

(19)



(11)

EP 4 517 054 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
05.03.2025 Patentblatt 2025/10

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01D 25/08 ^(2006.01) **F01D 25/10** ^(2006.01)
F01D 25/14 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **24192460.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F01D 25/14; F01D 25/08; F01D 25/10;
F05D 2260/20; F05D 2260/201

(22) Anmeldetag: **01.08.2024**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Maar, Karl**
80995 München (DE)
• **Muller, Yannick**
80995 München (DE)
• **Rohling, Markus**
80995 München (DE)
• **Glasenapp, Tobias**
80995 München (DE)

(30) Priorität: **08.08.2023 DE 102023121051**

(71) Anmelder: **MTU Aero Engines AG**
80995 München (DE)

(54) **KÜHLBARES TURBINENMODUL FÜR EINE STRÖMUNGSMASCHINE, SOWIE STRÖMUNGSMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft Turbinenmodul (100) für eine Strömungsmaschine (1), umfassend ein Turbinengehäuse (101) mit einer ringförmigen Außenwand (2) und einem Innengehäuse (3), und einen Ringkanal (4) zur Verteilung eines Kühlfluids in einer Umfangsrichtung (U) des Turbinenmoduls, wobei der Ringkanal außen-seitig auf der Außenwand aufsitzt, zumindest einen Einlass (5) zum Einströmen des Kühlfluids in den Ringkanal, sowie Öffnungen (6) zum Ausströmen des Kühlfluids in

Kühlleitungen (7) des Innengehäuses aufweist. Es ist vorgesehen, dass innerhalb des Ringkanals eine in Umfangsrichtung verlaufende Trennvorrichtung (8) vorgesehen ist, welche den Ringkanal in einen radial inneren Innenraum (9) und in einen radial äußeren Außenraum (10) unterteilt. Die Erfindung betrifft weiter ein entsprechendes Verdichtermodule (200) und eine zugehörige Strömungsmaschine (1).

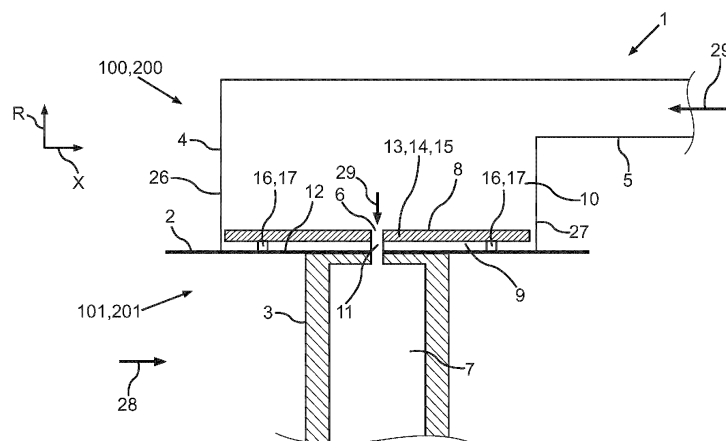


Fig.1

EP 4 517 054 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Turbinenmodul für eine Strömungsmaschine, umfassend ein Turbinengehäuse mit einer ringförmigen Außenwand und einem Innengehäuse, und einen Ringkanal zur Verteilung eines Kühlfluids in einer Umfangsrichtung des Turbinenmoduls, wobei der Ringkanal außenseitig unmittelbar auf der Außenwand aufsitzt, zumindest einen Einlass zum Einströmen des Kühlfluids in den Ringkanal aufweist, und Öffnungen zum Ausströmen des Kühlfluids in Kühlleitungen des Innengehäuses aufweist. Die Erfindung betrifft weiter ein Verdichtermodul für eine Strömungsmaschine, umfassend ein Verdichtergehäuse mit einer ringförmigen Außenwand und einem Innengehäuse, und einen Ringkanal zur Verteilung eines Wärmefluids in einer Umfangsrichtung des Verdichtermoduls, wobei der Ringkanal außenseitig unmittelbar auf der Außenwand aufsitzt, zumindest einen Einlass zum Einströmen des Wärmefluids in den Ringkanal aufweist, und Öffnungen zum Ausströmen des Wärmefluids in Wärmeleitungen des Innengehäuses aufweist. Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine Strömungsmaschine, insbesondere eine Fluggasturbine.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist bekannt, dass hochtemperaturbelasteten Bauteilen in Strömungsmaschinen, zum Beispiel Hoch- und Niederdruckturbinenschaufeln, Kühlluft aus dem Verdichter zugeführt werden kann. Im Bereich des Einlaufs von Strömungsmaschinen, insbesondere Fluggasturbinen, kann erwärmte Luft aus dem Hochdruckverdichter verwendet werden, um Komponenten, wie beispielsweise Leitgitter zu erwärmen und Vereisung zu vermeiden. In beiden Anwendungsfällen ist es gewünscht, Verdichterluft mit möglichst gleichmäßiger Temperaturverteilung und möglichst wenig Wärmeverlust bzw. Wärmeeintrag an das zu kühlende bzw. erwärmende Zielbauteil zu führen.

[0003] Die Kühlung des Innengehäuses, insbesondere durch Luft, vorzugsweise aus dem Verdichter, kann im Stand der Technik anhand eines auf die axiale Höhe des Innengehäuses des Turbinenmoduls positionierten Ringkanals erfolgen. Die kühle Zapfluft wird aus dem Ringkanal in jeweilige Streben des Innengehäuses geleitet, um zu gewährleisten, dass die Temperatur des Materials unter einer kritischen Temperatur liegt. Es ist notwendig, dass die Zapfluft so wenig Wärme wie möglich aufnimmt zwischen der Quelle, insbesondere dem Verdichter, und der Senke, insbesondere der Strebe, und dass die Zapflufttemperatur im Ringkanal so wenig Umfangsvariation wie möglich aufweist. Insbesondere kann es wünschenswert sein, eine Temperaturhomogenität in Umfangsrichtung zu erzielen, um die einzelnen Streben gleichmäßig am Umfang zu kühlen. Dies kann insbesondere wichtig sein, wenn nur eine einzige Luftversorgung am Umfang vorhanden ist.

[0004] Analog verhält es sich bei der Erwärmung der Komponenten des Verdichtermoduls. Die Beheizung des Innengehäuses, beispielsweise eines Lager-Sterns des

Niederdruckverdichters (NDV), insbesondere durch warme Zapfluft, vorzugsweise aus dem HDV, kann im Stand der Technik anhand eines auf die axiale Höhe des Innengehäuses des Verdichtermoduls positionierten Ringkanals erfolgen. Die warme Luft wird aus dem Ringkanal in jeweilige Streben des Innengehäuses geleitet, um zu gewährleisten, dass die Temperatur des Materials über dem Gefrierpunkt in den kritischen Flugphasen liegt. Es ist notwendig, dass die Zapfluft so wenig Wärme wie möglich verliert zwischen der Quelle, insbesondere dem HDV, und der Senke, insbesondere der Strebe, und dass die Zapflufttemperatur im Ringkanal so wenig Umfangsvariation wie möglich aufweist. Insbesondere kann es wünschenswert sein, eine Temperaturhomogenität in Umfangsrichtung zu erzielen, um die einzelnen Streben gleichmäßig am Umfang zu erwärmen. Dies kann insbesondere wichtig sein, wenn nur eine einzige Luftversorgung am Umfang vorhanden ist.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Turbinenmodul, ein Verdichtermodul und eine Strömungsmaschine bereitzustellen, mittels welchen ein Wärmezuffluss zu dem Kühlfluid bzw. ein Wärmeabfluss von dem Wärmefluid innerhalb des Ringkanals zu reduzieren.

[0006] Die Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind durch die abhängigen Patentansprüche, die folgende Beschreibung sowie die Figuren beschrieben.

[0007] Durch einen ersten Aspekt der Erfindung ist ein Turbinenmodul für eine Strömungsmaschine bereitgestellt. Das Turbinenmodul umfasst zumindest ein Turbinengehäuse mit einer ringförmigen Außenwand und einem Innengehäuse. Das Turbinenmodul umfasst weiter zumindest einen Ringkanal zur Verteilung eines Kühlfluids in einer Umfangsrichtung des Turbinenmoduls. Der Ringkanal sitzt außenseitig unmittelbar auf der Außenwand auf. Der Ringkanal weist zumindest einen Einlass zum Einströmen des Kühlfluids in den Ringkanal auf. Zudem weist der Ringkanal Öffnungen zum Ausströmen des Kühlfluids in Kühlleitungen des Innengehäuses auf. Es ist innerhalb des Ringkanals eine in Umfangsrichtung verlaufende Trennvorrichtung vorgesehen, welche den Ringkanal in einen radial inneren Innenraum und in einen radial äußeren Außenraum unterteilt.

[0008] Durch den Einsatz der Trennvorrichtung in dem Ringkanal kann vorteilhaft gewährleistet werden, dass der Außenraum des Ringkanals von der Außenwand des Turbinengehäuses verbessert abgeschirmt wird. Somit kann vorteilhaft gewährleistet werden, dass ein Wärmeeintrag in das Kühlfluid in dem Außenraum erheblich reduziert wird. Bei der Verteilung des Kühlfluids in Umfangsrichtung findet demnach ein deutlich geringerer Wärmeaustausch statt, sodass Temperaturgradienten in Umfangsrichtung reduziert werden können. Es kann also nahezu eine Temperaturhomogenität im Ringkanal gewährleistet werden, sodass das Innengehäuse ringsum gleichmäßig durch das Kühlfluid gekühlt werden

kann.

[0009] Das zu kühlende Innengehäuse kann insbesondere statische Elemente aufweisen, an welchen beispielsweise bewegliche und rotierende Komponenten befestigt bzw. gelagert werden können. Vorzugsweise kann das Innengehäuse Streben aufweisen, welche sich in einer Radialrichtung von der Außenwand zu einem Kern bzw. zu einem Turbinenzwischengehäuse (engl. Turbine Center Frame, TCF) des Turbinenmoduls erstrecken und die Außenwand fest mit dem TCF verbinden. Die Streben können insbesondere in Umfangsrichtung gleichmäßig verteilt sein. Die Kühlleitungen können insbesondere innerhalb des Innengehäuses ausgebildet sein. Vorzugsweise können die Kühlleitungen Hohlräume innerhalb der Streben und innerhalb des TCF sein, welche das Kühlfluid gezielt führen.

[0010] Der Ringkanal kann insbesondere in einer Axialrichtung des Turbinengehäuses auf gleicher Höhe zu dem Innengehäuse, insbesondere zu den Streben, angeordnet sein. Insbesondere sitzt der Ringkanal direkt auf der Außenwand auf. Der Ringkanal, beispielsweise auch als Luftkasten bezeichnet, ist dazu ausgebildet, in dessen Inneren das Kühlfluid zu führen und das Kühlfluid vorzugsweise gleichmäßig in Umfangsrichtung zu verteilen. Der Ringkanal kann im Umfangsrichtung vollumfänglich ausgebildet sein, sodass der Ringkanal eine geschlossene Ringform einnehmen kann. Der Ringkanal kann insbesondere eine gewisse Breite in Axialrichtung und eine gewisse Höhe in Radialrichtung aufweisen, wobei eine Länge des Ringes im Wesentlichen einem Umfang der Außenwand an dieser axialen Position entsprechen kann. Der Ringkanal kann insbesondere Wände aufweisen, innerhalb welchen das Kühlfluid geführt werden kann. Ein Querschnitt des Ringkanals kann vorzugsweise im Wesentlichen rechteckig ausgebildet sein, oder beispielsweise halbkreis- oder halbelipsenförmig. Vorzugsweise kann der Ringkanal eine radial innere Innenwand, eine radial äußere Außenwand eine axial vordere Vorderwand, sowie eine axial hintere Hinterwand aufweisen.

[0011] Der Ringkanal kann insbesondere genau einen Einlass aufweisen, durch welchen das Kühlfluid in den Ringkanal einströmen kann. Das Kühlfluid kann insbesondere Luft sein, welches insbesondere aus dem Verdichter oder aus der Umgebung abgezapft werden und durch den Einlass dem Ringkanal zugeführt werden kann. Der Einlass ist vorzugsweise an einem radial äußeren Bereich des Ringkanals angeordnet bzw. am Außenraum angeordnet, sodass ein Wärmeeintrag von der Turbine in eine Kühlfluidzuführungsleitung, die mit dem Einlass verbunden sein kann, gering ist.

[0012] Das durch den Einlass in den Ringkanal einströmende Kühlfluid kann wiederum aus dem Ringkanal durch die Öffnungen wieder ausströmen. Insbesondere kann für jede Strebe des Innengehäuses jeweils genau eine Öffnung oder mehrere Öffnungen vorgesehen sein. Insbesondere kann eine jede Öffnung den Ringkanal fluidisch mit jeweils einer Kühlleitung der Strebe bzw.

mit den Kühlleitungen des Innengehäuses verbunden sein. Die Öffnung kann sich insbesondere durch die Innenwand des Ringkanals bzw. der Außenwand des Turbinengehäuses zu der Kühlleitung erstrecken.

[0013] Unmittelbar innenseitig der Außenwand des Turbinengehäuses kann es vorgesehen sein, dass das heiße Turbinengas strömt und dabei die Außenwand erhitzt. Die Außenwand begrenzt somit die Strömung des Turbinengas nach radial außen. Unmittelbar außenseitig der erhitzten Außenwand, an welcher der Ringkanal unmittelbar aufsitzt, strömt kein Turbinengas.

[0014] Die Trennvorrichtung innerhalb des Ringkanals verläuft vorzugsweise vollumfänglich in Umfangsrichtung, sodass die Trennvorrichtung quasi ebenfalls ringförmig bzw. zylindrisch ausgebildet ist. Die Trennvorrichtung trennt den Ringkanal in den Innenraum und in den Außenraum im Wesentlichen räumlich ab. Es ist jedoch nicht erforderlich, dass Innenraum und Außenraum fluidisch durch die Trennvorrichtung voneinander abgeschlossen sind. Der Außenraum wird insbesondere im Wesentlichen durch die Außenwand des Ringkanals, jeweils einem äußeren Abschnitt der Vorder- und Hinterwand, sowie einer äußeren Seite der Trennvorrichtung gebildet, sowie der Innenraum insbesondere im Wesentlichen durch die Innenwand des Ringkanals, jeweils einem inneren Abschnitt der Vorder- und Hinterwand, sowie einer inneren Seite der Trennvorrichtung, sodass der Außenraum quasi durch die Trennvorrichtung von dem Innenraum bzw. der Außenwand des Turbinengehäuses abgeschirmt ist. Vorzugsweise kann ein Volumen des Außenraumes wesentlich größer sein als ein Volumen des Innenraumes. Insbesondere kann auch eine Höhe des Außenraumes in radialer Richtung wesentlich größer sein als eine Höhe des Innenraumes.

[0015] Eine Ausführungsform sieht vor, dass der Außenraum des Ringkanals den zumindest einen Einlass und die Öffnungen aufweist. Dadurch, dass das Kühlfluid von dem Einlass in den Außenraum einströmt, innerhalb des Außenraumes, insbesondere in Umfangsrichtung, verteilt wird, und vom Außenraum wieder aus den Öffnungen des Außenraumes ausströmt, kann vorteilhaft gewährleistet werden, dass Kühlfluid nicht oder lediglich geringfügig in den Innenraum strömt. Insbesondere ist eine Strömungsgeschwindigkeit des Kühlfluids im Innenraum somit Null oder zumindest nahezu Null bzw. im Vergleich zu der Strömungsgeschwindigkeit des Kühlfluids im Außenraum erheblich reduziert. Durch die verminderte Strömungsgeschwindigkeit des Kühlfluids im Innenraum kann somit lediglich ein geringer Wärmeübergang bzw. eine geringere Wärmekonvektion von der Außenwand des Turbinengehäuses zu der inneren Seite der Trennvorrichtung stattfinden. Das Kühlfluid im Innenraum kann somit vorteilhaft als Isolierung bzw. als isolierendes Luftkissen wirken. Der Wärmeübergang im Innenraum kann somit durch freie Konvektion dominiert sein, welcher im Vergleich zu einer erzwungenen Konvektion bei erhöhten Strömungsgeschwindigkeiten deutlich geringer ist. Insgesamt kann somit vorteilhaft erreicht

werden, dass das Kühlfluid im Außenraum deutlich geringer erwärmt und eine Kühlleistung verbessert werden kann. Darüber hinaus kann eine homogenere Temperaturverteilung des Kühlfluids im Außenraum in Umfangsrichtung erreicht werden, sodass eine gleichmäßige Kühlung des Innengehäuses stattfinden kann.

[0016] Eine Ausführungsform sieht vor, dass die Trennvorrichtung die Öffnungen ausbildet, wobei die Öffnungen über jeweils ein Röhrenelement mit den Kühlleitungen des Innengehäuses fluidisch verbunden sind. Insbesondere können die Öffnungen auf der äußeren Seite der Trennvorrichtung ausgebildet sein. Das Röhrenelement kann insbesondere durch die Trennvorrichtung hindurch ausgebildet sein. Das Röhrenelement kann darüber hinaus insbesondere durch den Innenraum hindurch ausgebildet sein. Insbesondere kann das Röhrenelement durch die Innenwand des Ringkanals bzw. durch die Außenwand des Turbinengehäuses führen und in die Kühlleitung münden. Das Innere des Röhrenelementes, in welchem das Kühlfluid geführt werden kann, kann insbesondere durch die Wandung des Röhrenelementes von dem Innenraum fluidisch abgetrennt sein. Durch das Röhrenelement kann somit vorteilhaft gewährleistet werden, dass das Kühlfluid aus dem Außenraum direkt in die Kühlleitungen strömen kann, ohne dass das Kühlfluid dabei in den Innenraum strömt. Vielmehr wird das strömende Kühlfluid durch das Röhrenelement von dem Innenraum fluidisch abgeschirmt. Vorteilhaft kann somit das isolierende Luftkissen des Innenraums erhalten bleiben, sodass eine Kühlwirkung und eine Homogenität der Temperaturverteilung in Umfangsrichtung verbessert wird.

[0017] Die Öffnung kann insbesondere ein durchgehendes Loch durch die Trennvorrichtung darstellen, wobei das Röhrenelement randseitig mit dem Loch auf der äußeren Seite verfügt, insbesondere verschweißt sein kann. Die Außenwand des Turbinengehäuses kann ebenso ein Loch aufweisen, mit welchem das Röhrenelement randseitig verfügt, insbesondere verschweißt ist.

[0018] Eine Ausführungsform sieht vor, dass zumindest ein Abschnitt der Außenwand des Turbinengehäuses die radial innere Innenwand des Ringkanals bildet. Mit anderen Worten entspricht zumindest der Abschnitt der Außenwand des Turbinengehäuses gleichzeitig die Innenwand des Ringkanals. Auf eine separate Innenwand des Ringkanals kann dadurch vorteilhaft verzichtet werden, sodass Material und Gewicht eingespart werden kann. Insbesondere kann der Ringkanal vor einer Montage mit dem Turbinengehäuse ein U-förmiges Profil aufweisen, wobei die Ränder des U-förmigen Profils direkt mit der Außenwand verbunden werden können, insbesondere gefügt, vorzugsweise geschweißt.

[0019] Eine Ausführungsform sieht vor, dass die Trennvorrichtung zumindest ein Blech aufweist, welches sich im Wesentlichen in Umfangsrichtung und in Axialrichtung des Turbinenmoduls erstreckt. In Radialrichtung ist das zumindest eine Blech im Vergleich zu den Er-

streckungen des Blechs in Umfangsrichtung und Axialwirkung wesentlich geringer erstreckt. Unter dem Blech kann ein gewalztes Metall verstanden werden, dessen Breite in Axialrichtung und Länge in Umfangsrichtung sehr viel größer als dessen Dicke in Radialrichtung sind. Die Breite des zumindest einen Bleches kann im Wesentlichen einer Breite des Ringkanals entsprechen. Das Blech kann insbesondere derart ausgeformt sein, dass es eine Rundung in Umfangsrichtung aufweist, sodass ein Abstand des zumindest einen Bleches zu der Innenwand des Ringkanals bzw. Außenwand des Turbinengehäuses über die gesamte Länge in Umfangsrichtung im Wesentlichen konstant ist. Das zumindest eine Blech kann Versteifungen zur Erhöhung der Stabilität aufweisen, insbesondere entsprechende lineare Vertiefungen bzw. Sicken, Wölbungen, flächige Vertiefungen oder dergleichen. An den axial vorderen und hinteren Kanten kann das zumindest eine Blech gebördelt oder abgekantet sein.

[0020] Eine Ausführungsform sieht vor, dass die Trennvorrichtung ein Blech ist. Das Blech kann insbesondere an dessen jeweiligen Enden gefügt, insbesondere geschweißt sein, sodass das Blech eine geschlossene, zylindrische Form annimmt.

[0021] Eine Ausführungsform sieht vor, dass Abstandselemente des Turbinenmoduls vorgesehen sind, welche das zumindest eine Blech von der Außenwand des Turbinengehäuses beabstanden. Die Abstandselemente können insbesondere punktuell ausgebildet sein, um eine Wärmeleitung möglichst gering zu halten. Die Abstandselemente können auch länglich, insbesondere schienenförmig ausgebildet sein. Durch die Abstandselemente kann vorteilhaft gewährleistet werden, dass sich die Trennvorrichtung, zumindest nahezu vollständig, nicht in direktem Kontakt zu der Außenwand des Turbinengehäuses steht, sodass der Innenraum ausgebildet werden kann. Vorzugsweise können radial innere Abstandselemente zwischen der Außenwand des Turbinengehäuses und der inneren Seite der Trennvorrichtung vorgesehen sein. Beispielsweise können sich diese Abstandselemente in radialer Richtung in eine Höhe von wenigen Millimetern erstrecken, sodass die Trennvorrichtung für wenige Millimeter von der Außenwand des Turbinengehäuses beabstandet ist. Insbesondere können zusätzlich radial äußere Abstandselemente auch zwischen der Außenwand des Ringkanals und der äußeren Seite der Trennvorrichtung ausgebildet sein.

[0022] Eine Ausführungsform sieht vor, dass die Abstandselemente integral mit der Trennvorrichtung ausgebildet sind. Insbesondere können die Abstandselemente aus dem Blech ausgeformt sein, beispielsweise in Form von punktuellen Höckern in dem jeweiligen Blech, oder auch in Form von scaloppierten Rails. Derartige Abstandselemente können besonders einfach hergestellt werden. Darüber hinaus müssen die Abstandselemente nicht erst mit dem jeweiligen Blech fest verbunden werden, sodass eine Fügenschritt entfallen kann.

[0023] Alternativ kann es vorgesehen sein, dass die Abstandselemente integral mit der Außenwand des Turbinengehäuses ausgebildet sind, beispielsweise als punktuelle oder längliche Erhebungen.

[0024] Eine Ausführungsform sieht vor, dass die Trennvorrichtung in Umfangsrichtung in mehrere Bleche segmentiert ist. Mit anderen Worten erstreckt sich ein jeweiliges Blech nicht über die gesamte Länge in Umfangsrichtung, sondern lediglich über einen Teilbereich in Umfangsrichtung. Insbesondere sind die mehreren Bleche jeweils kreisbogenförmig ausgebildet, wobei die mehreren Bleche zusammen den Kreis bilden.

[0025] Bevorzugt sind jeweils benachbarte Bleche an deren distalen Ende überlappend zueinander angeordnet. Die jeweiligen, beiden distalen Enden eines Bleches sind in der Umfangsrichtung gegenüberliegend, wobei eine Kante eines jeweiligen Endes sich in axialer Richtung erstreckt. Unter Überlappend kann verstanden, dass ein distales Ende eines ersten Bleches oberhalb oder unterhalb zu einem distalen Ende eines zweiten, zu dem ersten Blech benachbarten Bleches, liegt, wobei unter oberhalb vielmehr radial außen und unter unterhalb vielmehr radial innen verstanden werden kann. Die benachbarten Bleche können sich im Überlappungsbereich vorzugsweise kontaktieren, sodass kein Kühlfluid durch den Überlappungsbereich von dem Außenraum in den Innenraum strömen kann. Insbesondere kann es vorgesehen sein, dass ein erstes distales Ende eines Bleches oberhalb liegt und ein gegenüberliegendes, zweites distales Ende desselben Bleches unterhalb liegt. Insgesamt sind die Überlappungen der Trennvorrichtung somit quasi in Umfangsrichtung treppenartig angeordnet. Ein Vorteil der überlappenden Anordnung benachbarter Bleche besteht darin, dass die Bleche sich in der Umfangsrichtung infolge thermischer Wechselwirkungen ausdehnen oder zusammenziehen können, wobei der Überlappungsbereich größer oder kleiner wird. Dadurch können Spannungen in den Blechen vorteilhaft vermieden werden.

[0026] Eine Ausführungsform sieht vor, dass jeweils ein Blech der mehreren Bleche an dessen distalen, radial außen überlappenden Endbereich mittels zumindest einem ersten Abstandselement mit der Außenwand des Turbinengehäuses fest verbunden ist. Insbesondere ist das Blech unter Einhaltung eines Dehnungsabstandes benachbart zu dem Überlappungsbereich mittels der ersten Abstandselemente fest mit dem Turbinengehäuse verbunden. Vorzugsweise können die ersten Abstandselemente also Höcker ausgebildet sein, welche in Umfangsrichtung ausgenommen sind. Die ersten Abstandselemente können beispielsweise mit dem Blech und/oder mit der Außenwand verschweißt sein.

[0027] Eine Ausführungsform sieht vor, dass jeweils ein Blech der mehreren Bleche an zumindest dessen distalen, radial innen überlappenden Endbereich mittels zumindest einem zweiten Abstandselement mit der Außenwand des Turbinengehäuses im Umfangsrichtung gleitend verbunden ist. Dadurch kann vorteilhaft gewähr-

leistet werden, dass der innen überlappende Endbereich sich aufgrund thermischer Wechselwirkung ausdehnen oder zusammenziehen kann, wobei das Blech gegenüber der Außenwand gleitet. Die zweiten Abstandselemente können dabei entweder fest mit der Außenwand und lose mit dem Blech, oder fest dem Blech und lose mit der Außenwand verbunden sein.

[0028] Im Zusammenhang mit dem festen, äußeren Endbereich und dem losen, inneren Endbereich ergibt sich der technische Effekt, dass das Blech gesichert an beiden Endbereichen gehalten werden kann. Der lose, innere Endbereich kann dabei vorteilhaft durch den festen, äußeren Endbereich des benachbarten Bleches vorteilhaft nach radial außen gesichert werden.

[0029] Eine Ausführungsform sieht vor, dass die Trennvorrichtung von einer axialen Vorderwand des Ringkanals und/oder von einer axialen Hinterwand des Ringkanals beabstandet ist. Dadurch kann gewährleistet werden, dass der Außenraum und der Innenraum nicht vollständig fluidisch voneinander abgeschlossen sind und somit zumindest ein Druckausgleich zwischen dem Außenraum und dem Innenraum stattfinden kann. Vorzugsweise ist lediglich ein Spalt zwischen Vorderwand bzw. Hinterwand und den axialen, in Umfangsrichtung verlaufenden Kanten der Trennvorrichtung vorgesehen, sodass ein Kühlfluidaustausch möglichst geringgehalten werden kann und damit lediglich ein geringer Wärmeaustausch stattfinden kann. Insbesondere ist der Spalt derart auszulegen, dass dieser klein genug ist, damit keine starke Belüftung des Innenraumes stattfinden kann, und andererseits groß genug, damit eine Dehnung der Trennvorrichtung in axialer Richtung nicht zur Interaktion mit der Vorder- und/oder Hinterwand führt.

[0030] Durch einen zweiten Aspekt der Erfindung ist ein Verdichtermodul für eine Strömungsmaschine bereitgestellt. Das Verdichtermodul umfasst zumindest ein Verdichtergehäuse mit einer ringförmigen Außenwand und einem Innengehäuse, sowie einen Ringkanal zur Verteilung eines Wärmefluids in einer Umfangsrichtung des Verdichtermoduls. Der Ringkanal sitzt außenseitig unmittelbar auf der Außenwand auf. Der Ringkanal weist zumindest einen Einlass zum Einstromen des Wärmefluids in den Ringkanal aufweist, sowie Öffnungen zum Ausströmen des Wärmefluids in Wärmeleitungen des Innengehäuses. Es ist vorgesehen, dass innerhalb des Ringkanals eine in Umfangsrichtung verlaufende Trennvorrichtung vorgesehen ist, welche den Ringkanal in einen radial inneren Innenraum und in einen radial äußeren Außenraum unterteilt.

[0031] Durch den Einsatz der Trennvorrichtung in dem Ringkanal kann vorteilhaft gewährleistet werden, dass der Außenraum des Ringkanals von der Außenwand des Verdichtergehäuses verbessert abgeschirmt wird. Somit kann vorteilhaft gewährleistet werden, dass ein Wärme- flux von dem Wärmefluid in dem Außenraum erheblich reduziert wird. Bei der Verteilung des Wärmefluids in Umfangsrichtung findet demnach ein deutlich geringerer Wärmeaustausch statt, sodass Temperaturgradienten in

Umfangsrichtung reduziert werden können. Es kann also nahezu eine Temperaturhomogenität im Ringkanal gewährleistet werden, sodass das Innengehäuse ringsum gleichmäßig durch das Wärme fluid erwärmt werden kann. Dadurch können beispielsweise Einlassschaufeln (engl. Inlet Guide Vanes, IGV) vorteilhaft gleichmäßig enteist werden.

[0032] Das zu erwärmende Innengehäuse kann insbesondere statische Elemente aufweisen, an welchen beispielsweise bewegliche und rotierende Komponenten befestigt bzw. gelagert werden können. Vorzugsweise kann das Innengehäuse Streben aufweisen, welche sich in einer Radialrichtung von der Außenwand zu einem Kern bzw. zu einem Verdichterzwichengehäuse (engl. Compressor Center Frame, CCF) des Verdichtermoduls erstrecken und die Außenwand fest mit dem CCF verbinden. Die Streben können insbesondere in Umfangsrichtung gleichmäßig verteilt sein. Die Wärmeleitungen können insbesondere innerhalb des Innengehäuses ausgebildet sein. Vorzugsweise können die Wärmeleitungen Hohlräume innerhalb der Streben und innerhalb des CCF sein, welche das Wärme fluid gezielt führen. Die Streben können den IGVs entsprechen.

[0033] Der Ringkanal kann insbesondere in einer Axialrichtung des Verdichtergehäuses auf gleicher Höhe zu dem Innengehäuse, insbesondere zu den Streben, angeordnet sein. Insbesondere sitzt der Ringkanal direkt auf der Außenwand auf. Der Ringkanal, beispielsweise auch als Luftkasten bezeichnet, ist dazu ausgebildet, in dessen Inneren das Wärme fluid zu führen und das Wärme fluid vorzugsweise gleichmäßig in Umfangsrichtung zu verteilen. Der Ringkanal kann im Umfangsrichtung vollumfänglich ausgebildet sein, sodass der Ringkanal eine geschlossene Ringform einnehmen kann. Der Ringkanal kann insbesondere eine gewisse Breite in Axialrichtung und eine gewisse Höhe in Radialrichtung aufweisen, wobei eine Länge des Ringes im Wesentlichen einem Umfang der Außenwand an dieser axialen Position entsprechen kann. Der Ringkanal kann insbesondere Wände aufweisen, innerhalb welchen das Wärme fluid geführt werden kann. Ein Querschnitt des Ringkanals kann vorzugsweise im Wesentlichen rechteckig ausgebildet sein, oder beispielsweise halbkreis- oder halbelipsenförmig. Vorzugsweise kann der Ringkanal eine radial innere Innenwand, eine radial äußere Außenwand eine axial vordere Vorderwand, sowie eine axial hintere Hinterwand aufweisen.

[0034] Der Ringkanal kann insbesondere genau einen Einlass aufweisen, durch welchen das Wärme fluid in den Ringkanal einströmen kann. Das Wärme fluid kann insbesondere Luft sein, welches insbesondere aus dem Hochdruckverdichter (HDV) abgezapft werden und durch den Einlass dem Ringkanal zugeführt werden kann. Der Einlass ist vorzugsweise an einem radial äußeren Bereich des Ringkanals angeordnet bzw. am Außenraum angeordnet, sodass ein Wärme fluss zu dem Verdichter von einer Wärme fluidzuführungsleitung, die mit dem Einlass verbunden sein kann, gering ist.

[0035] Das durch den Einlass in den Ringkanal einströmende Wärme fluid kann wiederum aus dem Ringkanal durch die Öffnungen wieder ausströmen. Insbesondere kann für jede Strebe des Innengehäuses jeweils genau eine Öffnung oder mehrere Öffnungen vorgesehen sein. Insbesondere kann eine jede Öffnung den Ringkanal fluidisch mit jeweils einer Wärmeleitung der Strebe bzw. mit den Wärmeleitungen des Innengehäuses verbunden sein. Die Öffnung kann sich insbesondere durch die Innenwand des Ringkanals bzw. der Außenwand des Verdichtergehäuses zu der Wärmeleitung erstrecken.

[0036] Unmittelbar innenseitig der Außenwand des Verdichtergehäuses kann es vorgesehen sein, dass die kalte Umgebungsluft strömt und dabei die Außenwand abkühlt. Die Außenwand begrenzt somit die Strömung der kalten Umgebungsluft nach radial außen. Unmittelbar außenseitig der abgekühlten Außenwand, an welcher der Ringkanal unmittelbar auf sitzt, strömt keine Umgebungsluft.

[0037] Die Trennvorrichtung innerhalb des Ringkanals verläuft vorzugsweise vollumfänglich in Umfangsrichtung, sodass die Trennvorrichtung quasi ebenfalls ringförmig bzw. zylindrisch ausgebildet ist. Die Trennvorrichtung trennt den Ringkanal in den Innenraum und in den Außenraum im Wesentlichen räumlich ab. Es ist jedoch nicht erforderlich, dass Innenraum und Außenraum fluidisch durch die Trennvorrichtung voneinander abgeschlossen sind. Der Außenraum wird insbesondere im Wesentlichen durch die Außenwand des Ringkanals, jeweils einem äußeren Abschnitt der Vorder- und Hinterwand, sowie einer äußeren Seite der Trennvorrichtung gebildet, sowie der Innenraum insbesondere im Wesentlichen durch die Innenwand des Ringkanals, jeweils einem inneren Abschnitt der Vorder- und Hinterwand, sowie einer inneren Seite der Trennvorrichtung, sodass der Außenraum quasi durch die Trennvorrichtung von dem Innenraum bzw. der Außenwand des Verdichtergehäuses abgeschirmt ist. Vorzugsweise kann ein Volumen des Außenraumes wesentlich größer sein als ein Volumen des Innenraumes. Insbesondere kann auch eine Höhe des Außenraumes in radialer Richtung wesentlich größer sein als eine Höhe des Innenraumes.

[0038] Eine Ausführungsform des Verdichtermoduls sieht vor, dass der Außenraum des Ringkanals den zumindest einen Einlass und die Öffnungen aufweist. Dadurch, dass das Wärme fluid von dem Einlass in den Außenraum einströmt, innerhalb des Außenraumes, insbesondere in Umfangsrichtung, verteilt wird, und vom Außenraum wieder aus den Öffnungen des Außenraumes ausströmt, kann vorteilhaft gewährleistet werden, dass Wärme fluid nicht oder lediglich geringfügig in den Innenraum strömt. Insbesondere ist eine Strömungsgeschwindigkeit des Wärme fluids im Innenraum somit Null oder zumindest nahezu Null bzw. im Vergleich zu der Strömungsgeschwindigkeit des Wärme fluids im Außenraum erheblich reduziert. Durch die verminderte Strömungsgeschwindigkeit des Wärme fluids im Innenraum

kann somit lediglich ein geringer Wärmeübergang bzw. eine geringere Wärmekonvektion von der inneren Seite der Trennvorrichtung zu der Außenwand des Verdichtergehäuses stattfinden. Das Wärmefluid im Innenraum kann somit vorteilhaft als Isolierung bzw. als isolierendes Luftkissen wirken. Der Wärmeübergang im Innenraum kann somit durch freie Konvektion dominiert sein, welcher im Vergleich zu einer erzwungenen Konvektion bei erhöhten Strömungsgeschwindigkeiten deutlich geringer ist. Insgesamt kann somit vorteilhaft erreicht werden, dass das Wärmefluid im Außenraum deutlich geringer abgekühlt und eine Wärmeleistung verbessert werden kann. Darüber hinaus kann eine homogenere Temperaturverteilung des Wärmefluids im Außenraum in Umfangsrichtung erreicht werden, sodass eine gleichmäßige Erwärmung des Innengehäuses stattfinden kann.

[0039] Eine Ausführungsform des Verdichtermoduls sieht vor, dass die Trennvorrichtung die Öffnungen ausbildet, wobei die Öffnungen über jeweils ein Röhrenelement mit den Wärmeleitungen des Innengehäuses fluidisch verbunden sind. Insbesondere können die Öffnungen auf der äußeren Seite der Trennvorrichtung ausgebildet sein. Das Röhrenelement kann insbesondere durch die Trennvorrichtung hindurch ausgebildet sein. Das Röhrenelement kann darüber hinaus insbesondere durch den Innenraum hindurch ausgebildet sein. Insbesondere kann das Röhrenelement durch die Innenwand des Ringkanals bzw. durch die Außenwand des Verdichtergehäuses führen und in die Wärmeleitung münden. Das Innere des Röhrenelementes, in welchem das Wärmefluid geführt werden kann, kann insbesondere durch die Wandung des Röhrenelementes von dem Innenraum fluidisch abgetrennt sein. Durch das Röhrenelement kann somit vorteilhaft gewährleistet werden, dass das Wärmefluid aus dem Außenraum direkt in die Wärmeleitungen strömen kann, ohne dass das Wärmefluid dabei in den Innenraum strömt. Vielmehr wird das strömende Wärmefluid durch das Röhrenelement von dem Innenraum fluidisch abgeschirmt. Vorteilhaft kann somit das isolierende Luftkissen des Innenraums erhalten bleiben, sodass eine Wärmewirkung und eine Homogenität der Temperaturverteilung in Umfangsrichtung verbessert wird.

[0040] Die Öffnung kann insbesondere ein durchgehendes Loch durch die Trennvorrichtung darstellen, wobei das Röhrenelement randseitig mit dem Loch auf der äußeren Seite verfügt, insbesondere verschweißt sein kann. Die Außenwand des Verdichtergehäuses kann ebenso ein Loch aufweisen, mit welchem das Röhrenelement randseitig verfügt, insbesondere verschweißt ist.

[0041] Eine Ausführungsform des Verdichtermoduls sieht vor, dass zumindest ein Abschnitt der Außenwand des Verdichtergehäuses die radial innere Innenwand des Ringkanals bildet. Mit anderen Worten entspricht zumindest der Abschnitt der Außenwand des Verdichtergehäuses gleichzeitig die Innenwand des Ringkanals. Auf eine separate Innenwand des Ringkanals kann da-

durch vorteilhaft verzichtet werden, sodass Material und Gewicht eingespart werden kann. Insbesondere kann der Ringkanal vor einer Montage mit dem Verdichtergehäuse ein U-förmiges Profil aufweisen, wobei die Ränder des U-förmigen Profils direkt mit der Außenwand verbunden werden können, insbesondere gefügt, vorzugsweise geschweißt.

[0042] Eine Ausführungsform des Verdichtermoduls sieht vor, dass die Trennvorrichtung zumindest ein Blech aufweist, welches sich im Wesentlichen in Umfangsrichtung und in Axialrichtung des Verdichtermoduls erstreckt. In Radialrichtung ist das zumindest eine Blech im Vergleich zu den Erstreckungen des Blechs in Umfangsrichtung und Axialwirkung wesentlich geringer erstreckt. Unter dem Blech kann ein gewalztes Metall verstanden werden, dessen Breite in Axialrichtung und Länge in Umfangsrichtung sehr viel größer als dessen Dicke in Radialrichtung sind. Die Breite des zumindest einen Bleches kann im Wesentlichen einer Breite des Ringkanals entsprechen. Das Blech kann insbesondere derart ausgeformt sein, dass es eine Rundung in Umfangsrichtung aufweist, sodass ein Abstand des zumindest einen Bleches zu der Innenwand des Ringkanals bzw. Außenwand des Verdichtergehäuses über die gesamte Länge in Umfangsrichtung im Wesentlichen konstant ist. Das zumindest eine Blech kann Versteifungen zur Erhöhung der Stabilität aufweisen, insbesondere entsprechende lineare Vertiefungen bzw. Sicken, Wölbungen, flächige Vertiefungen oder dergleichen. An den axial vorderen und hinteren Kanten kann das zumindest eine Blech gebördelt oder abgekantet sein.

[0043] Eine Ausführungsform des Verdichtermoduls sieht vor, dass die Trennvorrichtung ein Blech ist. Das Blech kann insbesondere an dessen jeweiligen Enden gefügt, insbesondere geschweißt sein, sodass das Blech eine geschlossene, zylindrische Form annimmt.

[0044] Eine Ausführungsform des Verdichtermoduls sieht vor, dass Abstandselemente des Verdichtermoduls vorgesehen sind, welche das zumindest eine Blech von der Außenwand des Verdichtergehäuses beabstanden. Die Abstandselemente können insbesondere punktuell ausgebildet sein, um eine Wärmeleitung möglichst gering zu halten. Die Abstandselemente können auch länglich, insbesondere schienenförmig ausgebildet sein. Durch die Abstandselemente kann vorteilhaft gewährleistet werden, dass sich die Trennvorrichtung, zumindest nahezu vollständig, nicht in direktem Kontakt zu der Außenwand des Verdichtergehäuses steht, sodass der Innenraum ausgebildet werden kann. Vorzugsweise können radial innere Abstandselemente zwischen der Außenwand des Verdichtergehäuses und der inneren Seite der Trennvorrichtung vorgesehen sein. Beispielsweise können sich diese Abstandselemente in radialer Richtung in eine Höhe von wenigen Millimetern erstrecken, sodass die Trennvorrichtung für wenige Millimeter von der Außenwand des Verdichtergehäuses beabstanden ist. Insbesondere können zusätzlich radial äußere Abstandselemente auch zwischen der Außenwand des

Ringkanals und der äußeren Seite der Trennvorrichtung ausgebildet sein.

[0045] Eine Ausführungsform des Verdichtermoduls sieht vor, dass die Abstandselemente integral mit der Trennvorrichtung ausgebildet sind. Insbesondere können die Abstandselemente aus dem Blech ausgeformt sein, beispielsweise in Form von punktuellen Höckern in dem jeweiligen Blech, oder auch in Form von scallopierten Rails. Derartige Abstandselemente können besonders einfach hergestellt werden. Darüber hinaus müssen die Abstandselemente nicht erst mit dem jeweiligen Blech fest verbunden werden, sodass eine Fügenschritt entfallen kann.

[0046] Alternativ kann es vorgesehen sein, dass die Abstandselemente integral mit der Außenwand des Verdichtergehäuses ausgebildet sind, beispielsweise als punktuelle oder längliche Erhebungen.

[0047] Eine Ausführungsform des Verdichtermoduls sieht vor, dass die Trennvorrichtung in Umfangsrichtung in mehrere Bleche segmentiert ist. Mit anderen Worten erstreckt sich ein jeweiliges Blech nicht über die gesamte Länge in Umfangsrichtung, sondern lediglich über einen Teilbereich in Umfangsrichtung. Insbesondere sind die mehreren Bleche jeweils kreisbogenförmig ausgebildet, wobei die mehreren Bleche zusammen den Kreis bilden.

[0048] Bevorzugt sind jeweils benachbarte Bleche an deren distalen Ende überlappend zueinander angeordnet. Die jeweiligen, beiden distalen Enden eines Bleches sind in der Umfangsrichtung gegenüberliegend, wobei eine Kante eines jeweiligen Endes sich in axialer Richtung erstreckt. Unter Überlappend kann verstanden, dass ein distales Ende eines ersten Bleches oberhalb oder unterhalb zu einem distalen Ende eines zweiten, zu dem ersten Blech benachbarten Bleches, liegt, wobei unter oberhalb vielmehr radial außen und unter unterhalb vielmehr radial innen verstanden werden kann. Die benachbarten Bleche können sich im Überlappungsbereich vorzugsweise kontaktieren, sodass kein Wärmefluid durch den Überlappungsbereich von dem Außenraum in den Innenraum strömen kann. Insbesondere kann es vorgesehen sein, dass ein erstes distales Ende eines Bleches oberhalb liegt und ein gegenüberliegendes, zweites distales Ende desselben Bleches unterhalb liegt. Insgesamt sind die Überlappungen der Trennvorrichtung somit quasi in Umfangsrichtung treppenartig angeordnet. Ein Vorteil der überlappenden Anordnung benachbarter Bleche besteht darin, dass die Bleche sich in der Umfangsrichtung infolge thermischer Wechselwirkungen ausdehnen oder zusammenziehen können, wobei der Überlappungsbereich größer oder kleiner wird. Dadurch können Spannungen in den Blechen vorteilhaft vermieden werden.

[0049] Eine Ausführungsform des Verdichtermoduls sieht vor, dass jeweils ein Blech der mehreren Bleche an dessen distalen, radial außen überlappenden Endbereich mittels zumindest einem ersten Abstandselement mit der Außenwand des Verdichtergehäuses fest verbunden ist. Insbesondere ist das Blech unter Einhaltung

eines Dehnungsabstandes benachbart zu dem Überlappungsbereich mittels der ersten Abstandselemente fest mit dem Verdichtergehäuse verbunden. Vorzugsweise können die ersten Abstandselemente also Höcker ausgebildet sein, welche in Umfangsrichtung ausgenommen sind. Die ersten Abstandselemente können beispielsweise mit dem Blech und/oder mit der Außenwand verschweißt sein.

[0050] Eine Ausführungsform des Verdichtermoduls sieht vor, dass jeweils ein Blech der mehreren Bleche an zumindest dessen distalen, radial innen überlappenden Endbereich mittels zumindest einem zweiten Abstandselement mit der Außenwand des Verdichtergehäuses im Umfangsrichtung gleitend verbunden ist. Dadurch kann vorteilhaft gewährleistet werden, dass der innen überlappende Endbereich sich aufgrund thermischer Wechselwirkung ausdehnen oder zusammenziehen kann, wobei das Blech gegenüber der Außenwand gleitet. Die zweiten Abstandselemente können dabei entweder fest mit der Außenwand und lose mit dem Blech, oder fest dem Blech und lose mit der Außenwand verbunden sein.

[0051] Im Zusammenhang mit dem festen, äußeren Endbereich und dem losen, inneren Endbereich ergibt sich der technische Effekt, dass das Blech gesichert an beiden Endbereichen gehalten werden kann. Der lose, innere Endbereich kann dabei vorteilhaft durch den festen, äußeren Endbereich des benachbarten Bleches vorteilhaft nach radial außen gesichert werden.

[0052] Eine Ausführungsform des Verdichtermoduls sieht vor, dass die Trennvorrichtung von einer axialen Vorderwand des Ringkanals und/oder von einer axialen Hinterwand des Ringkanals beabstandet ist. Dadurch kann gewährleistet werden, dass der Außenraum und der Innenraum nicht vollständig fluidisch voneinander abgeschlossen sind und somit zumindest ein Druckausgleich zwischen dem Außenraum und dem Innenraum stattfinden kann. Vorzugsweise ist lediglich ein Spalt zwischen Vorderwand bzw. Hinterwand und den axialen, in Umfangsrichtung verlaufenden Kanten der Trennvorrichtung vorgesehen, sodass ein Wärmefluidaustausch möglichst geringgehalten werden kann und damit lediglich ein geringer Wärmeaustausch stattfinden kann. Insbesondere ist der Spalt derart auszulegen, dass dieser klein genug ist, damit keine starke Belüftung des Innenraumes stattfinden kann, und andererseits groß genug, damit eine Dehnung der Trennvorrichtung in axialer Richtung nicht zur Interaktion mit der Vorder- und/oder Hinterwand führt.

[0053] Durch einen weiteren Aspekt der Erfindung ist eine Strömungsmaschine, insbesondere eine Fluggasturbine, bereitgestellt. Die Strömungsmaschine umfasst zumindest ein erfindungsgemäßes Turbinenmodul und/oder ein erfindungsgemäßes Verdichtermodul.

[0054] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, den Figuren und der Figurenbeschreibung. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie

die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen können nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen von der Erfindung umfasst sein. Es können insbesondere auch Ausführungen und Merkmalskombinationen von der Erfindung umfasst sein, die nicht alle Merkmale eines ursprünglich formulierten Anspruchs aufweisen. Es können darüber hinaus Ausführungen und Merkmalskombinationen von der Erfindung umfasst, die über die in den Rückbezügen der Ansprüche dargelegten Merkmalskombinationen hinausgehen oder von diesen abweichen. Dabei zeigen:

FIG. 1 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Turbinenmoduls bzw. Verdichtermoduls einer Strömungsmaschine in einem Längsschnitt;

FIG. 2 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Turbinenmoduls bzw. Verdichtermoduls einer Strömungsmaschine in einem Querschnitt;

FIG. 3 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines Abschnittes einer Trennvorrichtung mit mehreren Blechen.

[0055] Die Erfindung wird im Folgenden anhand konkreter Ausführungsbeispiele und zugehöriger schematischer Zeichnungen näher erläutert. In den Figuren können gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen sein. Die Beschreibung gleicher oder funktionsgleicher Elemente wird gegebenenfalls nicht notwendigerweise bezüglich verschiedener Figuren wiederholt.

[0056] Im Folgenden werden die FIG. 1 und die FIG. 2 gemeinsam beschrieben, wobei die FIG. 1 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Turbinenmoduls 100 einer Strömungsmaschine 1 in einem Längsschnitt, und die FIG. 2 in einem Querschnitt zeigt. Vereinfacht ist die Umfangsrichtung (U) als geradlinig dargestellt, wobei diese in der Realität vielmehr kreisförmig bzw. ringförmig sein kann.

[0057] Das Turbinenmodul 100 kann zumindest ein Turbinengehäuse 101 mit einer ringförmigen Außenwand 2 und einem Innengehäuse 3 umfassen. Das Turbinenmodul 100 umfasst weiterhin einen Ringkanal 4 zur Verteilung eines Kühlfluids in und/oder entgegen einer Umfangsrichtung U (FIG. 2) des Turbinenmoduls 100. Der Ringkanal 4 sitzt in der Radialrichtung R betrachtet, welche von einem Zentrum des Turbinenmoduls nach außen gerichtet ist, radial außenseitig auf der Außenwand 2 auf. Der Ringkanal 4 weist zumindest einen Einlass 5 zum Einströmen des Kühlfluids in den Ringkanal 4 auf, sowie Öffnungen 6 zum Ausströmen des Kühlfluids in Kühlleitungen 7 des Innengehäuses 3. Der Pfeil 28 kann insbesondere eine Hauptströmung der

Strömungsmaschine 1 darstellen, welche radial innerhalb der Außenwand der Außenwand 2 strömen kann und diese, sowie das Innengehäuse 3, insbesondere erzwungen konvektiv erwärmen kann.

[0058] Innerhalb des Ringkanals 4 kann eine in Umfangsrichtung U verlaufende Trennvorrichtung 8 vorgesehen sein, welche den Ringkanal 4 in einen radial inneren Innenraum 9 und in einen radial äußeren Außenraum 10 unterteilt. Insbesondere kann der Außenraum 11 den zumindest einen Einlass 5 und die Öffnungen 6 aufweisen. Beispielsweise bildet die Trennvorrichtung 8 radial außenseitig, also zum Außenraum gerichtet, die Öffnungen 6 aus, wobei die Öffnungen 6 über jeweils ein Röhrenelement 11 mit den Kühlleitungen 7 des Innengehäuses 3 fluidisch verbunden sind. Die Pfeile 29 können insbesondere die Strömungsrichtungen des Kühlfluids andeuten, welches aus dem Einlass 5 in den Ringkanal 4 strömen kann, sich vorzugsweise im Umfangsrichtung verteilt und durch die Öffnungen 6 wieder aus dem Ringkanal 4 ausströmt, sowie in die Kühlleitungen 7 einströmt.

[0059] Es kann vorgesehen sein, dass zumindest ein Abschnitt der Außenwand 2 des Turbinengehäuses 101 eine radial innere Innenwand 12 des Ringkanals 4 bildet.

[0060] Beispielsweise kann die Trennvorrichtung 8 als Blech 13, 14, 15 ausgebildet sein, welches sich beispielsweise ringförmig um die Außenwand 2 des Turbinengehäuses 101, also sich im Wesentlichen in Umfangsrichtung U und in einer Axialrichtung X des Turbinenmoduls 100 erstrecken kann. Die Trennvorrichtung 8 kann jedoch vorzugsweise mehrere Bleche 13, 14, 15 aufweisen. Insbesondere kann die Trennvorrichtung 8 von einer axialen Vorderwand 26 des Ringkanals 4 und/oder von einer axialen Hinterwand 27 des Ringkanals 104 beabstandet sein. Insbesondere kann hier ein Spalt derart vorgesehen sein, dass ein Druckausgleich zwischen dem Innenraum 9 und dem Außenraum 10 stattfinden kann, jedoch vorzugsweise keine Belüftung des Innenraumes mit dem Kühlfluid.

[0061] Das Turbinenmodul 100 kann Abstandselemente 16, 17 zwischen Außenwand 2 des Turbinengehäuses 101 bzw. Innenwand 12 des Ringkanals 4 aufweisen, welche das zumindest eine Blech 13, 14, 15 von der Außenwand 2 bzw. Innenwand 12 beabstanden. Beispielsweise können die Abstandselemente 16, 17 integral mit der Trennvorrichtung 8 ausgebildet sein, also beispielsweise mit der Trennvorrichtung 8 gefügt, insbesondere verschweißt, oder aus der Trennvorrichtung 8 ausgeformt.

[0062] Das in FIG. 1 und FIG. 2 gezeigte Ausführungsbeispiel des Turbinenmoduls 100 kann ebenfalls ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verdichtermoduls 200 entsprechen, wobei die zugehörige Beschreibung entsprechend angepasst auf das Verdichtermodul 200 gelesen werden kann. Insbesondere sind die Begriffe Turbinengehäuse 101 durch Verdichtergehäuse 201, sowie Kühlfluid durch Wärme fluid zu ersetzen. Die Außenwand 2 und das Innengehäuse 3 des Verdichter-

gehäuses 201 kann insbesondere durch die Hauptströmung 28 der Strömungsmaschine 1 erzwungen konvektiv abgekühlt sein.

[0063] In **FIG. 3** ist eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines Abschnittes einer Trennvorrichtung 8 eines Turbinenmoduls 100 oder eines Verdichtermoduls 200 mit mehreren Blechen 13, 14, 15 gezeigt, insbesondere einer Unterseite der Strömungsmaschine 1. Die Trennvorrichtung 8 kann insbesondere in der Umfangsrichtung U in die mehreren Bleche 13, 14, 15 segmentiert sein. Das erste Blech 13, welches lediglich abschnittsweise dargestellt ist, kann an dessen ersten distalen Ende 18 (in Umfangsrichtung U) mit einem zweiten distalen Ende 20 des in Umfangsrichtung U benachbarten Bleches 14 überlappt sein. Die überlappenden Enden 18, 20 können insbesondere in Umfangsrichtung U beweglich bzw. gleitend zueinander gelagert sein, sodass sich infolge eines Wärmeeintrages die Bleche 13, 14, 15 in Umfangsrichtung ausdehnen bzw. zusammenziehen können.

[0064] Das erste Blech 13 kann an einem distalen, radial innen überlappenden Endbereich 24 des ersten Blechs 13, welcher direkt benachbart zu dem überlappenden Enden 18, 20 anschließen kann, mit einem zweiten Abstandselement 17 mit der Außenwand 2 des Turbinengehäuses 1 bzw. mit der Innenwand 12 im Umfangsrichtung U gleitend verbunden sein. Das zweite Abstandselement 17 kann dabei entweder integral mit dem ersten Blech 13 oder mit der Wand 2, 12 verbunden sein.

[0065] Das zum ersten Blech 13 benachbarte, zweite Blech 14 kann an einem distalen, radial außen überlappenden Endbereich 22 des zweiten Blechs 14, welcher direkt benachbart zu dem überlappenden Enden 18, 20 anschließen kann, mit einem ersten Abstandselement 16 mit der Außenwand 2 des Turbinengehäuses 1 bzw. mit der Innenwand 12 im Umfangsrichtung U fest verbunden sein, insbesondere über das erste Abstandselement 16 mit dieser verschweißt. Dadurch ist das zweite Blech an dem Endbereich 22 in Axialrichtung X, Radialrichtung R und in Umfangsrichtung U fixiert.

[0066] Eine Position des ersten Bleches 13 im Endbereich 24 kann somit nach radial innen durch das zweite Abstandselement 17 und nach radial außen durch das überlappende Ende 18 fixiert sein.

[0067] Die Bleche 17, 18, 19 können darüber hinaus weitere, zweite Abstandselemente 17 aufweisen, wie rein schematisch mittig zu dem zweiten Blech 14 dargestellt ist.

[0068] Eine radiale Fixierung eines distalen, radial innen überlappenden Endes 25 des zweiten Bleches 17 kann entsprechend zu dem Ende 24 in Verbindung mit einem benachbarten, dritten Blech 15 gegeben sein, wobei ein distaler, radial innen überlappender Endbereich 25 des zweiten Blechs gleitend mittels des zweiten Abstandselementes 17 mit der Wand 2, 12 verbunden sein kann, sowie ein distaler, radial außen überlappender Endbereich 23 des dritten Blechs 15 über das erste Abstandselement mit der Wand 2, 12 fest verbunden

sein kann, sodass das zweite, distale Ende 21 des dritten Bleches 23, welches mit dem ersten distalen Ende 19 des zweiten Blechs 14 überlappt ist, nach radial außen fixiert werden kann.

[0069] Insgesamt zeigen die Beispiele, wie eine Trennvorrichtung 8 (Wärmeschutzblech) für einen Anti-Icing-Ringkanal 4 bzw. Kühlfluidringkanal 4 bereitgestellt werden kann. Der Ringkanal 4 oder Luftkasten kann direkt auf dem Turbinengehäuse 101 oder Verdichtergehäuse 201 aufsitzen. Eine Innenseite des Ringkanals 4 sieht insbesondere die Zapflufttemperatur des Kühlfuids bzw. des Wärmefluids. Die Außenwände des Ringkanals können entweder die Nacelle-Bedingungen oder die Annulus Bedingungen der Hauptströmung 29 sehen. Aufgrund des deutlichen Temperaturunterschiedes zwischen der Zapfluft und Annulus sowie den hohen Wärmeübertragungskoeffizienten (getrieben durch die Luftgeschwindigkeit im Luftkasten und im Annulus) kann der größte Wärmeverlust über die Außenwand 2 erfolgen. Um die Außenwand zu isolieren und Wärmeenergie in der Zapfluft so lange wie möglich zu behalten, kann eine Trennvorrichtung 4, beispielsweise ein Schutzblech, oberhalb bzw. radial außerhalb der Außenwand 2 angebracht werden. Damit kann ein Innenraum 9, insbesondere als Zwischenkavität, geschaffen werden, in welcher die Luftgeschwindigkeit nahezu null sein kann (freie Konvektionsbedingungen), sodass die Wärmeübertragung zwischen der Hauptströmung 28 und der Außenwand 2 deutlich reduziert sein kann, und damit der Wärmeaustausch zwischen Hauptströmung 2 und Außenwand 2.

[0070] Das Blech 13, 14, 15 der Trennvorrichtung kann punktuell, z.B. auf einen ersten Abstandselement 17, beispielsweise einem Höcker, der in Umfangsrichtung U ausgenommen ist, befestigt (verschweißt) sein, um die Wärmeleitung zu minimieren. Die Trennvorrichtung 8 kann in Bleche 13, 14, 15 segmentiert sein, mit überlappenden Stößen. Die Trennvorrichtung 8 kann so konzipiert und angebracht sein, dass die thermische Dehnung (in axialer X und Umfangsrichtung U) nicht zur Interaktion mit der Vorderwand 26 und/oder der Hinterwand (Luftkastenwände) führen kann. Die Abstände zwischen Blech 13, 14, 15 und umliegenden Ringkanal 4 sollten vorzugsweise gleichzeitig klein ausgelegt werden, damit keine starke Belüftung der Zwischenkavität stattfinden kann.

Bezugszeichenliste:

[0071]

- | | |
|---|-------------------|
| 1 | Strömungsmaschine |
| 2 | Außenwand |
| 3 | Innengehäuse |
| 4 | Ringkanal |
| 5 | Einlass |
| 6 | Öffnungen |
| 7 | Kühlleitungen |

8	Trennvorrichtung
9	Innenraum
10	Außenraum
11	Röhrenelement
12	Innenwand
13	erstes Blech
14	zweites Blech
15	drittes Blech
16	erste Abstandselemente
17	zweite Abstandselemente
18	erstes distales Ende des ersten Blechs
19	erstes distales Ende des zweiten Blechs
20	zweites distales Ende des zweiten Blechs
21	zweites distales Ende des dritten Blechs
22	distaler, radial außen überlappender Endbereich des zweiten Blechs
23	distaler, radial außen überlappender Endbereich des dritten Blechs
24	distaler, radial innen überlappender Endbereich des ersten Blechs
25	distaler, radial innen überlappender Endbereich des zweiten Blechs
26	axiale Vorderwand des Ringkanals
27	axiale Hinterwand des Ringkanals
28	Hauptströmung
29	Fluidströmung
100	Turbinenmodul
101	Turbinengehäuse
200	Verdichtermodul
201	Verdichtergehäuse
R	Radialrichtung
U	Umfangsrichtung
X	Axialrichtung

Patentansprüche

1. Turbinenmodul (100) für eine Strömungsmaschine (1), umfassend

- ein Turbinengehäuse (101) mit einer ringförmigen Außenwand (2) und einem Innengehäuse (3), und
- einen Ringkanal (4) zur Verteilung eines Kühlfluids in einer Umfangsrichtung (U) des Turbinenmoduls (100), wobei der Ringkanal (4)
- außenseitig auf der Außenwand (2) aufsitzt,
- zumindest einen Einlass (5) zum Einstromen des Kühlfluids in den Ringkanal (4) aufweist, und
- Öffnungen (6) zum Ausströmen des Kühlfluids in Kühlleitungen (7) des Innengehäuses (3) aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass

innerhalb des Ringkanals (4) eine in Umfangsrichtung (U) verlaufende Trennvorrichtung (8) vorgesehen ist, welche den Ringkanal (4) in einen radial inneren Innenraum (9) und in einen radial äußeren Außen-

raum (10) unterteilt.

2. Turbinenmodul (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Außenraum (11) des Ringkanals (4) den zumindest einen Einlass (5) und die Öffnungen (6) aufweist, wobei insbesondere die Trennvorrichtung (8) die Öffnungen (6) ausbildet und die Öffnungen (6) über jeweils ein Röhrenelement (11) mit den Kühlleitungen (7) des Innengehäuses (3) fluidisch verbunden sind und/oder wobei zumindest ein Abschnitt der Außenwand (2) des Turbinengehäuses (101) eine radial innere Innenwand (12) des Ringkanals (4) bildet.

3. Turbinenmodul (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennvorrichtung (8) zumindest ein Blech (13, 14, 15) aufweist, welches sich im Wesentlichen in Umfangsrichtung (U) und in einer Axialrichtung (X) des Turbinenmoduls (100) erstreckt, wobei insbesondere Abstandselemente (16, 17) vorgesehen sind, welche das zumindest eine Blech (13, 14, 15) von der Außenwand (2) des Turbinengehäuses (101) beabstanden, wobei bevorzugt die Abstandselemente (16, 17) integral mit der Trennvorrichtung (8) ausgebildet sind und weiter bevorzugt die Trennvorrichtung (8) in Umfangsrichtung (U) in mehrere Bleche (13, 14, 15) segmentiert ist, wobei jeweils benachbarte Bleche (13, 14, 15) an deren distalen Ende (18, 19, 20, 21) überlappend zueinander angeordnet sind.

4. Turbinenmodul (100) nach einem Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils ein Blech (13, 14, 15) der mehreren Bleche (13, 14, 15) an dessen distalen, radial außen überlappenden Endbereich (22, 23) mittels zumindest einem ersten Abstandselement (16) mit der Außenwand (2) des Turbinengehäuses (101) fest verbunden ist, wobei insbesondere jeweils ein Blech (13, 14, 15) der mehreren Bleche (13, 14, 15) an zumindest dessen distalen, radial innen überlappenden Endbereich (24, 25) mittels zumindest einem zweiten Abstandselement (17) mit der Außenwand (2) des Turbinengehäuses (1) im Umfangsrichtung (U) gleitend verbunden ist.

5. Turbinenmodul (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennvorrichtung (8) von einer axialen Vorderwand (26) des Ringkanals (4) und/oder von einer axialen Hinterwand (27) des Ringkanals (104) beabstandet ist.

6. Verdichtermodul (200) für eine Strömungsmaschine (1), umfassend

- ein Verdichtergehäuse (201) mit einer ringförmigen Außenwand (2) und einem Innengehäu-

se (3), und

- einen Ringkanal (4) zur Verteilung eines Wärmefluids in einer Umfangsrichtung (U) des Verdichtermoduls (200), wobei der Ringkanal (4)
- außenseitig auf der Außenwand (2) aufsitzt,
- zumindest einen Einlass (5) zum Einstromen des Wärmefluids in den Ringkanal (4) aufweist, und
- Öffnungen (6) zum Ausströmen des Wärmefluids in Wärmeleitungen des Innengehäuses (3) aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass

innerhalb des Ringkanals (4) eine in Umfangsrichtung (U) verlaufende Trennvorrichtung (8) vorgesehen ist, welche den Ringkanal (4) in einen radial inneren Innenraum (9) und in einen radial äußeren Außenraum (10) unterteilt.

7. Verdichtermodul (200) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Außenraum (10) des Ringkanals (4) den zumindest einen Einlass (5) und die Öffnungen (6) aufweist, wobei insbesondere die Trennvorrichtung (8) die Öffnungen (6) ausbildet, wobei die Öffnungen (6) in diesem Fall über jeweils ein Röhrenelement (11) mit den Kühlleitungen (7) des Innengehäuses (3) fluidisch verbunden sind.
8. Verdichtermodul (200) nach einem der Ansprüche 6 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Abschnitt der Außenwand (2) des Verdichtergehäuses (201) eine radial innere Innenwand (12) des Ringkanals (4) bildet, wobei die Trennvorrichtung (8) bevorzugt zumindest ein Blech (13, 14, 15) aufweist, welches sich im Wesentlichen in Umfangsrichtung (U) und in einer Axialrichtung (X) des Verdichtermoduls (200) erstreckt.
9. Verdichtermodul (200) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Abstandselemente (16, 17) vorgesehen sind, welche das zumindest eine Blech (13, 14, 15) von der Außenwand (2) des Verdichtergehäuses (201) beabstanden, wobei insbesondere die Abstandselemente (16, 17) integral mit der Trennvorrichtung (8) ausgebildet sind und/oder die Trennvorrichtung (8) in Umfangsrichtung (U) in mehrere Bleche (13, 14, 15) segmentiert ist, wobei jeweils benachbarte Bleche (13, 14, 15) an deren distalen Ende (18, 19, 20, 21) überlappend zueinander angeordnet sind und/oder jeweils ein Blech (13, 14, 15) der mehreren Bleche (13, 14, 15) an dessen distalen, radial außen überlappenden Endbereich (22, 23) mittels zumindest einem ersten Abstandselement (16) mit der Außenwand (2) des Verdichtergehäuses (201) fest verbunden ist, wobei weiter bevorzugt jeweils ein Blech (13, 14, 15) der mehreren Bleche (13, 14, 15) an zumindest dessen distalen, radial innen überlappenden Endbereich (24, 25)

mittels zumindest einem zweiten Abstandselement (17) mit der Außenwand (2) des Verdichtergehäuses (201) im Umfangsrichtung (U) gleitend verbunden ist.

10. Strömungsmaschine (1), insbesondere Fluggasturbine, umfassend ein Turbinenmodul (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, und/oder ein Verdichtermodul (200) nach einem der Ansprüche 6 bis 9.

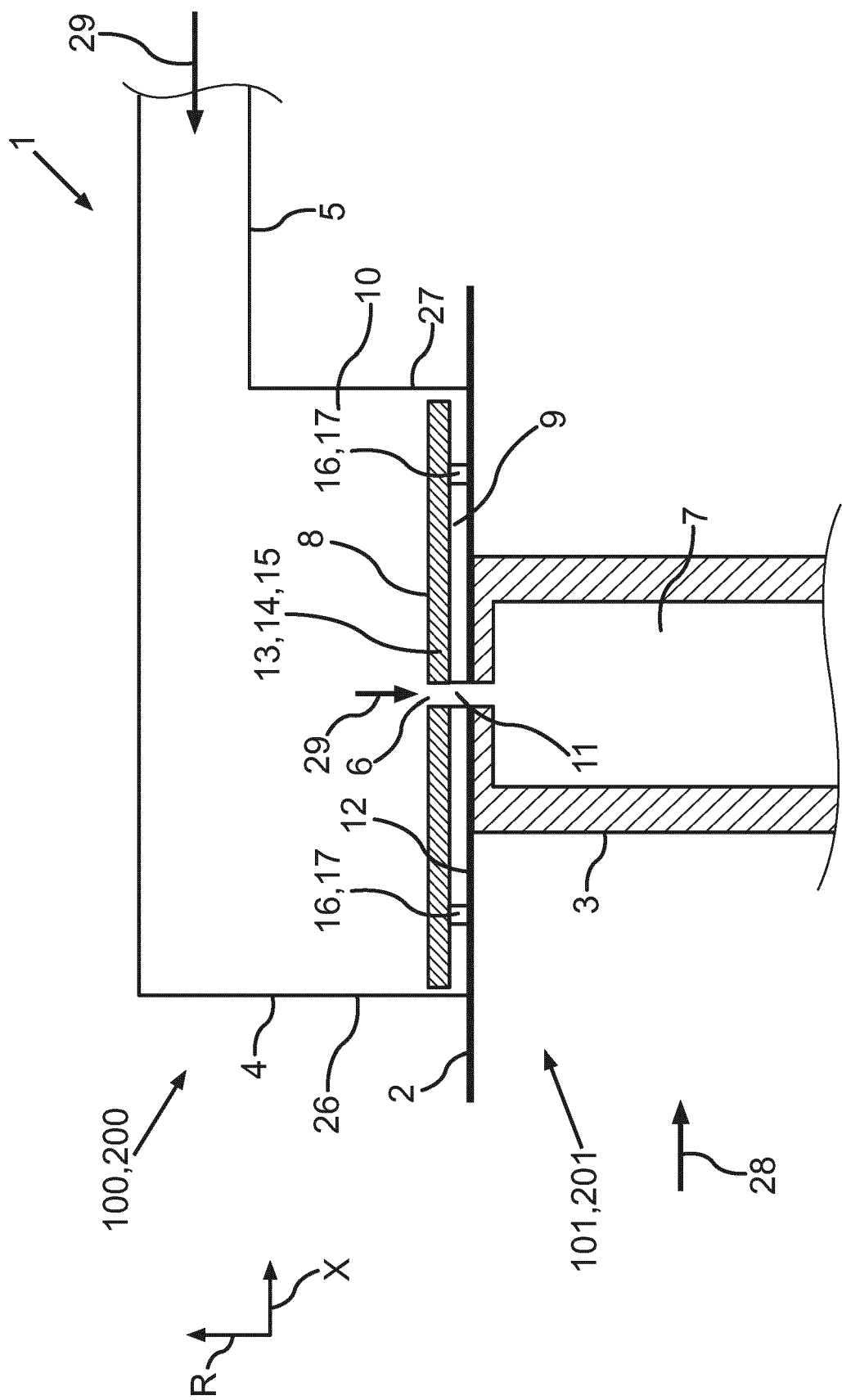


Fig.1

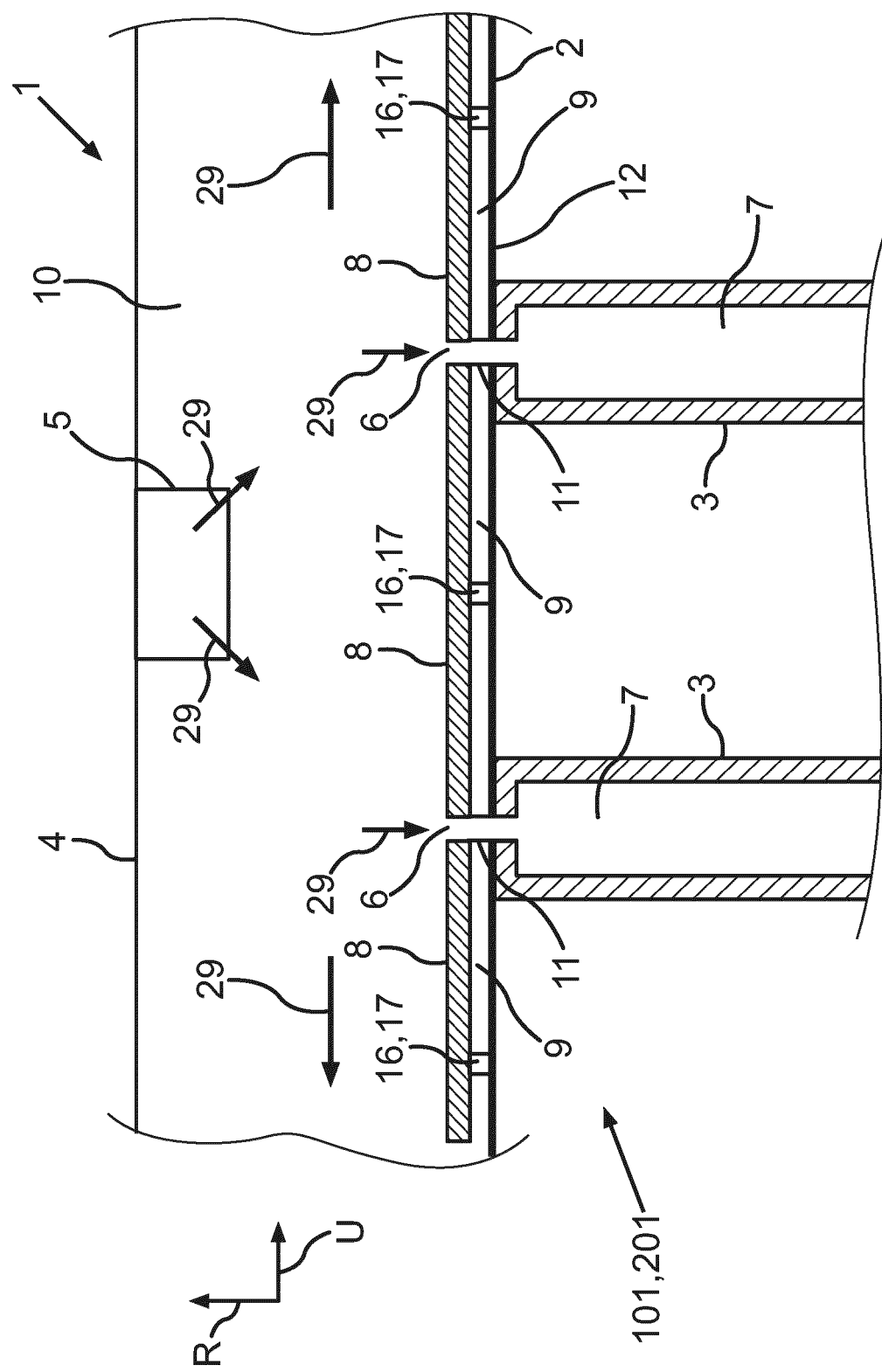


Fig.2

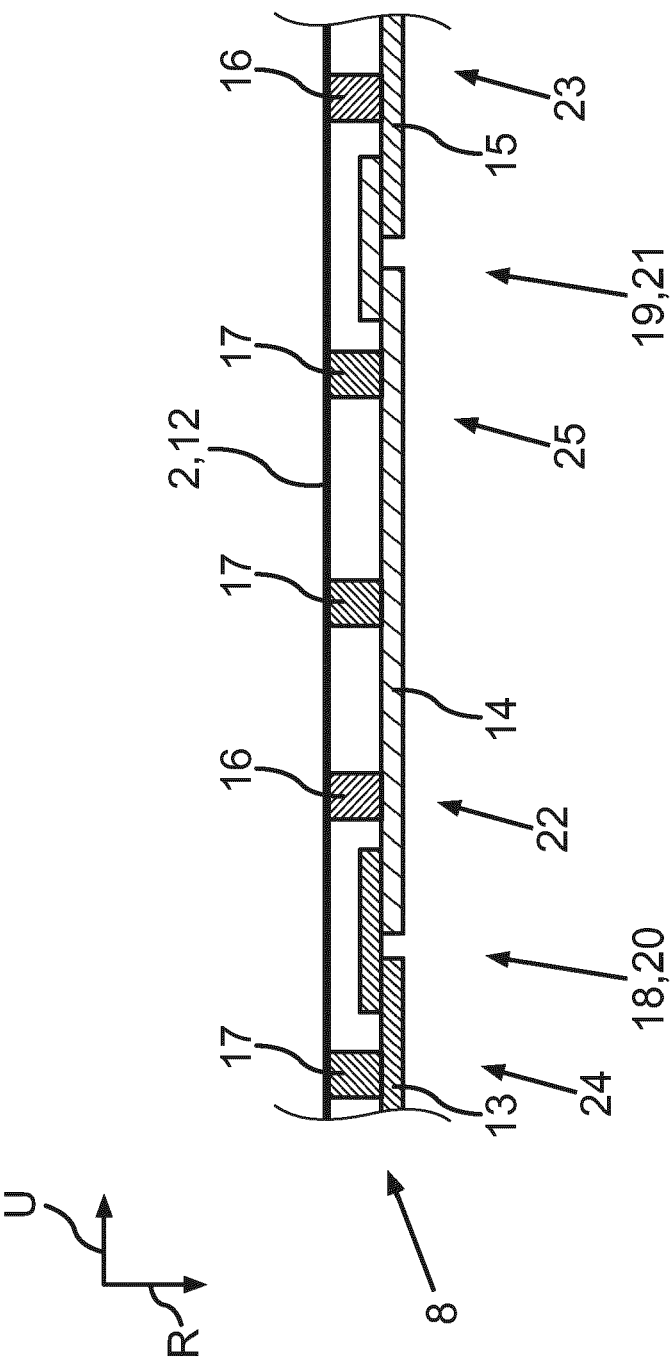


Fig.3