

(19)



(11)

**EP 3 492 701 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**05.06.2019 Patentblatt 2019/23**

(51) Int Cl.:  
**F01D 5/14** (2006.01) **F01D 5/16** (2006.01)  
**F01D 9/02** (2006.01) **F01D 9/04** (2006.01)  
**F01D 9/06** (2006.01) **F01D 25/04** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18205690.3**

(22) Anmeldetag: **12.11.2018**

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

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

(72) Erfinder: **Ramm, Günter**  
**82223 Eichenau (DE)**

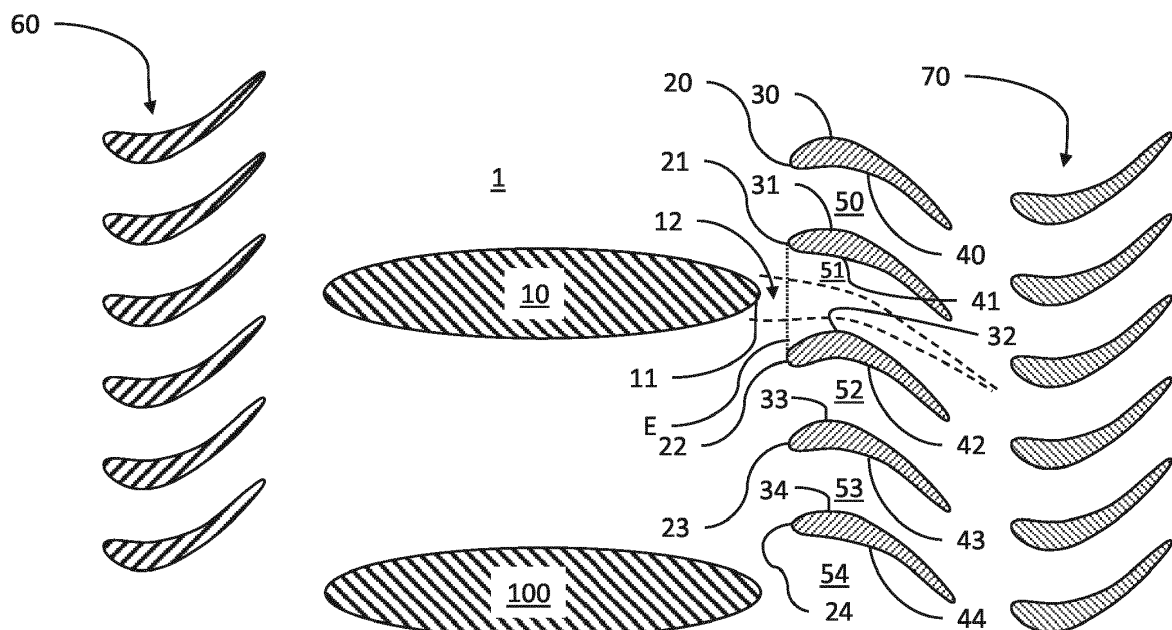
(30) Priorität: **01.12.2017 DE 102017221684**

### (54) **TURBOMASCHINEN-STRÖMUNGSKANAL**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Auslegen eines Strömungskanals (1) für eine Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, der ein Leitgitter mit mehreren in Umfangsrichtung verteilten Leitschaufeln (20-24) und durch je zwei aufeinanderfolgende Leitschaufeln begrenzte Strömungspassagen (50-54)

und eine Stützrippenanordnung mit wenigstens einer Stützrippe (10, 100) aufweist, wobei eine Gestaltung einer der Strömungspassagen (51, 54) an diese Stützrippe, der sie stromabwärts nachgelagert ist, angepasst wird, um einen Druckverlust und/oder eine Schwingungsanregung zu reduzieren.

**Fig. 1**



**EP 3 492 701 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Auslegen eines Strömungskanals für eine Turbomaschine sowie einen Strömungskanal und eine Turbomaschine, insbesondere Gasturbine, mit dem Strömungskanal.

**[0002]** Aus der US 8,061,969 B2 ist ein Turbinenzwischengehäuse mit Stützstreben und einem diesen stromabwärts folgenden Leitgitter mit einer Anzahl Leitschaufeln bekannt, die größer als die Anzahl der Stützstreben bzw. Hohlprofile ist.

**[0003]** Eine Aufgabe einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist es, eine Turbomaschine zu verbessern.

**[0004]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. einen Strömungskanal mit den Merkmalen des Anspruchs 7 gelöst. Anspruch 8 stellt eine Turbomaschine mit wenigstens einem hier beschriebenen Strömungskanal unter Schutz. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0005]** Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung weist ein Strömungskanal für eine, insbesondere einer, Turbomaschine, insbesondere axiale(n) Turbomaschine, insbesondere Gasturbine, insbesondere eines Flugtriebwerks, auf:

- ein Leitgitter mit mehreren in Umfangsrichtung verteilten bzw. nebeneinander bzw. aufeinanderfolgend angeordneten Leitschaufeln zur Strömungsumlenkung und mit Strömungspassagen, die jeweils durch zwei aufeinanderfolgende (dieser) Leitschaufeln begrenzt sind; und
- eine Stützrippenanordnung mit einer oder mehreren Stützrippe(n), die in einer Ausführung (jeweils) eine radial innere und eine radial äußere Mantelfläche des Strömungskanals miteinander verbindet, insbesondere gegeneinander abstützt bzw. hierzu bzw. zur Übertragung von Druck- und/oder Zuglasten eingerichtet ist bzw. verwendet wird, und/oder fest mit einem Gehäuse der Turbomaschine verbunden ist.

**[0006]** Eine Axialrichtung ist in einer Ausführung parallel zu einer Rotations- bzw. (Haupt)Maschinenachse der Turbomaschine, die Umfangsrichtung entsprechend insbesondere eine Rotationsrichtung (eines Rotors bzw. wenigstens eines dem Leitgitter folgenden Laufgitters) der Turbomaschine, eine Radialrichtung insbesondere senkrecht zu dieser Axial- und Umfangsrichtung. Ein erstes Element ist in einer Ausführung stromabwärts von einem zweiten Element, wenn es einem Auslass des Strömungskanals bzw. der Turbomaschine (axial) näher liegt als das zweite Element. Entsprechend ist in einer Ausführung ein erstes Element stromaufwärts von einem zweiten Element, wenn es einem Einlass des Strömungskanals bzw. der Turbomaschine (axial) näher liegt als das zweite Element.

**[0007]** In einer Ausführung weist/weisen die bzw. eine

oder mehrere der Stützrippen strömungswiderstandreduzierende, insbesondere symmetrische oder asymmetrische, Außenprofile auf, in einer Weiterbildung ist/sind die Stützrippe(n) jeweils mit einem strömungswiderstandreduzierenden Hohlprofil verkleidet, in einer anderen Weiterbildung ist das strömungswiderstandreduzierende Außenprofil integral mit einem Kern der Stützrippe ausgebildet. Dadurch kann in einer Ausführung ein Druckverlust und/oder eine Schwingungsanregung vorteilhaft reduziert werden. In einer Ausführung weisen die Leitschaufeln des Leitgitters jeweils eine Druck- und eine hiervon verschiedene Saugseite zur Strömungsumlenkung auf.

**[0008]** Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist bzw. wird beim Auslegen des Strömungskanals eine Gestaltung wenigstens einer (der) Strömungspassage(n), die einer Stützrippe stromabwärts nachgelagert, insbesondere benachbart, ist, an diese Stützrippe derart angepasst, dass ein Druckverlust, insbesondere wenigstens zwischen einer stromaufwärtigen Vorderkante der Stützrippe und einer stromabwärtigen Hinterkante einer der diese Strömungspassage begrenzenden Leitschaufeln, und/oder eine Schwingungsanregung, insbesondere der Stützrippe, der die Strömungspassage begrenzenden Leitschaufeln und/oder eines dem Leitgitter axial folgenden Laufgitters, reduziert, insbesondere minimiert wird bzw. ist, in einer Weiterbildung für wenigstens die Mehrzahl aller in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden Stützrippen der Stützrippenanordnung jeweils eine Gestaltung einer dieser Stützrippe stromabwärts nachgelagerten, insbesondere benachbarten, Strömungspassage des Leitgitters an diese Stützrippe angepasst, um einen Druckverlust und/oder eine Schwingungsanregung zu reduzieren, insbesondere zu minimieren.

**[0009]** In einer Ausführung ist bzw. sind die Stützrippe(n) und die ihr stromabwärts nachgelagerte(n) Strömungspassage(n) bzw. stromaufwärtige Vorderkanten der diese begrenzenden Leitschaufeln axial bzw. durch einen Axialspalt beabstandet.

**[0010]** Zusätzlich oder alternativ ist in einer Ausführung für die Stützrippe(n) jeweils ein Abstand dieser Stützrippe, insbesondere ihrer stromabwärtigen Hinterkante, zu der ihr stromabwärts nachgelagerten Strömungspassage, deren Gestaltung zur Reduzierung eines Druckverlusts und/oder einer Schwingungsanregung an diese Stützrippe angepasst ist bzw. wird, insbesondere axial und/oder in Umfangsrichtung, kleiner als zu allen anderen Strömungspassagen des Leitgitters. Mit anderen Worten ist in einer Ausführung, insbesondere für wenigstens die Mehrzahl aller in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden Stützrippen der Stützrippenanordnung jeweils, eine bzw. die einer Stützrippe stromabwärts nachgelagerte Strömungspassage, deren Gestaltung zur Reduzierung eines Druckverlusts und/oder einer Schwingungsanregung an diese Stützrippe angepasst ist bzw. wird, (jeweils) die dieser Stützrippe nächstgelegene bzw. benachbarte Strömungspassage des

Leitgitters stromabwärts hinter der Stützrippenanordnung.

**[0011]** Hierdurch kann in einer Ausführung ein Wirkungsgrad und/oder eine Lebensdauer der Turbomaschine verbessert werden.

**[0012]** In einer Ausführung umfasst das Anpassen der Gestaltung einer oder mehrerer der (jeweils) einer Stützrippe stromabwärts nachgelagerten Strömungspassage(n) an diese Stützrippe, um einen Druckverlust und/oder eine Schwingungsanregung zu reduzieren, (jeweils) ein Positionieren dieser Strömungspassage in Umfangsrichtung relativ zu dieser Stützrippe derart, dass ein Nachlauf der Stützrippe und/oder eine Tangente in einem Punkt eines stromabwärtigen Endbereichs einer Skelettlinie der Stützrippe einen Eintrittsquerschnitt der Strömungspassage in einem mittleren Bereich des Eintrittsquerschnitts schneidet.

**[0013]** Entsprechend ist bzw. wird in einer Ausführung für wenigstens eine (der) Stützrippe(n), insbesondere für wenigstens die Mehrzahl aller in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden Stützrippen der Stützrippenanordnung jeweils, eine bzw. die Strömungspassage, die dieser Stützrippe stromabwärts nachgelagert, insbesondere benachbart, ist, relativ zu dieser Stützrippe in Umfangsrichtung derart positioniert, dass ein Nachlauf der Stützrippe und/oder eine Tangente in einem Punkt eines stromabwärtigen Endbereichs einer Skelettlinie der Stützrippe einen Eintrittsquerschnitt der Strömungspassage in einem mittleren Bereich schneidet. Eine solcherart relativ zu einer Stützrippe positionierte Strömungspassage wird vorliegend zur kompakteren Darstellung bzw. eindeutigen Identifizierung auch als (die) von dieser Stützrippe beschickte Strömungspassage bezeichnet.

**[0014]** Der Nachlauf einer Stützrippe ist in einer Ausführung in fachüblicher Weise durch die zwei Stromlinien begrenzt, die von einander in Umfangsrichtung gegenüberliegenden Seiten der Stützrippe abgehen. Die Skelettlinie bzw. Profilmittellinie einer Stützrippe ist in einer Ausführung in fachüblicher Weise die Verbindungslinie der in ein Profil bzw. einen Querschnitt der Stützrippe einbeschriebenen Kreismittelpunkte. Der Endbereich der Skelettlinie erstreckt sich in einer Ausführung von einer stromabwärtigen Hinterkante der Stützrippe über höchstens 25%, insbesondere höchstens 10%, in einer Ausführung höchstens 5%, der Länge der Skelettlinie. Der Eintrittsquerschnitt einer Strömungspassage erstreckt sich in einer Ausführung, insbesondere in Umfangsrichtung, zwischen den stromaufwärtigen Vorderkanten der die Strömungspassage begrenzenden Leitschaufeln, sein mittlerer Bereich in einer Ausführung über höchstens 80%, insbesondere höchstens 60%, und/oder wenigstens 10%, insbesondere wenigstens 25%, des Eintrittsquerschnitts bzw. seiner Breite in Umfangsrichtung und/oder ist von den beiden Vorderkanten der die Strömungspassage begrenzenden Leitschaufeln (in Umfangsrichtung) äquidistant beabstandet. Hierdurch wird in einer Ausführung das Leitgitter vorteilhaft angeströmt. Dadurch kann in einer Ausführung ein

Druckverlust und/oder eine Schwingungsanregung besonders vorteilhaft reduziert werden.

**[0015]** Zusätzlich oder alternativ zu einer solchen Umfangspositionierung umfasst in einer Ausführung für wenigstens eine Stützrippe, insbesondere für wenigstens die Mehrzahl aller in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden Stützrippen der Stützrippenanordnung jeweils, das Anpassen der Gestaltung der dieser Stützrippe stromabwärts nachgelagerten Strömungspassage an die ihr stromaufwärts vorgelagerte Stützrippe, um einen Druckverlust und/oder eine Schwingungsanregung zu reduzieren, (jeweils) ein Verändern einer Größe und/oder Form dieser Strömungspassage gegenüber einer oder mehrerer anderer der Strömungspassagen des Leitgitters, insbesondere also ein zusätzliches Verändern einer Größe und/oder Form der bzw. einer oder mehrerer von Stützrippen beschickter Strömungspassage(n), die relativ zu (einer) der Stützrippe(n) in Umfangsrichtung derart positioniert ist bzw. sind, dass ein Nachlauf der Stützrippe und/oder eine Tangente in einem Punkt eines stromabwärtigen Endbereichs einer Skelettlinie der Stützrippe einen Eintrittsquerschnitt der Strömungspassage in einem mittleren Bereich schneidet.

**[0016]** Entsprechend ist bzw. wird in einer Ausführung für wenigstens eine (der) Stützrippe(n), insbesondere wenigstens für die Mehrzahl aller in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden Stützrippen der Stützrippenanordnung jeweils, eine Größe und/oder Form einer bzw. der dieser Stützrippe stromabwärts nachgelagerten, insbesondere benachbarten, Strömungspassage, deren Gestaltung an diese Stützrippe angepasst ist bzw. wird, von wenigstens einer anderen der Strömungspassage verschieden (ausgelegt), insbesondere also zusätzlich eine Größe und/oder Form der bzw. einer oder mehrerer von Stützrippen beschickter Strömungspassage(n), die relativ zu (einer) der Stützrippe(n) in Umfangsrichtung derart positioniert ist bzw. sind, dass ein Nachlauf der Stützrippe und/oder eine Tangente in einem Punkt eines stromabwärtigen Endbereichs einer Skelettlinie der Stützrippe einen Eintrittsquerschnitt der Strömungspassage in einem mittleren Bereich schneidet, von wenigstens einer anderen der Strömungspassagen verschieden (ausgelegt), insbesondere von wenigstens einer anderen der Strömungspassagen verschieden, die nicht von einer Stützrippe beschickt und/oder keine einer Stützrippe benachbarte Strömungspassage ist.

**[0017]** Durch eine solche Anpassung bzw. spezifisch(angepasst)e Profilierung einer oder mehrerer der Strömungspassage(n), die (jeweils) einer Stützrippe stromabwärts nachgelagert, insbesondere benachbart bzw. von einer Stützrippe beschickt, ist bzw. sind, kann in einer Ausführung ein Druckverlust und/oder eine Schwingungsanregung besonders vorteilhaft reduziert werden.

**[0018]** In einer Ausführung umfasst dieses Verändern der Größe und/oder Form wenigstens einer (der), insbesondere von einer Stützrippe beschickten, Strömungspassage(n) gegenüber wenigstens einer anderen (der)

Strömungspassage(n) ein Verändern, insbesondere Vergrößern, einer, insbesondere mittleren, maximalen und/oder minimalen, Kanalbreite in Umfangsrichtung, in einer Ausführung um wenigstens 1% und/oder höchstens 50%, insbesondere höchstens 15%.

**[0019]** Entsprechend ist bzw. wird in einer Ausführung für wenigstens eine (der) Stützrippe(n), insbesondere wenigstens für die Mehrzahl aller in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden Stützrippen der Stützrippenordnung jeweils, eine, insbesondere mittlere, maximale und/oder minimale, Kanalbreite in Umfangsrichtung der Strömungspassage, deren Gestaltung an diese Stützrippe angepasst ist bzw. wird, insbesondere der der Stützrippe stromabwärts benachbarten Strömungspassage, von wenigstens einer anderen der Strömungspassage verschieden (ausgelegt), in einer Ausführung um wenigstens 1% und/oder höchstens 50%, insbesondere höchstens 15%, insbesondere also eine Kanalbreite der bzw. einer oder mehrerer Strömungspassage(n), die relativ zu (einer) der Stützrippe(n) in Umfangsrichtung derart positioniert ist bzw. sind, dass ein Nachlauf der Stützrippe und/oder eine Tangente in einem Punkt eines stromabwärtigen Endbereichs einer Skelettlinie der Stützrippe einen Eintrittsquerschnitt der Strömungspassage in einem mittleren Bereich schneidet, von wenigstens einer anderen der Strömungspassage verschieden (ausgelegt), insbesondere von der Mehrzahl der anderen Strömungspassagen.

**[0020]** Hierdurch wird in einer Ausführung ein Nachlauf der Stützrippe vorteilhaft in die Strömungspassage geführt. Dadurch kann in einer Ausführung ein Druckverlust und/oder eine Schwingungsanregung besonders vorteilhaft reduziert werden.

**[0021]** Zusätzlich oder alternativ umfasst in einer Ausführung das Verändern der Größe und/oder Form wenigstens einer (der), insbesondere von einer Stützrippe beschickten, Strömungspassage(n) gegenüber wenigstens einer anderen (der) Strömungspassage(n) ein Verändern einer strömungspassagenseitigen Druckseite einer der beiden Leitschaufeln und/oder einer strömungspassagenseitigen Saugseite einer der beiden Leitschaufeln, die die eine Strömungspassage begrenzen, und/oder eines Staffelungswinkels und/oder Profils einer dieser beiden Leitschaufeln oder dieser beider Leitschaufeln gegenüber der anderen Strömungspassage bzw. der diese begrenzenden Leitschaukel bzw. Leitschaufeln, insbesondere gegenüber der Mehrzahl der anderen Strömungspassagen.

**[0022]** Entsprechend ist bzw. wird in einer Ausführung für wenigstens eine (der) Stützrippe(n), insbesondere wenigstens für die Mehrzahl aller in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden Stützrippen der Stützrippenordnung jeweils,

- eine strömungspassagenseitige Druckseite einer der beiden Leitschaufeln, die eine, insbesondere von dieser Stützrippe beschickte, Strömungspassage begrenzen, deren Gestaltung zur Reduzierung

eines Druckverlusts und/oder einer Schwingungsanregung an diese Stützrippe angepasst ist bzw. wird, insbesondere eine Strömungspassage begrenzen, die dieser Stützrippe stromabwärts benachbart ist, von der strömungspassagenseitigen Druckseite einer der beiden Leitschaufeln, die eine andere Strömungspassage begrenzen, insbesondere von den strömungspassagenseitigen Druckseiten der Leitschaufeln, die die Mehrzahl der anderen Strömungspassagen begrenzen; und/oder

- eine strömungspassagenseitige Saugseite einer der beiden Leitschaufeln, die eine, insbesondere von dieser Stützrippe beschickte, Strömungspassage begrenzen, deren Gestaltung zur Reduzierung eines Druckverlusts und/oder einer Schwingungsanregung an diese Stützrippe angepasst ist bzw. wird, insbesondere eine Strömungspassage begrenzen, die dieser Stützrippe stromabwärts benachbart ist, von der strömungspassagenseitigen Saugseite einer der beiden Leitschaufeln, die eine andere Strömungspassage begrenzen, insbesondere von den strömungspassagenseitigen Saugseiten der Leitschaufeln, die die Mehrzahl der anderen Strömungspassagen begrenzen; und/oder
- ein Staffelungswinkel einer der beiden Leitschaufeln oder beider Leitschaufeln, die eine, insbesondere von dieser Stützrippe beschickte, Strömungspassage begrenzen, deren Gestaltung zur Reduzierung eines Druckverlusts und/oder einer Schwingungsanregung an diese Stützrippe angepasst ist bzw. wird, insbesondere eine Strömungspassage begrenzen, die dieser Stützrippe stromabwärts benachbart ist, von einem Staffelungswinkel wenigstens einer der eine andere Strömungspassage begrenzenden Leitschaufeln, insbesondere von den Staffelungswinkeln der Leitschaufeln, die die Mehrzahl der anderen Strömungspassagen begrenzen; und/oder
- ein Profil einer der beiden Leitschaufeln oder beider Leitschaufeln, die eine, insbesondere von dieser Stützrippe beschickte, Strömungspassage begrenzen, deren Gestaltung zur Reduzierung eines Druckverlusts und/oder einer Schwingungsanregung an diese Stützrippe angepasst ist bzw. wird, insbesondere eine Strömungspassage begrenzen, die dieser Stützrippe stromabwärts benachbart ist, von einem Profil wenigstens einer der eine andere Strömungspassage begrenzenden Leitschaufeln, insbesondere von den Profilen der Leitschaufeln, die die Mehrzahl der anderen Strömungspassagen begrenzen

verschieden (ausgelegt).

**[0023]** Der Staffelungswinkel ist in einer Ausführung der Winkel, den die Profilsehne der Leitschaukel mit der Axial- oder Umfangsrichtung einschließt.

**[0024]** Hierdurch wird in einer Ausführung ein Nachlauf der Stützrippe vorteilhaft in der Strömungspassage geführt. Dadurch kann in einer Ausführung ein Druckverlust

und/oder eine Schwingungsanregung besonders vorteilhaft reduziert werden.

**[0025]** In einer Ausführung ist das Leitgitter des Strömungskanals ein Vorleitgitter einer Turbine einer Gasturbine, in einer Weiterbildung ist die Stützrippenanordnung in einem Turbinenzwischengehäuse ("midturbine frame" MTF) zur Verbindung zweier Turbinen einer Gasturbine angeordnet, insbesondere einem Turbinenzwischengehäuse, das eine Hoch- und eine Mittel- oder Niederdruckturbine oder eine Mittel- und eine Niederdruckturbine miteinander verbindet bzw. hierzu eingerichtet ist bzw. verwendet wird.

**[0026]** Dies stellt eine besonders vorteilhafte Anwendung der vorliegenden Erfindung dar.

**[0027]** Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungen. Hierzu zeigt, teilweise schematisiert:

Fig. 1 einen Teil eines Strömungskanals einer Turbomaschine nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 2 einen Teil der Fig. 1.

**[0028]** Fig. 1 zeigt einen Teil eines Strömungskanals 1 einer Turbomaschine nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung bzw. ein Auslegen des Strömungskanals 1 nach einem Verfahren nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung.

**[0029]** Der Strömungskanal 1 weist ein Leitgitter mit mehreren in Umfangsrichtung verteilten Leitschaufeln und durch je zwei aufeinanderfolgende Leitschaufeln begrenzte Strömungspassagen auf, von denen in Fig. 1 exemplarisch Leitschaufeln 20 - 24 und durch diese (teilweise) begrenzte Strömungspassagen 50 - 54 dargestellt sind.

**[0030]** Der Strömungskanal 1 weist weiter eine Stützrippenanordnung mit mehreren in Umfangsrichtung verteilten Stützrippen auf, von denen in Fig. 1 exemplarisch eine Stützrippe 10, der die Strömungspassage 51 stromabwärts benachbart ist, und eine Stützrippe 100, der die Strömungspassage 54 stromabwärts benachbart ist, dargestellt sind.

**[0031]** In der dargestellten Ausführungsform der Fig. 1 verlaufen die Stützrippen 10, 100 parallel zur Axialrichtung, d.h. sie sind nicht geneigt zur Axialrichtung angeordnet oder orientiert. In anderen nicht dargestellten Ausführungsform sind die Stützrippen 10 und/oder 100 zur Axialrichtung geneigt bzw. in Bezug auf die Axialrichtung angestellt orientiert, beispielsweise mit einem Winkel zwischen 5° und 10°, wie etwa 5°, 6°, 7°, 8°, 9° oder 10°.

**[0032]** Eine Gestaltung dieser einer Stützrippe stromabwärts benachbarten Strömungspassagen 51, 54 wird bzw. ist jeweils an die ihr stromaufwärts benachbarte Stützrippe 10 bzw. 100 angepasst, um einen Druckverlust und/oder eine Schwingungsanregung zu reduzieren.

**[0033]** Hierzu ist bzw. wird die Strömungspassage 51

in Umfangsrichtung (vertikal in Fig. 1) relativ zu der Stützrippe 10 derart positioniert, dass ein Nachlauf 12 (vgl. Fig. 1) und eine Tangente 14 in einem Punkt eines stromabwärtigen Endbereichs einer Skelettlinie 13 der Stützrippe 10 einen Eintrittsquerschnitt E der Strömungspassage 51 in einem mittleren Bereich schneidet, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist. In gleicher Weise ist bzw. wird auch die Strömungspassage 54 in Umfangsrichtung relativ zu der Stützrippe 100 derart positioniert, dass ein Nachlauf bzw. eine Tangente in einem Punkt eines stromabwärtigen Endbereichs einer Skelettlinie der Stützrippe 100 einen Eintrittsquerschnitt der Strömungspassage 54 in einem mittleren Bereich schneidet (nicht dargestellt).

**[0034]** Zusätzlich ist bzw. wird eine Kanalbreite B in Umfangsrichtung (vgl. Fig. 2) der Strömungspassage 51 gegenüber den Strömungspassagen 50, 52 und 53 vergrößert.

**[0035]** Zusätzlich ist bzw. wird eine strömungspassagenseitige Druckseite 41 der Leitschaufel 21, die die Strömungspassage 51 begrenzt, insbesondere gegenüber den strömungspassagenseitigen Druckseiten 40 und 43 der Leitschaufeln 20 bzw. 23, die die Strömungspassage 50 bzw. 53 begrenzen, verändert bzw. angepasst.

**[0036]** Zusätzlich ist bzw. wird eine strömungspassagenseitige Saugseite 32 der Leitschaufel 22, die die Strömungspassage 51 begrenzt, insbesondere gegenüber den strömungspassagenseitigen Saugseiten 30 und 33 der Leitschaufeln 20 bzw. 23, die die Strömungspassage 50 bzw. 53 begrenzen, verändert bzw. angepasst.

**[0037]** Zusätzlich sind bzw. werden die Staffelungswinkel  $\beta_{51}$ ,  $\beta_{52}$  der Leitschaufeln 21, 22, die die Strömungspassage 51 begrenzen, insbesondere gegenüber dem Staffelungswinkel  $\beta_{50}$  der Leitschaufeln 20, die die Strömungspassage 50 begrenzt, verändert bzw. angepasst, wie in Fig. 2 dargestellt.

**[0038]** Gleiches gilt analog für die Strömungspassage 54 bzw. die sie begrenzenden Leitschaufeln, von denen in Fig. 1 nur die Leitschaufel 24 gezeigt ist.

**[0039]** Ein Laufgitter 70 einer Turbine oder eines Verdichters ist stromabwärts hinter dem Leitgitter mit den Leitschaufeln 20 - 24 angeordnet. Im Falle einer Turbine ist ein Laufgitter 60 einer weiteren Turbine stromaufwärts vor der Stützrippenanordnung mit den Stützrippen 10, 100 angeordnet. Im Falle eines Verdichters ist ein Verdichterleitgitter 60 stromaufwärts vor der Stützrippenanordnung mit den Stützrippen 10, 100 angeordnet.

**[0040]** Obwohl in der vorhergehenden Beschreibung exemplarische Ausführungen erläutert wurden, sei darauf hingewiesen, dass eine Vielzahl von Abwandlungen möglich ist. Außerdem sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den exemplarischen Ausführungen lediglich um Beispiele handelt, die den Schutzbereich, die Anwendungen und den Aufbau in keiner Weise einschränken sollen. Vielmehr wird dem Fachmann durch die vorausgehende Beschreibung ein Leitfaden für die Umsetzung von mindestens einer exemplarischen Ausführung gegeben, wobei diverse Änderungen, insbesondere in Hin-

blick auf die Funktion und Anordnung der beschriebenen Bestandteile, vorgenommen werden können, ohne den Schutzbereich zu verlassen, wie er sich aus den Ansprüchen und diesen äquivalenten Merkmalskombinationen ergibt.

#### Bezugszeichenliste

#### [0041]

1	Strömungskanal
10	Stützrippe
11	stromabwärtige Hinterkante der Stützrippe 10
12	Nachlauf der Stützrippe 10
13	Skelettlinie der Stützrippe 10
14	Tangente an Endbereich der Skelettlinie 13
20 - 24	Leitschaufel
30-34	Saugseite
40 - 44	Druckseite
50 - 54	Strömungspassage
60	Leit- oder Laufgitter
70	Laufgitter
100	Stützrippe
B	Kanalbreite
E	Eintrittsquerschnitt
$\beta_{50} - \beta_{52}$	Staffelungswinkel

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Auslegen eines Strömungskanals (1) für eine Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, der ein Leitgitter mit mehreren in Umfangsrichtung verteilten Leitschaufeln (20-24) und durch je zwei aufeinanderfolgende Leitschaufeln begrenzte Strömungspassagen (50-54) und eine Stützrippenanordnung mit wenigstens einer Stützrippe (10, 100) aufweist, wobei eine Gestaltung einer der Strömungspassagen (51, 54) an diese Stützrippe, der sie stromabwärts nachgelagert ist, angepasst wird, um einen Druckverlust und/oder eine Schwingungsanregung zu reduzieren.
2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** für wenigstens die Mehrzahl aller in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden Stützrippen der Stützrippenanordnung jeweils eine Gestaltung einer Strömungspassage des Leitgitters, die dieser Stützrippe stromabwärts nachgelagert ist, an diese Stützrippe angepasst wird, um einen Druckverlust und/oder eine Schwingungsanregung zu reduzieren.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anpassen der Gestaltung wenigstens einer dieser Strömungspassagen an die Stützrippe, der sie stromab-

wärts nachgelagert ist, ein Positionieren dieser Strömungspassage (51, 54) in Umfangsrichtung relativ zu dieser Stützrippe (10, 100) derart, dass ein Nachlauf (12) und/oder eine Tangente (14) in einem Punkt eines stromabwärtigen Endbereichs einer Skelettlinie (13) der Stützrippe einen Eintrittsquerschnitt (E) der Strömungspassage in einem mittleren Bereich schneidet, umfasst.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anpassen der Gestaltung wenigstens einer dieser Strömungspassagen an die Stützrippe, der sie stromabwärts nachgelagert ist, ein Verändern einer Größe und/oder Form dieser Strömungspassage (51, 54) gegenüber wenigstens einer anderen der Strömungspassagen (50, 52, 53) umfasst.
5. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verändern der Größe und/oder Form der einen Strömungspassage (51, 54) gegenüber der wenigstens einen anderen Strömungspassage (50, 52, 53) ein Verändern, insbesondere Vergrößern, einer Kanalbreite (B) in Umfangsrichtung und/oder ein Verändern einer strömungspassagenseitigen Druckseite (41, 44) einer der beiden Leitschaufeln (21, 24) und/oder einer strömungspassagenseitigen Saugseite (32) einer der beiden Leitschaufeln (22), die die eine Strömungspassage begrenzen, und/oder eines Staffelungswinkels ( $\beta_{51}$ ,  $\beta_{52}$ ) und/oder Profils wenigstens einer dieser beiden Leitschaufeln (21, 22, 24) gegenüber der anderen Strömungspassage (50, 52, 53) bzw. der diese begrenzenden Leitschaufel bzw. Leitschaufeln (20, 23) umfasst.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Leitgitter ein Vorleitgitter einer Turbine einer Gasturbine ist, insbesondere die Stützrippenanordnung in einem Turbinenzwischengehäuse zur Verbindung zweier Turbinen einer Gasturbine angeordnet ist.
7. Strömungskanal (1) für eine Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, der ein Leitgitter mit mehreren in Umfangsrichtung verteilten Leitschaufeln (20-24) und durch je zwei aufeinanderfolgende Leitschaufeln begrenzte Strömungspassagen (50-54) und eine Stützrippenanordnung mit wenigstens einer Stützrippe (10, 100) aufweist, wobei der Strömungskanal nach einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgelegt ist und/oder für die wenigstens eine Stützrippe, insbesondere für wenigstens die Mehrzahl aller in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden Stützrippen der Stützrippenanordnung jeweils, eine Strömungspassage (51, 54), die dieser Stützrippe (10, 100) stromabwärts nachgelagert, insbesondere benachbart, ist, relativ

zu dieser Stützrippe in Umfangsrichtung derart positioniert ist, dass ein Nachlauf (12) und/oder eine Tangente (14) in einem Punkt eines stromabwärtigen Endbereichs einer Skelettlinie (13) der Stützrippe einen Eintrittsquerschnitt (E) der Strömungspassage in einem mittleren Bereich schneidet und/oder eine Größe und/oder Form dieser Strömungspassage von wenigstens einer anderen der Strömungspassage verschieden ist, insbesondere ihre Kanalbreite (B) in Umfangsrichtung und/oder eine strömungspassagenseitige Druckseite (41, 44) einer der beiden Leitschaufeln und/oder eine strömungspassagenseitige Saugseite (32) einer der beiden Leitschaufeln, die diese eine Strömungspassage begrenzen, und/oder ein Staffelungswinkel ( $\beta_{51}$ ,  $\beta_{52}$ ) und/oder Profil wenigstens einer dieser beiden Leitschaufeln.

8. Turbomaschine, insbesondere Gasturbine, mit wenigstens einem Strömungskanal nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

25

30

35

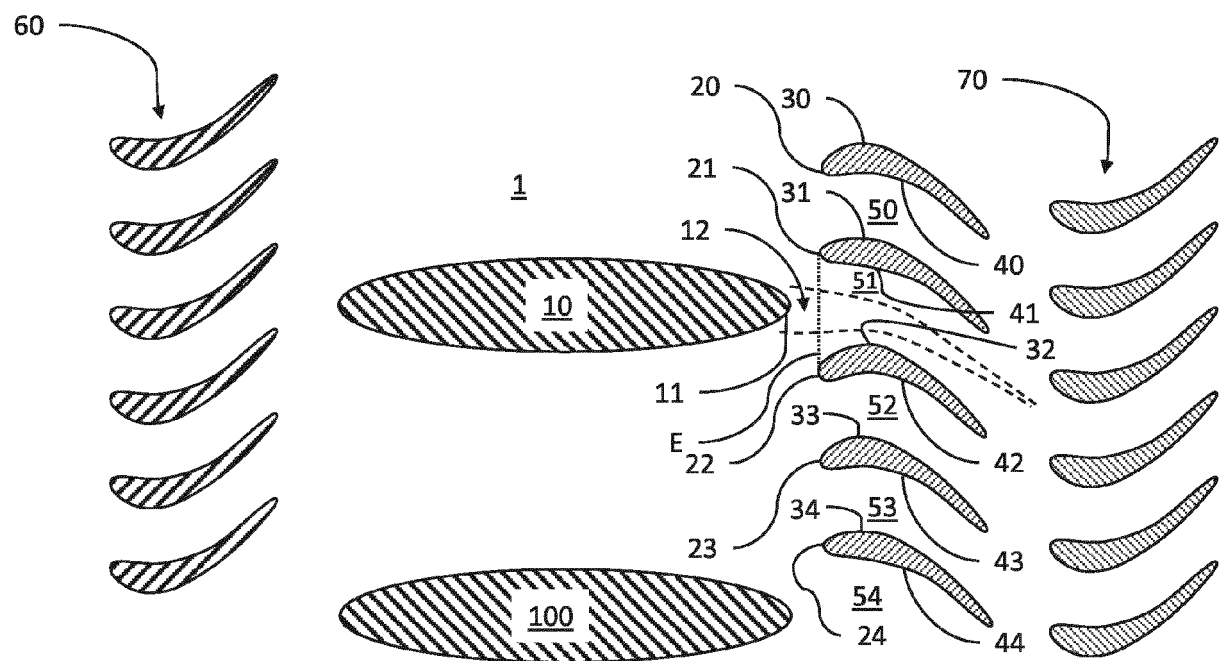
40

45

50

55

Fig. 1





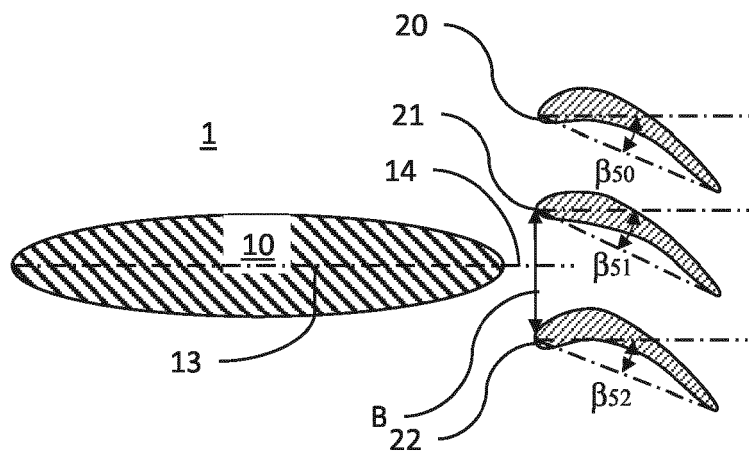


Fig. 2



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 18 20 5690

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	GB 2 226 600 A (GEN ELECTRIC [US]) 4. Juli 1990 (1990-07-04) * Seite 15, Zeile 14 - Zeile 23; Abbildungen 4,9,10,13 *	1-8	INV. F01D5/14 F01D5/16 F01D9/02 F01D9/04 F01D9/06 F01D25/04
X	US 2015/260103 A1 (YU HONG [CA] ET AL) 17. September 2015 (2015-09-17) * Abbildungen 2,4 *	1-8	
X	EP 2 775 098 A2 (PRATT & WHITNEY CANADA [CA]) 10. September 2014 (2014-09-10) * Absatz [0014]; Abbildungen 5,6 *	1-8	
X	GB 476 222 A (ESCHER WYSS MASCHF AG) 3. Dezember 1937 (1937-12-03) * Abbildungen 2,3 *	1-8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 2. April 2019	Prüfer Avramidis, Pavlos
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 18 20 5690

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

02-04-2019

	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
10	GB 2226600	A	04-07-1990	DE	3942203 A1		05-07-1990
				FR	2641328 A1		06-07-1990
				GB	2226600 A		04-07-1990
15				IT	1237166 B		24-05-1993
				JP	H063145 B2		12-01-1994
				JP	H02245428 A		01-10-1990
				SE	467316 B		29-06-1992
				US	4989406 A		05-02-1991
20	-----						
	US 2015260103	A1	17-09-2015	CA	2884014 A1		13-09-2015
				US	2015260103 A1		17-09-2015
	-----						
	EP 2775098	A2	10-09-2014	CA	2844669 A1		07-09-2014
25				EP	2775098 A2		10-09-2014
				US	2014255159 A1		11-09-2014
	-----						
	GB 476222	A	03-12-1937	BE	421412 A		02-04-2019
				DE	658594 C		06-04-1938
				FR	821330 A		02-12-1937
30				GB	476222 A		03-12-1937
				NL	46195 C		02-04-2019
	-----						
35							
40							
45							
50							
55							

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- US 8061969 B2 [0002]