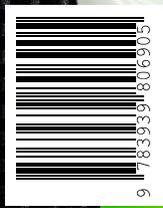


9,80 Euro

VOL. 1

# race-kopter workbook

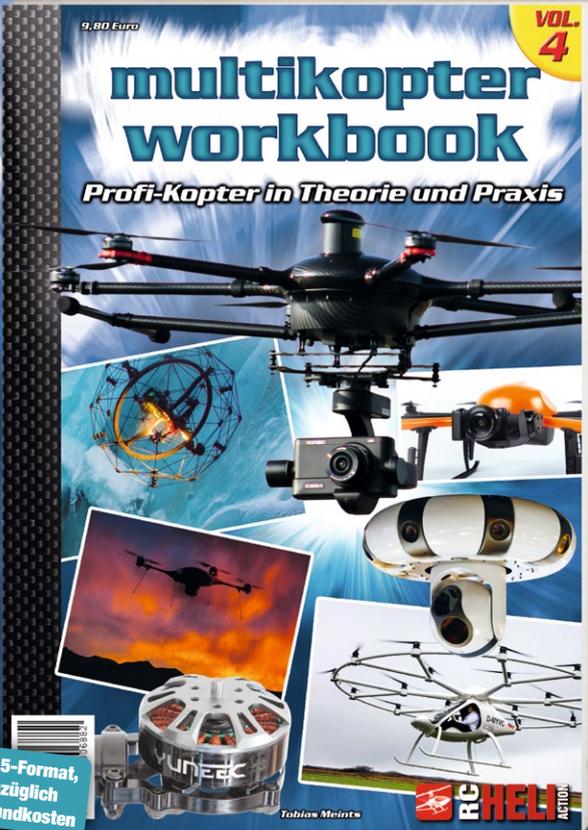
*Grundlagen, Technik,  
Modelle & Reglement*



**RC HELI ACTION**

# Jetzt bestellen

Alles, was man über  
Profi-Kopter wissen muss



9,80 Euro

**multikopter  
workbook**

*Profi-Kopter in Theorie und Praxis*

**VOL. 4**

68 Seiten im A5-Format,  
9,80 Euro zuzüglich  
2,50 Euro Versandkosten

UNITEC

Tobias Meints

RC HELI ACTION

Auch digital als eBook erhältlich

Was haben Profi-Fotografen, Landvermesser, Industrie-Inspektoren, Polizisten und Rettungskräfte gemeinsam? Sie setzen bei ihrer Arbeit zunehmend auf professionelle Multikopter, die perfekt auf das jeweilige Einsatzgebiet zugeschnitten sind. Im neuen multikopter-workbook Volume 4 werden spannende Systeme für die unterschiedlichsten Aufgabengebiete ausführlich vorgestellt.

Im Internet unter [www.alles-rund-ums-hobby.de](http://www.alles-rund-ums-hobby.de)  
oder telefonisch unter 040 / 42 91 77-110

# APPS FÜR MODELLBAUER

Aktuelle News von Firmen, Vereinen und Verbänden – direkt aufs Smartphone.



AVIATOR-News



Berlinski RC



copter.eu



DMFV-News



Graupner



HORIZON HOBBY



MULTIPLER



PREMACON RC



RC-Car-News



RC-CAR-SHOP-HOBBYTHEK



HORIZON HOBBY



MULTIPLER



PREMACON RC



RC-Car-News



RC-CAR-SHOP-HOBBYTHEK



rc-drones



RC-Heli-News



RC-TESTS



RC-TRUCKS



RC Schiffe



Ripmax



Staufenbiel



Vario Helicopter



XciteRC NEWS



ANDROID APP ON  
Google play



Erhältlich im  
App Store



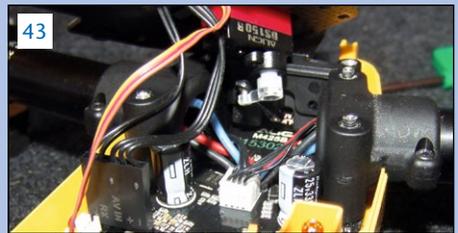
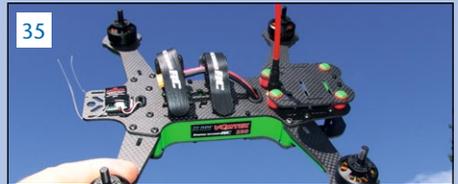
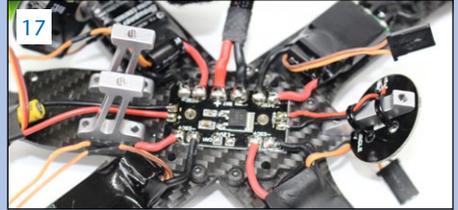
Windows  
Phone

QR-Codes scannen und  
die kostenlosen Apps für  
Modellbauer installieren.

Jetzt App  
installieren

# Inhalt

Vorwort	6
Race-Kopter-Grundlagen	8
Profi-System: Blade Vortex 250 Pro	34
Aufsteiger: Race-Kopter MR25 von Align	42
Sokar FBV – So gelingt der Start ins FPV-Racing	52
Race-Kopter-Tracks, Ausschreibungen und Verhaltensregeln	60
Impressum	66



# RC HELI ACTION

# KENNENLERNEN FÜR 6,40 EURO



FÜR PRINT-ABONNENTEN  
**KOSTENLOS**



**DAS DIGITALE MAGAZIN**

**3 für 1**  
Drei Hefte zum  
Preis von einem  
Digital-Ausgaben  
inklusive

## Jetzt zum Reinschnuppern:

### Ihre Schnupper-Abo-Vorteile:

- ✓ Keine Ausgabe verpassen
- ✓ 3 x RC-Heli-Action Digital inklusive
- ✓ 12,80 Euro sparen
- ✓ Jedes Heft im Umschlag pünktlich frei Haus
- ✓ Regelmäßig Vorzugsangebote für Sonderhefte und Bücher

**Direkt bestellen unter  
[www.rc-heli-action.de](http://www.rc-heli-action.de)  
oder telefonisch unter 040 / 42 91 77-110**

# Vorwort

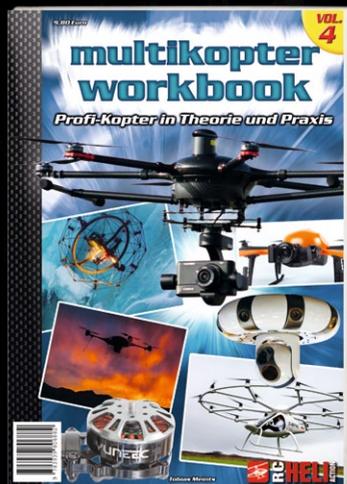
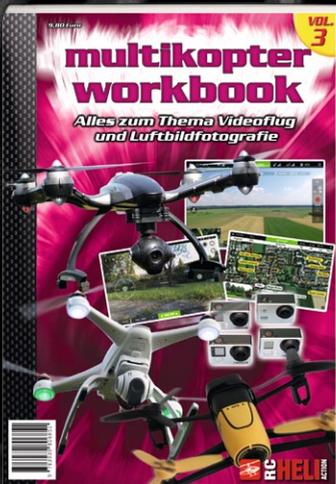
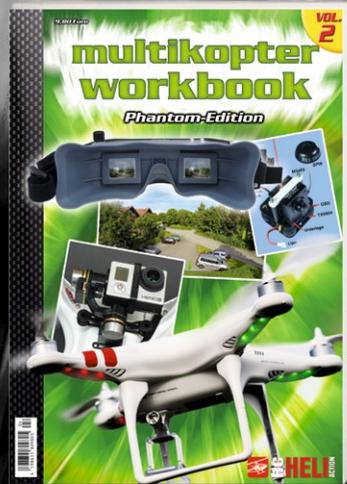
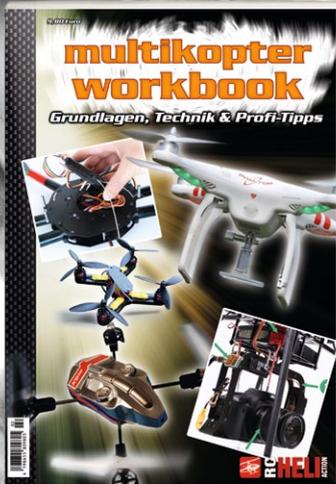
Kein anderes Modellgenre erfreut sich aktuell so großer Beliebtheit wie das der Race-Kopter. Doch was macht die Faszination dieser Modelle aus? Sie sind klein, sie sind schnell, sie sind wendig, man kann mit ihnen das Fliegen aus Pilotenperspektive erleben und natürlich spannende Rennen bestreiten. Entweder in kleinerem Rahmen im Verein, privat mit Freunden oder aber als Profi in einer der großen Racing-Ligen der Welt. Selbst große deutsche Fernsehanstalten wie ProSieben Maxx und Eurosport sind sich der Zugkraft des Race-Kopter-Fliegens bewusst und übertragen die spektakulären Rennen der größten Rennserien live im Free-TV.

Doch wie funktioniert das Race-Kopter-Fliegen eigentlich? Welche Modelle eignen sich für Hobbyeinsteiger? Was erwartet einen Piloten bei einem Race-Event? Diese und viele weitere Fragen beantwortet das neue **RC-Heli-Action race-kopter workbook Volume 1**. Angefangen bei den technischen Basics werden zudem exemplarisch Race-Kopter für Piloten unterschiedlicher Erfahrungsstufen vorgestellt und erklärt, worauf man vor seinem ersten Rennen achten sollte. Nun wünschen wir Ihnen viel Freude bei der Lektüre des neuen **RC-Heli-Action race-kopter workbook Volume 1** und viel Erfolg auf dem Weg zum Race-Piloten.



# Jetzt bestellen

Was man über Multikopter wissen muss



Auch digital als  
eBook erhältlich

Im Internet unter [www.alles-rund-ums-hobby.de](http://www.alles-rund-ums-hobby.de)  
oder telefonisch unter 040 / 42 91 77-110

# Race-Kopter- Grundlagen







Multikopter im Allgemeinen erfreuen sich bei aktiven Modellbauern, aber auch bei Hobbyeinsteigern, wachsender Beliebtheit. Die FPV-Racing-Szene ist geradezu explodiert. Im Jahr 2015 wurde ein Rennen nach dem anderen ausgetragen und 2016 boomt die Szene noch mehr. Grund genug, sich diese besondere Gattung des Kopterfliegens im Allgemeinen und die dahinter stehende Technik im Speziellen einmal genauer anzuschauen.

Was ist überhaupt FPV-Racing? Beim FPV-Racing steuert der Pilot seinen Kopter aus der „First-Person-View“-Perspektive, also aus Pilotensicht. Hierzu wird am Kopter eine Kamera angebracht, die mittels Video-Sender das Bewegtbild an eine Groundstation überträgt. Der Pilot hat entweder einen Bildschirm oder eine Videobrille und steuert den Kopter ausschließlich aus dieser Perspektive – also ohne direkten Sichtkontakt. Um

es gleich vorweg zu nehmen: In Deutschland ist es derzeit verboten, außerhalb der Sichtweite zu fliegen. Deshalb muss immer ein so genannter Spotter mit beim Piloten sein, der den Kopter jederzeit im Auge behält und im Notfall über die im Lehrer-Schüler-Betrieb angeschlossene Fernsteuerung eingreifen kann. Bei einem FPV-Rennen wird eine Strecke mit Toren und Beachflags aufgebaut, die dann von den Piloten meist erst in einem Zeitrennen und dann im Knockout-Verfahren abgeflogen wird. Hierbei können aufgrund der begrenzten Video-Kanäle im 5,8-Gigahertz-Bereich immer maximal acht Piloten gleichzeitig fliegen.

## Equipment

Im ersten Schritt wird natürlich ein entsprechender Kopter benötigt. Prinzipiell kann hier jeder beliebige Multikopter mit drei bis acht Motoren



Hier ein EC-Kompletzset einer Attitude V2 mit 7-Kanal-Empfangsmodul, 1.000er-1s-LiPo und Spironet-Antenne

verwendet werden. Bei den Rennen sind meist nur Fluggeräte bis 330 Millimeter (mm) Diagonale und maximal 4s-LiPo-Antrieben zugelassen. Auch Rookie-Klassen werden bei verschiedenen Rennen geflogen, bei denen der Antrieb auf 3s

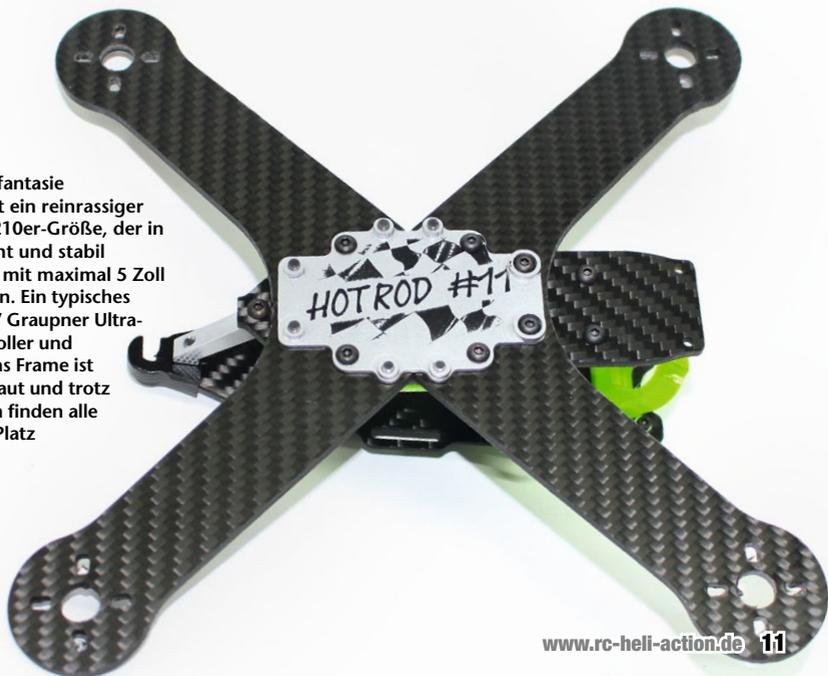
begrenzt ist. Hier hat es sich auch bewährt, einen Kopter in der Größe zwischen 150 und 250 mm zu wählen. Indoor werden meist kleinere Kopter geflogen, Outdoor 180 bis 210 mm. Verwendete Flight-Controller, Motoren, Controller, Props und Akkus müssen zum jeweiligen Kopter passen – hier gibt es keine Vorgaben.

Am Kopter müssen eine FPV-Kamera sowie ein 5,8-Gigahertz-Videosender montiert werden; hier ist die Sendeleistung in Deutschland aktuell auf 25 Milliwatt (mW) begrenzt. Um das Videosignal zu empfangen, wird ein Bildschirm oder eine Video-Brille mit integriertem Empfänger oder einer separaten Groundstation benötigt. Auch hier gibt es verschiedenste Varianten, wobei die FPV-Brille ganz klar erste Wahl ist.

## Der Start

Eingestellt wird der Kopter zuerst einmal ohne FPV auf Sicht, für Helipiloten ist das kein Problem. Flächenpiloten und Neueinsteiger können sich so erst einmal mit der Steuerung und dem

Das Beast Evo X von Artfantasie ([www.rc-heli-store.de](http://www.rc-heli-store.de)) ist ein reinrassiger Wettbewerbs-Racer in 210er-Größe, der in X-Bauweise extrem leicht und stabil aufgebaut ist. Propeller mit maximal 5 Zoll können geflogen werden. Ein typisches Setup sind 2804-2650KV Graupner Ultra-Motoren mit 20A-Controller und 4s/1.500-mAh-Akkus. Das Frame ist sehr durchdacht aufgebaut und trotz der kleine Abmessungen finden alle nötigen Komponenten Platz





Mittels Kabel können zwei Brillen miteinander verbunden werden. So kann man interessierte Co-Piloten mitnehmen

Flugverhalten vertraut machen. Für die ersten Versuche mit Videobrille ist es ratsam, den Kopter erst einmal auf eine sichere Höhe zu bringen und dort erst die Brille aufzusetzen. Wichtig ist auch, dass man sich bei den ersten Versuchen irgendwo anlehnt oder hinsetzt – der eine oder andere ist bei den ersten Versuchen auch schon umgekippt. Hat man sich dann mit dem Fliegen durch die Brille vertraut gemacht, kann man natürlich auch direkt mit Brille starten und landen. Für die ersten Übungen kann man sich eine Strecke nur auf dem Boden abstecken und dann nach und nach Tore, Beachflags oder andere Hindernisse (Bäume) mit in die Strecke einbinden. Soweit der grobe Überblick über die benötigten Komponenten und die ersten Schritte zum FPV-Racer. Im Folgenden wollen wir uns das ganze genauer anschauen.

## Die Technik

Bei den Racern gibt es mittlerweile die unterschiedlichsten Größen von 130ern bis zu 280ern, wobei wie bei allen Koptern von Mitte

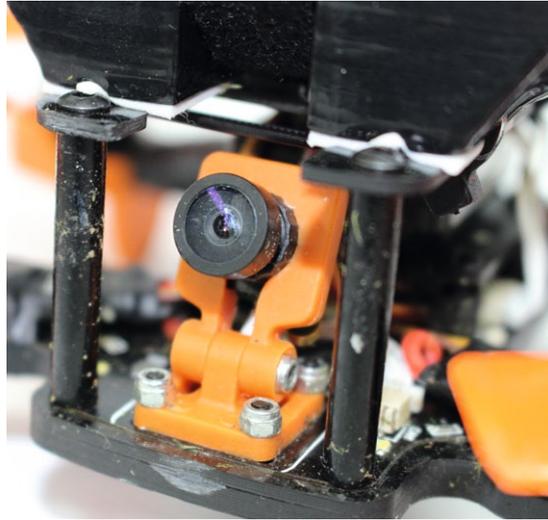
Motorachse zu Mitte Motorachse gemessen wird. Bei FPV-Rennen ist eine Größe von 180 bis 220 mm am beliebtesten. Diese Koptergröße wird mit 4s-LiPos mit Kapazitäten von 1.300 bis 1.800 Milliamperestunden (mAh) befeuert. Das Gewicht der Kopter spielt eine entscheidende Rolle. Bei Racern gilt: Je leichter der Kopter, desto besser fliegt er. Kopter bis zur 230er-Größe mit



Zwei-, Drei-, Vier-, Sechsstab in 3-, 4-, 5- oder 6-Zoll-Größe, Bullnose, TJ oder C-Prop von DAL, Graupner, Gemfan oder HQ – bei den Props hat man einen riesige Auswahl. Hier muss zum einen der passende Prop zum Kopter/Antriebs-Setup gefunden werden, zum anderen muss man testen, welcher Prop dem Piloten am besten liegt. Momentan werden auf den Racekoptern hauptsächlich 5 Zoll große Drei- oder Vierblatt mit 4s und 2204/2804-Motoren mit 2.300 bis 2.650 kv geflogen



Bei der Kamera-Befestigung gibt es je nach Kopter verschiedene Möglichkeiten. Kameras wie die HS1177 können, wie hier zu sehen, einfach mit zwei Carbon-Platten befestigt werden



Hier die Super Mini Cam in einem Halter, der über die Linse geschoben und an dieser dann festgeklemmt wird



Ein Silikon-Mount, der beim Graupner Alpha dabei und in drei verschiedenen Winkeln erhältlich ist



Hier ein 3D-gedruckter Halter aus Filaflex, einem flexiblen Kunststoff, der optimal Vibrationen dämpft und bei einem Crash leicht nachgibt



Noch eine Lösung: Ein Halter aus Gummi, durch den die Cam ebenfalls einfach durchgeschoben wird. Das ist sehr stabil und dämpft optimal Vibrationen

Hier eine SuperMini FPV Cam von RC-Hangar15 mit 600TVL, 120° FOV und eingebautem Mikrophon. Die Kamera hat trotz der Mini-Abmessungen ein sehr gutes Bild, der Anschluss passt zum Beispiel bei dem Diatone Tyrant 150 direkt aufs PDB



einem Abfluggewicht um die 500 Gramm (g) und leichter sind optimale Wettbewerbsgeräte.

Zum Einstieg tut man sich mit einem 250er-Kopter, wie beispielsweise dem Graupner Alpha 250 oder dem ImmersionRC Vortex und etwas größeren Akkus leichter, da die Kopter satter in der Luft liegen und nicht ganz so zackig um die Kurve gehen. Beide Kopter gibt es jeweils als Komplett-Set, das mit allen benötigten RC- und FPV-Komponenten ausgestattet ist. Ein richtiger Wettbewerbs-Racer ist zum Beispiel das extrem leichte und stabile Beast Evo beziehungsweise Beast EvoX von artfantasy ([www.rcheli-store.de](http://www.rcheli-store.de)). Ein oft geflogener Kopter ist auch der QAV210 oder LS210 – hier gibt es verschiedensten Ausführungen mit 3- bis 4-mm-Armen.

Bei den Props wird von 5 bis 6 Zoll Zwei- und 5 Zoll Drei-/Vierblatt geflogen. Mit Dreiblatt-Props wie den DAL5040 geht es deutlich direkter und agiler um die Ecken als mit Zweiblatt. Bei den Motoren werden vorrangig 22er- beziehungsweise 28er-Motoren verwendet, die einen Außendurchmesser von maximal 28 und einen Statordurchmesser von 22 mm haben. Die spezifische Drehzahl beträgt bevorzugt 2.300 bis 2.650 Umdrehungen pro Minute und Volt (kv), sodass sich eine optimale Abstimmung mit 4s und Flugzeiten von etwa

zweienhalb Minuten ergeben, was für die meisten Rennen gerade reicht.

Die Motor-Controller kommen von den unterschiedlichsten Herstellern: DYS, Kiss und Graupner Ultra sind gängige Geräte mit 20 bis 30 Ampere. Die Software ist hauptsächlich BLHeli, eine Opensource-Software, die auch in enger Zusammenarbeit mit einigen Herstellern (zum Beispiel Graupner) ständig weiter entwickelt wird. Die Geräte



Hier die beiden meist genutzten und auf allen Wettbewerben zugelassenen 5,8-Gigahertz-Videosender. Links der ImmersionRC, daneben der TBS Unify Pro HV (Achtung: In Deutschland ist der Unify nur im gesperrten Modus mit 25mW erlaubt). Wichtig: Videosender dürfen nie ohne Antenne eingeschaltet werden, da sie sonst durchbrennen



**Mavic Pro ab 1199,-**  
4K falt-Kopter

### DJI MAVIC PRO

- Nur so groß wie eine Wasserflasche, perfekt für unterwegs
- Komplett faltbar: Kopter, Propeller und Fernsteuerung
- Steuerbar über Smartphone und/oder Fernsteuersender
- NEU: Flugmodi Trace, Profile, Spotlight, Tripod
- Sense&Avoid Hinderniserkennung
- NEU: Intelligente Gestensteuerung
- 4k Kamera mit 3 Achs Gimbal
- bis zu 27 min. Flugzeit



### CONNEX PROSIGHT – HD FPV SYSTEM

**PROSIGHT 629,-**  
HD FPV System

- Ideal mit unseren neuen Full HD Videobrillen (Headsets)
- Keine Latenz, ideal für FPV Racing
- Reichweite bis zu 1000 m
- Inkl. 720p HD FPV Kamera
- Extrem leichtes System
- Die Zukunft von FPV

### DJI OSMO MOBILE

- 3-Achs Gimbal für iOS und Android Smartphones
- ActiveTrack Funktion, bekannt vom Phantom 4
- Motion-Timelapse und Langzeitbelichtungen möglich
- Inkl. Transporttasche, Akku und Ladekabel



**Osmo Mobile 339,-**  
mit ActiveTrack

## Globe Flight Academy

Dieser Begriff steht für unser Schulungszentrum und unsere Flugschule. Aufgrund unserer langjährigen Erfahrung sind wir für Sie die erste Adresse in Bezug auf das Thema Multikopter und bieten Ihnen umfangreiche Möglichkeiten, sich optimal in Theorie und Praxis einzuarbeiten.

Mit unserem Schulungsangebot richten wir uns dabei an:

- Interessierte Neulinge
- Einsteiger
- Ambitionierte Hobbypiloten
- Professionelle Anwender
- Und jeden der sein Wissen in Theorie und Praxis erweitern oder auffrischen will!

### Hobbyschulung – in Theorie und Praxis

Theorieinhalte:

- Grundlagen der Multikoptertechnik
- Livebild- Übertragungstechnik
- Steuertechnik
- Softwarefunktionen und Bedingungen
- Überblick über die rechtlichen Betriebsvoraussetzungen

Im Anschluss folgt der flugpraktische Teil unter Anleitung unserer Instruktoeren. Dauer: ca. 3,5 Stunden



### Profischulung – Theoriewissen von Technik bis Luftrecht

Theorieinhalte:

- Mechanische Grundlagen
  - Antriebstechnik, Motoren und Regler
  - Flugsteuerung, Sensortechnik und Software
  - Bildübertragung analog und digital
  - Akku- und Ladetechnik
  - Fernsteuertechnik
  - Rechtliche Voraussetzungen allgemein
  - Luftrecht
  - Wetterkunde
- Dauer: ca. 1,5 Tage



Weitere Informationen, Termine und Preise finden Sie unter [academy.globe-flight.de](http://academy.globe-flight.de)  
Hotline: +49 9401 949 88-88



1



2

Eine Auswahl der gängigsten FPV-Kameras: 1 und 2 – RunCam PZ0420 600TVL, 2,8-mm-Linse mit 86° FOV, 5 bis 17 V Eingangsspannung und 12 g Gewicht, einmal nackig und einmal mit Plastidip überzogen; 3 – Fatshark 600TVL mit 2,8-mm-Linse und 3,5 bis 5 V Eingangsspannung; 4 – Foxeer 600TVL HS1177 Sony Super HAD CCD mit 2,8-mm-Linse und 5 bis 22 V Eingangsspannung



3



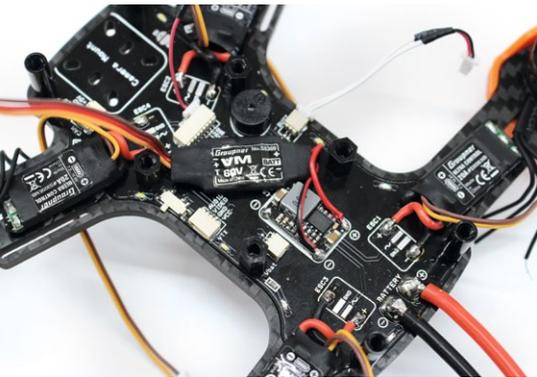
4

können über das Controller-Kabel upgedatet und immer auf dem neuesten Stand gehalten werden.

## Glaubenskrieg

Als Flight-Controller (FC) kommen verschiedene Systeme zum Einsatz – hier gibt es wie bei den Flybarless-Systemen (FBL) mittlerweile einen Glaubenskrieg. Ein FC oder FBL ist immer Geschmackssache. Es gibt

bei den gängigen FCs wie Kiss, Naze, GR-18 und viele mehr keine Geräte, die nicht funktionieren. Hier bestehen die Unterschiede zum einen beim Programmieren. So kann man das Graupner GR-18 sehr einfach und bequem über die Telemetrie am Sender einstellen. Systeme wie Naze und Kiss müssen mit dem PC programmiert werden, bei denen ebenfalls Opensource-Software zum Einsatz kommt. Mit betafight oder cleanflight macht man hier aber nichts falsch.



Ein im Frame integriertes BEC am Beispiel eines Diatone Tyrant 150 von RC-Hangar15 mit integrierten LED, Buzzer, verschiedenen Steckplätzen für Cam, VTX und NAZE oder ähnlichen Boards. In unserem Fall kommt ein GR-10C zum Einsatz. Deshalb wurde zusätzlich ein VM-Voltagemodul von Graupner verbaut, um die Akkuspannung über die Telemetrie zu überwachen

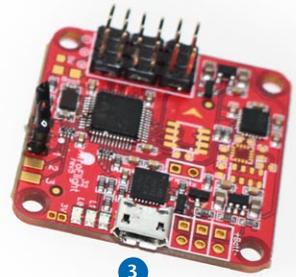
Die Stromversorgung vom Akku zum Controller und gegebenenfalls zum Videosender und Empfänger wird mittels eines Power Distribution Boards (PDB) hergestellt. Hier gibt es verschiedene Varianten und Größen: Mit oder ohne BEC, mit/ohne LC-Filter, mit LED-Steuerung, mit Buzzer und vieles mehr. Es genügt aber auch eine einfache Ausführung wie das PDB von rcheli-store.de. Hier werden lediglich die Plus/Minus-Kabel von Controller, Akku und BEC



1



2



3

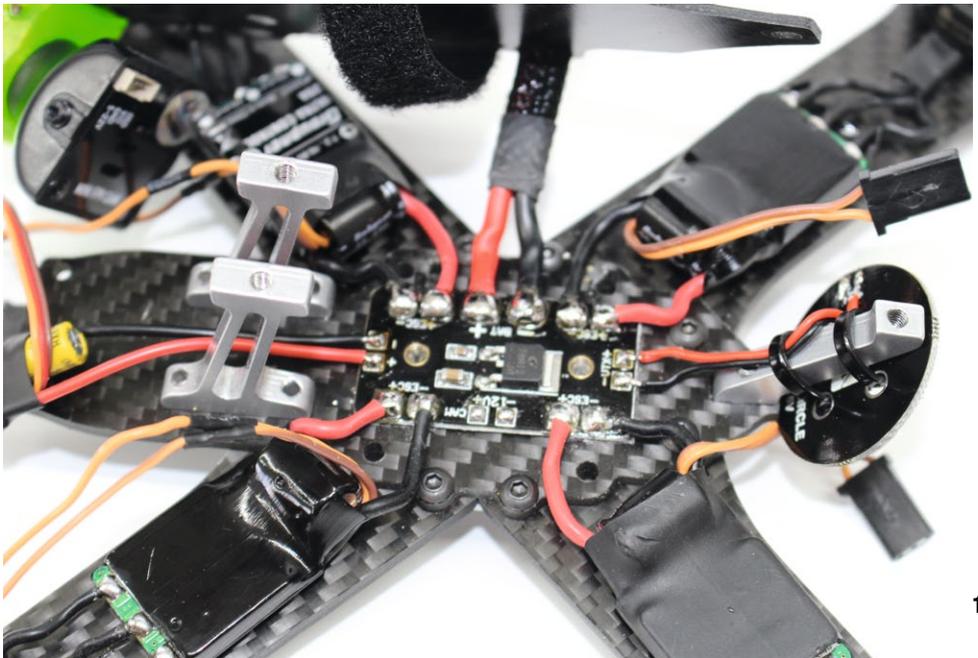
Beispiele für Flight-Controller (FC): 1 – Graupner HoTT GR-10C Empfänger/FC-Einheit, Steckplätze für vier Motoren sowie Telemetriesensoren und zwei Schaltkanäle für die Ansteuerung von LED oder Buzzer; 2 – Graupner HoTT GR-18 ebenfalls FC/Empfänger-Einheit, Anschluss von bis zu sechs Motoren (Hexakopter) sowie Telemetrie; 3 – Naze32 Acro rev5, Anschluss von bis zu acht Motoren (Octokopter)

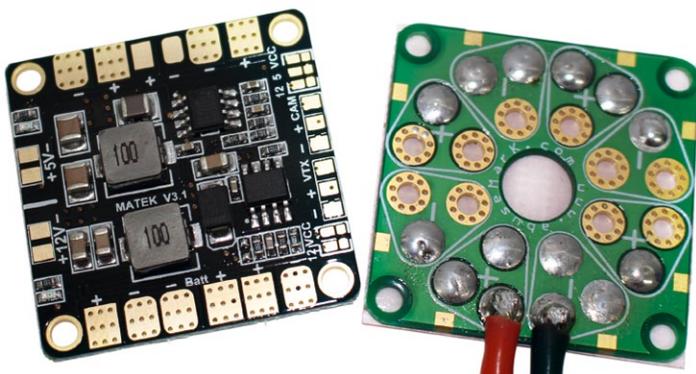
angelötet. Die Stromversorgung zum Empfänger/FC kann dann mit einem BEC realisiert werden. Hier haben Graupner HoTT-User eine gute Option mit dem SBEC+ Voltagemodul. Dabei handelt es sich um ein sehr kleines 3-A-BEC, das komplett über die Telemetrie von 5 bis 8 Volt (V) programmierbar ist. Durch das integrierte

Voltagemodul kann über die Telemetrie die Akkuspannung angezeigt werden.

Kopter wie zum Beispiel Dyatone oder Vortex haben ein integriertes PDB im Chassis. Hier sind dann noch zusätzliche Anschlüsse und Stecker verbaut für VTX, Cam und vieles mehr.

Ein einfaches Matek PDB mit 12-V-Stepdown, der lediglich zur Versorgung einer Kamera gedacht ist. Controller, Akku, BEC und VTX können wie gewohnt miteinander verbunden werden





Zwei Varianten von PDBs: Links das Matek V3 mit integriertem 5- und 12-V-BEC sowie allen nötigen Anschlussmöglichkeiten für Cam, VTX, Controller sowie LED. Rechts ein ganz einfaches PDB von rHeli-Store; hier können Controller, Akku, BEC und gegebenenfalls der Videosender und LED gemeinsam vom Akku versorgt werden

Integrierte PDB's sind meist auf Naze- und Kizz-FC ausgelegt und haben alle nötigen Anschlüsse und Stecker, sodass hier ein Plug-and-play-System gegeben ist.

### FPV-Ausrüstung

Der Kopter wird mit einem Videosender und einer Kamera sowie optional mit einem Mikrophon ausgestattet. Hier muss man auf verschiedene Dinge achten. Wie eingangs bereits erwähnt, ist in Deutschland eine maximale Sendeleistung von

25 mW bei 5,8 Gigahertz auf sieben Kanälen erlaubt. Bei Rennen wird das sogenannte Raceband mit acht Kanälen geflogen; hier bedarf es einer Genehmigung durch die Bundesnetzagentur, die vom Veranstalter einzuholen ist. Beim Raceband sind die Kanäle enger beieinander, sodass acht Piloten störungsfrei miteinander fliegen können. Hier empfiehlt es sich, abwechselnd links- und rechtsdrehende Antennen (zirkular polarisiert) zu fliegen: zum Beispiel Kanal 1 rechts-, Kanal 2 links-, Kanal 3 rechtsdrehend und so weiter.

Der Autor verwendet eine Fatshark Dominator V3-Brille (bereits mit optionalem Faceplate ausgestattet) mit Nexwave-Modul und – je nach Strecke – mit TBS-Patch- oder Spironet-Antenne. Zum Lieferumfang gehört ein 1s/800mAh- LiPo mit Ladestandsanzeige



Beim Videosender ist darauf zu achten, dass manche nur bis maximal 5 Volt versorgt werden können, andere hingegen mit bis zu 4s. Zum Beispiel kann man den ImmersionRC VTX (Videotransmitter) mit bis zu 4s direkt versorgen, wobei dieser am Cam-Ausgang 5 V ausgibt. Der TBS Unify-Pro darf nur mit maximal 5 V versorgt werden; dies kann man entweder über ein entsprechendes PDB realisieren, das 12 und 5 V ausgibt, oder man versorgt ihn direkt über den Empfänger.

Die FPV-Kamera wird bei beiden Varianten direkt mit dem Videosender verbunden und von diesem versorgt. Je nach Cam kann diese dann auch 5 bis 22 V und direkt vom Akku versorgt werden. Der Videosender kommt entweder ohne Antenne oder mit einer Stab-/Rundstrahl-Antenne. Am Kopter funktionieren zirkular polarisierte am besten (donutförmige Abstrahlung); favorisiert werden hier die Fatshark Spironet, die TBS Triumph oder die Aomway.

## Blickwinkel

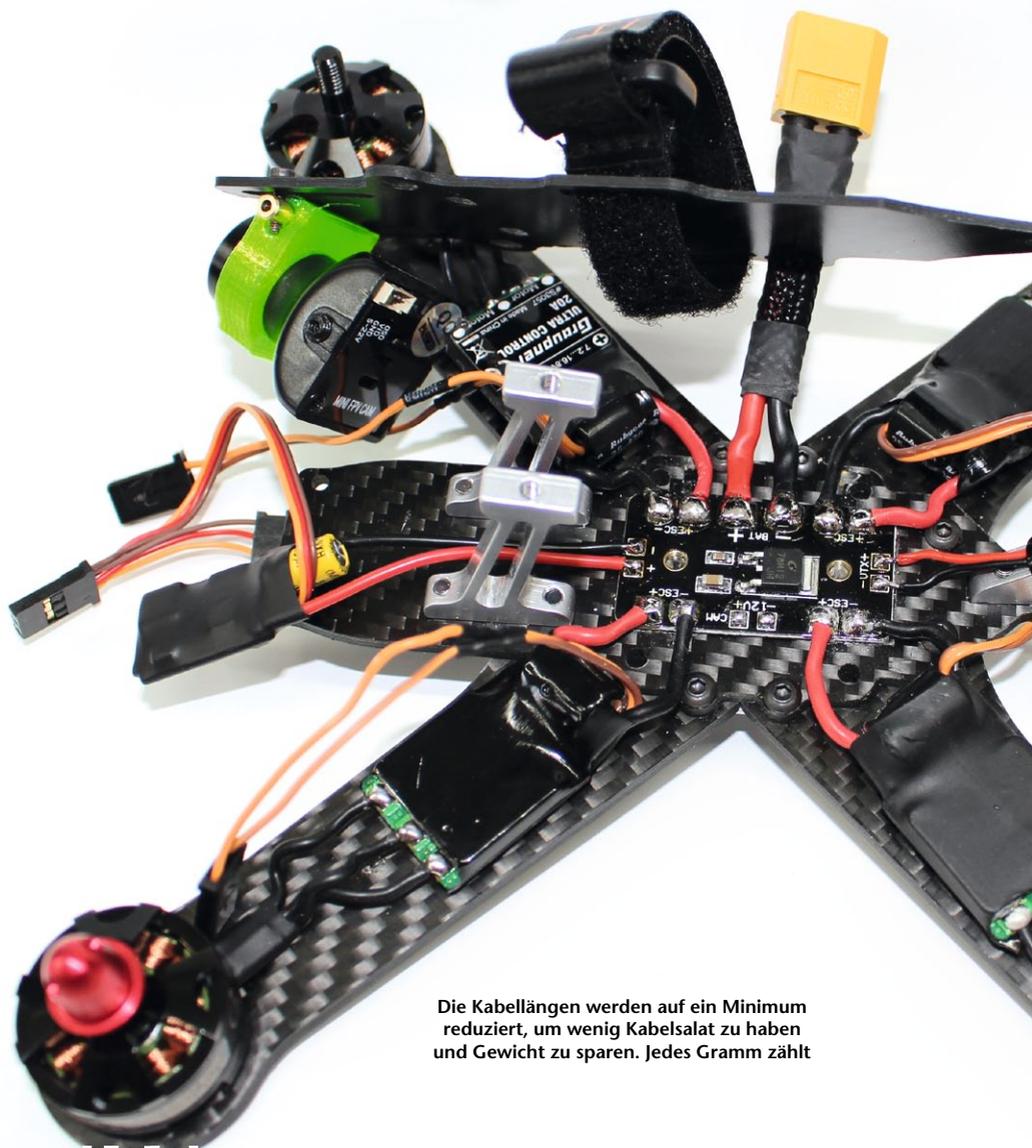
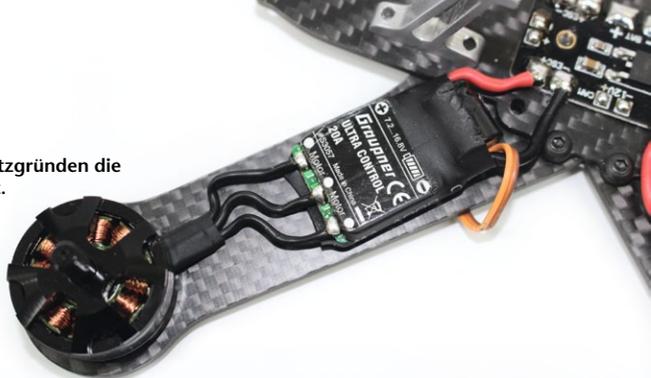
Bei der Kamera gibt es facettenreiche Möglichkeiten. Zum einen muss man schauen, was in den Kopter beziehungsweise auf die Kamera-Plattform passt. Hier wird sehr oft auch auf 3D-Druckteile zurück gegriffen, die man meist preiswert in entsprechenden Interessengemeinschaften wie beispielsweise „FPV Racer Germany“ von anderen FPVlern bekommen kann. Hat man die passende Größe, muss man darauf achten, dass die kleinen Kameras meist nur 5 V vertragen und diese entweder über den Videosender oder über das BEC/PDB versorgt werden. Die meisten Kameras vertragen aber mittlerweile von 5 bis 22 V, von der Bildqualität macht die Spannung keinen Unterschied.

Die am häufigsten verwendeten Exemplare sind momentan die Sony (Foxeer) HS1177, die Runcam Owl und Swift sowie die Klassiker Runcam PZ0420 und die Fatshark 600TVL.



1 – Linksdrehende 4-Leaf-Antenne mit 90-Grad-Anschluss, die hauptsächlich am Empfänger zum Einsatz kommt; 2 – Standard-Rundstrahlantenne, die indoor von Vorteil sein kann; 3 – einfache 3-Leaf-Antenne, die am Kopter verwendet wird; 4 – TBS-Triumph, 4-Leaf Antenne in sehr kleiner leichter, aber extrem stabiler Ausführung, die sowohl am Empfänger als auch am Koptersender eingesetzt werden kann; 5 – Fat Shark Spironet, 4-Leaf RHCP, die ebenfalls am Kopter oder an der Brille verwendet wird

Üblicherweise werden aus Gewichts- und Platzgründen die Motoren an den Controllern direkt angelötet. Hier sollte man allerdings wissen, was man tut, da durch das Öffnen des Controllers und das Löten daran die Gewährleistungs-Ansprüche meist entfallen. Passt die Motor-Drehrichtung, werden die Controller mit Isolierband am Frame befestigt und die Lötstellen isoliert



Die Kabellängen werden auf ein Minimum reduziert, um wenig Kabelsalat zu haben und Gewicht zu sparen. Jedes Gramm zählt

Zum FPV-Racen werden Cams mit 600 bis 700 TVL (TV-Linien) verwendet. Je höher der TVL-Wert, desto besser die Bildqualität, aber desto höher auch die Latenz (Verzögerung bei der direkten Videoübertragung vom Kopter zur Brille). Deshalb werden keine Kameras mit höherer TVL verwendet. Zwischenzeitlich ist auch ein brandneues System von Connex (Vertrieb über freakware und GlobeFlight) verfügbar, das ein latenzfreies Videosignal in HD-Qualität liefert.



Die Kameras unterscheiden sich nicht nur von der Bildqualität und der Lichtempfindlichkeit, sondern auch von ihren Zusatz-Features. So verfügen die Runcam und Sony/Foxeer über ein OSD-Menü (On-Screen-Display), bei dem mit Hilfe eines mitgelieferten Joysticks verschiedene Einstellungen (Farbvarianten, Bildeinstellungen, Pilotenname) vorgenommen werden können. Ein weiterer Unterschied betrifft die Linsen. Verbaut werden Exemplare mit einer Brennweite von 2,1 bis 2,8 und einem FOV (Field of View = Sichtbereich) von 100 bis zu 170 Grad (°). Auch hier sind die Geschmäcker wieder unterschiedlich.

Der Vorteil einer 2,1er-Linse mit 120 bis 150° FOV ist, dass man auch bei steilem Kamerawinkel noch den Boden (zum Starten und Landen) sehen sowie deutlich früher in Kurven oder Gates steuern kann. Der Mensch hat

So sieht das Kabel zwischen VTX, Kamera und Empfänger inklusive zusätzlichem Mikrofon aus. Der BEC-Stecker wird an einen freien Steckplatz am Empfänger eingesteckt. Über das 3A-SBEC werden Empfänger, Kamera, VTX und Mikro versorgt



einen FOV von 190° horizontal und 150° vertikal, sodass mit einer 2,8er-Linse und 100° FOV deutlich weniger Sichtbereich vorhanden ist. Je nach Linse muss man aufpassen, dass man dann nicht den typischen „GoPro“-Fischaugeneffekt hat, mit dem man sich etwas schwerer tut. Wechselt man von der Standardlinse auf eine 2,1er mit mehr FOV, sollte man auf jeden Fall erst einmal vorsichtig loslegen, da man sich ein paar Flüge an das größere Sichtfeld gewöhnen und die Abstände und Höhe anders einschätzen muss.

## Durchblick

Brille oder Bildschirm? Ein richtiger Racer hat eine Brille auf. Mit der Brille hat man zum einen keine Probleme mit der Sonneneinstrahlung und zum anderen einfach das bessere Flugerlebnis. Die Marke Fatshark hat sich in diesem Bereich sehr stark durchgesetzt. Die am häufigsten geflogenen Brillen sind die Fatshark Dominator V2, V3 sowie HD und HD2. Für einen Einsteiger tut es auch eine günstige Variante mit 5-Zoll Bildschirm und EPP-Gehäuse. So richtiges Racing-Feeling kommt aber erst mit der richtigen Brille auf. Die Dominator-Brillen unterscheiden sich hauptsächlich durch die Bildgröße. (Siehe Kasten Videobrillen auf der nächsten Seite)

## Videobrillen

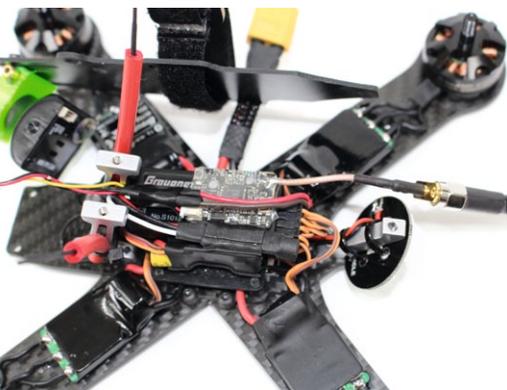
Videobrillen-Typ	FOV (Sichtbereich)	Auflösung (Pixel)
Fatshark Dominator V2	32°	600 x 480
Fatshark Dominator V3	30°	800 x 480
Fatshark Dominator HD	45°	800 x 600
Fatshark Dominator HD V2	50°	600 x 480
Fatshark Attitude V2	35°	640 x 480
Fatshark Predator V2	25°	640 x 480

Weiter unterscheiden sich die Brillen in Sachen Empfangsmodul. Bei der Predator ist das Empfangsmodul fest eingebaut, es kann kein Raceband oder andere Bänder empfangen. Die anderen Fatshark-Brillen haben ein wechselbares Empfangsmodul. Das ist auf jeden Fall von Vorteil, da man hier beispielsweise auf das NexWave von Fatshark oder das TBS ausweichen kann. Beide können IRC/FC, Raceband sowie die Bänder A und E. Weiter können mittlerweile auch verschie-

dene Diversity-Module verbaut werden, was die Empfangsqualität und die Reichweite nochmal erhöht. Ein weiteres Entscheidungskriterium ist die Möglichkeit, eine DVR-Aufnahme zu machen, um den FPV-Flug auf microSD-Karte aufzunehmen.



Das Matek LED-Board wird mit zwei Kabelbindern am hinteren Standoff befestigt. Über Dip-Schalter können verschieden RGB-Farben eingestellt werden. Bei manchen Rennen sind LED zur besseren Erkennung für die Zuschauer vorgeschrieben



Anzeige

Hier sieht man, wie eng es im Beast zugeht. Hat man alles sauber verlegt, passen alle Komponenten sauber ins Frame. Der Unify Pro und das Mikrofon werden auf den GR-18 geklebt, das SBEC kommt hochkant an die Seite neben den GR-18

## Die Fernsteuerung

Für einen FPV-Racer wird ein Sender mit mindestens fünf Kanälen benötigt. In der Race-Szene kommen hauptsächlich Produkte von Graupner HoTT und Taranis, aber auch Futaba und Spektrum zum Einsatz. Graupner/HoTT ist sehr interessant, wenn man einen GR-18 als FC benutzt, kann aber auch andere FCs kombinieren, da die Empfänger alle PPM oder Summensignal können. Taranis-Sender sind mit einem FrySky 2,4-GHz-System ausgestattet und können mit einer Opensource-Software (Open TX) geflasht werden, um allerlei Spielereien zu ermöglichen. Oft werden die Taranis dann aus Reichweitengründen auf TBS-Crossfire umgerüstet – ein Longrange-Sendemodul mit Empfänger, das auf 868 Megahertz sendet (Achtung: Vorschriften beachten!).

Bei einem Race-Kopter wird der Modelltyp „Flächenflug normal“ verwendet, sodass pro Steuerkanal ein Kanal am Empfänger ange-

# XciteRC®

## Der Multicopter-Spezialist - Drohnen für alle Anwendungen



#15004400 - Ready-to-Fly  
#15004450 - FPV mit Videobrille\*

150 mm



### Rodeo 150 FPV Race-Copter

Einzigtartiges Design • kompakt und agil • HD Kamera • DEVO 7 Fernsteuerung • F3 Flight - Controller • 3D Rolls und Flips

Die brandneue Walkera Goggle 4 VR-Brille mit integriertem Monitor und 5.8 GHz Empfänger setzt neue Maßstäbe für den Race-Copter Piloten.

3D  
EDITION



F210 3D FPV mit Videobrille\*  
#15003990

F210 3D FPV mit FPV-Monitor  
#15003980

210 mm

HD NIGHT  
VISION

### XciteRC F210 3D FPV Race-Copter

Erleben Sie den neuen FPV-Racing Quadcopter F210 3D-Edition! Der neu entwickelte Flight-Controller und die Oneshot-Regler mit blitzschneller Drehrichtungsumkehr erlauben waghalsige 3D-Stunts.

\*bitte beachten Sie die nationalen Regelungen der zuständigen Behörden



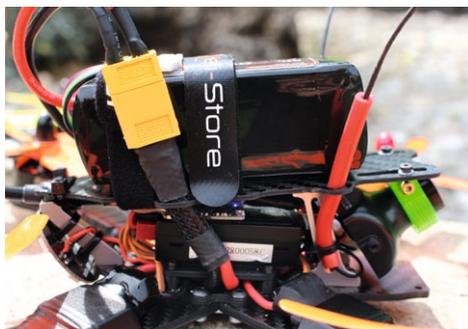
www.XciteRC.com

Autenbachstr. 12, 73035 Göppingen  
Hotline: +49 7161-40-799-0





Der Tyrant 150 von Diatone (RC-Hangar15) ist ein 150er-Kopter, der genau so viel Spaß macht wie die Großen. Gerade auf engen Parcours oder Indoor-Strecken hat er seine Vorteile



Das Akkukabel wird durchs Frame geführt und kann so nicht in die Propeller geraten. Ein Gewebeslauch schützt die Kabel

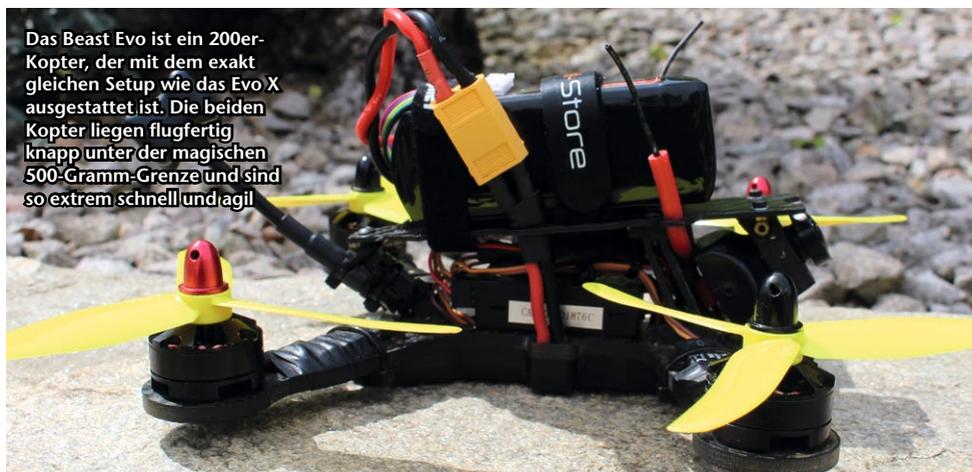


Die FPV-Kamera wird in einen Filaflex-Halter gesteckt und ist so optimal gegen Vibrationen geschützt. Der Kamerawinkel kann stufenlos eingestellt werden

steuert wird. Zusätzlich benötigt man je nach FC und den gewünschten Zusatzfunktionen (Buzzer, LED-Steuerung) ein bis drei Zusatzkanäle. Wichtig ist erst einmal, dass man einen Motor-Aus-Schalter programmiert. Heli-Piloten kennen es: Sobald man crasht oder merkt, dass etwas nicht passt, Motor ausschalten – und man hat deutlich weniger Schaden am Modell. Und gerade beim FPV ist es wichtig, diesen Not-schalter zu programmieren und sich daran zu gewöhnen: Falls man plötzlich kein Bild mehr



Angetrieben wird das Beast Evo X von Graupner Ultra 2804-2300 KV Motoren und DAL-Vierblatt-Props 5040



Das Beast Evo ist ein 200er-Kopter, der mit dem exakt gleichen Setup wie das Evo X ausgestattet ist. Die beiden Kopter liegen flugfertig knapp unter der magischen 500-Gramm-Grenze und sind so extrem schnell und agil

hat, muss der Schalter sofort aktiviert werden. Die Variante mit Knüppel auf Leerlauf dauert einfach zu lange.

Mit einem ausgesuchten Flugphasenschalter lässt sich zwischen Lage und Akro-Mode oder eben einem anderen zweiten Flugmodus – je nach FC – umschalten. Beim GR-18 hat man den Lagemode (Lagerücksteuerung und maximale Schräglage des Kopters von 45°) und den Drehratenmode (Acro-Mode, Drehratensteuerung über Knüppelausschlag wie beim Heli, hier kann man auch Flips und Rollen machen). Bei Naze und anderen FCs mit betafight oder cleanflight gibt es mehrere Modi, aber auch hier wird nur der Horizonmode (wie Lagemode bei GR-18) oder eben der Acro-/Airmode (wie der Drehratenmode beim GR-18) verwendet.

Beim GR-18 werden die Modi über Kanal 5 umgeschaltet, bei den anderen FCs kann das frei gewählt werden. Zudem kann man bei cleanflight und betafight noch LED direkt



**Der Alpha 250 kommt komplett aufgebaut mit 2804 Ultra-Motoren, 12A-Controller, GR-18, Props, Videosender und FPV-Cam**

anschließen und diese ebenfalls über einen weiteren Kanal ansteuern.

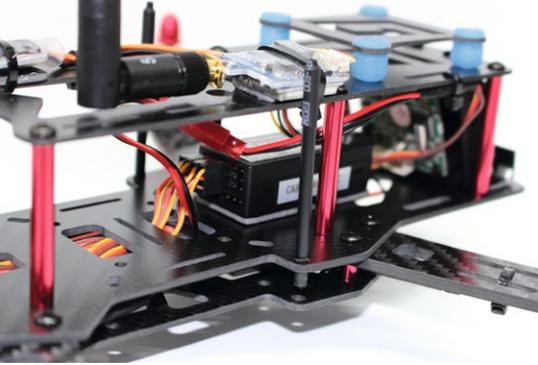
In unserem Fall wird das GR-18 verwendet und eine MX-12. Hier haben wir Motor-Aus und die Flugmodi auf einem Dreipunkt-Schalter. Schalterstellung unten ist Lagemode und Motor-Aus, Schalter in der Mitte ist Motor an und Lagemode (zum Starten und Landen) und Schalter oben ist Drehratenmode.

## Standgas

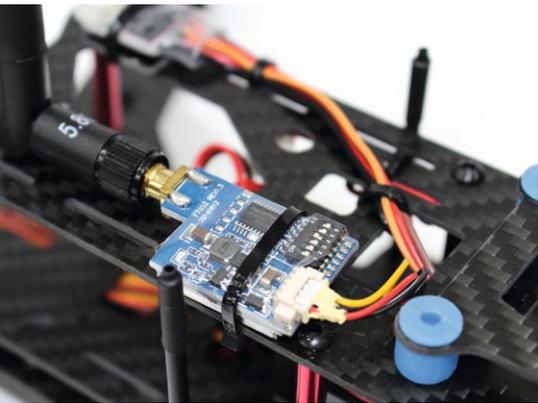
Bei Racekoptern empfiehlt es sich, Minimum-Gas zu programmieren, was ganz einfach über den unteren Endpunkt vom Gaskanal gemacht wird. Bei der MX-12 mit GR-18 muss Kanal 1 einfach von -100 auf -95 gesetzt werden, das Feintuning der Gasstellung wird dann in der Einstellung des FC gemacht. Minimum-Gas hilft, wenn man zum Beispiel nach dem Überfliegen eines Hindernisses den



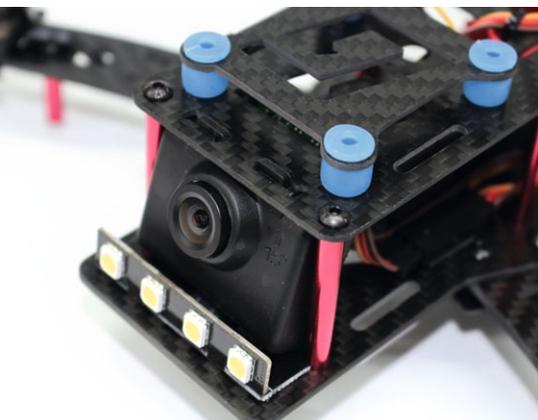
Verschieden Hersteller bieten Komplett-Sets an, um FPV-Race-Einsteigern einen einfachen Start zu ermöglichen. Hier zum Beispiel das Graupner FPV-Set mit Alpha 250, GR-18, MZ-12 HoTT und einer FatShark Attitude V2



Der Graupner GR-18 FC/Empfänger ist bereits eingebaut, programmiert und verkabelt



Der Graupner-Videosender mit 25 mW und 40 Kanälen (ohne Raceband), der sehr gut funktioniert und ein stabiles, sauberes Bild liefert



Die FPV-Cam ist bereits fertig angeschlossen und im mitgelieferten Silikon-Halter verschraubt

Gashebel ganz zurück nehmen muss. Dadurch, dass die Motoren immer noch etwas laufen, bleibt der Kopter während des Manövers voll steuerbar. Ansonsten muss am Sender – außer einer Stoppuhr und wenn vorhanden Telemetrie-Ansagen und -Alarmer – nichts programmiert werden. Mit Expo und Dual-Rate lässt sich die Steuerung noch feintunen. Hier gibt es keine Richtwerte.

Meist wird empfohlen, sofort im Acro-/Drehratenmode zu beginnen. Aus eigener Erfahrung tut sich aber der eine oder andere im Lage-/Levelmode einfach leichter, da der Kopter von alleine wieder etwas abbremst, wenn man die Knüppel loslässt. Race-Neulinge, die vorher schon Heli geflogen sind, tun sich hier oft leichter, blutige Einsteiger sollten die ersten paar Flüge auf jeden Fall im Lagemode machen.

## FPV-Racing

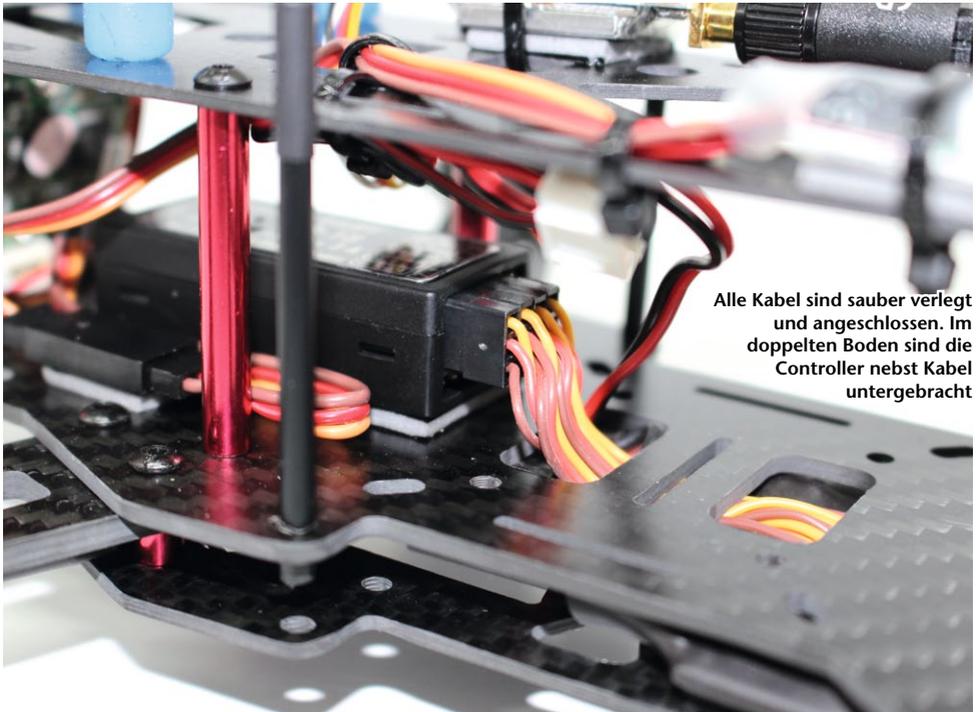
Hat man das Setup seines fertig gebauten Kopters ausgewählt und alles programmiert, kann es auch schon losgehen auf die nächste Wiese oder Strecke. Wichtigste Regel, nicht nur für Neueinsteiger: Sicherheit hat immer allerhöchste Priorität (siehe Kasten Grundregeln)!

Man startet den Kopter in sicherer Entfernung oder man lässt den Spotter starten und übernimmt dann in der Luft. Kann man den Kopter stabil und sicher auf einer Höhe in der Luft halten, sollte man wie beim Helifliegen mit Kreisen sowie Achten beginnen und immer schneller zwischen Links- und Rechtskurven wechseln. Hat man auf freier Fläche alles im Griff, kann man das Ganze mit Beachflags, Toren oder Bäumen steigern. Fliegt man das erste Mal um Bäume oder Hindernisse herum, sollte man sich vorsichtig herantasten und immer darauf gefasst machen, dass das Bild schlech-

## Grundregeln beim FPV-Racen

- Modellflug-Haftpflichtversicherung muss vorhanden sein
- Nicht in Wohngebieten oder auf öffentlichen Plätzen fliegen
- Nur mit Spotter fliegen, der mit einer Fernsteuerung im Lehrer-Schüler-Modus jederzeit eingreifen kann und die Umgebung immer überwacht
- Es darf nicht außerhalb der Sichtweite des Spotters geflogen werden
- Die Sicherheit von Pilot, Spotter und Zuschauer muss sichergestellt sein (Netz, Handball-/Fußballtor)
- In Deutschland darf mit einer maximalen Sendeleistung des 5,8-Gigahertz-Senders von 25 mW geflogen werden;
- In Deutschland darf ausschließlich im IRC/FS-Band auf sieben Kanälen geflogen werden
- Die Benutzung des Racebands, bei dem sich vier Kanäle außerhalb der Erlaubten befinden, ist bei der Bundesnetzagentur genehmigungspflichtig (Rennveranstalter)
- Einstellungen am Kopter immer mit demontierten Propellern
- Abgebrochenen Props und alle Crash-Teile stets einsammeln

Es ist unbedingt erforderlich, alle Punkte zu beachten, um die Sicherheit zu gewährleisten. Ein Kopter kann trotz seiner kleinen Abmessungen und niedrigen Gewichts (etwa 500 g) durch die scharfen und schnell drehenden Propeller tiefe Schnittwunden verursachen.



Alle Kabel sind sauber verlegt und angeschlossen. Im doppelten Boden sind die Controller nebst Kabel untergebracht



Ein Race-Track besteht meist aus einer Kombination von Gates und Beachflags. Je nach Gelände können auch Bäume oder ähnliches integriert werden





Die Graupner HoTT MZ-12 bietet alle nötigen Funktionen, die beim FPV-Fliegen benötigt werden – inklusive Telemetrie

ter wird. „Schnee“ im Bild oder Flimmern ist normal, wenn man in den Abschattungsbereich gerät. Im Zweifelsfall immer Motor-Aus. Nicht verzweifeln, die begnadetsten Piloten haben beim Einstieg in die FPV-Fliegerei unzählige Props geschrottet.

## Rennen

Hat man den Racer sicher im Griff und kommt auch mal ein paar ganze Akkuladungen ohne Propellerwechsel aus, kann man sich getrost an die ersten Races wagen. Die ganze FPV-Szene ist sehr hilfsbereit, ausgelacht wird niemand. Beim Fliegen mit anderen Piloten und auf Rennen sollte man sich einfach an ein paar wichtige Grundregeln halten, dann hat man in dieser „verrückten Szene“ noch mehr Spaß. (Siehe Kasten Renn-Ablauf)

## Renn-Ablauf

- Absprache des Videokanals mit den anderen Piloten oder Einteilung durch den Rennleiter
- Vor dem Rennen den genauen Streckenverlauf inspizieren
- Bei mehr als 7 Piloten in Gruppen einteilen
- Bei Rennen die Gruppeneinteilung klären und Ablaufplan beachten
- Nach einem Race: Propeller auf Beschädigungen checken
- Ladezustände aller Akkus kontrollieren (FPV-Brille, Sender und Kopter)
- Kameralinse reinigen
- Akku fest machen
- Kopter erst nach Absprache mit anderen Piloten beziehungsweise nach Freigabe durch den Rennleiter scharf schalten (fliegende Piloten könnten sonst Bildausfall haben)
- Video-Check
- Kurzer Funktionstest des Kopters im Startbereich
- Pilotensitz einnehmen
- Absprache mit Spotter, anderen Piloten und der Rennleitung
- Auf die Startfreigabe des Rennleiters achten oder mit den anderen Piloten absprechen
- Bei einem Crash oder Signal vom Spotter/Rennleiter sofort landen und Motoren abschalten
- Bei einem Crash auf keinen Fall einfach in den Track laufen. Hier auf die Freigabe des Rennleiters warten, bis alle anderen Piloten wieder gelandet sind.



Für einen kleinen Racer kann man auch hinterm Haus im Garten schon eine nette Strecke aufbauen



Eine preiswerte und sehr praktisch Variante sind die G-Gates von Graupner. Hier handelt es sich um Falt-Tore, die wie Strandmuscheln oder Zelte innerhalb von wenigen Sekunden aufgestellt sind. Aufgrund des kleinen Packmaße von 750 x 650 x 40 mm können die Gates gut in jedem Kofferraum verstaut werden

## Crazy

Hält man sich an diese Grundregeln, haben alle Spaß und die meiste Flugzeit. Die FPV-Racer sind ein eigenes Volk und extrem (positiv) verrückt. In den Pilotenlagern geht es meist ähnlich zu wie bei den RC-Car-Fahrern: Überall

wird gelötet, geschraubt, gebastelt und gefachsimpelt, dabei hilft jeder jedem. Der Spaß, die Technik und das schnelle Präzisionsfliegen stehen im Vordergrund. Letzte Warnung zum Schluss: Vorsicht, das FPV-Racen macht extrem süchtig!



Aufgestellt haben die Gates eine Breite von 2.600 und eine Höhe von 1.300 mm. Unten sind zwei Bänder, die die linke und rechte Seite verbinden. Diese Bänder können verstellbar werden, um die Breite und damit einhergehend auch Höhe zu verändern. Die Gates könne mit den vier mitgelieferten Schnüren und den Heringen abgespannt werden und stehen so auch im Wind immer noch stabil



Für Zuschauer schaut das FPV-Racen schon etwas verrückt und witzig aus. Haben die Neugierigen aber erst einmal einen kurze Blick durch die Brille riskiert, sind sie meist begeistert. Egal ob im Wald oder auf einem Sportplatz – im Sitzen klappt es bei den meisten Piloten am besten



Beim Racen gibt es den Vorteil, dass Akkus, FPV-Brille, Kopter und Fernsteuerung bereits in den kleinsten Rucksack hinein passen. So kann das Equipment auch beim Sonntags-Spaziergang immer mit



Beispiel für einen FPV-Race-Track, auf dem regelmäßig Rennen veranstaltet werden



# Horizons FPV-Racer Blade Vortex 250 Pro

Horizon Hobby bietet mit dem Vortex 250 Pro, eine Entwicklung des FPV-Race-Spezialisten ImmersionRC, eine optimierte Combo-Lösung an, die lediglich mit einem passenden Akku sowie einer Videobrille komplettiert werden muss. Wir haben uns dieses Fluggerät der 250er-Größenklasse einmal detailliert angeschaut und untersucht.

Es heißt, das alles an diesem Quadrokopter nur zu einem Zweck konstruiert wurde – zum FPV-Racen. In nur wenigen Minuten soll der übermotorisierte Flitzer wettbewerbstauglich und perfekt abgestimmt sein. Flight Controller inklusive der sogenannten Clean Flight Controller-Software,

OSD, Black Box, 40-Kanal Raceband-Videosender und eine neigbare FatShark-FPV-Kamera sind vollständig integriert und gehören zum Lieferumfang. So braucht der User lediglich noch eine FPV-Brille, um mit dem Fliegen aus Pilotensicht loslegen zu können.

Der Racequad-Empfänger Spektrum SPM4648 DSMX ist bereits „Bind-and-Fly“-tauglich verbaut und fachgerecht mit dem korrekten Kabel an den Flight Controller angeschlossen. Man braucht nur noch einen Spektrum-Sender mit mindestens fünf Kanälen und einen für den Antrieb erforderlichen LiPo-Akku – der Hersteller empfiehlt einen 3s- oder 4s-LiPo-Akku mit hoher



Horizon Hobby liefert den Vortex 250 Pro bereits vormontiert aus. Hierzu gehört auch der fachgerechte Anschluss des kleinen Spektrum Racequad-Empfängers SPM4648

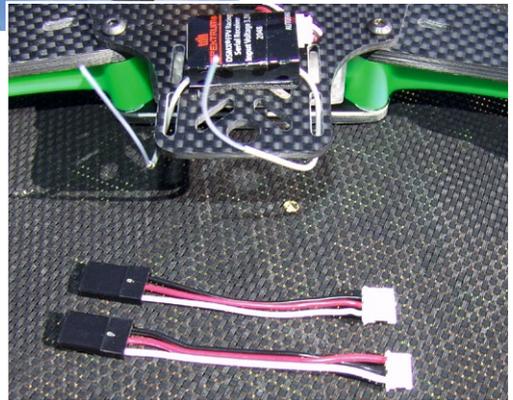


Mit Hilfe der zum Lieferumfang gehörenden Zusatz-CFK-Platten, Schrauben und Klebepads lässt sich am Vortex 250 Pro eine alternative Kamera-Halterung montieren, zum Beispiel für die Aufnahme einer GoPro-Action-Cam

C-Rate und etwa 1.300 Milliamperestunden –, dann kann es mit dem Setup losgehen.

## Alles dabei

Ausgeliefert wird der vormontierte Vortex 250 Pro mit zwei Propeller-Sätzen, verschiedensten Empfänger-Adapterkabel, FPV-Senderantenne, Klett-/Kleband, zusätzlichen CFK-Platten zur Montage von anderen Kameras (zum Beispiel GoPro), Aufklebern und Kleinteilen. Die Firma Horizon Hobby stellt auf ihrer Webseite zum Download eine 16-seitige, deutschsprachiger Anleitung bereit, die alle wichtigen Informationen zur Inbetriebnahme des Kopters beinhaltet.



Mit diesen Adapterkabeln lassen sich andere PPM-Empfänger mit der Flight Control verbinden. Serienmäßig verbaut ist der Spektrum SPM4648 DSMX

## Konstrukt

Beim Vortex 250 Pro handelt es sich um eine stabile Gemischtbauweise, bei der Kunststoff- und CFK-Material kombiniert wurde. Das Chassis besteht aus oberer und unterer Platte, die mittels grün eingefärbter Kunststoff-Formteile sowie Metall-Abstandsbolzen miteinander verschraubt sind. Am Oberteil sind auch die CFK-Auslegerarme befestigt, die die leistungsstarken Vortex 2204-BL-Motoren aufnehmen und 4 Millimeter (mm) stark sind. Für zusätzliche Abstrebung sowie zur Abdeckung der Motor-



Die CFK-Platte, an der die FatShark 700TVL CMOS V2-Kamera befestigt ist, ist über rote, vibrationsabsorbierende Silentblöcke mit dem Hauptchassis verbunden. Die Cam lässt sich im Neigungswinkel verstellen

Anschlusskabel, die extrem sauber verlegt sind, sorgen die darunter befindlichen Kunststoff-Formteile.

Wie bei vielen anderen Konstruktionen ist auf dem Chassis-Unterteil die gesamte Elektronik verbaut, angefangen von den BL-Controllern über die Flight Control bis hin zum FPV-Sender. Zusätzliche CFK-Platinen im vorderen und hinteren Ausleger-Bereich sorgen für weitere Ver-

stärkungen des Chassis. Die gesamte Konstruktion ist so brettstabil, dass sie sich von Hand nicht verwinden lässt.

Im Frontbereich ist die kleine Fatshark-Kamera des Typs 700TVL CMOS V2 untergebracht. Sie lässt sich von Hand in der Neigung verstellen und ist an einer darüber liegenden Kamera-CFK-Plattform montiert, die mit Hilfe von vier an den Ecken angebrachten, relativ weichen Gummi-

## Daten

Diagonalabstand Motorachsen:	250 mm
maximale Breite über alles:	320 mm
Höhe ohne Antenne:	60 mm
Luftschraubendurchmesser:	128 mm, max. 6 Zoll
Motorendurchmesser:	27,2 mm
Gewinde Prop-Welle:	M5
Gewicht ohne Akku:	436 g
Abfluggewicht mit 3s/1.300 mAh:	549 g
Preis BNF Basic-Combo:	539,99 Euro
Bezug:	Fachhandel
Internet:	<a href="http://www.horizonhobby.de">www.horizonhobby.de</a>



Mit sehr viel Liebe ist die Kabelführung der Motoranschlüsse an den Vortex-Außenläufern V-Spec 2204, KV 2300 gelöst

Silentblöcken vom Hauptchassis entkoppelt ist. Unmittelbar dahinter befindet sich der Antennenfuß-Sockel. Der Platz für den LiPo ist bereits mit Schlaufenband versehen, auch der an dem aus dem Chassis herausgeführte XT-60-Anschluss ist bereits vorhanden und mittels ausreichend dimensioniertem Kabel mit dem Power-Board verbunden.

Ganz hinten sitzt quer der eben bereits angesprochene Spektrum-Empfänger-Winzling, dessen beide Antennen durch Längsschlitze in der CFK-Platte herausgeführt sind. Unmittelbar unter dem Receiver finden wir ein 45 x 17 mm großes LED-Board mit einem Lichtkörper-Gehäuse, in dem acht RGB-LED sowie ein kleiner weißer Tastschalter zum manuellen Umschalten des Frequenzbands des FPV-Senders untergebracht sind. Um es vorweg zu nehmen: Das Licht ist sowohl bezüglich der Farben als auch Blinkmodi über OSD programmierbar.

## Verheiratet

Bevor das erste Mal der Kopter in Betrieb genommen wird, muss die Antenne aufgeschraubt werden, um eine Beschädigung des Sendermoduls zu vermeiden. Jetzt gilt es, den verbauten Racequad-Empfänger mit dem Sender



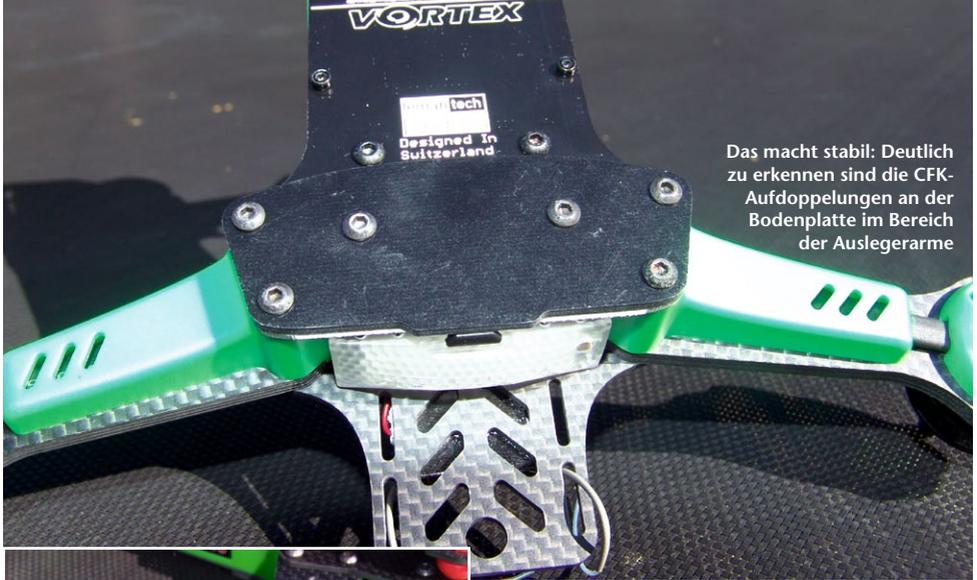
Blick auf die Unterseite der 4 Millimeter starken Auslegerarme mit den grünen Kunststoff-Verkleidungen

zu binden. Hierzu muss der Akku an den Kopter angeschlossen und so lange gewartet werden, bis die rote LED am Receiver schnell zu blinken beginnt. Jetzt den Sender mit gedrücktem Bind-Taster einschalten, und schon sind die beiden Geräte dank dieser Spektrum Auto-Bind-Funktion miteinander verheiratet.

Bei dem in unserer Spektrum DX 7 gewählten, freien Speicherplatz wurde Modelltyp Flächenflugzeug gewählt – also keine Mischfunktionen. Die Anleitung gibt vor, dass im Falle von Spektrum-Fernsteuerungen die Funktionen AIL (Roll) und RUD (Heck) umgepolt werden müssen. Die drei Flugmodi werden einem Dreistufenstufen-Schalter (Kanal 5) zugewiesen.

## Outstanding

In Sachen Programmierung hat sich das Team von ImmersionRC etwas ganz Besonderes einfallen lassen. Die vollständige Konfiguration der Grundeinstellung erfolgt über einen Wizard-Einrichtungs-Assistenten, der der Flight Control integriert ist und über das FPV-Signal in



Das macht stabil: Deutlich zu erkennen sind die CFK-Aufdoppelungen an der Bodenplatte im Bereich der Auslegerarme



Die Props werden mit normalen M5-Stopmuttern auf den Motorwellen befestigt

Form von OSD (On Screen Display) in der Videobrille oder auf einem externen Videomonitor angezeigt wird.

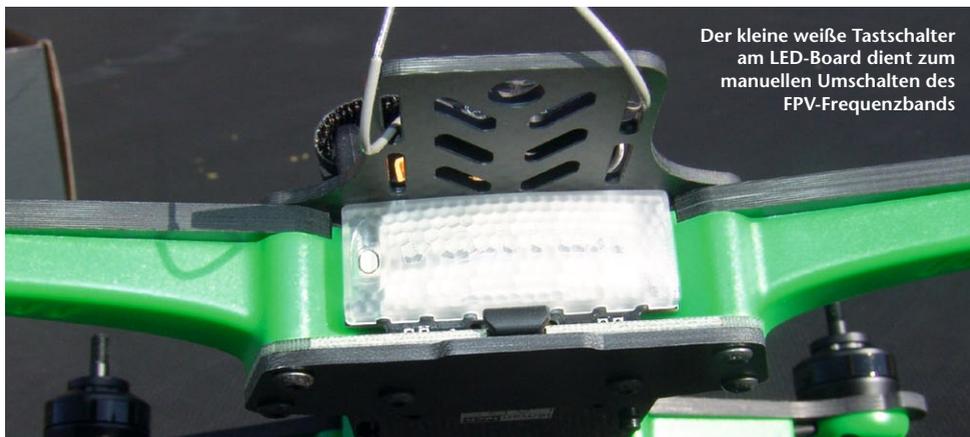
Die voreingestellte Sendefrequenz des Vortex ist 5.740 Megahertz, was dem ImmersionRC/Fat Shark Kanal 1 entspricht. Die Zuordnung der Fernsteuer-Kanäle und des Steuermodus erfolgt vollständig über den Wizard-Einrichtungs-Assistenten über OSD. Der User hat

nichts anderes zu tun, als die jeweiligen angezeigten Befehle korrekt umzusetzen – leider in unserem Fall nicht auf Anhieb.

### Missverständnis

Begonnen wurde mit „Roll left“ (klar, Roll-Funktion), dann folgte „Yaw left“ (Heck), anschließend „throttle up/down“, also Gasknüppel. Komischerweise forderte uns das OSD nun auf, die Funktion „Pitch back“ zu bewegen – das haben wir nochmals als Pitch/Gas-Minimum-Kalibrierung verstanden. Jedes Mal bei den anschließenden mindestens vier weiteren Versuchen wurde jeweils am Ende der Prozedur ein „Error“ angezeigt. Ursache: ImmersionRC bezeichnet mit „Pitch“ die Nick-Funktion – für bisherige Heli-Piloten überraschend. Beherrzigt man diese Eigenart, ist das Setup tatsächlich in wenigen Minuten passiert und der Kopter signalisiert das Ganze mit einer freundlichen Tonfolge.

Jetzt gilt es nur noch, die links- und rechtsläufigen Luftschrauben korrekt zu montieren. Vorne links und hinten rechts sind Rechtsdreher, die beiden anderen Linksdreher. Befestigt werden die



Der kleine weiße Tastschalter am LED-Board dient zum manuellen Umschalten des FPV-Frequenzbands

Luftschrauben mit normalen Stoppmuttern M5, die man ordentlich fest anziehen sollte, um ein selbstständiges Lösen während des Betriebs zu vermeiden. Das gilt vor allem bei den rechtslaufenden BL-Motoren, die ebenfalls Normal- und nicht, wie viele andere Mitbewerber-Produkte, ein Linksgewinde haben.

## Flugmodi

Das Scharfschalten des Antriebs erfolgt durch Bewegungen des Hecks auf Vollausschlag rechts, das Stoppen mit Vollausschlag links. Es gibt drei Flugmodi: Acro, Angle und Horizont. Der Angle-Modus ist die ideale Flugphase zum FPV-Training, weil der Kopter mit aktivierten Beschleunigungssensoren beim Neutralstellen der Steuerknüppel von alleine versucht, sich horizontal auszurichten. Acro ist die schärfere Flugvariante, bei der es keine Self-Leveling-Funktion gibt und nur die Gyros arbeiten. Hier können dann auch problemlos Flips und Rollen geflogen werden. „Horizont“ ist ein Zwitter – ImmersionRC spricht von einem Hybrid-Modus: Es ist Selbststabilisierung gegeben, aber der Kopter ist auch voll kunstflugtauglich.



Der serienmäßig verbaute Spektrum SPM4648 DSMX bietet eine Auto-Bind-Funktion und Summensignal

Im Modus Angle sind die serienmäßigen Parameter-Vorgaben der Flight Control sehr gut gewählt. Der Blade Vortex 250 Pro hat muster-gültiges Flugverhalten, das zu keiner Zeit ein eventuelles Aufschaukeln oder anderes kritisches Flugverhalten zeigt. Die Leistung, die der Racer schon mit einem 3s-LiPo in Speed umsetzt, ist beeindruckend und attestiert, dass dieser Kopter wirklich etwas ganz Spezielles ist – von Racern für Racer.

## Komponenten

Motoren (4)	Vortex V-Spec 2204, KV 2300
Motoren-Controller	ImmersionRC EzESC 20A
Flight-Controller	ImmersionRC 32-bit
Kamera	FatShark 700TVL CMOS V2, neigbar
FPV-Sender	40-Kanal NexWaveRF 5,8 GHz
Akku (optional)	3s-LiPo, 1.300 mAh
Empfänger	Spektrum SPM4648 DSMX Satellit
Sender (optional)	X 7 (2. Generation)

## Gute Akku

Exzellent sind die Telemetrie-Anzeige aller relevanten Echtzeit-Werte sowie der künstliche Horizont über OSD. So waren wir nicht wenig erstaunt über die Tatsache, dass die vier Motörchen ordentlich Strom saugen können, wenn man den Gasknüppel in Richtung Vollgas schiebt. Über 35 Ampere sind keine Seltenheit, bei 4s spricht der Hersteller von Stromspitzen von bis zu 80 Ampere. Dementsprechend gut sollten die verwendeten LiPos sein, die oft die größte Schwachstelle darstellen. Echte 45C sind hier von Vorteil, 20C- oder 25-C-LiPo-Kandidaten könnten hier schnell Pustebacken bekommen. Ebenfalls ein Top-Tool, serienmäßig an Bord des Vortex 250 Pro: Mit der integrierten 2 Megabyte großen Black Box lassen sich im Nachgang alle relevanten Daten eines Fluges vollständig auslesen.

## Air-Speeder

Horizon Hobby bietet mit dem Blade Vortex 250 Pro vom FPV-Spezialisten ImmersionRC eine gelungene Profi-Combo-Lösung an, die lediglich mit einem passenden Akku sowie einer FPV-Video-brille komplettiert werden muss. Die Programmierung des Kopters mit der serienmäßig installierten „Clean Flight Controller“-Firmware über OSD kann als



So präsentiert sich der Wizard-Einrichtungs-Assistent, der über OSD in der FPV-Brille oder einem Monitor angezeigt wird

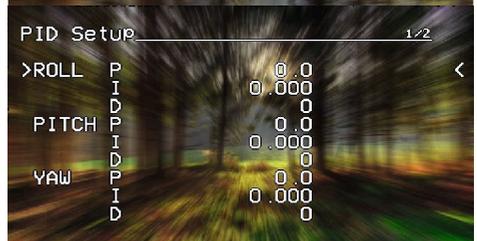
revolutionär betrachtet werden, sodass man hier nahezu von einer Plug-and-Play-Lösung sprechen kann – und das wohlgerne im Fortgeschrittenen/Profi-Bereich. Die Konstruktion ist äußerst robust ausgelegt, die Folgen so manches Crashes beschränken sich auf das Wechseln von defekten Props. Besonders aber



Das rückwärtig angebrachte LED-Board ist mit superhellen LED (programmierbar) ausgestattet und im Flug gut zu erkennen



Beispiele aus dem OSD-Menü, wo sich sämtliche Einstellungen ändern lassen. Das Navigieren und Verändern von Werten erfolgt über die Steuerknüppel am Sender



in Sachen Flug-Performance, Leistung und Speed ist der Blade Vortex 250 Pro so richtig in seinem Element – da überzeugt er in jeglicher Hinsicht.



# Race-Kopter MR25 von Align

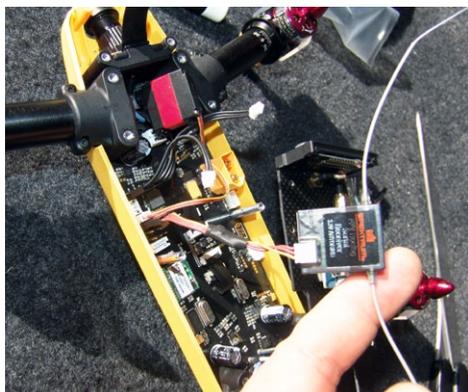
Der Name der Firma Align ist für die meisten Modellbauer untrennbar mit der RC-Helikopter-Baureihe T-Rex verbunden. Die fliegenden Saurier sind in unterschiedlichen Größen und Ausführungen erhältlich. Eines haben sie alle gemeinsam: Die hervorragende Verarbeitung. Nun hat Align mit dem MR25 den ersten eigenen Race-Kopter auf den Markt gebracht. Wie sich der neue Quad im Testbetrieb schlägt, klären wir in diesem ausführlichen Test.

Ausgeliefert wird der MR25 in der Super-Combo, wahlweise mit grüner oder gelber Haube. Super Combo bedeutet, dass bis auf Sender, Empfänger, Akku, Ladegerät und FPV-Video-

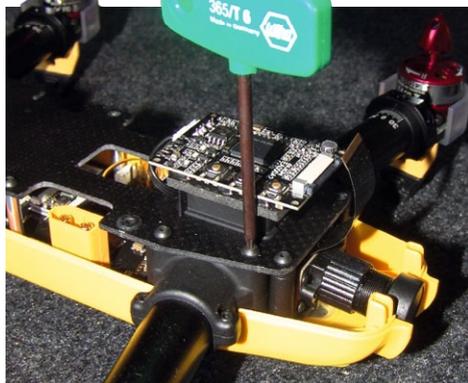
Ausgabemonitor/-brille alles zum Lieferumfang gehört, was zur erfolgreichen FPV-Inbetriebnahme des Kopters benötigt wird.

## Alles dabei

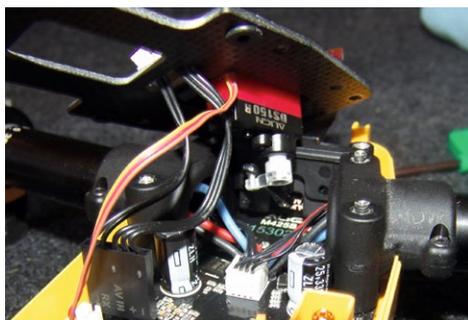
Im stabilen Karton befinden sich der vormontierte Racing-Quad, jeweils ein 5- und 6-Zoll-Prop-Satz, verschiedenste Adapterkabel, FPV-Senderantenne, Klett-/Klebeband, Aufkleber, Inbusschlüssel und Ersatzschrauben. Eine gedruckte Bedienungsanleitung fehlt, nicht aber ein Info-Blatt mit entsprechenden Download-Links, wobei auch die zur Programmierung des Kopters benötigten Apps berücksichtigt sind. freakware stellt zum Download eine 47-seitige,



Über ein dreidriges Kabel wird der Spektrum-Race-Empfänger SPM4648 DSMX mit der Zentralplatine verbunden



Zur Montage des FPV-Senders muss die obere Platte demontiert werden



Dieses kleine Servo dient zur Verstellung des Kamerawinkels

deutsche Anleitung bereit, die an Qualität alle bisher zu Align/freakware-Produkten veröffentlichten Manuals übertrifft. Neben allgemeinen Beschreibungen sind auch die verschiedenen Betriebsmodi ausführlich erklärt, ebenso die jeweiligen über die App einzustellenden Parameter. Somit dürfte auch ein Neuling problemlos mit der Materie klar kommen.

## Durchdachte Konstruktion

Während die meisten Race-Kopter auf Hauben verzichten, finden wir beim MR25 eine stabile

Kunststoff-Vollverkleidung vor, bestehend aus abnehmbarer Haube und Bodenwanne. Das Chassis besteht aus zwei miteinander verschraubten Kohlefaser-Platten, zwischen denen Alu-Abstandshalter und vier Kunststoff-Rohraufnahmen sitzen. Die Motoren sind mit robusten Alu-Trägern verschraubt, die sich auf den 16 Millimeter (mm) starken Rohren verdrehen lassen. Entsprechende Grad-Markierungen helfen beim synchronen Ausrichten, sofern hier der User zur Steigerung der Fluggeschwindigkeit Anstellwinkel-Änderungen der Props vornehmen möchte.

Frontseitig angeordnet ist die HD-Kamera, die mit Hilfe eines im Chassis montierten Mikroservos in der Neigung verstellt werden kann, wobei mehrere Kamera-Modi zur Verfügung stehen. Über ein Flachbandkabel ist die Cam mit dem Align MR25 DV verbunden – das ist eine 30 x 40 mm große Platine, die zum einen drei Buttons zum Bedienen der Kamera (Ein-Aus, Auflösung, Auslöser) und zum anderen einen micro-SD-Card-Slot bietet.

Auf der unteren Platine sind alle Bauteile der Align Multi-Funktions MRS untergebracht – dies

sind Flight-Controller, Power-Board, vier Motor-Controller, Bluetooth-Modul und alle notwendigen Schnittstellenverteiler zum Anschluss des Empfängers. Am Heck befindet sich das gesamte Akku-Management, bestehend aus einem Ein-aus-Taster, vier Akku-Zustands-LED und zwei Heckleuchten, alles untergebracht als steckbares Modul auf einem senkrecht angeordneten Kunststoff-Board.

## Alles im Blick

Auf der Unter- und Rückseite sowie an den Motorgondeln befinden sich ultrahelle RGB-LED, die auch bei Tageslicht sehr gut zu sehen sind und helfen, die Fluglage des Kopters zu erkennen. Besonderer Clou: Über die Smartphone-App können beliebige Farbkombinationen eingestellt werden, um nicht nur den persönlichen Farb-Geschmack zu treffen, sondern sich auch von den Konkurrenten beispielsweise im Wettbewerbsbetrieb zu unterscheiden. Ändert man über

die App die Farben der LED der Unter- und Rückseite sowie auch die der hinteren Motorgondeln, leuchten die LED der vorderen Motorgondeln zur besseren Fluglagen-Erkennung automatisch in einer Komplementärfarbe. Die Rücklichter sind so geschaltet, dass sie bei Nick-Ziehen (also Abbremsen) von Dauer- auf blinkendes Licht übergehen. Bei einer Hochachsendrehung nach links blinkt nur das linke Licht, bei Rechtsdrehungen das rechte.

## Auf Sendung

Da wir von freakware vor dem offiziellen Verkaufsstart ein Vorabexemplar bekommen hatten, musste noch der hierzulande zugelassene 25-Milliwatt-Videosender montiert werden, der unserem Set lose beilag. Um diesen fachgerecht innerhalb des Chassis unterzubringen, musste die obere CFK-Platte demontiert werden. Bei der Gelegenheit sollte auch gleich noch der Empfänger verstaut werden.

## Daten

Motordiagonale	250 mm
Höhe (ohne Antenne)	78 mm
Luftschraubendurchmesser	5/6 Zoll
Motoren	Align RCM-BL 1806, 2.300 kv
Regler	Align 15 A (Multi-Funktions MRS)
Akku	Align 3s, 1.300 mAh, 30C
Flight-Controller	Align Multi-Funktions MRS
Kamera	Align MR25 HD-DV, neigbar
Auflösung Kamera	1.080p@30fps/720p@60fps
Video-Recorder	Align MR25 DV
FPV-Sender	RCWare 5,8 GHz, 25 mW
Empfänger	Spektrum SPM4648 DSMX Satellit
Sender	DX 7 (2. Generation)
Preis	399,- Euro
Bezug	Fachhandel

Dank LED ist die Lageerkennung  
des Kopters sehr gut



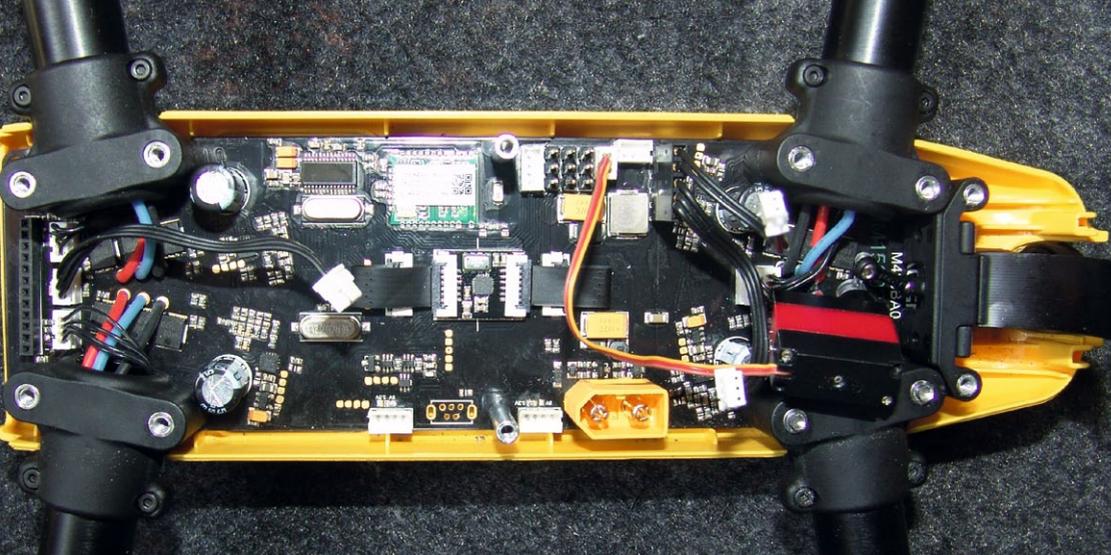
Die Demontage erwies sich als relativ harte Nuss, da die M2,5 x 6 mm Linsenkopfschrauben, mit denen die obere Rahmenplatte befestigt ist, extrem fest saßen; der Hersteller hatte diese mit Schraubensicherung eingesetzt. Bevor die Platte abgenommen wird, muss das Flachbandkabel der Kamera, das zum Video-Rekorder führt, entriegelt und abgezogen werden. Danach kommt man ungehindert an alle Komponenten heran und kann auch gleichzeitig den einfach gelösten Servo-Mechanismus der Kameraverstellung einsehen.

Beim Anschluss des Sendermoduls muss darauf geachtet werden, die Einheit möglichst weit hin-

ten in Richtung Antenne zu positionieren, sonst reicht die Länge des Kabels nicht. Zwischenzeitlich wurde dies herstellenseitig geändert. Das Kabel ist nun ausreichend lang.

### **Auf Empfang**

Wir wählen den neuen Spektrum DSMX Racequad-Empfänger von Horizon Hobby, einen kleinen und leichten Receiver mit Summsignal für bis zu 18 Kanäle, den es für 59,99 Euro zu kaufen gibt. Dank der Auto Bind-Funktion benötigt man keinen separaten Empfänger mehr zum Binden. Duale Antennen sorgen für ein sicheres Empfangssignal und die langen Koax-Antennen für gute Signalstär-



**Alles auf einen Blick: Zentralplatine mit Flight-Controller, Power-Board, Motor-Controllern, Bluetooth-Modul und allen notwendigen Schnittstellenverteilern**

ke in allen Richtungen. Selbst bei Installationen, bei denen viel CFK, Metall und Akku verwendet werden. Dank des Spektrum DSMX-Protokolls bietet der SPM4648 mehr als genügend Reichweite und störungsfreie Performance fürs Quad-Racing. Mit einem dreipoligen Kabel wird er mit der Flight Control verbunden, das zum Lieferumfang gehört.

Die Elektronik ist nun vollständig verstaut, die Rahmenplatte wird wieder unter Beachtung sorgfältiger Kabelverlegung montiert. Jetzt noch das Klettband für den verwendeten 3s-LiPo exakt im Schwerpunkt befestigen, geladenen Akku festzurren und den XT60-Stecker in die fest montierte Buchse auf der Platine stecken. Der Kopter geht erst in Betrieb, wenn der Ein-aus-Schalter im Heckbereich für mehr als drei Sekunden gedrückt wird.



**Die Motoren lassen sich im Anstellwinkel beliebig verdrehen (Markierung)**

## **Programmierbar**

Die vollständige Programmierung erfolgt über Bluetooth und eine entsprechende App, die sowohl für iOS- als auch Android-Betriebssystem zur Verfügung steht. Die Verbindung ist einfach hergestellt: Bluetooth aktivieren, App starten, dann den Kopter einschalten, nachdem – sehr wichtig – die FPV-Senderantenne montiert wurde. Nun kann innerhalb der App bei Bluetooth-Verbindung der Kopter gewählt werden, bis in der App der grüne Status „verbunden“ angezeigt wird. Nun wird man Schritt für Schritt durch eine Vielzahl von Menüs bis zum fertigen Set-Up geführt – und dies sogar mit deutscher Menüfüh-

# JETZT DOWNLOADEN

Entdecke, was möglich ist



Jetzt in  
der eigenen  
App

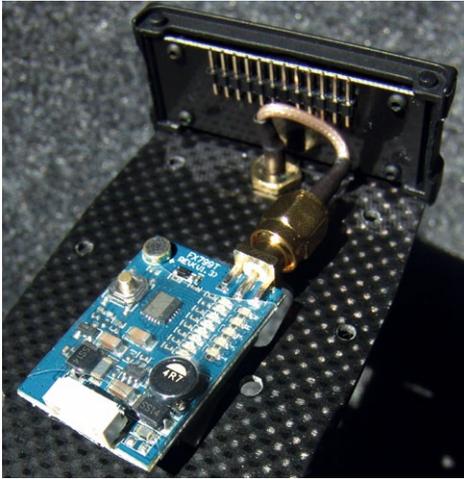


www.rc-drones.de

DAS DIGITALE MAGAZIN – JETZT ERLEBEN

**rcdrones**

Weitere Informationen unter [www.rc-drones.de](http://www.rc-drones.de)



Das FPV-Sendermodul wird auf der Unterseite der oberen CFK-Platte befestigt

ung und unter Berücksichtigung von diversen Sicherheits-Hinweisen.

Ungeschickterweise hatten wir mit unserem brandneuen Spektrum-Empfänger zeitaufwändige Bind-Probleme, die erst mit einem Firmware-Update des Kopters (funktioniert am besten via Bluetooth über den Computer) auf Version 1.3.1 in Verbindung mit der App 1.3 behoben waren. Ohne den



Zum Landen hat der MR25 gummierte Stützen an den Motoren

guten Service bei freeware, der uns mit Rat und Tat zur Seite stand, wären wir schier verzweifelt. Jetzt funktioniert alles bestens. Das Programmieren ist denkbar einfach und nahezu selbsterklärend. Verschiedene Parameter können sogar als Datei auf dem Smartphone gespeichert werden, womit verschiedene Setups über die App abrufbar sind.

### Start frei

Die Props – wir bevorzugen bei 3s die 6-Zoll-Version – werden mit Alu-Spinnerkappen auf den mit Drehrichtungspfeilen versehenen Außenläufern montiert, wobei die rechtsdrehenden



5- und 6-Zoll-Luftschauben liegen natürlich bei. Rechtsläufer sind mit einem schwarzen Ring markiert



Das Ein- und Ausschalten erfolgt am Akku-Management-Board, das auch über die vier LED-Balken den Ladestatus anzeigt

Exemplare (Linksgewinde) mit einem Farbring gekennzeichnet sind. Um ein unbeabsichtigtes Einschalten der Motoren zu verhindern, wird ein Sender-Schalter definiert, um den Kopter „scharf“ zu schalten. Über einen weiteren Schalter sind drei Flugmodi abrufbar: Stabilisierungs-, Normal- und Sport-Modus. Letzterer ist wegen seiner Agilität nur für Experten geeignet, wobei der Stabilisierungsmodus durchaus empfehlenswert für Einsteiger ist.

Nach einigen Akkuladungen und sehr zufriedenstellenden Flügen geht es an die Erprobung der FPV-Tauglichkeit. Schnell ist die Verbindung mit unserer Boscam-Videobrille GS923 hergestellt, wobei wir die Einblendung der aktuellen Live-Daten des Kopters (OSD) als sehr gelungen empfinden. Mit Hilfe der App kann bestimmt werden, was dem Piloten angezeigt werden soll – denn nicht jeder will die ganze Fülle an Informationen, die möglich ist. Fürs reine FPV-Fliegen empfehlen wir das



Abschalten der automatische Neigungswinkel-Korrektur der Onboard-Kamera, um ein besseres Gefühl für die aktuelle Neigung des Kopters zu haben. Übrigens kann der Kamera-Winkel über die App vorgegeben/korrigiert werden – das kleine, im Kopter montierte Servo nimmt brav die gewünschte Stellung ein. Selbstverständlich lassen sich die Flüge auch auf der micro-SD-Card aufzeichnen („REC“-Taste am Video-Rekorder oder separater Kanal).

## Speedy

Das Rennen kann losgehen. Align/freakware bietet mit dem MR25 eine gelungene Super-Combo-Lösung an, die lediglich mit einem passenden Empfänger, Akku sowie einer FPV-Videobrille komplettiert werden muss. Er lässt sich dank der



Die HD-Kamera ist neigbar und über ein herausnehmbares Flachbandkabel mit dem Video-Rekorder verbunden



verschiedenen Flugmodi universell einsetzen, angefangen vom zahmen „Fluglehrer“ bis hin zur kunstflugtauglichen Rennsammel ohne Limits. Sogar das wichtigste FPV-Equipment ist mit der montierten HD-Cam inklusive FPV-Sender bereits an Bord,

sodass der User lediglich noch eine FPV-Brille benötigt, um Plug-and-Play-mäßig mit dem Fliegen aus Pilotensicht loslegen zu können. Zum Lieferumfang gehören ebenfalls der zusätzliche Video-Rekorder sowie ein Ein-Achs-Kamera-Gimbal.



The image displays two screenshots of the MRS app interface. The left screenshot shows the app's main screen with the 'ALIGN MRS' logo at the top and a 3D model of the yellow racing quadcopter below. The right screenshot shows the 'MRS Einstellmenü' (MRS Settings Menu) with various configuration options:

- Fernsteuerung** (Remote Control)
- Funktionen** (Functions)
- Akkuwächte** (Battery Monitors) - Includes a sub-option for '3S/4S'.
- Parameter** (Parameters)
- Kameraeinstellung** (Camera Settings)
- Gimbaleinstellung** (Gimbal Settings)

At the bottom of the right screenshot, there is a 'MRS' button and navigation arrows.

Die Programmierung erfolgt mittels App



# So gelingt der Start ins FPV-Racing

Gute Race-Kopter sind wie Kartoffelchips. Wenn man eines dieser Modelle fliegt, kann man nicht mehr damit aufhören. Ähnlich ist es mit einer Schale der knusprigen frittierten Kartoffelscheiben. Bleibt nur die Frage, nimmt man „Paprika“ oder „Salt & Vinegar“. Auf den Kopter bezogen: Nimmt man ein Einsteigermodell oder einen richtigen Racer? Wer sich nicht entscheiden kann, nimmt die Kombination aus Beidem, den SkyRC Sokar FPV zum Beispiel, der sowohl für Hobbyeinsteiger geeignet ist, aber auch erfahrene Piloten begeistern soll.

In dem kleinen Karton, in dem der Sokar FPV von Robitronic ausgeliefert wird, steckt eine ganz

Menge Technik. Neben dem fertig montierten Kopter gehören zwei Propellersätze, ein Flugakku samt Balancer-Ladegerät, ein RC-Sender samt vier Mignonzellen, ein FPV-Monitor mit integriertem Akku sowie eine ausführliche Anleitung zum Lieferumfang. Was braucht man zusätzlich noch? Antwort: Gar nichts. Hobbyeinsteiger bekommen mit dem Sokar FPV ein Race-Modell, mit dem sie sofort loslegen und erste Erfahrungen sammeln können.

## Vorbereitungen

Da es bereits in den Fingern juckt, wird zunächst der 3s-LiPo, der über eine Entladerate von 30C sowie eine Kapazität von 2.000 Milliamperestunden

## Daten

Höhe	74 mm
Höhe (mit Antenne)	112 mm
Flugmodi	Regulierbar (Stabilisierung/Ansprechverhalten)
Telemetrie	5,8-Gigahertz mit 6 Kanälen
Akku	3s-LiPo, 30C, 2.000 mAh
Preis	399,- Euro
Bezug	Fachhandel

den verfügt, mit dem beiliegenden Balancer-Lader befüllt. Das geht denkbar einfach: Balancer-Anschluss in den entsprechenden Port schieben und schon zeigen die LED des Laders an, dass der Energieriegel geladen wird. In der Zwischenzeit werden der Kopter und die Komponenten unter die Lupe genommen. Der Sokar FPV selber bringt es auf ein Gewicht von rund 400 Gramm ohne Akku. Befreit man das Kopter-Chassis von der aerodynamischen, rot-weiß-schwarzen Haube, die im Übrigen



mittels aus dem RC-Car-Sport bekannten Karosserieklippen an Ort und Stelle gehalten wird –, kommt ein aufgeräumtes Modell zum Vorschein.

Das Chassis des Kopters besteht aus zwei übereinander angeordneten GFK-Platten, zwischen denen ein Großteil der elektrischen Komponenten untergebracht ist. Im Wartungs- oder Reparaturfall kommt man durch das Lösen einiger weniger Schrauben an alle Bauteile heran. Dazu gehört die Regelelektronik bestehend aus vier 12-Ampere-Reglern mit einer Spitzenbelastbarkeit von 17 Ampere sowie die Flight-Control, die sich aus einer IMU des Typs Invensense 6050 mit einem Dreiachs-Gyro sowie einem Dreiachs-Beschleunigungssensor sowie einem 32-bit ARM Prozessor zusammensetzt. Im vorderen Bereich befinden sich zudem der Empfänger sowie die FPV-Kamera samt LED. Die Cam verfügt über einen 300.000-Pixel-Sensor und wartet mit einem 135-Grad-Objektiv auf.

Der Flugakku wird von hinten in das Modell eingeschoben und kann mittels XT60-Stecksystem am Kopter angeschlossen werden. Das Gegenstück des

Unter der Haube verbirgt sich ein aufgeräumtes Racer-Chassis

Mit wenigen Handgriffen lässt sich der Racer komplettieren. Propeller aufsetzen und FPV-Antenne verschrauben



Akku-Anschluss ist auf der Chassisplatte verlötet. Oben auf dem Chassis, direkt unter der Haube, ist der 5,8-Gigahertz-Sender für das FPV-Signal platziert. Er ist bereits ab Werk mit der Kamera verbunden, überträgt das Videosignal mittels der zum Lieferumfang gehörenden Cloverleaf-Antenne zum FPV-Monitor und ermöglicht so das Fliegen aus Pilotensicht. Der Transmitter arbeitet mit einer Ausgangsleistung von 25 Milliwatt und verfügt über sechs Kanäle, 5.845, 5.825, 5.805, 5.785, 5.765, 5.745 Megahertz, die vom Nutzer ge-

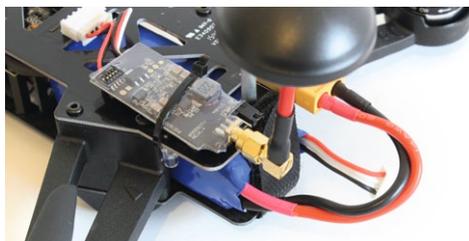
wählt werden können. Das ist interessant, wenn sich mehrere Sokar FPV-Piloten zu einem Rennen treffen. So kommt es zu keinen Signalüberschneidungen.

### Durchdacht

Im Gegensatz zu vielen anderen Kopter-Modellen verfügt der Sokar FPV über einen Ein-aus-Schalter, der auf der rechten Modellseite untergebracht ist. Man kann ihn auch mit aufgesetzter Haube bedienen, da die Karosserie über eine entsprechende Aussparung verfügt. Apropos Aussparung: Bei dem Ausschnitt für die Kamera fällt auf, dass diese nicht sauber entgratet wurde. Einige feine Kunststoffspäne stehen hier ab, können jedoch ohne großen Aufwand entfernt werden.

Die Motoren verfügen über eine Drehrichtungsanzeige. Die Zuordnung der Props gelingt daher ganz leicht





Der Akku wird hinten in das Modell eingeschoben und mittels Klettband gesichert. Dann noch den XT-60-Stecker einstecken und schon ist das Modell abflugbereit

Die Herzstücke des Kopters sind die 2204er-Brushlessmotoren mit einer spezifischen Drehzahl von 2.300 Umdrehungen pro Minute und Volt, die an den Enden der Ausleger in Kunststoffhalterungen verschraubt sind. Die Motorkabel verlaufen in den profilierten Auslegern Richtung Chassis. Kabelsalat gibt es hier keinen. Die Aggregate müssen vor dem Start noch mit den entsprechenden 5-Zoll-Props bestückt werden. Wo welcher Propeller aufgeschraubt wird, darüber gibt die ausführliche deutschsprachige Anleitung Aufschluss. Race-Kopter-typisch verfügt das Chassis über kein Landegestell. Der Sokar FPV kommt mit vier trapezförmigen Kunststoffklötzen auf der Unterseite des Modells sowie vier Kunststoffnasen an den Motorgondeln aus.

## Auf Sendung

Der beiliegende RC-Sender arbeitet im 2,4-Gigahertz-Band und verfügt über eine angenehme Haptik. Da nur vier Mignonzellen zum Betrieb benötigt werden, ist er angenehm leicht und so kompakt, dass alle Bedienelemente gut zu erreichen sind. Dazu zählen auch die beiden an der Frontseite platzierten Schalter, die die Stabilisierung und das Ansprechverhalten bestimmen. Neben digitalen Trimmungen und einer Status-LED wartet der Transmitter zudem mit



Vorne befindet sich die FPV-Kamera, die von zwei hellen LED flankiert wird



Anstelle eines Landegestells kommen beim Sokar FPV kleine Kunststoffklötze zum Einsatz

einer Trainerbuchse auf der Rückseite auf. Ausgeliefert wird der Sender übrigens in Mode 2.

Der Sender ist mit einem Tragebügel ausgestattet, an dem der 4,3-Zoll-TFT-FPV-Monitor mit einer maximalen Auflösung von 480 x 272 Pixel befestigt wird. Die Montage gestaltet sich sehr einfach und sobald man die 5,8-Gigahertz-Empfangsantenne angeschraubt hat, ist das System bereit das Videosignal der FPV-Cam wiederzugeben – vorausgesetzt, an Transmitter und Monitor wurde derselbe Kanal gewählt. Vor dem ersten Einsatz sollte der integrierte Akku

Der Sokar FPV beherrscht dank unterschiedlicher Flugmodi die schnelle sowie die langsame Gangart

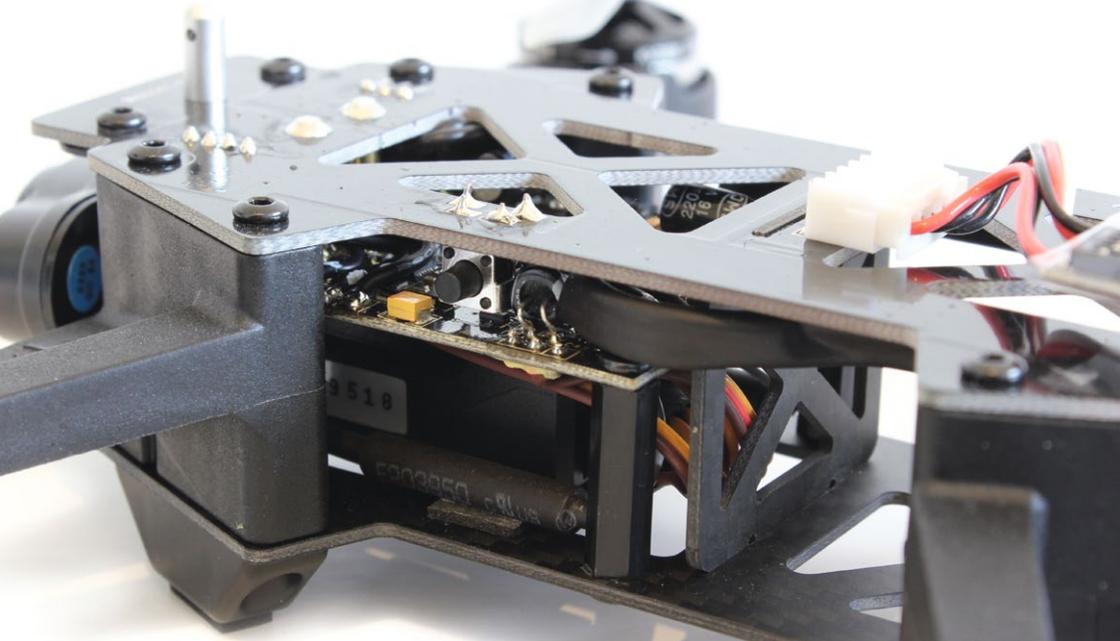




geladen werden. Dazu ist ein Mini-USB-Anschluss implementiert. Innerhalb kürzester Zeit lassen sich auf diese Weise die Vorbereitungen für den Erstflug treffen. Ist der Flugakku geladen, kann es dann direkt losgehen.

## **Erstflug**

Am Fluggelände angekommen, wird der Flugakku eingesetzt, mittels Klettband fixiert und angeschlossen. Als Nächstes den Sender sowie den FPV-Monitor aktivieren und dann den Ein-aus-Schalter des Kopters drücken. Ein Signalton sowie ein Zucken der Motoren signalisieren Betriebsbereitschaft. Eine Kalibrierung des Systems, wie man es von anderen Koptern kennt, ist nicht erforderlich. Augenblicklich erscheint auch das Livebild der Kamera auf dem Bildschirm. Die Darstellung kann für eine FPV-System überzeugen – sowohl die Schärfe als auch die Farbwiedergabe stimmt. Für den Erstflug wird der Schalter für die Stabilisierung des Modells auf „High“ gestellt, parallel dazu das Ansprechverhalten – oder anders ausgedrückt die Ruderausschläge – auf Minimum gesetzt.



Die Elektronik ist gut geschützt zwischen den beiden Chassisplatten platziert

Bevor man nun abheben kann, müssen die Motoren scharf geschaltet werden. Das geschieht, indem man beide Kreuzknüppel nach unten in die innere Position bringt und dort kurz belässt. Nun nimmt der Sokar FPV Gasbefehle an. Mit einem beherzten Gasschub ist der Kopter auf Sicherheitshöhe und fliegt angenehm eigenstabil. Natürlich hält er die Position nicht wie ein GPS-gesteuertes System, allerdings ist – auch bei leichtem Wind – kein deutlicher Versatz festzustellen. Das Stabilisierungssystem funktioniert und garantiert Hobbyeinsteigern einen positiven Start ins Hobby Race-Kopter-Fliegen.

Mit einer Entladerate von 30C und einer Kapazität von 2.000 Milliamperestunden wartet der 3s-LiPo auf, der dem Set beiliegt



Die Steuerausschläge sind mit dem gewählten Setup vergleichsweise klein, dennoch lässt sich der Sokar angenehm agil bewegen. Neulinge können auf diese Weise das grundlegende Fliegen eines Kopters sowie die ersten einfachen Figuren und Manöver erlernen. In diesem Mode kann der Racer auch auf kleinem Raum sicher pilotiert werden. Sollte es mal brenzlig werden, stehen genug Leistungsreserven zur Verfügung, um eine Situation zu entschärfen. Nach zehn Minuten endet der Erstflug. Der Akku hat eine Restkapazität von 30 Prozent. Dies ist dem moderaten Flugstil des ersten Runs geschuldet.

### Darf es mehr sein

Nachdem der LiPo erneut befüllt wurde, werden der stabilisierende Eingriff der Elektronik reduziert und die Steuerausschläge vergrößert. Sofort wird aus dem FPV-Race-Trainer ein echtes Rennmodell. Die Agilität sowie die Top-Speed des Sokar FPV haben sich deutlich erhöht. Zeit, einen Parcours abzufliegen: Vom Start geht es mit Vollgas eine lange gerade herunter, Spitzkehre



Die LED an der Front des Kopters sind hell. Ein Lichtbalken am Heck – gut für die Lagerkennung und im Rennen – fehlt hingegen

und dann mit moderater Geschwindigkeit ins Infield. Um zwei Beachflags herum, durch zwei Tore hindurch, langegezogene Kehre und wieder auf die lange Gerade.



Der zum Lieferumfang gehörende FPV-Monitor wird am Sender befestigt. Die FPV-Übertragung funktioniert gut und ruckelfrei

Der Sokar lässt sich ausgezeichnet steuern, nimmt Lenkbefehle direkt an und setzt diese knackig um. Schnelle Manöver stellen kein Problem für den Racer dar. Dank seiner bunten Haube und der exponierten Cloverleaf-Antenne am Heck ist die Lageerkennung sehr gut. Bereits nach kurzer Zeit stellt sich ein Gefühl der Sicherheit ein und die Rundenzeiten werden kontinuierlich schneller. Auf der letzten Runde passiert es dann: Der Sokar touchiert ein Tor und schlägt anschließend in den Rasen ein. Bei genauer Inaugenscheinnahme hat das Modell diesen Crash jedoch gut weggesteckt. Abgesehen von zwei gebrochenen Props sind keine Defekte festzustellen. Die Motoren drehen frei, die Kamera funktioniert und sogar die Haube ist unbeschädigt. Also werden die Ersatzprops montiert und die Runde beendet, diesmal unfallfrei. Bei der schnelleren Gangart reicht die Leistung des Akkus für rund zehn Minuten. Die Darstellung des Live-Bilds auf dem Monitor wurde nur gelegentlich durch kleinere Bildstörungen beeinträchtigt. Ausfälle waren keine zu verzeichnen.



# Race-Kopter-Tracks, Ausschreibungen und Verhaltensregeln



Kein Aufwand wurde für den voll  
beleuchteten Race-Track beim  
World Drones Prix in Dubai gescheut





Fotos: DLR

**Werden wie Helden gefeiert – die Piloten der Drone Racing League in den USA, die in Football-Stadien fliegen**

Die Formels Eins der Race-Kopter boomt! In Europa, aber vor allem auch in den USA und den Vereinigten Arabischen Emiraten, ist diese Sportart absolut angesagt. Da werden Spitzenpiloten gefeiert wie sonst nur American Football-Stars – und auch die ausgeschütteten Preisgelder können sich sehen lassen. Welcher Kurs geflogen wird, welche Regeln gelten und was generell zu beachten ist, zeigen wir hier.

Dass die FPV-Racing-Szene boomt, ist auch bis zur FAI durchgedrungen, der Fédération Aéronautique Internationale, Dachorganisation des internationalen Luftsports. Deren Modellflugkommission (CIAM) erarbeitet derzeit in Kooperation mit der ERS (European Rotor Sports Association) an einem Sport-Reglement für eine Race-Kopter-Modellflugklasse. Damit soll eine einheitliche Linie gefunden werden, um – ähnlich wie in den Heli-Klassen F3C und F3N – einen internationalen Standard in Sachen Leistungsvergleich zu schaffen, um Europa- und Weltmeisterschaften durchzuführen.

Zwischenzeitlich gibt es aber auch ungezählte engagierte Institutionen, Firmen, Vereine,

Messe-Gesellschaften oder auch Privatleute, die ihr eigenes Süppchen in Sachen Ausrichtung von FPV-Races kochen. Dementsprechend fallen die Reglements mit Zeit- und Runden-Vorgaben sowie Rennstrecken völlig unterschiedlich aus.

### **World Drone Prix**

So gab es beispielsweise für den World Drones Prix Dubai entsprechende international verteilte Qualifikationen. Der Kurs musste mindestens eine 90-, eine 180-Grad-Kehre, Hindernisse mit maximal 3 Metern Durchmesser sowie eines mit 10 Metern Höhe (in der Halle nur 5 Meter) enthalten. Bedingung war, dass der Pilot seinen Flug mit einer am Kopter montierten Onboard-HD-Cam filmt und in einem vorgegebenen Feld von 1,5 Meter Durchmesser sicher starten und landen muss. Das ungeschnittene Flugvideo wurde dann von der Jury des Veranstalters bewertet, bis letztendlich die Finalisten feststanden.

Die Streckenführung in Dubai war in puncto Innovation kaum zu übertreffen. Nach Einbruch der Dunkelheit entfaltet sich ihre ganze Faszination – hunderte Meter LED ließen die komplett

aus Holz konstruierte Strecke in allen Farben des Regenbogens erstrahlen. Auf den gigantischen LED-Screens konnten die Zuschauer die Aufnahmen der On-Board Kameras mitverfolgen. Während es am ersten Tag darum ging, innerhalb der vorgegebenen Zeit die schnellste Runde zu fliegen, waren am Folgetag Präzision und Ausdauer gefragt. Der sogenannte LightTrax musste in einem Versuch fünf Mal unfallfrei durchfliegen werden. Somit steht fest: Die Race-Kopter-Klasse ist mehr als publikumswirksam.

## Drone Racing League

Auch die Rennserie Drone Racing League ist über die Landesgrenzen der USA hinaus bekannt geworden. Kein Wunder, schließlich sind die Events Action-geladen und bieten neben Highspeed-Runs auch spektakuläre Abstürze. Das Auftakt-Event fand Mitte Februar 2016 im Sunlife Stadium in Miami statt, gefolgt von Los Angeles. Die Parcours sind sehr schwierig, führen zum Teil durch Treppenhäuser und über mehrere Stockwerke, sodass nicht nur High-Speed sondern auch Geschicklichkeit angesetzt ist.

Doch nicht nur in Übersee, auch in Europa finden viele Events statt. So veranstaltete die Gruppe „First Person View Air-Race“ in Bexbach, Zellhausen, Friedewalde, Hannover, Limbach und Nördlingen heiße Rennen, die immer mehr Zulauf haben – auch seitens der Industrie und der Zuschauer. Auch auf Modellbau-Messen

und allgemeinen Luftfahrt-Veranstaltungen gehören FPV-Kopter-Races mittlerweile zu festen Einrichtungen.

## Erste Rennen

Um ein FPV-Rennen mit beispielsweise Clubkameran durchzuführen, wird eine Strecke mit Toren und Beachflags aufgebaut und von den Piloten in einem Zeitrennen abgeflogen. Die Finalisten treten dann später im Knockout-Verfahren gegeneinander an. Um einen reibungslosen Rennbetrieb zu gewährleisten, sollte man sich beim Fliegen an ein paar wichtige Grundregeln halten:

- Niemals ohne Modellflug-Haftpflichtversicherung fliegen;
- Maximale Video-Sendeleistung 25 mW (IRC/FS-Band auf 7 Kanälen);
- Nicht in Wohngebieten/öffentlichen Plätzen fliegen;
- Niemals außerhalb der Sichtweite des Spotters fliegen;
- Streckenverlauf genauestens inspizieren;
- Video-Kanal-Absprache;
- Gruppeneinteilung beachten und an Ablaufplan halten;
- den Sicherheitsbereich (Schutzzaun) überfliegen;
- Kopter erst nach Rennleiter-Freigabe scharf schalten, um Bildausfall bei anderen Piloten zu vermeiden;
- Bei einem Crash nicht auf die Rennstrecke laufen, erst nach Freigabe vom Flugleiter.

## Klick-Tipps

### Beispiele für internationale Race-Kopter-Veranstaltungen

- European Rotor Sports Association (ERSA), [www.ersa.eu.com](http://www.ersa.eu.com)
- World Drones Prix, [www.worlddroneprix.com](http://www.worlddroneprix.com)
- Drone Racing League (DLR), [www.thedroneracingleague.com](http://www.thedroneracingleague.com)
- First Person View Air-Race, [www.facebook.com/groups/248501301992282/?fref=ts](https://www.facebook.com/groups/248501301992282/?fref=ts)

Hält man sich an diese Grundregeln, steht einem reibungslosen und ungefährlichen Rennen nichts im Wege. Wer mehr über die Rennabläufe und Parcours wissen möchte, sollte sich die entsprechenden Videos unter den im Kasten angegebenen Links anschauen. – Viel Spaß bei Euren ersten Rennen!



**FPV-Race-Kopter-Rennen kann man auch auf dem heimischen Flugplatz durchführen. Entsprechende Tore und Flaggs bietet die Modellbau-Industrie zwischenzeitlich an**



Fotos: Michael Scheible



# MODELL AVIATOR

TEST & TECHNIK FÜR DEN MODELLFLUG-SPORT

# KENNENLERNEN FÜR 4,80 EURO



**3 für 1**  
Drei Hefte zum  
Preis von einem  
Digital-Ausgaben  
inklusive

**Jetzt zum Reinschnuppern:**

**Ihre Schnupper-Abo-Vorteile:**

- ✓ Keine Ausgabe verpassen
- ✓ 3 x Modell AVIATOR Digital inklusive
- ✓ 9,60 Euro sparen
- ✓ Jedes Heft im Umschlag pünktlich frei Haus
- ✓ Regelmäßig Vorzugsangebote für Sonderhefte und Bücher



**FÜR PRINT-ABONNENTEN  
KOSTENLOS**

Direkt bestellen unter  
[www.modell-aviator.de](http://www.modell-aviator.de)  
oder telefonisch unter 040 / 42 91 77-110

# JETZT ERLEBEN



**DAS DIGITALE MAGAZIN**



QR-Codes scannen und die kostenlose  
Kiosk-App von Modell AVIATOR installieren.

Weitere Informationen unter [www.modell-aviator.de/digital](http://www.modell-aviator.de/digital)



## IMPRESSUM

**race-kopter  
workbook**



**wellhausen  
& marquardt**

Mediengesellschaft

ISBN 978-3-939806-90-5

### Verlag:

Wellhausen & Marquardt  
Mediengesellschaft bR  
Hans-Henny-Jahnn-Weg 51  
22085 Hamburg

Telefon: 040 / 42 91 77 - 0  
Telefax: 040 / 42 91 77 - 199  
E-Mail: [post@wm-medien.de](mailto:post@wm-medien.de)  
Internet: [www.wm-medien.de](http://www.wm-medien.de)

### Herausgeber:

Tom Wellhausen  
[post@wm-medien.de](mailto:post@wm-medien.de)

### Verlagsleitung:

Christoph Bremer

### Leitung Redaktion/Grafik:

Jan Schönberg  
[redaktion@wm-medien.de](mailto:redaktion@wm-medien.de)

### Redaktion:

Tobias Meints,  
Raimund Zimmermann  
[redaktion@wm-medien.de](mailto:redaktion@wm-medien.de)

### Autoren:

Tobias Meints  
Michael Scheible  
Raimund Zimmermann

### Grafik:

Sarah Thomas  
[grafik@wm-medien.de](mailto:grafik@wm-medien.de)

### Anzeigen:

Sebastian Marquardt  
(Leitg.)  
[anzeigen@wm-medien.de](mailto:anzeigen@wm-medien.de)

Gedruckt auf chlorfrei  
gebleichtem Papier.  
Printed in Germany.

### Copyright

Nachdruck, Reproduktion oder  
sonstige Verwendung, auch aus-  
zugsweise nur mit ausdrücklicher  
Genehmigung des Verlages.

### Haftung

Sämtliche Angaben wie Daten, Preise,  
Namen, Termine usw. ohne Gewähr.

### Bezug:

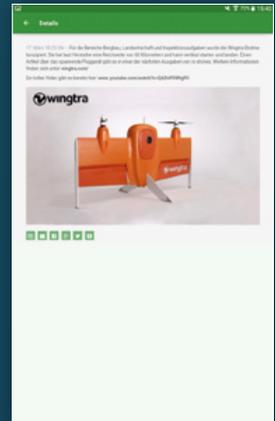
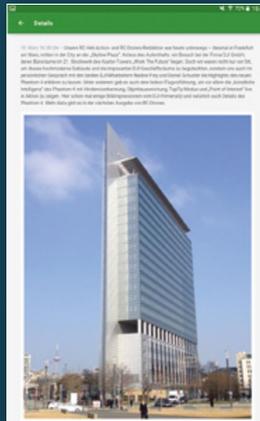
Das race-kopter workbook  
erhalten Sie direkt beim Verlag.  
[www.alles-rund-ums-hobby.de](http://www.alles-rund-ums-hobby.de)  
[www.rc-heli-action.de](http://www.rc-heli-action.de)

# rc-drones-NEWS

Alles, was Kopterpiloten wissen müssen.  
Direkt aufs Smartphone



Szene-News,  
aktuelle Termine  
und Produkt-Tipps  
aus erster Hand.



# RISE™

RACE-QUAD FUN FOR EVERYONE!



expert

## RXD250

Extreme durability racer



expert

## RXS270

Extreme speed racer

#### Features:

- Fertig montierte Race Quadrocopter
- Leichte und sehr stabile Rahmen
- Vorprogrammierte CC3D Flight Controller
- Leistungsstarke Brushless-Motoren
- Für TACTIC-FPV-System vorbereitet

#### RXD 250 Quad Racer

Best.-Nr.: RISE0250

#### Technische Daten:

Diagonale: 250 mm  
Länge: 258 mm  
Höhe: 95 mm  
Gewicht: 300 g

#### RXS 270 Carbon Racing Quad

Best.-Nr.: RISE0270

#### Technische Daten:

Diagonale: 270 mm  
Länge: 230 mm  
Höhe: 80 mm  
Gewicht: 461 g



Fly  
**FAST**



Tuned for  
**SPEED**

Für weitere Informationen: Sales@hobbico.de • Tel.: +49 5223 965-133



www.hobbico.de



**HOBIBICO**  
DISTRIBUTED BY