

www.rc-heli-action.de | **HELI MASTERS** – Der weltgrößte 3D-Wettbewerb



RC HELI ACTION

das wahre fliegen.



erhältlich im
Google play

erhältlich im
App Store



QR-Codes scannen und die kostenlose
Kiosk-App von RC-Heli-Action installieren.

POCKET ROCKET

Warp 360: Der kleinste Spross
von Compass im Test

**Gaui X2 FES
Basic Combo**
vom RC-Modellbau-Center



GEWINNEN



14 SEITEN

TURBINENSPEZIAL

Grundlagen-Reportage: So funktionieren Modellhubschrauber-Turbinen
Hintergrund-Wissen: Die Evolution der Wellenleistungs-Turbine
Top-Chopper im Porträt: Vario Starwood-Lama und Super Puma von Baumann

AUCH IM HEFT

FPV-Rookie: Einstieg ins FPV-Fliegen | Chopper-Doc |
Helis richtig bauen: Schritt für Schritt zum Blade 550 X



UPGRADE

Was robbers Telemetrie-
Sender FX-32 alles kann

D: € 5,90 A: € 6,80 | CH: 9,90 sfr | Benelux: € 7,00
Italien: € 7,00 | DK: 65,00 skr
Ausgabe #9 | September 2013



wellhausen
&
marquardt
Mediengesellschaft

Der folgende Bericht ist in RC-Heli-Action,
Ausgabe 9/2013 erschienen.

www.rc-heli-action.de
www.modell-aviator.de



Der kleinste Spross von Compass



von Fred Annecke

POCKET ROCKET

Wer glaubt, dass ein 6s-LiPo-Pack nichts in einem Kleinheli mit knapp 800 Millimeter (mm) Rotordurchmesser zu suchen hat, der irrt sich. Die Firma Compass setzt ihr erfolgreiches Hochvolt-Konzept mit dem WARP 360 auch in der Kompaktklasse fort. Genauso wie der 7HV Ultimate stammt der Entwurf des WARP aus Deutschland, wird bei Compass in Asien produziert und bei uns über MTTEC vertrieben. Wir haben dieses in vielerlei Hinsicht besondere Modell gebaut und ausführlich im Flug erprobt.



Der speziell für den WARP 360 entwickelte, achtpolige Außenläufer SZ 2617 hat 26 mm Stator Durchmesser, 17 mm Magnetlänge und eine Motorwelle mit 4 mm Durchmesser

Unsere Wahl fiel auf eine günstige Combo inklusive Compass-Elektromotor SZ 2617 und 350 mm langen Carbon-Hauptrotorblättern gleichen Fabrikats. MTTEC bietet seit kurzem sogar einen Komplettbaukasten mit Motor, Blättern, Servos (mit Alugehäuse), 60-Ampere-Controller (Lizenz-Produkt von YGE) und eigenem TracX Flybarless-System an.

Rasante Optik

Die Einzelteile des WARP 360 sind nach Baugruppen sortiert und sorgfältig verpackt. Das größte Stück ist die bereits mehrfarbig lackierte, 50 Gramm leichte GFK-Kabinenhaube. Sie ist neben dem schlichten Weiß/Rot in drei weiteren, knalligen Farb-Kombinationen erhältlich und verleiht dem Heli – nicht zuletzt wegen ihrer aerodynamisch günstigen Keilform – ein rasantes Aussehen.



Die Metall Taumelscheibe repräsentiert sehr gut die Fertigungsqualität des Baukastens

augenfälligste Merkmal ist sein großes Riemenrad mit 135 Zähnen, das den Hauptrotor antreibt. Mit 16 Zähnen am Motor ergibt sich eine Untersetzung von 8,43:1. Ein 6 mm breiter Zahnriemen überträgt die Kraft von dem hinter der Hauptrotorwelle sitzenden achtpoligen Compass-Außenläufer mit 1.320 Umdrehungen pro Minute pro Volt (U/min/V). Er wurde

Compass hat sich entschieden, nur ganz wenige Baugruppen – und die auch nur zum Teil – vormontiert zu liefern. Damit hat man als Erbauer jederzeit Kontrolle darüber, ob alle Verbindungen mit Schraubensicherung versehen sind. Die Anleitung liegt leider nicht in Papierform bei, sondern kommt als pdf-Datei auf einem USB-Stick. Mit der 2013er-Serie hat Compass beim aktuellen WARP noch einige sinnvolle Änderungen im Vergleich zur ersten Liefercharge einfließen lassen (Änderungen siehe Kasten). Für uns ist deshalb das Manual in der Version V.2 verbindlich, das von der MTTEC-Homepage downloadbar ist. Das Abrunden der Fräskanten an den 1,6 mm starken Carbon-Seitenteilen sollte unbedingt vor Baubeginn erfolgen, um später keine defekten Kabel-Isolierungen zu riskieren. Das gilt besonders an den seitlichen Kabel-Durchbrüchen für den Controller.

Hauptgetriebe

Die gesamte Konstruktion des WARP setzt zum allergrößten Teil auf CNC-gefästrtes Aluminium und Carbon. Das

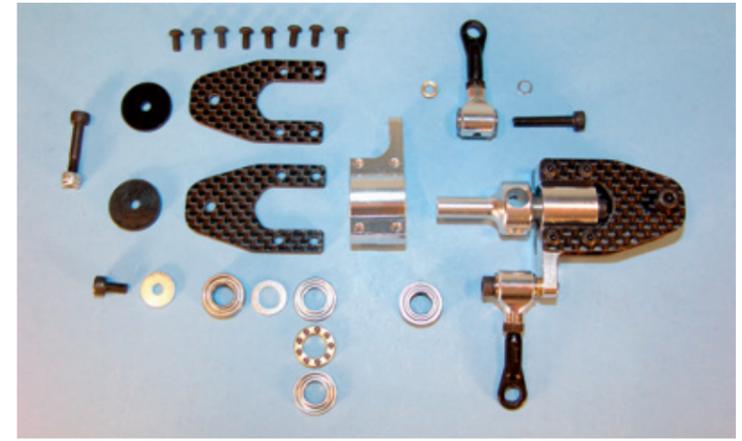


Die Aufnahme des Heckrotors wird in den Heckausleger eingeschoben und verschraubt. Das Riemenrad aus Kunststoff ist mit einem Spannstift befestigt



Der Inhalt des WARP-Baukastens ist sauber nach Baugruppen vertütet. Die Kabinenhaube liegt fertig lackiert und gebohrt bei

speziell für den WARP entwickelt, ist mit einer 0,9 mm starken Einzeldrahtwicklung versehen und wiegt 92 Gramm. Durch Verschieben seiner Alu-Lagerplatte können auch optional erhältliche Ritzel mit 17 oder 18 Zähnen montiert werden. Die Untersetzung wird damit länger und macht die alternative Verwendung eines 4s-Antriebs möglich.



Die Blatthalter sind aus Carbonplatten und einer Alu-Nabe aufgebaut. Das Zentralstück ist ungedämpft. Das Anlenkgestänge ist auch gleichzeitig der Mitnehmer für die Taumelscheibe

ÄNDERUNGEN

Zu den 2013er-Upgrades gehören: Verlängerter Haubenhalter – Kabinenhaube und Flugakku können weiter vorne positioniert werden; zusätzliche Abstützung der Riemenrollen durch eine Carbon-Brücke; Verbindung Motor- und Gegenlagerplatte durch seitliche Carbon-Brücken – vermeidet Fluchtungsfehler beim Verschieben; Motorritzel mit 16 statt 17 Zähnen; überarbeiteter Motor mit geringfügig schmaleren Magnetstreifen – beseitigt Schwingen der Glocke; optional erhältliches Riemenrad 19 Zähne (statt 17) und Alu-Seitenplatten für den Heckrotor, speziell bei Rotordrehzahlen über 3.000 U/min für höhere Gyro-Empfindlichkeit und niedrigeres Geräusch.



Der riemengetriebene Heckrotor muss sorgfältig aufgebaut werden, dann ist er leichtgängig und spielarm. Seine Performance ist auch mit den Standardblättern sehr gut



Die Blattgriffe des Heckrotors sind aus Spritzguss und in Radiallagern geführt. Die Kugelgelenke sollten unbedingt leichtgängig gemacht werden

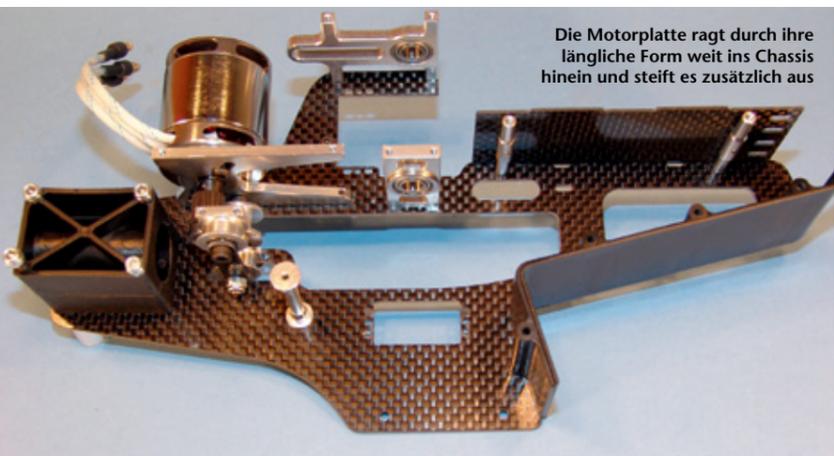
Beim aktuellen Modell wird die Platte des Motorwellen-Gegenlagers, die auf ihrer Unterseite auch die beiden Umlenkrollen für den Riemenantrieb zum Heckrotor trägt, über jeweils außen liegende Carbon-Brücken gemeinsam mit dem Motor verschoben. Damit bleiben alle drehenden Teile in einer Flucht, was wiederum einen leichten Lauf garantiert. Eine zusätzliche Andruckrolle vergrößert den Umschlingungswinkel am Motor.

Flüsterleise

Durch seinen vollständigen Riementrieb für Haupt- und Heckrotor ist der WARP 360 besonders leise und hat in der Kraftübertragung einen sehr guten Wirkungsgrad. Auch beim Freilauf, der den Heckrotor bei einer Autorotation nicht mitdrehen lässt, ist man keine Kompromisse eingegangen und hat ihn zur Führung beidseitig kugelgelagert. Eine gehärtete Hülse überträgt das Drehmoment auf die 6-mm-Hauptrotorwelle. Ihre zwei Alu-Lagerböcke sind multifunktional: Sie nehmen die beiden vorderen Servos der 120-Grad-Anlenkung auf, führen das hintere Gestänge zur Fixierung des Taumelscheiben-Außenrings und steifen über eine vertikal mitverschraubte Carbon-Platte unter den Servos das Chassis nach oben hin aus. Beim Klemmring über dem Domlager ist unbedingt die korrekte Einbauichtung zu beachten. Der angedrehte Bund muss zum Lager zeigen. Wir haben hier noch eine 6-mm-Passscheibe benötigt, um einen wirklich freien Lauf zu erreichen.

Passgenau

Schon vor Baubeginn sollte man sich passende Servos der Mini-Größe (23 x 12 mm)



Die Motorplatte ragt durch ihre längliche Form weit ins Chassis hinein und steift es zusätzlich aus



Das Gegenlager für die Motorwelle verhindert ein Ausweichen unter Last. Hinter dem Ritzel ist die zusätzliche Andruckrolle für den Haupt-Antriebsriemen erkennbar

besorgen. Ein nachträglicher Einbau in das fertige Modell ist zwar prinzipiell auch möglich, wäre aber beim Nickservo mit der Demontage des Motors verbunden. Wir benutzen an der Taumelscheibe drei MKS DS92A+ und auf dem Heck ein MKS DS95i (760µs Neutralimpuls). Der WARP wurde von Konstrukteur Sebastian Zajonz exakt auf deren Abmessungen ausgelegt. Natürlich sind auch andere Servo-Typen verwendbar. Das Chassis bietet im rechten Seitenteil sogar die Möglichkeit, ein größeres Heckrotorservo der Midi-Größe (35 x 15 mm) zu verbauen. Wer allerdings einmal ein MKS-Servo in der Hand gehabt und dessen Fertigungsqualität gesehen hat, wird trotz des höheren Preises nur ungern ein anderes Fabrikat einsetzen wollen. Die von uns verwendeten Typen mit der Zusatzbezeichnung „A+“ beziehungsweise „i“ wurden speziell für Flybarless-Betrieb und Heckrotor Funktion optimiert. Befestigungsmaterial liegt dem Bausatz für alle Servo-Varianten bei.

Richtung Rotorkopf und Taumelscheibe geht es mit viel Aluminium weiter. Die Blatthalter werden aus drei Teilen zusammengebaut und beinhalten in ihrer Nabe zusätzlich zu den beiden Radial- auch ein Axiallager. Bei unseren vormontierten Exemplaren waren die Drucklager nicht gefettet. Eine Blattlagerwelle im herkömmlichen Sinn gibt es nicht, die Blatthalter sind komplett ungedämpft an einem



Gute Idee: eine Kunststoffbuchse wird nach der Feinjustage zur Verstärkung über das Carbon Anlenkgestänge und den Kugelkopf geschoben

starrten Zentralstück aus Leichtmetall aufgehängt. Die Rotorkopf-Dämpfung wird damit von der Elastizität der Blätter bestimmt.

Zur Mitnahme des Taumelscheiben-Innenrings kommt das von Compass beim 7HV eingeführte, direkte Anlenksystem vom Blatthalter zum Einsatz. Auch hier ist alles durch konsequente Kugellagerung sehr leichtgängig und spielfrei. Im krassen Gegensatz dazu stehen die mitgelieferten Kugelgelenkpfannen, die sich nur

Das eigentliche Riemenrad wird aus drei Teilen zusammengeschaubt und mit der Nabe und dem Riemenrad für den Heckantrieb komplettiert



unter hohem Kraftaufwand auf den Kugeln bewegen lassen. Hier kommt man definitiv nicht um ein individuelles Anpassen mit einer Kugelreibahle herum. Apropos Leichtgängigkeit: Besondere Aufmerksamkeit ist bei der Montage des Nickservos und dem Verlauf seines Anlenkgestänges durch den Führungsschlitz der oberen Domlagerplatte gefordert. Um hier perfekten Freigang in allen Hebelstellungen zu erreichen, haben wir den Bund der servoseitigen Anlenkkugel in kleinen Schritten passend gekürzt. Feinarbeit, die sich lohnt.

Kleiner 7HV

Der riemengetriebene Heckrotor sitzt in einem dünnwandigen Alu-Heckrohr. Der Durchmesser von 17 mm macht durch seine Steifigkeit zusätzliche Abstreibungen (Gewicht => Schwerpunktlage) unnötig. Für den Zusammenbau des Hecks sollte man sich wirklich Zeit lassen und äußerst sorgfältig vorgehen. Nur einfach blind zusammenbauen geht nicht. Hier ist etwas Fingerspitzengefühl gefragt, weil es durch

seine Leichtgängigkeit maßgeblich die späteren Flugeigenschaften und den Spaßfaktor des WARP mitbestimmt. Der Aufbau mit kugelgelagertem Umlenkhebel aus Metall und radial abgefangenen Blattgriffen aus Spritzguss entspricht prinzipiell einer verkleinerten Version des 7HV Ultimate. Die mitgelieferten, ebenfalls spritzgegossenen Heckrotorblätter waren gewichtsmäßig stimmig und mussten nicht nachgewuchtet werden.

Alles nach vorne

Spätestens jetzt wird man sich Gedanken über die restliche RC-Ausstattung und deren Unterbringung machen. Beim WARP müssen generell alle Teile so weit wie nur irgendwie möglich vorne eingebaut werden. Der hinter der Hauptrotorwelle stehende, optimal gekühlte Motor fordert seinen Tribut. Üblicherweise ist ein Controller bis 6s-LiPo und etwa 45 Ampere Belastbarkeit ausreichend. Ein BEC sollte unbedingt eingebaut sein. Wir setzen den neuen Graupner/SJ brushless control +T (gesonderte Vorstellung in einer der nächsten Ausgaben) ein, der durch seine eingebaute HoTT-Telemetrie gleich alle relevanten Antriebsdaten ganz ohne zusätzliche externe Sensorik auf das Senderdisplay schickt.



Die verwendeten MKS Mini-Digitalservos sind exakt passend für den WARP und von beeindruckender Qualität

Beim WARP ist alles klar strukturiert. Der Flugakku muss möglichst weit vorne befestigt werden, um den Schwerpunkt einhalten zu können





Der Drehzahl-Controller sitzt direkt unter dem Flybarless-System. Die drei Kabel zum Motor verlassen das Chassis seitlich und laufen nach hinten. Das Heckrotorservo liegt unter dem Riemenrad



Der hinter der Rotorwelle frei in der Mechanik stehende Motor wird optimal gekühlt. Hier erkennt man auch den zusätzlichen Aufhängepunkt der Kabinenhaube, um sie weiter vorne montieren zu können



Der GR12-Empfänger versorgt das Mini V-Stabi per single line. Die Kanten der Carbon-Seitenteile sind abgerundet und partiell mit Tesa-Film abgeklebt. Über Kanal 5 laufen die Telemetrie-Daten des Controllers



Das Mini-Heckrotorservo sitzt direkt unter dem Riemenrad. Der Heckabtrieb erfolgt ebenfalls mit einem Riemen und dreht in der Autorotation nicht mit



Das Zentralstück des Rotorkopf ist völlig ungedämpft. Die Blatthalter sind mehrteilig aus Carbon und Aluminium aufgebaut. Die Servohebel sind mit Carbon-Platten verstärkt und dadurch verwindungssteif

DATEN

HAUPTROTORDURCHMESSER 780 mm
 LÄNGE HAUPTROTORBLÄTTER 320 bis 360 mm
 STÄRKE BLATTANSCHLUSS 8/4,5mm
 HECKROTORDURCHMESSER 180 mm
 LÄNGE 700 mm
 HÖHE 225 mm
 BREITE 105 mm
 UNTERSETZUNG MOTOR/HAUPTROTOR 8,43:1
 ÜBERSETZUNG HECKROTOR 1:4,8
 ZÄHNEZAHL MOTORITZEL 16
 PREIS MIT CFK-BLÄTTERN 309,- Euro
 PREIS (MIT MOTOR + CFK-BLÄTTERN) 359,- Euro
 PREIS COMBO-SET 749,- EURO
 BEZUG MTTEC/Fachhandel
 INTERNET www.mttec.de



Mit dem GensAce 5s/2.200 stimmt der Schwerpunkt perfekt und die Flugleistungen stehen der 6s-Variante kaum nach. Die Flugzeit verlängert sich um etwa drei Minuten

Zwischen den Chassis-Seitenplatten stehen 32 mm lichte Weite zur Verfügung, sodass sich der Controller samt Servokabel praktisch unsichtbar befestigen lässt. Der als Summensignal-Empfänger konfigurierte GR12 HoTT speist das Mini-V-Stabi über eine einzige kurze Zuleitung. Aufgeräumter kann der RC-Einbau in einem Heli kaum sein. Als Antriebsakku verwenden wir den von MTTEC speziell für den WARP 360 vertriebenen 6s/30C-Pack mit einer Kapazität von 1.400 mAh. Eigentlich könnte der nur 260 Gramm leichte Akku für eine korrekte Schwerpunktlage sogar noch etwas schwerer sein. Zum Ausgleich müssen wir ihn mit den beiden Klettbandern in der vordersten Position befestigen. Beim aktuellen WARP wurde die Haubenhalterung unter dem Akku deshalb so verlängert, dass noch eine weiter vorne liegende Befestigung möglich wird. Dazu sind dann zwei neue Löcher für die Haubengummis zu bohren. Mit einem Abfluggewicht von 1.080 Gramm landen wir geringfügig über der Katalogangabe.

MEHR INFOS in der Digital-Ausgabe

Drehzahlen

Bei einem Flybarless-Heli wie dem WARP 360 werden dessen Flugeigenschaften ganz wesentlich von der verwendeten Stabilisierung bestimmt. Unser bereits etwas älteres Mini V-Stabi von Mikado läuft in der

Version 5.3. Nach dem üblichen Grundsetup am PC ist alles sehr schnell einsatzbereit. Die Drehzahl am Hauptrotor wird bei 55% Öffnung des Controllers im Governor-Mode auf 2.700 U/min konstant gehalten. Hier ist auch problemlos ein 5s-Antrieb mit 70% Öffnung und etwas größerer Akkukapazität möglich (wir fliegen in dieser Bestückung einen exakt passenden GensAce 5s/2.200mAh 30C mit 315 g). Die von Compass für den WARP erlaubte Drehzahl-Obergrenze von 3.500 U/min muss mit diesem sehr leichten Modell keineswegs angepeilt werden. Auch so bietet der WARP eine dermaßen beeindruckende Performance im Steig- und Kunstflug, dass der maximale kollektive Einstellwinkel sogar schrittweise noch etwas reduziert werden kann.

Die HoTT-Telemetrie meldet im normalen Rundflug eine Stromaufnahme von etwa 9 A, bei heftigem Herumbolzen Peaks von 35 A, der Motor wird gerade mal handwarm. Damit sind bei 6s, je nach Gangart, Flugzeiten zwischen fünf und sieben Minuten möglich. Mit 5s und nahezu gleicher Performance werden es immerhin fast drei Minuten mehr.

Die Flugeigenschaften des WARP sind einfach nur als Klasse zu bezeichnen: super wendig, sauber

kontrollierbar und ein Betriebsgeräusch, wie es nur ein komplett riemengetriebenes Modell liefern kann. Absolut beeindruckend. Das Heck hält selbst bei schnellen Rückwärtsfiguren einwandfrei und zeigt keine Tendenz zum Herausdrehen. Wie bereits weiter oben erwähnt, kommt dem Heckrotor mit abnehmender Modellgröße ein immer wichtigerer Stellenwert zu. Möglichst wenig Spiel und absolute Leichtgängigkeit sind die Grund-Voraussetzungen.

Am MKS DS95i-Servo ist ein Hebel mit 12 mm Abstand der Kugel zum Drehpunkt montiert. Ein leichtes periodisches Pendeln im Schwebeflug wurde durch Wahl des „Micro Heli“ Heading Lock Mode mit der Vorwahl „RC-Totzone 1“ im V-Stabi und der Einstellung „normal“ für die Governor-Nachregel-Geschwindigkeit im Graupner/SJ-Controller beseitigt. Für beidseitig gleichschnelles, hartes Stoppen ohne Überschwingen aus Pirouetten steht der „Stop Gain A“ auf 40, „Stop Gain B“ auf 25. Hervorzuheben ist die Präzision, mit der die schnellen digitalen MKS-Servos an der Taumelscheibe arbeiten. Ihr Ganzmetallgetriebe hat praktisch kein Spiel und zusammen mit den per Carbon-Plättchen aufgedoppelten Hebeln ergibt sich eine nicht zu überbietende, steife Anlenkung. Das ist definitiv nicht zu toppen.

Referenz

Die Flugleistungen des WARP 360 stellen unserer Meinung nach im Moment die Referenz bei Helis seiner Größenklasse dar, an der sich alle anderen messen müssen. Hier wurde kein Modell zum Schaulaufen entwickelt, sondern ein 3D-Arbeitsgerät, das durch seine Auslegung und Performance besticht. Obwohl der sorgfältige Aufbau der Mechanik etwas mehr Zeit in Anspruch nimmt und an manchen Stellen technisches Feingefühl erfordert, kann der WARP 360 jedem Piloten ans Herz gelegt werden, der einen kleinen Power-Heli für den ultimativen Thrill auf der Wiese nebenan sucht. ■

KOMPONENTEN

MOTOR Compass SZ 2617 1.320KV
 HAUPTROTORBLÄTTER Compass 350 mm
 TAUMELSCHIEBENSERVOS (3X) MKS DS92A+
 HECKROTORSERVO MKS DS95i
 FLYBARLESS SYSTEM Mikado Mini V-Stabi 5.3
 CONTROLLER Graupner/SJ brushless control +T70
 EMPFÄNGER Graupner/SJ GR12 HoTT
 SENDEGERÄT Graupner/SJ mx-20 HoTT
 LIPO-AKKU MTTEC 6s/1.400 mAh
 GensAce 5s/2.200 mAh

