



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.08.2023 Patentblatt 2023/34

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01D 17/16^(2006.01) F04D 29/56^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23152304.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F01D 17/162; F04D 29/563

(22) Anmeldetag: **18.01.2023**

(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

(72) Erfinder:
• **Ertl, Franz-Josef**
80995 München (DE)
• **Neuberger, Florian**
80995 München (DE)
• **Strunck, David**
80995 München (DE)
• **Pernleitner, Martin**
80995 München (DE)
• **Roth, Christian**
80995 München (DE)

(30) Priorität: **18.02.2022 DE 102022103922**

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

(54) **HEBEL ZUM VERSTELLEN EINER VERSTELLSCHAUFEL**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Hebel zum Verstellen einer Verstellschaufel einer Strömungsmaschine (1), wobei der Hebel einen Drehpunkt zum drehbaren Lagern des Hebels um eine Drehachse, einen ersten Lastarm mit einer ersten Verstell-Anschlussstelle zum zumindest indirekten Verbinden mit der Verstellschaufel und einen ersten Kraftarm mit einer ersten

Stell-Anschlussstelle zum Verbinden mit einer Stelleinrichtung aufweist, wobei der Hebel ferner eine erste Strebe aufweist, welche
- die erste Verstell- und erste Stell-Anschlussstelle miteinander verbindet, und
- sich dabei bogenförmig um die Drehachse erstreckt.

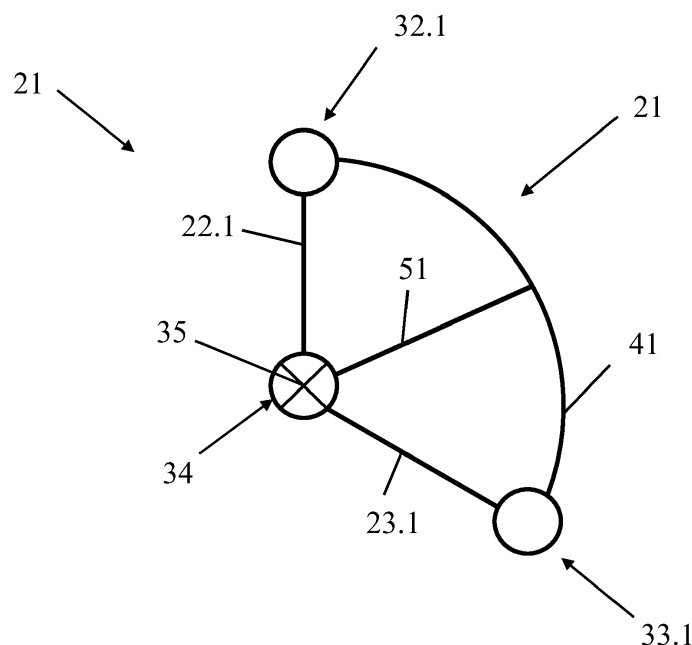


Fig. 3

Beschreibung**Technisches Gebiet**

5 **[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Hebel zum Verstellen einer Verstellschaufel einer Strömungsmaschine.

Stand der Technik

10 **[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 hinzugesetztem 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 sind i. d. R. aus mehreren Stufen mit jeweils einem Stator (Leitschaufelkranz) und einem Rotor (Laufschaukelkranz) aufgebaut.

15 **[0003]** Schaufelkränze mit verstellbaren Schaufeln können in der Turbine und insbesondere im Verdichter Anwendung finden. Eine Verstellanordnung zum Verstellen der Verstellschaufeln kann einen Verstellring umfassen, der um die Längsachse der Strömungsmaschine ein Stück weit drehbar ist, wobei dieser Drehversatz dann auf die einzelnen Verstellschaufeln des Schaufelkranzes übertragen wird. Ferner kann die Verstellanordnung auch eine Koppelstange umfassen, die zum Erzeugen des Drehversatzes des Verstellrings axial versetzt wird, bspw. als Teil eines Getriebes, mit dem die Verstellschaufeln unterschiedlicher Stufen simultan betätigt werden.

20 **[0004]** Zwischen der Koppelstange und dem Verstellring kann dabei ein vorliegend in Rede stehender Hebel angeordnet sein, an dessen Kraftarm eine Stell-Anschlussstelle mit der Koppelstange und an dessen Lastarm eine Verstell-Anschlussstelle zumindest indirekt mit der Verstellschaufel verbunden wird. Im Einzelnen kann an der Verstell-Anschlussstelle bspw. eine Schubstange montiert sein, die den Versatz des Hebels auf den Verstellring überträgt (von dort
25 kann dann eine weitere Mechanik auf die einzelnen Verstellschaufeln koppeln).

Darstellung der Erfindung

30 **[0005]** Der vorliegenden Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, einen vorteilhaften Hebel zum Verstellen einer Verstellschaufel einer Strömungsmaschine anzugeben.

[0006] Dies wird erfindungsgemäß mit dem Hebel nach Anspruch 1 gelöst. Bei diesem sind die Verstell- und die Stell-Anschlussstelle nicht nur über den Last- und den Kraftarm jeweils mit dem Drehpunkt des Hebels verbunden, sondern ist zusätzlich eine Strebe vorgesehen. Diese verbindet die Verstell- und die Stell-Anschlussstelle direkt miteinander und erstreckt sich dabei bogenförmig um die Drehachse des Hebels. Wird im Betrieb zum Verstellen der Verstellschaufeln über den Hebel ein Versatz übertragen, bspw. bezogen auf die Längsachse der Strömungsmaschine ein Axialversatz der Stelleinrichtung / Koppelstange in einen Umlaufversatz der Schubstange / des Verstellrings umgesetzt, wird dabei
35 der Hebel ein Stück weit um seine Drehachse gedreht. Hierbei schafft die bogenförmige Strebe Stabilität, die Kraftübertragung erfolgt nicht nur über Last- und Kraftarm, sondern auch über die bogenförmige Strebe.

[0007] Bildlich gesprochen drückt bzw. zieht die bogenförmige Strebe die Verstell-Anschlussstelle, wobei die Strebe bevorzugt im Wesentlichen nur normalkraftbelastet wird. Es treten dann also überwiegend oder auch ausschließlich nur Normalkräfte in der Strebe auf, eine Drehmoment- bzw. Scherkraftbelastung wird zumindest reduziert. Wenn der Hebel zum Vergleich ohne die bogenförmige Strebe gefasst wäre und alle Kräfte über Last- und Kraftarm übertragen würden, könnten bspw. in den Armen und insbesondere am jeweiligen Übergang in den Drehpunkt hohe Kräfte bzw. Momente auftreten. Dem kann die bogenförmige Strebe vorbeugen, sodass der Hebel in der Gesamtschau, trotz der zusätzlichen Strebe, mit andernorts reduzierten Materialdicken und damit im Vergleich z. B. leichter hergestellt werden kann. Dies
40 kann etwa bei Flugtriebwerken auch hinsichtlich des Treibstoffverbrauchs von Vorteil sein. Indem die Krafteinleitung bzw. -übertragung nicht auf dem kürzesten Weg erfolgt, lässt sich die mechanische Belastung verringern. Dies kann bspw. auch die Lebensdauer erhöhen.

[0008] Bevorzugte Ausgestaltungen finden sich in den abhängigen Ansprüchen und der gesamten Offenbarung, wobei
50 bei der Darstellung der Merkmale nicht immer im Einzelnen zwischen Vorrichtungs- und Verfahrens- bzw. Verwendungsspekten unterschieden wird; jedenfalls implizit ist die Offenbarung hinsichtlich sämtlicher Anspruchskategorien zu lesen. Ferner ist sie stets sowohl auf den Hebel als auch eine Verstellanordnung bzw. ein Modul für eine Strömungsmaschine mit einer solchen Verstellanordnung zu lesen.

[0009] Im Zuge der Beschreibung des Hebels beziehen sich Angaben wie "axial", "radial" und "umlaufend" bzw.
55 "bogenförmig" auf die Drehachse des Hebels, um welche dieser drehbar gelagert wird bzw. ist und im Betrieb zum Verstellen der Verstellschaufeln gedreht wird. Wie nachstehend im Einzelnen deutlich wird, kann der Hebel in mehreren axial versetzten Ebenen aufgebaut sein, wobei die verschiedenen Aufbauebenen durch "erste" und "zweite" unterschieden und auch die einzelnen Merkmale innerhalb einer jeweiligen Ebene entsprechend referenziert werden (erster Last-

arm, erster Kraftarm, erste bogenförmige Strebe etc.). Dies betrifft insbesondere die Ansprüche, in der Beschreibung werden die Merkmale auch generisch referenziert (Lastarm, Kraftarm, bogenförmige Strebe etc.).

[0010] Generell sind "ein" und "eine" im Rahmen der vorliegenden Offenbarung als unbestimmte Artikel und damit ohne ausdrücklich gegenteilige Angabe immer auch als "mindestens ein" und "mindestens eine" zu lesen, kann der Hebel insgesamt also bspw. auch mehrere bogenförmige Streben aufweisen (z. B. eine erste und eine zweite, vgl. auch das Ausführungsbeispiel zur Illustration).

[0011] Wie vorstehend erwähnt, kann die verstreute Gestaltung einen insgesamt gewichtsreduzierten Aufbau ermöglichen. Generell wird der Hebel bspw. aus einem metallischen Werkstoff hergestellt, z. B. Titan bzw. einer Legierung mit Titan. Dabei kann der Hebel im Allgemeinen auch in einem Gussverfahren hergestellt werden, kann es sich also um ein Gussteil handeln. Insbesondere im Falle einer komplexer verstreuten Geometrie kann jedoch auch eine generative Herstellung erfolgen (*Additive Manufacturing*, AM), etwa in einem Pulverbettverfahren, kann der Hebel also ein generativ gefertigtes Teil sein.

[0012] Die bogenförmige Strebe erstreckt sich in Umlaufrichtung um die Drehachse des Hebels, bevorzugt in Form eines Kreisbogens. Der Mittelpunktswinkel dieser Bogen- bzw. Kreisbogenform kann dabei z. B. mindestens 15°, 25° bzw. 30° ausmachen (mögliche Obergrenzen können bspw. bei höchstens 165°, 155° bzw. 145° liegen), wobei diese Details auch vom genauen Einsatzort abhängen können (welche Stufe etc.).

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform verläuft die bogenförmige Strebe, in axialer Richtung betrachtet, tangential in die Verstell-Anschlussstelle. Ist dort bspw. eine Schubstange montiert, liegt diese Schubstange dann axial betrachtet bevorzugt tangential zur bogenförmigen Strebe, was eine gute Kraftkopplung erlaubt. Alternativ oder bevorzugt zusätzlich läuft die bogenförmige Strebe in bevorzugter Ausgestaltung tangential in die Stell-Anschlussstelle, generell kann die tangentiale Einkopplung bspw. hinsichtlich der eingangs erwähnten Normalkraftbelastung von Vorteil sein.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist der Hebel zusätzlich eine Querstrebe auf, die den Drehpunkt mit der bogenförmigen Strebe verbindet. Die Querstrebe kann im Allgemeinen auch schräg in die bogenförmige Strebe laufen, also unter einem Winkel kleiner 90° zu einer an die bogenförmige Strebe gelegten Tangente. Bevorzugt läuft sie jedoch parallel zur Radialrichtung in die bogenförmige Strebe, steht sie also senkrecht auf besagter Tangente. Auch die Querstrebe ist im Betrieb bevorzugt normalkraftbelastet, muss also jedenfalls keine wesentlichen Momente aufnehmen.

[0015] In bevorzugter Ausgestaltung ist die Querstrebe auf einer mittigen Drehposition zwischen den Anschlussstellen angeordnet. Generell kann es auch mehrere Querstreben geben, auch innerhalb derselben Ebene, besonders bevorzugt gibt es jedoch genau eine Querstrebe je Ebene, die weiter bevorzugt mittig angeordnet ist.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform spannen der Last- und der Kraftarm eine Ebene auf, also der erste Lastarm und der erste Kraftarm miteinander eine erste Ebene. Bevorzugt liegt auch die erste bogenförmige Strebe in der ersten Ebene, verläuft sie also nicht schräg oder verkippt dazu.

[0017] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist der Hebel einen zweiten Lastarm auf, der zum ersten Lastarm axial versetzt ist, und weist er ferner einen zweiten Kraftarm auf, der zum ersten Kraftarm axial versetzt ist. Bevorzugt können die Last- und die Kraftarme zueinander entlang der Drehachse jeweils translationssymmetrisch angeordnet sein. Vorzugsweise weist der Hebel ferner eine zweite bogenförmige Strebe auf, die eine zweite Verstell-Anschlussstelle des zweiten Lastarms mit einer zweiten Stell-Anschlussstelle des zweiten Kraftarms verbindet (und bevorzugt translationssymmetrisch zur ersten bogenförmigen Strebe ist).

[0018] In bevorzugter Ausgestaltung spannen auch der zweite Last- und Kraftarm miteinander eine (zweite) Ebene auf, in welcher bevorzugt auch die zweite bogenförmige Strebe liegt. Die erste und zweite Ebene sind axial versetzt, vorzugsweise liegen sie parallel zueinander und dabei weiter bevorzugt jeweils senkrecht zur Drehachse.

[0019] In bevorzugter Ausgestaltung ist eine Verbindungsstrebe vorgesehen, welche die bogenförmigen Streben der ersten und zweiten Ebene miteinander verbindet. Die Verbindungsstrebe kann z. B. jeweils schräg in die bogenförmigen Strebe laufen, also unter einem Winkel kleiner 90° zur jeweiligen Ebene. Bevorzugt sind eine erste und eine zweite Verbindungsstrebe vorgesehen, die sich kreuzen, z. B. axial mittig zwischen den bogenförmigen Streben und/oder auf einer mittigen Drehposition.

[0020] Die Erfindung betrifft auch eine Verstellanordnung, die zusätzlich zu dem Hebel eine Stelleinrichtung mit einer Koppelstange aufweist, die an der Stell-Anschlussstelle bzw. den Stell-Anschlussstellen montiert ist. Über die Koppelstange wird bspw. ein, bezogen auf die Längsachse der Strömungsmaschine, axialer Versatz übertragen, infolgedessen wird der Hebel um seine Drehachse verdreht. Dieser Drehversatz wird über eine an der Verstell-Anschlussstelle montierte Schubstange zur Verstellschaukel übertragen, bspw. über einen zwischengeschalteten Verstellring.

[0021] Die Koppelstange kann bspw. mit einem Aktuator betätigt werden, insbesondere einem Linearaktuator. Dabei kann sie sich über mehrere Stufen hinweg erstrecken, also an die Verstellschaukeln unterschiedlicher Stufen koppeln. Dabei kann je Stufe ein vorliegend beschriebener Hebel vorgesehen sein, der den Versatz der Koppelstange in einen Drehversatz umsetzt. Bevorzugt können dann mehrere oder sämtliche Hebel erfindungsgemäß ausgestaltet sein, also mit bogenförmiger Strebe etc.

[0022] Wie vorstehend diskutiert, ist bzw. sind die bogenförmige(n) Strebe(n) in der Verstellanordnung bevorzugt

normalkraftbelastet, was weiter bevorzugt bspw. auch für die Querstrebe bzw. -streben gilt. Infolge der Verstrebung können bspw. auch der Last- und der Kraftarm, anders als in einem Referenzfall ohne bogenförmige Strebe, im Wesentlichen normalkraftbelastet sein, also jedenfalls nicht mit größeren Momenten belastet. Infolge der "Normalkraftbelastung" treten überwiegend oder auch ausschließlich Normalkräfte auf, etwaige Schädigungsmechanismen sind dann bspw. normalkraftgetrieben, nicht durch Momente.

[0023] Die Erfindung betrifft auch ein Turbinen- oder insbesondere Verdichtermodule mit einer solchen Verstellanordnung und einer Verstellschaufel, insbesondere mehreren in einem Kranz zusammengefassten Verstellschaufeln. Generell handelt es sich bei der Verstellschaufel bevorzugt um eine Leitschaufel, ist bzw. wird diese also in einem Leitschaufelkranz (Stator) angeordnet.

[0024] Ferner betrifft die Erfindung die Verwendung eines vorliegend offenbarten Hebels für eine Strömungsmaschine, insbesondere ein Strahltriebwerk. Dabei wird der Hebel im Betrieb um seine Drehachse verdreht und wird bzw. werden infolgedessen Verstellschaufeln versetzt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0025] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels 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.

[0026] Im Einzelnen zeigt

Figur 1 eine Strömungsmaschine in einem Axialschnitt;

Figur 2 eine Verstellanordnung zum Verstellen von Verstellschaufeln in einer Übersichtsdarstellung;

Figur 3 einen erfindungsgemäßen Hebel für die Verstellanordnung gemäß Figur 2 in einer Aufsicht;

Figur 4 den Hebel gemäß Figur 3 in einer Schrägansicht;

Figur 5 den Hebel gemäß den Figuren 3 und 4 in einer Seitenansicht.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

[0027] Fig. 1 zeigt eine Strömungsmaschine 1, konkret ein Mantelstromtriebwerk, in einem Längsschnitt. Die Strömungsmaschine 1 gliedert sich funktional in Verdichter 1a, Brennkammer 1b und Turbine 1c. Sowohl der Verdichter 1a als auch die Turbine 1c sind jeweils aus mehreren Stufen aufgebaut. Jede der Stufen setzt sich aus einem Leitschaufelkranz 5 und einem Laufschaufelkranz 6 zusammen. Das Bezugszeichen 7 bezeichnet den Gaskanal, also den Verdichtergaskanal im Falle des Verdichters 1a bzw. den Heißgaskanal im Falle der Turbine 1c. Im Verdichtergaskanal wird die angesaugte Luft komprimiert, sie wird dann in der Brennkammer 1b mit hinzugemischtem Kerosin verbrannt. Das entstehende Heißgas durchströmt den Heißgaskanal und treibt dabei die Laufschaufelkränze 6 der Turbine 1c an.

[0028] Im vorliegenden Beispiel sind mehrere Leitschaufelkränze 5 des Verdichters 1a mit Verstellschaufeln 10 ausgestattet, diese lassen sich zur Anpassung des Anströmwinkels verstellen.

[0029] Fig. 2 zeigt eine zu diesem Zweck vorgesehene Verstellanordnung 20, die u.a. einen Hebel 21 aufweist. Ein Lastarm 22 des Hebels 21 ist in einer Verstell-Anschlussstelle 32 an die Verstellschaufeln der jeweiligen Stufe gekoppelt, und zwar über eine Schubstange 25, die einen Versatz des Hebels 21 in einen Drehversatz eines Verstellrings 26 umsetzt. Der Verstellring 26 erstreckt sich umlaufend um die Längsachse der Strömungsmaschine 2 (hier nicht im Einzelnen dargestellt) und überträgt den Versatz dann auf jede einzelne Verstellschaufel des jeweiligen Kranzes.

[0030] Auf den Hebel 21 wird der Versatz mit einer Koppelstange 27 übertragen, die Teil einer Stelleinrichtung 28 mit einem Aktuator 29 ist. Die Koppelstange 27 koppelt an einen Kraftarm 23 des Hebels 21, sie ist dort an einer Stell-Anschlussstelle 33 montiert. An einem Drehpunkt 34 ist der Hebel 21 um eine Drehachse 35 drehbar gelagert.

[0031] Fig. 3 zeigt einen erfindungsgemäßen Hebel 21 in einer Aufsicht, nämlich bezogen auf die Drehachse 35 axial darauf blickend. Zu erkennen sind ferner ein erster Kraftarm 23.1 mit einer ersten Stell-Anschlussstelle 33.1 sowie ein erster Lastarm 22.1 mit einer ersten Verstell-Anschlussstelle 32.1. An Letzterer wird die Schubstange montiert, hier der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt. Die Anschlussstellen 32.1, 33.1 sind dabei zusätzlich über eine erste Strebe 41 miteinander verbunden, die sich bogenförmig um die Drehachse 35 erstreckt und tangential in die Anschlussstellen 32.1, 33.1 läuft. Die bogenförmige erste Strebe 41 reduziert die Drehmomente, es werden im Wesentlichen nur Normalkräfte ein- bzw. weitergeleitet. Dies ist hinsichtlich des mechanischen Spannungsniveaus insgesamt von Vorteil, weswegen der Hebel 21 gewichtsreduziert ausgeführt werden kann, vgl. die Beschreibungseinleitung im Detail.

[0032] In der Aufsicht ist ferner eine erste Querstrebe 51 zu erkennen, die den Drehpunkt 34 mit der ersten bogen-

förmigen Strebe 41 verbindet und dabei radial liegt. Die erste Querstrebe 51 stützt die erste bogenförmige Strebe 41 gewissermaßen ab, wobei sie ebenfalls im Wesentlichen nur normalkraftbelastet ist.

[0033] Fig. 4 zeigt den Hebel 21 in einer Schrägansicht, wobei die anhand von Figur 3 beschriebenen Bestandteile in einer ersten Ebene 61 liegen (Ebene gezeigt in Figur 5). Axial versetzt dazu gibt es eine zweite Ebene 62 (vgl. ebenfalls Figur 5), in der ein zweiter Lastarm 22.2 mit einer zweiten Verstell-Anschlussstelle 32.2 und ein zweiter Kraftarm 23.2 mit einer zweiten Stell-Anschlussstelle 33.2 angeordnet sind. Ferner gibt es eine zweite bogenförmige Strebe 42, welche die zweiten Anschlussstellen 32.2, 33.2 miteinander verbindet. Die zweite bogenförmige Strebe 42 ist dabei über eine zweite Querstrebe 52 mit dem Drehpunkt 34 verbunden.

[0034] Fig. 5 zeigt den Hebel 21 in einer Seitenansicht, bezogen auf die Drehachse 35 radial darauf blickend. Zu erkennen sind die erste und die zweite bogenförmige Strebe 41, 42, sowie die jeweilige Ebene 61, 62. Zu erkennen sind ferner eine erste und eine zweite Verbindungsstrebe 71, 72 (der Übersichtlichkeit halber nicht gezeigt in Fig. 4), welche jeweils die erste und zweite bogenförmige Strebe 41, 42 miteinander verbinden. Die Verbindungsstreben 71, 72 kreuzen sich, axial und auch bezogen auf eine Drehposition mittig.

BEZUGSZEICHENLISTE

Strömungsmaschine (Mantelstromtriebwerk)	1
Verdichter	1a
Brennkammer	1b
Turbine	1c
Längsachse der Strömungsmaschine	2
Leitschaufelkranz	5
Laufschaukelkranz	6
Gaskanal	7
Verstellschaufeln	10
Verstellanordnung	20
Hebel	21
Lastarm	22
Erster Lastarm	22.1
Zweiter Lastarm	22.2
Kraftarm	23
Erster Kraftarm	23.1
Zweiter Kraftarm	23.2
Schubstange	25
Verstellring	26
Koppelstange	27
Stelleinrichtung	28
Aktuator	29
Verstell-Anschlussstelle	32
Erste Verstell-Anschlussstelle	32.1
Zweite Verstell-Anschlussstelle	32.2
Stell-Anschlussstelle	33
Erste Stell-Anschlussstelle	33.1
Zweite Stell-Anschlussstelle	33.2
Drehpunkt	34
Drehachse	35
Erste bogenförmige Strebe	41
Zweite bogenförmige Strebe	42
Erste Querstrebe	51
Zweite Querstrebe	52
Ersten Ebene	61
Zweite Ebene	62
Erste Verbindungsstrebe	71
Zweite Verbindungsstrebe	72

Patentansprüche

1. Hebel (21) zum Verstellen einer Verstellschaufel (10) einer Strömungsmaschine (1),

wobei der Hebel (21) einen Drehpunkt (34) zum drehbaren Lagern des Hebels (21) um eine Drehachse (35), einen ersten Lastarm (22.1) mit einer ersten Verstell-Anschlussstelle (32.1) zum zumindest indirekten Verbinden mit der Verstellschaufel (10) und einen ersten Kraftarm (23.1) mit einer ersten Stell-Anschlussstelle (33.1) zum Verbinden mit einer Stelleinrichtung (28) aufweist, wobei der Hebel (21) ferner eine erste Strebe (41) aufweist, welche

- die erste Verstell- und die erste Stell-Anschlussstelle (32.1, 33.1) miteinander verbindet, und
- sich dabei bogenförmig um die Drehachse (35) erstreckt.

2. Hebel (21) nach Anspruch 1, bei welchem die erste bogenförmige Strebe (41), in bezogen auf die Drehachse (35) axialer Richtung betrachtet, tangential in die erste Verstell-Anschlussstelle (32.1) läuft.

3. Hebel (21) nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem die erste bogenförmige Strebe (41), in bezogen auf die Drehachse (35) axialer Richtung betrachtet, tangential in die erste Stell-Anschlussstelle (33.1) läuft.

4. Hebel (21) nach einem der vorstehenden Ansprüche, welcher zusätzlich eine erste Querstrebe (51) aufweist, die den Drehpunkt (34) und die erste bogenförmige Strebe (41) miteinander verbindet.

5. Hebel (21) nach Anspruch 4, bei welchem die erste Querstrebe (51) bezogen auf die Drehachse (35) radial in die erste bogenförmige Strebe (41) läuft.

6. Hebel (21) nach Anspruch 4 oder 5, bei welchem die erste Querstrebe (51) auf einer bezogen auf die Drehachse (35) mittigen Drehposition zwischen der ersten Verstell- und der ersten Stell-Anschlussstelle (32.1, 33.1) liegt.

7. Hebel (21) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem der erste Lastarm (22.1) und der erste Kraftarm (23.1) in einer ersten Ebene (61) liegen.

8. Hebel (21) nach einem der vorstehenden Ansprüche, welcher zusätzlich einen zweiten Lastarm (22.2) mit einer zweiten Verstell-Anschlussstelle (32.2) zum zumindest indirekten Verbinden mit der Verstellschaufel (10), einen zweiten Kraftarm (23.2) mit einer zweiten Stell-Anschlussstelle (33.2) zum Verbinden mit der Stelleinrichtung (28), sowie eine zweite sich bogenförmig um die Drehachse (35) erstreckende Strebe (42) aufweist, welche die zweite Verstell- und zweite Stell-Anschlussstelle (32.2, 33.2) miteinander verbindet.

9. Hebel (21) nach den Ansprüchen 7 und 8, bei welchem der zweite Lastarm (22.2) und der zweite Kraftarm (23.2) in einer zweiten Ebene (62) liegen, die bezogen auf die Drehachse (35) axial versetzt und parallel zu der ersten Ebene (61) liegt.

10. Hebel (21) nach Anspruch 8 oder 9, welcher zusätzlich eine erste Verbindungsstrebe (71) aufweist, welche die erste und die zweite bogenförmige Strebe (41, 42) miteinander verbindet.

11. Hebel (21) nach Anspruch 10, bei welchem zusätzlich eine zweite Verbindungsstrebe (72) aufweist, welche die erste und die zweite bogenförmige Strebe (41, 42) miteinander verbindet und die erste Verbindungsstrebe (71) kreuzt.

12. Verstellanordnung (20) zum Verstellen einer Verstellschaufel (10) einer Strömungsmaschine (1), mit

einem Hebel (21) nach einem der vorstehenden Ansprüche, einer Schubstange (25), die an der ersten Verstell-Anschlussstelle (32.1) montiert ist, und einer Koppelstange (27), die an der ersten Stell-Anschlussstelle (33.1) montiert ist, wobei ein Versatz der Koppelstange (27) über den Hebel in einen Versatz der Schubstange (25) und der Versatz der Schubstange (25) in ein Verstellen der Verstellschaufel (10) umgesetzt wird.

13. Verstellanordnung (20) nach Anspruch 12, bei welcher die erste bogenförmige Strebe (41) ausschließlich normal-kraftbelastet ist.

EP 4 230 846 A1

14. Verdichter- oder Turbinenmodul mit einer Verstellanordnung (20) nach Anspruch 12 oder 13 und einer verstellbaren Verstellschaufel (10).
15. Verwendung eines Hebels (21) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 für eine Strömungsmaschine (1), insbesondere ein Strahltriebwerk.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

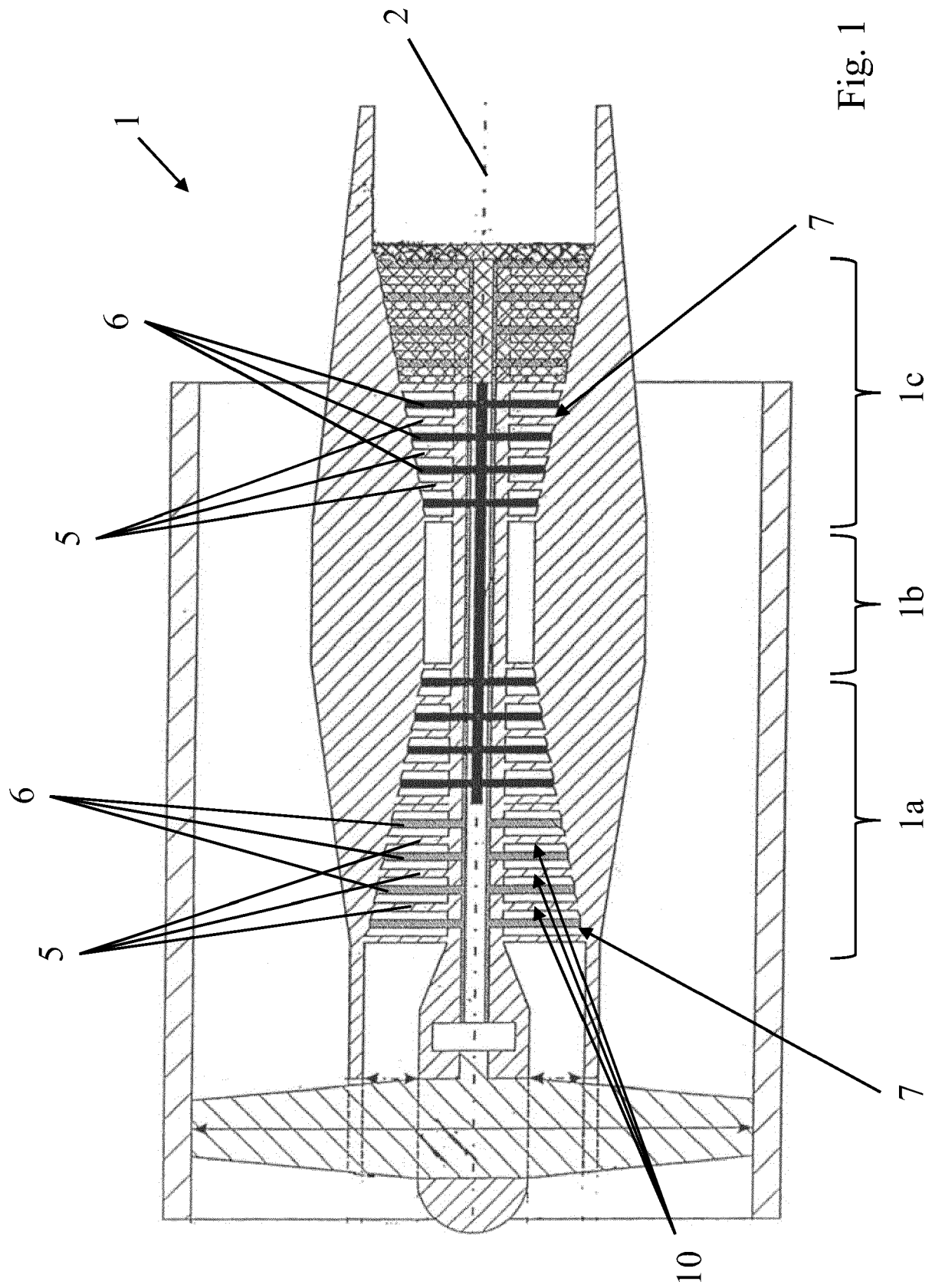


Fig. 1

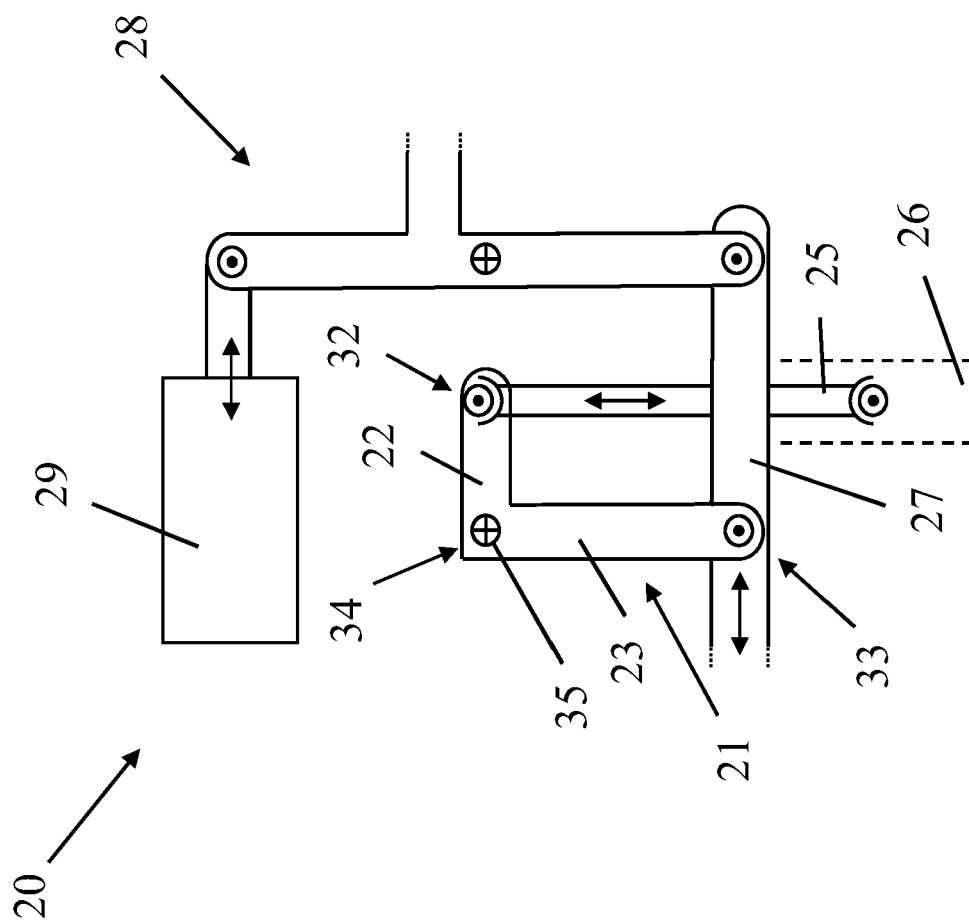


Fig. 2

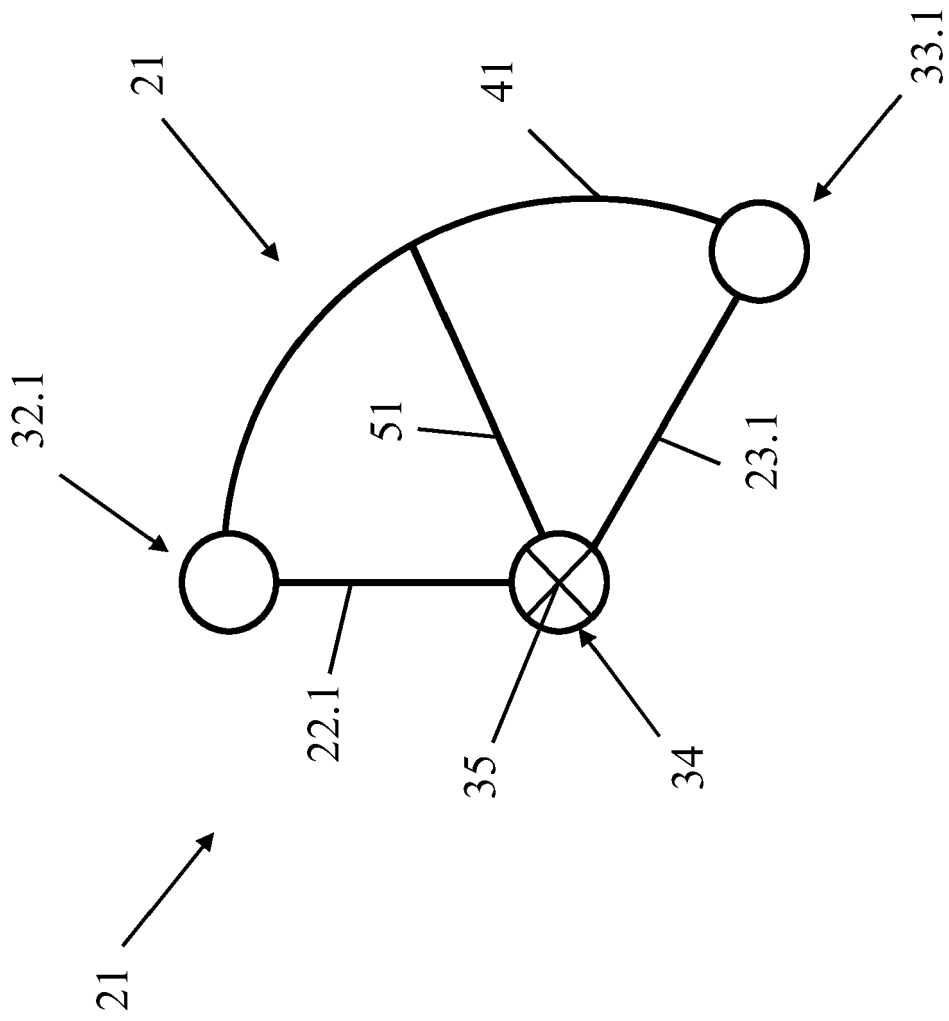


Fig. 3

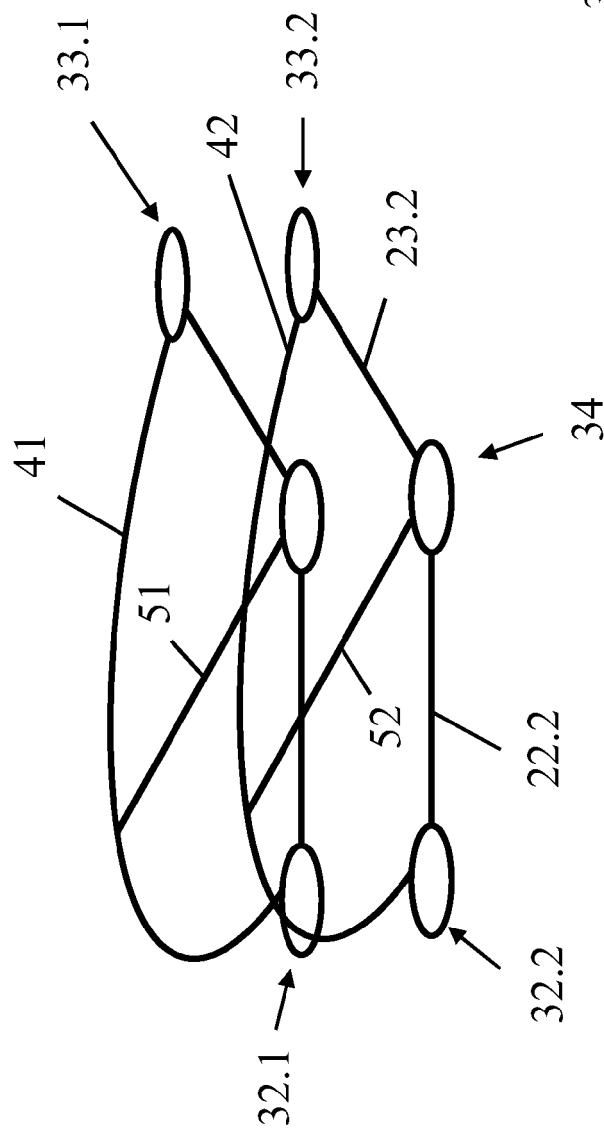


Fig. 4

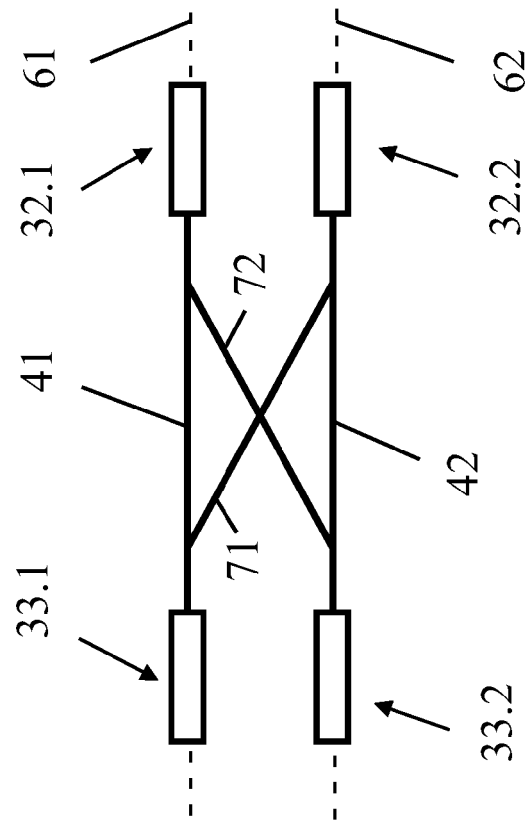


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 15 2304

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)
A	US 2006/263206 A1 (BOURU MICHEL A [FR]) 23. November 2006 (2006-11-23) * Absatz [0021] - Absatz [0041]; Abbildungen *	1-15	INV. F01D17/16 F04D29/56
A	US 4 295 784 A (MANNING FRANK B) 20. Oktober 1981 (1981-10-20) * das ganze Dokument *	1-15	
A	US 5 692 879 A (CHARBONNEL JEAN-LOUIS [FR]) 2. Dezember 1997 (1997-12-02) * das ganze Dokument *	1-15	
A	US 2010/080684 A1 (COLOTTE BAPTISTE BENOIT [FR] ET AL) 1. April 2010 (2010-04-01) * das ganze Dokument *	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 14. Juli 2023	Prüfer Teissier, Damien
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 23 15 2304

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

14-07-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2006263206 A1	23-11-2006	CA 2547026 A1	17-11-2006
		EP 1724472 A2	22-11-2006
		FR 2885969 A1	24-11-2006
		JP 4773876 B2	14-09-2011
		JP 2006322457 A	30-11-2006
		US 2006263206 A1	23-11-2006
US 4295784 A	20-10-1981	KEINE	
US 5692879 A	02-12-1997	DE 69614794 T2	23-05-2002
		EP 0765992 A1	02-04-1997
		FR 2739137 A1	28-03-1997
		US 5692879 A	02-12-1997
US 2010080684 A1	01-04-2010	FR 2936565 A1	02-04-2010
		US 2010080684 A1	01-04-2010

EPO FORM P0461

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