

■ EUROFIGHTER VON KRICK ■ ELECTRIC-JETS IN KOPENHAGEN ■ FIRST LOOK FLYCAMONE3 VON ACME  
■ F3J-WELTMEISTER-TEAM 2010 ■ DENIGHT SPECIAL VON HANGAR 9 ■ MODELL AVIATOR-FESTIVAL



# Modell AVIATOR

www.modell-aviator.de

TEST & TECHNIK FÜR DEN MODELLFLUG

JEDE AUSGABE

**164**  
SEITEN!

MEHR HAT KEINER

**POWERDRINK**  
EDGE VON KYOSHO

E-SEGLER LA PIUMA  
**DOWNLOADPLAN**

**SUPER-ORCHIDEEN**  
SEGLERTREFFEN IN POCKING



Ausgabe 09/10 ■ September ■ Deutschland: € 4,80 A: € 5,50 CH: 9,40 sfr Benelux: € 5,70 I: € 6,20 DK: 53,00 dkr

wellhausen  
&  
marquardt  
Mediengesellschaft

Der folgende Bericht ist in der  
Ausgabe 09/2010 des Magazins  
Modell AVIATOR erschienen.  
[www.modell-aviator.de](http://www.modell-aviator.de)



Fotos: Lutz Burmester

# Future Flying

## Telemetriedaten aus dem Quadrocopter

Wer hegt nicht den Wunsch, aktuelle Informationen wie Akkustand oder Empfangsqualität während des Flugs direkt aus dem Modell zu erhalten. Am besten wäre es dann noch, die Information auf einem Display an der Fernsteuerung ablesen zu können. Mit der heutigen Technik ist es machbar, diesen Wunsch Wirklichkeit werden zu lassen. Möglich wurde dies durch die Entwicklung einer bidirektionalen Kommunikation im 2,4-Gigahertz-Band zwischen Sender und Empfänger moderner Fernsteuerungssysteme. Hefp hat mit dem Jeti-Duplex-System solch eine Lösung parat.



**Quadrocopter mit Videokamera. Der rote und der gelbe Ball dienen zur Lageerkennung bei größeren Distanzen**

Bidirektional bedeutet, dass nicht nur der Pilot über seine Fernsteuerung Steuerbefehle an den Empfänger im Flugmodell sendet, sondern dass der Empfänger über einen Rückkanal Daten an die Fernsteuerung schickt. Dieser Rückkanal ermöglicht eine Fernmessung von intelligenten Sensordaten – auch Telemetriedaten genannt. Telemetrie bezeichnet die Übertragung von Messwerten von räumlich voneinander getrennten Orten. In diesem Fall ist es das Modell, welches räumlich von der Fernsteuerung getrennt Messwerte überträgt. Hierdurch können wichtige Information wie Akkustand oder Empfangsqualität angezeigt und Abstürze sowie die damit verbundenen Folgen vermieden werden.

### Safety First

Durch Warnsignale bei Unterschreitung vorgegebener Werte, wie zum Beispiel Akku- oder Sendeleistung, wird der Pilot informiert. Für fliegende Modelle, die nicht gleiten können wie zum Beispiel Hubschrauber oder Quadrocopter ist diese Information besonders nützlich, da ein leerer Akku oder Funkausfall meist zu einem sofortigen Absturz führt. Bei Warnung über einen drohenden Funkverlust wertet der Empfänger das ankommende Sendesignal der Fernsteuerung aus und schickt diesen Wert an den Sender der Fernsteuerung zurück. Dieser ist so eingestellt, dass er bei einer vorgegebenen Unterschreitung der Sendequalität ein Warnsignal ausgibt. Da die Sendeleistung im Empfänger des Modells generiert wird, ist hierfür keine Zusatzelektronik oder Sensortechnik notwendig. Der Strom des Akkus hingegen wird durch intelligente Sensortechnik gemessen. Hier kommen Zusatzkomponenten zum Einsatz, die optional zum Fernsteuerungssystem erhältlich sind.

Das Aufrüsten der vorhandenen und vertrauten 35-Megahertz-Fernsteueranlage auf das Jeti-Duplex-2,4-Gigahertz-System mit bidirektionaler Sendetechnik ist ganz einfach durch Steckmodule möglich. Dabei ist vorausgesetzt, dass die Fernsteuerung über ein Steckmodulsystem für den Sender verfügt. Es lassen sich aber auch Fernsteuerungen ohne Steckmodul umrüsten. Hierbei wird der alte 35-Megahertz-Sender im Fernsteuerungsgehäuse durch einen 2,4-Gigahertz-Sender ersetzt. Bei diesem Austausch müssen einige Lötarbeiten vorgenommen werden. Soviel zur Theorie. Anhand eines Beispiels soll die Funktionsweise von bidirektionaler Sendetechnik im Zusammenhang mit Telemetriedaten verdeutlicht werden.

### Praxisarbeit

Als Fernsteuerung soll eine Graupner MX 16 dienen. Diese ist nachträglich mit einem Jeti TU Modul Duplex 2,4-Gigahertz-System auferüstet worden. Das Modul sowie eine Umbauanleitung ist bei der Firma Mikrokopter oder bei Hefp Modellbau & CNC-Technik erhältlich.

Bei dem Empfänger handelt es sich um einen 2,4-Gigahertz-Duplex-Satellitenempfänger RMK der Firma Jeti. Das Flugmodell ist ein Quadrocopter der Firma Mikrokopter. Die Entscheidung zugunsten des Jeti-Systems fiel, weil es ideal mit dem Quadrocopter-System zusammenarbeitet. Es ist möglich, die Statusdaten der Steuerelektronik des Kopters direkt auszulesen, was im Folgenden dargestellt wird.

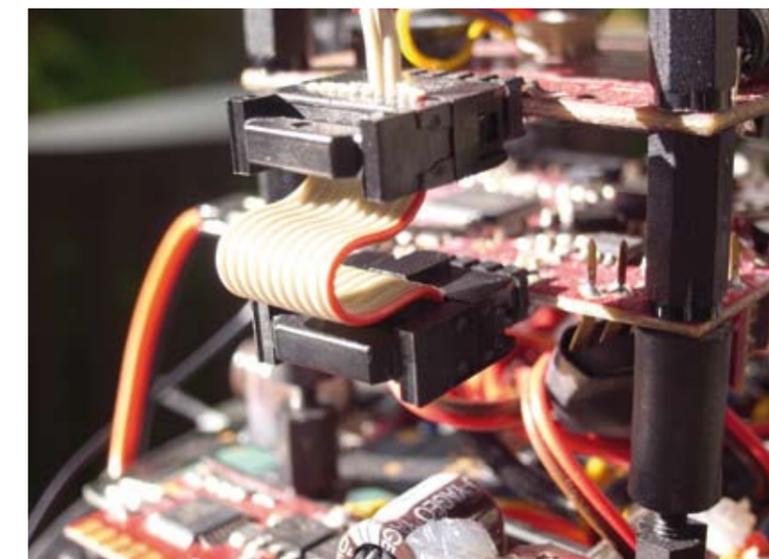
Wie schon erwähnt, sind intelligente Sensoren für die Erzeugung der Telemetriedaten verantwortlich. Dies sind zum Beispiel der Höhsensor für die Höhe und der Stromsensor für Akkuspannung und Verbrauch. Da die Elektronik des Quadrocopters von Haus aus Sensordaten für den Flugbetrieb erzeugt und auswertet, müssen diese nur noch ausgelesen werden. Durch die Zusammenarbeit der Firma Jetimodel mit der Firma Mikrokopter ist es seit diesem Jahr möglich, Statusdaten der Flight-Control auslesen und sie über den Rückkanal des Jeti-Empfängers zum Boden zu senden. Dort empfängt das Sendemodul in der Fernsteuerung diese Daten und gibt sie über das Display aus. Angezeigt werden sie über die Jetibox, die optional erhältlich ist und am Jeti-Sender über einen dreipoligen Stecker angeschlossen wird.

### Quadrocopter

Welche Status- beziehungsweise Telemetriedaten werden auf diese Weise ausgelesen? Bevor diese Frage näher erläutert wird, soll kurz auf die Technik des Quadrocopters eingegangen werden. Das Herzstück des Quadrocopters ist die Flight-Control. Hierbei handelt es sich um eine Platine auf der sich sämtliche Sensoren befinden, die zum Fliegen erforderlich sind. Dabei handelt es sich unter anderem um ACC-Beschleunigungssensoren, welche die aktuelle Neigung des Modells messen und die



**Rückseite des Jeti-Empfängers. Das Kabel mit dem Stecker ist das PPM-Summensignal. Die beiden dünnen Kabel sind die Antenne. Unten rechts ist der Eingang für die Datenleitung und eine optionale Stromversorgung für angeschlossene Sensoren**



**Die serielle Verbindung, Navi-Control und Flight-Control. Hightech, die das Fliegen mit Kamera sicher macht. Hier werden die Telemetriedaten ausgelesen**

Alles in einer Hand.  
Fernsteuerung mit  
Monitor und JetiBox

**Lese-Tipp**

In der Zeitschrift **RC-Flight-Control** erfahren Sie mehr zum Thema Luftbildfotografie, Fliegen mit Kamera, Multicopter, Fliegen mit Videobrille, Telemetrie und GPS. **RC-Flight-Control** erhalten Sie im Fachhandel oder direkt unter [www.rc-flight-control.de](http://www.rc-flight-control.de).



Höhenregelung unterstützen. Ebenso befindet sich optional ein Höhensensor auf der Flight-Control, was dem Quadrocopter ermöglicht, die Höhe selbstständig zu halten. Die Gyroskope messen die Winkel- beziehungsweise Drehgeschwindigkeit der drei Achsen Nick, Roll und Gier. Die Flight-Control bietet zur Kommunikation eine serielle Schnittstelle an. Diese ist über eine zehnpolige Stiftleiste erreichbar. Über diese Schnittstelle kann die Elektronik konfiguriert werden. Sie dient aber auch zur Kommunikation mit der optional erhältlichen Navi-Control.

Die Navi-Control bietet in Kombination mit einem GPS-Empfänger und einem elektronischen Kompass unterstützende Hilfeleistung beim Fliegen. Mit dieser Zusatzelektronik ist es zum Beispiel möglich, dass sich der Quadrocopter automatisch unter Zuhilfenahme der GPS-Daten an einer Position hält (Position Hold). Es ermöglicht aber auch einen selbständigen Rückflug zum Ausgangspunkt (Comming Home). Auch hier werden Statusdaten wie zum Beispiel Satelliten-Empfang über den Rückkanal des Jeti-Satellitenempfängers RMK gesendet.

**Lesestunde**

Um die Telemetriedaten auslesen zu können, verbindet man die TxD- und RxD-Leitungen an der seriellen Schnittstelle der Flight-Control miteinander zu einem gemeinsamen Datensignal. Hierfür muss eine Diode an der Stiftleiste angelötet werden. Die Datenleitung wird dann mit dem Dateneingang des Jeti-Satellitenempfängers RMK verbunden. Die genaue Anleitung findet sich im Wiki der Seite [www.mikrokopter.de](http://www.mikrokopter.de).

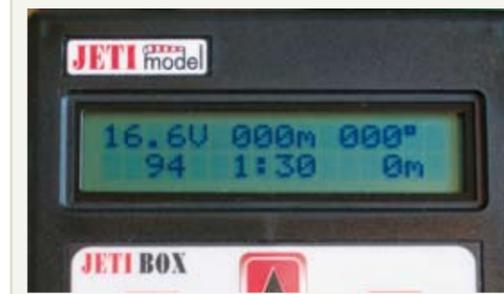
Die über den Rückkanal des Jeti-Empfängers gesendeten Telemetriedaten sind Displaydaten und werden in Echtzeit auf der Jeti Box dargestellt. Diese ist optional erhältlich und für die Konfiguration sowie für aktuelle Statusdaten des Senders und Empfängers gedacht. Für die Übersichtlichkeit und aus Platzgründen sind auf ihrem Display die Statusdaten der Flight-Control in Blöcken zusammengefasst. Sie können über die Drucktasten der Jeti Box umgeschaltet werden.



Die Zeiten des Blindflugs sind vorbei. Der Pilot ist über die Telemetriedaten jederzeit auf dem Laufenden

**Bilanz**

Dieses System gibt eine Menge Sicherheit, gerade wenn bei Luftaufnahmen teure Kamertechnik an Bord des Modells ist. Für den professionellen Einsatz ist diese Technik nahezu unumgänglich. Aber auch im Freizeit-Einsatz kann es so manche Reparaturkosten sparen.



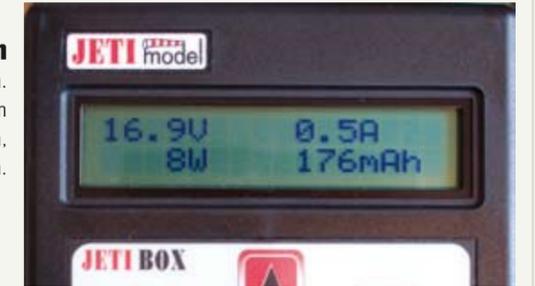
**Block 1: Übersicht**

Der erste Block ist für den allgemeinen Flugbetrieb. An der Spannungsanzeige kann abgelesen werden, ob es sich um einen vollgeladenen Akku handelt. Die verbrauchte Kapazität gibt an, wie viele Milliamperestunden dem Akku bereits entnommen wurden. Ist die Gesamtleistung des Akkus bekannt, kann daraus die restliche Einsatzzeit errechnet werden. In Kombination mit der angezeigten Flugzeit kann der Pilot optimal einschätzen, wann er wieder landen muss. Die angezeigte Höhe des Modells ist bei einer einzuhaltenen Höhenbeschränkung sehr hilfreich, zum Beispiel in Flughafennähe. Über die Gradzahl der Himmelsrichtung zum Startpunkt kann man die Richtung des Quadrocopters erkennen.



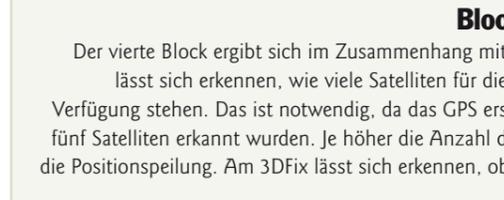
**Block 2: Strom**

Der zweite Block konzentriert sich auf die Werte, die sich aus dem Stromsensor ergeben. Hier wiederholen sich Spannung und verbrauchte Kapazität. Über die Werte, die beim aktuellen Strom und der aktuellen Leistung ausgegeben werden, kann man erkennen, wenn die Motoren zu viel Leistung verbrauchen und eventuell damit die Regler überlasten.



**Block 3: Lagedaten**

Die Werte aus dem dritten Block sind gut geeignet, um die Funktion der ACC-Beschleunigungssensoren für Nick und Roll sowie der Gyroskope Yaw vor dem Flug zu testen.



**Block 4: GPS-Information**

Der vierte Block ergibt sich im Zusammenhang mit der Navigationszentrale. Hier lässt sich erkennen, wie viele Satelliten für die Funktion „Position Hold“ zur Verfügung stehen. Das ist notwendig, da das GPS erst aktiviert werden kann, wenn fünf Satelliten erkannt wurden. Je höher die Anzahl der Satelliten, desto sicherer ist die Positionspeilung. Am 3DFix lässt sich erkennen, ob die Funktion „Position Hold“ zur Verfügung steht.



**Schemazeichnung der Verbindung der einzelnen Geräte**

Der Duplex-Satellitenempfänger RMK arbeitet für die Steuerdaten mit dem PPM-Summensignal, das die Flight-Control des Quadrocopters benötigt. Beim Summensignal werden die empfangenen Steuerbefehle des Senders nicht über unterschiedliche Leitungen des Empfängers, an denen normalerweise die Servos angeschlossen sind, abgegeben, sondern über eine Datenleitung mit adressierten Zuweisungen direkt zur Steuereinheit des Quadrocopters. Die Jetibox gibt es auch in der kleinen Ausführung. Diese ist sogar mit einer Hintergrundbeleuchtung versehen.

