



**Wirtschaftspatent**

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes  
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

**2006 338**

Int.Cl.<sup>3</sup>

3(51) F 01 D 25/32

**AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP F 01 D/ 2327 304

(22) 24.08.81

(44) 25.05.83

(71) ORGREB-INSTITUT FUER KRAFTWERKE, VETSCHAU, DD

(72) SCHULZE, HERBERT, DIPL.-ING.; BITTNER, JUERGEN, DIPL.-ING.; STRUNZ, MANFRED, DR.-ING.;  
ROTHE, MANFRED, DIPL.-ING.; DD;

(73) siehe (72)

(74) GOTTSCHALK, WOLFGANG ORGREB-INSTITUT F. KRAFTW. ABT. R. U. N. 1058 BERLIN  
SCHOENHAUSER ALLEE 149

(54) **ANORDNUNG ZUR ENTWAESSERUNG DER NASSDAMPFSTROEMUNGEN IN DAMPFTURBINEN AXIALER  
BAUART**

(57) Anordnung zur Entwässerung der Naßdampfströmung in Dampfturbinen unter Verwendung von hohlen Leiteinrichtungen mit Entwässerungsöffnungen. Es soll die Hinterkantenerosion an den Laufschaufeln der letzten Stufe verhindert werden. Die Leiteinrichtung soll baulich sowie montagemäßig einfach und billig sein und insbesondere die Nachrüstung vorhandener Anlagen ermöglichen. Dazu ist die im Meridianschnitt gekrümmte Leiteinrichtung im Strömungsraum hinter der Endstufe etwa am letzten Drittel der Schaufelhöhe beginnend, mit auf das Turbinengehäuse gerichteter radialer Krümmung versehen, angebracht. Die Entwässerungsöffnungen liegen auf der den Turbinenschaufeln zugewandten konkaven Seite. Auf dem den Schaufeln abgewandten Ende der Leiteinrichtung kann eine zur konkaven Seite gerichtete Abstreifkante angeordnet sein. Die Anbringung mehrerer Leiteinrichtungen ist möglich.  
Fig. 1

### Titel der Erfindung

Anordnung zur Entwässerung der Naßdampfströmungen in Dampfturbinen axialer Bauart

### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Entwässerung der Naßdampfströmung in Dampfturbinen axialer Bauart, insbesondere zur Verminderung von Erosionen an den Austrittskanten der Laufschaufeln der letzten Stufe.

### Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die letzten Stufen von Kondensationsturbinen arbeiten im allgemeinen im Gebiet unterhalb der Satttdampflinie, so daß das Arbeitsmittel aus einem Gemisch von Dampf und Wasser besteht. Die schädliche Wirkung des Wassers auf das Schaufelmaterial und den Wirkungsgrad der Turbine infolge Bremswirkung ist seit langem bekannt. Die häufigsten Schäden sind Auswaschungen, die an den Schaufeln der letzten Stufe auftreten. Durch den Feuchtigkeitsgehalt des Dampfes bilden sich kleine Wassertröpfchen, die auf die Schaufeln auftreffen und hierbei eine erodierende Wirkung ausüben. Um die Erosion der Austrittskanten zu vermindern bzw. zu beseitigen, kommt es darauf an, die Wassertropfen von der Schaufel fernzuhalten. Als Quellen für die Entstehung und Zuführung von erosionsverursachenden Tropfen werden im wesentlichen angesehen:

1. Zerschlagen des Wasserfilms, der sich aus der Ansammlung des im letzten Laufrad auszentrifugierten Wassers ergibt.

2. Nässe aus Stopfbuchsbedampfung
3. Kondensatzuführung zur Dampfkühlung und Transport der Tropfen zu den Laufschaufelhinterkanten durch Rückströmungen.

Zur Verringerung der schädlichen Feuchte im Dampfstrom und zur Eindämmung der Erosion sind verschiedene Lösungen bekannt geworden: Das geschieht mit Hilfe von Separationseinrichtungen; durch Dampftrocknung mittels Zwischenbeheizung mit Dampf oder Rauchgasen; durch Fliehkraftabscheider außerhalb und innerhalb des Turbinengehäuses (DE 1023050, 1037468); durch Entwässerungsstufen in den Turbinen unter Ausnutzung der Fliehkraftwirkung der Wassertropfen innerhalb des Laufrades in Verbindung mit Fangvorrichtungen (DE 553504); durch Vorsehen von Wasserleiteinrichtung (DE 520160, DE-OS 2164511); durch Beheizung der Schaufeln; durch Ausführung der Leitschaufeln als Hohlraumschaufeln und durch Anbringen von Abscheideöffnungen am Gehäuseumfang (DD 90554). Weiterhin sind auch Verfahren zur Erhöhung der Oberflächenfestigkeit bzw. -härte der der Erosion am stärksten ausgesetzten Turbinenteile bekannt (DE-AS 1551220). Dem gleichen Ziel dienen verschiedenartige konstruktive Stufenauslegungen der Turbinen, vor allem zur Erreichung bestimmter strömungstechnischer Bedingungen (DE-OS 2014280).

Alle diese Maßnahmen sind mit mehr oder weniger großen Nachteilen verbunden. Die Verringerung des prozentual geringen Anteils schädlicher Nässe erfordert nach dem Stand der Technik einen hohen technischen und konstruktiven Aufwand. Bei verschiedenen Methoden (z. B. Fliehkraftabscheider außerhalb der Turbinenstufen, Zwischenüberhitzung des Dampfes) muß das gesamte Dampf-Wasser-Gemisch aus der Turbine geführt werden. Dies bedingt erhebliche Verluste und mehrgehäusige Turbinenbauarten. Die vorgeschlagenen Turbinenentwässerungsstutzen führen zu keiner befriedigenden Wasserabscheidung. Der schädliche Anteil der Wassertropfen wird dabei nur geringfügig herabgesetzt. Die Anordnung von Fliehkraftabscheidungen auf dem gesamten Umfang der in Frage kommenden Stufen führt zu einer großen Anzahl von Abscheidevorrichtungen, wodurch sich die Kosten und die Druckverluste erhöhen. Auch die Abflußschlitze können nicht verhindern, daß ein Teil des schädlichen Wassers

über den Zwischenraum zwischen Laufschaufeln und folgenden Leitschaufeln strömt. Die Ausbildung von Wasserfilmen kann also dadurch nicht verhindert werden.

Alle diese Lösungen haben den Nachteil, daß sie für eine Nachrüstung an bereits betriebenen Turbinen nicht geeignet sind oder aber nicht vertretbare umfangreiche bauliche Veränderungen erfordern. Außerdem ist vorgeschlagen worden, den Wasserfilm an den Gehäusewandungen vor dessen Auftreffen auf die Laufschaufelhinterkanten mittels Dampfstrahler, die auf der Nabenwandung aufgesetzt sind und mit Anzapfdampf beaufschlagt werden, zu verblasen und die aufgesprühten Tropfen in den Hauptdampfstrom und somit in den Kondensator zu befördern. Der wesentliche Nachteil dieser Vorrichtung besteht in der Verwendung arbeitsfähigen Dampfes zum Beaufschlagen der Strahler.

Bekannt ist ferner ein Verfahren zur Verringerung der Erosion von Turbinenteilen, das die Zudotierung filmbildender Amine und/oder flüchtiger Alkalisierungsmittel im Wasser-Dampfkreislauf vorsieht (DD 107962), um an den Metalloberflächen einen hydrophoben Film und bei der Entspannung einen möglichst feintröpfigen Nebel zu bilden. Es hat sich jedoch gezeigt, daß mit dieser Methode die Hinterkantenerosion zwar beeinflußt werden kann, jedoch Nachteile durch Verschmutzungen der Wärmeübertragungsflächen zu erwarten sind.

#### Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Entwässerung der Naßdampfströmung in Dampfturbinen relativ großer Bauart, insbesondere bereits installierter Turbinen zur Beseitigung oder Verminderung der Hinterkantenerosion an den Laufschaufeln der letzten Stufe.

#### Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ohne zusätzlichen energetischen Aufwand durch Einsatz von doppelwandigen, Entwässerungsöffnungen aufweisenden Leiteinrichtungen die Ansammlung des in der letzten Stufe auszentrifugierten Wassers und damit die Bildung von Wasserfilmen oder -strähnen an den Ge-

häusewandungen, insbesondere unter den Bedingungen von Totwassergebieten bzw. Nebenablösung, zu verhindern. Die Anordnung soll baulich sowie montagemäßig einfach und billig sein sowie die Nachrüstung vorhandener Anlagen ermöglichen. Dies wird erreicht, indem die im Meridianschnitt gekrümmte Leiteinrichtung im Strömungsraum hinter der Endstufe, etwa am letzten Drittel der Schaufelhöhe beginnend mit auf das Turbinengehäuse gerichteter radialer Krümmung versehen, angebracht ist, wobei die Entwässerungsöffnungen auf der den Turbinenschaufeln zugewandten konkaven Seite liegen. Es ist zweckmäßig, an dem den Turbinenschaufeln abgewandten Ende der Leiteinrichtung eine zur konkaven Seite gerichtete Abstreifkante vorzusehen. In weiterer Ausbildung der Erfindung sind in radialer Richtung mehrere Leiteinrichtungen angebracht. Die doppelwandige Ausführung der Leitbleche ermöglicht die Bildung von Sammelräumen für das durch die Entwässerungsöffnungen hindurchtretende Wasser, das über Rohrleitungen aus dem Sammelraum in den Kondensator gelangt. Bei Abweichungen vom Auslegungspunkt kommt es im allgemeinen durch den sich hinter der Endstufe einstellenden Restdrall zum radialen Aufspreizen der Strömung, wodurch die Wirksamkeit einer einfachen Zwangsführung vermindert wird. Eine weitere Umlenkung der Strömung durch ein Leitblech mit entgegengesetzter Krümmung, die prinzipiell auch durch die teilweise doppelwandige Ausführung der Gehäusewandung gebildet werden kann, ermöglicht das Abfangen des in dieser Weise geführten Wassers. Die sinnvolle Gestaltung der Leiteinrichtungen und -bleche in Anlehnung an bekannte Auftrittsdiffusoren, die bisher ausschließlich zur Verbesserung der Strömungsverhältnisse dienten, ermöglicht diese Maßnahme gleichzeitig mitzuerfüllen.

#### Ausführungsbeispiel

Die nähere Erläuterung erfolgt anhand der Zeichnung, die in mehreren Figuren schematische Darstellungen enthält. Es zeigen:

Fig. 1: Die Anordnung der Leiteinrichtung im Schnitt

Fig. 2: die kaskadenförmige Anordnung mehrerer Leiteinrichtungen im Schnitt

Fig. 3: die Anordnung eines zusätzlichen Leitbleches mit entgegengesetzter Krümmung im Schnitt

Fig. 4: einen Abschnitt einer doppelwandigen Leiteinrichtung als Seitenansicht in bezug auf Fig. 1

Fig. 5: einen Schnitt A - A gem Fig. 4.

Gemäß Fig. 1 ist im Strömungsraum 3 hinter der letzten Turbinenschaufel 1 zur Zwangsführung des Naßdampfes die im Meridianschnitt gekrümmte Leiteinrichtung 2 angebracht. Sie beginnt bei  $\frac{2}{3}$  der Schaufelhöhe  $h$ , da sich infolge des Auszentrifugierens das Wasser im oberen Drittel der Schaufelhöhe konzentriert.

Fig. 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, bei dem mehrere sichelförmige Leiteinrichtungen 2 in radialer Richtung im Strömungsraum 3 des Turbinengehäuses 8 angeordnet sind.

Gemäß Fig. 3 wird durch das Leitblech 4 mit entgegengesetzter Krümmung eine weitere Umlenkung erzielt. Figur 4 verdeutlicht den Aufbau der Leiteinrichtungen 2 und ggf. des Leitbleches 4. Sie sind zur Bildung von Sammelräumen 5 doppelwandig ausgeführt und haben auf der den Turbinenschaufeln 1 zugewandten konkaven Seite Entwässerungsöffnungen 6. Über nicht dargestellte Rohrleitungen wird das Wasser durch Schwerkraft in den Kondensator abgeführt. An dem den Turbinenschaufeln 1 abgewandten Ende der Leiteinrichtung 2 ist eine Abstreifkante 7 angeordnet.

## Erfindungsanspruch

1. Anordnung zur Entwässerung der Naßdampfströmung in Dampfturbinen axialer Bauart mit doppelwandiger, Entwässerungsöffnungen aufweisender Leiteinrichtung, von der das abgeschiedene Wasser aus der Turbine ableitbar ist, gekennzeichnet dadurch, daß die im Meridianschnitt gekrümmte Leiteinrichtung (2) im Strömungsraum (3) hinter der Endstufe etwa am letzten Drittel der Schaufelhöhe (h) geginnend, mit auf das Turbinengehäuse (8) gerichteter radialer Krümmung versehen, angebracht ist, wobei die Entwässerungsöffnungen (6) auf der den Turbinenschaufeln (1) zugewandten konkaven Seite liegen.
2. Anordnung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Leiteinrichtung (2) an dem den Turbinenschaufeln (1) abgewandten Ende mit einer zur konkaven Seite gerichteten Abstreifkante (7) versehen ist.
3. Anordnung nach Punkt 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß in radialer Richtung mehrere Leiteinrichtungen (2) angebracht sind.
4. Anordnung nach Punkt 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß zwischen der äußersten Leiteinrichtung (2) und dem Turbinengehäuse (8) ein Leitblech (4) mit entgegengesetzter Krümmung angebracht ist.
5. Anordnung nach Punkt 4, gekennzeichnet dadurch, daß als Leitblech (4) ein Teil des in diesem Bereich doppelwandig ausgebildeten Gehäuses (8) ausgebildet ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

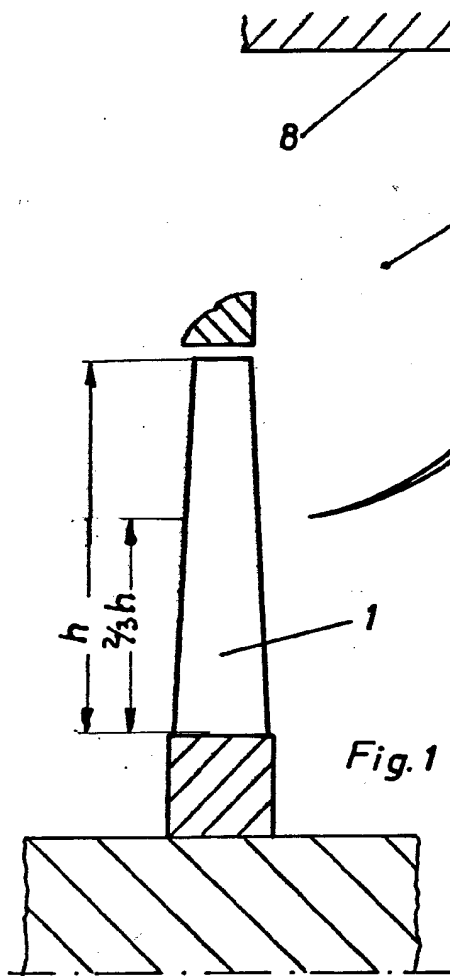


Fig. 1

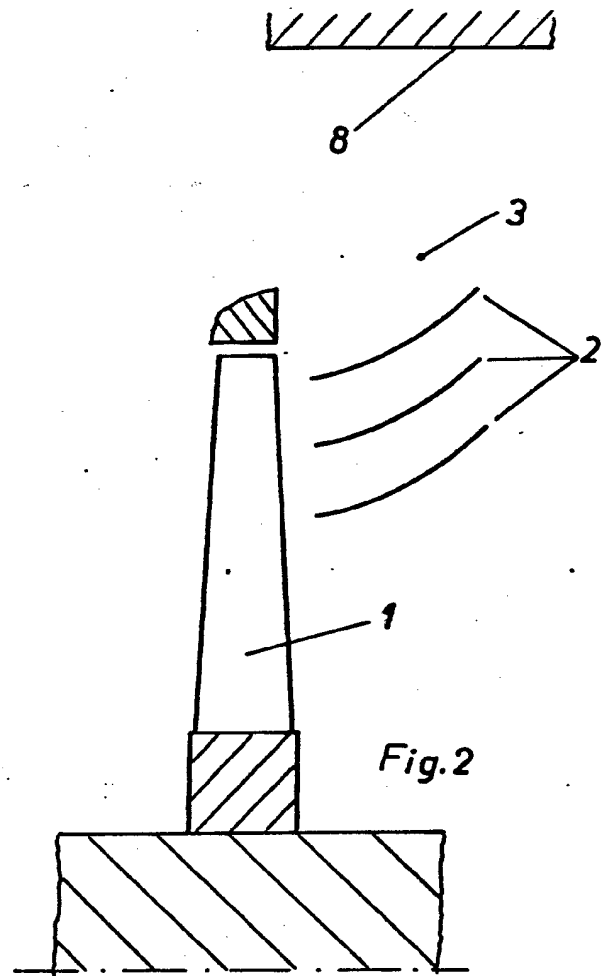


Fig. 2

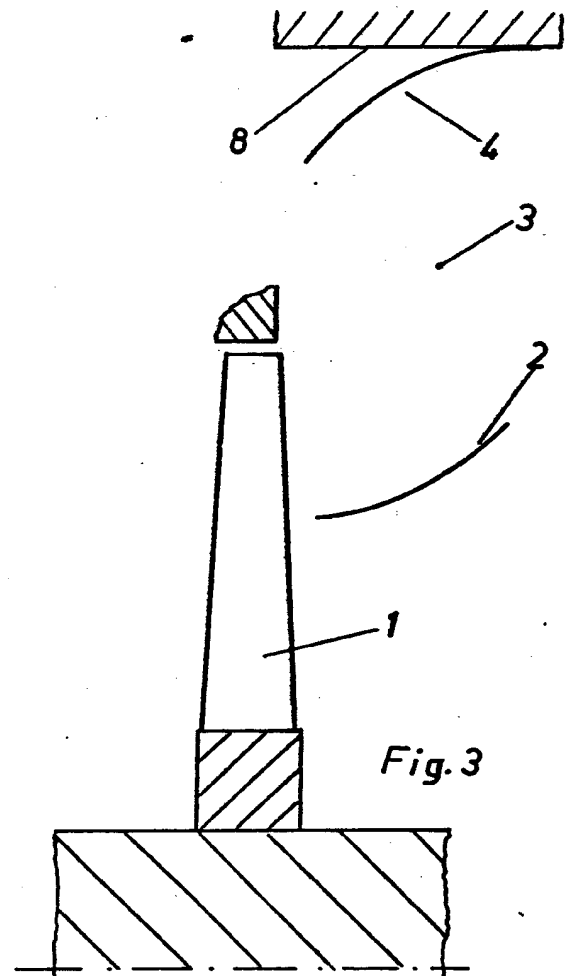
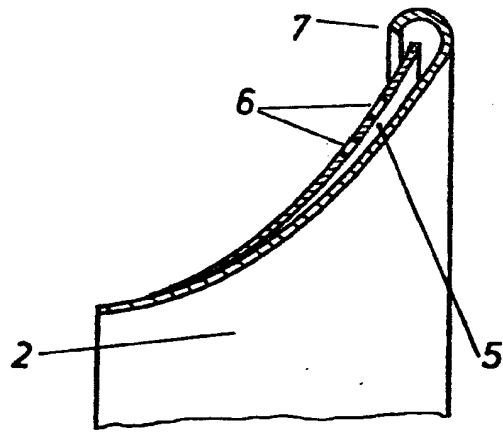


Fig. 3

232730 4



Schnitt A-A

Fig. 5

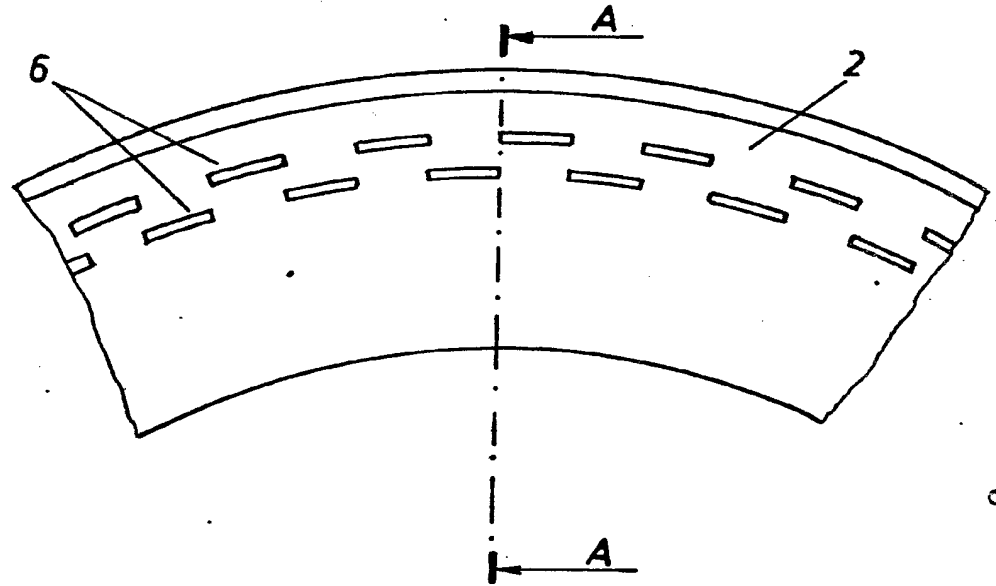


Fig. 4

8

232730 4