



(10) **DE 10 2019 123 725 B4** 2022.04.28

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 123 725.4**

(22) Anmeldetag: **04.09.2019**

(43) Offenlegungstag: **04.03.2021**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **28.04.2022**

(51) Int Cl.: **B64C 27/12 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
FlyNow Aviation GmbH, Salzburg, AT

(74) Vertreter:
**Prinz & Partner mbB Patentanwälte
Rechtsanwälte, 80335 München, DE**

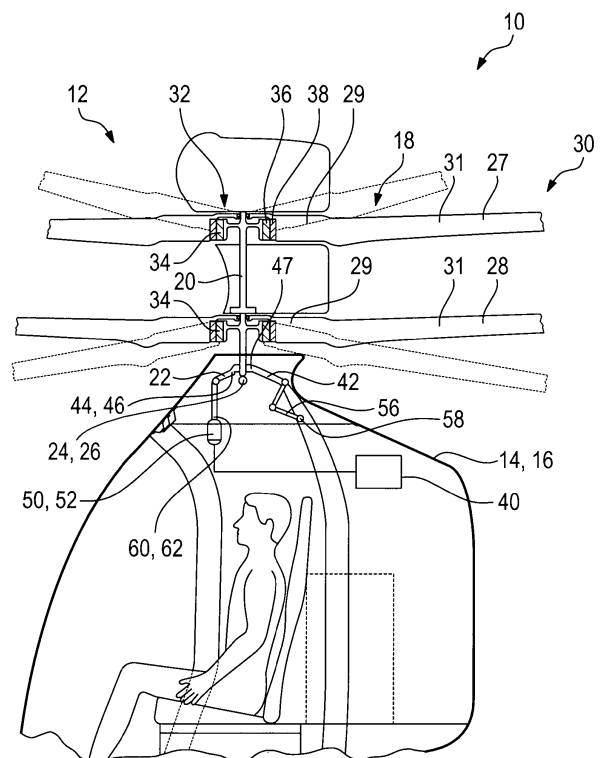
(72) Erfinder:
Greil, Jürgen, Obernberg am Inn, AT

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	32 36 027	A1
DE	10 2016 206 551	A1
GB	2 375 090	A
GB	2 436 258	A
US	2009 / 0 261 209	A1
US	2013 / 0 214 087	A1

(54) Bezeichnung: **Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit für ein Fluggerät und Fluggerät**

(57) Hauptanspruch: Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit (12) für ein Fluggerät (10), insbesondere ein senkrecht startendes und landendes Fluggerät (10), mit einem Mast (20), einer Verstellvorrichtung (22) für den Mast (20) und wenigstens einer Propellereinheit (18) mit wenigstens einem am Mast (20) rotierbar gelagerten Propeller (27, 28), wobei die Verstellvorrichtung (22) am Mast (20) gelagert und derart ausgebildet ist, dass sie den Mast (20) in Bezug zu einem Drehlagerpunkt (24) kippen und/oder schwenken kann, wobei die Verstellvorrichtung (22) mittels eines Gleitlagers am Mast (20) gelagert ist, sodass die Verstellvorrichtung (22) beim Verkippen und/oder Verschwenken des Mastes (20) an diesem entlang gleitet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit für ein Fluggerät, insbesondere ein senkrecht startendes und landendes Fluggerät, und ein Fluggerät mit einer Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit.

[0002] Senkrecht startende und landende Fluggeräte werden üblicherweise als Hubschrauber bezeichnet. In Zusammenhang mit senkrecht startenden und landenden Fluggeräten spricht man auch von „Vertical Take-off and Landing“.

[0003] Derartige Fluggeräte umfassen normalerweise mindestens einen Propeller, der an einer Oberseite des Fluggeräts angebracht ist und einen Auftrieb erzeugt. Der Auftrieb wird insbesondere dadurch erzeugt, dass große Mengen Luft mit relativ moderater Geschwindigkeit nach unten beschleunigt werden. Zusätzlich erzeugen die insbesondere profilierten Propellerblätter des mindestens einen Propellers Auftrieb durch einen Unterdruck an der Oberseite des umströmten Propellerblatts.

[0004] Um ein bei der Rotation der Auftriebspropeller entstehendes Drehmoment auszugleichen, ist üblicherweise ein zusätzlicher Propeller vorhanden, der an einem Heckausleger angebracht und gegenüber dem Auftrieb erzeugenden Propeller um 90° um eine Längsachse gekippt ist. Dieser zusätzliche Propeller erzeugt einen Schub, derart, dass über die Hebelwirkung des Heckauslegers ein entsprechendes Gegenmoment erzeugt werden kann.

[0005] Derartige Fluggeräte sind jedoch relativ groß und erfordern aufwendige Getriebe.

[0006] Es sind auch senkrecht startende und landende Fluggeräte bekannt, die mittels schwenkbarer Schubdüsen einen Auftrieb erzeugen, sowie koaxiale Konzepte, die zur Erzeugung des erforderlichen Schubs mehrere kleinere koaxial angeordnete Antriebseinheiten umfassen, zum Beispiel an symmetrisch angeordneten Auslegern, wie es beispielsweise bei Drohnen der Fall ist. Solche Konzepte sind jedoch mit Effizienzverlusten und einer hohen Lärmentwicklung verbunden.

[0007] Einachsige, relativ große koaxiale Propellersysteme stellen für senkrecht startende und landende Fluggeräte in der Regel die effizienteste und leiseste Lösung dar.

[0008] Aufgrund der Komplexität der Propellerkopfk kinematik sind konventionell betriebene Koaxialsysteme aber sehr aufwendig im Hinblick auf Konstruktion, Aufbau und Wartung und damit deutlich kostenintensiver als Systeme mit einem Heckausleger und einem zusätzlichen Propeller.

[0009] Die DE 10 2016 206 551 A1 offenbart ein Fluggerät mit einer Zelle und einer Antriebseinrichtung, die eine Rotoranordnung hat, wobei eine Rotorachse der Rotoranordnung beweglich mit der Zelle verbunden ist.

[0010] Die GB 2 375 090 A offenbart eine dreieckige Stützstruktur für ein Fluggerät, an der ein Mast befestigt ist. Die Stützstruktur ist an ihren Eckpunkten gelenkig gelagert, wobei Aktoren vorgesehen sind, um die Stützstruktur zu verkippen und dadurch das Fluggerät zu steuern.

[0011] Die DE 32 36 027 A1 beschreibt einen Hubschrauber mit zwei oberhalb der Zelle angeordneten, gegenläufigen Rotoren, wobei ein Antrieb zwischen den Rotoren angeordnet und mit diesen als Einheit über ein Rohr kardanisches verschwenkbar ist.

[0012] Die US 2013/0214087 A1 offenbart ein Fluggerät mit einer Rotoreinheit. Die Rotoreinheit ist an einem schwenkbar gelagerten Mast gelagert.

[0013] Die GB 2 436 258 A offenbart eine Vorrichtung zur Ausrichtung eines Rotorkopfes eines Fluggeräts, wobei der Rotorkopf relativ zu einer Kabine schwenkbar ist.

[0014] Die US 2009/0261209 A1 offenbart ein Fluggerät, wobei Propeller des Fluggeräts innerhalb von schwenkbar gelagerten Ringen angeordnet sind. Die Propeller sind dabei an einem Mittelteil gelagert, das über Streben mit einer Innenwandung der Ringe verbunden ist.

[0015] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, eine Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit für ein Fluggerät bereitzustellen, insbesondere für ein senkrecht startendes und landendes Fluggerät, die koaxial angetrieben ist, die eine besonders kompakte Bauweise hat und die möglichst kostengünstig ist.

[0016] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit für ein Fluggerät, insbesondere ein senkrecht startendes und landendes Fluggerät, mit einem Mast, einer Verstellvorrichtung für den Mast und wenigstens einer Propellereinheit mit wenigstens einem am Mast rotierbar gelagerten Propeller, wobei die Verstellvorrichtung am Mast gelagert und derart ausgebildet ist, dass sie den Mast in Bezug zu einem Drehlagerpunkt kippen und/oder schwenken kann, wobei die Verstellvorrichtung mittels eines Gleitlagers am Mast gelagert, sodass die Verstellvorrichtung beim Verkippen und/oder Verschwenken des Mastes an diesem entlang gleitet.

[0017] Mittels einer derart ausgebildeten Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit lässt sich auf einfache

Weise eine sogenannte Kippkopfsteuerung für ein Fluggerät realisieren.

[0018] Die Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit ist insbesondere eine Einheit, die gleichzeitig den Auftrieb erzeugt und zur Steuerung des Fluggeräts dient. Dies trägt dazu bei, dass die Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit besonders kompakt ausgebildet sein kann. Anders ausgedrückt müssen zur Steuerung keine separaten Elemente bereitgestellt werden, da die Auftrieb erzeugenden Elemente auch zur Steuerung genutzt werden können.

[0019] Durch die kompakte Bauweise und den einfachen Aufbau ist die Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit im Vergleich zu anderen bekannten Systemen besonders kostengünstig und wartungsarm.

[0020] Darüber hinaus zeichnet sich die Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit durch eine hohe Effizienz und eine geringe Geräuscentwicklung aus.

[0021] Die Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit ist somit besonders für Fluggeräte geeignet, die in hoher Stückzahl gefertigt werden und die für eine ländliche ebenso wie für eine urbane Umgebung geeignet sind. Dadurch ist es möglich, Fluggeräte, insbesondere Flugtaxi, zu produzieren, die für eine breite Masse zugänglich sind.

[0022] Durch die kipp- und/oder schwenkbare Lagerung des Mastes kann eine besonders gute Manövrierfähigkeit ohne aufwendiges Getriebe oder Mechanik erreicht werden. Insbesondere kann auf Verstellmechanismen zur Änderung des Anstellwinkels der Propeller verzichtet werden, da das Fluggerät allein durch eine Drehzahländerung und Neigen des Mastes gesteuert werden kann.

[0023] Durch das Kippen und/oder Schwenken des Mastes kann die Propellereinheit derart eingestellt werden, dass eine gewünschte Flugrichtung erreicht werden kann.

[0024] Bei den Propellern handelt es sich vorzugsweise um sogenannte Fixed-Pitch Propeller, das heißt, die Propeller haben einen festgelegten kollektiven Anstellwinkel. Eine Auf- und Abtriebssteuerung kann somit über eine Drehzahländerung erfolgen.

[0025] Die Propeller zur Erzeugung des Auftriebs werden in Zusammenhang mit Hubschraubern üblicherweise als Rotoren bezeichnet. Im Rahmen dieser Erfindung wird jedoch die Bezeichnung „Propeller“ auch für auftriebserzeugende Rotoren verwendet, um eine klare Unterscheidung gegenüber den als „Rotoren“ bezeichneten Bauteilen von Elektromotoren zu erreichen.

[0026] Gemäß einer Ausführungsform kann die Propellereinheit wenigstens zwei Propeller aufweisen, die insbesondere koaxial zueinander gelagert sind. Die koaxial gelagerten Propeller bilden insbesondere einen Doppelpropeller. Die Verwendung von mindestens zwei Propellern hat den Vorteil, dass die Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit einen ausreichend großen Auftrieb erzeugen kann, um ein Fluggerät zügig vom Boden abzuheben. Zudem kann durch die Verwendung von mindestens zwei Propellern ein Fluggerät während eines Fluges besonders stabil in der Luft gehalten sein.

[0027] Der Mast kann zur einfachen Lagerung von zwei übereinander liegenden Propellern abgestuft sein, insbesondere zweifach abgestuft. Die Propeller können dadurch mit einem Nabenkörper, der integraler Bestandteil des Propellers sein kann, auf den Stufen des Mastes aufliegen. Auf diese Weise kann zum einen eine exakte Positionierung der einzelnen Propeller und zum anderen eine einfache Befestigung der Propellereinheit erreicht werden.

[0028] Der Mast ist vorzugsweise hohl ausgeführt, insbesondere ist der Mast eine Hohlstange. Dadurch ist eine Leitungszuführung zur Propellereinheit durch den Mast möglich, insbesondere zum Zweck des Antriebs des Propellers. Somit trägt die hohle Ausführung des Mastes ebenfalls zur kompakten Bauweise der Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit bei. Zudem dient der hohle Mast als Gehäuse für die Leitungen, sodass diese geschützt untergebracht sind.

[0029] Die Verstellvorrichtung kann mehrere, insbesondere drei Beine aufweisen, die sich vom Mast aus radial nach außen erstrecken. Auf diese Weise kann die Verstellvorrichtung eine stabile Abstützung des Mastes gewährleisten. Zudem kann ein Kippmoment bei der Auslenkung des Mastes aus der Vertikalen aufgenommen werden.

[0030] Zur besonders guten Aufnahme des Kippmoments kann die Verstellvorrichtung den Mast umschließen, insbesondere wobei die Verstellvorrichtung am Mast gelenkig gelagert ist.

[0031] Die Verstellvorrichtung weist beispielsweise ein erstes Bein, ein zweites Bein und ein drittes Bein auf, wobei das erste Bein eine Längsachse definiert, wobei in Draufsicht auf die Verstellvorrichtung das zweite und das dritte Bein auf verschiedenen Seiten der Längsachse im gleichen Winkel zum ersten Bein angeordnet sind, insbesondere wobei der Winkel 120° beträgt. Die Verstellvorrichtung ist somit in einer Draufsicht betrachtet symmetrisch ausgebildet. Durch die Anordnung des zweiten und dritten Beins seitlich der Längsachse kann ein Verkippen und/oder Verschwenken des Mastes beziehungsweise der Propellereinheit nach vorne, nach hinten und/oder nach links beziehungsweise rechts

erfolgen. Auf diese Weise kann das Fluggerät ausgehend von einer aktuellen Position in nahezu jede Richtung gelenkt werden.

[0032] Die Längsachse verläuft vorzugsweise durch den Mast, insbesondere wobei die Längsachse geneigt zum Mast oder senkrecht zum Mast verläuft.

[0033] Gemäß einer Ausführungsform weist die Verstellvorrichtung wenigstens einen Aktuator auf, insbesondere wobei der wenigstens eine Aktuator an einem der Beine an einem vom Mast beabstandeten Punkt befestigt ist. Der Aktuator dient insbesondere dazu, die Verstellvorrichtung zu verkippen und/oder zu verschwenken und damit gleichzeitig den Mast zu verkippen beziehungsweise zu verschwenken, und zwar indem mindestens eines der Beine mittels des Aktuators angehoben oder abgesenkt wird. Zu diesem Zweck ist der Aktuator vorzugsweise längenverstellbar. Beispielsweise ist der Aktuator ein Stellmotor.

[0034] Ein vom Mast beabstandeter Punkt ist zum Beispiel am vom Mast abgewandten Ende des Beins angeordnet.

[0035] Vorzugsweise weist die Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit zwei Aktuatoren auf, wobei einer der Aktuatoren am zweiten Bein und einer der Aktuatoren am dritten Bein befestigt ist, insbesondere wobei die Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit ein drehsteifes Verbindungselement, insbesondere ein Scherengelenk aufweist, das an einem vom Mast beabstandeten Punkt am ersten Bein befestigt ist.

[0036] Das drehsteife Verbindungselement kann eine Rotation des gelenkig gelagerten Mastes verhindern und gleichzeitig das Anheben beziehungsweise Absenken der Verstellvorrichtung durch die Aktuatoren ausgleichen.

[0037] Die beiden Aktuatoren können dabei unabhängig voneinander ansteuerbar sein. Auf diese Weise kann eine Neigung der Propellereinheit besonders flexibel eingestellt werden, sodass ein Fluggerät mit einer entsprechenden Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit besonders flexibel manövriert werden kann. Insbesondere kann auf diese Weise eine gute Manövrierfähigkeit auf engem Raum erreicht werden, sodass sich die Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit besonders gut für Fluggeräte eignet, die in urbanem Umfeld eingesetzt werden, wo häufig beengte Platzverhältnisse herrschen.

[0038] Gemäß einer Ausführungsform weist die Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit eine elektrische Antriebseinheit auf. Dadurch lässt sich die Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit besonders leise betreiben. Zudem verursacht ein elektrischer Antrieb im Betrieb keine Emissionen, was ebenfalls vorteilhaft

im Hinblick auf den Einsatz in urbanen Ballungszentren ist.

[0039] Die elektrische Antriebseinheit kann mindestens einen Elektromotor umfassen, der als Außenläufer ausgeführt ist, insbesondere wobei ein Stator des Elektromotors fest mit dem Mast verbunden ist und/oder ein rotierender Außenläufer des Elektromotors integraler Bestandteil des Propellers ist. Vorzugsweise ist der Außenläufer mit dem anzutreibenden Propellerblatt als Einheit fest verbunden.

[0040] Ein Elektromotor eignet sich besonders gut zum Antrieb eines Propellers, da die Rotation des Rotors unmittelbar auf den Propeller übertragen werden kann. Ein Getriebe oder eine sonstige Übersetzungsmechanik ist somit nicht notwendig. Zudem kann durch die integrale Bauweise eine separate Antriebswelle entfallen. Darüber hinaus kann durch die integrale Bauweise die Propellereinheit besonders kompakt ausgebildet sein.

[0041] Bei einer Propellereinheit mit mehreren Propellern, insbesondere bei einem Doppelpropeller, kann ein Elektromotor pro Propeller vorgesehen sein.

[0042] Die elektrischen Leitungen, die zur Stromversorgung der elektrischen Antriebseinheit, genauer gesagt des Stators dienen, können durch den hohl ausgeführten Mast verlaufen.

[0043] Die Aufgabe wird des weiteren erfindungsgemäß gelöst durch ein Fluggerät, insbesondere ein senkrecht startendes und landendes Fluggerät, mit einer Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit, die wie vorhergehend beschrieben ausgebildet ist, und einem Träger für die Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit, wobei die Verstellvorrichtung am Träger fixiert ist und derart ausgebildet ist, dass sie den Mast in Bezug zum Träger kippen und/oder schwenken kann.

[0044] Ein derartiges Fluggerät lässt sich auch bei beengten Platzverhältnissen gut manövrieren.

[0045] Die zur Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit genannten Vorteile und Merkmale gelten gleichermaßen für das Fluggerät und umgekehrt.

[0046] Bei dem Fluggerät kann es sich um ein teilautonom fliegendes Fluggerät, insbesondere um ein einsitziges oder mehrsitziges Fluggerät handeln. Beispielsweise kann das Fluggerät zum Transport von Personen und/oder Gütern dienen.

[0047] Der Mast ist beispielsweise am Träger im Drehlagerpunkt abgestützt, insbesondere mittels eines Kugelgelenks. Auf diese Weise ist die Lagerung des Mastes und somit auch die Lagerung der

Propellereinheit an dem Fluggerät auf einfache Weise realisiert. Ein Kugelgelenk ermöglicht dabei ein Verkippen und/oder Verschwenken des Mastes und kann gleichzeitig zur Halterung des Mastes beitragen.

[0048] Der Mast, der mindestens eine Stator und die Leistungselektronikeinheit können zusammen eine drehfest am Träger montierte Einheit bilden.

[0049] Die Verstellvorrichtung ist beispielsweise zwischen dem Drehlagerpunkt und der Propellereinheit am Mast angeordnet. Durch einen gewissen Mindestabstand der Verstellvorrichtung zum Drehlagerpunkt können die erforderlichen Kräfte zum Verkippen und/oder Verschwenken des Mastes gering gehalten werden, da durch den Abstand eine Hebelwirkung vorhanden ist, die das Verkippen und/oder Verschwenken des Mastes erleichtert.

[0050] Gemäß einer Ausführungsform weist das Fluggerät eine Kabine auf, wobei die Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit oberhalb der Kabine angeordnet ist, insbesondere wobei die Kabine den Träger bildet. Auf einen separaten Träger kann somit verzichtet werden.

[0051] Der Mast kann folglich komplett außerhalb der Kabine gelagert sein.

[0052] Am Träger können mehrere, insbesondere drei Montagepunkte vorgesehen sein, wobei jedem Montagepunkt ein Bein der Verstellvorrichtung zugeordnet ist, insbesondere wobei das erste Bein mittels des drehsteifen Verbindungselements am ersten Montagepunkt befestigt ist und/oder das zweite und dritte Bein mittels des entsprechenden Aktuators am zweiten bzw. dritten Montagepunkt befestigt sind. Durch die Befestigung des ersten Beins mittels eines drehsteifen Verbindungselements ist die Verstellvorrichtung selbst ebenfalls drehfest an dem Träger, insbesondere an der Kabine gelagert. Die Befestigung des zweiten und/oder dritten Beins mittels entsprechender Aktuatoren ermöglicht ein Verkippen der Verstellvorrichtung, und zwar indem die einzelnen Beine der Verstellvorrichtung angehoben oder abgesenkt werden.

[0053] Zwei der Montagepunkte, insbesondere der zweite und der dritte Montagepunkt, befinden sich beispielsweise in einer Frontansicht betrachtet links und rechts vor dem Mast und der erste Montagepunkt ist insbesondere direkt hinter dem Mast angeordnet. Der dritte Montagepunkt befindet sich beispielsweise in der Symmetrieebene des Fluggeräts.

[0054] Gemäß einer Ausführungsform weist das Fluggerät ein Fluglagekontrollsystem auf, welches zur Ansteuerung der Verstellvorrichtung der Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit eingerichtet ist,

insbesondere zu Ansteuerung des wenigstens einen Aktuators. Das Fluglagekontrollsystem kann somit dazu dienen, eine Neigung des Mastes beziehungsweise der Propellereinheit einzustellen, um das Fluggerät zu steuern. Anders ausgedrückt wird eine Kippbewegung der gesamten Mastkonstruktion beziehungsweise der Propellereinheit erreicht

[0055] Insbesondere dient das Fluglagekontrollsystem zum Anheben oder Absenken der Beine der Verstellvorrichtung.

[0056] Ein erster, insbesondere oben angeordneter Propeller kann gegenüber einem zweiten, insbesondere unten angeordneten Propeller einen größeren Durchmesser aufweisen. Dadurch können Verwirbelungen und Strömungsungleichförmigkeiten, die von den rotierenden Blattspitzen des oberen Propellers erzeugt werden und aufgrund der Auftriebserzeugung nach unten in Richtung der unten liegenden Propellerebene abfließen, nicht mit den Propellern der unteren Ebene aerodynamisch interagieren, sondern auf einer im Radius gegenüber dem unteren Propeller vergrößerten Kreisbahn den unteren Propeller passieren.

[0057] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und aus den beigefügten Zeichnungen, auf die Bezug genommen wird. In den Zeichnungen zeigen:

- **Fig. 1** ein erfindungsgemäßes Fluggerät mit einer erfindungsgemäßen Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit,
- **Fig. 2** einen Schnitt durch ein Fluggerät gemäß **Fig. 1** im Bereich einer Verstellvorrichtung,
- **Fig. 3** einen Schnitt durch das Fluggerät entlang der Linie A-A in **Fig. 2**,
- **Fig. 4** schematisch einen Querschnitt durch das Fluggerät auf Höhe eines Propellers, und
- **Fig. 5** eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit.

[0058] **Fig. 1** zeigt ein Fluggerät 10 mit einer Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit 12 und einem Träger 14 für die Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit 12 in einer Schnittdarstellung. Der Träger 14 ist vorzugsweise durch eine Kabine 16 des Fluggeräts 10 gebildet.

[0059] Bei dem Fluggerät 10 handelt es sich zum Beispiel um ein senkrecht startendes und landendes Fluggerät 10, wobei das Fluggerät 10 in der gezeigten Ausführungsform ein einsitziges Fluggerät 10 ist. Alternativ kann das Fluggerät 10 auch mehrsitzig sein oder ausschließlich zum Transport von Gütern vorgesehen sein und folglich keinen Sitz umfassen.

[0060] Die Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit 12 umfasst eine Propellereinheit 18, einen Mast 20, eine Verstellvorrichtung 22 für den Mast 20 sowie eine Antriebseinheit 32.

[0061] Vorzugsweise ist die komplette Antriebs- und Flugsteuerungseinheit 12 oberhalb der Kabine 16 angeordnet, wie es in der veranschaulichten Ausführungsform dargestellt ist.

[0062] Der Mast 20 ist hohl ausgeführt, insbesondere ist der Mast 20 eine Hohlstange. Dies ist besonders deutlich in **Fig. 2** veranschaulicht, die einen Schnitt durch das Fluggerät 10 darstellt, insbesondere im Bereich der Propellereinheit und Verstellvorrichtung 22.

[0063] Der Mast 20 ist am Träger 14 in einem Drehlagerpunkt 24 abgestützt, insbesondere mittels eines Kugelgelenks 26. Insbesondere ist der Mast 20 gegenüber dem Träger 14 beziehungsweise gegenüber der Kabine 16 kipp- und/oder schwenkbar gelagert.

[0064] Die Propellereinheit 18 umfasst wenigstens einen am Mast 20 rotierbar gelagerten Propeller 27, 28. In der dargestellten Ausführungsform umfasst die Propellereinheit 18 zwei Propeller 27, 28, die insbesondere koaxial zueinander gelagert sind. Die beiden Propeller 27, 28 bilden zusammen einen koaxialen Doppelpropeller 30.

[0065] Ein erster, insbesondere oberer Propeller 27 kann dabei gegenüber dem zweiten, unteren Propeller 28 einen vergrößerten Durchmesser aufweisen.

[0066] Ein Propeller 27, 28 umfasst jeweils einen Nabenkörper 29 und mehrere Propellerblätter 31, wobei die Propeller 27, 28 mittels des Nabenkörpers 29 am Mast 20 gelagert sind.

[0067] Die elektrische Antriebseinheit 32 zum Antrieb des mindestens einen Propellers 27, 28 hat mindestens einen Elektromotor 34.

[0068] Jeder der Elektromotoren 34 ist jeweils einem der Propeller 27, 28 zugeordnet.

[0069] Falls die Propellereinheit 18 mehr als zwei Propeller 27, 28 aufweist, umfasst die elektrische Antriebseinheit 32 entsprechend mehr Elektromotoren 34.

[0070] Das Fluggerät 10 weist zudem ein Fluglagekontrollsystem 40 auf, welches zur Ansteuerung der Verstellvorrichtung 22 der Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit 12 eingerichtet ist.

[0071] Wie aus den **Fig. 1** bis **Fig. 3** hervorgeht, ist die Verstellvorrichtung 22 am Mast 20 gelagert.

[0072] Im gezeigten Ausführungsbeispiel weist die Verstellvorrichtung 22 einen Mastabschnitt 48, wenigstens einen - im gezeigten Ausführungsbeispiel zwei - in seiner Länge veränderbaren Aktuator 50, 52 sowie ein drehsteifes Verbindungselement 56 auf.

[0073] Der Mastabschnitt 48 hat drei Beine 42, 44, 46, die sich von einem Knotenpunkt 47 des Mastabschnitts 48 aus erstrecken, wobei der Mastabschnitt 48 am Knotenpunkt 47 am Mast 20 gelagert ist. Die Beine 42, 44, 46 erstrecken sich somit radial nach außen. Der Mastabschnitt 48 ist im gezeigten Ausführungsbeispiel somit ein Dreibein.

[0074] Die drei Beine 42, 44, 46 und der Knotenpunkt 47 sind beispielsweise einteilig miteinander verbunden.

[0075] Genauer gesagt weist die Verstellvorrichtung 22 ein erstes Bein 42, ein zweites Bein 44 und ein drittes Bein 46 auf.

[0076] Das erste Bein 42 definiert eine Längsachse L, die mit der Längsachse des Fluggeräts 10 übereinstimmt.

[0077] In Draufsicht auf die Verstellvorrichtung 22 sind das zweite und das dritte Bein 44, 46 auf verschiedenen Seiten der Längsachse L im gleichen Winkel zum ersten Bein 42 angeordnet. Dabei sind die Beine 42, 44, 46 beispielsweise in einem Winkel von 120° zueinander versetzt.

[0078] Dabei erstrecken sich die Beine 42, 44, 46 nicht zwangsweise in einer Ebene, sondern die Beine 42, 44, 46 können ausgehend vom Knotenpunkt 47 jeweils zum Träger 14 hin verlaufen, wie in **Fig. 1** zu sehen ist.

[0079] Der Mastabschnitt 48 ist gelenkig am Mast 20 gelagert, insbesondere verschiebbar. Das heißt, der Mastabschnitt 48 kann am Mast 20 ein Stück weit auf und ab gleiten.

[0080] Darüber hinaus ist der Mastabschnitt 48 in radiale Richtung betrachtet spielfrei am Mast 20 gelagert, das heißt, dass die Verstellvorrichtung 22 umfangsmäßig mit dem Mast 20 in Kontakt ist.

[0081] Anders ausgedrückt hat der Mastabschnitt 48 eine Aussparung 49, durch die sich der Mast 20 erstreckt, wobei ein Außendurchmesser des Mastes 20 im Bereich der Verstellvorrichtung 22 einem Innendurchmesser der Aussparung 49 entspricht.

[0082] Die Aktuatoren 50, 52 sind jeweils einem der Beine 44, 46 zugeordnet, hier dem zweiten Bein 44 bzw. dem dritten Bein 46.

[0083] Die Aktuatoren 50, 52 sind am jeweiligen Bein 44, 46 an einem vom Mast 20 beabstandeten Punkt befestigt, beispielsweise an dem vom Mast 20 abgewandten Ende des jeweiligen Beins 44, 46.

[0084] Im veranschaulichten Ausführungsbeispiel sind die Aktuatoren 50, 52 als Stellmotoren ausgebildet.

[0085] Um die Aktuatoren 50, 52 in ihrer Länge zu verändern, sind die Aktuatoren 50, 52 von dem Fluglagekontrollsystem 40 ansteuerbar.

[0086] Das drehsteife Verbindungselement 56 ist zum Beispiel ein Scherengelenk, das an einem vom Mast 20 beabstandeten Punkt am ersten Bein 42 befestigt ist, zum Beispiel an einem vom Mast 20 abgewandten Ende des ersten Beins 42.

[0087] Zur Lagerung der Verstellvorrichtung 22 sind am Träger 14, insbesondere an der Kabine 16, drei Montagepunkte 58, 60, 62 vorgesehen.

[0088] Dabei ist jedem Montagepunkt 58, 60, 62 ein Bein 42, 44, 46 der Verstellvorrichtung 22 zugeordnet. Genauer gesagt ist das erste Bein 42 mittels des drehsteifen Verbindungselements 56 am ersten Montagepunkt 58 befestigt. Das zweite und dritte Bein 44, 46 sind mittels des entsprechenden Aktuators 50, 52 am zweiten bzw. dritten Montagepunkt 60, 62 befestigt, wie es in **Fig. 1** veranschaulicht ist.

[0089] Betrachtet man das Fluggerät 10 in einer Frontansicht, befinden sich zwei der Montagepunkte 58, 60, 62, insbesondere der zweite und der dritte Montagepunkt 60, 62, links und rechts vor dem Mast 20 und der erste Montagepunkt 58 ist insbesondere direkt hinter dem Mast 20 angeordnet.

[0090] In **Fig. 2** ist neben der Verstellvorrichtung 22 auch ein Teil der Propellereinheit 18 sowie ein Teil der elektrischen Antriebseinheit 32 im Detail dargestellt.

[0091] Die Antriebseinheit 32 hat im gezeigten Ausführungsbeispiel zwei als Außenläufer ausgebildete Elektromotoren 34 mit jeweils einem Stator 36 und einem Rotor 38. Die Elektromotoren 34 sind beispielsweise als Außenläufer ausgeführt.

[0092] Der Aufbau der Elektromotoren 34 wird im Folgenden anhand des Propellers 28 mit dem zugehörigen Elektromotor 34 beispielhaft beschrieben, die in **Fig. 2** dargestellt sind, wobei der Aufbau des bzw. der weiteren Elektromotoren 34 ebenso ausgebildet ist.

[0093] Die Lagerung des Propellers 28 an dem Mast 20 erfolgt mittels eines zweireihigen Lagers 64. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Lager 64

ein zweireihiges Kugellager. Alternativ kann auch ein Wälzlager vorgesehen sein.

[0094] Zur einfachen Positionierung des Propellers 28 am Mast 20 ist der Mast 20 beispielsweise abgestuft.

[0095] Der Stator 36 des Elektromotors 34 ist fest mit dem Mast 20 verbunden.

[0096] Dabei ist der Stator 36 indirekt über einen Teil einer Leistungselektronikeinheit 66 der elektrischen Antriebseinheit 32 an dem Mast 20 drehfest gelagert.

[0097] Beispielsweise ist der Stator 36 an einem Bipolartransistor 67 befestigt, der wiederum am Mast 20 befestigt ist. Bei dem Bipolartransistor 67, welcher Bestandteil der Leistungselektronikeinheit 66 ist, kann es sich um einen Bipolartransistor mit isolierter Gate-Elektrode handeln.

[0098] Alternativ kann der Stator 36 auch direkt am Mast 20 befestigt sein.

[0099] Zur Befestigung der Leistungselektronikeinheit 66 beziehungsweise zur Befestigung des Stators 36 kann ein radialer Fortsatz 68 am Mast 20 vorgesehen sein.

[0100] Ein Versorgungskabel 69 für die Antriebseinheit 32 verläuft beispielsweise im Mast 20.

[0101] Im Falle eines Doppelpropellers 30 kann jeweils ein Versorgungskabel 69 ausgehend von der Leistungselektronikeinheit 66 nach oben und unten zum Propeller 27, 28 verlaufen, wie in **Fig. 5** veranschaulicht.

[0102] In der in **Fig. 5** gezeigten weiteren Ausführungsform der Antriebseinheit 32 ist die Leistungselektronikeinheit 66 zwischen den Propellern 27, 28 angeordnet. Beispielsweise kann eine Leistungselektronikeinheit 66 für beide Elektromotoren 34 vorgesehen sein oder jedem Elektromotor 34 ist eine eigene Leistungselektronikeinheit 66 zugeordnet. Ansonsten entspricht diese Ausführungsform der zuvor beschriebenen Ausführungsform. Der Rotor 38 des Elektromotors 34 ist im gezeigten Ausführungsbeispiel integraler Bestandteil des Propellers 28.

[0103] Zum Beispiel ist der Rotor 38 in dem Nabenkörper 29 des Propellers 28 integriert. Statt im Nabenkörper 29 kann der Rotor 38 auch in einem Propellerblatt 31 des Propellers 28 integriert sein.

[0104] Der Propeller 28 ist beispielsweise ein faserverstärktes Kunststoffbauteil. In diesem Fall kann der

Rotor 38 in dem Kunststoffbauteil beziehungsweise im Propeller 28 einlaminiert sein.

[0105] Der Propeller 28 hat eine axiale Vertiefung 70, und zwar insbesondere im Nabenkörper 29. Alternativ oder zusätzlich kann die Vertiefung 70 auch in einem Propellerblatt 31 vorgesehen sein. Die Vertiefung 70 ist beispielsweise ringförmig.

[0106] Die Vertiefung 70 befindet sich insbesondere zwischen dem Rotor 38 und dem Lager 64.

[0107] In der Vertiefung 70 ist der Stator 36 des Elektromotors 34 angeordnet. Der Propeller 27, 28 bildet dadurch einen Deckel für den Elektromotor 34, derart, dass der Stator 36 geschützt untergebracht ist.

[0108] Der Rotor 38 ist beispielsweise an einer von einer Drehachse D des Propellers 28 radial abgewandten Seite der Vertiefung 70 vorgesehen. Anders ausgedrückt grenzt der Rotor 38 an die Vertiefung 70 an, und zwar an einer vom Mast 20 abgewandten Wandung der Vertiefung 70.

[0109] Noch deutlicher wird die Anordnung der Antriebseinheit 32 in **Fig. 4**, die schematisch einen Querschnitt durch das Fluggerät 10 auf Höhe des Propellers 28 zeigt. In **Fig. 4** ist zu sehen, dass der Rotor 38 mehrteilig sein kann, das heißt, dass der Rotor 38 über seinen Umfang nicht zusammenhängend sein muss. Insbesondere weist der Rotor 38 ein Rotoreisen 72 auf, in dem mehrere Permanentmagnete 74 in Umfangsrichtung gleichmäßig verteilt angeordnet sind.

[0110] Nachfolgend wird die Funktionsweise des Fluggeräts 10 mit Bezug auf **Fig. 1** bis **Fig. 4** genauer erläutert. Genauer gesagt wird erläutert, wie das Fluggerät 10 mittels der Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit 12 während eines Fluges gesteuert wird.

[0111] Beim Starten des Fluggeräts 10, genauer gesagt beim Abheben des Fluggeräts 10 vom Boden, steht der Mast 20 in der Regel senkrecht zum Träger 14 beziehungsweise zur Kabine 16. Anders ausgedrückt steht der Mast 20 senkrecht zum Boden und die Propellerebenen verlaufen parallel zum Boden.

[0112] Wenn die Propellereinheit 18, insbesondere die Propeller 27, 28 mittels der elektrischen Antriebseinheit 32, genauer gesagt mittels der Elektromotoren 34 in Rotation versetzt wird, wird ein Auftrieb erzeugt, der das Fluggerät vom Boden abhebt. Aufgrund der senkrechten Ausrichtung des Mastes 20 zum Boden bewegt sich das Fluggerät 10 beim Starten zunächst ebenfalls senkrecht zum Boden.

[0113] Um das Fluggerät 10 gezielt in eine Richtung parallel zum Boden zu steuern, wird der relativ zur Kabine 16 kipp- und schwenkbare Mast 20 mittels der Verstellvorrichtung 22 verkippt beziehungsweise verschwenkt. Dadurch entsteht in Verbindung mit der Rotation der Propellereinheit 18 eine Vorschubkraft, die das Fluggerät 10 in eine gewünschte Richtung bewegt.

[0114] Das Verkippen und/oder Verschwenken des Mastes 20 wird mittels des Fluglagekontrollsystems 40 gesteuert.

[0115] Genauer gesagt ist das Fluglagekontrollsystem 40 zur Ansteuerung der Verstellvorrichtung 22 eingerichtet, insbesondere zu Ansteuerung des wenigstens einen Aktuators 50, 52. Die Aktuatoren 50, 52 sind insbesondere unabhängig voneinander ansteuerbar, das heißt, sie sind unabhängig voneinander in ihrer Länge veränderbar.

[0116] Die Aktuatoren 50, 52 verändern in Abhängigkeit der Ansteuerung durch das Fluglagekontrollsystem 40 ihre Länge, sodass die Beine 44, 46 der Verstellvorrichtung 22 gegenüber dem Träger 14 angehoben beziehungsweise abgesenkt werden. Die Verstellvorrichtung 22, insbesondere der Mastabschnitt 48, werden dadurch verkippt und/oder verschwenkt.

[0117] Als Reaktion auf das Anheben beziehungsweise Absenken der Verstellvorrichtung 22 durch die Aktuatoren 50, 52 wird das Verbindungselement 56 gestreckt beziehungsweise gestaucht, um eine Längenänderung der Aktuatoren 50, 52 ausgleichen.

[0118] Aufgrund der spielfreien Lagerung der Verstellvorrichtung 22 am Mast 20 wird der Mast 20 durch ein Verkippen und/oder Verschwenken der Verstellvorrichtung 22 relativ zum Träger 14 ebenfalls verkippt und/oder verschwenkt. Die Verstellvorrichtung 22 kann dabei am Mast 20 ein Stück weit nach oben oder nach unten gleiten.

[0119] Beim Verkippen und/oder Verschwenken des Mastes 20 kann die Verstellvorrichtung 22, insbesondere der Mastabschnitt 48, ein Kippmoment aus der Vertikalen aufnehmen.

[0120] Das Verkippen und/oder Verschwenken des Mastes 20 führt dazu, dass die Propellereinheit 18, insbesondere die Propellerebenen der Propeller 27, 28, nicht länger parallel zum Boden verläuft, wodurch eine Bewegung des Fluggeräts 10 in Richtung parallel zum Boden erreicht wird.

[0121] Das Fluggerät 10 kann somit mittels der Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit 12 besonders einfach gesteuert werden, ohne dass eine komplexe Getriebemechanik notwendig ist.

Patentansprüche

1. Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit (12) für ein Fluggerät (10), insbesondere ein senkrecht startendes und landendes Fluggerät (10), mit einem Mast (20), einer Verstellvorrichtung (22) für den Mast (20) und wenigstens einer Propellereinheit (18) mit wenigstens einem am Mast (20) rotierbar gelagerten Propeller (27, 28), wobei die Verstellvorrichtung (22) am Mast (20) gelagert und derart ausgebildet ist, dass sie den Mast (20) in Bezug zu einem Drehlagerpunkt (24) kippen und/oder schwenken kann, wobei die Verstellvorrichtung (22) mittels eines Gleitlagers am Mast (20) gelagert ist, sodass die Verstellvorrichtung (22) beim Verkippen und/oder Verschwenken des Mastes (20) an diesem entlang gleitet.

2. Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit (12) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Propellereinheit (18) wenigstens zwei Propeller (27, 28) aufweist, die insbesondere coaxial zueinander gelagert sind.

3. Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit (12) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Mast (20) hohl ausgeführt ist, insbesondere eine Hohlstange ist.

4. Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verstellvorrichtung (22) mehrere, insbesondere drei Beine (42, 44, 46) aufweist, die sich vom Mast (20) aus radial nach außen erstrecken.

5. Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit (12) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verstellvorrichtung (22) ein erstes Bein (42), ein zweites Bein (44) und ein drittes Bein (46) aufweist, wobei das erste Bein (42) eine Längsachse (L) definiert, wobei in Draufsicht auf die Verstellvorrichtung (22) das zweite und das dritte Bein (44, 46) auf verschiedenen Seiten der Längsachse (L) im gleichen Winkel zum ersten Bein (42) angeordnet sind, insbesondere wobei der Winkel 120° beträgt.

6. Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verstellvorrichtung (22) wenigstens einen Aktuator (50, 52) aufweist, insbesondere wobei der wenigstens eine Aktuator (50, 52) an einem der Beine (44, 46) an einem vom Mast (20) beabstandeten Punkt befestigt ist.

7. Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit (12) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit (12) zwei Aktuatoren (50, 52) aufweist, wobei einer der Aktua-

toren (50, 52) am zweiten Bein (44) und einer der Aktuatoren (50, 52) am dritten Bein (46) befestigt ist, insbesondere wobei die Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit (12) ein drehsteifes Verbindungselement (56), insbesondere ein Scherengelenk aufweist, das an einem vom Mast (20) beabstandeten Punkt am ersten Bein (42) befestigt ist.

8. Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit (12) eine elektrische Antriebseinheit (32) aufweist.

9. Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit (12) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Antriebseinheit (32) mindestens einen Elektromotor (34) umfasst, der als Außenläufer ausgeführt ist, insbesondere wobei ein Stator (36) des Elektromotors (34) fest mit dem Mast (20) verbunden ist und/oder ein rotierender Außenläufer des Elektromotors (34) integraler Bestandteil des Propellers (27, 28) ist.

10. Fluggerät (10), insbesondere senkrecht startendes und landendes Fluggerät (10), mit einer Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche und einem Träger (14) für die Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit (12), wobei die Verstellvorrichtung (22) am Träger (14) fixiert ist und derart ausgebildet ist, dass sie den Mast (20) in Bezug zum Träger (14) kippen und/oder schwenken kann.

11. Fluggerät (10) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Mast (20) am Träger im Drehlagerpunkt (24) abgestützt ist, insbesondere mittels eines Kugelgelenks.

12. Fluggerät (10) nach einem der Ansprüche 10 und 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fluggerät (10) eine Kabine (16) aufweist, wobei die Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit (12) oberhalb der Kabine (16) angeordnet ist, insbesondere wobei die Kabine (16) den Träger (14) bildet.

13. Fluggerät (10) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass am Träger (14) mehrere, insbesondere drei Montagepunkte (58, 60, 62) vorgesehen sind, wobei jedem Montagepunkt (58, 60, 62) ein Bein (42, 44, 46) der Verstellvorrichtung (22) zugeordnet ist, insbesondere wobei das erste Bein (42) mittels des drehsteifen Verbindungselements (56) am ersten Montagepunkt (58) befestigt ist und/oder das zweite und dritte Bein (44, 46) mittels des entsprechenden Aktuators (50, 52) am zweiten bzw. dritten Montagepunkt (60, 62) befestigt sind.

14. Fluggerät (10) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich zwei der Montage-

punkte (58, 60, 62), insbesondere der zweite und der dritte Montagepunkt (60, 62), in einer Frontansicht betrachtet links und rechts vor dem Mast (20) befinden und der erste Montagepunkt (58) insbesondere direkt hinter dem Mast (20) angeordnet ist.

15. Fluggerät (10) nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fluggerät (10) ein Fluglagekontrollsystem (40) aufweist, welches zur Ansteuerung der Verstellvorrichtung (22) der Auftriebs- und Flugsteuerungseinheit (40) eingerichtet ist, insbesondere zu Ansteuerung des wenigstens einen Aktuators (50, 52).

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

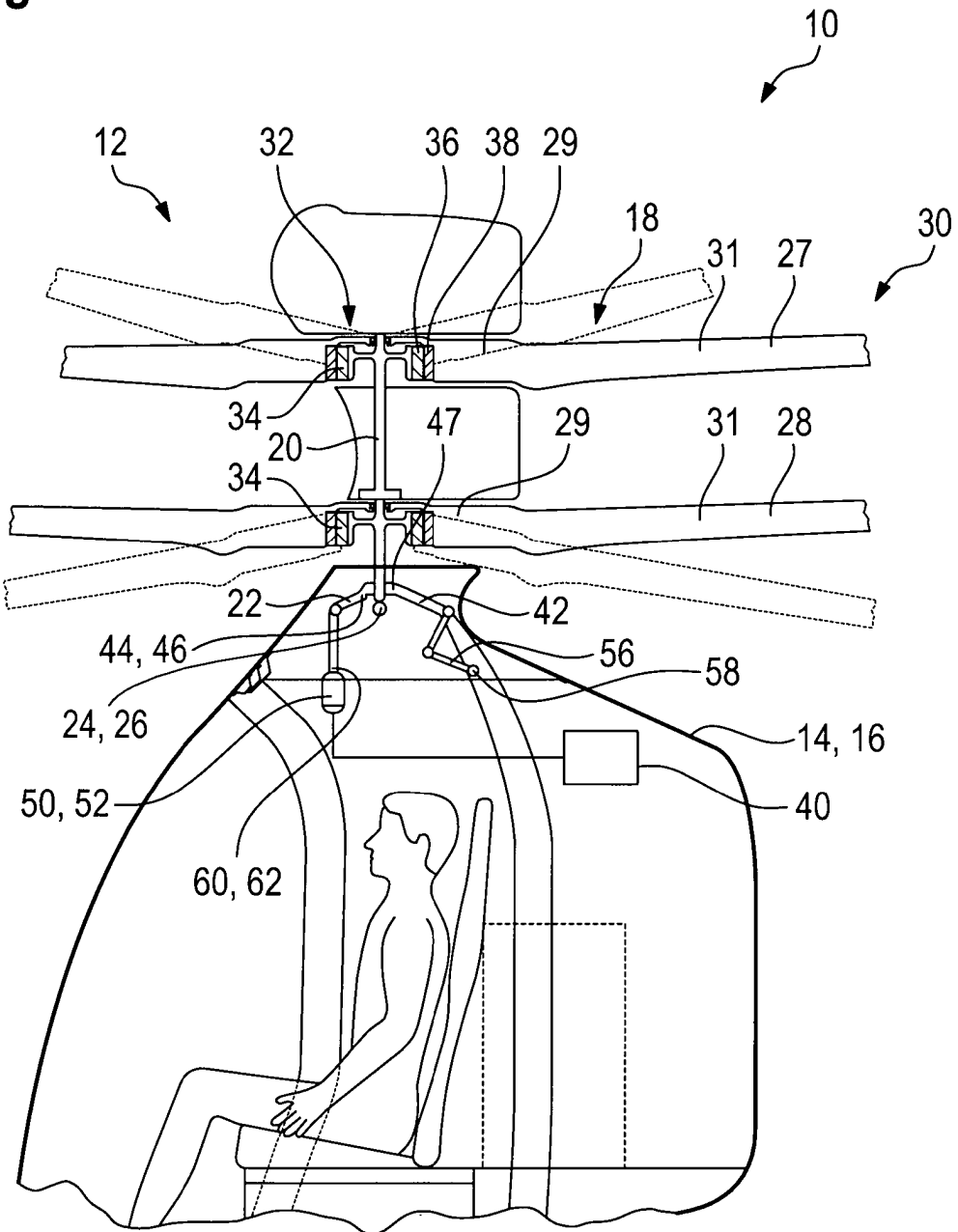


Fig. 2

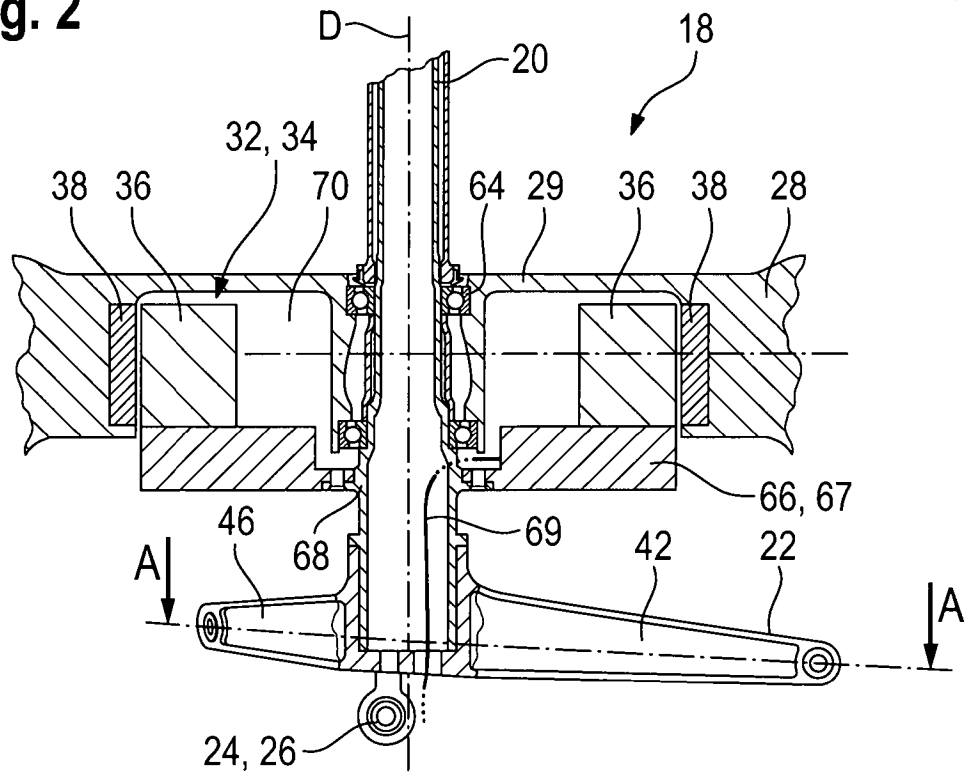


Fig. 3

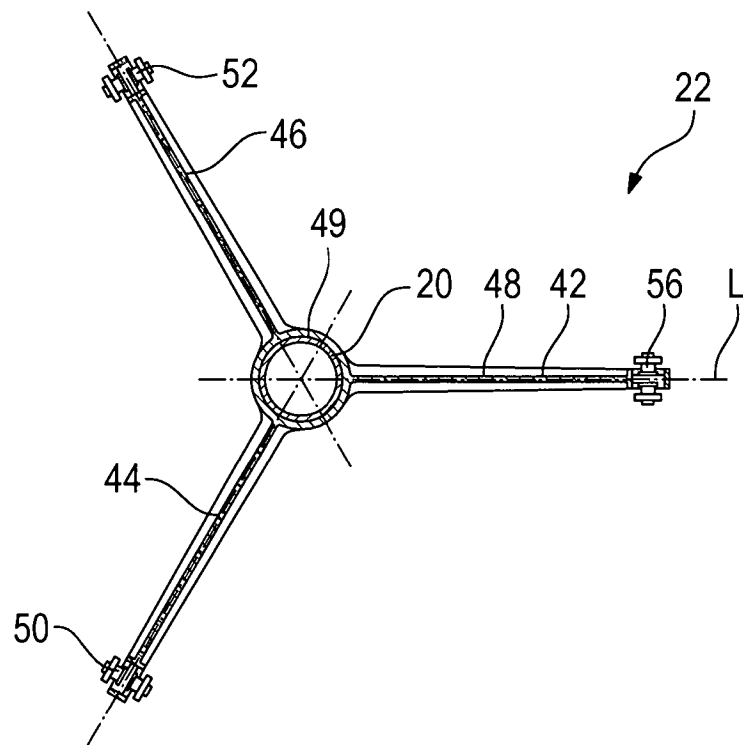


Fig. 4

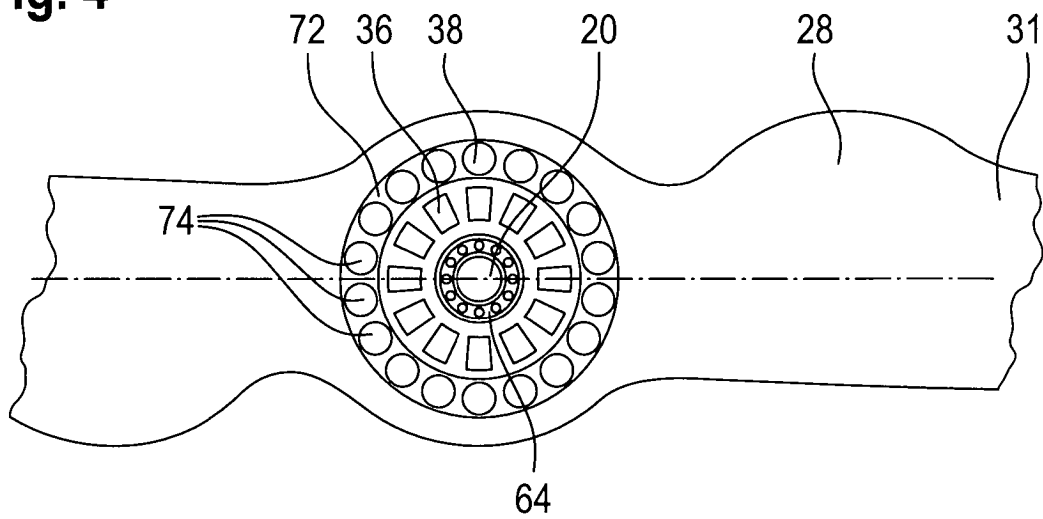


Fig. 5

