

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**01.06.2005 Patentblatt 2005/22**

(51) Int Cl.7: **F01D 5/08, F02C 7/16**

(21) Anmeldenummer: **04105832.2**

(22) Anmeldetag: **17.11.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL HR LT LV MK YU**

(71) Anmelder: **ALSTOM Technology Ltd  
5400 Baden (CH)**

(72) Erfinder:  
• **Hiegemann, Michael, Dr.  
5412, Gebenstorf (CH)**  
• **Reigl, Martin  
5417, Untersiggenthal (CH)**

(30) Priorität: **28.11.2003 DE 10355738**

(54) **Rotor für eine Dampfturbine**

(57) Es wird ein Rotor (2) für eine Dampfturbine (1) für Arbeitsdampf vorgestellt, wobei der Rotor (2) aus wenigstens zwei Rotorteilen (2a,2b) besteht. Die zwei Rotorteile (2a,2b) sind mittels einer in Umfangsrichtung geschlossen umlaufenden, ringförmigen Schweißzone (15) miteinander verschweißt. Im Rotor (2) ist ein Kühl-

kanalsystem (19) ausgebildet, das wenigstens einen Zuströmkanal (22), wenigstens einen Abströmkanal (23) und wenigstens einen Kühlkanal (24) aufweist. Um die Integration des Kühlkanalsystems (19) in den Rotor (2) zu vereinfachen, umschließt die Schweißzone (15) eine Kavität (18), die einen Bestandteil des Kühlkanalsystems (19) bildet und vom Kühldampf durchströmt ist.

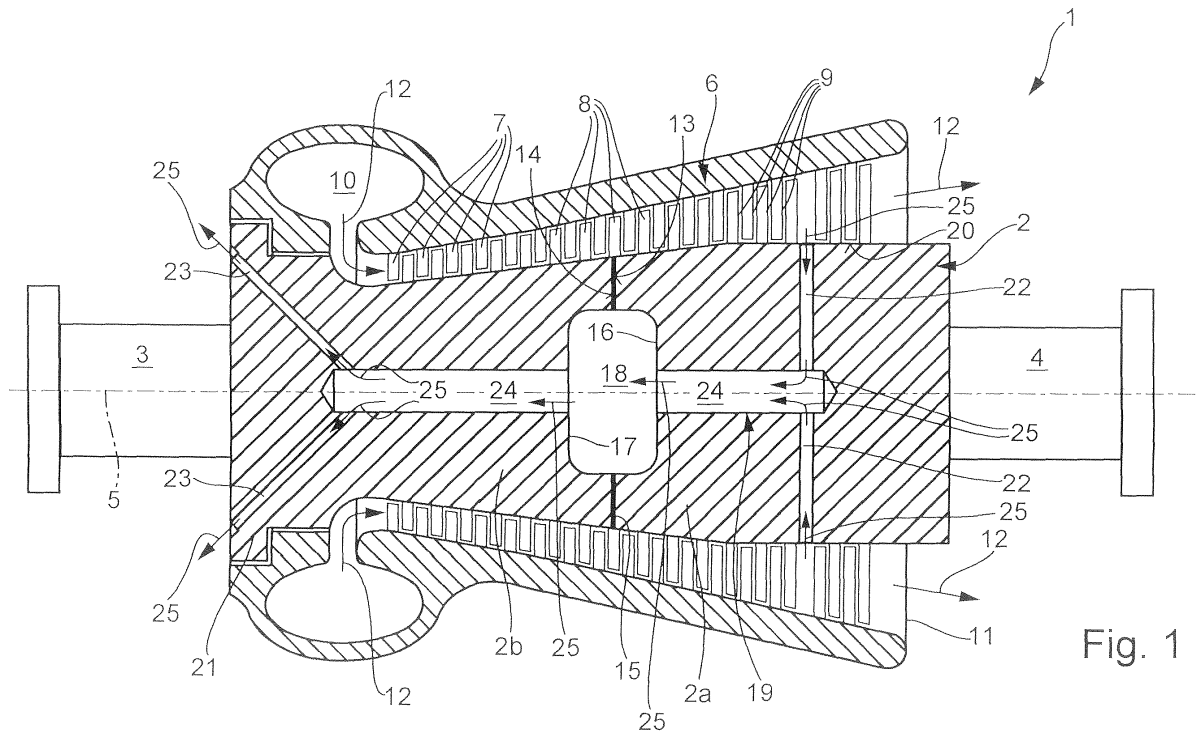


Fig. 1

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Rotor für eine Dampfturbine für Arbeitsdampf, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

### Stand der Technik

**[0002]** Ein derartiger Rotor für eine Dampfturbine ist beispielsweise aus der EP 0 991 850 B1 bekannt und erstreckt sich entlang einer Rotationsachse und besteht aus wenigstens zwei in Achsrichtung aneinandergrenzenden Rotorteilen. Dabei sind die beiden Rotorteile an einander zugewandten axialen Stirnseiten mittels einer in Umfangsrichtung geschlossen umlaufenden, ringförmigen Schweißzone miteinander verschweißt. Im Rotor ist ein Kühlkanalsystem ausgebildet, das zumindest einen Zuströmkanal, wenigstens einen Abströmkanal sowie einen Kühlkanal aufweist. Der Kühlkanal führt Kühldampf von wenigstens einem Zuströmkanal zum wenigstens einen Abströmkanal. Der wenigstens eine Zuströmkanal entnimmt den Kühldampf an einer Position an der Rotoroberfläche dem Arbeitsdampf und führt diesen dem Kühlkanal zu. Im Unterschied dazu entnimmt der wenigstens eine Abströmkanal den Kühldampf dem Kühlkanal und führt diesen zu einer bzw. durch eine Kühlzone des Rotors. Durch eine geeignete Positionierung des wenigstens einen Zuströmkanals und des wenigstens einen Abströmkanals kann zwischen und Einlass und Auslass des Kühlkanalsystems eine Druckdifferenz ausgebildet werden, die ausreicht, den Kühldampf ohne zusätzliche Maßnahmen von der wenigstens einen Dampfentnahmestelle zu der wenigstens einen Kühlzone zu fördern.

**[0003]** Beim bekannten Rotor erstreckt sich der Kühlkanal konzentrisch zur Rotationsachse. Die Zuströmkä-näle sind im Bereich eines Diffusors einer einflutigen Hochdruckturbine angeordnet, während die Abströmkä-näle im Zentrum einer zweiflutigen Mitteldruckturbine positioniert sind. Der Kühlkanal erstreckt sich dabei innerhalb des für die Hochdruckturbine und die Mitteldruckturbine vorgesehenen gemeinsamen Rotors. Dieser Rotor ist axial zwischen Hochdruckturbine und Mitteldruckturbine gelagert. Dementsprechend erstreckt sich die Kühlleitung zentral auch durch dieses Lager. Als Folge davon ist dieses Lager einer erhöhten Temperaturbelastung ausgesetzt, so dass zusätzliche Maßnahmen zum Schutz dieses Lagers erforderlich sind.

**[0004]** Der bekannte Rotor ist nach einer sogenannten "Trommelbauweise" realisiert, d.h., der Rotor ist aus mehreren "Trommeln" zusammengesetzt. Bei einer solchen Trommel handelt es sich um einen zylindrischen oder kegelstumpfförmigen Massivkörper, der grundsätzlich Hohlräume, wie Kanäle und Kammern, eines Kühlsystems enthalten kann. Ein Rotor mit Trommelbauweise charakterisiert sich in der Regel durch eine

kleine Anzahl von Trommeln, die vorzugsweise unterschiedlich ausgestaltet sind. Dabei ist jede Trommel mehreren Turbinenstufen zugeordnet. Benachbarte Trommeln liegen stirnseitig in der Regel vollflächig aneinander an.

**[0005]** Aus der DE 196 20 828 C1 ist ein einteiliger Rotor bekannt, der in einer zweiflutigen Dampfturbine angeordnet ist und ebenfalls ein Kühlkanalsystem enthält. In diesem Rotor ist im Zentrum der Heißdampfzuführung am Mantel ein Hohlraum ausgebildet, der mit Hilfe eines Deckels wieder verschlossen ist, wobei der Deckel gleichzeitig eine Strömungsleitfunktion erfüllt. Von diesem Hohlraum geht an zwei axial gegenüberliegenden Seiten jeweils ein axialer Kühlkanal ab. Der eine Kühlkanal kommuniziert mit einem Zuströmkanal, der den Kühldampf einer Druckstufe der einen Flut entnimmt. Im Unterschied dazu kommuniziert der andere Kühlkanal mit einem Abströmkanal, der den Kühldampf einer Druckstufe der anderen Flut zuführt. Der Aufwand zur Realisierung dieser internen Kühlung ist vergleichsweise groß, da zur Herstellung der Kühlkanäle zunächst der Hohlraum am Umfang des Rotors ausgebildet und anschließend wieder verschlossen werden muss. Ungünstig ist dabei außerdem, dass bei der gewählten Positionierung des Hohlräume genau an derjenigen Stelle des Rotors eine Schwächung in der Struktur erreicht wird, die im Betrieb der Dampfturbine den höchsten thermischen und hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt ist. Des Weiteren ist ein zusätzlicher Aufwand erforderlich, um den Hohlraum wieder mittels des entsprechenden Deckels zu verschließen.

**[0006]** Aus der EP 0 761 929 A1 ist ein Rotor für eine Gasturbine bekannt, an dem ein Verdichterteil, ein Mittelteil und ein Turbinenteil ausgebildet sind und der vorwiegend aus einzelnen, miteinander verschweißten Rotationskörpern besteht, deren geometrische Form zur Ausbildung von axial symmetrischen Hohlräumen zwischen den jeweils benachbarten Rotationskörpern führt. Bei diesem Rotor sind ein sich um die Mittelachse des Rotors erstreckender, vom stromabwärtigen Ende des Rotors bis zum stromaufwärts letzten Hohlraum reichender weiterer, zylinderförmiger Hohlraum sowie wenigstens zwei Rohre vorgesehen, die unterschiedliche Durchmesser und Längen aufweisen und sich zumindest teilweise teleskopisch überlappen und die im zylinderförmigen Hohlraum angeordnet sind. Die Rohre sind jeweils an einem Fixpunkt fest verankert, wobei die Fixpunkte der Rohre an axial unterschiedlichen Stellen liegen. Die Rohre sind jeweils mit mindestens zwei Durchgangsöffnungen im Mantel versehen, wobei mindestens eine Öffnung im Turbinenteil und mindestens eine Öffnung im Verdichter- bzw. Mittelteil angeordnet ist. Die Öffnungen der verschiedenen Rohre überlappen sich im Betriebszustand im Turbinenteil und im kalten Zustand im Verdichter- und Mittelteil. Auf diese Weise kann beim Hochfahren der Turbine der Rotor schneller aufgewärmt werden, während im Betriebszustand eine Kühlung bereitgestellt wird. Für die Vorwärmung bzw. für die Küh-

lung wird dabei an einer geeigneten Verdichterstufe Druckluft entnommen und axial einem der Rohre zugeführt.

**[0007]** Dieser bekannte Rotor ist mit der sogenannten "Scheibenbauweise" realisiert, d.h., der Rotor ist aus mehreren "Scheiben" zusammengebaut. Die Scheiben entsprechen scheibenförmigen Körpern, die radial außen einen axial vorstehenden Randbereich aufweisen, der nach Art einer Hülse ausgestaltet sein kann. Die benachbarten Scheiben liegen an den Randbereichen entlang relativ kleiner Ringflächen aneinander an. Bei diesen Scheiben handelt es sich somit um die vorgenannten Rotationskörper. Jede Scheibe ist im Unterschied zu einer Trommel nur wenigen, insbesondere jeweils nur einer einzigen Turbinenstufe zugeordnet. Dementsprechend besteht ein Rotor in Scheibenbauweise aus einer vergleichsweise großen Anzahl an Scheiben, die außerdem vorzugsweise baugleich ausgestaltet sind. Die in einem Rotor mit Scheibenbauweise realisierten Hohlräume dienen vorwiegend zur Reduzierung der Trägheitskräfte, können jedoch zusätzlich für ein Kühlsystem genutzt werden.

**[0008]** Weitere Rotoren für Gasturbinen, die in dieser Scheibenbauweise realisiert sind, können beispielsweise aus der DE 854 445 B, der DE 198 52 604 A1 und der DE 196 17 539 A1 entnommen werden.

### Darstellung der Erfindung

**[0009]** Die vorliegende Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, beschäftigt sich mit dem Problem, für einen Rotor einer Dampfturbine der eingangs genannten Art eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die insbesondere bei reduziertem Herstellungsaufwand eine hinreichende Kühlung der jeweiligen Kühlzone des Rotors, insbesondere des Rotorinneren, ermöglicht.

**[0010]** Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0011]** Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, bei einem Rotor, dessen Rotorteile zum Herstellen der Schweißverbindung stirnseitig jeweils eine Vertiefung aufweisen, die zusammen im verschweißten Zustand eine von der Schweißzone umschlossene Kavität bilden, diese bei der Herstellung des Rotors ohnehin vorhandene Kavität in das Kühlkanalsystem zu integrieren. Durch diese Maßnahme kann die Kavität bzw. können die genannten Vertiefungen vor dem Verschweißen der Rotorteile dazu genutzt werden, den oder die Kühlkanäle und/oder den oder die Zuströmkanäle und/oder den oder die Abströmkanäle in das jeweilige Rotorteil einzubringen. Zusätzliche Ausnehmungen, die einerseits zu einer Materialschwächung führen und andererseits wieder verschlossen werden müssen, sind dadurch entbehrlich. Der Aufwand zur Realisierung des rotorinternen Kühlkanalsystems kann dadurch re-

duziert werden. Gleichzeitig erhält die Kavität eine sinnvolle Doppelfunktion, wodurch sich insgesamt der Aufwand zur Ausbildung der Schweißverbindung bzw. des Rotors relativiert.

**[0012]** Besonders wichtig ist die Kühlung des Rotorzentrums in dem Bereich, in dem der Rotor einen großen Außendurchmesser besitzt und gleichzeitig dort außen mit heißem Arbeitsdampf beaufschlagt wird. Das ist häufig im Bereich der Dichtung am Schubausgleichskolben der Fall, durch die unmittelbar heißer Arbeitsdampf von der Turbineneinströmung strömt und wo gleichzeitig der Durchmesser besonders groß ist.

**[0013]** Die Kühlwirkung eines kühlampfdurchströmten Bohrungssystems (Kühlkanalsystems) ist besonders groß, wenn anstelle einer großen Bohrung viele kleine Bohrungen als Kühlkanäle verwendet werden, denn dann ist die vom Kühldampf beaufschlagte Kühlkanalwand erheblich größer. Gleichzeitig sollte die Querschnittsfläche eines Kühlkanals klein sein, damit eine große Geschwindigkeit des Kühldampf erreicht und damit der Wärmeübergang, also die Kühlwirkung, verbessert wird. Vorteilhaft verlaufen die vielen Kühlkanäle nicht im Rotorzentrum, da eine Durchbohrung des Rotorzentrums die Festigkeit des Rotors dort erheblich schwächt. Bei Rotorabschnitten mit großem Außendurchmesser ist die mechanische Beanspruchung im Rotorzentrum aufgrund der Rotorfliehkraft von besonderer Bedeutung. Sie stellt häufig eine Grenze des Baubaren dar. Durch die erfindungsgemäße Lösung wird aufgrund der Kühlwirkung die Festigkeit des Rotorzentrums erhöht und die Baubarkeitsgrenzen werden in Richtung größerer Temperaturen des Arbeitsdampfes und größerer Rotordurchmesser verschoben.

**[0014]** Besondere Vorteile ergeben sich auch für einen Rotor, der aus wenigstens drei Rotorteilen hergestellt ist und dementsprechend zwei Schweißzonen sowie zwei Kavitäten umfasst. Die beiden Kavitäten können dann durch wenigstens einen Kühlkanal miteinander verbunden sein, während der wenigstens eine Zuströmkanal an der einen Kavität endet und der wenigstens eine Abströmkanal an der anderen Kavität beginnt. Bei dieser Bauweise bilden die Kavitäten quasi Knotenstellen, welche die Kommunikation zwischen dem wenigstens einen Kühlkanal und dem wenigstens einen Zuströmkanal einerseits und dem wenigstens einen Abströmkanal andererseits herstellen. Durch die Anbindung des wenigstens einen Zuströmkanals sowie des wenigstens einen Abströmkanals jeweils an eine der Kavitäten, ist es außerdem möglich, den wenigstens einen Kühlkanal nur im mittleren Rotorteil der drei Rotorteile auszubilden, was den Aufwand zur Realisierung des Kühlkanalsystems reduziert.

**[0015]** Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0016]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen. Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 bis 5 jeweils einen stark vereinfachten Längsschnitt durch eine einflutige Dampfturbine mit zweiteiligem geschweißtem Trommelrotor nach der Erfindung bei unterschiedlichen Ausführungsformen,

Fig. 6 einen stark vereinfachten Längsschnitt durch eine einflutige Dampfturbine mit dreiteiligem geschweißtem Trommelrotor nach der Erfindung,

Fig. 7 bis 9 jeweils einen stark vereinfachten Längsschnitt durch eine zweiflutige Dampfturbine mit dreiteiligem geschweißtem Trommelrotor nach der Erfindung bei verschiedenen Ausführungsformen.

**[0017]** Bei allen Figuren sind nur das Innengehäuse und der Rotor dargestellt, nicht aber das Außengehäuse.

### Wege zur Ausführung der Erfindung

**[0018]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der Fig. 1 bis 9 näher erläutert.

**[0019]** Entsprechend Fig. 1 umfasst eine Dampfturbine 1 einen Rotor 2, der an seinen Axialenden 3 und 4 um eine zentrale Rotationsachse 5 drehend gelagert ist. Der Rotor 2 ist zentrisch in einem Gehäuse 6 angeordnet, das mehrere Leitschaufeln 7 trägt. Korrespondierend dazu trägt der Rotor 2 mehrere Laufschaufeln 8, wobei die Laufschaufeln 8 und die Leitschaufeln 7 paarweise die Turbinenstufen 9 der Dampfturbine 1 bilden. Bekanntermaßen arbeitet eine Dampfturbine 1 mit Dampf als Arbeitsmedium, auch Arbeitsdampf genannt. Das Gehäuse 6 enthält einen Zuströmraum 10, dem der gespannte Dampf zugeführt wird und von dem der Dampf zur ersten Turbinenstufe 9 der Dampfturbine 1 geführt wird. Der entspannte Dampf wird an einem Austritt 11 des Gehäuses 6 abgeführt. Pfeile 12 symbolisieren dabei die Hauptströmung des Dampfes durch die Dampfturbine 1.

**[0020]** Der Rotor 2 ist mehrteilig ausgeführt und besitzt bei den Ausführungsformen der Fig. 1 bis 5 jeweils zwei Rotorteile 2a und 2b, die in Achsrichtung aneinander grenzen. Der Rotor 2 ist hier als "Trommelrotor" 2 ausgestaltet, d.h., der Rotor 2 ist nach der Trommelbauweise realisiert. Die einzelnen Rotorteile 2a, 2b bilden dabei die "Trommeln" des Trommelrotors 2. Sie zeichnen sich durch ihre massive Bauweise mit großer Ma-

terialstärker in radialer und axialer Richtung aus.

**[0021]** Die beiden Rotorteile 2a, 2b sind miteinander verschweißt. Zu diesem Zweck ist an einander zugewandten axialen Stirnseiten 13 und 14 der Rotorteile 2a, 2b eine Schweißzone 15 ausgebildet, die sich in Umfangsrichtung erstreckt und dabei geschlossen umläuft. Auf diese Weise erhält die Schweißzone 15 eine ringförmige Gestalt.

**[0022]** Zur Ausbildung dieser Schweißzone 15 sind die beiden Rotorteile 2a, 2b an ihren Stirnseiten 13, 14 jeweils mit einer Vertiefung 16 bzw. 17 beliebiger Gestalt versehen. Im zusammengebauten Zustand ergänzen sich die beiden Vertiefungen 16, 17 zu einer Kavität 18. Diese Kavität 18 ist somit von der Schweißzone 15 umfangsmäßig umschlossen.

**[0023]** Der Rotor 2 ist außerdem mit einem internen Kühlkanalsystem 19 ausgestattet, das es ermöglicht, teilweise entspannten und somit teilweise abgekühlten Dampf an einer Position an der Rotoroberfläche 20 zu entnehmen und diesen als Kühldampf zumindest einem thermisch belasteten Bestandteil des Rotors 2, wie z. B. einem Schubausgleichskolben 21 zuzuführen. Demnach handelt es sich beim Kühldampf um dasselbe Medium wie beim Arbeitsdampf. Das Kühlkanalsystem 19 umfasst hierzu zumindest einen Zuströmkanal 22 zur Entnahme des Kühldampfes aus dem Arbeitsdampf an einer Position an der Rotoroberfläche 20 an einer dazu geeigneten Turbinenstufe 9. Im vorliegenden Fall sind zwei derartigen Zuströmkanäle 22 dargestellt. Es ist klar, dass auch mehr als zwei Zuströmkanäle 22 vorgesehen sein können, die insbesondere sternförmig bezüglich der Rotationsachse 5 angeordnet sein können. Des Weiteren ist wenigstens ein Abströmkanal 23 vorgesehen, der den Kühldampf durch wenigstens eine Kühlzone, hier exemplarisch der Schubausgleichskolben 21 und/oder zu einer Kühlzone des Rotors 2 oder eines Rotor- bzw. Turbinenbauteils führt. Im vorliegenden Fall sind ebenfalls zwei Abströmkanäle 23 dargestellt. Es können jedoch auch mehr als zwei Abströmkanäle 23 vorgesehen sein, die insbesondere sternförmig bezüglich der Rotationsachse 5 angeordnet sein können.

**[0024]** Des Weiteren umfasst das Kühlkanalsystem 19 zumindest einen Kühlkanal 24, der bzw. die zusammen oder jeweils für sich den wenigstens einen Zuströmkanal 22 mit dem wenigstens einen Abströmkanal 23 verbinden. Auf diese Weise wird der Kühldampf entsprechend den Pfeilen 25 über den wenigstens einen Zuströmkanal 22 der jeweiligen Turbinenstufe 9 entnommen, über den oder die Kühlkanäle 24 dem wenigstens einen Abströmkanal 23 zugeführt, der den Kühldampf seinerseits der jeweiligen Kühlzone, z. B. dem Schubausgleichskolben 21, zuführt. Durch die gewählte Positionierung der Einströmenden der Zuströmkanäle 22 und der Ausströmenden der Abströmkanäle 23 besteht innerhalb des Kühlkanalsystems 19 ein Druckgefälle, das den Kühldampf selbsttätig in der gewünschten Weise innerhalb des Kühlkanalsystems 19 transportiert.

**[0025]** Erfindungsgemäß ist nun die Kavität 18 in das Kühlkanalsystem 19 integriert. Bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform erfolgt dies dadurch, dass die Kühlkanäle 24 jeweils an diese Kavität 18 angeschlossen sind. Der rechts dargestellte Kühlkanal 24 ist eingangsseitig an die Zuströmkanäle 22 angeschlossen und ausgangsseitig an die Kavität 18. Der links dargestellte Kühlkanal 24 ist eingangsseitig an die Kavität 18 angeschlossen und ausgangsseitig an die Abströmkanäle 23. Auf diese Weise wird die Kavität 18 zu einem vom Kühldampf durchströmten Bestandteil des Kühlkanalsystems 19. Die Kavität 18 bildet dabei eine Art Verteilerknoten, der den Kühldampf, der über einen oder mehrere Kanäle 22 oder 24 zugeführt wird, auf einen oder mehrere Kanäle 23, 24 verteilt.

**[0026]** Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1 sind die beiden Kühlkanäle 24 jeweils zentrisch zur Rotationsachse 5 im jeweiligen Rotorteil 2a, 2b ausgestaltet. Die Ausbildung dieser Kühlkanäle 24 ist dabei besonders einfach, da die Rotorteile 2a, 2b vor dem Verschweißen im Bereich ihrer Vertiefungen 16, 17 zentral aufgebohrt werden können, um diese Kühlkanäle 24 auszubilden. Eine zusätzliche, hilfweise angebrachte Vertiefung in der Oberfläche des jeweiligen Rotorteils 2a, 2b ist nicht erforderlich. Die Zuströmkanäle 22, die sich hier im wesentlichen radial erstrecken, können in Form von Bohrungen hergestellt werden. Entsprechendes gilt auch für die Abströmkanäle 23, die sich hier diagonal - zentrisch erstrecken. Im Hinblick auf die Strömungsrichtung innerhalb des Kühlkanalsystems 19 endet der rechts dargestellte Kühlkanal 24 an der Kavität 18, während der links dargestellte Kühlkanal 24 an der Kavität 18 beginnt.

**[0027]** Die in Fig. 2 gezeigte Ausführungsform unterscheidet sich von der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform dadurch, dass im rechts dargestellten Rotorteil 2a kein zentraler Kühlkanal 24, sondern mehrere dezentrale bzw. bezüglich der Rotationsachse 5 exzentrisch angeordnete, jedoch parallel zur Längsachse verlaufende Kühlkanäle 24 vorgesehen sind, die jeweils mit einem der Zuströmkanäle 22 kommunizieren. Bei dieser Bauweise kann die Anbringung eines zentralen Kühlkanals 24 vermieden werden, was bei bestimmten Rotorbauformen von Vorteil sein kann. Die Anzahl der im rechten Rotorteil 2a ausgebildeten Kühlkanäle 24 entspricht dann der Anzahl der dort vorgesehenen Zuströmkanäle 22.

**[0028]** In einer weiteren nicht dargestellten Ausführungsform können auch mehrere fächerartig angeordnete Zuströmkanäle 22 auf einen Kühlkanal 24 treffen.

**[0029]** Die Ausführungsform der Fig. 3 unterscheidet sich von der Ausführungsform gemäß Fig. 2 dadurch, dass außerdem im links dargestellten Rotorteil 2b anstelle eines zentralen Kühlkanals 24 mehrere dezentrale bzw. bezüglich der Rotationsachse 5 exzentrisch angeordnete Kühlkanäle 24 vorgesehen sind. Auch diese Kühlkanäle 24 erstrecken sich vorzugsweise parallel zur Längsachse des Rotors 2 und kommunizieren je-

weils mit einem der Abströmkanäle 23. Die Anzahl der Kühlkanäle 24 im links dargestellten Rotorteil 2b entspricht dann der Anzahl der dort angebrachten Abströmkanäle 23, wobei dies nicht notwendigerweise sein muss. Auch beim linken Rotorteil 2b kann bei bestimmten Ausführungsformen des Rotors 2 die Anbringung mehrerer dezentraler oder exzentrischer Kühlkanäle 24 gegenüber einem zentralen Kühlkanal 24 vorteilhaft sein.

**[0030]** Sobald mehrere Kühlkanäle 24 parallel zueinander exzentrisch verlaufen, wie dies beispielsweise bei den Ausführungsformen der Fig. 2 und 3 der Fall ist, sind diese zweckmäßig symmetrisch verteilt im jeweiligen Rotorteil 2a, 2b angeordnet, das heißt, die jeweiligen Kühlkanäle 24 sind konzentrisch um die Rotationsachse 5 herum angeordnet.

**[0031]** Bei den Ausführungsformen der Fig. 1 bis 3 ist die Kavität 18 quasi zwischen den in Achsrichtung aufeinander folgenden Kühlkanälen 24 angeordnet. Die Zuströmkanäle 22 und die Abströmkanäle 23 können nur über die Kühlkanäle 24 mit der Kavität 18 kommunizieren. Im Unterschied dazu ist bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4 die Teilung des Rotors 2 an die Position der Abströmkanäle 23 adaptiert, das heißt, die Schweißzone 15 ist im Vergleich zu den Ausführungsformen der Fig. 1 bis 3 in Richtung der jeweiligen Kühlzone, also hier in Richtung des Schubausgleichskolbens 21 verschoben. Bei dieser Bauweise ist es möglich, die Abströmkanäle 23 direkt mit der Kavität 18 zu verbinden. Dementsprechend beginnen die Abströmkanäle 23 bei dieser Ausführungsform an der Kavität 18. Dies bedeutet eine erhebliche Vereinfachung der Herstellung des Kühlkanalsystems 19, da im linken Rotorteil 2b kein Kühlkanal 24 ausgebildet werden muss. Im rechten Rotorteil 2a ist das Kühlkanalsystem 19 wie in der Ausführungsform gemäß Fig. 1 gestaltet, indem ein zentraler Kühlkanal 24 vorgesehen ist, der mit den Zuströmkanälen 22 kommuniziert.

**[0032]** Die in Fig. 5 gezeigte Ausführungsform unterscheidet sich von der Ausführungsform gemäß Fig. 4 dadurch, dass im rechten Rotorteil 2a anstelle des zentralen Kühlkanals 24 mehrere dezentrale bzw. exzentrisch zur Rotationsachse 5 angeordnete Kühlkanäle 24 vorgesehen sind, die jeweils mit einem der Zuströmkanäle 22 kommunizieren. Dies kann für bestimmte Ausführungsformen des Rotors 2 von Vorteil sein.

**[0033]** Bei den Ausführungsformen der Fig. 4 und 5 sind die Abströmkanäle 23 direkt an die Kavität 18 angeschlossen, während die Zuströmkanäle 22 indirekt über die Kühlkanäle 24 an die Kavität 18 angeschlossen sind. Grundsätzlich ist auch eine andere Ausführungsform möglich, bei welcher die Teilung des Rotors 2 so gewählt ist, dass die Zuströmkanäle 22 direkt an die Kavität 18 angeschlossen werden können, während die Abströmkanäle 23 dann indirekt über einen oder über mehrere Kühlkanäle 24 an die Kavität 18 angeschlossen sein können. Die Schweißzone 15 ist dann in Richtung der Entnahmestelle des Kühldampfes verschoben.

**[0034]** Bei einer anderen Ausführungsform kann der wenigstens eine Kühlkanal 24 durch die Kavität 18 gebildet sein, mit der Folge, dass sowohl die Zuströmkanäle 22 als auch die Abströmkanäle 23 direkt an die Kavität 18 angeschlossen sind.

**[0035]** Bei den Ausführungsformen der Fig. 1 bis 5 ist gemeinsam, dass die wenigstens eine Entnahmestelle, hier die jeweilige Turbinenstufe 9, an einer Position an der Rotoroberfläche 20 im Bereich des einen Rotorteils 2a angeordnet ist, während die wenigstens eine Kühlzone, hier der Schubausgleichskolben 21, im Bereich des anderen Rotorteils 2b angeordnet ist. Dies hat zur Folge, dass bei diesen Ausführungsformen der wenigstens eine Zuströmkanal 22 zwangsläufig in dem einen Rotorteil 2a angeordnet ist, während der wenigstens eine Abströmkanal 23 in dem anderen Rotorteil 2b angeordnet ist. Das Kühlkanalsystem 19 erstreckt sich somit innerhalb des zweiteiligen Rotors 2 durch beide Rotorteile 2a und 2b.

**[0036]** Während der Rotor 2 bei den Ausführungsformen der Fig. 1 bis 5 zweiteilig ausgestaltet ist, zeigt Fig. 6 eine Ausführungsform mit einem dreiteiligen Rotor 2, wobei die einzelnen Rotorteile von rechts nach links mit 2a, 2b und 2c bezeichnet sind. Auch dieser Rotor 2 ist als Trommelrotor 2 ausgestaltet. Aufgrund der Dreiteiligkeit sind dementsprechend zwei Schweißzonen 15 und somit auch zwei Kavitäten 18 vorgesehen. Dabei sind im Sinne der Erfindung beide Kavitäten 18 in das Kühlkanalsystem 19 integriert. Die Teilung des Rotors 2 ist dabei gezielt so gewählt, dass die Zuströmkanäle 22 direkt mit der einen Kavität 18 kommunizieren, während die Abströmkanäle 23 direkt mit der anderen Kavität 18 kommunizieren. Die beiden Kavitäten 18 sind dann über den wenigstens einen Kühlkanal 24, hier über wenigstens zwei Kühlkanäle 24 miteinander verbunden. Diese gezielte Teilung des Rotors 2 vereinfacht die Integration des Kühlkanalsystems 19 in den Rotor 2. Denn sowohl für die Ausbildung der Zuströmkanäle 22 als auch für die Ausbildung der Abströmkanäle 23 können einfache Bohrungen vorgesehen werden, die von der jeweiligen Entnahmestelle beziehungsweise von der jeweiligen Kühlzone zur jeweiligen Kavität 18 führen. Des Weiteren können auch der oder die Kühlkanäle 24 durch einfache Bohrungen hergestellt werden. Bei der in Fig. 6 gezeigten Ausführungsform sind demnach im rechts dargestellten Rotorteil 2a ausschließlich die Zuströmkanäle 22 und im links dargestellten Rotorteil 2c ausschließlich die Abströmkanäle 23 ausgebildet, während das mittlere Rotorteil 2b ausschließlich den oder die Kühlkanäle 24 enthält.

**[0037]** Beim Rotor 2 sind im mittleren Rotorteil 2b zwei oder mehr Kühlkanäle 24 exzentrisch angeordnet. Ebenso ist eine Ausführungsform möglich, bei der sich ein zentraler Kühlkanal 24 zwischen den beiden Kavitäten 18 erstreckt. Des Weiteren ist grundsätzlich auch eine Ausführungsform möglich, bei der zumindest eine der Schweißzonen 15 so positioniert ist, dass das zugehörige äußere Rotorteil 2a oder 2c weder einen Zu-

strömkanal 22 noch einen Abströmkanal 23 enthält. Beispielsweise kann die rechts gezeigte Schweißzone 15 rechts neben der Kühldampfentnahmestelle positioniert sein, mit der Folge, dass die Zuströmkanäle 22 dann im mittleren Rotorteil 2b ausgebildet werden müssen. Diese Bauweise führt dazu, dass im rechten Rotorteil 2a dann kein Zuströmkanal 22 enthalten ist. Dies hat den Vorteil, dass das rechte Rotorteil 2a überhaupt nicht bearbeitet werden muss, um das rotorinterne Kühlkanalsystem 19 auszubilden. Entsprechendes gilt dann auch für die links gezeigte Schweißzone 15 im Hinblick auf die Abströmkanäle 23.

**[0038]** Während bei den Ausführungsformen der Fig. 1 bis 6 die Dampfturbine 1 einflutig ausgestaltet ist, zeigen die Fig. 7 bis 9 zweiflutige Dampfturbinen 1. Die beiden Fluten sind dabei mit 26 bzw. 27 bezeichnet. Bei dieser zweiflutigen Dampfturbine 1 ist der Rotor 2 wieder dreiteilig und als Trommelrotor 2 ausgebildet, wobei sich das mittlere Rotorteil 2b in beide Fluten 26, 27 hinein erstreckt. Die Teilung des Rotors 2 erfolgt gezielt so, dass die Schweißzonen 15 mit ihren Kavitäten 18 jeweils so positioniert sind, dass die Zuströmkanäle 22 direkt an die eine, hier an die linke Kavität 18, und die Abströmkanäle 23 direkt an die andere, hier an die rechte Kavität 18, angeschlossen werden können. Die beiden Kavitäten 18 kommunizieren dann über den wenigstens einen Kühlkanal 24 miteinander. Mit Hilfe des Kühlkanalsystems 19 kann somit Kühldampf der links dargestellten Flut 27 an einer bestimmten Turbinenstufe 9 entnommen werden und der Beschauflung der rechts dargestellten anderen Flut 26 zugeführt werden. Durch eine geeignete Positionierung der wenigstens einen Entnahmestelle sowie der wenigstens einen Rückleitungsstelle entsteht innerhalb des Kühlkanalsystems 19 ein hinreichendes Druckgefälle, um den Kühldampf ohne zusätzliche Maßnahmen antreiben zu können.

**[0039]** Auch bei dieser Ausführungsform wird deutlich, dass durch die Integration der Kavitäten 18 in das Kühlkanalsystem 19 der Aufwand zur Realisierung des Kühlkanalsystems 19 relativ gering ist, da die Vertiefungen 16, 17 in den Stirnseiten 13, 14 der Rotorteile 2a, 2b, 2c das Einbringen der Zuströmkanäle 22 und der Abströmkanäle 23 sowie der Kühlkanäle 24 erheblich vereinfachen.

**[0040]** Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 7 sind die beiden Kavitäten 18 durch einen zentral angeordneten Kühlkanal 24 miteinander verbunden. Im Unterschied dazu sind bei der Ausführungsform gemäß Fig. 8 die beiden Kavitäten 18 durch zwei oder mehr bezüglich der Rotationsachse 5 exzentrisch angeordnete Kühlkanäle 24 miteinander verbunden. Zweckmäßig sind diese Kühlkanäle 24 um die Rotationsachse 5 herum konzentrisch verteilt angeordnet. Dabei muss die Anzahl der Kühlkanäle 24 weder mit der Anzahl der Zuströmkanäle 22 noch mit der Anzahl der Abströmkanäle 23 übereinstimmen.

**[0041]** Bei den Ausführungsformen der Fig. 7 und 8 sind die Zuströmkanäle 22 im links dargestellten Rotor-

teil 2c, die Abströmkanäle 23 im rechts gezeigten Rotorteil 2a und der oder die Kühlkanäle 24 im mittleren Rotorteil 2b ausgebildet. Grundsätzlich ist es möglich, die axiale Teilung des Rotors 2 gezielt so anzubringen, dass die Zuströmkanäle 22 und/oder die Abströmkanäle 23 ebenfalls im mittleren Rotorteil 2b angeordnet sind. Fig. 9 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform, bei der sowohl die Zuströmkanäle 22 als auch die Abströmkanäle 23 im mittleren Rotorteil 2b angeordnet sind, in dem auch der oder die Kühlkanäle 24 ausgebildet sind. Bei dieser Bauweise muss somit nur das mittlere Rotorteil 2b bearbeitet werden, um das Kühlkanalsystem 19 im gesamten Rotor 2 auszubilden. Der Aufwand zur Realisierung des Kühlkanalsystems 19 wird dadurch reduziert.

**[0042]** Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele begrenzt. Sie lässt sich zwar besonders gut für den Rotor von Dampfturbinen einsetzen, bei denen als Arbeitsmedium heißer Dampf und als Kühlmedium Kühldampf verwendet wird, aber sie ist selbstverständlich ebenfalls einsetzbar für den Rotor einer Luftturbine.

#### Bezugszeichenliste

##### [0043]

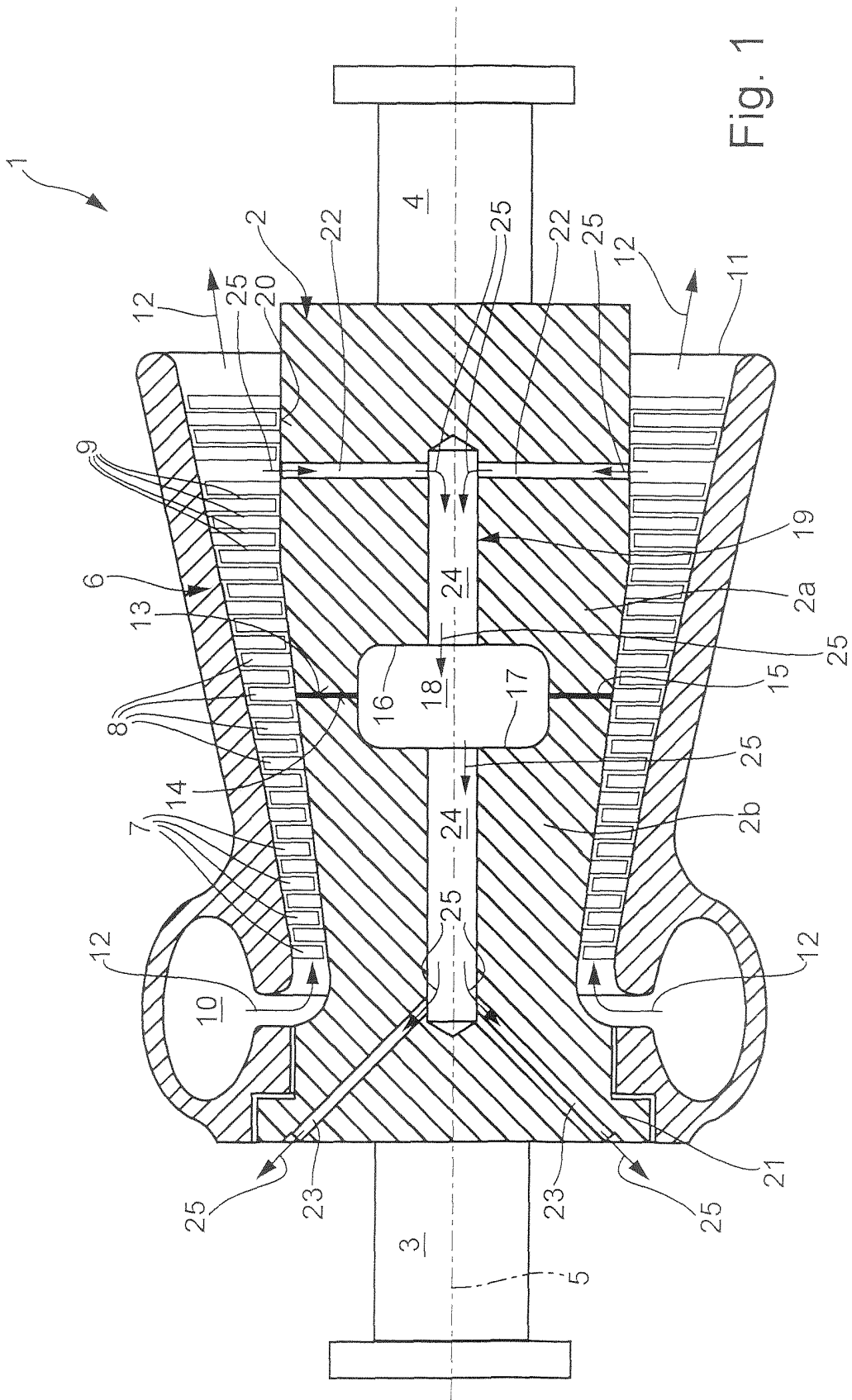
1	Dampfturbine
2	Rotor
2a	Rotorteil
2b	Rotorteil
2c	Rotorteil
3	Axialende von 2
4	Axialende von 2
5	Rotationsachse
6	Gehäuse
7	Leitschaufel
8	Laufschaufel
9	Turbinenstufe
10	Zuströmraum
11	Austritt
12	Hauptströmung
13	Stirnseite
14	Stirnseite
15	Schweißzone
16	Vertiefung
17	Vertiefung
18	Kavität
19	Kühlkanalsystem
20	Rotoroberfläche
21	Schubausgleichskolben
22	Zuströmkanal
23	Abströmkanal
24	Kühlkanal
25	Kühldampfströmung
26	Flut
27	Flut

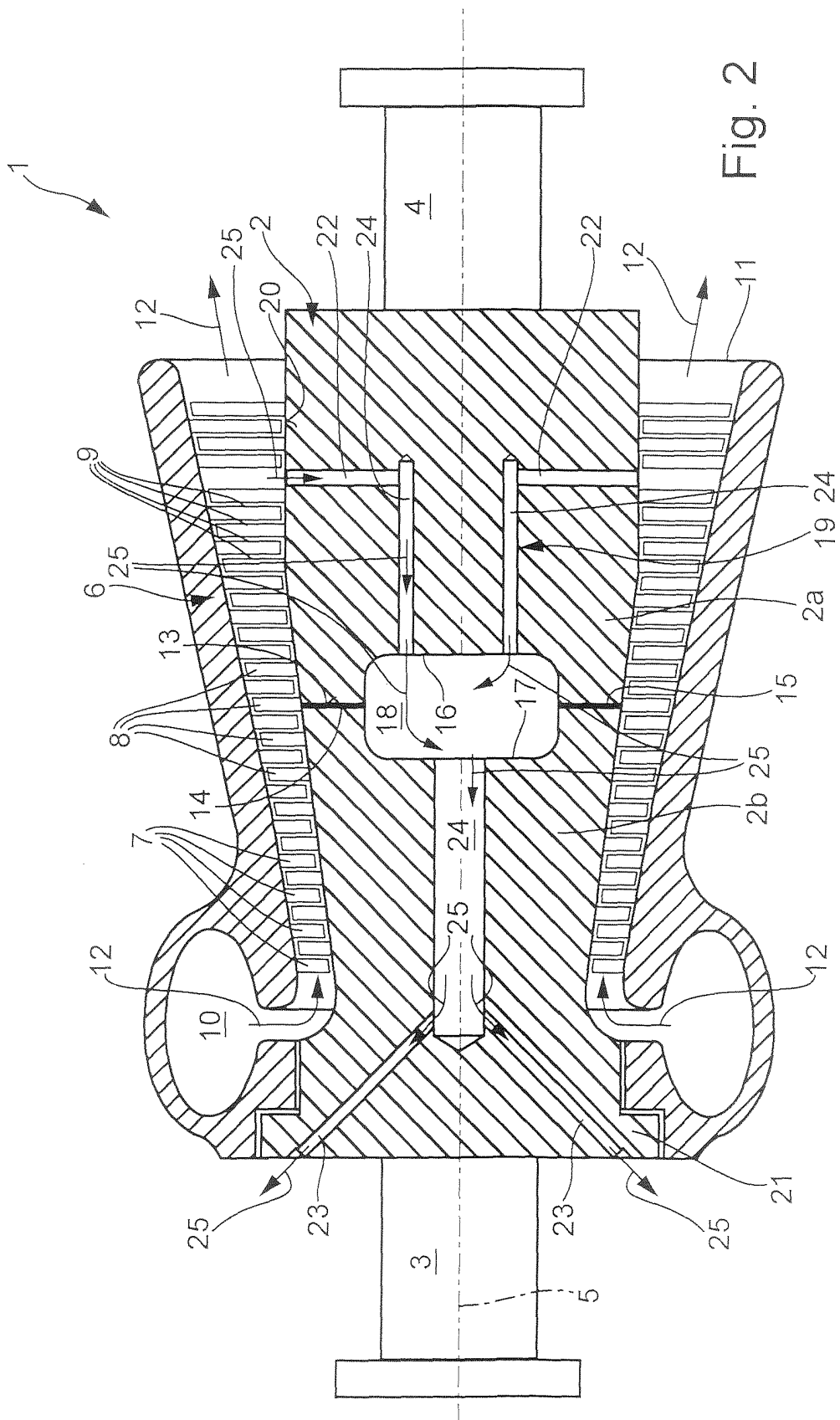
#### Patentansprüche

1. Rotor für eine Dampfturbine (1) für Arbeitsdampf,
  - 5 - wobei sich der Rotor (2) entlang einer Rotationsachse (5) erstreckt und aus wenigstens zwei in Achsrichtung aneinandergrenzenden Rotorteilen (2a, 2b, 2c) besteht,
  - 10 - wobei je zwei Rotorteile (2a, 2b, 2c) an einander zugewandten axialen Stirnseiten (13, 14) mittels einer in Umfangsrichtung geschlossen umlaufenden, ringförmigen Schweißzone (15) miteinander verschweißt sind,
  - 15 - wobei im Rotor (2) ein Kühlkanalsystem (19) ausgebildet ist, das wenigstens einen Zuströmkanal (22), wenigstens einen Abströmkanal (23) und wenigstens einen Kühlkanal (24) aufweist,
  - 20 - wobei der wenigstens eine Kühlkanal (24) Kühldampf direkt oder indirekt vom wenigstens einen Zuströmkanal (22) direkt oder indirekt zum wenigstens einen Abströmkanal (23) führt,
  - 25 - wobei der wenigstens eine Zuströmkanal (22) den Kühldampf an einer Position an der Rotoroberfläche (20) dem Arbeitsdampf entnimmt,
  - wobei der wenigstens eine Abströmkanal (23) den Kühldampf durch wenigstens eine und/oder zu wenigstens einer Kühlzone führt,
- 30 **dadurch gekennzeichnet,**
  - 35 - **dass** zumindest bei zwei Rotorteilen (2a, 2b, 2c) die Schweißzone (15) eine Kavität (18) umfangsmäßig umschließt, die aus zwei Vertiefungen (16, 17) gebildet ist, die jeweils im zugehörigen Rotorteil (2a, 2b, 2c) stirnseitig eingebracht sind,
  - 40 - **dass** die wenigstens eine Kavität (18) einen Bestandteil des Kühlkanalsystems (19) bildet und vom Kühldampf durchströmt ist.
- 45 **2. Rotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,**
  - 50 - **dass** zumindest ein mit wenigstens einem Zuströmkanal (22) kommunizierender Kühlkanal (24) an der wenigstens einen Kavität (18) endet,
  - **dass** zumindest ein mit wenigstens einem Abströmkanal (23) kommunizierender Kühlkanal (24) an der wenigstens einen Kavität (18) beginnt.
- 55 **3. Rotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,**
  - **dass** zumindest ein mit wenigstens einem Zuströmkanal (22) kommunizierender Kühlkanal

- (24) an der wenigstens einen Kavität (18) endet,
- **dass** der wenigstens eine Abströmkanal (23) an dieser Kavität (18) beginnt.
4. Rotor nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** zumindest ein mit wenigstens einem Abströmkanal (23) kommunizierender Kühlkanal (24) an der Kavität (18) beginnt,
  - **dass** der wenigstens eine Zuströmkanal (22) an dieser Kavität (18) endet.
5. Rotor nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** der wenigstens eine Kühlkanal (24) durch die Kavität (18) gebildet ist,
  - **dass** der wenigstens eine Zuströmkanal (22) an der Kavität (18) endet,
  - **dass** der wenigstens eine Abströmkanal (23) an der Kavität (18) beginnt.
6. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** sich der wenigstens eine Zuströmkanal (22) in dem einen Rotorteil (2a) erstreckt, während sich der wenigstens eine Abströmkanal (23) im anderen Rotorteil (2b) erstreckt.
7. Rotor nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** bei einem Rotor (1) mit wenigstens drei Rotorteilen (2a, 2b, 2c) zwei Schweißzonen (15) und zwei Kavitäten (18) vorgesehen sind,
  - **dass** die beiden Kavitäten (18) durch den wenigstens einen Kühlkanal (24) miteinander verbunden sind,
  - **dass** der wenigstens eine Zuströmkanal (22) an der einen Kavität (18) endet,
  - **dass** der wenigstens eine Abströmkanal (23) an der anderen Kavität (18) beginnt.
8. Rotor nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** sich der wenigstens eine Zuströmkanal (22) in dem einen äußeren Rotorteil (2c) oder im mittleren Rotorteil (2b) der drei Rotorteile (2a, 2b, 2c) erstreckt,
  - **dass** sich der wenigstens eine Abströmkanal (23) in dem anderen äußeren Rotorteil (2a) oder im mittleren Rotorteil (2b) der zwei Rotorteile (2a, 2b, 2c) erstreckt.
9. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** die Dampfturbine (1) einflutig ausgebildet ist,
  - **dass** die wenigstens eine Kühlzone einen Schubausgleichskolben (21) des Rotors (2) umfasst.
10. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** die Dampfturbine (1) zweiflutig ausgebildet ist,
  - **dass** der Kühldampf einer Turbinenstufe (9) der einen Flut (27) entnommen wird,
  - **dass** die wenigstens eine Kühlzone wenigstens eine Turbinenstufe (9) der anderen Flut (26) umfasst.
11. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** sich der wenigstens eine Kühlkanal (24) konzentrisch zur Rotationsachse (5) erstreckt, oder
  - **dass** sich der wenigstens eine Kühlkanal (24) exzentrisch zur Rotationsachse (5) und im wesentlichen parallel dazu erstreckt.
12. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** sich der wenigstens eine Zuströmkanal (22) bezüglich der Rotationsachse (5) im wesentlichen radial oder diagonal-zentrisch oder diagonal-unzentrisch derart erstreckt, dass er den Kühlkanal (24) trifft, und/oder
  - **dass** sich der wenigstens eine Abströmkanal (23) bezüglich der Rotationsachse (5) im wesentlichen radial oder diagonal-zentrisch oder diagonal-unzentrisch derart erstreckt, dass er den Kühlkanal (24) trifft.
13. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 12,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Rotor (2) nach der Trommelbauweise als Trommelrotor (2) aus mehreren, durch die Rotorteile (2a, 2b, 2c) gebildeten Trommeln aufgebaut ist.







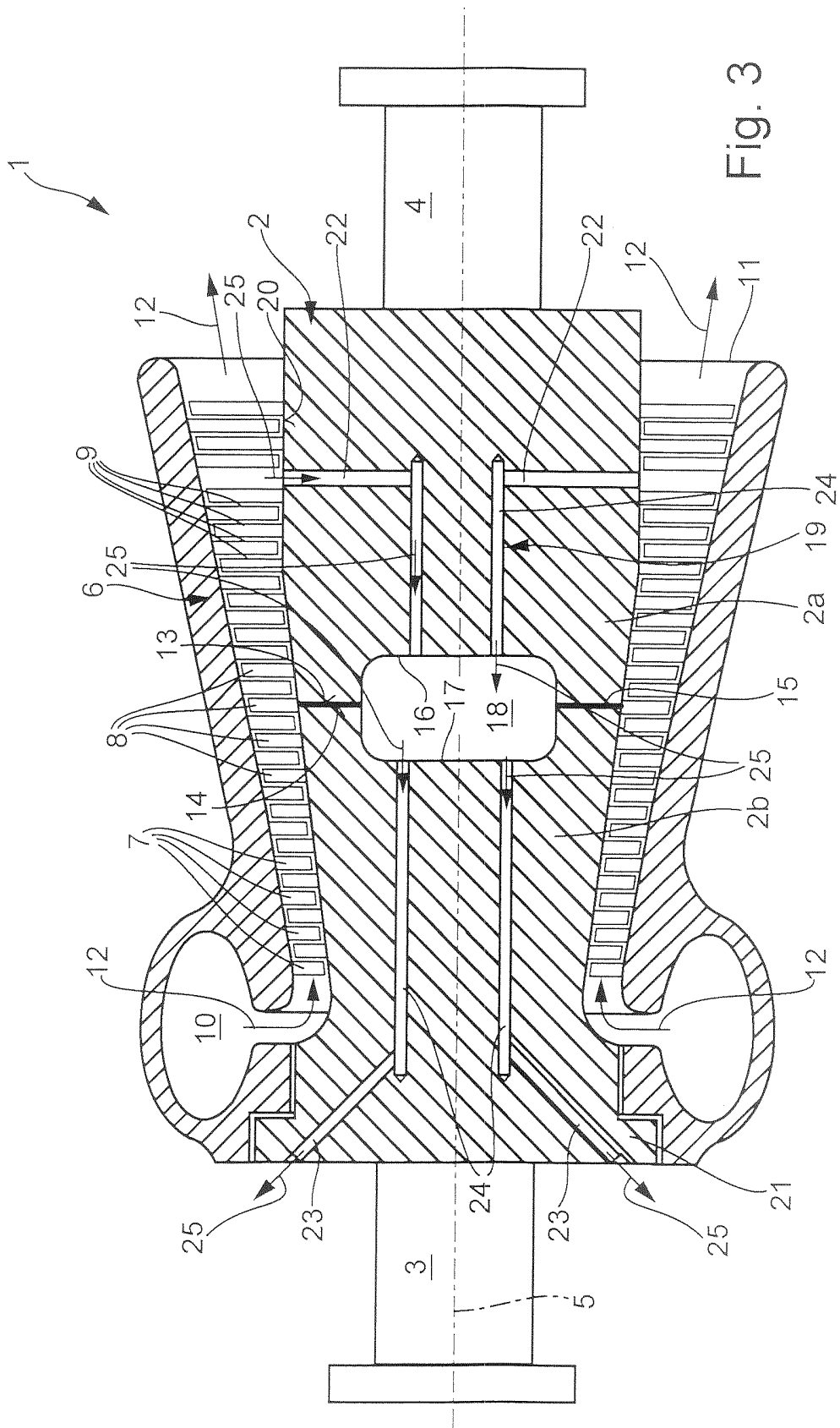


Fig. 3

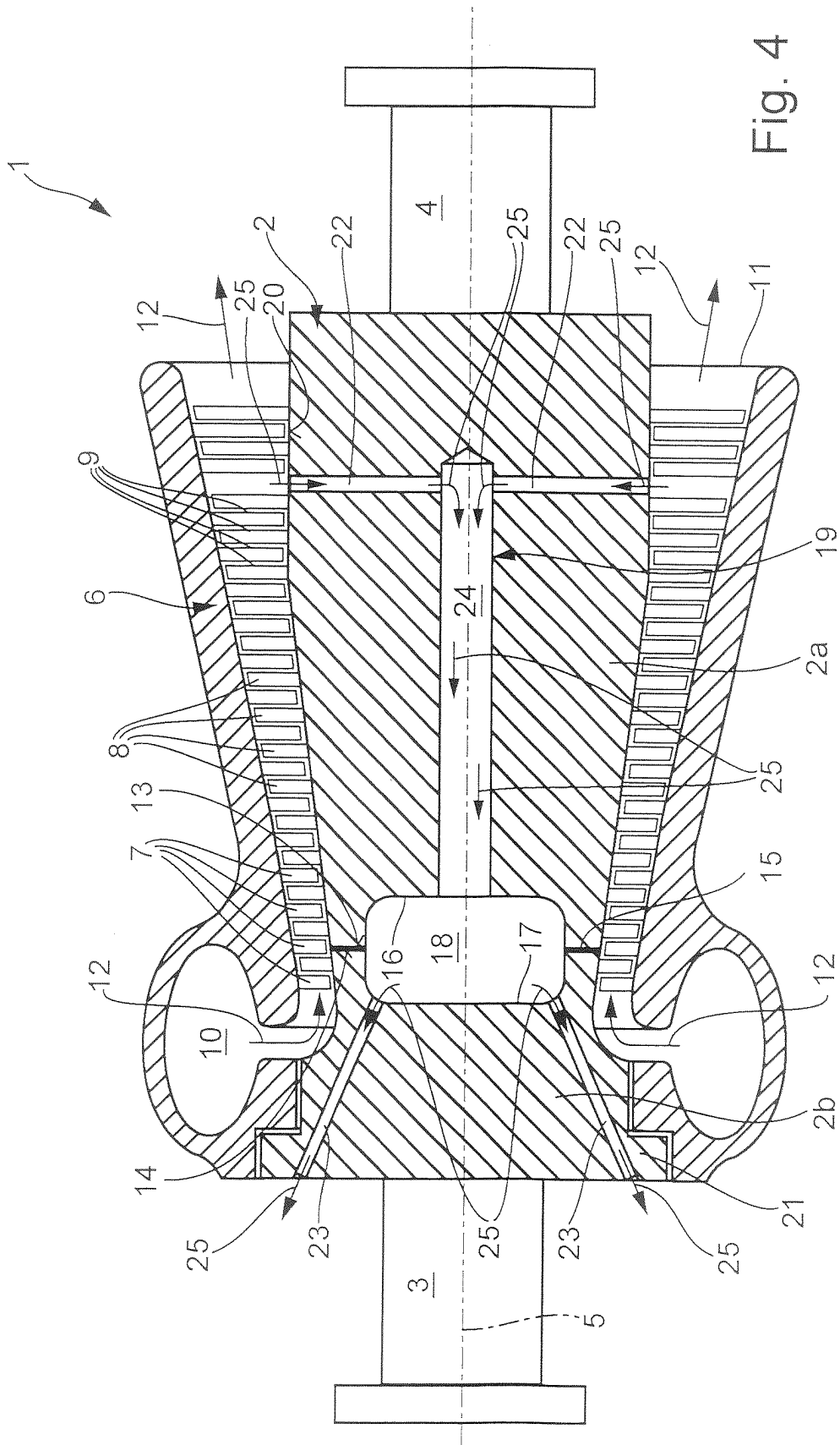
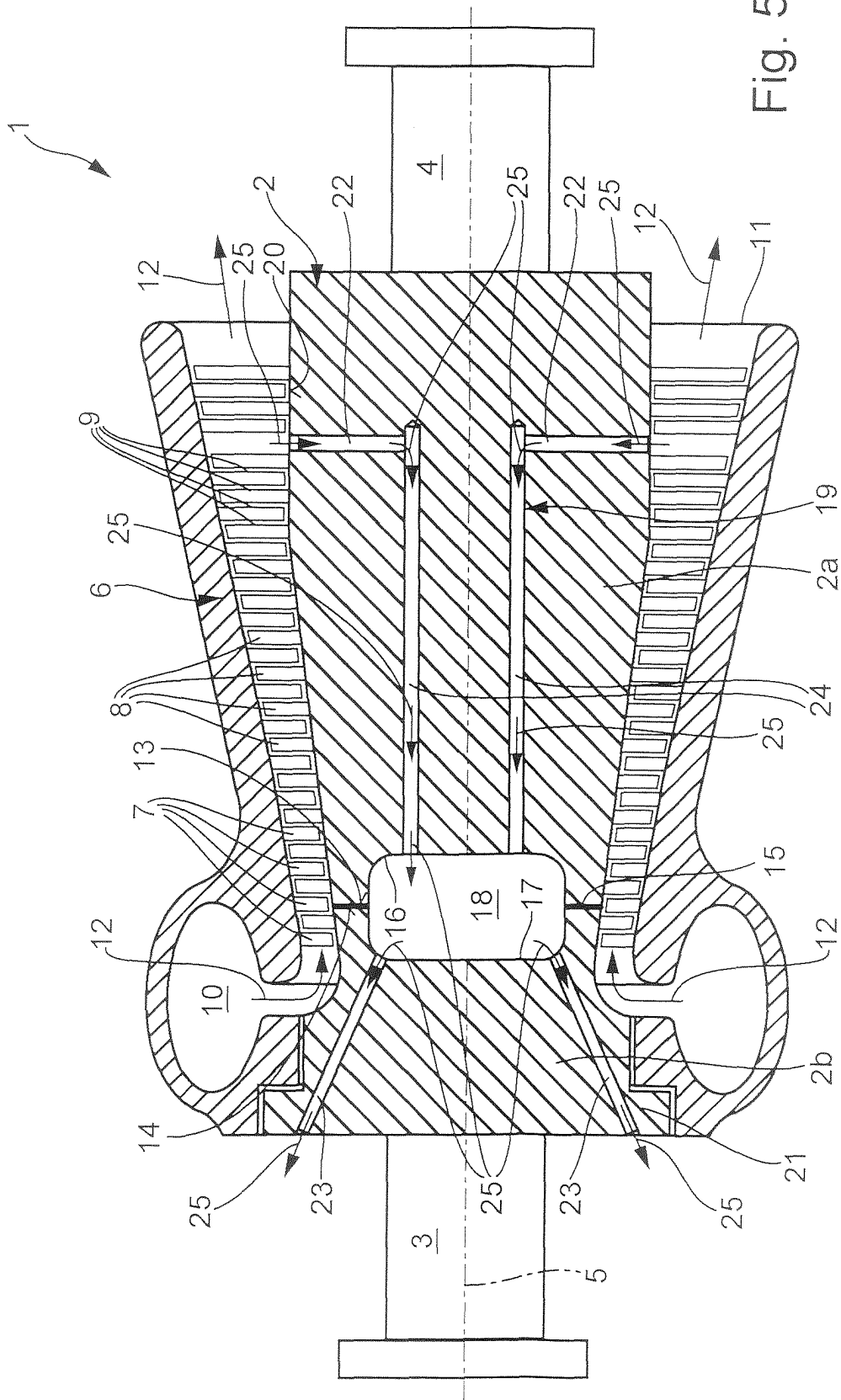
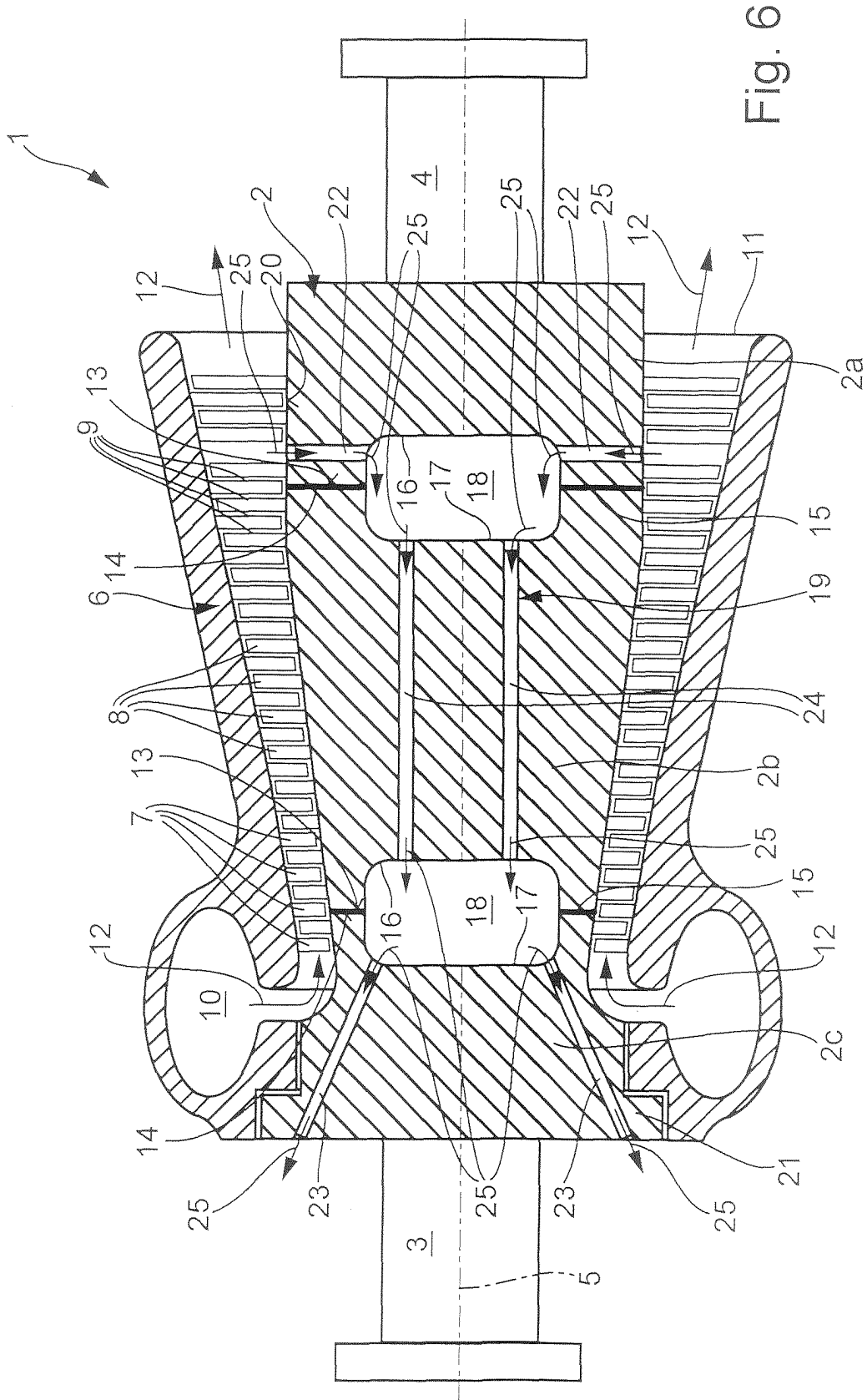


Fig. 4











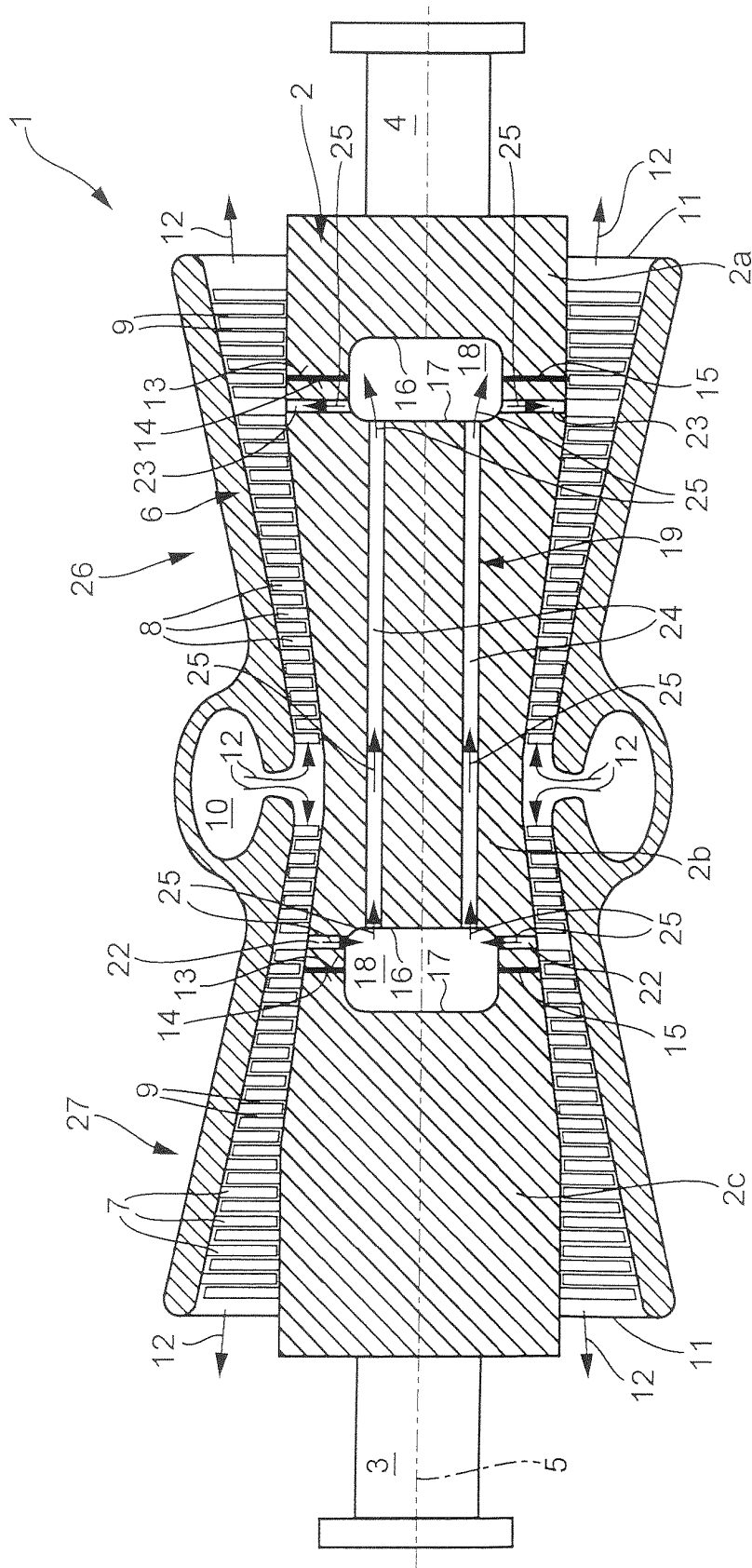


Fig. 9