



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 602 040 B1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

- 49 Veröffentlichungstag der Patentschrift: **01.03.95**      51 Int. Cl.<sup>6</sup>: **F01D 25/12, F01K 13/02**
- 21 Anmeldenummer: **92909172.6**
- 22 Anmeldetag: **07.05.92**
- 86 Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE92/00373**
- 87 Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 93/05276 (18.03.93 93/08)**

54 **KÜHLUNG EINER NIEDERDRUCK-DAMPFTURBINE IM VENTILATIONSBETRIEB.**

- |  |  |
|--|--|
| 30 Priorität: <b>06.09.91 DE 4129518</b>   | 73 Patentinhaber: <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT</b><br><b>Wittelsbacherplatz 2</b><br><b>D-80333 München (DE)</b>  |
| 43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:<br><b>22.06.94 Patentblatt 94/25</b>                      | 72 Erfinder: <b>KELLER, Herbert</b><br><b>Böllerts Höfe 85</b><br><b>D-4330 Mülheim (DE)</b><br>Erfinder: <b>BERGMANN, Dietmar</b><br><b>Tilsiter Strasse 79</b><br><b>D-4330 Mülheim (DE)</b> |
| 45 Bekanntmachung des Hinweises auf die<br>Patenterteilung:<br><b>01.03.95 Patentblatt 95/09</b> |  |
| 84 Benannte Vertragsstaaten:<br><b>CH DE ES FR GB IT LI SE</b>                                   |  |
| 56 Entgegenhaltungen:<br><b>US-A- 3 173 654</b>  |  |

**EP 0 602 040 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kühlung einer Niederdruck-Dampfturbine im Ventilationsbetrieb, wobei der Rotor der Dampfturbine ohne Beaufschlagung mit zu entspannendem Dampf gedreht wird. Ein solcher Ventilationsbetrieb kommt z. B. vor in einem mehrgehäusigen Turbosatz, in dem vor einer Niederdruck-Dampfturbine eine Möglichkeit zur Ableitung des ansonsten in der Niederdruck-Turbine zu entspannenden Dampfes in einen Heizwärmetauscher oder dergleichen vorgesehen ist.

In einem mehrgehäusigen Turbosatz ist es üblich, die Rotoren der einzelnen Turbinen miteinander zu kuppeln und starr mit der Welle eines Generators oder dergleichen zu verbinden. Dementsprechend drehen sich alle Turbinen des Turbosatzes synchron, darunter auch Turbinen, die beispielsweise wegen einer anderen Verwendung des Dampfes nicht im Leistungsbetrieb arbeiten.

In einer im Ventilationsbetrieb arbeitenden Niederdruck-Turbine herrscht kein absolutes Vakuum, sondern es liegt eine Dampfatmosfera vor, deren statischer Druck dem in dem mit der Niederdruck-Turbine verbundenen Kondensator herrschenden Druck entspricht. Die Reibung der Turbinenschaufeln an diesem Dampf (Ventilation) kann zu beachtlicher Wärmeentwicklung führen, wodurch die Turbine stark, möglicherweise sogar unzulässig hoch, aufgeheizt werden kann. Zur Gewährleistung eines sicheren Ventilationsbetriebes ist daher eine Kühlung hierfür notwendig.

Im Rahmen bekannter Kühlmaßnahmen wird in den Auslaß oder, falls die aufzuwendende Kühlleistung besonders hoch sein muß, in den Einlaß der Turbine Kondensat unter Zerstäubung eingespritzt. Das Kondensat verdampft unter Temperaturabsenkung und vermag somit die ventilierende Turbine zu kühlen. Nachteilig ist, daß die Kühlwirkung des am Auslaß der Turbine eingespritzten Kondensates stark eingeschränkt ist, bzw. daß die Einspritzung von Kondensat am Einlaß der Turbine zu einer an sich unerwünschten starken Abkühlung der Turbinenwelle führt. Dadurch wird einerseits die aufzuwendende Kühlleistung stark erhöht, und andererseits wird die Turbinenwelle durch die Abkühlung unerwünschten Beanspruchungen unterzogen.

Erfolgt die Einspritzung am Auslaß, so beschränkt sich die Kühlwirkung außerdem häufig auf Teile der Turbine in der Nähe des Auslasses; erfolgt die Einspritzung am Einlaß, kann Kondensat, das sich im Bereich des Einlasses agglomiert, durch Schwallbildung die Beschaufelung der Turbine gefährden.

Wärmekraftanlagen mit Dampfturbinen sind beispielsweise beschrieben in der DE-OS 14 26 887 und der DE 34 06 071 A1; letztere Schrift

betrifft speziell Kühlmaßnahmen in einer Dampfturbine, allerdings Kühlmaßnahmen, die auf den Leistungsbetrieb der Dampfturbinen abzielen. Hinweise zur Ausführung mehrgehäusiger Dampfturbosätze sind beispielsweise der EP 0 213 297 B1, betreffend speziell Verbindungsmittel zwischen den Gehäusen eines Turbosatzes, entnehmbar. Allgemeine Hinweise zur Ausführung von Dampfkraftanlagen finden sich in der "Handbuchreihe Energie", herausgegeben von Thomas Bohn, Technischer Verlag Resch, Gräffeling, und Verlag TÜV-Rheinland, Köln - siehe insbesondere den 1985 erschienenen Band 5, "Konzeption und Aufbau von Dampfkraftwerken". Ein Kondensator für den Wasser-Dampf-Kreislauf einer Kraftwerksanlage ist in der DE 37 17 521 A1 beschrieben.

Das US-Patent 3,173,654 zeigt ein Verfahren zur Kühlung einer Dampfturbine im Ventilationsbetrieb, wobei Kondensat durch eine besondere Verteilerrohranordnung zur Kühlung in die Dampfturbine eingespritzt wird.

In Ansehung des Standes der Technik basiert die Erfindung auf der Aufgabe, eine möglichst effiziente und schonende Kühlung einer Dampfturbine im Ventilationsbetrieb anzugeben.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Kühlung einer Niederdruck-Dampfturbine im Ventilationsbetrieb, welche Niederdruck-Dampfturbine einen absperrbaren Einlaß, durch den zum Leistungsbetrieb Dampf zustellbar ist und der im Ventilationsbetrieb abgesperrt ist, einen Auslaß, der mit einem Kondensator zur Kondensation des Dampfes zu Kondensat kommuniziert, sowie zwischen dem Einlaß und dem Auslaß eine Anzapfung aufweist, an der eine Zapfleitung zur Ableitung von Dampf und/oder Kondensat zu einem Vorwärmer bei Leistungsbetrieb angeschlossen ist, zeichnet sich dadurch aus, daß durch eine Dampf-Überleitung der Zapfleitung, und damit der Anzapfung, Dampf zugestellt wird.

Der an der Anzapfung in die Niederdruck-Dampfturbine eingeführte Dampf trägt vorteilhafterweise einen gewissen Anteil von fein verteilten Kondensattropfen mit sich, da solche Kondensattropfen in der Niederdruck-Dampfturbine verdampfen und dabei erhebliche Wärmemengen aufnehmen können. Ein solches Dampf-Kondensat-Gemisch kann durch Entnahme des der Niederdruck-Dampfturbine zuzustellenden Dampfes an geeigneter Stelle in der Wärmekraftanlage unmittelbar erhalten, durch Entspannung des Dampfes auf dem Wege zur Anzapfung gebildet oder durch Versetzen des Dampfes mit Kondensat bereitgestellt werden.

Es ist nicht notwendig, daß der Einlaß der erfindungsgemäß zu kühlenden Niederdruck-Turbine unmittelbar eine Absperrereinrichtung aufweist - die Absperrung des Einlasses der Niederdruck-Turbine kann auch bewirkt werden, indem eine der

Niederdruck-Turbine vorgeschaltete und mit dieser kommunizierende Mitteldruck-Turbine oder Hochdruck-Turbine abgesperrt wird (und dementsprechend ebenfalls ventiliert). Auch kann die erfindungsgemäß zu kühlende Turbine mehrere Anzapfungen aufweisen.

Ein wesentliches Merkmal der Erfindung ist, daß der kühlende Dampf bzw. das kühlende Dampf-Kondensat-Gemisch der Turbine nicht am Einlaß oder am Auslaß, sondern an einer Anzapfung zugeführt wird. Auf diese Weise kommt die Kühlung in der Turbine besonders den radial außen liegenden Enden der Schaufeln zugute, die durch die Reibung an dem in der Turbine befindlichen Dampf ohnehin am höchsten belastet sind. Erfindungsgemäß wird damit die Kühlwirkung weitgehend auf die Bereiche der Turbine beschränkt, wo sie erwünscht ist; die Abkühlung anderer Komponenten der Turbine, die aus den erwähnten Gründen in der Regel unerwünscht ist, wird vermieden.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ergibt sich in Dampfturbinenanlagen mit Zapfleitungen, die von den angezapften Turbinen vertikal nach unten geführt sind. Wird einer solchen Zapfleitung ein Gemisch aus Dampf und Kondensat zugestellt, so gelangen nur Dampf und hinreichend kleine, von dem Dampf mitgeführte Kondensattropfen bis zur Turbine. Größere Tropfen sowie Kondensat, das sich auf den Wänden der Zapfleitung niederschlägt, werden nach unten weggeführt und erreichen die Turbine nicht. Dementsprechend ist es nicht erforderlich, in der erfindungsgemäß gekühlten Turbine mit etwa vertikal nach unten geführter Zapfleitung besondere Entwässerungseinrichtungen vorzusehen, mit denen das von den großen Tropfen stammende und kaum verdampfende Kondensat aus der Turbine abgeführt werden müßte.

Besonders günstig ist es stets, der Zapfleitung außer dem Dampf zusätzlich Kondensat zuzustellen, insbesondere indem durch eine Kondensat-Überleitung Kondensat in die Dampf-Überleitung und/oder in die Anzapfleitung eingespritzt wird. Besonders vorteilhaft ist es, das Kondensat mit dem Dampf in einer Zerstäuberdüse zu mischen und aus dieser Zerstäuberdüse in die Zapfleitung einzuspritzen. In feinen Tröpfchen verteiltes Kondensat - ein Tröpfchendurchmesser kleiner als etwa 0,1 mm ist wünschenswert - zeitigt eine besonders hohe Kühlwirkung durch das in der zu kühlenden Turbine unter Wärmeaufnahme erfolgende Verdampfen.

Kondensat zur Zustellung in die Zapfleitung wird vorteilhafterweise hinter einer das Kondensat fördernden Kondensatpumpe von der Kondensat-Hauptleitung abgezweigt; auf diese Weise kann auf eine besondere Fördereinrichtung für das im Rahmen der Erfindung einzusetzende Kondensat verzichtet werden.

Besonders vorteilhaft wird das erfindungsgemäße Verfahren in der Weise gesteuert, daß in der ventilierenden, erfindungsgemäß gekühlten Niederdruck-Turbine zwischen der Anzapfung und dem Auslaß an einer Meßstelle eine Temperatur gemessen und in Abhängigkeit von dieser Temperatur die Zustellung des Dampfes, bzw. die Zustellung des Dampf-Kondensat-Gemisches, zur Zapfleitung geregelt wird.

Vorteilhafterweise wird die Zustellung von Dampf bzw. Dampf und Kondensat zu der Zapfleitung im Rahmen der Erfindung so begrenzt, daß in der Niederdruck-Turbine ein Dampfstrom entsteht, der einem Anteil der Größenordnung von etwa 1 % des Dampfstromes bei Leistungsbetrieb entspricht. Ein Dampfstrom dieser Größenordnung ermöglicht erfindungsgemäß die Kühlung der Turbine in hinreichendem Umfang, leistet jedoch nicht soviel Arbeit, daß die Drehzahlregelung des Turbosatzes, dessen Bestandteil die gekühlte Turbine ist, beeinträchtigt werden könnte.

Günstig ist es, den zum Zwecke der Kühlung der Niederdruck-Dampfturbine einzusetzenden Dampf (der günstigerweise einen gewissen Anteil von fein verteilten Kondensattropfen enthält) einem vielfach in Dampfkraftanlagen ohnehin vorgesehenen Kondensatbehälter zu entnehmen, welcher der Sammlung, Aufwärmung und Entgasung des Kondensates dient. Einem solchen Kondensatbehälter ist zum Zwecke der Entgasung des Kondensates in der Regel Heizdampf zuzuführen; dadurch werden die thermodynamischen Bedingungen in dem Kondensatbehälter stets sehr konstant gehalten. Deshalb stellt der Kondensatbehälter ein bevorzugtes Reservoir für erfindungsgemäß verwendbaren Dampf dar, da der aus dem Dampfraum des Kondensatbehälters entnommene Dampf stets sofort durch Ausdampfen des Kondensats ersetzt wird, wobei aufgrund der erfindungsgemäß erforderlichen geringen Dampfmenngen keine wesentlichen Veränderungen der thermodynamischen Verhältnisse in dem Kondensatbehälter eintreten. Dampf aus dem Kondensatbehälter ist aufgrund der Koexistenz von Dampf und Kondensat gesättigt, eventuell sogar mit fein verteiltem Kondensat versetzt, und eignet sich daher besonders zur Verwendung im Rahmen der Erfindung.

Auch ist es vorteilhaft, den erfindungsgemäß der Zapfleitung zuzustellenden Dampf aus einer Dampf-Ableitung, durch die beim Ventilationsbetrieb der Niederdruck-Turbine der Dampf um diese herumgeleitet wird, zu entnehmen. Eine solche Dampf-Ableitung führt beispielsweise den Dampf von einer der Niederdruck-Dampfturbine vorgeschalteten Hochdruck-Dampfturbine bzw. Anordnung aus einer Hochdruck-Dampfturbine und einer Mitteldruck-Dampfturbine um die Niederdruck-Dampfturbine herum zu einer Heizeinrichtung oder

dergleichen, wo möglicherweise der Dampf abgekühlt und kondensiert wird. Besonders günstig ist es, zum Erhalt eines Dampf-Kondensat-Gemisches den der Zapfleitung zuzustellenden Dampf einer solchen Heizeinrichtung zu entnehmen.

Vorteilhaft ist es weiterhin, den der Zapfleitung zuzustellenden Dampf einer der Niederdruck-Dampfturbine vorgeschalteten Hochdruck- oder Mitteldruck-Dampfturbine direkt oder indirekt (beispielsweise einem von dieser gespeisten Vorwärmer oder dergleichen) zu entnehmen. Der einer der Niederdruck-Dampfturbine vorgeschalteten Stelle des Dampf-Kondensat-Kreislaufs entnommene Dampf hat üblicherweise einen hinreichend hohen Eigendruck und kann daher der Zapfleitung zugeführt werden, ohne daß hierfür besondere Pumpen oder dergleichen erforderlich sind. Auch kann Dampf, der unter hinreichend hohem Druck steht, durch Entspannen in ein Dampf-Kondensat-Gemisch überführt werden, welches für die erfindungsgemäße Kühlung der Niederdruck-Dampfturbine besonders günstig ist.

Die weitere Erläuterung der Erfindung erfolgt anhand des in der Zeichnung schematisiert dargestellten Ausführungsbeispiels. Die einzige Figur zeigt einen Ausschnitt aus einer Wärmekraftanlage, in der ein Arbeitsmittel, speziell Wasser, in einem geschlossenen Kreislauf geführt wird. Der Kreislauf umfaßt eine Hochdruck-Dampfturbine 17, eine Niederdruck-Dampfturbine 1, einen Kondensator 5, einen Vorwärmer 7 und einen Kondensatbehälter 8; weitere Bestandteile des Kreislaufs, beispielsweise ein Kessel, sind nicht dargestellt. Der Übersichtlichkeit halber ist nur eine einzige Hochdruck-Dampfturbine 17 gezeigt; selbstverständlich ist die Erfindung auch in Kreisläufen anwendbar, in denen sich drei oder mehr Turbinengehäuse befinden, oder in denen eine Turbine nicht einflutig wie dargestellt, sondern zweiflutig ausgeführt ist. Auch die Darstellung eines einzigen Vorwärmers 7 soll nicht die Anwendbarkeit der Erfindung für Kreisläufe ausschließen, in denen eine Mehrzahl von Vorwärmern 7 vorgesehen ist. Die dargestellten Bestandteile des Kreislaufs sind untereinander verbunden durch Dampf-Verbindungsleitungen 18 bzw. Kondensat-Hauptleitungen 9. In die Kondensat-Hauptleitung 9 ist eine Kondensat-Pumpe 15 eingefügt. Auch diese Kondensat-Pumpe 15 ist dargestellt stellvertretend für eine möglicherweise vorhandene Mehrzahl solcher Kondensat-Pumpen 15. Zwischen der Hochdruck-Dampfturbine 17 und der Niederdruck-Dampfturbine 1 befindet sich in der Dampf-Verbindungsleitung 18 ein Umschalter 19, der üblicherweise mit Klappen gebildet wird, mit dessen Hilfe der von der Hochdruck-Dampfturbine 17 abströmende Dampf durch eine Dampf-Ableitung 20 zu einem Heizwärmetauscher 21 ableitbar ist, so daß je nach Einstellung des Umschalters 19 die Nieder-

druck-Dampfturbine 1 nicht mit Dampf beaufschlagt wird. Der Heizwärmetauscher 21 symbolisiert eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Nutzung des Dampfes, der von der Hochdruck-Dampfturbine 17 abströmt. Im dargestellten Beispiel wird der dem Heizwärmetauscher 21 zugeführte Dampf in diesem kondensiert und fließt als Kondensat über eine Kondensat-Rückleitung 22 der Kondensat-Hauptleitung 9 vor dem Vorwärmer 7 wieder zu.

Die Niederdruck-Dampfturbine 1 soll mit der Hochdruck-Dampfturbine 17 starr gekuppelt sein, so daß die Rotoren beider Dampfturbinen 1 und 17 synchron laufen. Wenn also der von der Hochdruck-Dampfturbine 17 abströmende Dampf durch die Dampf-Ableitung 20 abgeleitet wird, rotiert die Niederdruck-Dampfturbine 1 im Leerlauf; da in dieser Niederdruck-Dampfturbine 1 ein statischer Druck herrscht, der dem Druck des Dampfes in dem Kondensator 5 entspricht, tritt Reibung auf. Eine Wärmeabführung durch den Energieverlust des im Leistungsbetrieb in der Niederdruck-Dampfturbine 1 entspannten Dampfes tritt aber nicht ein. Dementsprechend kann zur Ermöglichung eines Ventilationsbetriebes der Niederdruck-Dampfturbine 1 das Vorsehen einer Kühlung erforderlich sein.

Die Niederdruck-Dampfturbine 1 wird an einem Einlaß 2 mit Dampf beaufschlagt, und der entspannte Dampf verläßt die Niederdruck-Dampfturbine 1 an einem Auslaß 3 zum Kondensator 5. Zur Abführung von Kondensat, das in der Niederdruck-Dampfturbine 1 beim Leistungsbetrieb durch Entspannen des arbeit leistenden Dampfes bereits entsteht, oder zur Abzapfung von Dampf zur Beheizung eines Vorwärmers 7, ist zwischen Einlaß 2 und Auslaß 3 eine Anzapfung 4 vorgesehen, wo eine Zapfleitung 6 angeschlossen ist. Die Zapfleitung 6 führt von der Anzapfung 4 zum Vorwärmer 7, wo das abgezapfte Arbeitsmittel zur Vorwärmung des Kondensates aus dem Kondensator 5 herangezogen wird. Zur Abführung des an der Anzapfung 4 abgezapften Arbeitsmittels aus dem Vorwärmer 7 gibt es mehrere Möglichkeiten; beispielsweise kann dieses nach Durchströmen des Vorwärmers 7 weitere, nicht dargestellte Vorwärmer durchfließen und schließlich mit dem Kondensat in der Kondensat-Hauptleitung 9 vereinigt werden. Durch die Kondensat-Hauptleitung 9 fließt das Kondensat einem Kondensatbehälter 8 (der gelegentlich auch als "Entgaser" bezeichnet wird) zu. In dem Kondensatbehälter 8 wird das Kondensat beheizt mittels Dampf, der durch eine Heizdampf-Leitung 10 unterhalb des Kondensatspiegels 26 in das Kondensat eingeleitet wird. Diese Beheizung dient u. a. dazu, aus dem Kondensat Gase, wie z. B. Sauerstoff, zu entfernen. Oberhalb des Kondensatspiegels 26 befindet sich in dem Kondensatbehälter 8 ein mit Dampf erfüllter Dampfraum 11. Diesem Dampfraum 11 wird Dampf entnommen

und durch eine Dampf-Überleitung 12 der Zapfleitung 6 zugeführt. Weiterhin fließt der Zapfleitung 6 durch eine Kondensat-Überleitung 13 Kondensat zu; Dampf und Kondensat werden durch eine schematisch angedeutete Zerstäuberdüse 14 gemeinsam in die Zapfleitung 6 eingespritzt. In der Zapfleitung 6 entsteht ein Gemisch aus Dampf und feinen Kondensattropfen, das zum Zwecke der Kühlung an der Anzapfung 4 in die Niederdruck-Dampfturbine 1 einströmt. Die Kondensat-Überleitung 13 mündet hinter der Kondensat-Pumpe 15 in die Kondensat-Hauptleitung 9. Es ist nicht erforderlich, Kondensat und Dampf der Zapfleitung 6 durch eine einzige Zerstäuberdüse 14 zuzuführen; Dampf und Kondensat können auch unabhängig voneinander der Zapfleitung 6 zugestellt werden. Zur Begrenzung des Dampfstroms in der Niederdruck-Turbine kann in der Dampf-Überleitung 12 gegebenenfalls eine kritische Blende vorgesehen werden. Zur Regelung der Kühlung der Niederdruck-Dampfturbine 1 bei Ventilationsbetrieb, ohne Arbeitsleistung, ist in dieser zwischen der Anzapfung 4 und dem Auslaß 3 eine Meßstelle 16 vorgesehen, an der eine Temperaturmessung erfolgt; diese Temperaturmessung wird durch (nicht dargestellte, an sich bekannte Mittel) ausgewertet und über eine Steuerleitung 25 einem Dampf-Regelventil 23 in der Dampf-Überleitung 12, bzw. einem Kondensat-Regelventil 24 in der Kondensat-Überleitung 13 zugeführt.

Schließlich ist zu bemerken, daß die Dampf-Überleitung 12 und die Kondensat-Überleitung 13 während des Leistungsbetriebs der Niederdruck-Dampfturbine 1 nicht unbedingt vollständig abgesperrt sein müssen; über kleine Umgehungsleitungen, mit denen Dampf-Regelventil 23 bzw. Kondensat-Regelventil 24 umgangen werden, kann ein geringer Fluß von Dampf bzw. Kondensat zur Zapfleitung 6 aufrechterhalten werden, was zur Warmhaltung der Dampf-Überleitung 12 und der Kondensat-Überleitung 13 u. U. vorteilhaft sein kann.

Sofern ein Kondensatbehälter 8 für eine Entnahme von Dampf zur Einspeisung in die Anzapfung 4 der Niederdruck-Dampfturbine 1 nicht zur Verfügung steht, kann solcher Dampf einer Dampf-Verbindungsleitung 18 zwischen Hochdruck-Dampfturbine 17 und Niederdruck-Dampfturbine 1 oder der Dampf-Ableitung 20, womöglich sogar dem Heizwärmetauscher 21, entnommen werden; auch ist eine Entnahme aus einem der Hochdruck-Dampfturbine 17 zugeordneten, nicht dargestellten Vorwärmer denkbar. Da die Hochdruck-Dampfturbine 17 auch im Ventilationsbetrieb der Niederdruck-Dampfturbine 1 im Leistungsbetrieb arbeitet, ist jedenfalls davon auszugehen, daß die thermodynamischen Verhältnisse sowohl in der Hochdruck-Dampfturbine 17 als auch in den mit dieser unmittelbar kommunizierenden Hilfseinrichtungen sehr

stabil sind, so daß sie zur Einbindung in das erfindungsgemäße System zur Kühlung der ventilierenden Niederdruck-Dampfturbine 1 ohne weiteres einbezogen werden können.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Kühlung einer Niederdruck-Dampfturbine im Ventilationsbetrieb ist besonders energiesparend, da es weitgehend auf ohnehin verfügbare Ressourcen zurückgreift, und es vermeidet Materialbeanspruchungen dadurch, daß die Kühlwirkung sich hauptsächlich nur in Bereichen der Niederdruck-Dampfturbine auswirkt, wo sie erwünscht ist.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Kühlung einer Niederdruck-Dampfturbine (1) im Ventilationsbetrieb, welche Niederdruck-Dampfturbine (1) einen absperribaren Einlaß (2), durch den zum Leistungsbetrieb Dampf zustellbar ist und der im Ventilationsbetrieb abgesperrt ist, einen Auslaß (3), der mit einem Kondensator (5) zur Kondensation des Dampfes zu Kondensat kommuniziert, sowie zwischen dem Einlaß (2) und dem Auslaß (3) eine Anzapfung (4) aufweist, an der eine Zapfleitung (6) zur Ableitung von Dampf und/oder Kondensat zu einem Vorwärmer (7) bei Leistungsbetrieb angeschlossen ist, bei welchem Verfahren Dampf der Zapfleitung (6) durch eine Dampf-Überleitung (12) zugestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Zapfleitung (6) zusätzlich durch eine Kondensat-Überleitung (13) Kondensat zugestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem das Kondensat in die Dampf-Überleitung (12) und/oder in die Zapfleitung (6) eingespritzt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem das Kondensat durch eine Zerstäuberdüse (14) in die Zapfleitung (6) eingespritzt und in der Zerstäuberdüse (14) mit dem Dampf gemischt und zerstäubt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bei dem das Kondensat zur Zustellung in die Zapfleitung (6) hinter einer Kondensatpumpe (15) von der Kondensat-Hauptleitung (9) abgeführt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem
  - a) in der Niederdruck-Turbine (1) zwischen der Anzapfung (4) und dem Auslaß (3) an einer Meßstelle (16) eine Temperatur gemessen wird;

b) in Abhängigkeit von der Temperatur die Zustellung des Dampfes, bzw. die Zustellung des Dampfes und/oder des Kondensates, zur Zapfleitung (6) geregelt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Zustellung von Dampf bzw. Dampf und Kondensat zu der Zapfleitung (6) so begrenzt wird, daß in der Niederdruck-Turbine (1) ein Dampfstrom entsteht, der höchstens etwa 1 % des Dampfstromes in der Niederdruck-Turbine (1) bei Leistungsbetrieb beträgt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem einem Kondensatbehälter (8), dem aus dem Kondensator (5) und durch den Vorwärmer (7) über eine Kondensat-Hauptleitung (9) das Kondensat zugestellt wird und in dem das Kondensat durch Einleiten von Dampf durch eine Heizdampf-Leitung (10) beheizbar ist, aus einem Dampfraum (11) Dampf entnommen und der Zapfleitung (6) zugeführt wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der der Zapfleitung (6) zuzustellende Dampf einer Dampf-Ableitung (20), durch die beim Ventilationsbetrieb der Niederdruck-Dampfturbine (1) Dampf geleitet wird, entnommen wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der der Zapfleitung (6) zuzustellende Dampf einer der Niederdruck-Dampfturbine (1) vorgeschalteten Hochdruck-Dampfturbine (17) entnommen wird.

## Claims

1. Method for cooling a low pressure steam turbine (1) operating in ventilation mode, which low pressure steam turbine (1) has a closable inlet (2) through which steam can be delivered when operating in power generation mode and which is blocked off when operating in ventilation mode, an outlet (3) which communicates with a condenser (5) for condensing the steam to condensate and, between the inlet (2) and the outlet (3), a bleed port (4) to which is connected a bleed pipe (6) for diverting steam and/or condensate to a preheater (7) during operation in power generation mode, in which method steam is supplied to the bleed pipe (6) through a steam transfer pipe (12).
2. Method according to Claim 1, in which condensate is additionally supplied to the bleed pipe

(6) through a condensate transfer pipe (13).

3. Method according to Claim 2, in which the condensate is sprayed into the steam transfer pipe (12) and/or into the bleed pipe (6).
4. Method according to Claim 3, in which the condensate is sprayed through an atomizing nozzle (14) into the bleed pipe (6), and is mixed with the steam and atomized in the atomizing nozzle (14).
5. Method according to one of Claims 2 to 4, in which the condensate to be supplied to the bleed pipe (6) is diverted from the main condensate pipe (9) behind a condensate pump (15).
6. Method according to one of the preceding claims, in which :
  - a) a temperature is measured at a measuring station (16) in the low pressure turbine (1) between the bleed port (4) and the outlet (3);
  - b) the supply of steam, or alternatively the supply of steam and/or condensate, to the bleed pipe (6) is regulated as a function of the temperature.
7. Method according to one of the preceding claims, in which the supply of steam, or steam and condensate, to the bleed pipe (6) is limited in such a way that a flow of steam is produced in the low pressure turbine (1) which is, at most, approximately 1% of the flow of steam in the low pressure turbine (1) when operating in power generation mode.
8. Method according to one of the preceding claims, in which the condensate is supplied from the condenser (5) through the preheater (7) via a main condensate pipe (9) to a condensate tank (8), in which the condensate can be heated by the introduction of steam through a heating steam pipe (10) and from which steam is extracted from a steam space (11) and supplied to the bleed pipe (6).
9. Method according to one of the preceding claims, in which the steam to be supplied to the bleed pipe (6) is extracted from a steam by-pass pipe (20) through which steam is supplied during ventilation operation of the low pressure steam turbine (1).
10. Method according to one of the preceding claims, in which the steam to be supplied to the bleed pipe (6) is extracted from a high

pressure steam turbine (17) upstream of the low pressure steam turbine (1).

## Revendications

1. Procédé pour refroidir une turbine à vapeur basse pression (1) dans le fonctionnement en ventilation, laquelle turbine à vapeur basse pression (1) comporte une entrée (2) pouvant être fermée, au moyen de laquelle de la vapeur peut être envoyée pour le fonctionnement en puissance et qui est fermée dans le fonctionnement en ventilation, une sortie (3), qui communique avec un condenseur (5) pour la condensation de la vapeur en un condensat, ainsi qu'entre l'entrée (2) et la sortie (3), une prise (4), à laquelle est raccordée une canalisation de soutirage (6) servant à dériver de la vapeur et/ou du condensat en direction d'un réchauffeur (7) lors du fonctionnement en puissance, procédé selon lequel de la vapeur est envoyée à la canalisation de soutirage (6) par une canalisation de transfert de vapeur (12). 5 10 15 20
2. Procédé suivant la revendication 1, dans lequel en outre du condensat est envoyé à la canalisation de soutirage (6), par l'intermédiaire d'une canalisation de transfert de condensat (13). 25 30
3. Procédé suivant la revendication 2, dans lequel le condensat est injecté dans la canalisation de transfert de vapeur (12) et/ou dans la canalisation de soutirage (6). 35
4. Procédé suivant la revendication 3, selon lequel le condensat est injecté par l'intermédiaire d'une buse de pulvérisation (14) dans la canalisation de soutirage (6) et est mélangé à la vapeur pulvérisée, dans la buse de pulvérisation (14). 40
5. Procédé suivant l'une des revendications 2 à 4, selon lequel, pour son envoi à la canalisation de soutirage (6), le condensat est prélevé de la canalisation principale à condensat (9), en aval d'une pompe à condensat (15). 45
6. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, selon lequel 50
  - a) une température est mesurée en un point de mesure (16) dans la turbine basse pression (1) entre la prise (4) et la sortie (3);
  - b) l'envoi de la vapeur ou l'envoi de la vapeur et/ou du condensat à la canalisation de soutirage (6) est réglé en fonction de la température. 55
7. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, selon lequel l'envoi de la vapeur ou de la vapeur et du condensat à la canalisation de soutirage (6) est limité de manière qu'il apparaisse, dans la turbine basse pression (1), un courant de vapeur, qui correspond au maximum à environ 1 % du courant de vapeur dans la turbine basse pression (1), lors du fonctionnement en puissance.
8. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, selon lequel de la vapeur est prélevée d'une chambre à vapeur (11) d'un récipient de réception du condensat (8), dans lequel le condensat est envoyé à partir du condenseur (5) en passant par le réchauffeur (7) par l'intermédiaire d'une canalisation principale à condensat (9), et dans lequel le condensat peut être chauffé par l'introduction de vapeur au moyen d'une canalisation de vapeur chaude (10), et est envoyée à la canalisation de soutirage (6).
9. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, selon lequel la vapeur, qui doit être envoyée à la canalisation de soutirage (6), est prélevée d'une canalisation d'évacuation de vapeur (20), au moyen de laquelle, lors du fonctionnement en ventilation, de la vapeur est envoyée autour de la turbine à vapeur basse pression (1).
10. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, selon lequel la vapeur devant être envoyée à la canalisation de soutirage (6) est prélevée d'une turbine à vapeur haute pression (17), qui est montée en amont de la turbine basse pression (1).

