

(19)



(11)

EP 4 567 255 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.06.2025 Patentblatt 2025/24

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01D 5/14 (2006.01) F01D 9/02 (2006.01)
F01D 9/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **24218260.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F01D 5/142; F01D 5/141; F01D 5/145; F01D 5/146;
F01D 9/023; F01D 9/041; F05D 2250/30;
F05D 2260/961

(22) Anmeldetag: **09.12.2024**

(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:
• **Voß, Christian**
51147 Köln (DE)
• **Dygutsch, Thomas**
51147 Köln (DE)

(74) Vertreter: **dompatent von Kreisler Selting Werner**
-
Partnerschaft von Patent- und Rechtsanwälten
mbB
Deichmannhaus am Dom
Bahnhofsvorplatz 1
50667 Köln (DE)

(30) Priorität: **07.12.2023 DE 102023134273**

(71) Anmelder: **Deutsches Zentrum für Luft- und**
Raumfahrt e.V.
53227 Bonn (DE)

(54) **GASTURBINE MIT IM ÜBERGANGSKANAL ANGEORDNETEM AUSTRITTSLEITGITTER**

(57) Gasturbine mit einem Niederdruckverdichterabschnitt und einem Hochdruckverdichterabschnitt, mit einem ringförmigen Übergangskanal, der den Niederdruckverdichterabschnitt mit dem Hochdruckverdichterabschnitt verbindet, und mit in dem Übergangskanal (80) angeordneten Stützstreben (30), wobei an einem Ausgang des Niederdruckverdichterabschnitt ein Austrittsleitgitter (10) mit mehreren in Umfangsrichtung nebeneinander angeordneten, profilierten Schaufeln (50, 52, 54, 56) angeordnet ist, wobei die Schaufeln (50, 52, 54, 56) jeweils in einem Staffelungswinkel angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils im in Strömungsrichtung stromauf gebildeten Projektionsbereich (20) ei-

ner Stützstrebe (30) stromauf vor der jeweiligen Stützstrebe (30) zumindest eine erste Schaufel (52) des Austrittsleitgitters (10) und eine zweite Schaufel (54) des Austrittsleitgitters (10) angeordnet sind, wobei die zweite Schaufel (54) in Umfangsrichtung zu der ersten Schaufel (52) benachbart angeordnet ist und wobei die erste Schaufel (52) in einem kleineren Staffelungswinkel β_1 angeordnet ist als der Staffelungswinkel β_2 der zweiten Schaufel (54), so dass die Vorderkanten (52b, 54b) der ersten und zweiten Schaufel (52, 54) einen geringeren Abstand in Umfangsrichtung zueinander aufweisen als die Hinterkanten (52a, 54a) der ersten und zweiten Schaufel (52, 54).

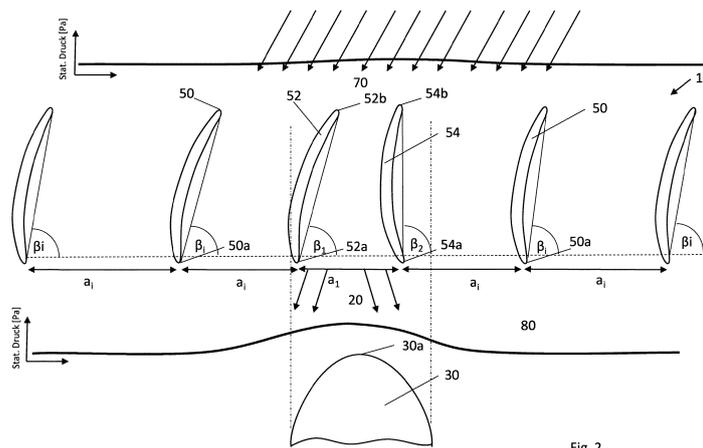


Fig. 2

EP 4 567 255 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Gasturbine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Bei Verdichtersystemen in Gasturbinen, beispielsweise Fluggasturbinen, erfolgt ein Betrieb mit einem fest definierten Abstand zur Pumpgrenze, um einen sicheren Betrieb gewährleisten zu können.

[0003] Das Verdichtersystem bei Fluggasturbinen besteht aus einem Niederdruckverdichter und einem Hochdruckverdichter, die über einen Übergangskanal verbunden sind. Problematisch sind große Stützstreben, die im Übergangskanal angeordnet sind. Die Stützstreben müssen aufgrund ihrer Aufgabe der Kraftübertragung zwischen Triebwerk und Flugzeug relativ dick ausgeführt werden. Dies führt zur Ausbildung eines Potenzialfeldes vor der Strebe, bei dem sich die Strömung an der Vorderkante der Stützstrebe aufstaut, was zu einer Steigerung des statischen Drucks vor der Strebe führt. Diese lokale Änderung des Drucks breitet sich auch entgegen der Strömungsrichtung aus und führt dazu, dass die stromauf befindlichen Gitter oder Rotoren höheren aerodynamischen Belastungen ausgesetzt sind als eigentlich in der Auslegung vorgesehen. Daher werden die Austrittsgitter und der letzte Rotor des Niederdruckverdichters möglichst weit stromauf platziert, sodass der Einfluss der Druckveränderung vor der Strebe auf den Rotor möglichst gering ist, sodass weitestgehend sichergestellt ist, dass der Rotor einem homogenen Gegen- druck ausgesetzt ist und alle Rotorpassagen im Wesentlichen gleich stark belastet sind.

[0004] In Fig. 1 ist eine Reihe von Schaufeln 5 eines Austrittsgitters 1 schematisch dargestellt. Die Schaufeln 5 sind mit gleichmäßigem Staffelungswinkel β und gleichmäßigen Abständen a der Schaufelhinterkanten 5a in Umfangsrichtung angeordnet. Der statische Druck (in Fig. 1 an entsprechender Stelle schematisch dargestellt) ist vor der Stützstrebenvorderkante 3a der Stützstrebe 3 erhöht und setzt sich durch das Austrittsgitter 1 in Stromaufrichtung fort, sodass der statische Druck in dem Bereich 7 vor dem Austrittsgitter 1 an entsprechender Stelle ebenfalls erhöht ist.

[0005] Um kompakte Gasturbinen herstellen zu können, ist es jedoch wünschenswert, die Austrittsgitter näher an die Stützstreben des Übergangskanals heranzurücken zu können.

[0006] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Gasturbine der eingangs genannten Art zu schaffen, bei der der Einfluss der Stützstreben des Übergangskanals auf das Austrittsgitter bzw. den sich stromauf davon befindlichen Rotor des Niederdruckverdichters gering ist.

[0007] Die Erfindung ist definiert durch die Merkmale des Anspruchs 1.

[0008] Bei der erfindungsgemäßen Gasturbine mit einem Niederdruckverdichterabschnitt und einem Hochdruckverdichterabschnitt, mit einem ringförmigen Übergangskanal, der den Niederdruckverdichterabschnitt

und den Hochdruckverdichterabschnitt verbindet, und mit in dem Übergangskanal angeordneten Stützstreben, wobei an einem Ausgang des Niederdruckverdichterabschnitts ein Austrittsgitter mit mehreren in Umfangsrichtung nebeneinander angeordneten profilierten Schaufeln angeordnet ist, wobei die Schaufeln jeweils in einem Staffelungswinkel angeordnet sind, ist vorgesehen, dass jeweils im in Strömungsrichtung stromauf gebildeten Projektionsbereich einer Stützstrebe stromauf vor der jeweiligen Stützstrebe zumindest eine erste Schaufel des Austrittsgitters und eine zweite Schaufel des Austrittsgitters angeordnet sind, wobei die zweite Schaufel in Umfangsrichtung zu der ersten Schaufel benachbart angeordnet ist und wobei die erste Schaufel in einem kleineren Staffelungswinkel β_1 angeordnet ist als der Staffelungswinkel β_2 der zweiten Schaufel, so dass die Vorderkanten der ersten und zweiten Schaufel einen geringeren Abstand in Umfangsrichtung zueinander aufweisen als die Hinterkanten der ersten und zweiten Schaufel.

[0009] Im Gegensatz zu herkömmlichen Austrittsgittern, bei denen alle Schaufeln im gleichen Staffelungswinkel angeordnet sind, sieht die Erfindung vor, dass die Austrittsgitter, die sich vor der Stützstrebe befinden, unterschiedliche Staffelungswinkel β_1, β_2 aufweisen, so dass sich zwischen der ersten und zweiten Schaufel eine Passage bildet, die sich in Strömungsrichtung erweitert. Ferner ist der Passageneintritt zwischen der ersten und zweiten Schaufel im Vergleich zu den benachbarten Schaufeln verkleinert, sodass ein im Vergleich zu den anderen Passagen geringerer Anteil der Strömung zwischen der ersten und zweiten Schaufel strömt. Durch die Erweiterung der zwischen der ersten und zweiten Schaufel gebildeten Passage wird die Strömung verzögert, wodurch der Druck verringert wird. Dadurch wird erreicht, dass der statische Druck vor der Stützstrebenvorderkante der Stützstrebe geringer ist, sodass auch die Auswirkung des statischen Drucks vor der Stützstrebe auf den Bereich stromauf und insbesondere den Bereich in Strömungsrichtung vor dem Austrittsgitter geringgehalten wird. Dadurch ist der letzte Rotor des Niederdruckverdichters einem relativ gleichmäßigen statischen Druck ausgesetzt.

[0010] Es kann auch vorgesehen sein, dass in dem in Strömungsrichtung stromauf gebildeten Projektionsbereich der jeweiligen Stützstrebe stromauf vor der Stützstrebe eine dritte Schaufel des Austrittsgitters angeordnet ist, die in Umfangsrichtung neben der zweiten Schaufel auf der von der ersten Schaufel angewandten Seite angeordnet ist, wobei die dritte Schaufel in einem größeren Staffelungswinkel β_3 angeordnet ist als der Staffelungswinkel β_2 der zweiten Schaufel, so dass die Vorderkanten der zweiten und dritten Schaufel einen geringeren Abstand in Umfangsrichtung aufweisen als die Hinterkanten der zweiten und dritten Schaufel. Mit anderen Worten: In dem stromauf gerichteten Projektionsbereich einer Stützstreben können drei Schaufeln, die erste, die zweite und die dritte Schaufel, angeordnet

sein, wobei die jeweils zwischen den Schaufeln gebildeten Passagen sich in Strömungsrichtung erweitern. Genauso wie bei der Passage zwischen der ersten und zweiten Schaufel wird in der Passage zwischen der zweiten und dritten Schaufel erreicht, dass die Strömung verzögert wird, sodass der Druck sinkt und somit ein geringerer statischer Druck durch die Strömung, die zwischen der zweiten und dritten Schaufel auf die Stützstrebenvorderkante trifft, herrscht.

[0011] Die Ausgestaltung der ersten und zweiten Schaufel oder der ersten und zweiten und dritten Schaufel ist dabei ferner so gewählt, dass eine Umströmung der Stützstrebenvorderkante in vorteilhafter Weise erfolgt.

[0012] Die erste, die zweite oder die erste, zweite und dritte Schaufel können einen gleichen Krümmungsverlauf und/oder eine gleiche Profilierung aufweisen. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass alle Schaufeln des Austrittsleitgitters den gleichen Krümmungsverlauf und/oder die gleiche Profilierung aufweisen. Mit anderen Worten: Es kann vorgesehen sein, dass die Schaufeln des Austrittsleitgitters die gleiche Form aufweisen und sich lediglich in ihrem Abstand und dem Staffelungswinkel unterscheiden. Dadurch ist eine vergleichsweise einfache Konstruktion des Austrittsleitgitters verwirklicht.

[0013] Zumindest einzelne Schaufeln des Austrittsleitgitters, die außerhalb der in Strömungsrichtung stromauf gebildeten Projektionsbereiche der Stützstreben angeordnet sind, können an die Staffelungswinkel β_1 und β_2 der ersten und zweiten Schaufeln oder an die Staffelungswinkel β_1 und β_3 der ersten und dritten Schaufeln angepasste Staffelungswinkel β_i aufweisen. Mit anderen Worten: Die Schaufeln, die zwischen den Bereichen der ersten und zweiten Schaufel bzw. der ersten und zweiten und dritten Schaufel angeordnet sind und somit nicht im Projektionsbereich einer Stützstrebe sind, besitzen einen Staffelungswinkel, der an die Staffelungswinkel der ersten, zweiten oder dritten Schaufel angepasst ist. Beispielsweise kann in einem Austrittsleitgitter ein Bereich zwischen einer dritten Schaufel, die vor einer ersten Stützstrebe angeordnet ist, und einer ersten Schaufel, die vor einer weiteren Stützstrebe angeordnet ist, gebildet sein, wobei die Schaufeln in diesem Bereich, die näher an der dritten Schaufel sind, Staffelungswinkel aufweisen, die dem Staffelungswinkel β_3 angenähert sind, wohingegen die Schaufeln, die näher an der ersten Schaufel sind, Staffelungswinkel aufweisen, die dem Staffelungswinkel β_1 angenähert sind.

[0014] Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, dass die Schaufeln, die außerhalb der in Strömungsrichtung stromauf gebildeten Projektionsbereiche zweier benachbarter Stützstreben zwischen der stromauf vor einer der benachbarten Stützstreben angeordneten ersten Schaufel und stromauf vor der anderen der benachbarten Stützstreben angeordneten zweiten Schaufel angeordnet sind, Staffelungswinkel β_i aufweisen, die zwischen dem Staffelungswinkel β_1 der stromauf vor einer der benachbarten Stützstreben angeordneten ersten Schaufel und dem Staffelungswinkel β_2 der stromauf

vor der anderen der benachbarten Stützstreben angeordneten zweiten Schaufel interpoliert sind.

[0015] Es kann auch vorgesehen sein, dass die Schaufeln, die außerhalb der in Strömungsrichtung stromauf gebildeten Projektionsbereiche zweier benachbarter Stützstreben zwischen der stromauf vor einer der benachbarten Stützstreben angeordneten ersten Schaufel und stromauf vor der anderen der benachbarten Stützstreben angeordneten dritten Schaufel angeordnet sind, Staffelungswinkel β_i aufweisen, die zwischen dem Staffelungswinkel β_1 der stromauf vor einer der benachbarten Stützstreben angeordneten ersten Schaufel und dem Staffelungswinkel β_3 der stromauf vor der anderen der benachbarten Stützstreben angeordneten dritten Schaufel interpoliert sind.

[0016] Somit können die Staffelungswinkel β_i der Schaufeln, die im Bereich zwischen zwei benachbarten Stützstreben angeordnet sind, interpoliert sein zwischen den Staffelungswinkeln β_1 und β_2 der angrenzenden ersten und zweiten Schaufeln oder den Staffelungswinkeln β_1 und β_3 der angrenzenden ersten und dritten Schaufeln.

[0017] Dadurch werden in den Bereichen zwischen zwei Stützstreben starke Sprünge in den Staffelungswinkeln vermieden, wodurch Ungleichmäßigkeiten in den statischen Drücken reduziert werden.

[0018] Der Abstand der Hinterkante der Schaufeln des Austrittsleitgitters, die außerhalb der in Strömungsrichtung stromauf gebildeten Projektionsbereiche der Stützstreben angeordnet sind, kann größer sein als der Abstand der Hinterkante der ersten und zweiten Schaufeln oder der Abstand der Hinterkante der zweiten und dritten Schaufeln. Dabei können insbesondere auch die Abstände der Vorderkanten der Schaufeln des Austrittsleitgitters, die außerhalb der in Strömungsrichtung stromauf gebildeten Projektionsbereiche der Stützstreben angeordnet sind, größer sein als die Abstände der Vorderkanten der ersten und zweiten Schaufeln oder die Abstände der Hinterkante der zweiten und dritten Schaufeln. Mit anderen Worten: Die Passagen, die zwischen den Schaufeln des Austrittsleitgitters, die außerhalb der in Strömungsrichtung stromauf gebildeten Projektionsbereichen der Stützstreben angeordnet sind, sind somit breiter als die durch die erste und zweite oder die zweite und dritte Schaufeln gebildeten Passagen. Dadurch kann die Strömung in diesen Bereichen in vorteilhafter Weise geleitet werden.

[0019] Es kann vorgesehen sein, dass Abstände der Hinterkanten von Schaufeln, die außerhalb der in Strömungsrichtung stromauf gebildeten Projektionsbereiche zweier benachbarter Stützstreben angeordnet sind, und zwischen der stromauf vor einer der benachbarten Stützstreben angeordneten ersten Schaufel und stromauf vor der anderen der benachbarten Stützstreben angeordneten zweiten Schaufel angeordnet sind, in Umfangsrichtung zu der Mitte zwischen der ersten und der zweiten Schaufel hin größer werden.

[0020] Es kann vorgesehen sein, dass Abstände der

Hinterkanten von Schaufeln, die außerhalb der in Strömungsrichtung stromauf gebildeten Projektionsbereiche zweier benachbarter Stützstreben angeordnet sind, und zwischen der stromauf vor einer der benachbarten Stützstreben angeordneten ersten Schaufel und stromauf vor der anderen der benachbarten Stützstreben angeordneten dritten Schaufel angeordnet sind, in Umfangsrichtung zu der Mitte zwischen der ersten bzw. der dritten Schaufel hin größer werden.

[0021] In einem Bereich des Austrittsleitgitters, der in Umfangsrichtung zwischen einem Bereich mit einer ersten und zweiten Schaufel bzw. einer ersten, zweiten und dritten Schaufel und einem Bereich mit einer ersten und zweiten Schaufel bzw. mit einer ersten, zweiten und dritten Schaufel angeordnet ist, ist somit vorgesehen, dass die Abstände der Hinterkante der Schaufeln von einem Bereich der ersten und mit erster und zweiter Schaufel bzw. mit erster, zweiter und dritter Schaufel mit zunehmender Entfernung von diesem Bereich zunehmen und dann anschließend wieder zu dem nächsten Bereich mit erster und zweiter Schaufel bzw. mit erster, zweiter und dritter Schaufel hin abnehmen. Dadurch werden große Änderungen von benachbarten Schaufeln und durch diese gebildete Passagen vermieden, sodass die Strömung vergleichsweise gleichmäßig verbleibt.

[0022] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die nachfolgenden Figuren die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Austrittsleitgitters gemäß herkömmlicher Anordnung der Schaufeln,
- Fig. 2 ein Austrittsleitgitter einer erfindungsgemäßen Gasturbine mit zwei vor einer Stützstrebe veränderten angeordneten Schaufeln und
- Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Austrittsleitgitters einer erfindungsgemäßen Gasturbine mit drei vor einer Stützstrebe angeordneten Schaufeln.

[0023] In Fig. 1 ist ein herkömmliches Austrittsleitgitter 1 einer Gasturbine schematisch dargestellt. Wie bereits zuvor beschrieben sind die Schaufeln 5 des herkömmlichen Austrittsleitgitters mit dem gleichen Staffelungswinkel β und dem gleichen Abstand a angeordnet.

[0024] In Fig. 1 sind die statischen Drücke in den entsprechenden Abschnitten graphisch dargestellt. Aufgrund der Stützstreben vorderkante 3a liegt ein erhöhter statischer Druck in dem Bereich hinter dem Austrittsleitgitter vor der Stützstrebe 3 vor. Dieser bewirkt auch einen erhöhten statischen Druck in dem Bereich 7 vor dem Austrittsleitgitter 1, sodass dieser statische Druck auch auf einen Rotor des Niederdruckverdichters aufgeprägt wird.

[0025] In den Fig. 2 und 3 sind zwei Ausführungsbei-

spiele von erfindungsgemäßen Austrittsleitgittern 10 gezeigt. Das Austrittsleitgitter 10 ist an einem Ausgang 70 eines Niederdruckverdichterabschnitts der Gasturbine vor einem ringförmigen Übergangskanal 80 angeordnet. In dem Übergangskanal 80 sind Stützstreben 30 angeordnet.

[0026] Das Austrittsleitgitter 10 weist mehrere in Umfangsrichtung nebeneinander angeordnete, profilierte Schaufeln 50, 52, 54 auf, die jeweils in einem Staffelungswinkel $\beta_1, \beta_2, \beta_i$ angeordnet sind.

[0027] In einem Projektionsbereich 20 der Stützstrebe 30, der stromauf gebildet ist, sind bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel eine erste Schaufel 52 und eine zweite Schaufel 54 angeordnet. Die erste Schaufel 52 ist in einem kleineren Staffelungswinkel β_1 angeordnet als der Staffelungswinkel β_2 der zweiten Schaufel 54. Dadurch sind die Vorderkanten 52b, 54b der ersten und zweiten Schaufel 52, 54 in einem geringeren Abstand a_1 in Umfangsrichtung angeordnet als die Hinterkanten 52a, 54a der ersten und zweiten Schaufel 52, 54. Die zwischen der ersten und zweiten Schaufel 52, 54 gebildete Passage erweitert sich somit in Strömungsrichtung, sodass der statische Druck der Strömung in dieser Passage in Strömungsrichtung abnimmt. Dadurch ist der statische Druck vor der Stützstreben vorderkante 30a der Stützstrebe 30 im Vergleich zu der herkömmlichen Anordnung geringer. Gleichzeitig wird eine vorteilhafte Umströmung der Stützstreben vorderkante 30a erreicht, wie durch die entsprechenden Pfeile angedeutet ist.

[0028] Bei dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel befindet sich in dem Projektionsbereich 20 der Stützstrebe 30 neben der ersten und zweiten Schaufel 52, 54 auch eine dritte Schaufel 56. Die dritte Schaufel 56 ist auf der von der ersten Schaufel 52 abgewandten Seite der zweiten Schaufel 54 angeordnet und weist einen größeren Staffelungswinkel β_3 auf als der Staffelungswinkel β_2 der zweiten Schaufel 54. Dadurch ist auch die Passage, die zwischen der zweiten und dritten Schaufel 54, 56 gebildet ist, derart ausgestaltet, dass sie sich in Strömungsrichtung erweitert. Auch bei dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel wird eine vorteilhafte Umströmung der Stützstreben vorderkante 30a erreicht und aufgrund der Verringerung der Strömungsgeschwindigkeit ein niedrigerer statischer Druck in dem Austrittsleitgitter 10 erreicht.

[0029] Der Staffelungswinkel β_i der Schaufeln 50, die sich außerhalb der Projektionsbereiche 20 der Stützstreben 30 befinden, sind dabei an die Staffelungswinkel β_1 und β_2 der ersten und zweiten Schaufel 52, 54 oder den Staffelungswinkel β_1 und β_3 der ersten und dritten Schaufel 52, 56 angepasst.

[0030] Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel sind beispielsweise die Staffelungswinkel β_1 , der sich rechts von dem Projektionsbereich 20 befindlichen Schaufeln 50 an den Staffelungswinkel β_2 der zweiten Schaufel 54 angepasst, wohingegen die Staffelungswinkel β_1 der Schaufeln 50, die sich links von dem Projek-

tionsbereich 20 befinden, an den Staffelungswinkel β_1 der ersten Schaufel 52 angepasst sind. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Staffelungswinkel β_i der Schaufeln 50, die zwischen einem Projektionsbereich 20 einer Stützstrebe 30 und dem Projektionsbereich 20 einer benachbarten Stützstrebe 30 angeordnet sind, interpoliert sind, so dass sich der Staffelungswinkel β_i in kleinen Schritten ändert.

[0031] Ferner kann vorgesehen sein, dass die Abstände a_i der Hinterkanten 50a der Schaufeln 50 größer sind als der Abstand a_1 zwischen den Hinterkanten 52a und 54a der ersten und zweiten Schaufel 52, 54 und als der Abstand a_2 der Hinterkanten 54a, 56a der zweiten und dritten Schaufel 54, 56.

Bezugszeichenliste

[0032]

1	herkömmliches Austrittsleitgitter
3	Stützstrebe
3a	Stützstrebevorderkante
5	Schaufel
5a	Schaufelhinterkante
7	Bereich
10	Austrittsleitgitter
20	Projektionsbereich
30	Stützstrebe
30a	Stützstrebevorderkante
50	Schaufel
50a	Hinterkante
52	erste Schaufel
52a	Hinterkante
52b	Vorderkante
54	zweite Schaufel
54a	Hinterkante
54b	Vorderkante
56	dritte Schaufel
56a	Hinterkante
56b	Vorderkante
70	Ausgang
80	Übergangskanal
a_1	Abstand
a_2	Abstand
a_i	Abstand
β_1	Staffelungswinkel
β_2	Staffelungswinkel
β_3	Staffelungswinkel
β_i	Staffelungswinkel

Patentansprüche

1. Gasturbine mit einem Niederdruckverdichterabschnitt und einem Hochdruckverdichterabschnitt, mit einem ringförmigen Übergangskanal (80), der den Niederdruckverdichterabschnitt mit dem Hochdruckverdichterabschnitt verbindet, und mit in dem Übergangskanal (80) angeordneten Stützstreben

(30), wobei an einem Ausgang des Niederdruckverdichterabschnitt ein Austrittsleitgitter (10) mit mehreren in Umfangsrichtung nebeneinander angeordneten, profilierten Schaufeln (50, 52, 54, 56) angeordnet ist, wobei die Schaufeln (50, 52, 54, 56) jeweils in einem Staffelungswinkel angeordnet sind,

dadurch gekennzeichnet, dass

jeweils im in Strömungsrichtung stromauf gebildeten Projektionsbereich (20) einer Stützstrebe (30) stromauf vor der jeweiligen Stützstrebe (30) zumindest eine erste Schaufel (52) des Austrittsleitgitters (10) und eine zweite Schaufel (54) des Austrittsleitgitters (10) angeordnet sind, wobei die zweite Schaufel (54) in Umfangsrichtung zu der ersten Schaufel (52) benachbart angeordnet ist und wobei die erste Schaufel (52) in einem kleineren Staffelungswinkel β_1 angeordnet ist als der Staffelungswinkel β_2 der zweiten Schaufel (54), so dass die Vorderkanten (52b, 54b) der ersten und zweiten Schaufel (52, 54) einen geringeren Abstand in Umfangsrichtung zueinander aufweisen als die Hinterkanten (52a, 54a) der ersten und zweiten Schaufel (52, 54).

2. Gasturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem in Strömungsrichtung stromauf gebildeten Projektionsbereich (20) der jeweiligen Stützstrebe (30) stromauf vor der Stützstrebe (30) eine dritte Schaufel (56) des Austrittsleitgitters (10) angeordnet ist, die in Umfangsrichtung neben der zweiten Schaufel (54) auf der von der ersten Schaufel (52) abgewandten Seite angeordnet ist, wobei die dritte Schaufel (56) in einem größeren Staffelungswinkel β_3 angeordnet ist als der Staffelungswinkel β_2 der zweiten Schaufel (54), so dass die Vorderkanten (54b, 56b) der zweiten und dritten Schaufel (54, 56) einen geringeren Abstand in Umfangsrichtung aufweisen als die Hinterkanten (54a, 56a) der zweiten und dritten Schaufeln (54, 56).

3. Gasturbine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten und zweiten Schaufeln (52, 54) oder die ersten, zweiten und dritten Schaufeln (52, 54, 56) einen gleichen Krümmungsverlauf und/oder eine gleiche Profilierung aufweisen.

4. Gasturbine nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** alle Schaufeln (50, 52, 54, 56) des Austrittsleitgitters (10) den gleichen Krümmungsverlauf und/oder die gleiche Profilierung aufweisen.

5. Gasturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest einzelne Schaufeln (50) des Austrittsleitgitters (10), die außerhalb der in Strömungsrichtung stromauf gebildeten Projektionsbereiche (20) der Stützstreben (30) angeordnet sind, an die Staffelungswinkel β_1 und β_2 der ersten und zweiten Schaufeln (52, 54) oder an

die Staffelungswinkel β_1 und β_3 der ersten und dritten Schaufeln (52, 56) angepasste Staffelungswinkel β_1 aufweisen.

6. Gasturbine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln (50), die außerhalb der in Strömungsrichtung stromauf gebildeten Projektionsbereiche (20) zweier benachbarter Stützstreben (30) zwischen der stromauf vor einer der benachbarten Stützstreben (30) angeordneten ersten Schaufel (52) und stromauf vor der anderen der benachbarten Stützstreben (30) angeordneten zweiten Schaufel (54) angeordnet sind, Staffelungswinkel β_1 aufweisen, die zwischen dem Staffelungswinkel β_1 der stromauf vor einer der benachbarten Stützstreben (30) angeordneten ersten Schaufel (52) und dem Staffelungswinkel β_2 der stromauf vor der anderen der benachbarten Stützstreben (30) angeordneten zweiten Schaufel (54) interpoliert sind. 5
7. Gasturbine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln (50), die außerhalb der in Strömungsrichtung stromauf gebildeten Projektionsbereiche (20) zweier benachbarter Stützstreben (30) zwischen der stromauf vor einer der benachbarten Stützstreben (30) angeordneten ersten Schaufel (52) und stromauf vor der anderen der benachbarten Stützstreben (30) angeordneten dritten Schaufel (56) angeordnet sind, Staffelungswinkel β_1 aufweisen, die zwischen dem Staffelungswinkel β_1 der stromauf vor einer der benachbarten Stützstreben (30) angeordneten ersten Schaufel (52) und dem Staffelungswinkel β_3 der stromauf vor der anderen der benachbarten Stützstreben (30) angeordneten dritten Schaufel (56) interpoliert sind. 20
8. Gasturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand a_1 der Hinterkante (50a) der Schaufeln (50) des Austrittsleitgitters (10), die außerhalb der in Strömungsrichtung stromauf gebildeten Projektionsbereiche (20) der Stützstreben (30) angeordnet sind, größer ist als der Abstand a_1 der Hinterkanten (52a, 54a) der ersten und zweiten Schaufeln oder der Abstand a_2 der Hinterkanten (54a, 56a) der zweiten und dritten Schaufeln (54, 56). 25
9. Gasturbine nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Abstände a_i der Hinterkanten (50a) von Schaufeln (50), die außerhalb der in Strömungsrichtung stromauf gebildeten Projektionsbereiche (20) zweier benachbarter Stützstreben (30) angeordnet sind, und zwischen der stromauf vor einer der benachbarten Stützstreben (30) angeordneten ersten Schaufel (52) und stromauf vor der anderen der benachbarten Stützstreben (30) angeordneten 30

ordneten zweiten Schaufel (54) angeordnet sind, in Umfangsrichtung zu der Mitte zwischen der ersten und der zweiten Schaufel (52, 54) hin größer werden. 35

10. Gasturbine nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Abstände a_i der Hinterkanten (50a) von Schaufeln (50), die außerhalb der in Strömungsrichtung stromauf gebildeten Projektionsbereiche (20) zweier benachbarter Stützstreben (30) angeordnet sind, und zwischen der stromauf vor einer der benachbarten Stützstreben (30) angeordneten ersten Schaufel (52) und stromauf vor der anderen der benachbarten Stützstreben (30) angeordneten dritten Schaufel (56) angeordnet sind, in Umfangsrichtung zu der Mitte zwischen der ersten und der dritten Schaufel (52,56) hin größer werden. 40

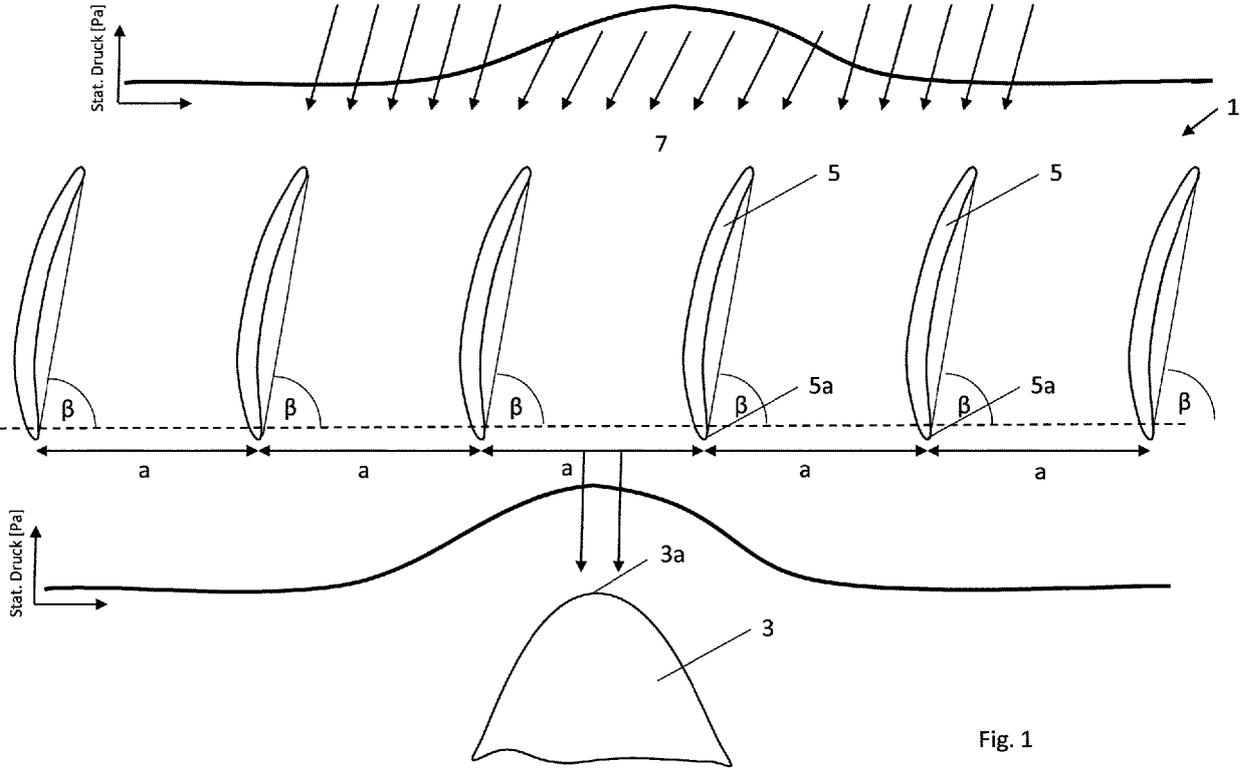


Fig. 1

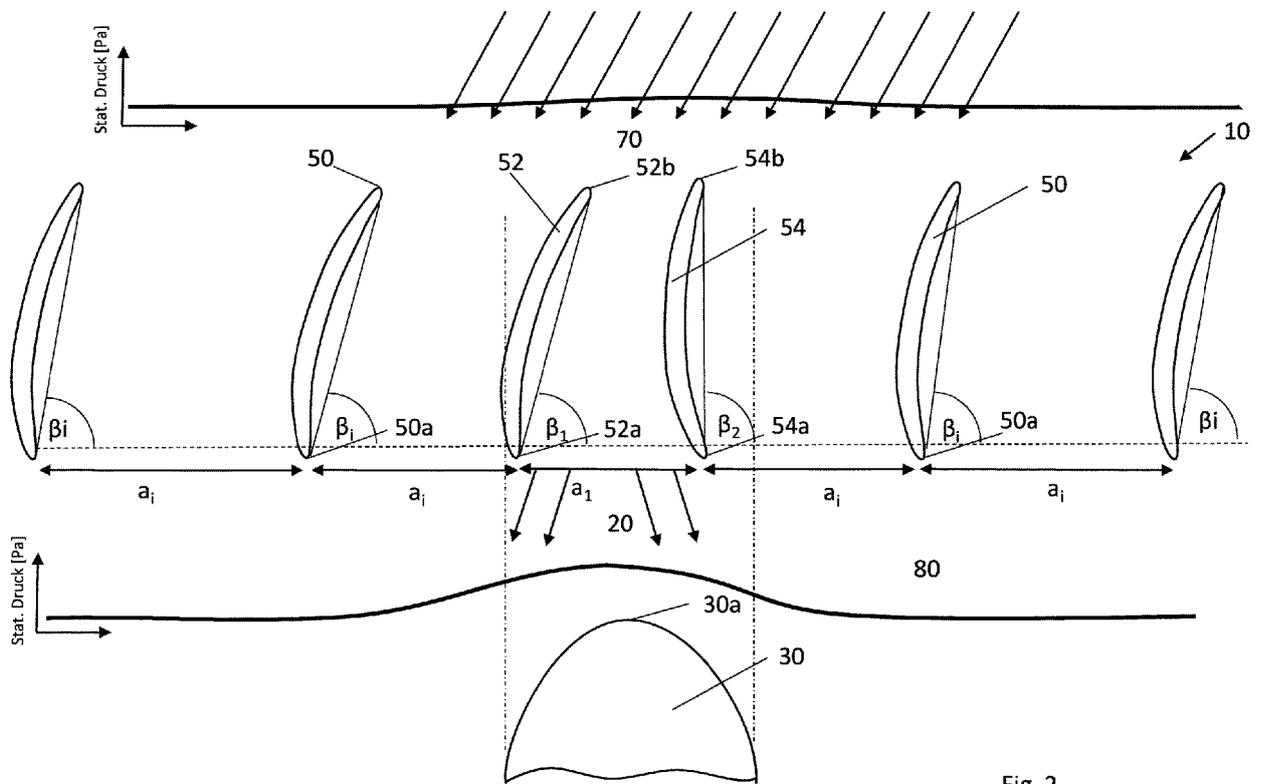


Fig. 2

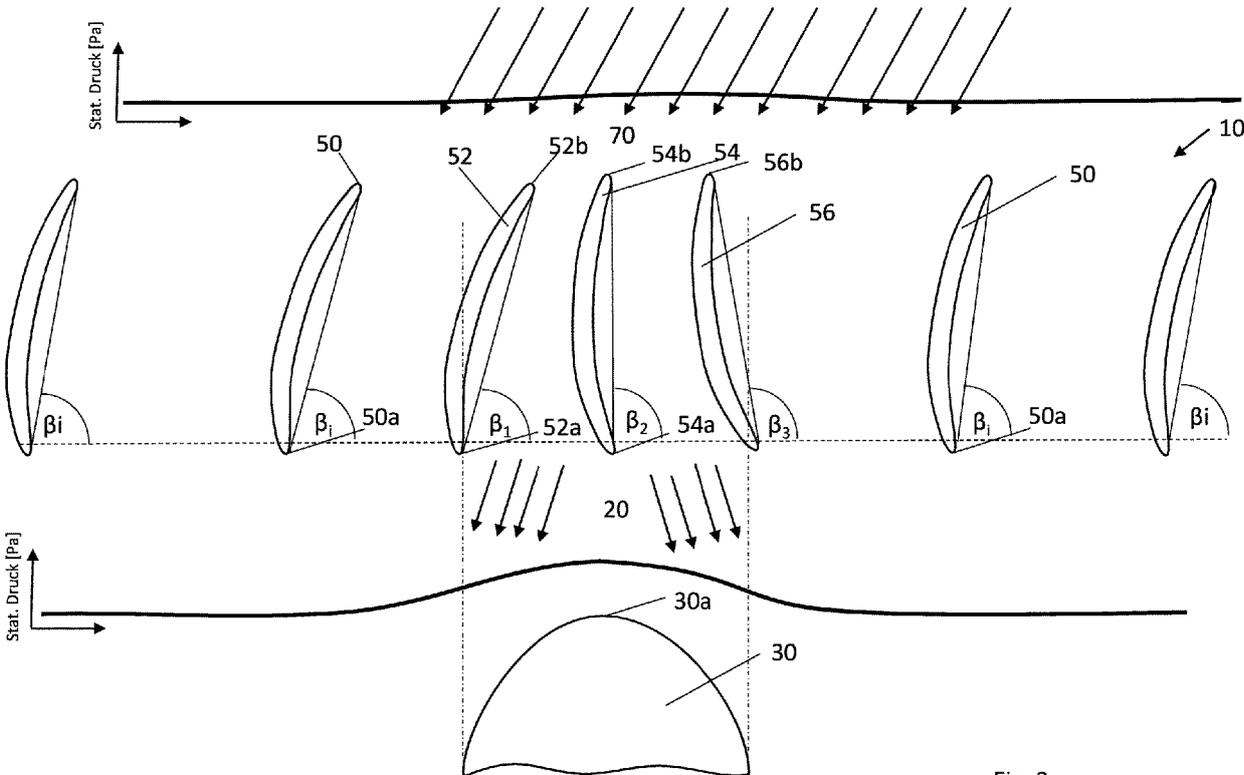


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 21 8260

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	DE 10 2017 221684 A1 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 6. Juni 2019 (2019-06-06) * Absatz [0038]; Abbildung 2 * -----	1-10	INV. F01D5/14 F01D9/02 F01D9/04
X	DE 10 2010 002394 A1 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 1. September 2011 (2011-09-01) * Absatz [0006]; Abbildungen 1,2 * -----	1-10	
X	DE 10 2018 119704 A1 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND LTD & CO KG [DE]; ROLLS ROYCE PLC [GB]) 20. Februar 2020 (2020-02-20) * Absatz [0010]; Abbildungen 8,9 * -----	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 2. April 2025	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 03.82 (F04C03)

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

EP 24 21 8260

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.

02-04-2025

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102017221684 A1	06-06-2019	DE 102017221684 A1	06-06-2019
		EP 3492701 A1	05-06-2019
		ES 2962229 T3	18-03-2024
		US 2019169989 A1	06-06-2019

DE 102010002394 A1	01-09-2011	DE 102010002394 A1	01-09-2011
		EP 2362065 A2	31-08-2011
		US 2011211947 A1	01-09-2011

DE 102018119704 A1	20-02-2020	DE 102018119704 A1	20-02-2020
		EP 3611387 A2	19-02-2020
		EP 3940200 A1	19-01-2022
		US 2020056486 A1	20-02-2020
		US 2021340875 A1	04-11-2021

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

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