



MT-943

RC-Tandem- Hubschrauber Boeing Vertol 107

Konstruktion: Magnus Bisom

MT-943

**Experimental-Hubschrauber-
modell Boeing Vertol 107**

Konstruktion: Magnus Bisom

Technische Daten

Rotordurchmesser

je: 1300 mm

Gesamtlänge über

Rotorkreise: 2270 mm

Rumpflänge: 1250 mm

Rumpfbreite: 400 mm

Rumpfhöhe: 430

Fluggewicht: 7500 g

Antrieb: 15 cm³ Zweitakter

Bauplanmaßstab 1:1

Dieser Bauplan in Original-
größe (1 Blatt DIN B0) ist un-
ter der Best.-Nr. MT 943 zum
Preis von DM 24,- im Mo-
dellbaufachhandel oder so-
fern dort nicht vorrätig, di-
rekt beim Verlag erhältlich.



Die Technik, die durchdachte Mechanik, präzise Metallverarbeitung der Antriebskomponenten eines Hubschraubers üben auf viele Modellbauer eine große Faszination aus. Dazu kommt noch der fliegerische Reiz eines Gerätes, das sich als einziges völlig frei in allen drei Dimensionen bewegen kann, das im Gegensatz zu einem Flächenflugzeug auch ohne eine Vorwärtsflugkomponente Auftrieb erzeugen kann. Und dies alles als ein ferngesteuertes Modell, dessen Beherrschung um so viel mehr Übung verlangt, als es für normale Flugzeuge der Fall ist.

Alles hier Gesagte gilt besonders, wenn es sich um einen Eigenbauhubschrauber in experimenteller Auslegung handelt. Ein solches Modell ist der in dieser FMT-Ausgabe erscheinende „Boeing Vertol 107“, ein Nachbau des amerikanischen Helikopters mit Tandemanordnung der Rotoren.

Über die einzelnen Entwicklungsstufen berichtete ich bereits ausführlich in dieser Zeitschrift (FMT 12/84 und 1/85), so daß ich mich im folgenden auf die Baueinleitung beschränken will. Vorab dennoch einige Worte zu den Unterschieden, die einen doppelrotorigen von einem „normalen“ Hubschrauber auszeichnen: Trotz der zwei Rotoren lassen sich die meisten Erfahrungen mit einem herkömmlichen Hubi ohne weiteres auf ein Tandem übertragen. Sein Flugverhalten entspricht weitgehend dem eines Einrotorigen, wenn man die höheren Massen berücksichtigt.

Nick-, Roll- und Pitchsteuerung sind fast gleich, nur die Giersteuerung kommt langsamer und muß im Gegensatz zu Einrotorigen bewußt durch Gegensteuern beendet werden. Durch die außen liegenden Massen und den schlechten Windfahnenefekt dreht das Modell weiter.

Mehrfach haben sich schon Modellbauer an einem Tandem-Hubschrauber versucht. Magnus Bisom entwickelte ihn inzwischen zu einer Reife, die das Modell in Zuverlässigkeit und Flugverhalten einem Einrotorigen gleichwertig macht.

Für das hier beschriebene Modell ist eine Fernsteuerung mit mehreren elektronischen Mischern erforderlich, am besten ist eine programmierbare Anlage. Bei früheren Versuchen wurden von mir mechanische Mischer verwendet. Da jedoch ein gewisses Spiel und Trägheit in deren Mechanik unvermeidbar sind, resultierte daraus ein etwas schwammiges Flugverhalten des Modells.

Ein Tandemhubschrauber wird wie folgt gesteuert:

1. Roll: beide Taumelscheiben gehen gleichzeitig und gleichsinnig nach rechts oder links. Die vordere Taumelscheibe jedoch etwas stärker als die hintere, um den kürzeren Hebelarm auszugleichen.
2. Gier: beide Taumelscheiben gehen gleichzeitig, aber gegensinnig. Geht die vordere zum Beispiel nach rechts und die hintere nach links, dreht sich der Hubschrauber nach rechts.
3. Pitch: an beiden Rotorköpfen wird durch gleiches Anstellen der Rotorblätter der Auftrieb erhöht. Nur, daß der hintere Rotor stärker angestellt ist (ca. 1 - 2°), um den um 5 cm hinter den Mittelpunkt gelegten Schwerpunkt auszugleichen und um den Rotorkreisflächen eine nach vorne geneigte Lage zu geben.
4. Nick: ist an einem Tandem die

empfindlichste Steuerachse. Aus diesem Grund wurde der vordere Rotor um 8° und der hintere um 5° nach vorne geneigt. Das ergibt unter anderem einen automatischen Böenausgleich. Die beiden Taumelscheiben wurden um ihre Nickachse festgesetzt und gesteuert wird durch unterschiedliches Anstellen des Pitch.

Bei der Zusammenstellung der Bauunterlagen ging ich davon aus, daß diese für einen erfahrenen Hubschrauberflieger und Modellbauer bestimmt sind; daher ist auch nicht jeder einzelne Bauschritt und Griff in der Bauanleitung erwähnt, da sie sonst eher den Umfang einer Broschüre annehmen würde. Dennoch ist der technische Aufwand bewußt einfach gehalten, so daß die meisten Teile und Baugruppen in einer ganz gewöhnlichen Modellbauwerkstatt hergestellt bzw. montiert werden können. Die meisten Materialien und Bauteile sind über den Modellbauhandel zu beziehen. (Die Kettenräder und die Kette sind Normteile, die im spezialisierten Kettenfachhandel (Branchentelefonbuch) erhältlich sind).

Die Mechanik des Vertol 107 basiert auf dem Schlüter-Superior. Dies ist ein gängiger und robuster Hubschrauber und es dürfte

kein Problem sein, die Teile im Fachgeschäft zu bekommen.

Die angegebenen S-Bestellnummern (Schlüter) sind nach mögl. zu Baugruppen, wie lieferbar, zusammengefaßt. Auf dem Bauplan sind nicht alle Teile mit Nummern versehen, oder nur einmal, auch wenn sie öfters Verwendung finden, um den Bauplan übersichtlich zu halten. Zum Schluß verbleiben einige wenige Teile, die für dieses Modell extra angefertigt werden müssen. Wer dazu keine Möglichkeit hat, findet vielleicht einen Kollegen im Club, der über eine entsp. Ausrüstung verfügt, oder man beauftragt mit der Herstellung eine feinmechanische Werkstatt.

Rumpf

Es gibt für die Herstellung von GfK-Hohlkörpern grundsätzlich zwei Herstellungsarten, über eine Positivform oder eine Negativform. Für Einzelstücke ist in jedem Fall die Positivform preiswerter. Bei beiden Verfahren muß als erstes ein Urmodell angefertigt werden.

Man überträgt den Seitenumriß a und die Formhalbspanen je zweimal (b bis e) auf 4 mm Sperrholz. Nach dem Aussägen werden die Halbspanen an dem Umriss gemäß den im Plan angegebenen Positionen geleimt. Die





Zwischenräume werden mit Styropor aufgefüllt und dann so verschliffen, bis die Form nach der Dreiseitenansicht entsteht. Danach wird die Oberfläche mit Epoxy gespachtelt und die Ecken verrundet.

Nach dem erneuten Verschleifen wird die nun entstandene Urform mit Trennwachs bestrichen.

Beim Positivverfahren werden als erstes Verstärkungen, Gewebe 280 g/m², an den oberen drei Befestigungspunkten der Mechanik aufgelegt, mit Epoxy durchtränkt. Als nächstes kommt Glasgewebe 280 g/m² darüber, das wiederum mit Gewebe von 161 g/m² überzogen wird. Ist alles mit Harz durchtränkt, die Luftblasen sorgfältig weggeputzt, so läßt man den Rumpf vollständig aushärten. Danach kommt die Schwerarbeit des Schleifens und die Erholung zwischendurch beim Spachteln. Zum Schluß werden die Fenster, die Rotordurchführungen und eine 150 mm breite Öffnung unten am Rumpf als Zugang zur Mechanik ausgeschnitten. Jetzt ist die Rumpfschale bereits stabil und man kann das Styropor und die Hilfsspanten entfernen.

Vor dem Einkleben der Spanten 2 bis 6 und der unteren Verstärkung Nr. 7 mit eingedicktem Epoxi müssen die Wachsreste aus dem Rumpf entfernt werden.

Soviel zum Rumpfbau im Positivverfahren. Wie erwähnt, ist

die Herstellung über Negativformen für ein Einzelstück zu aufwendig. Sollte sich jemand dennoch zu dieser – qualitativ besseren – Methode entscheiden, so benötigt er bestimmt keine Ratschläge, zumal es auch genug Literatur zum GfK-Rumpfbau gibt.

Antrieb

Für die Erstellung der Chassisteile besorgt man sich im Modellfachhandel zwei Aluminiumplatten 2 x 250 x 500 mm. Klebt die Platten außen herum mit Klebefilm zusammen und die Detailzeichnungen Nr. 10 bis 12 darauf.

Nun körnt und bohrt man alle Bohrungen. Es folgt das Sägen. Mit einer Laubsäge und vielen, vielen Sägeblättchen ist es zu schaffen, besser ist eine elektrische Stichsäge, von unten in einen Tisch eingespannt. Nimmt man ein sehr schmales Sägeblatt und sägt unter Zugabe von Öl, so kommt man auch durch kleine Radien.

Liegen nun die entgrateten und nachgefeilten Chassisteile vor, so müssen noch die Teile 10 und 13 gebogen werden. Nicht jedes Aluminium läßt sich einfach biegen, die Härte und die Walzrichtung sind maßgebend. Um beim Biegen eine Rissbildung oder gar einen Bruch zu vermeiden, sollten wir es in jedem Fall zuvor erwärmen. Kokelt Balsaholz bei der Berührung, ist die richtige Temperatur erreicht. Die Anfertigung der PVC Teile Nr. 17 bis

Stückliste

Nr.	Benennung	Stk.	Werkstoff/Abmessungen/Best.-Nr.
1	Zelle	1	GfK n.Z.
2	vorderer Fahrwerkspannt	1	Sperrholz 4 mm
3	vorderer Rotorspannt	1	Sperrholz 2,5 mm
4	hinterer Fahrwerkspannt	2	Sperrholz 4 mm
5	Verstärkung	4	Sperrholz 1 mm
6	hinterer Rotorspannt	1	Sperrholz 2,5 mm
7	untere Verstärkung	2	Kiefer 10 x 10
8	vorderes Fahrwerkbein	1	Stahldraht 4 mm
9	hinteres Fahrwerkbein	2	Stahldraht 4 mm
10	Antriebschassis	2	Aluminium 2 mm
11	vorderer Rotorpylon	2	Aluminium 2 mm
12	hinterer Rotorpylon	2	Aluminium 2 mm
13	untere Chassishalterung	2	Aluminium 2 mm
14	Motorhaltewinkel	2	Stahl 1,5 mm
15	Distanzhalter	2	Alurohr 6 x 1 x 75
16	Verbindung	2	Gewindestange M3 x 95
17	Aufnahme	4	PVC n.Z.
18	Halteblock	4	PVC n.Z.
19	Halteblock	1	PVC n.Z.
20	Halteblock	1	PVC n.Z.
21	Halter für Kettenführung	4	PVC n.Z.
22	Pitchhebel	2	PVC n.Z.
23	Freilaufwelle	1	Silberstahl n.Z.
24	Welle	1	Silberstahl n.Z.
25	vordere Rotorwelle	1	Silberstahl n.Z.
26	hintere Rotorwelle	1	Silberstahl n.Z.
27	Chassis-Kettenrad	2	Stahl 20 Zähne x 6 mm n.Z.
28	Rotor-Kettenrad	2	Stahl 20 Zähne x 6 mm n.Z.
29	Zahnrad	2	S.Nr. 134 n.Z.
30	vorderes Halterrohr	1	Alurohr 20 x 1 x 455 mm
31	hinteres Halterrohr	1	Alurohr 20 x 1 x 280 mm
32	vordere Kettenführung	2	PVC 12 x 12 x 1 x 455 mm
33	hintere Kettenführung	2	PVC 12 x 12 x 1 x 280 mm
34	Fernsteuerungschassis	2	Sperrholz 2 mm d. Fern. anpassen
35	Distanzstück	1	Kiefer 90 x 10 x 20
36	Hohlните	3	Messing 7 x 0,5 x 5
37	Antriebskette	1	Stahl 6 mm n.Z.
38	Lagerbock	10	S.Nr. 131
39	Kugellager 10 x 19	9	S.Nr. 456
40	Kugellager 16 x 19	2	S.Nr. 270
41	Gebälserad	1	S.Nr. 1239
42	Kupplung mit Welle	1	S.Nr. 154
43	Inbusschraube M 4 x 15	2	S.Nr. 034
44	Passscheibe 6 x 0,2	1	S.Nr. 296
45	Kupplungsglocke	1	S.Nr. 267
46	Stirnrad 10 Zähne	1	S.Nr. 268
47	Inbus-Stiftschraube	2	S.Nr. 072
48	Spinner	1	S.Nr. 149
49	Inbus-Stiftschraube	2	S.Nr. 041
50	Freilauf kompl.	1	S.Nr. 2806
51	Hauptzahnrad 80 Zähne	1	S.Nr. 1267
52	Distanzring	3	S.Nr. 244
53	Distanzrohr	2	S.Nr. 3406
54	Inbusschraube M3 x 30	51	S.Nr. 038
55	Inbusschraube M3 x 8	10	S.Nr. 030
56	Stopmutter M3	70	S.Nr. 012
57	Spannstift	2	Stahl 4 x 20 mm
58	Gebälse kompl.	1	S.Nr. 274
59	Klemmstück	16	S.Nr. 389
60	Zwischenlage	1	S.Nr. 3113
61	Bundlager	5	S.Nr. 535
62	Pitchführung kompl.	2	S.Nr.
63	Pitchgestänge	2	S.Nr. 1254
64	Stellring 10 mm	2	S.Nr. 1275
65	Mitnehmerstift	2	S.Nr. 249
66	Taumelscheibe kompl.	2	S.Nr. 412/453/454
67	Unterlagscheibe 3 mm	12	S.Nr. 007
68	Kugelpkopf M3	14	S.Nr. 434
69	Inbusschraube M3 x 15	2	S.Nr. 031
70	Inbusschraube M3 x 25	4	S.Nr. 037
71	Mitnehmer	2	S.Nr. 2802
72	Rotorkopf kompl.	2	S.Nr. 2801
73	Rotorblätter paar	2	S.Nr. 1240
74	Stabilisatorflügel	4	S.Nr. 749
75	Tank 500 ccm	1	S.Nr. 1119



22 dürfte bei etwas Geschick keine großen Schwierigkeiten machen. Anders ist es bei den Teilen 23 - 29; hier kommt man ohne Maschinen nicht aus, so daß man ggf. auf Hilfe angewiesen ist; auch bei mir war es der Fall. Haben wir nun endlich alle Teile beisammen, kann es an die Montage gehen. Die Kettenräder Nr. 27 und die Zahnräder Nr. 29 werden mit jeweils vier Innensechskantschrauben M 3 x 12 miteinander verschraubt. Schraubensicherungslack verwenden. Die Freilaufwelle Nr. 23 wird mit dem Stift Nr. 65 durch den fertig montierten Freilauf gesteckt, der Distanzring Nr. 52 und das montierte Zahnrad Nr. 29 darüber und das alles wird mit dem Seerspannstift Nr. 57 verbunden. Auch die Welle Nr. 24 wird auf die gleiche Weise mit dem zweiten Zahnrad verbunden.

Bei der Montage des Gebläses Nr. 41 und der Kupplung mit Welle Nr. 42 an den Antriebsmotor sollte extreme Sorgfalt angewendet werden, der Radialschlag sollte unter 2/100 sein, um zu hohen Verschleiß der Teile und schäumen im Tank zu vermeiden.

Genau das Gleiche gilt beim Einbau der Zahnräder zwischen die Chassisteile Nr. 10. Die Zahnräder müssen völlig spielfrei und leichtlaufend eingestellt werden.

Der nächste Punkt beim Zusammenbau, der besonderer Sorgfalt bedarf, ist das Anbringen der beiden Rotorpylone an dem Antriebschassis. Durch die unterschiedliche Schrägstellung der Rotorwellen bedingt, laufen die Ketten jeweils um $0,75^\circ$ schräg auf die Kettenräder auf. Wird dieser Winkel nicht überschritten, tritt auch kein erhöhter Verschleiß auf. Zu diesem Zweck werden die Ketten durch die Kettenführung Nr. 32 und 33 geführt und am nach unten Schwingen gehindert.

Also den Winkel genau nachmessen!

Wird die Kette aufgezogen, darauf achten, daß die Ketten-schlösser nach oben und in Lauf-richtung angebracht werden. Ist die Mechanik soweit fertig, wird sie in den Rumpf eingebaut. Da die beiden Rotoren nicht zu unterschätzende dynamische Kräfte entwickeln, die gegeneinander wirken, muß die Mechanik unter Spannung eingebaut werden. Die Aufnahme Nr. 17 wird an den Pylonen befestigt und mit Epoxy in den Rumpf eingeklebt.

Es genügt, jedes Rotorpylon mit nur einer Schraube zur Befestigung an den Rumpf zu versehen. Die Hohlniete Nr. 36 gewährt in Verbindung mit dem Bundlager Nr. 61 eine verschleißfeste Ver-

bindung zwischen Rumpf und Mechanik.

Ein Aus- und Einbau in wenigen Minuten ist dadurch möglich.

Einbau der Fernsteuerung

Jeweils zwei Servoverlagerungskabel werden mit Schaumgummi umwickelt und in die Halterohre Nr. 30 und 31 eingezogen. Servos leicht schwingend und nicht zu fest einbauen.

Der übrige Anlageneinbau kann individuell der verwendeten Fernsteuerung angepaßt werden. Nur den Akku nicht zu weit nach vorne (Schwerpunkt) und die Kreisel mögl. nahe an den Neutralpunkt.

Die in diesen Zusammenhang auftauchende Frage, warum zwei Kreisel, läßt sich so beantworten: Natürlich kann man auch diesen Hubschrauber ohne Kreisel fliegen, bei etwas mehr Konzentration am Sender merkt nicht einmal jemand den Unterschied.

Aber, mit den Kreiseln ist nun mal alles einfacher, sie sind also sozusagen die Konzession auf die Bequemlichkeit. Stehen keine Kreiselsysteme mit Anschluß für zwei Servos zur Verfügung, reicht es auch aus, nur die vorderen Servos anzusteuern. Soll nur ein Kreisel verwendet werden, sollte man der Nicksteuerung den Vorzug geben. Ein Kreisel in

Es war nicht einfach, dem Modell stabiles Schweben auch im Wind beizubringen. Die Lösung: Richtige Stellung der Rotorachsen und ein Kreisel, der richtige Schwerpunkt und ein Kreisel.

der Rollsteuerung ist nicht erforderlich.

Vor dem endgültigen Zusammenbau des kompletten Hubschraubers wird noch einmal alles gründlich überprüft, vor allem ob alle Servos und Kreiselsysteme dem Knüppelausschlag sinngemäß folgen.

Grundeinstellung

Die Rotorköpfe genau wie bei einrotorigen Hubschraubern auswuchten und einstellen. Für die Autorotation muß der Pitchweg von minus 2° bis plus 6° an dem vorderen, und am hinteren Rotor von minus $0,5^\circ$ bis $7,5^\circ$ eingestellt werden. Der hintere Rotor (durch seine höhere Lage und den sich daraus ergebenden längeren Hebelarm) ist der stabilisierende Rotor und er erhält auch die schwereren Rotorblätter. Der vordere Rotor ist der steuernde Rotor.

Wird das Gewicht der Stabilisierungsflügel (Nr. 74) auf 50 g je Stück erhöht, so erzielt man dadurch ein Flugbild, das mehr dem großen Vorbild entspricht. Zum eigentlichen Fliegen ist nicht so viel zu sagen, bei richtiger Einstellung ist der „Vertol“ nicht anders als ein normaler Hubi, man kann ihm sogar ein gutmütiges Flugverhalten bescheinigen. Bei weiträumigem Fliegen wird man feststellen, daß die Flugrichtung nur schwer zu erkennen ist. Passieren tut aber deshalb erst gar nichts, nur die sachkundigen Zuschauer werden merken, daß man um die Gierachse schief geflogen ist.

Abschließend noch ein Wort zur Sicherheit: Der Rotor eines jeden Hubschraubers kann gefährlich werden, der „Vertol“ hat zwei Rotoren. Die „Gefahrenzone“ reicht also rund herum um das ganze Modell, es gilt, die Zuschauer rigoros fernzuhalten! Nun wünsche ich viel Spaß und Erfolg. Vielleicht bis zu einem gemeinsamen Tandemtreff?