

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



AUSGEGEBEN AM  
4. OKTOBER 1956

DEUTSCHES PATENTAMT

# PATENTSCHRIFT

Nr. 950 169

KLASSE 62b GRUPPE 2601

INTERNAT. KLASSE B 64c ———

*M 24316 XI/62b*

---

Henrich Carl Johann Focke, Sao José dos Campos (Brasilien)  
ist als Erfinder genannt worden

---

Ministerio da Aeronautica, Rio de Janeiro

---

Hubschrauber mit Schraubenblättern, deren Steigung zyklisch  
und kollektiv verstellbar ist

Patentiert im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vom 2. September 1954 an

Patentanmeldung bekanntgemacht am 5. April 1956

Patenterteilung bekanntgemacht am 13. September 1956

Bei Hubschraubern mit Luftschrauben, deren Blätter gelenkig mit der Nabe verbunden sind und sowohl zyklisch als auch kollektiv verstellt werden können, werden beim Rotieren der Luftschrauben in einem Luftstrom, also bei relativer Geschwindigkeit zwischen Flugzeug und umgebender Luft, die Schraubenblätter auf der Vorlaufsseite nach oben und auf der Rücklaufseite nach unten verschwenkt. Dies ist mit einer Schrägstellung der Achse der von den Blättern beschriebenen Kegel-

mantelfläche und folglich auch mit einer Schrägstellung der Richtung der resultierenden Hubkraft der Schraube oder Schrauben verbunden.

Liegt der Schwerpunkt des Flugzeuges unterhalb der Spitze dieser Kegelmantelfläche in der Verlängerung deren Achse, so ergibt diese Schrägstellung der resultierenden Hubkraft eine große statische Stabilität des Flugzeuges, die so groß sein kann, daß die bei einer Störung des Gleichgewichtszustandes des Flugzeuges auftretende Dämpfung

5

10

15

20

nicht genügt, die dynamische Stabilität wiederzugewinnen.

Die Erfindung befaßt sich mit der Schaffung zweckmäßiger Mittel zur Unterdrückung der auf diese Weise entstehenden dynamischen Unstabilität.

Sie geht dabei von der an sich bekannten Ausführung eines Hubschraubers aus, wie er in der USA.-Patentschrift 2 439 089 beschrieben wird, bei der den Schraubenblättern sowohl eine zyklische als auch eine kollektive Steigungsverstellung erteilt werden kann. Dies geschieht mittels eines um eine Mittelachse kippbaren Ringes, der auch als Ganzes auf- und abbeweglich ist, wobei Mittel vorgesehen sind, die Änderung der Winkellage dieses Ringes um die erwähnte Mittelachse in Abhängigkeit zu der Schlagbewegung der Luftschraubenblätter, die durch den Anblaseluftstrom bewirkt wird, und damit zu der Richtung der resultierenden Hubkraft zu erreichen. Dadurch wird eine zyklische Steigungsverstellung im Sinne einer Korrektur der durch den Luftstrom bewirkten Schlagbewegung der Luftschraubenblätter erreicht. Die auf diese Weise erzielte dynamische Stabilität ist jedoch noch nicht vollkommen, da zwar die Richtung, jedoch nicht die Größe der resultierenden Hubkraft von der zwischen Flugzeug und Luft herrschenden relativen Geschwindigkeit abhängig ist. Die Korrektur soll jedoch dadurch verbessert werden, daß erfindungsgemäß auch die Größe der resultierenden Hubkraft in Abhängigkeit von der zwischen Flugzeug und Luft herrschenden relativen Geschwindigkeit gebracht wird.

Dies kann dadurch erfolgen, daß zu gleicher Zeit eine Änderung der Höhenlage des um eine Mittelachse kippbaren Ringes, also eine kollektive Steigungsverstellung der Schraubenblätter mittels eines die relative Geschwindigkeit messenden Organs herbeigeführt wird. Ein Hubschrauber, bei dem die Schraubenblattsteigung zyklisch und kollektiv verstellt werden kann und bei dem Mittel zum Stabilisieren des Flugzeuges durch Änderung der kollektiven Steigungsverstellung in Abhängigkeit von der waagerechten Geschwindigkeit des Flugzeuges gegenüber der umgebenden Luft vorgesehen sind, wobei diese Geschwindigkeit durch ein besonderes Meßorgan ermittelt wird, ist an sich, wie an dieser Stelle bemerkt sei, durch die deutsche Patentschrift 726 978 bekanntgeworden.

Die Erfindung stützt sich nun auf die Erkenntnis, daß mit genügend guter Annäherung der Betrag der Änderung der Gesamtsteigung, der für das Konstanthalten der Größe der Hubkraft bei wechselnder Geschwindigkeit notwendig ist, der zum Konstanthalten der Richtung der Hubkraft nötigen Verstellung des kippbaren Ringes proportional gesetzt werden kann.

Daraus folgt die Möglichkeit, die Konstruktion des Hubschraubers wesentlich zu vereinfachen, und zwar dadurch, daß der Ring um eine exzentrische Achse kippbar ausgeführt wird, wobei die Winkellage des Ringes um diese exzentrische Achse in Abhängigkeit von der waagerechten Geschwindigkeit des Flugzeuges gegenüber der umgebenden Luft

einstellbar gemacht wird. Die Exzentrizität stellt den Proportionalitätsfaktor zwischen der entsprechend der Stabilitätstheorie erforderlichen Änderung der Gesamtsteigung und der zyklischen Steigungsverstellung dar.

Weitere Merkmale der Erfindung und Einzelheiten der durch dieselben erzielten Vorteile ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung einer in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes. Zur besseren Erläuterung des Erfindungsgedankens werden zuerst nochmals die beiden bereits bekannten Möglichkeiten, die dynamische Unstabilität zu korrigieren, gezeigt.

Fig. 1 zeigt den Fall, bei dem die Stabilitätskorrektur allein durch zyklische Steigungsverstellung der Luftschraubenblätter in Abhängigkeit von den Richtungsänderungen der resultierenden Hubkraft infolge der Schlagbewegung der Schraubenblätter herbeigeführt wird, während in

Fig. 2 der Fall dargestellt ist, bei dem die Korrektur durch zyklische und kollektive Steigungsverstellung zu gleicher Zeit in Abhängigkeit von einem die relative Geschwindigkeit des Flugzeuges gegenüber der umgebenden Luft messenden Organ erzielt wird;

Fig. 3 zeigt die Ausführungsform gemäß der Erfindung.

Fig. 1 zeigt schematisch die Seitenansicht eines Rotorkopfes eines Hubschraubers, bei dem die Schraubenblätter 1 in üblicher Weise gelenkig mit einer Nabe 2 einer Schraubenwelle 3 verbunden sind. Die Schraubenblätter 1 werden für die zyklische Steigungsverstellung durch einen Ring 4 gesteuert, der um eine in seiner Ebene liegende Mittelachse 4' kippbar ist.

An der Nabe 2 ist zentral und nach allen Seiten schwenkbar an der Stelle 5 ein Stab 6 angebracht, der über seinen Gelenkpunkt hinaus nach unten verlängert ist und auf dem oberhalb seines Gelenkpunktes eine Büchse 7 verschiebbar angeordnet ist, die mit gleichlangen Gelenkstangen 8 mit den verschiedenen Schraubenblättern 1 verbunden ist. Der Stab 6 entspricht also nach Richtung und Lage der jeweiligen Achse der von den Schraubenblättern bei ihrer Rotation beschriebenen Kegelmantelfläche und gibt so die Richtung der resultierenden Hubkraft der Schraube an. Eine solche Konstruktion ist aus der deutschen Patentschrift 695 916 bekanntgeworden.

Das verlängerte untere Ende des Stabes 6 ist mit einem Steuerschieber 9 eines fest angeordneten, mit Öldruck arbeitenden Servozyinders 10 verbunden, dessen Kolben 11 durch eine Kupplungsstange 12 mit dem Ring 4 in Verbindung steht. Die Winkellage des Ringes 4 um seine Mittelachse 4' kann also durch Schwenkbewegungen des unteren Stabendes um den Gelenkpunkt 5 in der senkrechten Längsmittlebene des Flugzeuges bzw. parallel zu dieser Ebene, wenn zwei Hubschrauben nebeneinander liegen, geändert werden. Diese Änderung der Winkellage des Ringes hat sodann eine zyklische Steigungsverstellung der Schraubenblätter im

Sinne einer Korrektur der Bahnbewegung der Schraubenblätter, die durch den Anblaseluftstrom gestört wurde, zur Folge.

Fig. 2 zeigt den Fall, bei dem außer der Richtung auch die Größe der resultierenden Hubkraft in Abhängigkeit von der relativen Geschwindigkeit zwischen Flugzeug und Luft und der dabei auftretenden Kräfte korrigiert werden kann, um einer zu großen statischen Stabilität vorzubeugen.

Der um die Achse 4' drehbare Ring 4 ist zu gleicher Zeit als Ganzes auf und ab beweglich und bewirkt dabei eine kollektive Steigungsverstellung der Schraubenblätter. Der Ring 4 ist zu diesem Zweck mit seiner Achse 4' auf einem Hubstab 13 gelagert.

Das Kippen des Ringes 4 um die Achse 4' in Abhängigkeit von den Richtungsänderungen der resultierenden Hubkraft erfolgt in gleicher Weise, wie sie in Fig. 1 dargestellt wurde, jedoch mit der Einschränkung, daß der Servozylinder 10 nicht feststeht, sondern mit dem genannten Hubstab 13 und durch biegsame Leitungen mit dem Steuerschieber 9 verbunden ist, damit er sich mit dem Hubstab 13 und dem Ring 4 auf und ab bewegen kann.

Der Hubstab 13 ist an seinem unteren Ende mit einer Rolle 14 versehen, die in einer Führungsnut eines gebogenen Armes 15 läuft, der fest mit dem einen Arm eines um einen festen Punkt 17 schwenkbaren Hebels 16 verbunden ist. Der andere Arm des Hebels 16 ist gelenkig mit der Kolbenstange 18 eines Kolbens 19 verbunden, der in einem mit seinem offenen Ende in den Luftstrom gestellten Zylinder 20 verschiebbar angeordnet ist. Verschiebt sich der Kolben 19 in dem Zylinder 20 unter dem Einfluß eines durch das offene Ende des Zylinders eintretenden Luftstromes, so hat dies eine senkrechte Auf- bzw. Abbewegung des Ringes 4 zur Folge, die ihrerseits eine kollektive Steigungsver-

stellung der Schraubenblätter im Sinne eines Konstanthaltens der Größe der resultierenden Hubkraft verursacht.

In Abweichung von den oben beschriebenen Verfahren wird nach der Erfindung ein Ring 4 benutzt, der nicht als Ganzes auf- und abwärtsbeweglich ist, sondern, wie in Fig. 3 dargestellt, um eine exzentrisch liegende, feste Achse 21 gekippt werden kann. Er ist gelenkig mit dem Hubstab 13 verbunden, der senkrechte Auf- und Abwärtsbewegungen ausführt und in derselben Weise, wie bereits in Fig. 2 dargestellt, in Abhängigkeit von den Bewegungen des Kolbens 19 im Zylinder 20 steht und bei seinen Auf- und Abwärtsbewegungen den Ring 4 um die Achse 21 kippt. Dabei erfolgt sowohl eine zyklische als auch eine kollektive Steigungsverstellung der Schraubenblätter in einem Verhältnis, das von der Größe der Exzentrizität der Achse 21 abhängt.

Auf diese Weise wird eine annähernd vollkommene Korrektur der Stabilität des Flugzeuges erzielt, allein mit Hilfe eines einzigen, die relative Geschwindigkeit zwischen Flugzeug und umgebender Luft messenden Organs, was eine wesentliche Vereinfachung der Konstruktion mit sich bringt.

#### PATENTANSPRUCH:

Hubschrauber, bei dem die Blattsteigung der Schraubenblätter in Abhängigkeit von einem die waagerechte Geschwindigkeit des Flugzeuges gegenüber der umgebenden Luft messenden Meßorgan zyklisch und kollektiv durch einen kippbaren Ring verstellt werden kann, dadurch gekennzeichnet, daß die Kippachse (21) des Ringes (4) exzentrisch, die zyklische und kollektive Verstellung in einer durch die Exzentrizität festgelegten Proportionalität gleichzeitig auslösend, angeordnet ist.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

