

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 3 495 629 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.06.2019 Patentblatt 2019/24

(51) Int Cl.:
F01D 25/16 (2006.01)

F01D 9/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 18209511.7

(22) Anmeldetag: 30.11.2018

(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

(30) Priorität: 07.12.2017 DE 102017222193

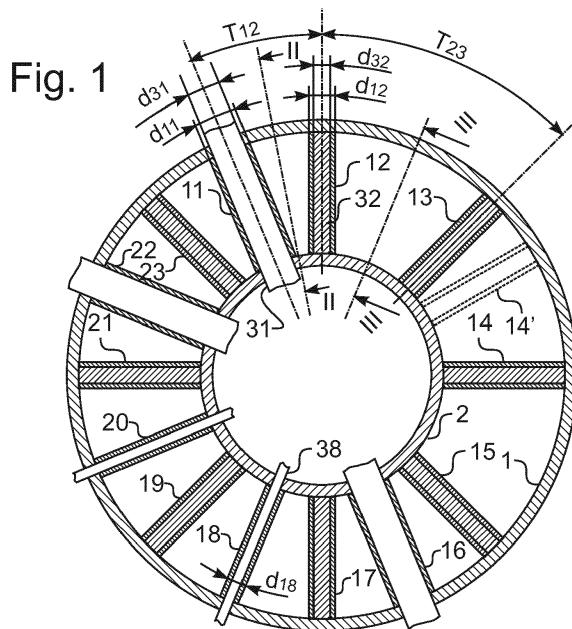
(71) Anmelder: **MTU Aero Engines AG
80995 München (DE)**

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

(54) TURBOMASCHINENSTRÖMUNGSKANAL

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Strömungskanal für eine Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, mit einer Mehrzahl von Rippen (11-23), die zwischen einer radial inneren Mantelfläche (2) und einer radial äußeren Mantelfläche (1) des Strömungskanals angeordnet und in Umfangsrichtung verteilt sind, wobei eine erste (11) der Rippen eine erste Rippendicke (d₁₁) und eine erste Rippenlänge (l₁₁) und eine zweite (12) der Rippen eine zweite Rippendicke (d₁₂) und eine zweite Rippenlänge (l₁₂) aufweist, wobei die zweite Rippenlänge kleiner als die erste Rippenlänge und/oder die zweite Rippendicke kleiner als die erste Rippendicke ist, und

wobei in der ersten Rippe eine erste Innenstruktur (31), die eine erste Strukturdicke (d₃₁) aufweist, und in der zweiten Rippe eine zweite Innenstruktur (32) angeordnet ist, die eine zweite Strukturdicke (d₃₂) aufweist, die kleiner als die erste Strukturdicke ist; und/oder ein Abstand (T₁₂) in Umfangsrichtung zwischen der ersten und der dieser benachbarten zweiten Rippe und ein Abstand (T₂₃) in Umfangsrichtung zwischen wenigstens zwei benachbarten (12, 13) der Rippen voneinander abweichen und wenigstens eine dieser Rippen ein nichtumlenkendes Außenprofil (A₁₁, A₁₂) aufweist und/oder in ihr eine Innenstruktur (32) angeordnet ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Strömungs-, insbesondere Übergangskanal für eine Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, eine Turbomaschine, insbesondere Gasturbine, mit dem Strömungs- bzw. Übergangskanal sowie ein Flugtriebwerk mit der Gasturbine.

[0002] Aus der EP 2 669 474 A1 ist ein Übergangskanal mit Stützrippen und Strömungsteilerschaufeln mit Vollquerschnitt und einem Außenprofil zur Umlenkung einer Strömung bekannt, die unterschiedliche Abstände in Umfangsrichtung und unterschiedliche Sehnenlängen aufweisen.

[0003] Aus der US 3,704,075 ist ein Strömungskanal zwischen zwei Rotoren bekannt, in dem in Umfangsrichtung gleichmäßig verteilte Umlenkschaufeln und Stützrippen mit Leitungen angeordnet sind.

[0004] Eine Aufgabe einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist es, eine Turbomaschine zu verbessern.

[0005] Diese Aufgabe wird durch einen Strömungskanal mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Ansprüche 8, 9 stellen eine Turbomaschine, insbesondere Gasturbine, mit einem oder mehreren hier beschriebenen Strömungskanälen bzw. ein Flugtriebwerk mit einer solchen Gasturbine unter Schutz, vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0006] Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung weist ein Strömungskanal für eine, insbesondere ein Strömungskanal einer, Turbomaschine, insbesondere axiale(n) Turbomaschine, insbesondere Gasturbine, insbesondere eines Flugtriebwerks, eine Mehrzahl von Rippen auf, die zwischen einer radial inneren Mantelfläche und einer radial äußeren Mantelfläche des Strömungskanals angeordnet, in einer Ausführung lösbar oder unlösbar, insbesondere stoffschlüssig, mit der inneren und/oder äußeren Mantelfläche verbunden oder integral ausgebildet, und/oder in einer Umfangsrichtung, insbesondere wenigstens teilweise nebeneinander bzw. in Axialrichtung wenigstens teilweise überlappend, verteilt sind, wobei eine erste der Rippen eine erste, insbesondere maximale, minimale oder mittlere, Rippendicke, insbesondere in Umfangsrichtung (gemessen), und eine erste, insbesondere maximale, minimale oder mittlere, Rippenlänge, insbesondere Sehnenlänge und/oder in Axialrichtung (gemessen), und eine zweite der Rippen eine zweite, insbesondere maximale, minimale oder mittlere, Rippendicke, insbesondere in Umfangsrichtung (gemessen), und eine zweite, insbesondere maximale, minimale oder mittlere, Rippenlänge, insbesondere Sehnenlänge und/oder in Axialrichtung (gemessen), aufweist.

[0007] Die Axialrichtung ist in einer Ausführung parallel zu einer Rotations-, insbesondere (Haupt)Maschinenachse, der Turbomaschine, die Umfangsrichtung entsprechend insbesondere eine Rotationsrichtung um diese Achse. Eine Radialrichtung steht in einer Ausführung

senkrecht auf Axial- und Umfangsrichtung.

[0008] Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist diese zweite Rippenlänge kleiner als diese erste Rippenlänge, in einer Ausführung um wenigstens 1%, insbesondere um wenigstens 5%, in einer Ausführung um wenigstens 15%, und/oder um höchstens 200%, insbesondere um höchstens 100%, in einer Ausführung um höchstens 50%, der ersten oder zweiten Rippenlänge.

Zusätzlich oder alternativ ist nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung diese zweite Rippendicke kleiner als diese erste Rippendicke, in einer Ausführung um wenigstens 1%, insbesondere um wenigstens 5%, in einer Ausführung um wenigstens 15%, und/oder um höchstens 200%, insbesondere um höchstens 100%, in einer Ausführung um höchstens 50%, der ersten oder zweiten Rippendicke.

[0009] Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist in der ersten Rippe eine erste Innenstruktur, die eine erste, insbesondere maximale, minimale oder mittlere, Strukturdicke, insbesondere in Umfangs- oder Axialrichtung (gemessen), aufweist, und in der zweiten Rippe eine zweite Innenstruktur angeordnet, die eine zweite, insbesondere maximale, minimale oder mittlere, Strukturdicke, insbesondere in Umfangs- oder Axialrichtung (gemessen), aufweist, die kleiner als die erste Strukturdicke ist, in einer Ausführung um wenigstens 1%, insbesondere um wenigstens 5%, in einer Ausführung um wenigstens 15%, und/oder um höchstens 200%, insbesondere um höchstens 100%, in einer Ausführung um höchstens 50%, der ersten oder zweiten Strukturdicke.

[0010] Mit anderen Worten wird bzw. ist nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung (wenigstens) eine (erste) Rippe, in der eine dickere Innenstruktur angeordnet wird bzw. ist, dicker und/oder länger (ausgelegt) als (wenigstens) eine (zweite) Rippe, in der eine demgegenüber dünnerne Innenstruktur angeordnet wird bzw. ist.

[0011] Hierdurch kann in einer Ausführung ein Gewicht und/oder Wirkungsgrad verbessert werden.

[0012] In einer Ausführung beträgt für ein oder mehrere Paare A, B der Mehrzahl von Rippen (jeweils) eine Abweichung $|d_A/l_A - (d_B/l_B)|$ zwischen einem Verhältnis d_A/l_A einer, insbesondere maximalen, minimalen oder mittleren, Rippendicke d_A , insbesondere in Umfangsrichtung (gemessen), dividiert durch eine, insbesondere maximale, minimale oder mittlere, Rippenlänge l_A , insbesondere Sehnenlänge und/oder in Axialrichtung (gemessen), der einen Rippe A dieser beiden Rippen (des jeweiligen Paars) und einem Verhältnis d_B/l_B einer, insbesondere maximalen, minimalen oder mittleren, Rippendicke d_B , insbesondere in Umfangsrichtung (gemessen), dividiert durch eine, insbesondere maximale, minimale oder mittlere, Rippenlänge l_B , insbesondere Sehnenlänge und/oder in Axialrichtung (gemessen), der anderen Rippe B dieser beiden Rippe (des jeweiligen Paars jeweils) höchstens 15%, insbesondere höchstens 10%, in einer Ausführung höchstens 5%, insbesondere höchstens 1%, des kleineren oder größeren dieser beiden Verhältnisse, wobei in dieser einen Rippe A (je-

weils) eine Innenstruktur mit einer, insbesondere maximalen, minimalen oder mittleren, Strukturdicke, insbesondere in Umfangs- oder Axialrichtung (gemessen), angeordnet ist, die, insbesondere um wenigstens 1% und/oder höchstens 200%, kleiner als eine, insbesondere maximale, minimale oder mittlere, Strukturdicke, insbesondere in Umfangs- oder Axialrichtung (gemessen), einer Innenstruktur ist, die in dieser anderen Rippe B angeordnet ist, wobei in einer Ausführung die Rippenlänge l_A dieser einen Rippe A, insbesondere um wenigstens 1%, insbesondere um wenigstens 5%, in einer Ausführung um wenigstens 15%, und/oder um höchstens 200%, insbesondere um höchstens 100%, in einer Ausführung um höchstens 50%, der größeren oder kleineren der beiden Rippenlängen l_A, l_B kleiner als die Rippenlänge l_B dieser anderen Rippe B der beiden Rippen (des jeweiligen Paares) und/oder die Rippendicke d_A dieser einen Rippe A, insbesondere um wenigstens 1%, insbesondere um wenigstens 5%, in einer Ausführung um wenigstens 15%, und/oder um höchstens 200%, insbesondere um höchstens 100%, in einer Ausführung um höchstens 50%, der größeren oder kleineren der beiden Rippendicken d_A, d_B kleiner als die Rippendicke d_B dieser anderen B der beiden Rippen (des jeweiligen Paares) ist.

[0013] Die eine und andere Rippe eines Paares können insbesondere die vorstehend genannte erste und zweite Rippe sein. Die eine und andere Rippe eines oder mehrerer Paare können in einer Ausführung (jeweils in Umfangsrichtung) benachbart sein. Gleichermaßen können in einer Ausführung zwischen der einen und anderen Rippe eines oder mehrerer Paare (jeweils in Umfangsrichtung) ein oder mehrere weitere Rippen ohne Innenstruktur und/oder mit, wenigstens im Wesentlichen, gleicher Rippendicke und -länge wie die eine oder andere Rippe angeordnet sein.

[0014] Mit anderen Worten wird bzw. liegt nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung für zwei oder mehr der Rippen mit unterschiedlich dicken Innenstrukturen, wenigstens im Wesentlichen, dasselbe Rippendicken-/längenverhältnis d/l vor(gegeben).

[0015] Hierdurch kann in einer Ausführung ein Gewicht und/oder Wirkungsgrad (weiter) verbessert werden.

[0016] Zusätzlich oder alternativ zu dem vorstehend erläuterten Aspekt unterschiedlicher Rippendicken und/oder -längen, insbesondere bei wenigstens im Wesentlichen gleichem Rippendicken-/längenverhältnis d/l , für unterschiedlich dicke Innenstrukturen differieren bzw. weichen nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ein Abstand T_{12} in Umfangsrichtung zwischen der ersten und der dieser (in Umfangsrichtung) benachbarten zweiten Rippe und ein Abstand T_c in Umfangsrichtung zwischen wenigstens zwei (in Umfangsrichtung) benachbarten der Rippen, insbesondere der Abstand T_{12} zwischen der ersten und der zweiten Rippe und der Abstand T_{13} zwischen der ersten und einer dritten Rippe, die auf einer der zweiten Rippe gegenüberliegenden Seite der ersten Rippe angeordnet ist, der Abstand T_{12} zwischen der ersten und der zweiten Rippe und Abstand

T_{23} zwischen der zweiten und einer dritten Rippe, die auf einer der ersten Rippe gegenüberliegenden Seite der zweiten Rippe angeordnet ist, und/oder der Abstand T_{12} zwischen der ersten und der zweiten Rippe und Abstand

5 T_{34} zwischen einer dritten und dieser (in Umfangsrichtung) benachbarten vierten Rippe, die von der ersten und zweiten Rippe verschieden sind, (voneinander ab), wobei in einer Ausführung wenigstens eine dieser Rippen, insbesondere die erste, zweite, dritte und/oder vierte Rippe, (jeweils) ein nichtumlenkendes Außenprofil aufweist und zusätzlich oder alternativ in wenigstens einer dieser Rippen, insbesondere der ersten, zweiten, dritten und/oder vierten Rippe, (jeweils) eine Innenstruktur angeordnet ist, insbesondere in der ersten Rippe die erste 10 Innenstruktur und/oder in der zweiten Rippe die zweite Innenstruktur.

[0017] In einer Ausführung differieren bzw. weichen diese beiden Abstände um wenigstens 1%, insbesondere um wenigstens 5%, in einer Ausführung um wenigstens 15%, und/oder um höchstens 200%, insbesondere um höchstens 100%, in einer Ausführung um höchstens 50%, der größeren oder kleineren der beiden Abstände (voneinander ab).

20 **[0018]** Mit anderen Worten wird nach diesem Aspekt vorgeschlagen, Rippen mit wenigstens teilweise unterschiedlichen Rippenlängen und/oder -dicken, von denen eine oder mehrere jeweils Innenstrukturen und/oder nichtumlenkende Außenprofile aufweisen, in Umfangsrichtung ungleichmäßig zu verteilen.

25 **[0019]** Hierdurch kann in einer Ausführung ein Frequenz- bzw. Resonanzverhalten des Strömungskanals verbessert werden.

[0020] Wie bereits erwähnt, können diese beiden Aspekte unterschiedlicher Rippendicken und/oder -längen, insbesondere bei wenigstens im Wesentlichen gleichem Rippendicken-/längenverhältnis d/l , für unterschiedlich dicke Innenstrukturen einerseits und einer ungleichmäßigen Umfangsverteilung von Rippen mit wenigstens teilweise unterschiedlichen Rippenlängen und/oder -dicken, die wenigstens teilweise Innenstrukturen und/oder nichtumlenkende Außenprofile aufweisen, andererseits unabhängig voneinander realisiert sein bzw. werden, wobei sie in einer Ausführung jedoch vorteilhaft miteinander kombiniert sind. Mit anderen Worten weist in einer Aus-

30 führung bzw. Kombination beider Aspekte die Mehrzahl von Rippen Rippen auf, von denen zwei oder mehr unterschiedlich dicke Innenstrukturen sowie unterschiedliche Rippendicken und/oder -längen, insbesondere bei wenigstens im Wesentlichen gleichem Rippendicken-/längenverhältnis, aufweisen, wobei zusätzlich diese und/oder andere Rippen der Mehrzahl in Umfangsverteilung ungleichmäßig verteilt sind.

35 **[0021]** Hierdurch kann in einer Ausführung ein Frequenz- bzw. Resonanzverhalten und/oder Wirkungsgrad des Strömungskanals (weiter) verbessert werden.

40 **[0022]** In einer Ausführung hat die Symmetrie des Strömungskanals in einem Bereich zwischen der inneren und äußeren Mantelfläche aufgrund der jeweiligen Umfangs-

positionen und/oder der jeweiligen Abmessungen jeder der Mehrzahl von Rippen eine Zähligkeit n , wobei $n \leq 8$, $n \leq 7$, $n \leq 6$, $n \leq 5$, $n \leq 4$, $n \leq 3$, $n \leq 2$, $n \leq 8$, $n \leq 4$, $n \leq 2$ und/oder $n=1$ ist. Hierfür werden also nur die Umfangspositionen und/oder Abmessungen der Mehrzahl von Rippen berücksichtigt, jedoch nicht eine Symmetrie etwaig konturierter radial innerer und äußerer Gaskanalwände. Eine Zähligkeit von n bedeutet, dass eine gedrehte Rippenanordnung erstmals bei einer Drehung um $360^\circ/n$ um die Rotations-, insbesondere (Haupt)Maschinenachse, der Turbomaschine, wieder mit der ungedrehten Rippenanordnung bzgl. Umfangspositionen der Rippen oder bzgl. Umfangspositionen und Abmessungen der Rippen zusammenfällt. D.h. es gibt bei einer Drehung um 360° genau n deckungsgleiche Rippenanordnungen bzgl. Rippenabstand und/oder Rippenausbildung. Dies kann eine besonders effiziente materialsparende Anordnung ermöglichen, in welcher die Gesamtanordnung der Rippen bzgl. der einzelnen Umfangspositionen, der einzelnen Rippenabstände und/oder der jeweiligen Abmessungen der einzelnen Rippen, insbesondere auch unter Berücksichtigung aerodynamischer Aspekte, speziell auf die Peripherie angepasst sind.

[0023] In einer Ausführung weist die erste Rippe und/oder die zweite Rippe, insbesondere die erste Rippe, in der die erste Innenstruktur angeordnet ist und/oder die zweite Rippe, in der die zweite Innenstruktur angeordnet ist, deren Strukturdicke kleiner als die erste Strukturdicke ist, (jeweils) ein nichtumlenkendes Außenprofil auf, insbesondere zusätzlich zu oder auch ohne voneinander abweichende(n) Abstände(n) in Umfangsrichtung bzw. eine(r) ungleichmäßige(n) Umfangsverteilung der Mehrzahl der Rippen.

[0024] Ein nichtumlenkendes Außenprofil ist in einer Ausführung derart ausgebildet, dass es eine Strömung eines Arbeitsfluids, insbesondere -gases, in dem bzw. durch den Strömungskanal, wenigstens im Wesentlichen, nicht ändert, insbesondere derart, dass eine Richtung einer Abströmung von einer stromabwärtigen Hinterkante des Außenprofils um höchstens 5° , insbesondere höchstens 1° , von einer Richtung einer, insbesondere rein axialen, Anströmung einer stromaufwärtigen Vorderkante des Außenprofils und/oder der Axialrichtung abweicht. In einer Ausführung beträgt ein Anstellwinkel des Außenprofils und/oder ein Winkel zwischen einer Profilsehne des Außenprofils und der Axialrichtung (jeweils) höchstens 5° , insbesondere höchstens 1° . Zusätzlich oder alternativ beträgt in einer Ausführung eine Profilwölbung bzw. maximale Abweichung einer Skeletlinie von einer Profilsehne des Außenprofils höchstens 0,01, insbesondere höchstens 0,005. In einer Ausführung ist ein nichtumlenkendes Außenprofil entlang seiner axialen Längsachse, wenigstens im Wesentlichen, spiegelsymmetrisch.

[0025] Hierdurch kann in einer Ausführung ein Frequenz- bzw. Resonanzverhalten und/oder Wirkungsgrad des Strömungskanals (weiter) verbessert werden.

[0026] Eine oder mehrere der Innenstrukturen, insbe-

ondere also die erste und/oder zweite Innenstruktur und/oder die Innenstruktur, die in der einen oder anderen Rippe wenigstens eines der Paare mit voneinander abweichenden Abständen in Umfangsrichtung und/oder wenigstens im Wesentlichen gleichen Rippendicken/-längenverhältnis angeordnet ist, kann bzw. können (jeweils) eine oder mehrere Stützstrebe(n) und/oder eine oder mehrere Durchgangspassage(n), die zur Durchführung von Gas und/oder Flüssigkeit vorgesehen bzw. eingerichtet sind bzw. verwendet werden, aufweisen, insbesondere sein. Eine Durchgangspassage zur Durchführung von Gas und/oder Flüssigkeit weist in einer Ausführung eine Schnittstelle, insbesondere einen Anschluss zum Ein- bzw. Ausführen von Gas und/oder Flüssigkeit auf.

[0027] In einer Ausführung können verschiedene der Innenstrukturen unterschiedliche Arten von Durchgangspassagen aufweisen, insbesondere sein, insbesondere wenigstens eine der Innenstrukturen eine Stützstrebe und wenigstens eine andere der Innenstrukturen eine Durchgangspassage zur Durchführung von einem Gas oder einer Flüssigkeit, wenigstens eine der Innenstrukturen eine Durchgangspassage zur Durchführung von einem Gas und wenigstens eine andere der Innenstrukturen eine Durchgangspassage zur Durchführung von einer Flüssigkeit und/oder wenigstens eine der Innenstrukturen eine Durchgangspassage zur Durchführung von einem Gas oder einer Flüssigkeit und wenigstens eine andere der Innenstrukturen eine Durchgangspassage zur Durchführung von einem anderen Gas oder einer anderen Flüssigkeit.

[0028] Durch Stützstreben können in einer Ausführung die radial innere und äußere Mantelfläche des Strömungskanals vorteilhaft gegeneinander abgestützt werden, durch Durchgangspassagen Schmiermittel, insbesondere Öl, Kühlmittel, insbesondere Luft, und/oder andere Betriebsmittel vorteilhaft, insbesondere auf kurzen Wegen, geführt werden.

[0029] Eine oder mehrere der Innenstrukturen, insbesondere also die erste und/oder zweite Innenstruktur und/oder die Innenstruktur, die in der einen oder anderen Rippe wenigstens eines der Paare mit voneinander abweichenden Abständen in Umfangsrichtung und/oder wenigstens im Wesentlichen gleichen Rippendicken/-längenverhältnis angeordnet ist, kann bzw. können (jeweils) vollständig oder teilweise integral mit der (jeweiligen) Rippe, in der sie angeordnet ist bzw. sind, hergestellt sein bzw. werden. Dies gilt insbesondere für (integral hergestellte bzw. ausgebildete) Durchgangspassagen.

[0030] Gleichermassen kann bzw. können eine oder mehrere der Innenstrukturen, insbesondere also die erste und/oder zweite Innenstruktur und/oder die Innenstruktur, die in der einen oder anderen Rippe wenigstens eines der Paare mit voneinander abweichenden Abständen in Umfangsrichtung und/oder wenigstens im Wesentlichen gleichen Rippendicken/-längenverhältnis angeordnet ist, (jeweils) vollständig oder teilweise separat

von der (jeweiligen) Rippe hergestellt sein bzw. werden, in der sie angeordnet ist bzw. sind. Dies gilt insbesondere für (separat hergestellte bzw. ausgebildete) Stützstreben. Gleichermaßen können zusätzlich oder alternativ auch Durchgangspassagen separat hergestellt bzw. ausgebildet sein, insbesondere Rohre, Leitungen oder dergleichen aufweisen bzw. sein.

[0031] In einer Ausführung ist bzw. sind eine oder mehrere Gruppen von (jeweils unter sich) baugleichen Rippen der Mehrzahl von zwischen der inneren und äußeren Mantelfläche angeordneten Rippen in Umfangsrichtung (jeweils unter sich) gleichmäßig verteilt und/oder eine oder mehrere Gruppen von (jeweils unter sich) baugleichen (anderen) Rippen der Mehrzahl in Umfangsrichtung (jeweils unter sich) ungleichmäßig verteilt. In einer Ausführung variiert eine Teilung zwischen Rippen einer Gruppe gleichmäßig verteilter Rippen um höchstens 2%, insbesondere höchstens 1%. Zusätzlich oder alternativ variiert in einer Ausführung eine Teilung zwischen Rippen einer Gruppe ungleichmäßig verteilter Rippen um wenigstens 5%, insbesondere wenigstens 10%, wobei eine Teilung in fachüblicher Weise ein, insbesondere minimaler, maximaler oder mittlerer, Abstand in Umfangsrichtung zwischen aufeinanderfolgenden baugleichen Rippen der jeweiligen Gruppe ist.

[0032] In einer Ausführung ist in den Rippen wenigstens einer Gruppe gleichmäßig verteilter Rippen jeweils wenigstens eine Stützstrebe und/oder in den Rippen wenigstens einer Gruppe ungleichmäßig verteilter Rippen jeweils wenigstens eine Durchgangspassage zur Durchführung von Gas und/oder Flüssigkeit angeordnet.

[0033] Hierdurch kann in einer Ausführung vorteilhaft durch die ungleichmäßige Verteilung ein Frequenz- bzw. Resonanzverhalten und/oder Wirkungsgrad des Strömungskanals und zugleich durch die gleichmäßige Verteilung eine Gewichts- und/oder Kraftverteilung (weiter) verbessert werden.

[0034] In einer Ausführung ist der Strömungskanal ein sogenannter Übergangskanal, der in einer Weiterbildung einen stromaufwärtigen Strömungsquerschnitt der Turbomaschine mit einem (hierzu) radial versetzten stromabwärtigen Strömungsquerschnitt der Turbomaschine verbindet bzw. hierzu vorgesehen bzw. eingerichtet ist bzw. verwendet wird. In einer Ausführung verbindet der Strömungs- bzw. Übergangskanal zwei Verdichter, insbesondere einen Hoch- und einen Mittel- oder Niederdruckverdichter oder einen Mittel- und einen Niederdruckverdichter, oder zwei Turbinen, insbesondere eine Hoch- und eine Mittel- oder Niederdruckturbine oder eine Mittel- und eine Niederdruckturbine, der Turbomaschine bzw. ist hierzu vorgesehen bzw. eingerichtet bzw. wird hierzu verwendet.

[0035] Die Turbomaschine ist in einer Ausführung eine axial(durchströmte Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, insbesondere eines Flugtriebwerks.

[0036] Dies stellt besonders vorteilhafte Anwendungen eines erfindungsgemäßen Strömungskanals dar.

[0037] Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der vorlie-

genden Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungen. Hierzu zeigt, teilweise schematisiert:

5 Fig. 1 einen Querschnitt eines Übergangskanals nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung;

10 Fig. 2 einen Medianschnitt längs der Linie II-II in Fig. 1; und

Fig. 3 einen weiteren Medianschnitt längs der Linie III-III in Fig. 1.

15 **[0038]** Fig. 1 zeigt einen Querschnitt eines Übergangskanals nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung mit einer radial äußeren Mantelfläche 1 und einer radial inneren Mantelfläche 2 sowie einer Mehrzahl von Rippen 11-23 mit einer ersten Rippe 11, einer zweiten Rippe 12, einer dritten Rippe 13, einer vierten Rippe 14 etc.. In den Medianschnitten der Fig. 2, 3 ist jeweils ein Querschnitt der dargestellten Rippe eingedreht, so dass in Fig. 2 das Außenprofil A₁₁ der ersten Rippe 11 und in Fig. 3 das Außenprofil A₁₂ der zweiten Rippe 12 erkennbar ist.

[0039] Die erste Rippe 11 weist eine erste Rippendicke d₁₁ und eine erste Rippenlänge l₁₁ (vgl. Fig. 2) auf, die zweite Rippe 12 eine zweite Rippendicke d₁₂, die kleiner als die erste Rippendicke d₁₁ ist, und eine zweite Rippenlänge l₁₂, die kleiner als die erste Rippenlänge l₁₁.

[0040] In der ersten Rippe 11 ist eine erste Innenstruktur in Form einer Luftzufuhr 31, die eine erste Strukturdicke d₃₁ aufweist, und in der zweiten Rippe 12 eine zweite Innenstruktur in Form einer Stützstrebe 32 angeordnet, die eine zweite Strukturdicke d₃₂ aufweist, die kleiner als die erste Strukturdicke d₃₁ ist.

[0041] Die achte Rippe 18 weist eine Rippendicke d₁₈, die noch kleiner als die zweite Rippendicke d₁₂ ist, und eine Rippenlänge l₁₈ (nicht dargestellt) auf, die noch kleiner als die zweite Rippenlänge l₁₂ ist. In der achten Rippe 18 ist eine weitere Innenstruktur in Form einer Ölzufluss 38 angeordnet, die eine Strukturdicke aufweist, die noch kleiner als die zweite Strukturdicke d₃₂ ist.

[0042] Die erste Rippe 11, die sechste Rippe 16 und die 22. Rippe 22 sind, wenigstens im Wesentlichen, baugleich zueinander. Die achte und zehnte Rippe 18, 20 sind ebenfalls, wenigstens im Wesentlichen, baugleich zueinander. Die übrigen Rippen 12-15, 17, 19, 21 und 23, insbesondere also die zweite Rippe 12 und die vierte Rippe 14, sind ebenfalls, wenigstens im Wesentlichen, baugleich zueinander.

[0043] Somit ist in allen Rippen 11-23 jeweils eine Innenstruktur in Form einer Luftzufuhr (vgl. 31), Stützstrebe (vgl. 32) oder Ölzufluss (vgl. 38) angeordnet. Zudem weisen alle Rippen 11-23 jeweils ein nichtumlenkendes Außenprofil auf.

[0044] Das Rippendicken-/längenverhältnis d/l der Rippen 11-23 ist, wenigstens im Wesentlichen, konstant,

insbesondere sind die Rippendicken-/längenverhältnisse d_{11}/l_{11} , d_{12}/l_{12} und d_{18}/l_{18} , wenigstens im Wesentlichen, gleich.

[0045] Die in Fig. 1 gezeigte Rippenanordnung hat bzgl. Umfangspositionen der Rippen sowie bzgl. der Umfangspositionen und Abmessungen der Rippen eine Symmetrie mit einer Zähligkeit von $n = 1$, d.h. die Rippenanordnung ist erstmals bei einer 360° -Drehung wieder deckungsgleich.

[0046] Die Rippen 11-23 sind in Umfangsrichtung ungleichmäßig verteilt. Insbesondere weichen der Abstand T_{12} zwischen der ersten Rippe 11 und der dieser benachbarten zweiten Rippe 12 sowie die hierzu gleichen Abstände zwischen den jeweils benachbarten Rippen (15, 16), (16, 17), (17, 18), (18, 19), (19, 20), (20, 21), (22, 23) und (23, 11) vom Abstand T_{23} zwischen der zweiten Rippe 11 und der dieser benachbarten dritten Rippe 13 sowie den hierzu gleichen Abständen zwischen den jeweils benachbarten Rippen (13, 14) und (14, 15) ab. Dies resultiert daraus, dass die Rippen 12, 13, 14, 15, 17, 19, 21 und 23 mit Stützstreben (vgl. 32), die untereinander baugleich sind, untereinander gleichmäßig verteilt und die untereinander ebenfalls baugleichen Rippen 11, 16 und 22 sowie die untereinander ebenfalls baugleichen Rippen 18 und 20 jeweils nur dort vorhanden sind, wo eine Luft- bzw. Ölzufluss vorgesehen ist, und damit in Umfangsrichtung ungleichmäßig verteilt sind, bzw. an entsprechender Stelle der Umfangsteilung solche dickeren, längeren bzw. dünneren, kürzeren Rippen entfallen. In einer Abwandlung können auch die Rippen 12-15, 17, 19, 21 und 23 untereinander ungleichmäßig verteilt sein, wie exemplarisch durch eine gestrichelte Rippe 14 angedeutet.

[0047] Mit 100, 200 sind zwei Strömungsquerschnitte bzw. Verdichter oder Turbinen angedeutet, die durch den Übergangskanal verbunden sind.

[0048] 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 Hinblick 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

[0049]

1 radial äußere Mantelfläche

2	radial innere Mantelfläche
11	erste Rippe
12	zweite Rippe
13-23	dritte-dreizehnte Rippe
5 31	Luftzufluss (erste Innenstruktur)
32	Stützstrebe (zweite Innenstruktur)
38	Ölzufluss (Innenstruktur)
100, 200	Strömungsquerschnitt/Verdichter/Turbine
10 A_{11}, A_{12}	Außenprofil
d_{11}	erste Rippendicke
d_{12}	zweite Rippendicke
d_{18}	Rippendicke
d_{31}	erste Strukturdicke
15 d_{32}	zweite Strukturdicke
l_{11}	erste Rippenlänge
l_{12}	zweite Rippenlänge
T_{12}	Abstand
20 T_{23}	Abstand

Patentansprüche

1. Strömungskanal für eine Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, mit einer Mehrzahl von Rippen (11-23), die zwischen einer radial inneren Mantelfläche (2) und einer radial äußeren Mantelfläche (1) des Strömungskanals angeordnet und in Umfangsrichtung verteilt sind, wobei eine erste (11) der Rippen eine erste Rippendicke (d_{11}) und eine erste Rippenlänge (l_{11}) und eine zweite (12) der Rippen eine zweite Rippendicke (d_{12}) und eine zweite Rippenlänge (l_{12}) aufweist, wobei die zweite Rippenlänge kleiner als die erste Rippenlänge und/oder die zweite Rippendicke kleiner als die erste Rippendicke ist, und wobei in der ersten Rippe eine erste Innenstruktur (31), die eine erste Strukturdicke (d_{31}) aufweist, und in der zweiten Rippe eine zweite Innenstruktur (32) angeordnet ist, die eine zweite Strukturdicke (d_{32}) aufweist, die kleiner als die erste Strukturdicke ist; und/oder
ein Abstand (T_{12}) in Umfangsrichtung zwischen der ersten und der dieser benachbarten zweiten Rippe und ein Abstand (T_{23}) in Umfangsrichtung zwischen wenigstens zwei benachbarten (12, 13) der Rippen voneinander abweichen und wenigstens eine dieser Rippen ein nichtumlenkendes Außenprofil (A_{11}, A_{12}) aufweist und/oder in ihr eine Innenstruktur (32) angeordnet ist.
2. Strömungskanal nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** für wenigstens ein Paar der Mehrzahl von Rippen eine Abweichung zwischen einem Verhältnis einer Rippendicke dividiert durch einer Rippenlänge einer dieser beiden Rippen und einem Verhältnis einer Rippendicke dividiert durch einer Rippenlänge der anderen dieser beiden Rippe höchstens 15% beträgt, wobei

in dieser einen Rippe eine Innenstruktur mit einer Strukturdicke angeordnet ist, die, insbesondere um wenigstens 1% und/oder höchstens 200%, kleiner als eine Strukturdicke einer Innenstruktur ist, die in dieser anderen Rippe angeordnet ist, und wobei die Rippenlänge dieser einen Rippe, insbesondere um wenigstens 1% und/oder höchstens 200%, kleiner als die Rippenlänge dieser anderen der beiden Rippen und/oder die Rippendicke dieser einen Rippe, insbesondere um wenigstens 1% und/oder höchstens 200%, kleiner als die Rippendicke dieser anderen der beiden Rippen ist. 10

3. Strömungskanal nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Abstände um wenigstens 1% und/oder höchstens 200% voneinander abweichen. 15
4. Strömungskanal nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Symmetrie des Strömungskanals in einem Bereich zwischen der inneren und äußeren Mantelfläche aufgrund der jeweiligen Umfangspositionen und/oder der jeweiligen Abmessungen jeder der Mehrzahl von Rippen eine Zähligkeit n hat, wobei $n \leq 8$, $n \leq 7$, $n \leq 6$, $n \leq 5$, $n \leq 4$, $n \leq 2$ und/oder $n = 1$ ist. 20
5. Strömungskanal nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine der Innenstrukturen wenigstens eine Stützstrebe (32) und/oder eine Durchgangspassage (31) zur Durchführung von Gas und/oder Flüssigkeit aufweist und/oder wenigstens teilweise integral mit der Rippe, in der sie angeordnet ist, oder von dieser separat hergestellt ist. 25
6. Strömungskanal nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Rippe und/oder die zweite Rippe ein nichtumlenkendes Außenprofil (A_{11} , A_{12}) aufweist. 30
7. Strömungskanal nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Gruppe (12-15, 17, 19, 21, 23) baugleicher der Mehrzahl von Rippen in Umfangsrichtung gleichmäßig und/oder wenigstens eine Gruppe (11, 16, 22; 18, 20) baugleicher der Mehrzahl von Rippen in Umfangsrichtung ungleichmäßig verteilt ist. 35
8. Übergangskanal nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Verbindung eines stromaufwärtigen Strömungsquerschnitts (100) mit einem radial versetzten stromabwärtigen Strömungsquerschnitt (200) und/oder zweier Verdichter oder zweier Turbinen (100, 200) der Turbomaschine. 40
9. Turbomaschine, insbesondere Gasturbine, mit wenigstens einem Strömungskanal nach einem der

vorhergehenden Ansprüche.

10. Flugtriebwerk mit einer Gasturbine nach dem vorhergehenden Anspruch. 5

10

20

25

30

35

40

45

55

Fig. 2

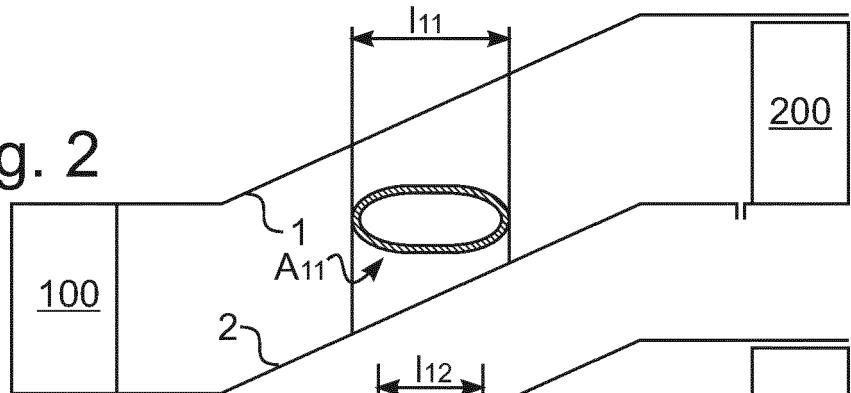


Fig. 3

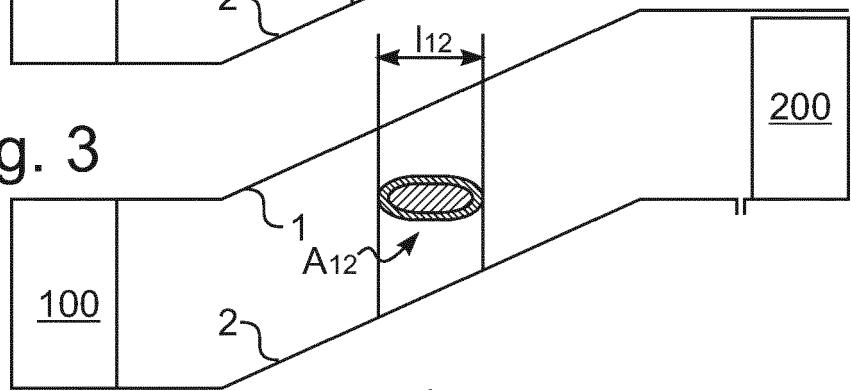
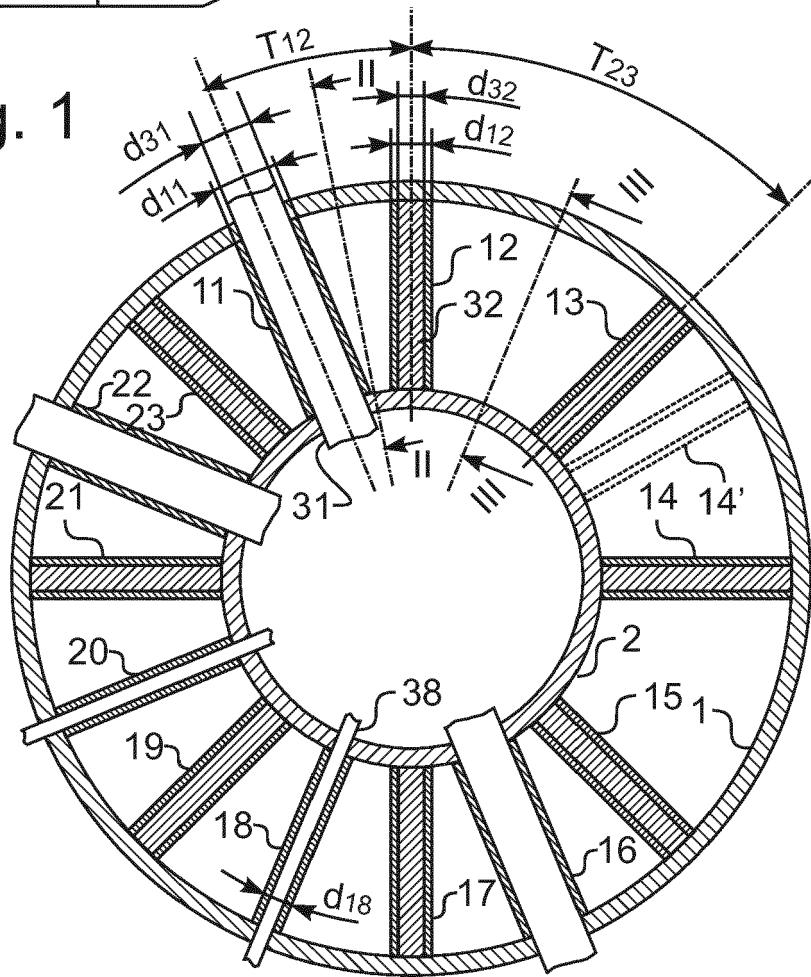


Fig. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 18 20 9511

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrieff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10 X	US 2013/051996 A1 (HOEGER MARTIN [DE] ET AL) 28. Februar 2013 (2013-02-28) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1,2 * * Absatz [0033] - Absatz [0079] *	1,3-5, 7-10 2,6	INV. F01D25/16 F01D9/06
15 A	----- US 2016/061054 A1 (NOLCHEFF NICK [US]) 3. März 2016 (2016-03-03) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1-3 * * Absatz [0023] - Absatz [0032] *	1,3,4, 8-10 2,5	
20 Y	----- EP 3 095 964 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 23. November 2016 (2016-11-23) * Zusammenfassung * * Absatz [0032] - Absatz [0038] * * Abbildungen 2, 3A *	1-10	
25 Y	----- US 2010/275572 A1 (DUROCHER ERIC [CA] ET AL) 4. November 2010 (2010-11-04) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1-5 * * Absatz [0013] - Absatz [0028] *	1-10	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
30 A	----- EP 2 746 542 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 25. Juni 2014 (2014-06-25) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1-10 *	1-10	F01D
35 A	----- WO 2013/165281 A1 (GKN AEROSPACE SWEDEN AB [SE]; JOHNSSON GOERAN [SE]; SAMUELSSON RICKARD) 7. November 2013 (2013-11-07) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-7 *	1-10	
40			
45			
50 1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 22. Januar 2019	Prüfer Payr, Matthias
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

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

EP 18 20 9511

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.

22-01-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 2013051996 A1	28-02-2013	KEINE	
20	US 2016061054 A1	03-03-2016	KEINE	
25	EP 3095964 A1	23-11-2016	EP 3095964 A1 US 2016341123 A1	23-11-2016 24-11-2016
30	US 2010275572 A1	04-11-2010	CA 2701313 A1 US 2010275572 A1	30-10-2010 04-11-2010
35	EP 2746542 A2	25-06-2014	BR 102013030831 A2 CA 2836689 A1 CN 103883401 A EP 2746542 A2 JP 2014122625 A US 2014174858 A1	03-11-2015 21-06-2014 25-06-2014 25-06-2014 03-07-2014 26-06-2014
40	WO 2013165281 A1	07-11-2013	EP 2844880 A1 JP 6039059 B2 JP 2015516537 A US 2015176494 A1 WO 2013165281 A1	11-03-2015 07-12-2016 11-06-2015 25-06-2015 07-11-2013
45				
50				
55				

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

- EP 2669474 A1 **[0002]**
- US 3704075 A **[0003]**