

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 624 155 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:

**08.02.2006 Patentblatt 2006/06**

(51) Int Cl.:

**F01D 3/04** <sup>(2006.01)</sup>(21) Anmeldenummer: **04018285.9**(22) Anmeldetag: **02.08.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

**AL HR LT LV MK**(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT****80333 München (DE)**

(72) Erfinder:

- **Deidewig, Frank, Dr.**  
**45149 Essen (DE)**

- **Kostenko, Yevgen, Dr.**

**51429 Bergisch Gladbach (DE)**

- **Myschi, Oliver**

**45473 Muelheim A.D. Ruhr (DE)**

- **Wechsung, Michael**

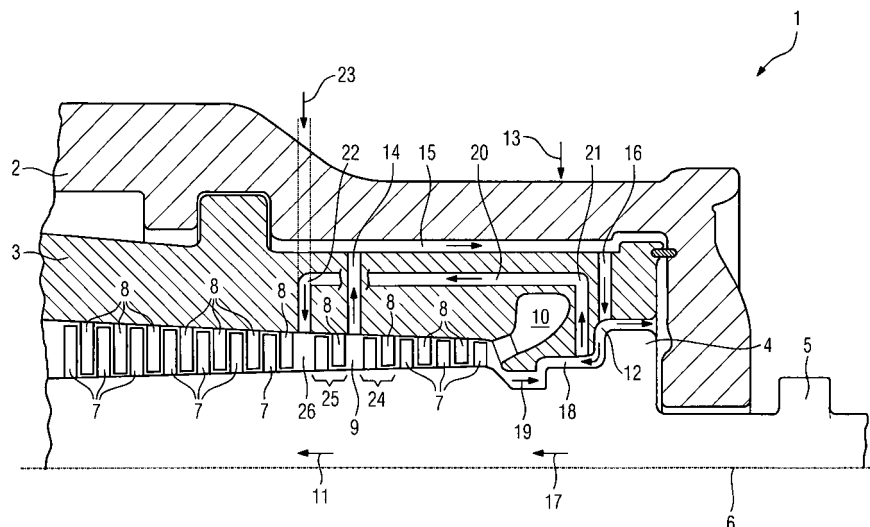
**45470 Muelheim (DE)**

- **Zander, Uwe**

**45475 Mülheim (DE)****(54) Dampfturbine und Verfahren zum Betrieb einer Dampfturbine**

(57) Es wird eine Dampfturbine (1) mit einem Außengehäuse (2) und einem Innengehäuse (3) vorgestellt, wobei das Außengehäuse (2) und das Innengehäuse (3) einen Frischdampfzuführungskanal (10) aufweisen, wobei ein Schubausgleichskolben (4) aufweisen der Rotor (5) umfassend mehrere Laufschaufeln (7) drehgelagert innerhalb des Innengehäuses (3) angeordnet ist, und das Innengehäuse (3) mehrere Leitschaufeln (8) aufweist, die derart angeordnet sind, dass entlang einer Strömungsrichtung (11) ein Strömungskanal (9) mit mehreren Schaufelstufen, die jeweils eine Reihe Laufschaufeln (7) und eine Reihe Leitschaufeln (8) aufweisen, gebildet ist, wobei das Innengehäuse (3) einen Rückführungskanal (14) aufweist, der als eine kommunizierende Röhre zwischen einem Raum (15) zwischen Innengehäuse (3) und Außengehäuse (2) und dem Strömungskanal (9) nach einer Schaufelstufe ausgebildet ist und dass das Innengehäuse (3) einen Zuführungskanal (16) aufweist, der als eine kommunizierende Röhre zwischen dem Raum (15) zwischen Innengehäuse (3) und Außengehäuse (2) und einem Schubausgleichskolbenvorraum (12) zwischen dem Schubausgleichskolben (4) des Rotors (5) und des Innengehäuses (3) ausgebildet ist.

Es wird eine Dampfturbine (1) mit einem Außengehäuse (2) und einem Innengehäuse (3) vorgestellt, wobei das Außengehäuse (2) und das Innengehäuse (3) einen Frischdampfzuführungskanal (10) aufweisen, wobei ein Schubausgleichskolben (4) aufweisen der Rotor (5) umfassend mehrere Laufschaufeln (7) drehgelagert innerhalb des Innengehäuses (3) angeordnet ist, und das Innengehäuse (3) mehrere Leitschaufeln (8) aufweist, die derart angeordnet sind, dass entlang einer Strömungsrichtung (11) ein Strömungskanal (9) mit mehreren Schaufelstufen, die jeweils eine Reihe Laufschaufeln (7) und eine Reihe Leitschaufeln (8) aufweisen, gebildet ist, wobei das Innengehäuse (3) einen Rückführungskanal (14) aufweist, der als eine kommunizierende Röhre zwischen einem Raum (15) zwischen Innengehäuse (3) und Außengehäuse (2) und dem Strömungskanal (9) nach einer Schaufelstufe ausgebildet ist und dass das Innengehäuse (3) einen Zuführungskanal (16) aufweist, der als eine kommunizierende Röhre zwischen dem Raum (15) zwischen Innengehäuse (3) und Außengehäuse (2) und einem Schubausgleichskolbenvorraum (12) zwischen dem Schubausgleichskolben (4) des Rotors (5) und des Innengehäuses (3) ausgebildet ist.

**FIG 2****EP 1 624 155 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Dampfturbine mit einem Außengehäuse und einem Innengehäuse, wobei das Außengehäuse und das Innengehäuse einen Frischdampfzuführungskanal aufweisen, wobei ein einen Schubausgleichskolben aufweisender Rotor umfassend mehrere Laufschaufeln drehgelagert innerhalb des Innengehäuses angeordnet ist, und das Innengehäuse mehrere Leitschaufeln aufweist, die derart angeordnet sind, dass entlang einer Strömungsrichtung ein Strömungskanal mit mehreren Schaufelstufen, die jeweils eine Reihe Laufschaufeln und eine Reihe Leitschaufeln aufweist, gebildet ist.

**[0002]** Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Verfahren zur Herstellung einer Dampfturbine mit einem Außengehäuse und einem Innengehäuse, wobei das Außengehäuse und das Innengehäuse einen Frischdampfzuführungskanal aufweisen, wobei ein einen Schubausgleichskolben aufweisender Rotor umfassend mehrere Laufschaufeln drehgelagert innerhalb des Innengehäuses angeordnet wird und an dem Innengehäuse mehrere Leitschaufeln derart angeordnet werden, dass ein Strömungskanal entlang einer Strömungsrichtung mit mehreren Schaufelstufen, die jeweils eine Reihe Laufschaufeln und eine Reihe Leitschaufeln aufweisen, ausgebildet wird, durch den im Betrieb ein Dampf strömt.

**[0003]** Unter einer Dampfturbine im Sinne der vorliegenden Anmeldung wird jede Turbine oder Teilturbine verstanden, die von einem Arbeitsmedium in Form von Dampf durchströmt wird. Im Unterschied dazu werden Gasturbinen mit Gas und/oder Luft als Arbeitsmedium durchströmt, das jedoch völlig anderen Temperatur- und Druckbedingungen unterliegt als der Dampf bei einer Dampfturbine. Im Gegensatz zu Gasturbinen weist bei Dampfturbinen z. B. das einer Teilturbine zuströmende Arbeitsmedium mit der höchsten Temperatur gleichzeitig den höchsten Druck auf. Ein offenes Kühlsystem, das zum Strömungskanal offen ist, ist bei Gasturbinen auch ohne Teilturbinen-externe Zuführung von Kühlmedium realisierbar. Für eine Dampfturbine sollte eine externe Zuführung für Kühlmedium vorgesehen sein. Der Stand der Technik betreffend Gasturbinen kann schon deswegen nicht für die Beurteilung des vorliegenden Anmeldungsgegenstands herangezogen werden.

**[0004]** Eine Dampfturbine umfasst üblicherweise einen mit Schaufeln besetzten drehbar gelagerten Rotor, der innerhalb eines Gehäuses bzw. Gehäusemantels angeordnet ist. Bei Durchströmung des vom Gehäusemantel gebildeten Innenraums des Strömungskanals mit erhitztem und unter Druck stehendem Dampf wird der Rotor über die Schaufeln durch den Dampf in Drehung versetzt. Die Schaufeln des Rotors werden auch als Laufschaufeln bezeichnet. Am Innengehäuse sind darüber hinaus üblicherweise stationäre Leitschaufeln aufgehängt, welche entlang einer axialen Ausdehnung des Körpers in die Zwischenräume der Rotorschaukeln greifen. Eine Leitschaufel ist üblicherweise an einer ersten

Stelle entlang einer Innenseite des Dampfturbinen-Gehäuses gehalten. Dabei ist sie üblicherweise Teil einer Leitschaufelreihe, welche eine Anzahl von Leitschaufeln umfasst, die entlang eines Innenumfangs an der Innenseite des Dampfturbinen-Gehäuses angeordnet sind. Dabei weist jede Leitschaufel mit ihrem Schaufelblatt radial nach innen. Eine Leitschaufelreihe an der genannten ersten Stelle entlang der axialen Ausdehnung wird auch als Leitschaufelgitter oder -kranz bezeichnet. Üblicherweise sind eine Anzahl von Leitschaufelreihen hintereinander geschaltet. Entsprechend ist an einer zweiten Stelle entlang der axialen Ausdehnung hinter der ersten Stelle eine weitere zweite Schaufel entlang der Innenseite des Dampfturbinen-Gehäuses gehalten. Ein Paar einer Leitschaufelreihe und einer Laufschaufelreihe wird auch als Schaufelstufe bezeichnet.

**[0005]** Der Gehäusemantel einer derartigen Dampfturbine kann aus einer Anzahl von Gehäusesegmenten gebildet sein. Unter dem Gehäusemantel der Dampfturbine ist insbesondere das stationäre Gehäusebauteil einer Dampfturbine oder einer Teilturbine zu verstehen, das entlang der Längsrichtung der Dampfturbine einen Innenraum in Form eines Strömungskanals aufweist, der zur Durchströmung mit dem Arbeitsmedium in Form von Dampf vorgesehen ist. Dies kann, je nach Dampfturbinenart, ein Innengehäuse und/oder ein Leitschaufelträger sein. Es kann aber auch ein Turbinengehäuse vorgesehen sein, welches kein Innengehäuse oder keinen Leitschaufelträger aufweist.

**[0006]** Aus Wirkungsgradgründen kann die Auslegung einer derartigen Dampfturbine für so genannte "hohe Dampfparameter", also insbesondere hohe Dampfdrücke und/oder hohe Dampftemperaturen, wünschenswert sein. Allerdings ist insbesondere eine Temperaturerhöhung aus materialtechnischen Gründen nicht unbegrenzt möglich. Um dabei einen sicheren Betrieb der Dampfturbine auch bei besonders hohen Temperaturen zu ermöglichen, kann daher eine Kühlung einzelner Bauteile oder Komponenten wünschenswert sein. Die Bauteile sind nämlich in ihrer Temperaturfestigkeit begrenzt. Ohne effiziente Kühlung würden bei steigenden Temperaturen wesentlich teurere Materialien (z. B. Nickelbasislegierungen) nötig.

**[0007]** Bei den bisher bekannten Kühlmethoden, insbesondere für einen Dampfturbinen-Körper in Form eines Dampfturbinen-Gehäuses oder eines Rotors, ist zwischen einer aktiven Kühlung und einer passiven Kühlung zu unterscheiden. Bei einer aktiven Kühlung wird eine Kühlung durch ein dem Dampfturbinen-Körper separat, d. h. zusätzlich zum Arbeitsmedium zugeführtes Kühlmedium bewirkt. Dagegen erfolgt eine passive Kühlung lediglich durch eine geeignete Führung oder Verwendung des Arbeitsmediums. Bisher wurden Dampfturbinen-Körper vorzugsweise passiv gekühlt.

**[0008]** So ist beispielsweise aus der DE 34 21 067 C2 bekannt, ein Innengehäuse einer Dampfturbine mit kühlem, bereits expandiertem Dampf zu umströmen. Dies hat jedoch den Nachteil, dass eine Temperaturdifferenz

über die Innengehäusewandung beschränkt bleiben muss, da sich sonst bei einer zu großen Temperaturdifferenz das Innengehäuse thermisch zu stark verformen würde. Bei einer Umströmung des Innengehäuses findet zwar eine Wärmeabfuhr statt, jedoch erfolgt die Wärmeabfuhr relativ weit entfernt von der Stelle der Wärmezufuhr. Eine Wärmeabfuhr in unmittelbarer Nähe der Wärmezufuhr ist bisher nicht in ausreichendem Maße verwirklicht worden. Eine weitere passive Kühlung kann mittels einer geeigneten Gestaltung der Expansion des Arbeitsmediums in einer so genannten Diagonalstufe erreicht werden. Hierüber lässt sich allerdings nur eine sehr begrenzte Kühlwirkung für das Gehäuse erzielen.

**[0009]** In der US 6,102,654 ist eine aktive Kühlung einzelner Komponenten innerhalb eines Dampfturbinen-Gehäuses beschrieben, wobei die Kühlung auf den Einströmbereich des heißen Arbeitsmediums beschränkt ist. Ein Teil des Kühlmediums wird dem Arbeitsmedium beigemischt. Die Kühlung soll dabei durch ein Anströmen der zu kühlenden Komponenten erreicht werden.

**[0010]** Aus der WO 97/49901 und WO 97/49900 ist bekannt, einen einzelnen Leitschaufelkranz zur Abschirmung einzelner Rotorbereiche selektiv durch einen von einem zentralen Hohlraum gespeisten separaten radialen Kanal im Rotor mit einem Medium zu beaufschlagen. Dazu wird das Medium über den Kanal dem Arbeitsmedium beigemischt und der Leitschaufelkranz selektiv angeströmt. Bei der dazu vorgesehenen mittigen Hohlbohrung des Rotors sind jedoch erhöhte Fliehkraftspannungen in Kauf zu nehmen, was einen erheblichen Nachteil in Auslegung und Betrieb darstellt.

**[0011]** In der EP 1 154 123 ist eine Möglichkeit der Entnahme und Führung eines Kühlmediums aus anderen Bereichen eines Dampfsystems und die Zuführung des Kühlmediums im Einströmbereich des Arbeitsmediums beschrieben.

**[0012]** Zur Erzielung höherer Wirkungsgrade bei der Stromerzeugung mit fossilen Brennstoffen besteht das Bedürfnis, bei einer Turbine höhere Dampfparameter, d. h. höhere Drücke und Temperaturen als bisher üblich anzuwenden. Bei Hochtemperatur-Dampfturbinen sind beim Dampf als Arbeitsmedium Temperaturen zum Teil weit über 500 °C, insbesondere über 540 °C, vorgesehen. Im Detail sind solche Dampfparameter für Hochtemperatur-Dampfturbinen in dem Artikel "Neue Dampfturbinenkonzepte für höhere Eintrittsparameter und längere Endschaufeln" von H. G. Neft und G. Franconville in der Zeitschrift VGB Kraftwerkstechnik, Nr. 73 (1993), Heft 5, angegeben. Der Offenbarungsgehalt des Artikels wird hiermit in die Beschreibung dieser Anmeldung aufgenommen, um verschiedene Ausführungen einer Hochtemperatur-Dampfturbine anzugeben. Insbesondere sind Beispiele höherer Dampfparameter für Hochtemperatur-Dampfturbinen in Bild 13 des Artikels genannt. In dem genannten Artikel wird zur Verbesserung der Kühlung eines Hochtemperatur-Dampfturbinen-Gehäuses eine Kühldampfzufuhr und Weiterleitung des Kühl-

dampfs durch die erste Leitschaufelreihe vorgeschlagen. Damit wird zwar eine aktive Kühlung bereitgestellt. Diese ist jedoch auf den Hauptströmungsbereich des Arbeitsmediums beschränkt und noch verbesserungswürdig.

**[0013]** Alle bisher bekannten Kühlverfahren für ein Dampfturbinen-Gehäuse sehen also, soweit es sich überhaupt um aktive Kühlverfahren handelt, allenfalls ein gezieltes Anströmen eines separaten und zu kühlenden Turbinenteiles vor und sind auf den Einströmbereich des Arbeitsmediums, allenfalls unter Einbeziehung des ersten Leitschaufelkranzes, beschränkt. Dies kann bei einer Belastung üblicher Dampfturbinen mit höheren Dampfparametern zu einer auf die ganze Turbine wirkenden, erhöhten thermischen Belastung führen, welche durch eine oben beschriebene übliche Kühlung des Gehäuses nur unzureichend vermindert werden könnte. Dampfturbinen, die zur Erzielung höherer Wirkungsgrade grundsätzlich mit höheren Dampfparametern arbeiten, benötigen eine verbesserte Kühlung, insbesondere des Gehäuses und/oder des Rotors, um eine höhere thermische Belastung der Dampfturbine in genügendem Maße abzubauen. Dabei besteht das Problem, dass bei der Nutzung bisher üblicher Turbinenmaterialien die zunehmende Beanspruchung des Dampfturbinen-Körpers durch erhöhte Dampfparameter, z. B. gemäß dem "Neft"-Artikel, zu einer nachteiligen thermischen Belastung der Dampfturbine führen kann. Mit der Folge, dass eine Herstellung dieser Dampfturbine kaum mehr möglich ist.

**[0014]** Wünschenswert ist eine effektive Kühlung bei einer Dampfturbinen-Komponente, insbesondere für eine im Hochtemperaturbereich betriebene Dampfturbine.

**[0015]** An dieser Stelle setzt die Erfindung an, deren Aufgabe es ist, eine Dampfturbine und ein Verfahren zu ihrer Herstellung, bei denen die Dampfturbine selbst im Hochtemperatur-Bereich besonders effektiv gekühlt wird.

**[0016]** Hinsichtlich der Dampfturbine wird die Aufgabe mit einer eingangs genannten Dampfturbine mit einem Außengehäuse und einem Innengehäuse gelöst, wobei das Außengehäuse und das Innengehäuse einen Frischdampfzuführungskanal aufweisen, wobei ein einen Schubausgleichskolben aufweisender Rotor umfassend mehrere Laufschaufeln drehgelagert innerhalb des Innengehäuses angeordnet ist, und das Innengehäuse mehrere Leitschaufeln aufweist, die derart angeordnet sind, dass entlang einer Strömungsrichtung ein Strömungskanal mit mehreren Schaufelstufen, die jeweils eine Reihe Laufschaufeln und eine Reihe Leitschaufeln aufweisen, gebildet ist, wobei das Innengehäuse eine Verbindung aufweist, die als kommunizierende Röhre zwischen dem Strömungskanal nach einer Schaufelstufe und einem Schubausgleichskolbenvorraum zwischen dem Schubausgleichskolben des Rotors und des Innengehäuses ausgebildet ist.

**[0017]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung umfasst die Verbindung einen Rückführungskanal, der als eine kommunizierende Röhre zwischen einem Raum zwischen In-

nennegehäuse und Außengehäuse und dem Strömungskanal nach einer Schaufelstufe ausgebildet ist. Die Verbindung umfasst darüber hinaus in einer vorteilhaften Ausgestaltung einen Zuführungskanal, der als eine kommunizierende Röhre zwischen dem Raum zwischen Innengehäuse und Außengehäuse und einem Schubausgleichskolbenvorraum zwischen dem Schubausgleichskolben des Rotors und des Innengehäuses ausgebildet ist.

**[0018]** Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass Strömungsmedium, hier Dampf, nach einer gewissen Anzahl von Turbinenstufen entnommen und dieser expandierte und abgekühlte Dampf in einen Schubausgleichskolbenvorraum eingeleitet werden kann. Die Erfindung geht von dem Gedanken aus, dass für Dampfturbinen, die für höchste Dampfparameter ausgelegt sind, es wichtig ist, sowohl den Rotor gegen hohe Temperaturen als auch Gehäuseteile, wie das Innengehäuse oder das Außengehäuse und deren Verschraubung für hohe Temperaturen und Drücke auszulegen.

**[0019]** Mit der Rückführung von abgekühltem und entspanntem Dampf in den Raum zwischen dem Innengehäuse und dem Außengehäuse erfährt die Außenseite des Innengehäuses, dessen Verschraubung und die Innenseite des Außengehäuses eine geringere Temperatur. Somit können für das Außengehäuse als auch für das Innengehäuse sowie deren Verschraubungen andere und ggf. kostengünstigere Materialien verwendet werden. Ebenso ist es vorstellbar, dass das Außengehäuse dünner ausgeführt werden kann. Der Rückführungskanal und der Zuführungskanal sind dabei derart ausgebildet, dass stets Dampf aus dem Strömungskanal in den Schubausgleichskolbenvorraum strömt.

**[0020]** In einer vorteilhaften Ausbildung ist der Schubausgleichskolbenvorraum in einer axialen Richtung zwischen Schubausgleichskolben und Innengehäuse angeordnet. Somit erfüllt der in den Schubausgleichskolbenvorraum strömende Dampf zum einen die Aufgabe einer Kraftausübung zum Schubausgleich und zum anderen einer Kühlung des Schubausgleichskolbens der, insbesondere in Hochdruck-Teilturbinen, besonders thermisch belastet ist.

**[0021]** In einer vorteilhaften Ausbildung werden der Rückführungskanal und der Zuführungskanal im Wesentlichen senkrecht zur Strömungsrichtung im Innengehäuse ausgebildet. Der Raum zwischen dem Innengehäuse und Außengehäuse ist hierbei ausgebildet zum Verbinden des Rückführungskanals mit dem Zuführungskanals. Für diese Anordnung stehen fertigungstechnische Aspekte im Vordergrund. Außerdem werden vertikale Ausrichtänderungen von Gehäuse- zu Turbinenachse vermieden, da durch die erzielte Zwangsbe-  
strömung des Raumes zwischen Innen- und Außengehäuse eine unkontrollierte Ausbildung von mit Naturkonvektion verbundenen Temperaturschichtungen an den Gehäusen vermieden werden.

**[0022]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist das Innengehäuse einen Kreuz-Rückführungskanal

auf, der als eine kommunizierende Röhre zwischen einem Dichtraum zwischen dem Rotor und dem Innengehäuse und einem nach einer Schaufelstufe angeordneten Zustromraum im Strömungskanal ausgebildet ist.

**[0023]** Ein in die Dampfturbine einströmender Frischdampf strömt zum größten Teil durch den Strömungskanal. Ein geringer Teil des Frischdampfes strömt nicht durch den Strömungskanal, sondern durch einen Dichtraum der zwischen dem Rotor und dem Innengehäuse angeordnet ist. Dieser Teil des Dampfes wird auch als Leckdampf bezeichnet und führt zu einem Wirkungsgradverlust der Dampfturbine. Dieser Leckdampf, der annähernd Frischdampf Temperatur und Frischdampfdruck aufweist, belastet thermisch den Rotor und das Innengehäuse im Dichtraum stark. Dieser heiße und unter hohem Druck stehende Dichtdampf wird über den Kreuz-Rückführungskanal aus dem Dichtraum durch das Innengehäuse wieder in den Strömungskanal nach einer Schaufelstufe geleitet und expandiert nachfolgend.

**[0024]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Kreuz-Rückführungskanal vom Dichtraum weg im Wesentlichen senkrecht zur Strömungsrichtung, nach einer Umlenkung im Wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung und nach einer zweiten Umlenkung im Wesentlichen senkrecht zur Strömungsrichtung ausgebildet. Somit kann man den Kreuz-Rückführungskanal besonders fertigungstechnisch einfach ausbilden, was die Investitionskosten erheblich senkt.

**[0025]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung mündet eine durch das Außengehäuse und Innengehäuse führende Überlasteinleitung in den Zustromraum. Beim Betrieb einer Dampfturbine ist es durchaus üblich, kurzzeitig über eine Überlasteinleitung zusätzlichen Dampf in die Dampfturbine zu führen, um dadurch größere Leistung zu erreichen. Durch den Kreuz-Rückführungskanal, der genauso wie die Überlasteinleitung in den Zustromraum mündet, wird zusätzlich Dampf geliefert, der insgesamt zu einer Wirkungsgraderhöhung der Dampfturbine führt.

**[0026]** Vorteilhafterweise ist der Rückführungskanal mit dem Strömungskanal nach einer Rückführungs-Schaufelstufe verbunden und der Kreuz-Rückführungskanal mit dem Strömungskanal nach einer Kreuz-Rückführungs-Schaufelstufe verbunden, wobei die Kreuz-Rückführungs-Schaufelstufe in der Strömungsrichtung des Strömungskanals nach der Rückführungs-Schaufelstufe angeordnet ist.

**[0027]** Insbesondere ist die Rückführungs-Schaufelstufe die vierte Schaufelstufe und die Kreuz-Rückführungs-Schaufelstufe die fünfte Schaufelstufe. Je nach Ausführungsform der Dampfturbine ist auch eine andere Schaufelstufe möglich.

**[0028]** Die auf das Verfahren hin gerichtete Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung einer Dampfturbine mit einem Außengehäuse und einem Innengehäuse, wobei das Außengehäuse und das Innengehäuse einen Frischdampfzuführungskanal aufweisen, wobei ein Schubausgleichskolben aufweisender

Rotor umfassend mehrere Laufschaufeln drehgelagert innerhalb des Innengehäuses angeordnet wird und an dem Innengehäuse mehrere Leitschaufeln derart angeordnet werden, dass ein Strömungskanal entlang einer Strömungsrichtung mit mehreren Schaufelstufen, die jeweils eine Reihe Laufschaufeln und eine Reihe Leitschaufeln aufweisen, ausgebildet wird, durch den im Betrieb ein Dampf strömt, wobei Dampf nach einer Schaufelstufe über eine Verbindung in einen zwischen dem Schubausgleichskolben des Rotors und des Innengehäuses befindlichen Schubausgleichskolbenvorraum strömt.

**[0029]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung strömt der Dampf nach der Schaufelstufe über einen im Innengehäuse befindlichen Rückführungs kanal in einen Raum zwischen Innengehäuse und Außengehäuse und von dort über einen im Innengehäuse befindlichen Zuführungs kanal in den zwischen dem Schubausgleichskolben des Rotors und des Innengehäuses befindlichen Schubausgleichskolbenvorraum.

**[0030]** Die auf das Verfahren hin bezogenen Vorteile ergeben sich entsprechend den vorgenannten, auf die Dampfturbine bezogenen, Vorteile.

**[0031]** Insbesondere ist es vorteilhaft, dass mit dem Dampf im Schubausgleichskolbenvorraum ein Schubausgleich erreicht wird.

**[0032]** Vorteilhafterweise liegen die Frischdampftemperaturen zwischen 550°C bis 600°C und die Temperatur des Dampfes, der in den Rückführungs kanal strömt, zwischen 520°C und 550°C. Weiter vorteilhaft ist, dass der Dampf mit Temperaturen zwischen 550°C bis 600°C in die Überlasteinleitung strömt. Genauso vorteilhaft ist es, dass der Dampf mit Temperaturen zwischen 540°C bis 560°C in den Kreuz-Rückführungs kanal strömt.

**[0033]** Die Erfindung wird anhand schematischer Zeichnungen von Ausführungsbeispielen näher beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 einen Querschnitt durch eine Dampfturbine gemäß Stand der Technik,

Figur 2 einen Teilschnitt durch eine Dampfturbine mit einer ersten Anordnung,

**[0034]** In der Figur 1 ist ein Querschnitt durch eine Dampfturbine 1 gemäß dem Stand der Technik dargestellt. Die Dampfturbine 1 weist ein Außengehäuse 2 und ein Innengehäuse 3 auf. Das Innengehäuse 3 und das Außengehäuse 2 weisen einen nicht näher dargestellten Frischdampfzuführungs kanal auf. Innerhalb des Innengehäuses 3 ist ein Schubausgleichskolben 4 aufweisender Rotor 5 drehgelagert angeordnet. Üblicherweise ist der Rotor um eine Rotationsachse 6 rotations-symmetrisch ausgebildet. Der Rotor 5 umfasst mehrere Laufschaufeln 7. Das Innengehäuse 3 weist mehrere Leitschaufeln 8 auf. Zwischen dem Innengehäuse 3 und dem Rotor 5 wird ein Strömungskanal 9 ausgebildet. Ein Strömungskanal 9 umfasst mehrere Schaufelstufen, die

jeweils aus einer Reihe Laufschaufeln 7 und einer Reihe Leitschaufeln 8 ausgebildet sind.

Über den Frischdampfzuführungs kanal strömt Frischdampf in eine Einströmöffnung 10 und strömt von dort aus in einer Strömungsrichtung 11 durch den Strömungskanal 9, die im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse 6 verläuft. Der Frischdampf expandiert und kühlt sich hierbei ab. Thermische Energie wird hierbei in Rotationsenergie umgewandelt. Der Rotor 5 wird in eine Drehbewegung versetzt und kann einen Generator zur elektrischen Energieerzeugung antreiben.

**[0035]** Je nach Beschauelungstyp der Leitschaufeln 8 und Laufschaufeln 7 entsteht ein mehr oder weniger großer Schub des Rotors 5 in Strömungsrichtung 11. Üblicherweise wird ein Schubausgleichskolben 4 derart ausgebildet, dass ein Schubausgleichskolbenvorraum 12 ausgebildet wird. Durch Zuführung von Dampf in den Schubausgleichskolbenvorraum 12 entsteht eine Gegenkraft, die einer Schubkraft 13 entgegenwirkt.

**[0036]** In der Figur 2 ist ein Teilschnitt einer Dampfturbine 1 zu sehen. Im Betrieb strömt Dampf über dem nicht näher dargestellten Frischdampfzuführungs kanal in den Eingangsraum 10. Die Frischdampfzuführung wird symbolisch mit dem Pfeil 13 dargestellt. Der Frischdampf hat hierbei üblicherweise Temperaturwerte bis zu 600°C und einen Druck bis zu 258 bar. Der Frischdampf strömt in der Strömungsrichtung 11 durch den Strömungskanal 9. Nach einer Schaufelstufe strömt der Dampf über eine Verbindung 14, 15, 16, die als eine kommunizierende Röhre zwischen dem Strömungskanal 9 und einem Schubausgleichskolben 4 des Rotors 5 und des Innengehäuses 3.

**[0037]** Insbesondere strömt der Dampf über einen Rückführungs kanal 14, der als eine kommunizierende Röhre zwischen einem Raum 15 zwischen Innengehäuse 3 und Außengehäuse 2 und dem Strömungskanal 9 nach einer Schaufelstufe ausgebildet ist, in den Raum 15 zwischen Innengehäuse 3 und Außengehäuse 2. Der im Raum 15 zwischen Innengehäuse 3 und Außengehäuse 2 befindliche Dampf weist nun eine Temperatur um 532°C und einen Druck um 176 bar auf. Der Dampf strömt über einen Zuführungs kanal 16, der als eine kommunizierende Röhre zwischen dem Raum 15 zwischen Innengehäuse 3 und Außengehäuse 2 und dem Schubausgleichskolbenvorraum 12 zwischen dem Schubausgleichskolben 4 des Rotors 5 und des Innengehäuses 3 in den Schubausgleichskolbenvorraum 12.

**[0038]** In dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Schubausgleichskolbenvorraum 12 in einer axialen Richtung 17 zwischen Schubausgleichskolben 4 und Innengehäuse 3 angeordnet. Ein in den Raum 10 strömender Frischdampf strömt zum größten Teil in Strömungsrichtung 11 in den Strömungskanal 9. Ein kleinerer Teil strömt als Leckdampf in einen Dichtraum 18. Der Leckdampf strömt hierbei im Wesentlichen in einer Gegenrichtung 19. Der Leckdampf strömt über einen Kreuz-Rückführungs kanal 20, der als eine kommunizierende Röhre zwischen einem zwischen dem Dichtraum

18 zwischen dem Rotor 5 und dem Gehäuse 3 und einem nach einer Schaufelstufe angeordneten Zustromraum 21 im Strömungskanal 9 in den Strömungskanal 9. Der Kreuz-Rückführungskanal 20 ist hierbei vom Dichtraum 18 weg in im Wesentlichen senkrecht zur Strömungsrichtung 11, nach einer Umlenkung 21 im Wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung 11 und nach einer zweiten Umlenkung 22 im Wesentlichen senkrecht zur Strömungsrichtung 11 ausgebildet.

**[0039]** In einer alternativen Ausführungsform kann das Innengehäuse und Außengehäuse mit einer nicht näher dargestellten Überlasteinleitung ausgebildet werden. In die Überlasteinleitung strömt externer Dampf, der durch den Pfeil 23 symbolisiert wird.

**[0040]** In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der Rückführungskanal 14 mit dem Strömungskanal 9 nach einer Rückführungs-Schaufelstufe 24 verbunden und der Kreuz-Rückführungskanal 20 ist mit dem Strömungskanal 9 nach einer Kreuz-Rückführungs-Schaufelstufe 25 verbunden. Die Kreuz-Rückführungs-Schaufelstufe 25 ist hierbei in der Strömungsrichtung 11 des Strömungskanals 9 nach der Rückführungs-Schaufelstufe 24 angeordnet.

**[0041]** In einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Rückführungs-Schaufelstufe 24 die vierte Schaufelstufe und die Kreuz-Rückführungs-Schaufelstufe die fünfte Schaufelstufe.

#### Patentansprüche

1. Dampfturbine (1) mit einem Außengehäuse (2) und einem Innengehäuse (3), wobei das Außengehäuse (2) und das Innengehäuse (3) einen Frischdampfzuführungskanal (10) aufweisen, wobei ein Schubausgleichskolben (4) aufweisender Rotor (5) umfassend mehrere Laufschaufeln (7) drehgelagert innerhalb des Innengehäuses (3) angeordnet ist, und das Innengehäuse (3) mehrere Leitschaufeln (8) aufweist, die derart angeordnet sind, dass entlang einer Strömungsrichtung (11) ein Strömungskanal (9) mit mehreren Schaufelstufen, die jeweils eine Reihe Laufschaufeln (7) und eine Reihe Leitschaufeln (8) aufweisen, gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Innengehäuse (3) eine Verbindung (14, 15, 16) aufweist, die als eine kommunizierende Röhre zwischen dem Strömungskanal (9) nach einer Schaufelstufe und einem Schubausgleichskolbenvorraum (12) zwischen dem Schubausgleichskolben (4) des Rotors (5) und des Innengehäuses (3) ausgebildet ist.
2. Dampfturbine (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindung (14, 15, 16) einen Rückführungskanal (14) umfasst, der als eine kommunizierende Röh-

re zwischen einem Raum (15) zwischen Innengehäuse (3) und Außengehäuse (2) und dem Strömungskanal (9) nach einer Schaufelstufe ausgebildet ist und die Verbindung einen Zuführungskanal (16) umfasst, der als eine kommunizierende Röhre zwischen dem Raum (15) zwischen Innengehäuse (3) und Außengehäuse (2) und einem Schubausgleichskolbenvorraum (12) zwischen dem Schubausgleichskolben (4) des Rotors (5) und des Innengehäuses (3) ausgebildet ist.

3. Dampfturbine (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schubausgleichskolbenvorraum (12) in einer axialen Richtung (17) zwischen Schubausgleichskolben (4) und Innengehäuse (3) angeordnet ist.
4. Dampfturbine (1) nach Anspruch 1,2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rückführungskanal (14) und der Zuführungskanal (16) im Wesentlichen senkrecht zur Strömungsrichtung (11) im Innengehäuse (3) ausgebildet sind und der Raum (15) zwischen Innengehäuse (3) und Außengehäuse (2) ausgebildet ist zum Verbinden des Rückführungskanals (14) mit dem Zuführungskanal (16).
5. Dampfturbine (1) nach Anspruch 1,2,3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Innengehäuse (3) einen Kreuz-Rückführungskanal (20) aufweist, der als eine kommunizierende Röhre zwischen einem Dichtraum (18) zwischen dem Rotor (5) und dem Innengehäuse (3) und einem nach einer Schaufelstufe angeordneten Zustromraum (21') im Strömungskanal (9) ausgebildet ist.
6. Dampfturbine (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kreuz-Rückführungskanal (20) vom Dichtraum (18) weg im Wesentlichen senkrecht zur Strömungsrichtung (11), nach einer Umlenkung (21) im Wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung (11) und nach einer zweiten Umlenkung (22) im Wesentlichen senkrecht zur Strömungsrichtung (11) ausgebildet ist.
7. Dampfturbine (1) nach Anspruch 5 oder 6, **gekennzeichnet durch eine durch** das Außengehäuse (2) und Innengehäuse (3) führende in den Zustromraum (21') mündende Überlasteinleitung (23).
8. Dampfturbine (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rückführungskanal (14) mit dem Strömungskanal (9) nach einer Rückführungs-Schaufelstufe (24) verbunden ist und der Kreuz-Rückführungskanal (20) mit dem Strömungskanal (9) nach einer Kreuz-Rückführungs-Schaufelstufe (25) verbunden

ist, wobei die Kreuz-Rückführungs-Schaufelstufe (25) in der Strömungsrichtung (11) des Strömungskanals (9) nach der Rückführungs-Schaufelstufe (24) angeordnet ist.

9. Dampfturbine (1) nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Rückführungs-Schaufelstufe (24) die vierte Schaufelstufe und die Kreuz-Rückführungs-Schaufelstufe (25) die fünfte Schaufelstufe ist.

10. Verfahren zu Herstellung einer Dampfturbine (1) mit einem Außengehäuse (2) und einem Innengehäuse (3), wobei das Außengehäuse (2) und das Innengehäuse (3) einen Frischdampfzuführungskanal (10) aufweisen,  
wobei ein Schubausgleichskolben (4) aufweisender Rotor (5) umfassend mehrere Laufschaufeln (7) drehgelagert innerhalb des Innengehäuses (3) angeordnet wird  
und an dem Innengehäuse (3) mehrere Leitschaufeln (8) derart angeordnet werden, dass ein Strömungskanal (9) entlang einer Strömungsrichtung (11) mit mehreren Schaufelstufen, die jeweils eine Reihe Laufschaufeln (7) und eine Reihe Leitschaufeln (8) aufweisen, ausgebildet wird, durch den im Betrieb ein Dampf strömt,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
Dampf nach einer Schaufelstufe über eine Verbindung (14, 15, 16) in einen zwischen dem Schubausgleichskolben (4) des Rotors (5) und des Innengehäuses (3) befindlichen Schubausgleichskolbenvorraum (12) strömt.

11. Verfahren nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Dampf nach der Schaufelstufe über einen im Innengehäuse (3) befindlichen Rückführungskanal (14) in einen Raum (15) zwischen Innengehäuse (3) und Außengehäuse (2) strömt und  
von dort über einen im Innengehäuse (3) befindlichen Zuführungskanal (16) in den zwischen dem Schubausgleichskolben (4) des Rotors (5) und des Innengehäuses (3) befindlichen Schubausgleichskolbenvorraum (12) strömt.

12. Verfahren nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
mit dem Dampf im Schubausgleichskolbenvorraum (12) ein Schubausgleich erreicht wird.

13. Verfahren nach Anspruch 10, 11 oder 12,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
ein in einem zwischen Rotor (5) und Innengehäuse (3) befindlichen Dichtraum (18) befindlicher Dampf über einen Kreuz-Rückführungskanal (20) in einem nach einer Schaufelstufe angeordneten Zustromraum (21') strömt.

14. Verfahren nach Anspruch 13,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
ein Überlastdampf über eine Überlasteinleitung (23) in den Zustromraum (21') strömt.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Dampf mit Frischdampftemperaturen zwischen 550°C bis 600°C in den Frischdampfzuführungskanal (10) strömt.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Dampf mit Temperaturen zwischen 520°C bis 550°C in den Rückführungskanal (14) strömt.

17. Verfahren nach Anspruch 14, 15 oder 16,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Überlastdampf mit Temperaturen zwischen 550°C bis 600°C in die Überlasteinleitung (23) strömt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 17,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Dampf mit Temperaturen zwischen 540°C bis 560°C in den Kreuz-Rückführungskanal (20) strömt.

FIG 1  
Stand der Technik

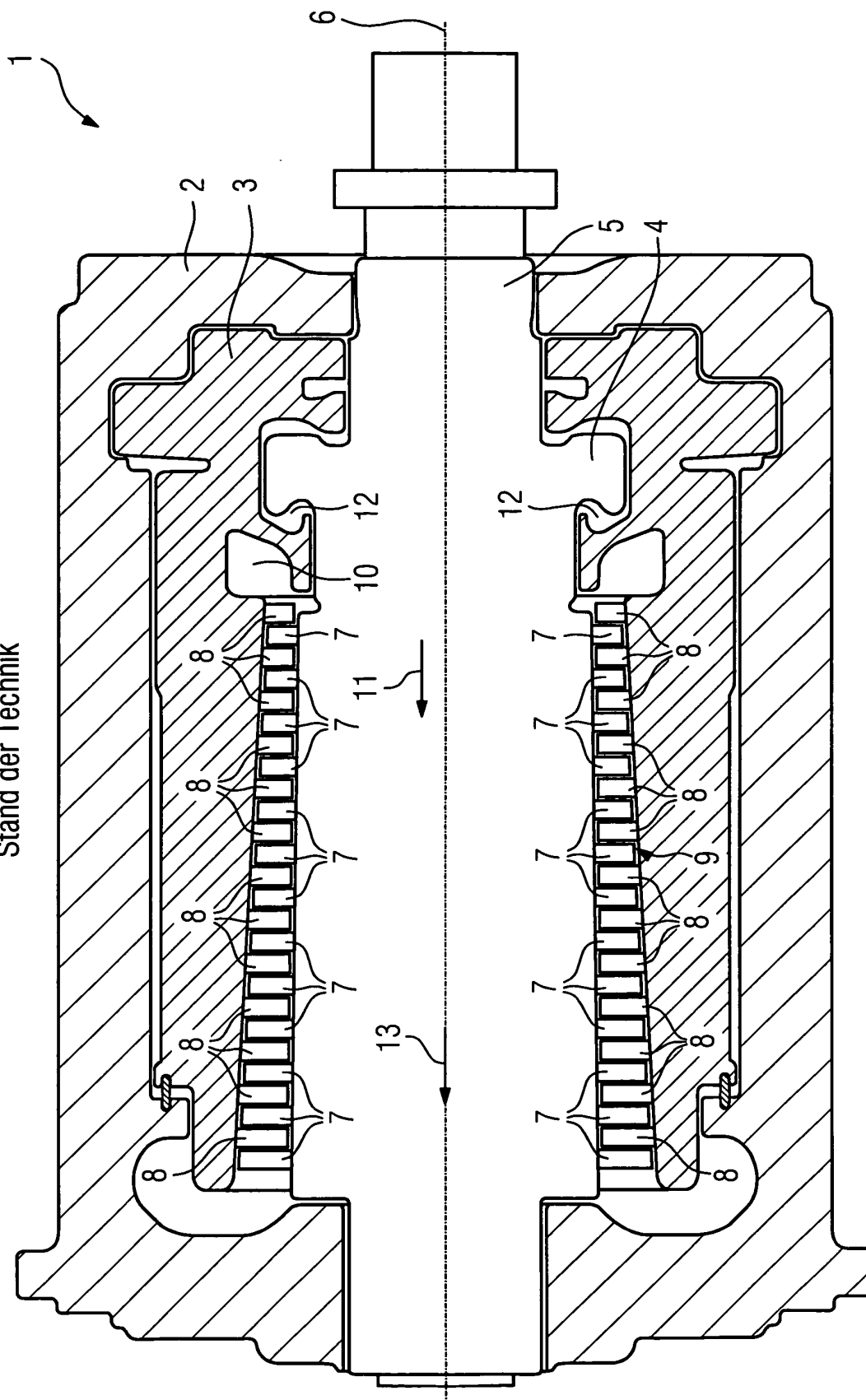
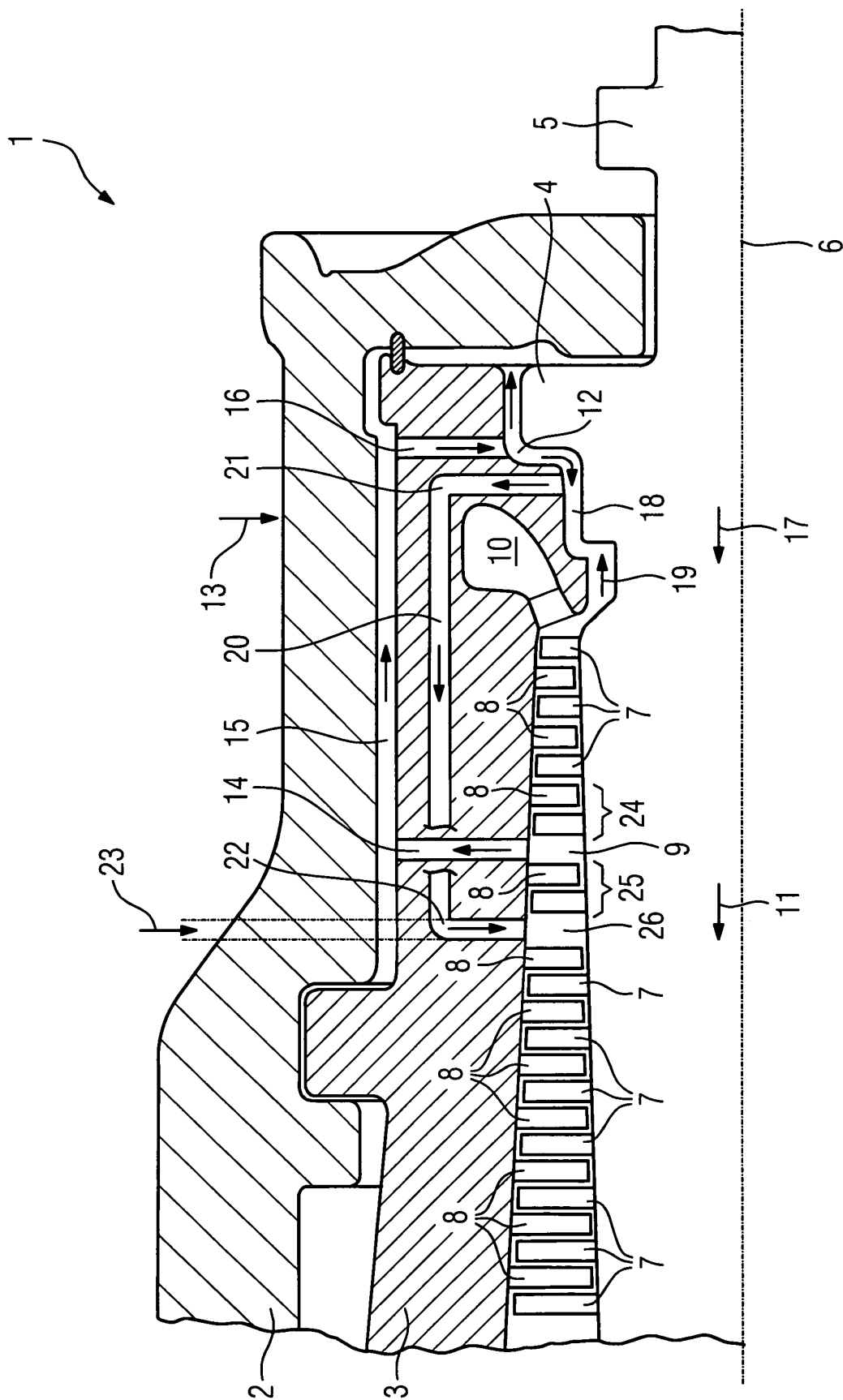


FIG 2





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 04 01 8285

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                     | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)                     |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US 3 614 255 A (ROONEY JAMES J H)<br>19. Oktober 1971 (1971-10-19)                                                                      | 1-4,<br>10-12,<br>15-18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | F01D3/04                                                    |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | * Spalte 2, Zeile 54 - Zeile 75 *<br>* Abbildungen 1-3 *                                                                                | 5-9,13,<br>14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                             |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -----<br>US 4 661 043 A (GROENENDAAL JR JOHN C ET AL)<br>28. April 1987 (1987-04-28)<br>* Spalte 2, Zeile 60 - Spalte 3, Zeile 45 *     | 1-4,<br>10-12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                             |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -----<br>US 902 252 A (ROTH)<br>27. Oktober 1908 (1908-10-27)<br>* Seite 1, Zeile 67 - Zeile 78 *                                       | 1,10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                             |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -----<br>DE 520 226 C (SIEMENS AG)<br>16. März 1931 (1931-03-16)<br>* das ganze Dokument *                                              | 1,10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                             |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -----<br>US 2 796 231 A (ROBERT HERTL)<br>18. Juni 1957 (1957-06-18)<br>* Spalte 2, Zeile 63 - Spalte 3, Zeile 32 *<br>* Abbildung 1 *  | 5,6,8,9,<br>13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (Int.Cl.7)<br><br>F01D<br>F03D |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -----<br>US 968 839 A (EHRHART)<br>30. August 1910 (1910-08-30)<br>* Seite 1, Zeile 35 - Zeile 84 *<br>* Seite 2, Zeile 36 - Zeile 64 * | 7,14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                             |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -----<br>US 1 347 591 A (KARL RÖDER)<br>27. Juli 1920 (1920-07-27)<br>* das ganze Dokument *                                            | 1-18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                             |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -----<br>DE 519 060 C (SIEMENS AG)<br>23. Februar 1931 (1931-02-23)<br>* Seite 2, Zeile 36 - Zeile 90 *                                 | 1,10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                             |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                             |
| Recherchenort<br><b>Den Haag</b>                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                         | Abschlußdatum der Recherche<br><b>11. Januar 2005</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Prüfer<br><b>Steinhauser, U</b>                             |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                         | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                             |

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04003)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 04 01 8285

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-01-2005

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 3614255 A                                       | 19-10-1971                    | KEINE                             |                               |
| US 4661043 A                                       | 28-04-1987                    | CA 1245164 A1                     | 22-11-1988                    |
|                                                    |                               | CN 86106925 A ,B                  | 13-05-1987                    |
|                                                    |                               | DE 3664510 D1                     | 24-08-1989                    |
|                                                    |                               | EP 0220930 A1                     | 06-05-1987                    |
|                                                    |                               | IN 164116 A1                      | 14-01-1989                    |
|                                                    |                               | JP 1731003 C                      | 29-01-1993                    |
|                                                    |                               | JP 4019364 B                      | 30-03-1992                    |
|                                                    |                               | JP 62101801 A                     | 12-05-1987                    |
|                                                    |                               | KR 9503058 B1                     | 30-03-1995                    |
| US 902252 A                                        |                               | KEINE                             |                               |
| DE 520226 C                                        | 16-03-1931                    | KEINE                             |                               |
| US 2796231 A                                       | 18-06-1957                    | KEINE                             |                               |
| US 968839 A                                        |                               | KEINE                             |                               |
| US 1347591 A                                       | 27-07-1920                    | KEINE                             |                               |
| DE 519060 C                                        | 23-02-1931                    | KEINE                             |                               |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82