



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.05.2023 Patentblatt 2023/19

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01D 17/16^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22201966.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F01D 17/162; F05D 2250/90; F05D 2260/50

(22) Anmeldetag: **17.10.2022**

(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:
KH MA MD TN

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

(72) Erfinder:
• **Schmidt-Petersen, Julia**
80995 München (DE)
• **Ertl, Franz-Josef**
80995 München (DE)
• **Neuberger, Florian**
80995 München (DE)

(30) Priorität: **08.11.2021 DE 102021128979**

(54) **VERSTELLHEBEL FÜR EINE LEITSCHAUFEL EINER STRÖMUNGSMASCHINE**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Verstellhebel (2) zum Verstellen einer Leitschaufel (4) einer Strömungsmaschine (1), wobei der Verstellhebel (2) eine erste Anschlussstelle (6) zum Verbinden mit einem Verstellring (5), eine zweite Anschlussstelle (8) zum Verbinden mit der Leitschaufel (4) und einen zwischen der ersten

und zweiten Anschlussstelle angeordneten Verbindungskörper (7) aufweist, wobei der Verbindungskörper (7) mit mindestens zwei Streben (11, 21) geformt ist, die an mindestens eine der Anschlussstellen (6, 8) anschließen.

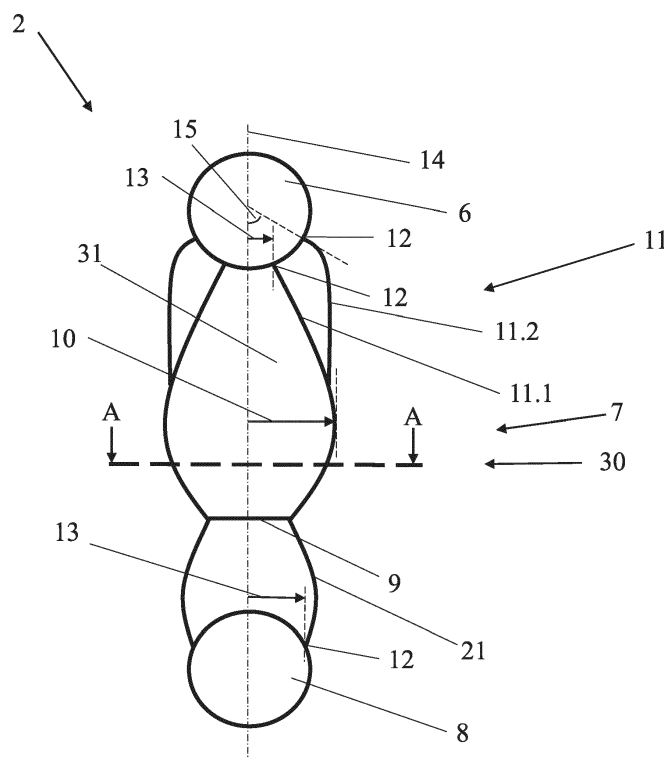


Fig. 2

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Verstellhebel zum Verstellen einer Leitschaufel einer Strömungsmaschine.

Stand der Technik

[0002] Bei der Strömungsmaschine kann es sich bspw. um ein Strahltriebwerk handeln, z. B. um ein Mantelstromtriebwerk. Funktional gliedert sich die Strömungsmaschine in Verdichter, Brennkammer und Turbine. Etwa im Falle des Strahltriebwerks wird angesaugte Luft vom Verdichter komprimiert und in der nachgelagerten Brennkammer mit hinzugemischtem Kerosin verbrannt. Das entstehende Heißgas, eine Mischung aus Verbrennungsgas und Luft, durchströmt die nachgelagerte Turbine und wird dabei expandiert. Sowohl der Verdichter als auch die Turbine ist in der Regel aus mehreren Stufen mit jeweils einem Stator (Leitschaufelkranz) und einem Rotor (Laufschaukelkranz) aufgebaut.

[0003] Leitschaufelkränze mit verstellbaren Leitschaufeln werden in Verdichtern und Turbinen von Strömungsmaschinen benutzt. Die Verstellvorrichtungen für diese Leitschaufeln können verschiedene Kombinationen von Verstellhebeln, Gelenkverbindungen und Verstellringen aufweisen, die zusammenwirken, um jede Leitschaufel um ihre Drehachse zu drehen. Zu diesem Zweck kann ein Kranz verstellbarer Leitschaufeln typischerweise mit einem Verstellring versehen sein, der, wenn er gedreht wird, eine gleichzeitige Drehbewegung einer jeweiligen Leitschaufel über den jeweilig zwischengeschalteten Verstellhebel bewirkt.

Darstellung der Erfindung

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, einen vorteilhaften Verstellhebel für eine Strömungsmaschine anzugeben.

[0005] Dies wird erfindungsgemäß mit dem Verstellhebel gemäß Anspruch 1 gelöst. Der Verstellhebel weist Anschlussstellen und dazwischen einen Verbindungskörper auf, der vorliegend mit mindestens zwei Streben gefasst ist. In der Anwendung wird bzw. ist die erste Anschlussstelle mit dem Verstellring und die zweite Anschlussstelle mit der Leitschaufel verbunden. Bei einer Bewegung des Verstellrings in Umfangsrichtung kann über den Verstellhebel ein Drehmoment auf die zweite Anschlussstelle übertragen werden, wodurch die Leitschaufel um einen bestimmten Winkel um ihre Drehachse gedreht wird. Die mindestens zwei Streben des Verbindungskörpers laufen in eine der Anschlussstellen, erhöhen also bspw. die Steifigkeit im Übergang Verbindungskörper-Anschlussstelle, was z. B. hinsichtlich des Drehmoment- bzw. Kraftübertrags von Vorteil sein kann. Indem in Form der Streben gezielt an mechanisch rele-

vanten Stellen eine lokale Materialverstärkung eingebracht wird, lässt sich bspw. in anderen Bereichen des Verstellhebels Material einsparen, kann der Verstellhebel also insgesamt gewichtsoptimiert gebaut werden, was z. B. im Falle des Flugtriebwerks auch einen Beitrag zu einer Treibstoffersparnis liefern kann.

[0006] Bevorzugte Ausführungsformen finden sich in den abhängigen Ansprüchen und der gesamten Offenbarung, wobei in der Darstellung der Merkmale nicht immer im Einzelnen zwischen Vorrichtungs- und Verfahrens- bzw. Verwendungsaspekten unterschieden wird; jedenfalls implizit ist die Offenbarung hinsichtlich sämtlicher Anspruchskategorien zu lesen. Wird bspw. auf einen in bestimmter Weise hergestellten Verstellhebel Bezug genommen, ist dies immer auch als Offenbarung eines entsprechenden Herstellungsverfahrens zu lesen, und umgekehrt.

[0007] Eine jeweilige Strebe kann z. B. eine Verdickung oder auch eine freitragende Struktur sein; entlang ihrer Mittellinie hat die jeweilige Strebe ihre langgestreckte Form, ist sie also bspw. größer als in zur Mittellinie senkrechten Schnittebenen betrachtet (in einer jeweiligen Schnittebene liegt die Mittellinie jeweils im Flächenschwerpunkt). Die Querschnittsform der Strebe kann in den Schnittebenen betrachtet bspw. rund, etwa näherungsweise elliptisch, aber z. B. auch kreisrund oder freigeformt sein, wobei die Strebe über ihre Längenerstreckung hinweg auch unterschiedliche Querschnittsformen annehmen kann. Die mindestens zwei Streben schließen dann an mindestens eine der Anschlussstellen an, also an entweder die erste oder die zweite Anschlussstelle oder auch an beide Anschlussstellen.

[0008] Als freitragende Struktur kann die Strebe in den Schnittebenen betrachtet frei vom übrigen Verbindungskörper, also nicht damit verbunden sein. Als Verdickung kann die Strebe hingegen in den Schnittebenen betrachtet damit verbunden sein, also jeweils monolithisch in den übrigen Verbindungskörper übergehen. Ein angrenzender, im Verhältnis zur Verdickung dünnerer Bereich des Verbindungskörpers kann dann bspw. die Strebe (Verdickung) mit einer benachbarten Strebe (Verdickung) verbinden, siehe unten im Detail. Über ihre Längenerstreckung kann eine jeweilige Strebe auch beide Formen annehmen, also in einem Abschnitt freitragend und in einem anderen Abschnitt als Verdickung ausgeführt sein.

[0009] Wie nachstehend im Einzelnen deutlich wird, kann der Verbindungskörper bevorzugt insgesamt auch mit mehr als zwei Streben geformt sein, bspw. in der Reihenfolge der Nennung zunehmend bevorzugt mindestens 4, 6, 8 bzw. 10 Streben aufweisen. Mögliche Obergrenzen, die von den Untergrenzen unabhängig von Interesse sein können und offenbart sein sollen, können bspw. bei maximal 20, 18, 16 bzw. 14 Streben liegen. Im Allgemeinen ist zwar bspw. auch ein materialabtragendes Herstellungsverfahren denkbar, bevorzugt ist der Verstellhebel jedoch ein generativ gefertigtes Bauteil, auch unabhängig von der Anzahl an Streben.

[0010] Generell schließen die mindestens zwei Streben jeweils in einem Übergangsbereich an die mindestens eine Anschlussstelle an, dort endet also jeweils die Strebe und beginnt die Anschlussstelle. In bevorzugter Ausgestaltung sind die Übergangsbereiche der mindestens zwei Streben zu einer Mittenachse des Verbindungskörpers seitlich versetzt, laufen die Streben also nicht mittig, sondern seitlich in die Anschlussstelle, was z. B. hinsichtlich der Drehmoment- bzw. Krafterleitung von Vorteil sein kann. Die Mittenachse des Verbindungskörpers entspricht typischerweise dessen Längsachse; sie durchsetzt bspw. die erste und zweite Anschlussstelle jeweils mittig (z. B. jeweils in einem Schnittpunkt der Drehachse der jeweiligen Anschlussstelle mit einer Ebene, die in eine dem Verstellring / der Leitschaukel abgewandte Seite der jeweiligen Anschlussstelle gelegt ist). Die Mittenachse kann z. B. auch eine Symmetrieachse sein, um die der Verbindungskörper spiegelsymmetrisch ist.

[0011] In bevorzugter Ausgestaltung schließt zusätzlich zu den mindestens zwei Streben eine weitere Strebe an die mindestens eine Anschlussstelle an, vorzugsweise erhöht sich die Anzahl der anschließenden Streben paarweise, also um bspw. zwei oder vier Streben (mögliche Obergrenzen können bspw. bei insgesamt höchstens acht oder auch nur sechs Streben liegen). Besonders bevorzugt können bspw. vier Streben an die mindestens eine Anschlussstelle angeschlossen sein, insbesondere an die erste Anschlussstelle (Verbindung zum Stelling).

[0012] In bevorzugter Ausgestaltung laufen die mindestens zwei Streben in dem Übergangsbereich in einer Richtung in die Anschlussstelle, welche um den Betrag nach mindestens 10° zur Mittenachse des Verbindungskörpers verkippt ist. Im Detail bezieht sich diese Verkipfung auf einen Winkel zwischen der Mittenachse und einer geradlinigen Verlängerung der Mittenlinie der jeweiligen Strebe, also einer Tangente an die Mittenlinie im Übergangsbereich der jeweiligen Strebe. Schließen an die Anschlussstelle mehr als zwei Streben an, können die zur Mittenachse nächstbenachbarten, also die inneren Streben, eine kleinere Verkipfung als die äußeren Streben aufweisen, z. B. von 10° - 30° im Vergleich zu 40° - 80° .

[0013] Bei einer bevorzugten Ausführungsform haben die mindestens zwei Streben bezogen auf die Mittenachse des Verbindungskörpers einen jeweils zumindest abschnittsweise konvexen Verlauf. Die Streben sind also jeweils zumindest in einem Abschnitt ihrer Längenerstreckung von der Mittenachse weg, also nach außen gewölbt, bevorzugt in einander entgegengesetzte Richtungen (die eine Strebe zur einen, und die andere Strebe zur entgegengesetzten Seite). Diese Wölbung kann bspw. wiederum hinsichtlich des Kraft- bzw. Drehmomenteintrags von Vorteil sein.

[0014] In bevorzugter Ausgestaltung weist der Verbindungskörper eine Querverbindung auf, die sich über seine Mittenachse hinweg erstreckt, wobei die Querverbin-

dung mindesten zwei jeweils zu der Mittenachse seitlich versetzte Streben miteinander verbindet. Die Querverbindung kann zudem auch eine Ausdehnung in einer zur Mittenachse parallelen Richtung haben und zusätzlich eine oder mehrere Streben anbinden, die sich bspw. ihrerseits in Richtung der Mittenachse oder auch über diese hinweg erstreckt bzw. erstrecken. Insgesamt können bspw. vier Streben über die Querverbindung miteinander verbunden sein, wobei mindestens zwei der Streben jeweils zwischen der Querverbindung und der mindestens einen Anschlussstelle (der ersten und/oder zweiten Anschlussstelle) angeordnet sind.

[0015] Bei einer bevorzugten Ausführungsform erreicht eine Breite des Verbindungskörpers einen maximalen Wert zwischen der mindestens einen Anschlussstelle und der Querverbindung, und zwar einschließlich der Querverbindung (das Maximum kann also auch im Bereich der Querverbindung liegen). Dabei wird die Breite senkrecht zu der Mittenachse des Verbindungskörpers genommen. Bevorzugt kann die mindestens eine Anschlussstelle in diesem Fall die erste Anschlussstelle sein.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung divergieren die mindestens zwei Streben zumindest in einem Abschnitt an der mindestens einen Anschlussstelle in Richtung der Querverbindung jeweils von der Mittenachse (sie laufen von dieser weg). Bevorzugt sind sie auf unterschiedlichen Seiten der Mittenachse angeordnet, vergrößert sich also der Abstand dieser zwei Streben voneinander in Richtung zu der Querverbindung hin (zumindest in dem Abschnitt an der mindestens einen Anschlussstelle). Schließen an die mindestens eine Anschlussstelle mehr als zwei Streben an (siehe vorne), divergieren bevorzugt jedenfalls die beiden inneren, also der Mittenachse nächstbenachbarten Streben.

[0017] In bevorzugter Ausgestaltung konvergieren mindestens zwei Streben, die jeweils an die Querverbindung anschließen, zumindest an der Querverbindung bzw. in diese hinein jeweils zur Mittenachse hin (sie laufen auf diese zu). Bei einer bevorzugten Anordnung auf unterschiedlichen Seiten der Mittenachse verkleinert sich also bspw. der Abstand dieser zwei Streben voneinander in Richtung zur Querverbindung hin. Dies kann auch mit der vorstehend geschilderten Divergenz kombiniert sein, die mindestens zwei Streben können also bspw. in einem Abschnitt an der mindestens einen Anschlussstelle divergieren und in einem Abschnitt an/in der Querverbindung konvergieren.

[0018] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist der Verbindungskörper in einer zur Mittenachse senkrechten Schnittebene betrachtet eine räumliche Unterbrechung zwischen den mindestens zwei Streben auf, sind diese also freitragend ausgeführt (siehe vorne). Diese Unterbrechung erstreckt sich über zumindest einen Abschnitt entlang der Mittenachse, in einem anderen Abschnitt können die mindestens zwei Streben also auch miteinander verbunden sein. Bei Betrachtung des Verstellhebels insgesamt kann die Unterbrechung z. B. ein

Loch sein, das den Verbindungskörper durchsetzt. Auch wenn sich bereits mit einer lokal dünneren Gestaltung eine Gewichtersparnis erreichen lässt, kann dies mit einer oder mehreren Unterbrechungen weiter optimiert werden.

[0019] In bevorzugter Ausgestaltung ist die vorstehend in Bezug genommene "mindestens eine Anschlussstelle", in die bspw. mehr als zwei Streben laufen etc., die erste Anschlussstelle, die mit dem Verstellring verbunden wird. Die zweite Anschlussstelle kann im Allgemeinen aber mit den gleichen Merkmalen gestaltet sein, wenngleich z. B. im Ausführungsbeispiel nicht vier, sondern nur zwei Streben in die zweite Anschlussstelle laufen. Die spezifische Ausgestaltung kann bspw. auch die geometrischen Rahmenbedingungen widerspiegeln, also wieviel Raum an der jeweiligen Anschlussstelle zur Verfügung steht.

[0020] Die Erfindung betrifft auch ein Modul, für eine Turbine oder vorzugsweise einen Verdichter, das eine verstellbare Leitschaufel, einen Verstellring und einen vorliegend offenbaren Verstellhebel aufweist. Letzterer verbindet den Verstellring und die Leitschaufel derart miteinander, dass mit einem Versatz des Verstellrings in Umfangsrichtung über den Verstellhebel ein Drehmoment auf die Leitschaufel übertragen und diese verstellt wird. Bevorzugt sind an den Verstellring eine Vielzahl, insbesondere sämtliche Leitschaufeln des Leitschaufelkranzes gekoppelt, besonders bevorzugt mit baugleichen Verstellhebeln.

[0021] In bevorzugter Ausgestaltung wird der Verstellhebel in einem generativen Fertigungsverfahren hergestellt, wird er also generativ aufgebaut. Dies erfolgt generell anhand eines Datenmodells des Verstellhebels durch ein entsprechend bereichsweises Verfestigen eines zuvor formlosen oder -neutralen Werkstoffes. Bevorzugt ist das generative Aufbauen ein Pulverbettverfahren, bei dem der Werkstoff in Pulverform sequenziell Schicht für Schicht aufgetragen wird, wobei je Schicht selektiv ein anhand des Datenmodells des Verstellhebels vorbestimmter Bereich verfestigt wird. Die Verfestigung erfolgt durch ein Aufschmelzen mittels einer Strahlquelle, bevorzugt mit einer Laserquelle, das generative Aufbauen ist dann also ein selektives Laserschmelzen (SLM). Bevorzugt wird der Verstellhebel mit einer Aufbaurichtung von der zweiten Anschlussstelle zu der ersten Anschlussstelle hergestellt, was bspw. wegen der dort gewinkelt anschließenden Strebe(n) mit Blick auf Überhänge etc. von Vorteil sein kann.

[0022] Die Erfindung betrifft auch die Verwendung eines vorliegend offenbaren Verstellhebels in einer Strömungsmaschine, insbesondere in einem Strahltriebwerk. Dabei wird in der Verwendung mit dem Verstellhebel eine verstellbare Leitschaufel verstellt, wird also bspw. mit dem Verstellhebel eine Verstellung des Verstellrings in eine Verdrehung der Leitschaufel umgesetzt, was bspw. deren Anströmwinkel verändert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0023] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, wobei die einzelnen Merkmale im Rahmen der nebengeordneten Ansprüche auch in anderer Kombination erfindungswesentlich sein können und auch weiterhin nicht im Einzelnen zwischen den unterschiedlichen Anspruchskategorien unterschieden wird.

[0024] Im Einzelnen zeigt

Figur 1 eine Strömungsmaschine in einem Axialschnitt;

Figur 2 einen erfindungsgemäßen Verstellhebel in schematischer Darstellung;

Figur 3 einen erfindungsgemäßen Verstellhebel gemäß Figur 2 im Schnitt A-A.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

[0025] **Figur 1** zeigt eine Strömungsmaschine 1, konkret ein Mantelstromtriebwerk, in einem Axialschnitt. Die Strömungsmaschine 1 gliedert sich funktional in Verdichter 1a, Brennkammer 1b, Turbine 1c und Fan 1d. Sowohl der Verdichter 1a als auch die Turbine 1c sind jeweils aus mehreren Stufen aufgebaut, jede Stufe setzt sich aus einem Leit- und einem Laufschaufelkranz zusammen. Die Laufschaufelkränze rotieren im Betrieb um die Längsachse 3 der Strömungsmaschine 1. Im Verdichter 1a wird dabei die angesaugte Luft komprimiert, sie wird dann in der nachgelagerten Brennkammer 1b mit hinzugesetztem Kerosin verbrannt. Das Heißgas wird in der Turbine 1c expandiert und treibt die Laufschaufelkränze an. Ein nachstehend gezeigter Verstellhebel 2 kann bspw. im Verdichterabschnitt 1a zwischen einem Verstellring 5 und einer verstellbaren Leitschaufel 4 angeordnet sein.

[0026] **Figur 2** zeigt eine schematische und spiegelsymmetrische Darstellung des erfindungsgemäßen Verstellhebels 2. Der Verstellhebel 2 weist eine erste Anschlussstelle 6 zum Verbinden mit dem Verstellring 5, eine zweite Anschlussstelle 8 zum Verbinden mit der Leitschaufel 4 und einen Verbindungskörper 7 auf, welcher zwischen der ersten 6 und zweiten 8 Anschlussstelle angeordnet ist. Die Anschlussstellen 6, 8 erstrecken sich jeweils ringförmig um ein hier nicht weiter im Detail gezeigtes Loch, das entsprechend als Aufnahme für einen Zapfen der Leitschaufel bzw. des Verstellrings 5 dient.

[0027] Der Verbindungskörper 7 ist mit insgesamt vier ersten Streben 11 geformt, nämlich inneren ersten Streben 11.1 und äußeren ersten Streben 11.2, die jeweils in einem Übergangsbereich 12 an die erste Anschlussstelle 6 anschließen. Ferner weist er auch zwei zweite Streben 21 auf, die jeweils in einem Übergangsbereich 12 an die zweite Anschlussstelle 8 anschließen. Die

Übergangsbereiche 12 der ersten Anschlussstelle 6 bzw. zweiten Anschlussstelle 8 sind jeweils zu einer Mittenachse 14 des Verbindungskörpers 7 seitlich versetzt, es gibt also jeweils einen Versatz 13.

[0028] Die äußeren ersten Streben 11.2 laufen unter einem Verkipfungswinkel 15 von etwa 60° zur Mittenachse 14 in die erste Anschlussstelle 6. Auch die inneren ersten Streben 11.1 laufen verkippt in die erste Anschlussstelle 6 (um ca. 15°), was aber der Übersichtlichkeit halber nicht referenziert ist.

[0029] Der Verbindungskörper 7 weist ferner eine Querverbindung 9 auf, welche sich über die Mittenachse 14 des Verbindungskörpers 7 hinweg erstreckt. Die Querverbindung 9 ist vorliegend schematisch gezeigt, beim tatsächlichen Bauteil kann sie auch eine gewisse Erstreckung in Richtung der Mittenachse 14 haben, bspw. in etwa bis zu der eingezeichneten Schnittebene A-A.

[0030] Die ersten äußeren Streben 11.2 haben bezogen auf die Mittenachse 14 einen teilweise konvexen Verlauf und gehen in die inneren ersten Streben 11.1 über. Das Bezugszeichen 10 referenziert eine senkrecht zu der Mittenachse 14 genommene Breite des Verbindungskörpers 7, welche einen maximalen Wert zwischen der ersten Anschlussstelle 6 und der Querverbindung 9 erreicht. An der ersten Anschlussstelle 6 divergieren die inneren ersten Streben 11.1 in Richtung der Querverbindung 9 jeweils von der Mittenachse 14. In einem anschließenden Abschnitt, in dem die inneren ersten Streben 11.1 an die Querverbindung 9 anschließen, konvergieren sie in Richtung der Querverbindung 9 jeweils zu der Mittenachse 14.

[0031] **Figur 3** zeigt den Verbindungskörper 7 in einer Schnittansicht A-A senkrecht zu der Mittenachse 14. Der Verbindungskörper 7 zeigt eine räumliche Unterbrechung 31 zwischen den inneren ersten Streben 11.1a und 11.1b. Bezogen auf **Figur 2** liegt diese zwischen dem Verbindungsbereich 9 und der ersten Anschlussstelle 6. Ferner können bspw. auch zwischen den inneren und den äußeren ersten Streben 11.1, 11.2 jeweils Unterbrechungen vorgesehen sein, insgesamt lässt sich mit dem geschilderten Aufbau ein gewichtsreduzierter und dennoch steifer Verstellhebel realisieren.

[0032] **Figur 4** zeigt ein bionisches Design für eine Anschlussstelle (6, 8). Der Verstellhebel ist i.d.R. über ein solches Interface mit der Vane verbunden. Um die Genauigkeit beim Verstellen zu erhöhen, kann das Interface zwischen Vane und Hebel in einem Winkel aufeinander stehen (Sattelform in **Fig. 4** mit einem Winkel von ca. 45°). Dieser Winkel führt aber gleichzeitig dazu, dass beim Verschrauben (oder anderen Befestigungsarten) eine Deformation stattfindet. Durch den Druck von oben werden die Seiten "aufgebogen". Bei der dargestellten Ausführungsform spannt sich ein Steg 32 wie eine Brücke zwischen den beiden schrägen Schenkeln der Anschlussstelle (6, 8), um diesem Effekt entgegenzuwirken.

BEZUGSZEICHENLISTE

Strömungsmaschine	1
Verdichter	1a
Brennkammer	1b
Turbine	1c
Fan	1d
Verstellhebel	2
Drehachse	3
Leitschaufel	4
Verstellring	5
Erste Anschlussstelle	6
Verbindungskörper	7
Zweite Anschlussstelle	8
Querverbindung	9
Breite des Verbindungskörpers	10
Erste Streben	11
Innere erste Streben	11.1
Äußere erste Streben	11.2
Zweite Streben	21
Übergangsbereich	12
Seitlicher Versatz des Übergangsbereichs	13
Mittenachse	14
Winkel zwischen Mittenachse und der Zulaufrichtung Strebe	15
Unterbrechung zwischen zwei Streben	31

Patentansprüche

1. Verstellhebel (2) zum Verstellen einer Leitschaufel (4) einer Strömungsmaschine (1),

wobei der Verstellhebel (2) eine erste Anschlussstelle (6) zum Verbinden mit einem Verstellring (5), eine zweite Anschlussstelle (8) zum Verbinden mit der Leitschaufel (4) und einen zwischen der ersten (6) und zweiten (8) Anschlussstelle angeordneten Verbindungskörper (7) aufweist, wobei der Verbindungskörper (7) mit mindestens zwei Streben (11, 21) geformt ist, die an mindestens eine der Anschlussstellen (6, 8) anschließen.

2. Verstellhebel (2) nach Anspruch 1, bei welchem die mindestens zwei Streben (11, 21) jeweils in einem Übergangsbereich (12) an die mindestens eine Anschlussstelle (6, 8) anschließen, welcher Übergangsbereich (12) zu einer Mittenachse (14) des Verbindungskörpers (7) seitlich versetzt ist.

3. Verstellhebel (2) nach Anspruch 2, bei welchem an die mindestens eine Anschlussstelle (6, 8) mindestens eine weitere Strebe anschließt.
4. Verstellhebel (2) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem die mindestens zwei Streben (11, 21) jeweils in einer Richtung in die mindestens eine Anschlussstelle (6, 8) laufen, welche um den Betrag nach mindestens 10° zu einer Mittenachse (14) des Verbindungskörpers verkippt ist. 5 10
5. Verstellhebel (2) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem die mindestens zwei Streben (11, 21) bezogen auf eine Mittenachse (14) des Verbindungskörpers (7) einen jeweils zumindest teilweise konvexen Verlauf haben. 15
6. Verstellhebel (2) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem der Verbindungskörper (7) eine Querverbindung (9) aufweist, die sich über eine Mittenachse (14) des Verbindungskörpers (7) hinweg erstreckt, welche Querverbindung (9) mindestens zwei jeweils zu einer Mittenachse (14) des Verbindungskörpers (7) seitlich versetzte Streben (11, 21) verbindet. 20 25
7. Verstellhebel (2) nach Anspruch 6, bei welchem eine senkrecht zu der Mittenachse (14) des Verbindungskörpers (7) genommene Breite (10) des Verbindungskörpers (7) einen maximalen Wert zwischen der mindestens einen Anschlussstelle (6) und einschließlich der Querverbindung (9) erreicht. 30
8. Verstellhebel (2) nach Anspruch 6 oder 7, bei welchem die mindestens zwei Streben (11, 21) zumindest in einem Abschnitt an der mindestens einen Anschlussstelle (6) in Richtung der Querverbindung (9) jeweils von der Mittenachse (14) divergieren. 35
9. Verstellhebel (2) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, bei welchem mindestens zwei Streben (11, 21), die jeweils an die Querverbindung (9) anschließen, zumindest in einem an die Querverbindung (9) anschließenden Abschnitt (30) in Richtung der Querverbindung (9) jeweils zu der Mittenachse (14) konvergieren. 40 45
10. Verstellhebel (2) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem der Verbindungskörper (7) eine Unterbrechung (31) aufweist, welche die mindestens zwei Streben (11, 21) zumindest abschnittsweise in einer Schnittebene senkrecht zu einer Mittenachse (14) des Verbindungskörpers (7) betrachtet voneinander trennt. 50 55
11. Verstellhebel (2) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die mindestens eine Anschlussstelle (6) die erste Anschlussstelle (6) ist.
12. Verdichter- oder Turbinenmodul mit einer verstellbaren Leitschaufel (4), einem Verstellring (5) und einem Verstellhebel (2) nach einem der vorstehenden Ansprüche, der die Leitschaufel (4) mit dem Verstellring (5) verbindet.
13. Verfahren zum Herstellen eines Verstellhebels (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei welchem Verfahren der Verstellhebel (2) generativ aufgebaut wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, bei welchem der Verstellhebel (2) mit einer Aufbaurichtung von der zweiten Anschlussstelle (8) zu der ersten Anschlussstelle (6) hergestellt wird.
15. Verwendung eines Verstellhebels (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 für eine Strömungsmaschine (1), insbesondere ein Strahltriebwerk.

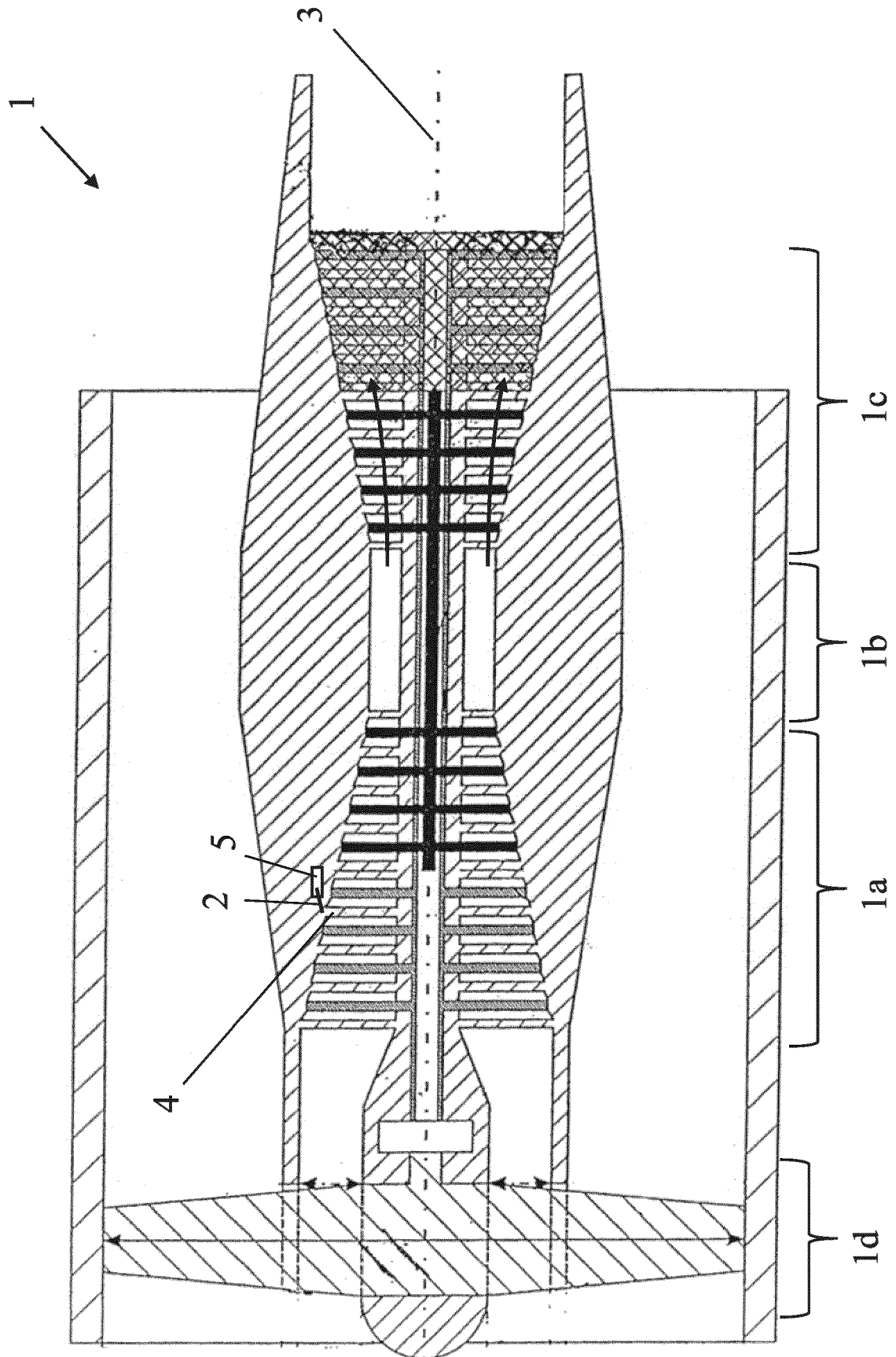


Fig. 1

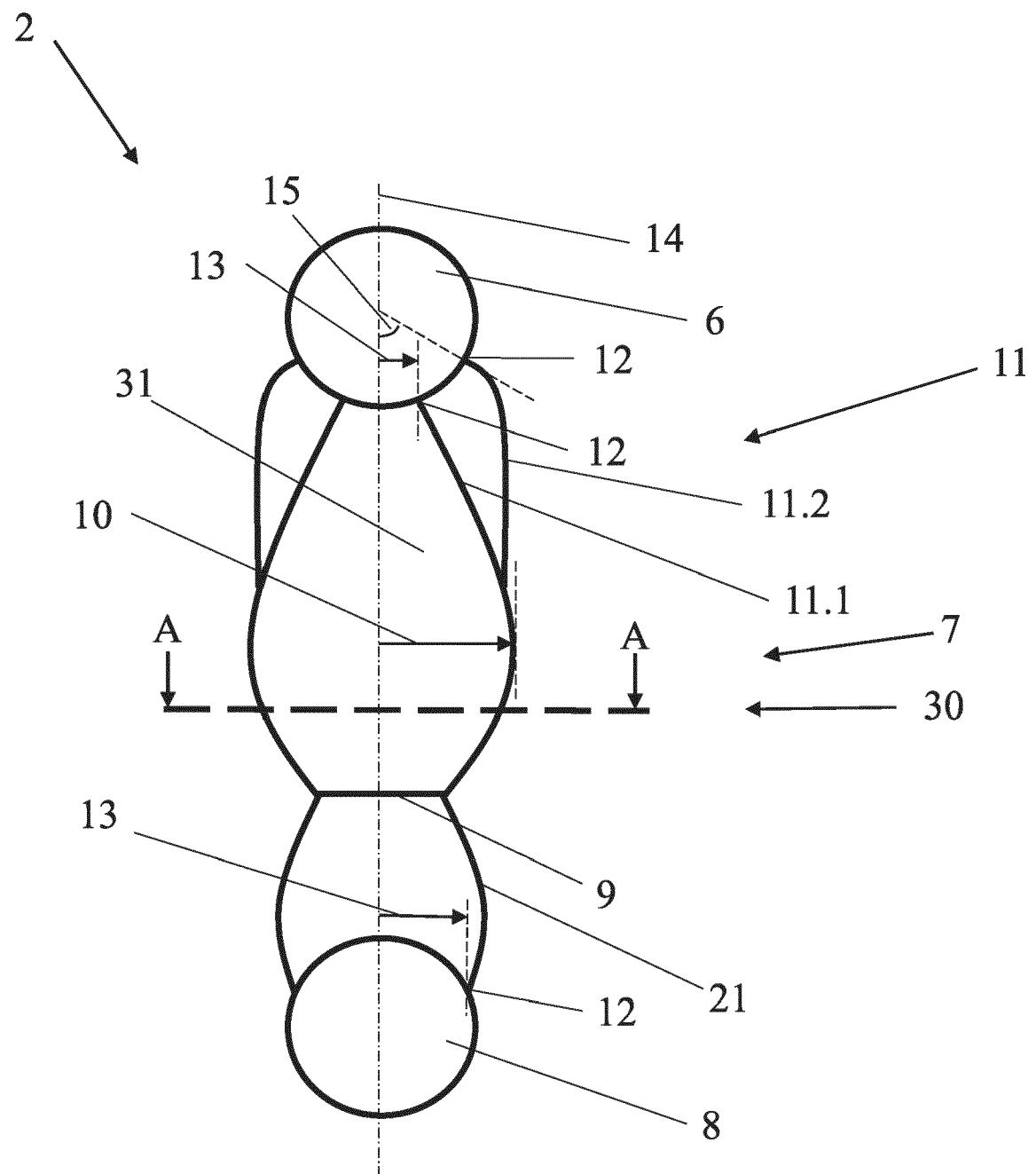


Fig. 2

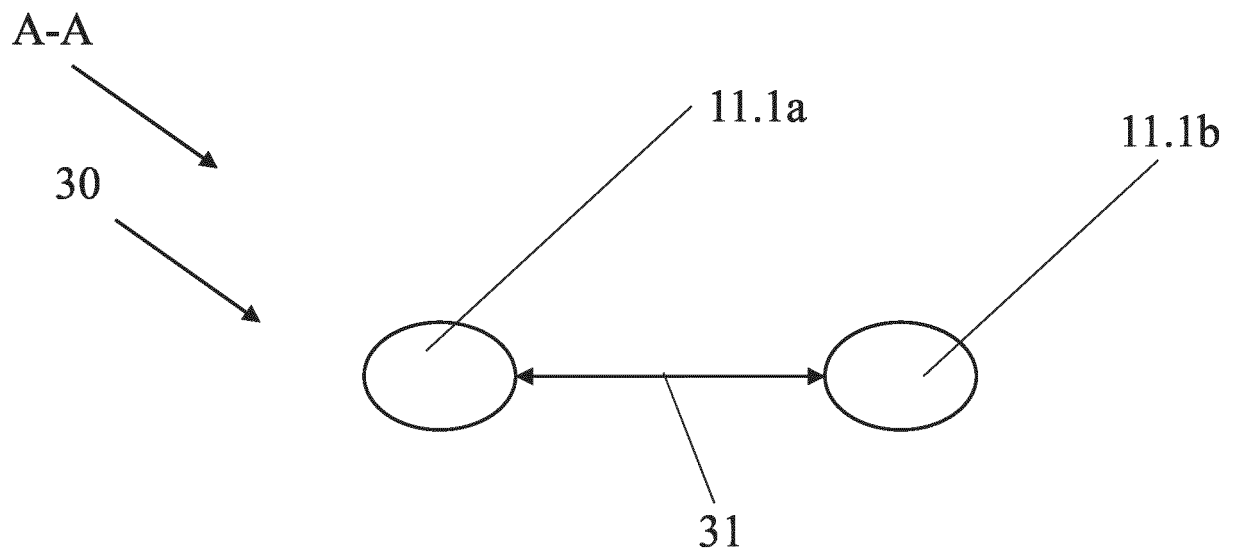


Fig. 3

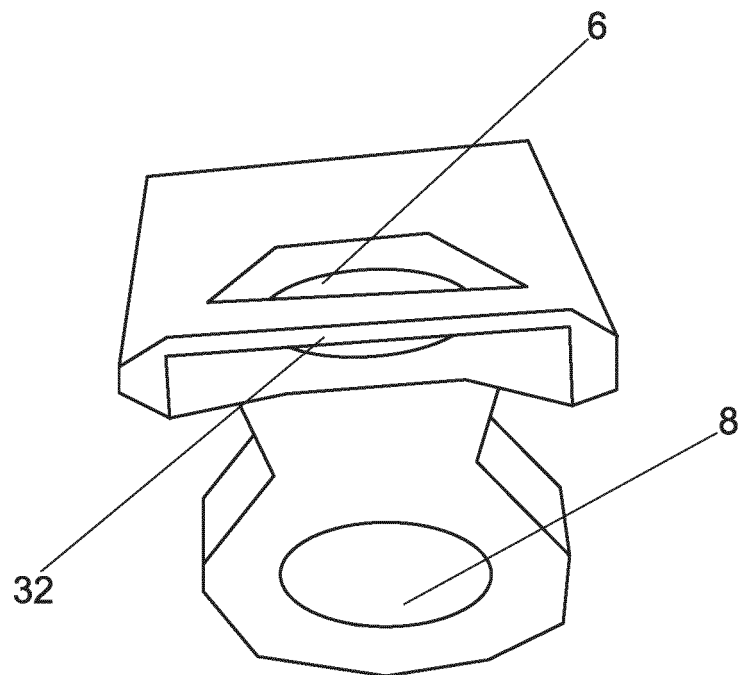


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 20 1966

5

10

15

20

25

30

35

40

45

1

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 1 585 862 A (JESSOP GEORGE A) 25. Mai 1926 (1926-05-25) * Seite 2, Zeilen 19-30; Abbildungen 4-6 * -----	1-5, 10-12, 15	INV. F01D17/16
X	US 2020/149478 A1 (FABRE ADRIEN JACQUES PHILIPPE [FR] ET AL) 14. Mai 2020 (2020-05-14) * Absätze [0046] - [0048], [0058], [0060], [0062], [0064], [0067] * -----	1-8, 10, 11, 13-15	
X	US 2020/116042 A1 (KOLETZKI ROBERT [DE]) 16. April 2020 (2020-04-16) * Absatz [0049]; Abbildung 4b * -----	1-6, 10-12, 15	
X	US 2019/136709 A1 (KING MATTHEW [US] ET AL) 9. Mai 2019 (2019-05-09) * Absätze [0031], [0033], [0034]; Abbildungen 2, 3b, 6a, 7 * -----	1-4, 10-12, 15	
X	CAPUS JOSEPH: "2020 MPIF PM Design Excellence Competition Awards", METAL POWDER REPORT, MPR PUBLISHING SERVICES, SHREWSBURY, GB, Bd. 75, Nr. 6, 1. November 2020 (2020-11-01), Seiten 350-355, XP086394259, ISSN: 0026-0657, DOI: 10.1016/J.MPRP.2020.10.004 [gefunden am 2020-11-01] * Seite 352, Absatz 3; Abbildung 4 * -----	1-4, 12, 15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D F04D
X	DE 10 2015 004649 A1 (MAN DIESEL & TURBO SE [DE]) 20. Oktober 2016 (2016-10-20) * Abbildungen 1, 2 * -----	1-12, 15	
X	WO 2013/163011 A1 (BORGWARNER INC [US]) 31. Oktober 2013 (2013-10-31) * Zusammenfassung; Abbildungen 3, 4 * ----- -/--	1-3, 10, 11, 15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 31. März 2023	Prüfer Teusch, Reinhold
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 : nichtschriftliche 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	



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 20 1966

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	GB 2 539 095 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 7. Dezember 2016 (2016-12-07) * Seite 7, Zeile 1 - Seite 8, Zeile 6; Abbildungen 3,4 *	1-3, 10-12, 15	
X	SU 450 896 A1 (MERLIS) 25. November 1974 (1974-11-25) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1, 10-12, 15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 31. März 2023	Prüfer Teusch, Reinhold
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 : nichtschriftliche 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	

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

EP 22 20 1966

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.

31-03-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 1585862 A	25-05-1926	KEINE	
15	US 2020149478 A1	14-05-2020	FR 3088374 A1 US 2020149478 A1	15-05-2020 14-05-2020
	US 2020116042 A1	16-04-2020	DE 102018217435 A1 US 2020116042 A1	16-04-2020 16-04-2020
20	US 2019136709 A1	09-05-2019	US 2019136709 A1 WO 2019090018 A1	09-05-2019 09-05-2019
25	DE 102015004649 A1	20-10-2016	CN 107810311 A DE 102015004649 A1 DK 3283733 T3 EP 3283733 A1 JP 6499314 B2 JP 2018511737 A KR 20170135944 A RU 2666260 C1 US 2018119566 A1 WO 2016165950 A1	16-03-2018 20-10-2016 05-08-2019 21-02-2018 10-04-2019 26-04-2018 08-12-2017 06-09-2018 03-05-2018 20-10-2016
30	WO 2013163011 A1	31-10-2013	CN 104220722 A DE 112013001571 T5 JP 2015514922 A KR 20150003839 A US 2015086341 A1 WO 2013163011 A1	17-12-2014 04-12-2014 21-05-2015 09-01-2015 26-03-2015 31-10-2013
35	GB 2539095 A	07-12-2016	GB 2539095 A US 2016356173 A1	07-12-2016 08-12-2016
40	SU 450896 A1	25-11-1974	KEINE	
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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