



Reinrassiger 700er-3D-Chopper

TEUFLISCH

Gerd Guzicki, Inhaber der Firma minicopter, sorgte 2011 für Aufsehen, als er nach der bekannten Joker-Systemfamilie (Testberichte in RC-Heli-Action 7/2009 und 5/2010) einen neuen, auf Leistung und 3D abgestimmten Hubschrauber auf dem Markt vorstellte. Der Flybarless-Chopper hört auf den martialischen Namen Diabolo und überrascht mit einem zweistufigen Getriebe, einem 30er-Heckrohr und Heckrotor-Riemenantrieb. Im Folgenden schauen wir uns nicht nur die Konstruktion dieses Helis genau an, sondern unterziehen ihn auch einer intensiven Praxiserprobung.

Autor: Darko Sabljo
Bilder: Kathrin und Darko Sabljo



Kaum zu glauben, dass alle Mechanikteile des großen Helis in der kleinen Box des Baukasten untergebracht waren



Verschiedene Haubendesigns. Das Airbrush-Exemplar ganz links im Bild wurde von Custom Helicopter erstellt



Er handelt sich um einen reinrassigen 700er-3D-Heli, der aber auch im niedrigen Drehzahlbereich betrieben werden kann. Durch das lange Heckrohr mit einem Durchmesser von 30 Millimeter (mm) können problemlos 750er-Rotorblätter geflogen werden.

Overview

Das zweistufige Getriebe ist schrägverzahnt. Das Heck wird aus der ersten Stufe über einen Zahnriemen angetrieben, wobei ein großes Riemenrad verwendet wird, um eine perfekte Umschlingung des Zahnriemens zu gewährleisten. Für optimale Spannung des Heckriemens sorgt ein Riemenspanner, der über einen Öldruck-Stoßdämpfer mit variabel einstellbarer Vorspannung verfügt. Ein großer Akku-Schacht im unteren Teil des zweiteiligen CFK-Chassis garantiert die problemlose Unterbringung des 12s-LiPos.

Alle Metallteile sind nach Baustufen sortiert und getrennt verpackt, die CFK-Teile befinden sich in Papier eingeschlagen am Boden des kleinen Kartons. Eine gedruckte Anleitung gibt es nicht. Diese lässt sich in zwei Versionen auf der minicopter-Webseite herunterladen: als bebilderte Anleitung mit einzelnen Bildern der Baustufen oder – und das ist unseres Erachtens die bessere Alternative – als PDF-Dokument mit den Explosionszeichnungen der jeweiligen Baustufen inklusive detaillierter Beschreibung der Aufbauarbeiten.

Zweistufig

Zunächst müssen die CFK-Teile entgratet werden, indem man mit einer nicht zu groben Schleifleine darüber zieht. Dies dient zur Sicherheit, damit später keine scharfen Kanten die Verkabelung beschädigen.



Die sauber gefertigten Alu-Teile der zweiten Getriebestufe inklusive schrägverzahntem Delrinrad

DATEN

HAUPTROTORDURCHMESSER 1.560 bis 1.680 mm
 HECKROTORDURCHMESSER 290 bis 300 mm
 MÖGLICHE BLATTLÄNGEN 690 bis 750 mm
 LÄNGE OHNE HAUBE 1.380 mm
 HÖHE 390 mm
 GEWICHT OHNE AKKU ca. 3.500 Gramm
 ABFLUGGEWICHT 5.200 Gramm
 DURCHMESSER HECKROHR 30 mm
 ZÄHNEZahl MOTORITZEL 19
 UNTERSETZUNG MOTOR/HAUPTROTOR 10,33:1
 ÜBERSETZUNG HAUPT-/HECKROTOR 1:4,75
 GRÖSSE AKKUSCHACHT 68 (74) hoch, 64 mm breit
 PREIS 950,- Euro
 BEZUG direkt
 INTERNET www.minicopter.de



Die kompletten Heckteile zur Montage ans 30 Millimeter starke Heckrohr

Nach getaner Arbeit können die obere Alu-Domlagerplatte sowie der untere Rotorwellen-Lagerbock auf einer Seitenplatte montiert werden, ebenfalls das schrägverzahnte Delrin-Hauptzahnrad. Im nächsten Schritt werden das Alu-Riemenrad und das schrägverzahnte Getrieberrad der ersten sowie das Stahlritzel der zweiten Getriebestufe auf einer gemeinsamen Welle montiert und mit Hilfe von Lagerplatten im Chassis befestigt. Damit ist nun das Hauptgetriebe auf der ersten CFK-Seitenplatte montiert.

Heckeinheit

Es geht weiter mit dem Heckriemen, den wir schon mal am montieren Heckriemenrad und dann am unteren Domlager des Vorgeleges einfädeln. Am Ende des Heckrohrs sitzt die einteilige, aus Alu gefertigte Halterung, die über zwei Alu-Klemmbacken von innen gehalten wird. Ein schönes Technik-Feature, das durch das geschlitzte Heckrohr das Verdrehen der ganzen Einheit sicher verhindert.

Der Heckrotor ist komplett aus Alu gefertigt und jeweils pro Blatthalter mit zwei Radial- und einem Axiallager bestückt. Das 26-Zähne-Rad sorgt für einen sicheren Halt des Riemens und erübrigt auch eine zusätzliche Andruckrolle. Eine Besonderheit, die uns auch später beim Rotorkopf begegnet, ist die Spannbacke auf jeder Seite der Hecknabe. Dabei werden die Blatthalter einfach über das Konstrukt von Lagern geschoben und mit jeweils zwei Schrauben an der Backe befestigt. Somit kann eine Demontage, ohne die Heckblätter zu entfernen, innerhalb von wenigen Sekunden erfolgen. Dies erleichtert die Wartungsar-

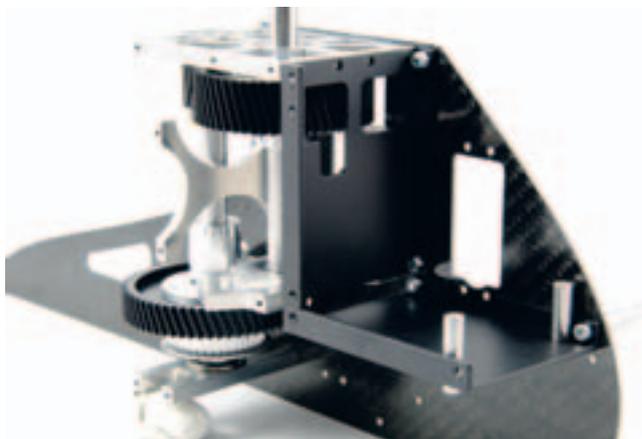
beiten, wie zu Beispiel das Nachfetten der Axiallager, enorm. Das leichte Spiel an den Heckblatthaltern ist gewollt und stellt sicher, dass keine durch zu steife Heckblätter verursachten Resonanzen auftreten.

Um die hohe Steifigkeit des Rahmens zu erreichen, werden nach dem Vorgelege eine X-förmige Alu-Verstrebung und am hinteren Teil je eine vertikale und horizontale U-Profilplatte verbaut. Bevor das Chassis mit der zweiten Platte geschlossen wird, befestigt man noch die Riemenspanner-Teile, bestehend aus dem Spanner und der Andruckrolle. Danach lässt sich das obere Chassis komplett inklusive Öldruckdämpfer, bei dem wir mittlere Vorspannung wählen, montieren.

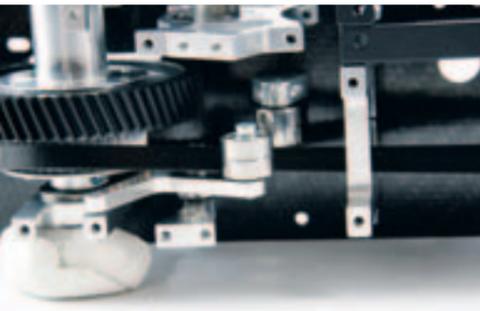
Um den Akku an seiner Position zu halten, werden vier Kunststoffrollen mit einem Silikonschlauch ummantelt, die man am unteren Teil mit dem Akkuschacht verschraubt. Zwei Kunststoff-Röhrchen und die beiden Alu-Halterungen für das Landgestell komplettieren das Ganze. Als Zubehör gibt es CFK-Kufen und Kufenrohre, die gesondert bestellt werden können. Mit diesen Tuningteilen wird der Diablolo um etwa 70 Gramm leichter gegenüber dem Serien-Landgestell.

Maulschlüssel

In die Taumelscheibe müssen noch die stabilen Anlenkkugeln eingedreht werden. Gerd Guzicki liefert einen verstellbaren sowie einen gefrästen Maulschlüssel mit, um die Kugelgelenke auf den 3-mm-Anlenkstangen justieren zu können. Nach



Die fertig montierte Getriebeeinheit, bestehend aus den beiden schrägverzahnten Getrieberrädern und dem Antriebsritzel des Hauptzahnrad. Unten befindet sich das Heckriemenrad aus Alu



Deutlich zu erkennen ist das Heckriemenrad mit dem Spanner

dem Ablängen werden die Kugelköpfe zusammen mit den Gelenken mit einer Schraube gesichert und an der Taumelscheibe befestigt. Dies verhindert ein Abspringen der Kugelgelenke im Flug. Um alles optimal einstellen zu können, liegt dem Bausatz eine Taumelscheibenlehre bei. Die Rotorkopf-Gestänge haben jeweils ein Recht/Links-Gewinde. Das ermöglicht ein millimetergenaues Einstellen des Spurlaufs, ohne die Kugelköpfe zu demontieren.

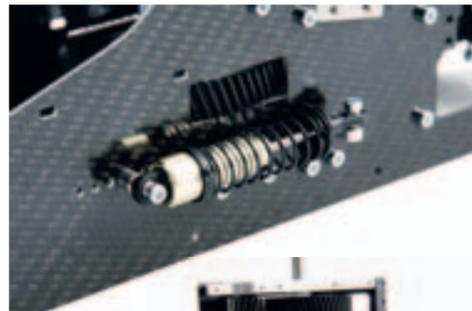
Massiv

Das Zentralstück, an dem auch der Taumelscheiben-Mitnehmer sitzt, besteht aus einem gefrästen Aluteil, in dem mit genügend Fett die Kopfdämpfung eingedreht wird. Nach Montage der Blattlagerwelle werden nach der Passscheibe das erste Radiallager, dann die Spannbacke, das Axiallager sowie das zweite Radiallager montiert.

Bevor man nun die Blatthalter montiert, werden diese – ähnlich wie beim Heckrotor – zuerst im Ofen zwecks Ausdehnung erwärmt, um sie dann leichter über die Lagereinheit schieben zu können. Dabei ist auf fluchtende Position mit den Schraublöchern der Spannbacken zu achten. Danach müssen noch die Blattverstell- und die Mitnehmerarme montiert werden, um den Kopf letztendlich mit einer M4-Schraube mit der Rotorwelle zu verbinden sowie die Anlenkgestänge anzuklippsen.

Der Hersteller hat sich bei der Heckrotor-Anlenkung etwas Interessantes einfallen lassen. Die CFK-Stange wird nicht wie üblich starr, sondern durch ein mit O-Ringen befestigtes Kunststoffröhrchen zum Heck-Umlenkhebel aus Alu geführt, womit Vibrationen und Verspannungen verhindert werden.

Damit wäre der Diabolo mechanisch fertig montiert – wir benötigten dazu etwa vier Stunden.



Die Vorspannung des Öldruckstoßdämpfers, der den Riemenanddruck vorgibt, kann verstellt werden



Die komplette Mechanik ohne Heckrohr. Alles ist sehr kompakt aufgebaut. Gut erkennbar ist der geräumige Akkusacht

Das zweistufige Getriebe befindet sich auf dem rechten CFK-Seitenteil – die Montage der linken Chassisplatte steht kurz bevor

Jetzt muss nur noch die sehr leichte (190 Gramm) GFK-Haube mit dem Haubenfenster sowie dem Diabolo-Schriftzug beklebt werden. Hilfestellung gibt hier ein Video auf der Homepage, in dem ein Profi alles genauestens erklärt. Farblich gibt es über 35 Kombinationen von Haube, Haubenfenster und Schrift, was individuelles Outfit zulässt. Wir wählten die wohl meist verwendete Variante mit weißer Haube, schwarzem Fenster und roter Schrift. Dies verleiht dem Diabolo auch eine gute Sichtbarkeit bei allen Lichtverhältnissen.

Electrify

Wir wählten für die Taumelscheibe drei HiTEC-Servos des Typs HS-7940TH, das Heck wird von einem MKS BLS-980 angesteuert. Als Hochvolt-BEC zur Versorgung der RC-Anlage kommt das Hercules Super BEC zum Einsatz, das mit einer Ausgangsspannung von 8,2 Volt betrieben wird. Der Außenläufer-Motor Scorpion HK4530 wird mit einem Controller Kontronik Power Jive kombiniert. Beim Flybarless-System (FBL) setzen wir auf das bereits ausführlich in RC-Heli-Action 10/2012 getestete Skookum SK540 vom Heli Shop.

Der Servoeinbau der beiden Rollservos ging schnell von der Hand. Diese werden in den dafür vorgesehenen Alu-Halterungen verschraubt. Das Kabel kann einfach nach innen verlegt werden. Beim Nick- und Heckservo wird es etwas fummeliger. Das Nick-Servo wird mit vier Alu-Abstandshülsen am oberen, hinteren Ende des Chassis montiert, das



Der kompakte Hauptrotorkopf besteht aus (von innen): Radiallager, Spannbacken, Axiallager und wieder Radiallager



Hauptrotorkopf, Mitnehmer und Taumelscheibe sind montiert. Die Kugelgelenke werden durch Schraubenköpfe vor einem Abspringen gesichert



Heckservo mittels zweier Alu-Winkel am unteren Chassis eingeschoben und dort verschraubt. Hier sollte man drauf achten, den Anlenkarm schon im Vorfeld endgültig zu montieren und zu positionieren, da die Schraube im Nachhinein nur schlecht oder gar nicht mehr zugänglich ist. Bei unserer MKS-Rudermaschine war dies nämlich der Fall, was uns eine erneute Montage bescherte.

Bei dem auf der Trägerplatte sitzenden Motor sollte man auf ausreichendes Ritzelspiel achten, das mit Hilfe der eingearbeiteten Langlöcher justiert werden kann. Speziell für die Kontronik Pyro-Motoren gibt es auch eine Platte mit integriertem Lager, das die 6-mm-Motorwelle stützt. Den Controller positionierten wir auf einer Aluplatte im vorderen Bereich, um eine kurze Anbindung der Motorkabel zu ermöglichen.

Ein bisschen schwierig gestaltete sich die Verkabelung am Empfänger, der relativ eng auf der hinteren Plattform untergebracht ist. Der eingesetzte HiTEC-Receiver Optima 9 ist relativ groß, sodass hier etwas mehr Zeit gebraucht wurde, um alles sauber unterzubringen. Um die Servokabel am Heckrohr vorbei zum FBL-System zu führen, ist die untere U-Profilsschiene eingefräst. Es ist dabei unbedingt darauf zu achten, das Ganze möglichst ohne Spannung zum FBL-System zu verlegen, um die Weitergabe von eventuellen Vibrationen zu verhindern.

Die Kabel des Controllers und BECs lassen sich einfach auf der Unterseite entlang führen. Das BEC wurde unter der Motorplatte angebracht und mit relativ kurzen Kabeln direkt an die 5,5-mm-Akkustecker des Power Jive gelötet. Das BEC verfügt über zwei Anschluss-Stecker, wovon der eine in den Empfänger und der andere ins FBL-System gesteckt wurde. Dadurch wird eine redundante Verkabelung erreicht. Alle Stecker wurden mittels Heißkleber gesichert. Dieser lässt sich im Falle von Wartungsarbeiten leicht entfernen, gewährleistet aber einen sicheren Halt während des Betriebs.

Setup

Wenn beim Aufbau sauber gearbeitet und die Taumelscheibe mit der Lehre richtig ausgerichtet

wurde, sollten keine Überraschungen beim Setup des Skookum auftauchen, da die Geometrie des Kopfs optimale Grundvoraussetzungen bietet. Man programmiert das verwendete Empfangssystem, den Typ der Taumelscheiben-Anlenkung sowie die Laufrichtungen und Ausschläge. Für den Erstflug beließen wir es bei den serienmäßigen Default-Einstellungen. Der Power Jive wird gemäß Anleitung eingelernt. Durch das 19-Zähne-Ritzel bei unserem Scorpion-Motor mit 540 Umdrehungen in der Minute pro Volt (KV) ist ein Hauptrotor-Drehzahlenspektrum von 1.400 bis 2.100 Umdrehungen pro Minute (U/min) vorgegeben. Unser Testmodell bringt ein Abfluggewicht von 5.200 Gramm auf die Waage, mit etwas leichteren Komponenten kann man durchaus auch unter 5.000 Gramm bleiben.

Air-Action

Der 12s-LiPo-Akku wird mit der mitgelieferten CFK-Platte von unten in den Akkusacht geschoben und mit O-Ringen nach oben hin befestigt. Nach dem Anschließen des Akkus und Abwarten der Freigabe



Der eingesetzte Scorpion-Motor. Gut zu erkennen sind auch die leicht schräg stehenden Rollservos. Das Nickservo sitzt hinten im Chassis



Fertig angeschlossener Kontronik Power Jive am Scorpion HK4530

KOMPONENTEN

- AUSSENLÄUFER-MOTOR Scorpion HK4530
- CONTROLLER Kontronik Power Jive
- TAUMELSCHLEIBENSERVO (3) HiTEC HS-7940TH
- HECKROTORSERVO MKS BLS-980
- HAUPTROTORBLÄTTER Spinblades MattBlack
- HECKROTORBLÄTTER Rotortech 115 mm
- RC-STROMVERSORGUNG Hercules Super BEC
- EMPFÄNGER Optima 9
- SENDER HiTEC Aurora
- LIPO-AKKU SLS 12s/4.500mAh 30C



Leistungsfähiges, sehr leise laufendes Getriebe

Voluminöser Akkuschacht

Großes Drehzahlspektrum

Gute Flugeigenschaften, hohe Leistung

Hohe Wendigkeit im 3D-Betrieb

Blätter bis zu 750 Millimeter Länge einsetzbar

Platz für die Elektronik

Akku-Halterung etwas fummelig

des FBL-Systems wurde zunächst eine Controller-Öffnung von 30 Prozent gegeben. Der Heli schwebte flüsterleise mit etwa 1.400 U/min vor uns. Der Sound ist wirklich begeisternd und einzigartig. Man hört beim leichten Rundflug kaum die Betriebsgeräusche des Diabolo, sondern nur das Schlagen der Blätter. Nach ein paar Runden stellten wir das FBL-System noch etwas in der zyklischen Agilität und der Heck-Empfindlichkeit nach.

Beim zweiten Flug aktivierten wir auch schon die Flugphase mit 1.600 U/min, um leichten Kunstflug zu betreiben. Der Diabolo folgt den Steuerbefehlen sehr direkt, und der Sound ist immer noch extrem leise. Es wird Zeit, auch die 2.000 Touren auszuprobieren – und damit haben wir den Teufel geweckt. Der Diabolo entwickelt dank des Scorpion-Motors eine enorme Kraft, die alle erdenklichen Manöver ermöglicht. Durch das leise Getriebegeräusch denkt man im ersten Moment, dass hier keinesfalls 2.000



Empfänger und Flybarless-System sind im hinteren Bereich verstaut. Deutlich zu erkennen ist auch das Nickservo

U/min am Kopf anliegen, doch das Knallen der Blätter holt uns wieder in die Realität zurück, dass wir es hier mit einer reinrassigen 3D-Maschine an den Knüppeln zu tun haben. Alle Fahrt- als auch enge 3D-Figuren lassen sich sehr präzise steuern. Man hat zu keiner Zeit das Gefühl, dass die Mechanik überlastet wäre.

Nach über 50 Flügen während des Testzeitraums wurden noch Kleinigkeiten am FBL-System nachgestellt. Der Diabolo lässt sich ohne Schwingungsneigungen problemlos in einem Drehzahlbereich von 1.300 bis 2.100 U/min fliegen. Für die Low-RPM-Freaks ist auch mittlerweile ein kleineres Riemenrad bei minicopter erhältlich, das bei niedrigen Drehzahlen eine höhere Heck-Performance ermöglicht.

Deutschländer

Der Diabolo lässt sich je nach Konfiguration von zahm bis bissig einstellen. Die robuste Mechanik, bei der wir bisher keinen Verschleiß feststellen konnten, erlaubt ein breites Drehzahlspektrum und problemlose Flüge. Der Heli wird vollständig in Deutschland entwickelt und gefertigt und ist unseres Erachtens sein Geld Wert. Hinzu kommt die Tatsache, dass Minicopter-Firmenchef Gerd Guzicki sich noch für seine Kunden Zeit nimmt und bei Fragen jederzeit bereit steht – ein Support, der heutzutage nicht mehr selbstverständlich ist. Ersatzteile werden in der Regel innerhalb von maximal zwei Tagen geliefert. Den Diabolo können wir uneingeschränkt weiterempfehlen. ■



Der einsatzfähige Diabolo wartet auf das Einschleiben des ersten Akkusatzes