit Bezug auf die Dampfturbine beschrieben werden. Der Fachmann wird jedoch der vorstehenden und der nachfolgenden Beschreibung, den Ansprüchen und den Zeichnungen entnehmen, dass, so lange es nicht anders angegeben ist, Merkmale verschiedener Aspekte, Ausführungsformen und Beispiele kombinierbar sind.

**[0023]** Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden beispielhaften Beschreibung von Ausführungsformen, auf welche die Erfindung jedoch nicht beschränkt ist. Die einzelnen Figuren der Zeichnungen dieser Anmeldung sind lediglich als schematisch und nicht als maßstabgetreu anzusehen.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0024]** Fig. 1 zeigt in Teilschnittansicht einen Teil einer Dampfturbine gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

**[0025]** Fig. 2 zeigt eine Detailansicht einer Laufschaufel der Dampfturbine aus Fig. 1.

**[0026]** Fig. 3 zeigt eine Detailansicht einer Welle der Dampfturbine aus Fig. 1.

**[0027]** Fig. 4 zeigt eine Querschnittsansicht einer Laufschaufel und einer Leitschaufel der Dampfturbine aus Fig. 1 entlang der Linie IV-IV.

#### Detaillierte Beschreibung

**[0028]** Es wird angemerkt, dass in verschiedenen Figuren ähnliche oder identische Elemente oder Komponenten mit denselben Bezugszeichen versehen sind. Solche Merkmale bzw. Komponenten, die mit den entsprechenden Merkmalen bzw. Komponenten in einer anderen Figur gleich oder zumindest funktionsgleich sind, werden nur bei ihrem ersten Auftreten in dem nachfolgenden Text detailliert beschrieben und die Beschreibung wird bei dem nachfolgenden Auftreten dieser Merkmale und Komponenten (bzw. der entsprechenden Bezugszahlen) nicht wiederholt.

**[0029]** Fig. 1 zeigt eine Dampfturbine gemäß Ausführungsformen der hierin offenbarten Gegenstände. Die Dampfturbine **100** umfasst eine Dampfturbinenschaufel **102** (nachfolgend kurz mit Turbinenschaufel bezeichnet) mit einem Schaufelfuß **104**. Gemäß einer Ausführungsform ist die Turbinenschaufel eine Laufschaufel, wie die Turbinenschaufel **102**. Ferner weist die Turbine **100** Leitschaufeln **103** auf. Die Turbinenschaufel **102** weist einen schaufelseitigen Flüssigkeitsströmungsweg **106** auf, welcher sich in einer Richtung **108** von dem Schaufelfuß **104** weg erstreckt.

**[0030]** Der schaufelseitige Flüssigkeitsströmungsweg **106** weist einen schaufelseitigen Strömungsweg einlass **110** und einen schaufelseitigen Strömungswegauslass **112** auf. Der schaufelseitige Strömungswegauslass **112** ist in der Richtung **108** von dem Schaufelfuß **104** weg mit Abstand von dem schaufelseitigen Strömungsweg einlass **110** angeordnet. Gemäß einer Ausführungsform ist der schaufelseitige Strömungswegauslass **112** in einem vorderen Randbereich der Turbinenschaufel **114** angeordnet, wie in Fig. 1 dargestellt. Der vordere Randbereich der Turbinenschaufel ist in Fig. 1 durch eine gestrichelte Linie **116** markiert.

**[0031]** Gemäß einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der vordere Randbereich **114** der Turbinenschaufel gehärtet ist. Der Begriff „vorderer“ Randbereich bezieht sich hier auf die Anordnung der Turbinenschaufel **102** in der Turbine **100** bezüglich einer allgemeinen Dampfstromrichtung, die in Fig. 1 mit **118** gekennzeichnet ist.

**[0032]** Die Dampfturbine **100** weist ferner eine Welle **120** auf, in welcher die exemplarisch in Schnittdarstellung dargestellte Schaufel **102** montiert ist und welche um eine Drehachse **121** rotierbar ist. Der schaufelseitige Strömungsweg einlass **110** ist angeordnet und ausgebildet zum Aufnehmen von Flüssig-

keit von einem wellenseitigen Strömungswegauslass **122** der Welle **120**.

**[0033]** Gemäß einer Ausführungsform ist der schaufelseitige Strömungswegauslass **112** ausgebildet zum Abgeben von Flüssigkeit **124** und dadurch Reduzieren einer Erosion der Turbinenschaufel **102**.

**[0034]** Beispielsweise kann gemäß einer Ausführungsform vorgesehen sein, dass der schaufelseitige Strömungswegauslass angeordnet und ausgebildet ist zum Erzeugen eines Flüssigkeitsfilms auf dem Oberflächenabschnitt mit der durch den schaufelseitigen Strömungswegauslass **112** abgegebenen Flüssigkeit, welche in **Fig. 1** durch die Bezugszahl **124** gekennzeichnet ist. Hierzu kann der schaufelseitige Strömungswegauslass zum Beispiel bezüglich seines Querschnittes, seiner Austrittsrichtung, etc. angepasst sein, um mit der aus dem schaufelseitigen Strömungswegauslass austretenden Flüssigkeit eine Erosion der Schaufel **102** zu vermindern oder zu vermeiden. Der Flüssigkeitsfilm auf der Schaufeloberfläche dämpft dabei die Wucht des Aufpralls der Flüssigkeitstropfen (Wassertropfen).

**[0035]** Gemäß einer Ausführungsform weist der schaufelseitige Flüssigkeitsströmungsweg **106** einen Hauptkanal **126** auf und mindestens einen Nebkanal, beispielsweise vier Nebkanäle **128** auf. Die Nebkanäle **128** sind mit dem Hauptkanal **126** strömungsgemäß verbunden. Beispielsweise kann gemäß einer Ausführungsform vorgesehen sein, dass der Hauptkanal durch eine radiale Bohrung ist, welche von dem Schaufelfuß her in der Turbinenschaufel **102** gebildet ist. Gemäß einer weiteren Ausführungsform können die Nebkanäle **128** durch Bohrungen gebildet sein, die von dem vorderen Randbereich **114** bis in den Hauptkanal **126** hinein gebildet sind.

**[0036]** Entsprechend einer Ausführungsform der hierin offenbarten Gegenstände bilden die vier in **Fig. 1** dargestellten Nebkanäle **128** den Strömungswegauslass **112**. Gemäß einer Ausführungsform weist jeder Nebkanal eine separate Auslassöffnung **130** auf und die Auslassöffnungen **130** bilden zusammen den Strömungswegauslass **112**. Dies ist detaillierter in **Fig. 2** dargestellt.

**[0037]** Gemäß einer Ausführungsform ist der schaufelseitige Strömungsweeinlass **110** in dem Schaufelfuß **104** gebildet.

**[0038]** Gemäß einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass ein wellenseitiger Strömungswegauslass einer einzigen Turbinenschaufel zugeordnet ist. Gemäß einer anderen Ausführungsform kann ein wellenseitiger Strömungswegauslass zwei oder mehr schaufelseitigen Strömungsweeinlässen zugeordnet sein. Beispielsweise kann ein einziger wellenseitiger Strömungswegauslass allen Turbinenschau-

feln einer Turbinenstufe, bzw. deren Strömungsweeinlässen, zugeordnet sein. Eine Turbinenstufe kann beispielsweise eine Turbinenendstufe **132** sein, wie in **Fig. 1** dargestellt. Gemäß einer Ausführungsform ist der wellenseitige Strömungswegauslass **122** durch eine Ringnut gebildet, wie in **Fig. 1** dargestellt. Der schaufelseitige Strömungsweeinlass **110** und der wellenseitige Strömungswegauslass **122** sind einander gegenüberliegend angeordnet, so dass aus dem wellenseitigen Strömungswegauslass **122** austretende Flüssigkeit in den schaufelseitigen Strömungsweeinlass **110** eintritt.

**[0039]** Die Welle weist ferner einen wellenseitigen Strömungsweg **134** auf. Der wellenseitige Strömungsweg **134** weist den wellenseitigen Strömungswegauslass **122** und einen wellenseitigen Strömungsweeinlass **136** auf. Der wellenseitige Strömungsweeinlass **136** ist gemäß einer Ausführungsform auf einer Stirnseite **138** der Welle **120** angeordnet. Der wellenseitige Strömungsweeinlass kann durch eine Ringnut gebildet sein, wie in **Fig. 1** dargestellt. Ferner kann gemäß einer Ausführungsform vorgesehen sein, dass die Ringnut des wellenseitigen Strömungsweeinlasses **136** eine stirnseitige Öffnung **140** in der Welle definiert. Gemäß einer weiteren Ausführungsform erstreckt sich ein der stirnseitigen Öffnung **140** gegenüberliegender Nutgrund **142** der Ringnut **136** in radialer Richtung **108** nach außen hin über die stirnseitige Öffnung **140** um einen Abstand **144** hinaus. Die Ringnut **136** bildet auf diese Weise eine Hinterschneidung **146**, wie detaillierter in **Fig. 3** dargestellt. Durch die Fliehkräfte wird bei einer Rotation der Welle **120** eine Flüssigkeit in der Ringnut **136** in Richtung in die Hinterschneidung **146** hineingedrängt.

**[0040]** Von dem Nutgrund **142** der Ringnut **136** erstreckt sich der wellenseitige Strömungsweg **134** weg. Gemäß einer Ausführungsform ist der wellenseitige Strömungsweg **134** durch mindestens eine Bohrung, beispielsweise durch zwei oder mehr Bohrungen gebildet, die gemäß einer weiteren Ausführungsform in Umfangsrichtung des Nutgrundes **142** gleichmäßig verteilt sind.

**[0041]** Die Dampfturbine **100** weist ferner eine Einspritzvorrichtung **148** auf, welche bezüglich eines Turbinengehäuses **150** ortsfest angeordnet ist. Dies erleichtert die Zuführung von Flüssigkeit zu der Einspritzvorrichtung **148**. Die Einspritzvorrichtung **148** ist ferner konfiguriert zum Einspritzen von Flüssigkeit **124** in den wellenseitigen Strömungsweeinlass, beispielsweise in die Ringnut **136**. Dadurch, dass die Flüssigkeit durch Einspritzen in den wellenseitigen Strömungsweeinlass **136** eingebracht wird, sind Dichtungen und Lager, welche einen gehäuseseitigen Strömungsweg **151** gegen den wellenseitigen Strömungsweeinlass **136** abdichten oder abstützen, nicht erforderlich. Auf diese Weise kann ein

Flüssigkeitseintrag in den wellenseitigen Strömungsweeinlass **136** verschleißfrei erfolgen.

**[0042]** Fig. 4 zeigt exemplarisch eine Querschnittsansicht durch drei Leitschaufeln **103** und zwei Laufschaufeln **102** der Endstufe **132**.

**[0043]** Die Leitschaufeln **103** richten einen Dampfstrom **154** gegen die Turbinenendstufe **132** mit den Laufschaufeln **102**. Der Dampfstrom **154** treibt somit die Endstufe **132** mit den Laufschaufeln **102** in eine Drehbewegung an, die in Fig. 4 mit **156** gekennzeichnet ist. Jede Laufschaufel **102** weist einen dem Dampfstrom **154** zugewandten vorderen Randbereich **114**, eine Schaufelvorderseite **158** und eine Schaufelrückseite **160** auf. Der Dampfstrom **154** trifft auf die Schaufelvorderseite **158** und treibt so die Endstufe **132** an. Flüssigkeitstropfen, die sich zum Beispiel von der Leitschaufel **103** ablösen, werden aufgrund ihrer relativ großen Masse von dem Dampfstrom nicht auf die Dampfstromgeschwindigkeit beschleunigt. Solche Flüssigkeitstropfen schlagen deshalb auf der Schaufelrückseite **160** auf, die dadurch einer Erosion unterliegen kann. Eine solche Erosion wird gemäß einer Ausführungsform durch einen Flüssigkeitsfilm **162** vermindert oder vermieden, wobei der Flüssigkeitsfilm **162** durch Flüssigkeit gebildet ist, die aus dem schaufelseitigen Strömungswegauslass **112** austritt.

**[0044]** Es wird darauf hingewiesen, dass die hier beschriebenen Ausführungsformen lediglich eine beschränkte Auswahl an möglichen Ausführungsvarianten der hierin offenbarten Gegenstände darstellen. So ist es möglich, die Merkmale einzelner Ausführungsformen in geeigneter Weise miteinander zu kombinieren, so dass der Fachmann mit den hier explizit beschriebenen Ausführungsvarianten eine Vielzahl von verschiedenen Ausführungsformen als offensichtlich offenbart anzusehen sind. Ferner sollte erwähnt werden, dass die Begriffe wie „ein“ oder „eines“ eine Mehrzahl nicht ausschließen. Begriffe wie „enthaltend“ oder „aufweisend“ schließen weitere Merkmale oder Verfahrensschritte nicht aus.

**[0045]** Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass hierin eine Turbine und eine Turbinenschaufel für eine Turbine offenbart werden, wobei die Turbinenschaufel einen schaufelseitigen Flüssigkeitsströmungsweg mit einem schaufelseitigen Strömungswegauslass und einem schaufelseitigen Strömungswegauslass aufweist, wobei dem schaufelseitigen Strömungswegauslass von einer Welle her Flüssigkeit zuführbar ist, die dann durch den schaufelseitigen Strömungswegauslass austritt, um auf diese Weise eine Erosion der Turbinenschaufel zu vermindern oder zu vermeiden. Wellenseitig wird die Flüssigkeit in einen entsprechenden Flüssigkeitskanal geführt, in welchen die Flüssigkeit beispielsweise in einen auf einer Stirnseite der Welle angeord-

neten, wellenseitigen Strömungswegauslass eingespritzt wird.

## Patentansprüche

1. Dampfturbinenlaufschaufel (**102**) zur Montage auf einer Welle (**120**), die Dampfturbinenschaufel (**102**) enthaltend:

einen Schaufelfuß (**104**)

einen schaufelseitigen Flüssigkeitsströmungsweg (**106**) mit einem schaufelseitigen Strömungswegauslass (**110**) und einem schaufelseitigen Strömungswegauslass (**112**);

wobei der schaufelseitige Strömungswegauslass (**110**) angeordnet und ausgebildet ist zum Aufnehmen von Flüssigkeit von einem wellenseitigen Strömungswegauslass (**122**) der Welle (**120**);

wobei der schaufelseitige Strömungswegauslass (**112**) in einer Richtung (**108**) von dem Schaufelfuß (**104**) weg mit Abstand von dem schaufelseitigen Strömungswegauslass (**110**) und in einem vorderen Randbereich (**114**) der Dampfturbinenschaufel (**102**) angeordnet ist;

dadurch gekennzeichnet ist, dass der schaufelseitige Strömungswegauslass (**112**) angeordnet und ausgebildet ist zum Erzeugen eines Flüssigkeitsfilms (**162**) auf einem Oberflächenabschnitt auf einer Schaufelrückseite (**160**) der Dampfturbinenlaufschaufel (**102**) mit einer durch den schaufelseitigen Strömungswegauslass (**112**) abgegebenen Flüssigkeit (**124**), wobei der Flüssigkeitsfilm (**162**) auf dem Oberflächenabschnitt der Dampfturbinenschaufel (**102**) den Aufprall der Tropfen auf dem Oberflächenabschnitt mindert und dadurch eine Erosion des Oberflächenabschnitts vermindert oder vermeidet.

2. Dampfturbinenlaufschaufel (**102**) nach Anspruch 1, wobei der schaufelseitige Strömungswegauslass (**110**) in dem Schaufelfuß (**104**) gebildet ist.

3. Dampfturbinenlaufschaufel (**102**), nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der schaufelseitige Flüssigkeitsströmungsweg (**106**) einen Hauptkanal (**126**) mit dem schaufelseitigen Strömungswegauslass (**110**) und mindestens zwei Nebkanäle (**128**) aufweist, wobei die mindestens zwei Nebkanäle mit dem Hauptkanal (**126**) strömungsmäßig verbunden sind und den schaufelseitigen Strömungswegauslass (**112**) bilden.

4. Turbine, enthaltend eine Welle (**120**) und eine Vielzahl von Dampfturbinenlaufschaufeln (**102**) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, welche mit ihrem Schaufelfuß (**104**) an der Welle (**120**) montiert sind, wobei die Welle (**120**) den wellenseitigen Strömungsweg mit mindestens einem wellenseitigen Strömungswegauslass (**122**) aufweist, wobei jedem schaufelseitigen Strömungswegauslass (**110**) ein wellenseitiger Strömungswegauslass (**122**) zugeordnet

ist und der schaufelseitige Strömungsweeinlass (110) dem zugeordneten wellenseitigen Strömungswegauslass (122) gegenüberliegend angeordnet ist.

5. Turbine nach Anspruch 4, wobei der mindestens eine wellenseitige Strömungswegauslass (122) eine Ringnut umfasst oder durch eine Ringnut gebildet ist.

6. Turbine nach Anspruch 4 oder 5, wobei der wellenseitige Strömungsweeinlass (136) auf einer Stirnseite der Welle angeordnet ist.

7. Turbine nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei der wellenseitige Strömungsweeinlass (136) eine Ringnut aufweist oder durch eine Ringnut gebildet ist.

8. Turbine nach Anspruch 4 oder 5, wobei der wellenseitige Strömungsweeinlass (136) durch eine Ringnut auf einer Stirnseite (138) der Welle (120) gebildet ist; die Ringnut eine stirnseitige Öffnung (140) in der Welle (120) definiert; und ein der stirnseitigen Öffnung (140) gegenüberliegender Nutgrund (142) der Ringnut sich in radialer Richtung nach außen hin über die stirnseitige Öffnung hinaus erstreckt und so eine Hinterschneidung (146) bildet.

9. Turbine nach einem der Ansprüche 4 bis 8, wobei der wellenseitige Strömungsweg zwischen dem wellenseitigen Strömungsweeinlass (136) und dem wellenseitigen Strömungswegauslass (122) durch mindestens zwei Kanäle (134) in der Welle (120) gebildet ist.

10. Turbine nach einem der Ansprüche 4 bis 9, ferner enthaltend:  
eine Einspritzvorrichtung (148) zum Einspritzen von Flüssigkeit in den wellenseitigen Strömungsweeinlass (136).

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

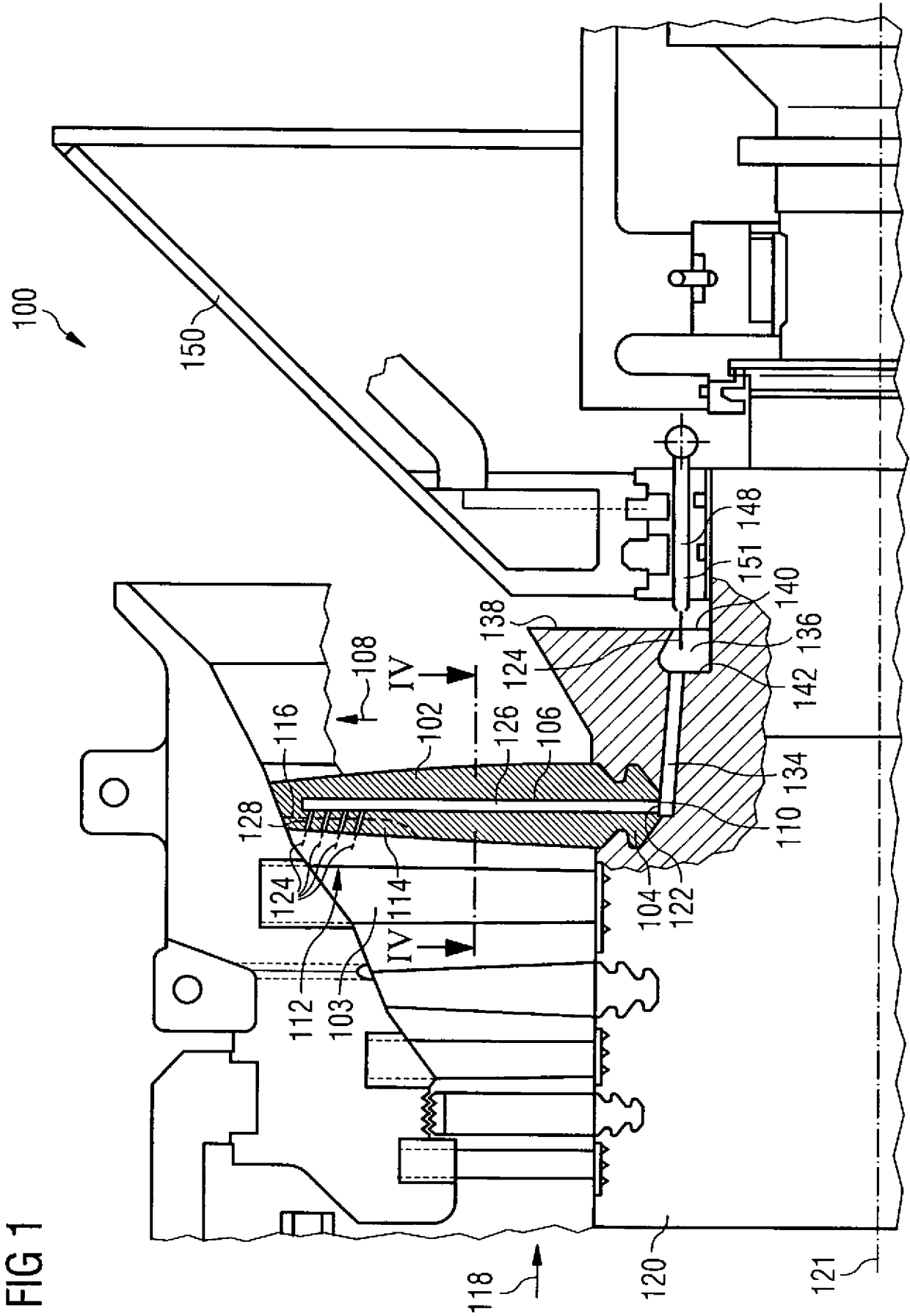




FIG 2

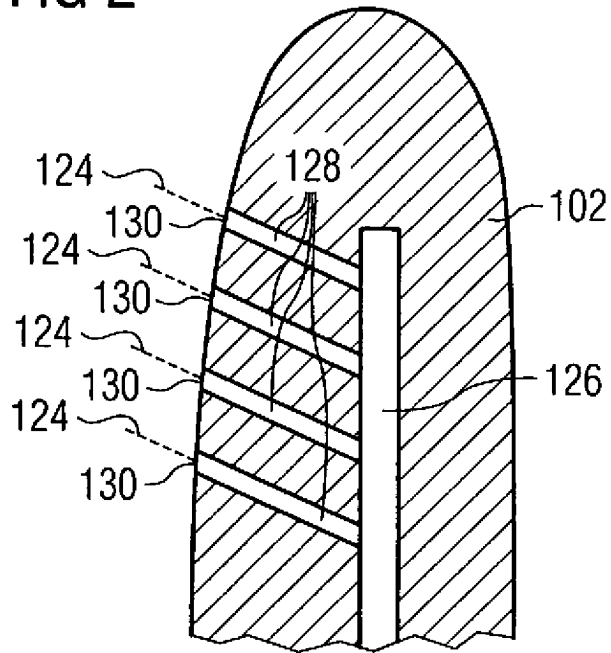


FIG 3

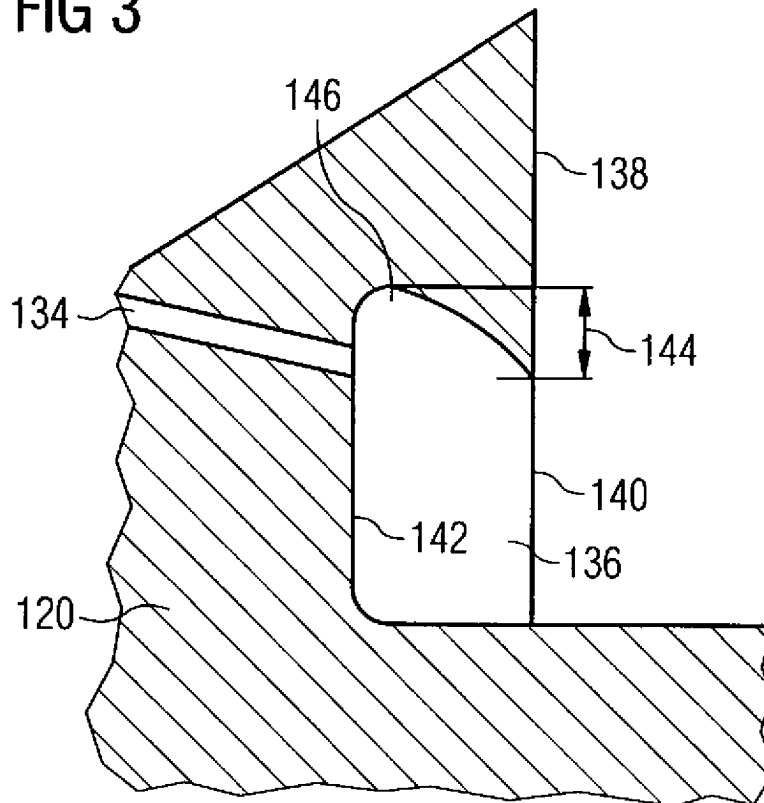


FIG 4

