



Deutschland 14,80 Euro • Österreich: 16,30 Euro  
Schweiz: 29,00 CHF • Belgien: 17,00 Euro • Luxemburg: 17,00 Euro

**NEU**

**e**

# Elektroflug *Ludwig Retzbachs* Magazin

Nr. 1/11

www.elektroflug-magazin.de

## 1,8-Kilowatt-Trio in Do-24 **Wasserspiele**

Ladestromquellen auf dem Flugplatz **Basiswissen: Zweimotorige 12s-Heli des Meisters**  
News aus der Elektrobranche

Vergleich: Mini Hawk, Blizzard, Mini Excel **Motorkrähe von aero-naut**

**Übersicht: Klapptriebwerke** 1 Modell, 3 Motoren – Maexi von robbe

**Elektroflug mannttragend: Elektra One**

**Rohstoffkrise: Seltene Erden**



Zu gewinnen  
3 x Umrüstset von  
**Weatronic**  
2.000,- Euro  
Gesamtwert

# Der DONNERSCHLAG am Himmel



## P-47D Thunderbolt

Wie ein schweres Gewitter donnert dieser Warbird durch die Wolkendecke. Parkzone hat bei der Scale Reproduktion der P-47 Thunderbolt wirklich Großartiges geleistet: Nicht nur dass dieser Warbird mit einem realistischen Flugbild, originalgetreuer Power, Geschwindigkeit und Stabilität aufwartet – er wird dich mit ihrem simulierten Sternmotor, angeformten Nietenstößen, Kaliber .50 MG Rohren und einer realistischen Lackierung der 404ten Flugstaffel einfach umhauen.

Und zum ersten Mal in der Geschichte von Parkzone kannst du diesen Warbird sogar mit funktionalen Landeklappen und einem spektakulären Einziehfahrwerk ausstatten.

Alle Details findest du unter [www.horizonhobby.de/thunderbolt](http://www.horizonhobby.de/thunderbolt)



Optionales Einziehfahrwerk\*



Optionale Landeklappen\*\*

\* Benötigt zusätzliches E-flite Einziehfahrwerk (EFLG100)  
\*\* Benötigt 2 zusätzliche Parkzone SV80 Servos (PKZ1081)

Spannweite: 1070 mm  
Länge: 940 mm  
Motor: 1Ser 950Kv Außenläufer (installiert)  
Regler: E-flite 30A Pro Brushless (installiert)  
Sender: Benötigt mindestens einen 4 bzw. 6-Kanal  
(mit Landeklappen und Einziehfahrwerk) Sender.  
Empfänger: Spektrum AR600 6-Kanal DSM2 (bei BNF installiert)  
Akku: 3S 11.1 V 2200 mAh 25C Li-Po (bei BNF entalten)  
Ladegerät: Einstellbares 2-3C Li-Po Schnellladegerät  
(bei BNF enthalten)

**BNF** (PKZ5380) **PNP** (PKZ5375)

**HORIZON**  
H O B B Y

horizonhobby.de



**parkzone**

**just fly.®**

# Die fortschrittlichste 8 Kanal der Welt

Integrierte Telemetrie - Fakten schaffen Sicherheit!



Die DX8 liefert Echtzeitinformationen aus Ihrem Flugzeug. Akkuspannung, Signalqualität, Temperatur und Drehzahl werden auf dem großen hintergrundbeleuchteten LCD angezeigt. Zusammen mit der wegweisenden AIR Ware Software macht dieses Feature die Spektrum DX8 zu der fortschrittlichsten 8 Kanal Anlage der Welt.

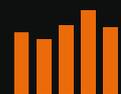


Damit Sie bei dem Fliegen nichts ablenkt, warnt Sie die Spektrum DX8 beim Überschreiten der eingestellten Parameter wahlweise mit akustischem oder einem Vibrationsalarm. Damit bleiben die Hände an den Sticks und die Augen bei dem Modell. Nach dem Flug können Sie die Daten bequem am Display auslesen.



Die Telemetriefähigkeiten sind mit den zusätzlichen Sensoren G-Meter, Geschwindigkeit, Höhe, Vario und GPS erweiterbar. Neben der Full Range Lösung ist auch ein kleines und kompaktes Fly-by-Modul erhältlich. Beide Module sind mit allen DSMX/DSM2 Empfängern mit Data-Port kompatibel.

Fakten schaffen Sicherheit, Spektrum DX8 2,4 GHz DSMX Fernsteuersystem



**SPEKTRUM**  
Innovative Spread Spektrum Technology

Hamburger Str. 10 -- D-25337 Elmshorn  
Fon: +49(0)4121-46 199 66  
Fax: +49(0)4121-46 199 70  
Mail: [info@horizonhobby.de](mailto:info@horizonhobby.de)  
[www.horizonhobby.de](http://www.horizonhobby.de)



**NEU und Exklusiv!**  
*bei RC-Toy*

## Walkera V120D02 RTF Komplettset

- Hauptrotordurchmesser: 290 mm
- Länge: 290 mm
- Gewicht: 92g

Lieferumfang:  
1x Walkera V120D02 RTF Helikopter  
1x 2,4 GHz WK-2603 6-Kanal Sender  
1x 600mAh LiPo Flugakku  
1x LiPo Ladegerät  
1x Ersatzrotorblätter

**269,-**

**3D**  
Flybarless

Artikelnr.: Walkera V120D02

Der wohl beste  
3D Micro Heli aller Zeiten!

Features:

- CNC Rotorkopf mit kollektiver Blattverstellung
- Starrantrieb des Hecksystems
- Brushless Motor
- 3D Flybarless System
- präzisiertes Steuerverhalten in seiner Größenklasse
- perfekt für 3D Kunstflug geeignet



## professional kit models

### T-REX 700E 3G Super Combo

- Hauptrotordurchmesser: 1562 mm
- Länge: 1328 mm
- Abfluggewicht: ca. 4700g

Lieferumfang:  
1x T-REX 700 E Kit inkl. Blätter  
1x Aluminium Heckrohr  
1x CFK-Heckrohr  
1x Brushless-Motor 700MX (510 KV)  
1x 3G Flybarless-System  
3x Taumelscheibenservo DS610  
1x Heckrotorservo DS650  
1x Castle ICE HV 120 Brushless ESC

Artikelnr.: KX018E01

**1129,-**

### T-REX 500 ESP 3G

- Hauptrotordurchmesser: 970 mm
- Länge: 850 mm
- Gewicht: 910 mm

Lieferumfang:  
1x T-REX 500 ESP 3G Bausatz  
im Alukoffer inkl. Blätter  
1x 3G Programmable Flybarless System  
3x DS510 Digitalservo  
1x DS520 Digitalservo  
1x 70A Brushless Regler

Artikelnr.: KX017012-S1

**729,-**

### T-REX 550 3G Combo

- Hauptrotordurchmesser: 1188mm
- Länge: 1042 mm
- Gewicht ohne Elektronik: ca. 2800g

Lieferumfang:  
1x T-REX 550 3G Combo inkl. Blätter  
3x Digitalservo DS610 fürs Taumelscheibe  
1x Digitalservo DS620 fürs Heck  
1x 70A BL Regler  
1x BL Motor 600 M  
CFK Haupt- und Heckrotorblätter  
1x 3G Flybarless Elektronik

Artikelnr.: KX021002

**775,-**

### T-REX 450 Pro Super Combo

- Hauptrotordurchmesser: 710 mm
- Länge: 635 mm
- Gewicht: ca. 780g

Lieferumfang:  
1x T-REX 450 PRO Kit im Alukoffer  
1paar 325 Carbon Blätter  
1x RCE-BL35X 35A Brushless ESC  
1x 450M Brushless motor(3500KV)  
1x Kabinenhaube 3x DS410M (Metalgetriebe) Digital Servo  
1x GP780 Head Lock Gyro 1x DS520 Digital Servo  
1x 2200 mAh Flugakku

Artikelnr.: KX015074-S2

**419,-**

### T-REX 250 SE Super Combo

- Hauptrotordurchmesser: 160 mm
- Länge: 430 mm
- Gewicht: 340g

Lieferumfang:  
1x T-Rex 250SE  
1x 40mm und 37mm Heckrotorblätter  
1x 205mm (Kunststoff) und 205mm (Carbon) Blätter  
1x RCE-BL15x 15A Brushless Regler  
1x 250SP Brushless Motor  
3x Taumelscheiben Servo Align DS410 Digital  
1x Heck Servo Align DS420 Digital  
1x Headlock SMM Gyro GP780  
1x Vapor ZX20 1200mAh/20C/11,1V

Artikelnr.: KX019005-S1

**305,-**

### T-REX 450 Sport Super Combo

- Hauptrotordurchmesser 715 mm
- Länge: 643 mm
- Gewicht: 770g

Lieferumfang:  
1x T-REX 450 SPORT Kit im Alukoffer  
1x 325 Carbon Blätter (Paar)  
1x RCE-BL35X 35A Brushless ESC  
1x 450M Brushless Motor (3500KV)  
1x Kabinenhaube  
3x DS410M Taumelscheibenservo  
1x GP780 Head Lock Gyro 1x DS420 Heckservo  
1x 2200 mAh Flugakku

Artikelnr.: KX015076-S2

**385,-**

ALIGN T-Rex YGE Regler Combo Preisübersicht:

KX016013YGE - ALIGN T-REX 600 ESP (schwarz) + YGE100 V4	<b>725,-</b>
KX016014YGE - ALIGN T-REX 600 ESP (blau) + YGE100 V4	<b>725,-</b>
KX017011YGE - ALIGN T-REX 500 ESP + YGE80 V4	<b>589,-</b>
KX017012YGE - ALIGN T-REX 500 ESP 3G + YGE80 V4	<b>739,-</b>
KX021005YGE - ALIGN T-REX 550E + YGE100 V4	<b>685,-</b>
KX021002YGE - ALIGN T-REX 550E 3G + YGE100 V4	<b>815,-</b>



T-Rex Kits mit YGE  
premium Reglern

**NEU und Exklusiv!**  
*bei RC-Toy*

- Wir liefern portofrei ab 50,- €
- Alle Bestellungen mit Zahlungseingang bis 15 Uhr werden taggleich verschickt

Besuchen Sie unseren Online-Shop  
**www.rc-toy.de**

Tel.: +49 (0) 8042 - 501055  
eMail: info@rc-toy.de

\* Preisangaben ohne Gewähr! Druckfehler und Irrtümer vorbehalten!



# Editorial

„Neue Erkenntnisse durchlaufen drei Stadien: Zuerst werden sie belächelt, dann werden sie heftig bekämpft, schließlich werden sie als Selbstverständlichkeiten angenommen.“

Arthur Schopenhauer (deutscher Philosoph 1788 - 1860)

**O**b als Segler-Hilfsantrieb, Kraftspender für Motorkunstflugmodelle oder Antriebsquelle für quirlige Helikopter: Der leise, umweltfreundliche Elektroantrieb ist im Modellflug längst zur Selbstverständlichkeit geworden. Er hat bereits den Sprung von der Modellebene auf das Niveau der mantragenden Luftfahrt geschafft.

Ausschlaggebend für diese agile Entfaltung waren nicht allein von außen gesetzte Vitaminspritzen wie Lithium-Batterien und bürstenlose Motoren. Der Elektroflug verdankt seinen heutigen Entwicklungsstand in hohem Maße engagierten Vorkämpfern, die sich fantasiereich und verbissen durch die ersten beiden Phasen der Schopenhauerschen Einsichten kämpften. Neugier, der Wunsch, die Dinge voranzubringen und die Bereitschaft, tiefer in die Materie einzudringen, dürften dabei erfolgsrelevant gewesen sein.

Unser neues Magazin, das halbjährlich erscheinen wird, wendet sich an einen Leserkreis, der einfach mehr wissen und das Selbstverständliche auch selbst verstehen möchte. Wir erlauben uns dabei gelegentlich auch einen Blick über den Tellerrand des Modellflugs. Denn natürlich profitiert das Hobby auch vom aktuellen Trend zur Elektromobilität, zu deren Mitwegbereitern es letztlich zählt.



Ludwig Retzbach  
Herausgeber



Anzeige



iVol

## Steuern, wie die Großen...



### ...der neue iVol 2G16 macht's möglich!

Entdecken Sie die neue **iVol**-Generation. Ausgestattet mit völlig neuer Technik und in bewährtem Design. Natürlich mit integrierter JETIBOX-Funktionalität.



- 2,4 GHz-Funktechnik mit 16 Kanälen
- Volle Telemetriefähigkeit
- Konfiguration und Kalibrierung am eigenen PC
- 2 Steuerknüppel, stufenlos längenverstellbar
- grafische Darstellung der Telemetriedaten

Alle JETI-Duplex-Produkte bei uns erhältlich – auch für Händler.



Baltic Seagull Electronics  
Schauenburger Straße 116  
D 24118 Kiel  
Telefon 0431 530354-10  
kundenservice@baltic-seagull.de  
www.baltic-seagull.de

# Inhalt 01/11



32 | **Elektra One** Mit der Elektro One hält der Elektroantrieb Einzug bei den Manntragenden. Die Technik stammt aus dem Modellflug



38 | **Sylphide 90** Ein perfektes Elektroflug-Setup im Sylphide 90 brachte Uwe Kiesewetter die Deutsche Meisterschaft 2010 ein. Porträt eines Meistermodells



52 | **Klapptriebwerke** Erst bringen sie Segler auf Knopfdruck nach oben und dann verschwinden sie elegant im Rumpffinneren

76 | **Seltene Erden Metalle** der Seltenen Erden sind in der Hightech-Elektronik unersetzlich. Wir erklären alles Wissenswerte über den knappen Rohstoff und beantworten die Frage, ob dem Elektroflug eine Rohstoffkrise bevorsteht



## e-Modelle

- 8 **Flugboot Do-24** Porträt eines Scale-Modells
- 16 **Maexi von robbe** 3 Motoren, 1 Modell
- 38 **Sylphide 90** Der 12s-Heli des Deutschen Meisters
- 100 **Raab Motorkrähe** Motorsegler von aero-naut im Test

## e-Wissen

- 24 **Impeller** Grundlagenwissen zur Antriebsauslegung
- 92 **Fahrwerke** Elektrische Einziehfahrwerke in der Praxis
- 106 **Zweimotorige** Knowhow für Modelle mit Doppelantrieb

## e-World

- 32 **Elektra One** (R)evolution im mannttragenden Elektroflug
- 76 **Seltene Erden** Rohstoffkrise im Elektroflug?
- 84 **LiFeYPO<sub>4</sub>** Moderne Stromversorgung auf dem Modellflugplatz

## e-Service

- 44 **e-World** Kurzmitteilungen aus der Elektrobranche
- 46 **Vergleichstest** Mini-Hotliner Mini Hawk, Micro Excel und Blizzard
- 50 **e-Check** Brushlessmotor RA 3014-925 kv von Rockamp
- 52 **Übersicht** Klapptriebwerke für Segelflugmodelle
- 59 **erste Hilfe** Praxistipps aus dem Modellbaualltag
- 60 **Kaufberatung** 9 Kompaktladegeräte im Vergleichstest
- 66 **e-Facts** Mehr wissen, besser fliegen
- 68 **Zweikampf** T-Rex 700 von robbe gegen Logo 600 von Mikado

## e-Magazin

- 5 **Editorial**
- 74 **Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin-Shop**
- 90 **Was macht eigentlich Franz Weißgerber?**
- 99 **Gewinnspiel** 3 Umrüstsets von Weatronic zu gewinnen
- 105 **Ihr Kontakt zu Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin**
- 112 **Flugplatzgespräche** Harder & Kohn über Mobilität



# Modell AVIATOR

www.modell-aviator.de

## TEST & TECHNIK FÜR DEN MODELLFLUG-SPORT



**Jede Ausgabe  
164 Seiten!  
Mehr hat  
keiner**

**Jetzt zum  
Reinschnuppern:  
Das vorteilhafte  
Schnupper-Abo**

**3 für 1**

**3 Hefte frei Haus -  
nur 1 Heft bezahlen,  
Abo jederzeit kündbar**

**Ihre Schnupper-Abo-Vorteile:**

- ✓ Keine Ausgabe verpassen
- ✓ Versand direkt aus der Druckerei
- ✓ 9,60 Euro sparen
- ✓ Jedes Heft im Umschlag pünktlich frei Haus
- ✓ Regelmäßig Vorzugsangebote für Sonderhefte und Bücher

**Modell AVIATOR bringt  
monatlich alles über**

- » Elektro- & Motormodelle
- » Segler & Helikopter
- » Szene-News, Interviews und Reportagen
- » Modellbau-Praxis
- » Modellflug-Theorie
- » Elektrik & Elektronik
- » Akkus & Ladegeräte
- » Elektro- & Verbrennungsmotoren
- » Modellflugsport-Events
- » Neuheiten am Markt
- » Vorbilddokumentationen
- » Werkstoffbearbeitung

... und vieles mehr!

**Jetzt bestellen!**

Einfach Coupon ausschneiden  
oder kopieren, ausfüllen und  
abschicken an:

wellhausen  
marquardt  
Mediengesellschaft

Leserservice Modell AVIATOR  
65341 Eltville

Telefon: 040/42 91 77-110  
Telefax: 040/42 91 77-120  
E-Mail: [service@modell-aviator.de](mailto:service@modell-aviator.de)  
Internet: [www.modell-aviator.de](http://www.modell-aviator.de)

Ich will Modell AVIATOR im Schnupper-Abo testen: Bitte senden Sie mir die nächsten 3 Ausgaben zum Preis von einer, also € 4,80 (statt € 14,40 bei Einzelkauf). Falls ich das Magazin nach dem Test nicht weiterlesen möchte, sage ich bis 7 Tage nach Erhalt der 3. Ausgabe mit einer kurzen Notiz ab. Andernfalls erhalte ich Modell AVIATOR im Jahres-Abonnement (12 Ausgaben) zum Vorzugspreis von € 50,00\* (statt € 57,60 bei Einzelbezug). Das Abonnement verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr. Ich kann aber jederzeit kündigen. Das Geld für bereits bezahlte Ausgaben erhalte ich zurück.

Ja, ich will zukünftig den Modell AVIATOR-E-Mail-Newsletter erhalten.

Ausgabe des Abostarts

\* Abo-Preis Ausland: € 60,00

Vorname, Name

Straße, Haus-Nr.

Postleitzahl

Wohnort

Land

Geburtsdatum

Telefon

E-Mail

Ich zahle einfach und bequem per Bankeinzug:

Bankleitzahl

Konto-Nr.

Geldinstitut

Datum, Unterschrift

Bestell-Service: Telefon: 040/42 91 77-110, Telefax: 040/42 91 77-120  
Im Internet: [www.modell-aviator.de](http://www.modell-aviator.de)

Die Daten werden ausschließlich verlagsintern und zu Ihrer Information verwendet. Es erfolgt keine Weitergabe an Dritte.

LR1101

# Wasserspiele

## Do-24 von Rolf Breitinger

Eine flugfähige Do-24, und wenn es auch „nur“ ein Modell ist, gibt es nicht jeden Tag zu sehen. Aber beim GRAUPNER BODENSEECUP 2010 war Rolf Breitinger wieder einmal mit *seiner Dornier* dabei. Natürlich zog er viel Aufmerksamkeit auf seine Dreimotorige und sich.

**N**eben vielen technischen Fragen beantwortete Rolf Breitinger auch immer wieder die Frage nach dem Erstflug. Welche Vorkehrungen wurden getroffen? Gab es Schwierigkeiten? Wie war das Gefühl vorher und nachher und vor allem: Wer ist geflogen? Um es kurz zu machen: Rolf Breitinger fliegt selbst. Wenn jemand mit über 50 Jahren Modellflugerfahrung aufwarten kann und viele Jahre Testpilot für unbemannte Fluggeräte bei Dornier war, lässt er sich diese Gelegenheit nicht nehmen. Aber bis es soweit war, wurde erhebliche Zeit mit Forschung und Bau des Modells verbracht.

### Wohlverdient

Die Do-24 ist eine Konstruktion aus der Mitte der 30er-Jahre des vergangenen Jahrhunderts. Ein hochseefähiger Fernaufklärer wurde gesucht. Dornier war zwar bei der Ausschreibung des Reichs-Luftfahrt-Ministeriums nicht erfolgreich, begann aber ab 1937 trotzdem mit dem Bau. Später setzte sich dann die überragende Konstruktion vom Bodensee gegen die Mitbewerber durch. Über 300 Maschinen wurden produziert, davon die Mehrzahl in den Niederlanden bei Aviolanda. Das Flugmuster wurde zwar nicht für friedliche Zwecke konstruiert, bewies aber bei vielen Such- und Rettungs-Einsätzen seine eigentliche Qualität. Viele tausend Menschen, ohne Ansehen der Nation, wurden durch die Besatzung der Do-24 aus Seenot gerettet.

Auch das Original des hier beschriebenen Modells stammt von Aviolanda und hat eine

„Beim letzten Flug des Originals über dem Bodensee war Erbauer Rolf Breitinger selbst mit dabei“

spannende Zeit hinter sich. Bevor sie 1971 an den Bodensee durfte, war sie viele Jahre auf Mallorca in Puerto Polensa zur Seenotrettung im Dienst. Danach war sie bei Testflügen über dem Bodensee aktiv. Aus dieser Zeit stammt auch das von Rolf Breitinger als Modell nachgebaute Original. Schließlich hielt er als Teil einer Mannschaft das Flugzeug mit Treib- und Schmierstoffen oder auch mit Lenzdiensten in Einsatzbereitschaft. Beim letzten Flug über dem Bodensee war er selbst mit dabei – doch mehr als eine gewisse Wehmut lässt man sich nicht anmerken.

„Ich saß auf dem Platz des Navigators, das ist direkt hinter dem Co-Piloten. Der Pilot, beschleunigte die Maschine und man hatte sofort auf der ganzen Länge des Rumpfs freie Sicht. Das Brummen der Sternmotoren, das Geräusch, der beim Start immer schneller gegen das Rumpfböschung schlagenden kleinen Wellen, bleibt einem in der Erinnerung. Die Wasserarbeit der Do ist einfach unübertroffen. Bis Windstärke 6 und Seegang Stärke 5 blieb sie einsatzfähig.“



Die Leitwerke im Heck sind verdeckt angesteuert. Relativ kleine Servos genügen

Später erhielt diese Maschine nach einer Generalüberholung ein Drei-Bein-Fahrwerk sowie einen modernen Tragflügel mit drei modernen Motoren und wurde so zur Do-24 ATT von Iren Dornier. Den kennt Rolf Breitinger natürlich. Schließlich hat er ihm auf Nachfrage verraten, weshalb sein Modell beim Start weniger Probleme mit dem Propellerrückdrehmoment hat: Er braucht nur etwa Halbgas und zudem – nicht ganz Scale – dreht Nummer 1, der linke Motor, andersherum. Ehrensache, dass er von Iren Dornier beim nächsten Flug der ATT über den Bodensee mitgenommen wurde.



**DO - 24 LRK Sondermotor Rolf Stecker RS- 295. 20 - 16 Wdg. 670 U/Volt6-14 Zellen oder 4 LiPos, 166 Gramm Die Antriebswellen der Motoren sind mit einer durchdachten Konstruktion verlängert worden**

Fotos: Rolf Breitinger



**Motor mit Wellenverlängerung**



**Fertig montierter Antrieb**



**Motordom**

### Spezialteile

Überhaupt sind die Motoren interessant. Drei Spezialmotoren aus der Manufaktur von Rolf Stecker bilden die Basis des Antriebskonzepts. Sie unterscheiden sich von den Serienmotoren durch etwas mehr Windungen und

damit einer niedrigeren Nenndrehzahl in Bezug auf die Spannung. Da diese natürlich hinter den Attrappen der Neunzylinder BMW Bramo 323 arbeiten, wurde eine Verlängerung der Motorachse benötigt. Der Laie würde vorschlagen, einfach eine längere Motorachse zu montieren.



**Einzelteile**

Der Profi macht das anders. Um die Motoren einfach auswechseln zu können, gibt es für die Wellenverlängerung eine Verbindungsmuffe, die mit dem Motor und der Antriebsachse des Propellers verschraubt wird. Diese Muffe ist in der Halterung der Wellenverlängerung montiert. Damit man aber leichter an die Schrauben der Muffe herankommt, hat diese Halterung noch eine entsprechende Ausfräsung. Das Gehäuse der Wellenverlängerung hat natürlich ein Lager für die verlängerte Welle, auf der dann ein Dreiblatt-Verstellpropeller von Ramoser seinen Job verrichtet.

Jeder Motor bezieht seinen Strom separat aus einem eigenen Steller. Dieser befindet sich



**Die Spreizlandeklappe ist ein mechanisches Schmankerl und wie das Original am Modell umgesetzt**



**Rolf Breitinger (links) lässt gemeinsam mit zwei Helfern die Do-24 zu Wasser**



*Neben den drei Akkus ist noch eine leere Flasche mit an Bord. Letztere als Luftreservoir zur Rettung bei einer unplanmäßigen Wasserung*



*Die Besatzung darf auf dem warmen Platz über den LiPos sitzen*

direkt in der Nähe des Motors und wird bestens gekühlt. Er bezieht seine Energie aus je einem separaten 4s-LiPo mit 5.000 Milliamperestunden (mAh) Kapazität. Da diese Akkus weit vorne und ohne jede Kühlung im Rumpfboot eingebaut sind, ergibt sich ein Problem. Die Länge der Leitungen bis zum Stecker sollte eigentlich möglichst kurz sein, da ansonsten die Kondensatoren am Eingang des Steckers schnell überfordert sind und damit das ganze Modell gefährdet wäre. Eine einfache, aber höchst wirksame Lösung lautet, die Stecker zu überdimensionieren. 100 Prozent genühten bisher auch an heißesten Sommertagen.

Eine extra Stromversorgung steht für den Weatronic-Empfänger und die Servos bereit. Mit vier NiMH-Zellen bei 3.300 mAh gibt es keine Versorgungsprobleme. Das wäre auch ziemlich unwahrscheinlich, da alle Anlenkungen sehr präzise, spielarm und ausbalanciert ausgeführt sind. Große Servos mit hohem Strombedarf findet man daher nicht. Aber einen Kreisel für die Querruder der Längsachse befindet sich in dem Modell. Ist das nicht gegen die Fliegerehre? „Nein,“ sagt Rolf Breiteringer und mit einem Augenzwinkern geht es weiter: „Für mich ist ein Kreisel eine Sicherheitseinrichtung!“ Aber es gibt auch noch eine ökonomische Er-

## Original Dornier Do-24 T2

Spannweite	27 m
Flächentiefe	5 m
Flügelfläche	108 m <sup>2</sup>
Länge	22 m
Motoren	3 × BRAMO 323 R 2
Startleistung	1.000 PS pro Motor
Gewicht	16 t

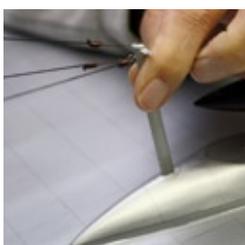
klärung. Die benötigten einfachen Kreisel sind im Vergleich zum Wert des Modells nicht teuer. Denn der Gewinn an Sicherheit bei einem so großen Modell durch einen Kreisel steht außer Frage. Wenn der Kreisel das Modell beispielsweise im Landeanflug nur einmal rettet, ist die Diskussion sowieso beendet.

### *Kohle und Metall*

Nicht ein Gramm Balsaholz ist in der gesamten Maschine zu finden. Birkensperrholz, Kohlefasern, Kevlar, Glasfasern mit den jeweiligen Epoxidharzen und verschiedene Metalle sind das Material für die Zelle. Alle wesentlichen Bauteile sind in Negativformen entstanden. Das ist nützlich und praktikabel.



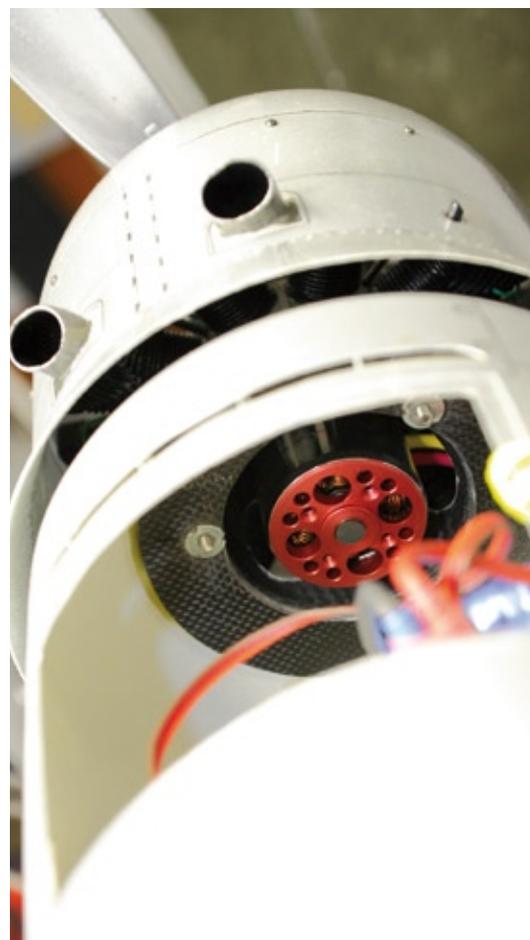
*Negativformen für die Motorabdeckung und verschiedene Randbögen*



*Die Isolatoren der Antenne dürfen nicht fehlen*



*Die Blechstöße, die Griffe, die Klappen, der Kühler – alles wie beim Original*



*Die Außenläufer RS 295.20 wurden für die Do-24 von Strecker LRK-Motoren mit ein paar Windungen mehr extra gefertigt*

*Ein Kreisel unterstützt im Bedarfsfall das Landen des Modells*



Die Spanten sind eine Sandwichkonstruktion aus Sperrholz und Kohlefasergewebe, die im Vakuumverfahren miteinander verklebt wurden. Zur Erleichterung sind die Flächen zwischen den Gurten und Streben herausgeschnitten. Stehen blieb ein Tragwerk, das im Wesentlichen dem des Originals entspricht. Dieses Tragwerk hält auch starken Beanspruchungen stand, was durch das ungeplante Ende des letzten Flugs kurz vor der Ersatzteilproduktion bewiesen wurde. Ein Querruderservo stellte den Dienst ein.

Ein besonders raffiniertes Verfahren hat Rolf Breitingner für nicht-sphärische Teile ersonnen. Alles was abgewickelt werden kann, fertigt er

so: Auf eine mit Trennmittel präparierte Folie kommt eine Schicht Gelcoat, gefolgt von Harz, entsprechend getränktem Gewebe und wieder einer präparierten Folie. Mit einer kleinen Gummiwalze können Lufteinschlüsse vorsichtig beseitigt werden. Dieses nicht ausgehärtete Paket kommt als Lage zwischen einer Positivform und Negativform, die aus einem etwas stabileren Schaumstoff bestehen. Nach dem Aushärten unter leichter Druckbeaufschlagung hat man ein Teil mit perfekter Oberfläche, gleichbleibender Wandstärke und sehr wenigen Lufteinschlüssen, das nur noch an den Rändern zu besäumen ist. „Eine Allergie gegen Balsastaub ist zwar nichts Schönes, aber als Modellbauer lernt man



*Die in den Parasolflügel führenden Leitungen werden später durch entsprechende Profile abgedeckt*



*Die Do-24 ist auf jeder Messe, hier in Friedrichshafen, ein begehrtes Ausstellungsstück*

## Modell Dornier Do-24

Maßstab	1:10
Spannweite	2.700 mm
Gewicht	9.600 g
Motoren	RS 295.20, 16 Wdg., von Rolf Strecker, Sonderanfertigung
Akku	3 × 4s-LiPos in Serie mit 5.000 mAh
Leistung	600 W pro Motor
Luftschraube	353 mm Ø, Dreiblatt-Verstellpropeller von Ramoser
Stand Schub	7,5 kp
Flugzeit	10 - 15 Minuten
Strombelastung Normalflug	18 A pro Motor
Maximale Strombelastung	50 A pro Motor
Erstflug	19 Juni 2007

zwangsläufig gut mit Kunststoffen umzugehen,“ so Rolf Breitingner. Man möchte hinzufügen: der Umgang ist nicht „gut“ er ist „perfekt“.

In dieser Technik sind dann auch die Teile des Tragflügels und des Leitwerks entstanden. Das Original hat im Mittelteil das Profil NACA2216, das am Randbogen in NACA 2208 ausläuft. Das Modell verwendet natürlich dasselbe Profil. Nur der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass das Profil der Leitwerke dem GÖ 409 entspricht.

### Museumscharakter

Nach einigen Jahren der Forschung und des Baus steht dann eine fast fertige Maschine im Bastelkeller. Es fehlt nur noch die Farbe. Das ganze Modell war möglichst originalgetreu in Alu einzufärben. Aber welcher Farbton entspricht dem originalgetreuen Gelb und Rot der Rumpfbemalung? Spanische Freunde halfen und so stellte sich heraus, dass das Gelb die RAL Nummer 1023 und das Rot die Nummer 3020 haben, was zudem durch die Originallackmuster aus Spanien bestätigt wurde. Dafür interessierte sich dann auch die Flugwerft des Deutschen Museums in Oberschleißheim, zu der natürlich entsprechende Beziehungen bestehen. Die Flugwerft hatte nämlich den Originaltragflügel der späteren Do-24 ATT mitsamt den Motoren wieder mit einem Rumpf aus Spanien komplettiert und suchte nach entsprechenden Informationen.

Zurück zum Erstflug: Wie fliegt sich das Modell? So wie es sich für ein perfektes Modell gehört: Perfekt. Die Auslegung des Antriebs, der genau ausgetüftelte Anstellwinkel des Flügels und ein präzise eingehaltener Schwerpunkt ohne jede Zugabe von Trimmballast machen die Fliegerei, soweit das möglich ist, einfach. Rolf Breitingner hat das an einer Lehrer-Schüler-Fernsteuerung



*Sogar für die Propellerbemalung gibt es eine Schablone*



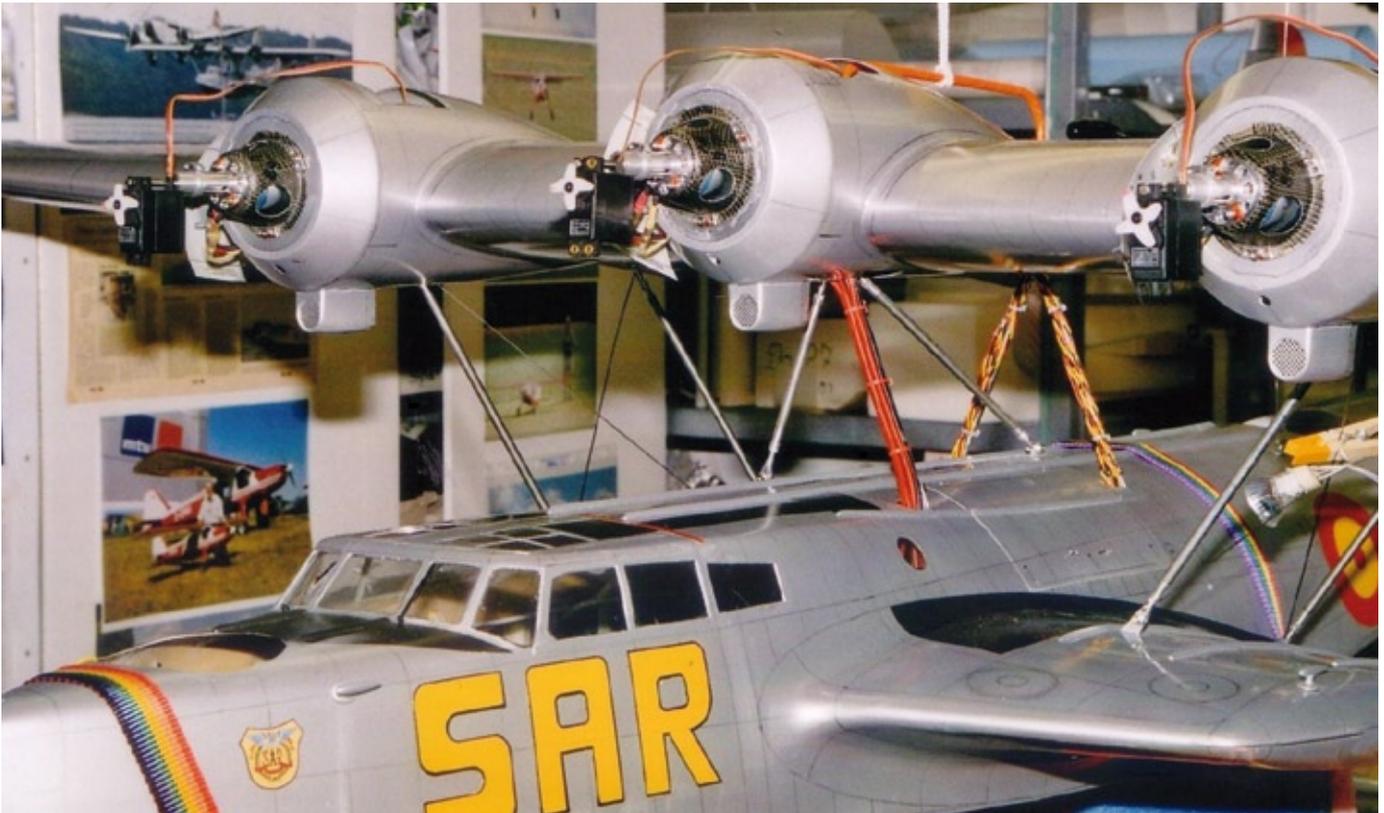
*Die Glaskuppel bietet zumindest im Original eine erstklassige Rundumsicht*



*Der komplett montierte Antrieb strahlt solide Leistungsfähigkeit aus*



*An den Stößen der Rumpfteile sind weitere Spanten zur einfacheren Montage der Rumpfteile angebracht*



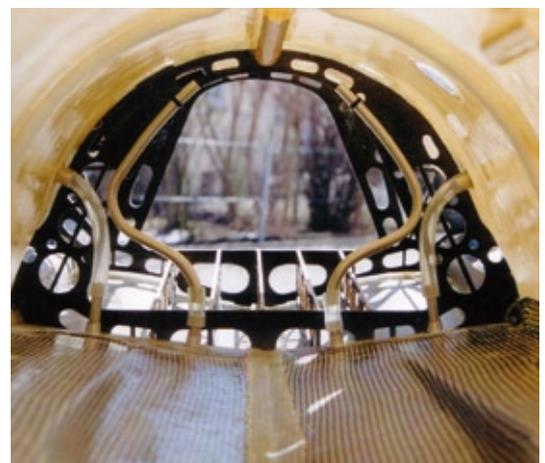
*Die Motorensteller werden nicht direkt programmiert. Servos zeigen die Stellung des Gassticks während der Programmierung an. Sie werden natürlich später entfernt*

mit einem unerfahrenen Modellflieger aber richtigen Pilot eines Wasserflugzeugs getestet. „Der Pilot konnte das Modell auf Antrieb steuern,“ aber mit dem Zusatz: „solange es nicht direkt auf ihn zuflog“. Und wie steht es mit der Wasserarbeit des Modells? „Besser als das Original, bei 30 Zentimeter hohen Wellen sind Start und Landung noch möglich. Wenn die Wellenhöhe im Maßstab vergrößert würde, hätte das Original kaum eine Chance mehr gehabt.“

Detailverbesserungen wurden immer wieder durchgeführt. Die Verlagerung der Akkus, der Systemwechsel auf 2,4 Gigahertz oder Dinge, die erst später auffielen, wie die Verkürzung der etwas hoch geratenen Beobachtungskuppel, sind für den Erbauer selbstverständlich. „Aber fliegen allein kann Sie doch nicht ausfüllen, Herr Breitinger?“ Statt einer Antwort fällt sein Blick auf ein Bild an der Wand: eine Do-26.



*Der Bramo-Sternmotor ist fast echt – zumindest sieht er so aus*



*Die Belüftung direkt hinter der Stufe des Bootsrumpps beschleunigt wie beim Original den gewollten Strömungsabriss. Die Luft wird selbständig über die Rohre angesaugt*

#### **Das Vorbild**

*Die Original Do-24 zählt zu den hochseefähigen Flugbooten. Das zum Nachbau gewählte Vorbild wurde 1944 in Aviолanda, Holland fertiggestellt und war bis 1971 als Seenotrettungsflugzeug (SAR) von Pollensa aus im Einsatz. Der Überführungsflug von Mallorca zum Bodensee erfolgte am 06. August 1971.*



*Die drei Venturidüsen erzeugten beim Original den Unterdruck für die entsprechenden Anzeigeinstrumente*

# MULTIPLEX®



**NEU!** action-edition

**NEU!** elegance-edition

classic-edition

## COCKPIT SX M-LINK - Design und Technik für Trendsetter

**NEU!** GPS



**NEU!**  
MULTIcont MSB  
EXPERT Regler



• 7 Kanäle

• Telemetriefähig  
(bis zu 8 Sensorwerte  
im Display ablesbar)

zum Beispiel:

• Geschwindigkeit, Entfernung  
vom GPS

• Temperatur, Restladung, Spannung, Drehzahl  
vom MULTIcont MSB EXPERT Regler

• Höhe, Steigen/Sinken  
vom VARIO

• Vielfältige Misch- und Einstellmöglichkeiten für Flächen-  
und Hubschraubermodelle (z.B. 4-Klappen-Flügel,  
CCPM-Kopf, 5-Punkt-Gaskurve)

• Lange Betriebszeit (> 15 h mit Standard-Akku)

• 18 Modellspeicher

Damit bietet diese Anlage mehr als jede andere Fernsteuerung ihrer Klasse!

Telemetry Set: (Sender mit Empfänger RX-7 DR M-LINK) 299,90 EUR\*

**MULTIPLEX®**

[www.multiplex-rc.de](http://www.multiplex-rc.de)

**HITEC**

[www.hitecrc.de](http://www.hitecrc.de)

**HITEC ROBOTICS**

[www.hitecrobotics.de](http://www.hitecrobotics.de)

**RC System**

[www.rcsystem-multiplex.de](http://www.rcsystem-multiplex.de)

**TRAXXAS**

[www.traxxas.de](http://www.traxxas.de)

MULTIPLEX Modellsport GmbH & Co.KG • Westf. Gewerbestr. 1 • D-75015 Bretten

\*unverbindliche Preisempfehlung



Text und Fotos: Ludwig Retzbach

# Alea iacta est

## Drei Motoren für den Maexi von robbe

*Hohe Geschwindigkeit oder lange Flugzeit? Diese GRETCHENFRAGE begleitet den Elektroflug seit seiner Geburtsstunde. Für den Maexi von robbe – dem Wilden aus den 70er-Jahren – fielen die Würfel vier Jahrzehnte später erneut. Drei Brushlessmotoren kämpfen zum ersten Mal um den Neuen.*



**M**ax war der Größte, denn er hatte Maexi. Zum Flugplatz transportiert wurde sie auf der Rücksitzbank seines Alfa. Wenn er damit durch einen Tunnel fuhr, kurbelte er auch winters die Scheibe runter, um den Auspuffsound zu hören. Deshalb brauchte Maexi auch unbedingt einen Zehn-Kubik-Zweitakter. Max stand auf Rossi. Das war in den 1970er-Jahren.

Maexi erlebt derzeit ihr Comeback. Als robbe-Klassiker im Retro-Look. Natürlich schlüpft „Maexi reloaded“ fast flugfertig aus dem Karton, sauber mit Oracover-Folie bespannt. ARF (Almost Ready to Fly) nennt man das heute, fast 40 Jahre später. Max' Enkel kennen das gar nicht mehr anders. Und obwohl Maexi sich äußerlich fast nichts anmerken lässt, ist sie innerlich inzwischen doch ganz Kind unserer Zeit. Denn neben der Möglichkeit, sie mit Verbrennungsmotor zu betreiben, gibt es auch eine Elektro-Version. Ideal als Versuchsträger für verschiedenartige neue Antriebskonzepte.

### Frühreif

Maexi ist ein Tiefdecker mit starrem Dreibein-fahrwerk. Die Endmontage der sauber vorgefertigten Teile verläuft im üblichen Rahmen und nimmt zwei bis drei Abende in Anspruch: Das Verbinden der Ruder an Fläche und Leitwerken



*Der Batterieraum ist gut zugänglich und wird von zwei Magneten sicher gehalten. Leider ist der Spielraum für das Verschieben des Stromspeichers knapp bemessen*

über Streifenscharniere mit Hilfe von dünnflüssigem Sekundenkleber bildet den Auftakt der kurzen Bausaison. Schnell sind die Flächenhälften über einen Sperrholzverbinder vereint. Mit einem Lötkolben werden die Bohrungen für die Flächenschrauben frei gebrannt und der Einbaurahmen für das zentrale Flächenservo von Folie befreit. Bald schon meldet sich das Querruderservo arbeitsbereit; der Fahrwerkseinbau kann beginnen.

Das Hauptfahrwerk arbeitet nach dem altbewährten Torsionsfederungsprinzip, wie es zu Ur-Maexis Zeiten dem damals VW-Käfer fahrenden Autor über die Schlaglöcher half. Bis heute weiß man von diesem einfachen Typ Fahrwerk ganz sicher eins: es funktioniert.

Zu den freudigen Erlebnissen bei der ansonsten wenig spannungsvollen Restmontage des Modells zählt der Leitwerkseinbau. Machen wir's kurz: Die unprofilierten Leitwerksflossen passen exakt in die vorgesägten Schlitzte und müssen lediglich vor dem Verleimen an entsprechender Stelle von der Folie befreit werden. Natürlich achtet man trotzdem darauf, dass die Winkel stimmen und das Höhenleitwerk mit der Fläche fluchtet. Jetzt können auch die Rudermaschinen für Höhe und Seite in den dafür ausgelaserten Öffnungen versenkt werden. Randlos passen die robbe Digitalservos S3151. Sie haben Standardgröße. Die reich bebilderte deutsche Bauanleitung lässt nichts im Unklaren.

Hat man den Sperrholz-Motorträger für die Elektroversion erst mal installiert, darf das lenkbare Bugrad montiert werden. Um genügend Lenkausschlag nach beiden Seiten zu haben, empfiehlt es sich, den Lenkhebel etwas unsymmetrisch festzumachen. Der einzige Bauschritt, der nach etwas Händchen verlangt, ist das passgenaue Heraustrennen der klarsichtigen Kabinenhaube. Man achte beim Ausschneiden darauf, dass der Kunststoff nicht zu kalt ist, sonst könnte er reißen. Die Haube kann mit dem Rumpf ver-

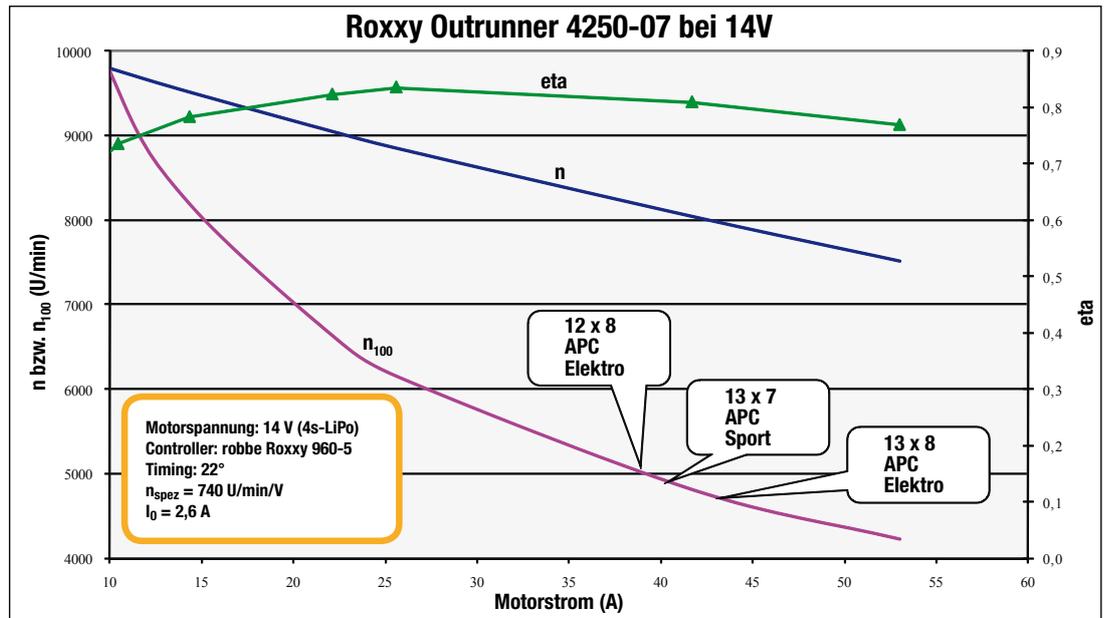
„**Elektroantriebe, so haben sich die Zeiten eben verändert, sind nicht mehr elend schwer, sondern für die Schwerpunkteinstellung bei Old-Time-Modellen oftmals eher zu leicht**“



*Selbst bei Minimalmotorisierung ist der Start von einer Rasenpiste kein Problem*



**Motorträger mit montiertem Außenläufer Roxy 4250-07 von robbe. Der Akku muss hier aus Schwerpunktgründen ganz nach vorne**



klebt oder – falls Abnehmbarkeit gewünscht ist – mit Schraubchen fixiert werden. Damit ist Maexi (früh-)reif für den Antriebseinbau. Man steht vor der Entscheidung: welche Art von Antrieb?

### Herstellerempfehlung

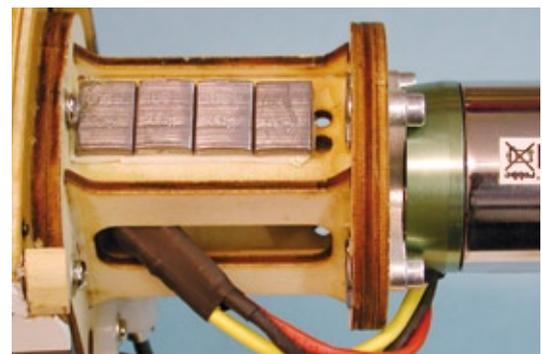
robbe ist in Sachen Modellsport ein Vollsortimenter und empfiehlt natürlich zuerst mal eine eigene Antriebskombination. Dabei handelt es sich um den Roxy BL Outrunner 4250-07, der bei 22° Timing etwa 730 Umdrehungen pro Minute und Volt (U/min/V) absolviert und etwa 205 Gramm (g) auf die Waage bringt. Der Außenläufermotor wird zu einem günstigen Preis angeboten. Er ist hier im Wortsinne das Maß der Dinge, denn an seiner Baulänge – 55 Millimeter (mm) von der Befestigungsplatte bis zum Luftschraubenteller – orientieren sich die Gestaltungsmöglichkeiten für alternative Antriebskonzepte.

Doch zuerst mal sollte die „New Maexi“ mit dem empfohlenen Antriebskonzept zeigen, was unter der Prämisse „Nostalgie trifft moderne Antriebstechnik“ herauskommen kann. Selbstredend liefert robbe auch einen passenden Dreh-

zahlsteller, den Roxy Control 950/6, der bei 50 Ampere (A) Nennstrom von zwei bis sechs LiPos (25 V) betrieben werden darf. Wie es dem Stand der RC-Zubehörttechnik entspricht, erspart ein eingebautes Switch-BEC den Empfängerakku. Eine sichere Empfängerstromversorgung mit 5,5 V / 3 A (kurzzeitig 5 A) ist so für Modelle dieses Zuschnitts in jedem Fall gewährleistet. Als Energiespender plädiert robbe für einen vierzelligen LiPo Typ Roxy-power ZX-Serie 25C mit 4.400 Milliamperestunden (mAh), dessen Kapazität zuerst etwas üppig erscheint. Doch bald weiß man auch warum: Neben einer gefühlt viertelstündigen Flugdauer sorgt er dafür, dass der nötige Schwerpunkt – Angabe 80 bis 90 mm hinter der Nasenleiste – bleifrei hergestellt werden kann. Hier scheint es, wird Maexi ein wenig von den Schatten der eigenen Vergangenheit eingeholt. Der zum Batteriefach umgebaute ehemalige Tankraum, gut zugänglich über eine magnetisch gehaltene Klappe zwischen GFK- Motorhaube und Fläche, lässt nur wenig Spielraum für eine Verschiebung des Energiespeichers. Elektroantriebe, so haben sich die Zeiten eben verändert, sind nicht mehr elend schwer, sondern für die Schwerpunkteinstellung bei Old-Time-Modellen oftmals eher zu leicht.

### Technische Daten Maexi von robbe

Spannweite:	1.460 mm
Länge:	1.330 mm
Gesamtflächeninhalt:	46 dm <sup>2</sup>
Abfluggewicht:	2.100 – 2.300 g je nach Antrieb
Flächenbelastung:	45 bis 50 g/dm <sup>2</sup> je nach Antrieb
Servos:	robbe Digitalservos S3151
Empfänger:	robbe FASST R6017
Motoren:	Roxy 4250-07 von robbe, KIRA 480-34 von Kontronik und EMP C4250/07-600 von Wild Technik
Regler:	Roxy Control 950/6 von robbe



**Bei Antriebsakkus geringerer Kapazität (unter 4.000 mAh) beziehungsweise Gewicht ist etwas Trimmblei gut**

Doch mithilfe eines größeren „Stromtanks“ ist auch dieses Problem lösbar. Mit dem angenehmen Nebeneffekt, dass sich nun auch die möglichen Flugzeiten nicht mehr zu verstecken brauchen. Verwendet man die empfohlene 12 × 8-Zoll-APC-Luftschraube, so wird der Motor nahe am Wirkungsgradmaximum betrieben und nimmt gerade mal um die 40 A auf.

Bei dem sich anschließenden Praxistest zeigt sich Maexi überraschend agil. Nach etwa 20 Meter Rasenpiste, auf der dank des Dreibeinfahrwerks die Rollstrecke exakt nach Plan verläuft, ist der Tiefdecker frei. Behände klettert er auf Höhe. „Fünf oder sechs Zellen?“ will eine Stimme aus dem Background wissen. „Rat’ doch mal“, ist die Antwort des Piloten, der es gern noch etwas spannend halten möchte. Die Stimmen aus dem Off einigen sich dann doch erst mal auf fünf, um, nachdem inzwischen zehn muntere Flugminuten verronnen sind, doch vorsichtig wieder auf sechs zu erhöhen. Ja, die Energie scheint bei diesem Set unerschöpflich, sofern man, wie in Maexis erstem Leben, alle Flugfiguren fließend und weiträumig zelebriert. Wendefiguren kamen erst später hinzu. Kunstflug hieß damals: Aufschwung, Rolle, Abschwung, Looping nach hinten und dann – Augen zu – nach vorne. Dazwischen lagen die An- und Abflüge. Tief angesetzte Freistil-Rückenflüge zeugten von der Coolness – das Wort kam erst Jahrzehnte später auf – des Piloten. Max war darin Meister. Wer einigermaßen den Messerflug beherrschte, durfte beim Fliegen gerne seinen Schlips – ohne diesen verließ Mann von Lebensart sonntagvormittags nicht das Haus – anbehalten. Bei senkrechten Figuren nahm man gerne noch etwas Schwung zu Hilfe.

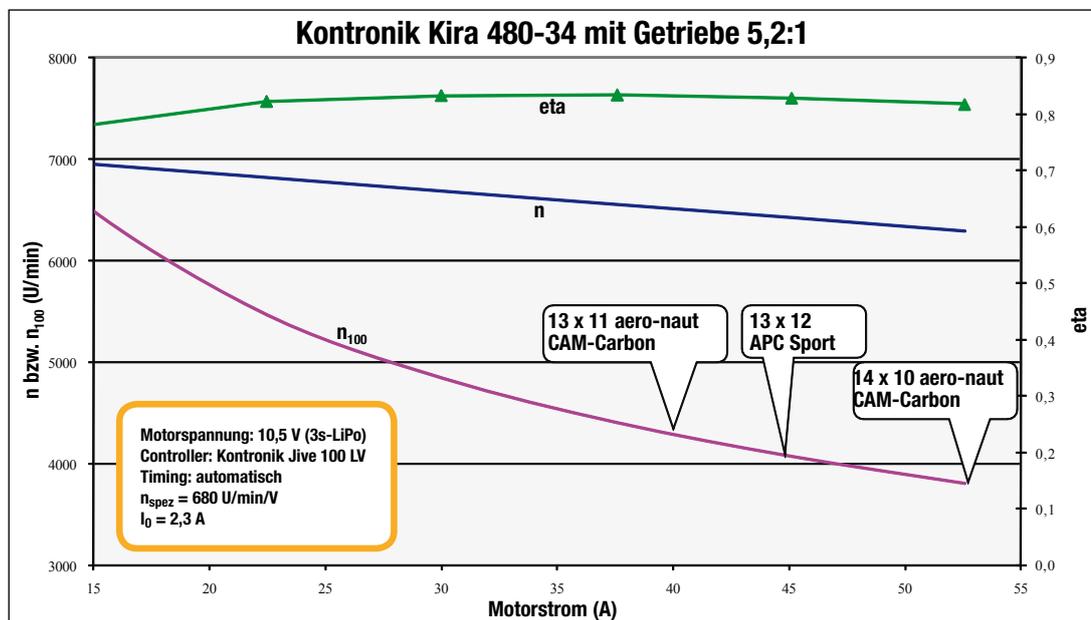
Der Erstflug hatte genau 12 Minuten gedauert. Der nächste Versuch sollte mit einem kleineren 4s-LiPo von nur 3.300 mAh erfolgen. Vorsorglich wurden

zwecks Schwerpunktprophylaxe 30 g Blei auf den Motorträger geklebt. Die frontseitige Luftbewegung organisierte nun ein 13 × 7 APC-Propeller. Mit gut 50 A Standstrom bewegt sich dieses Set nun am Rande der Reglerleistung. Wie erwartet, legte Maexi nun noch ein ordentliches Brikett oben drauf. Nun waren auch die senkrechten Passagen souverän zu meistern. Dabei sind 700 Watt (W) Antriebsleistung für ein Kunstflugmodell mit 1.460 mm Spannweite nicht eben üppig. Plausibler wird die Sache indes, wenn man berücksichtigt, dass Maexi das vorausgehende Weight-Watching mit 2.110 g absolvierte. Hätte man – dieser kurze Ausflug in den modellfliegerischen Konjunktiv sei mal ausnahmsweise erlaubt – mit den Pfunden gegeizt und die drei Standard-Servos mit je 43 g, die allesamt hinter dem Schwerpunkt liegen, durch kraftmäßig voll ausreichende 20-g-Zwerge und die 2-mm-Stahldrähte zur Ruderanlenkung durch leichtere GFK- oder Kohlestangen ersetzt, der Bleiballast wäre komplett verzichtbar geworden und die Zwei-Kilo-Grenze zum Greifen nahe gerückt. Runde 45 Gramm pro Quadratdezimeter (g/dm<sup>2</sup>) Flächenbelastung machen auch verständlich, warum das Landen mit dem Maexi stets absolut stressfrei verläuft. Man kann dabei ruhig auch mal ohne Schleppgas hereinkommen. Maexi nimmt’s gelassen. Der Schwerpunkt liegt, so wie angegeben, übrigens auch auf der sicheren Seite und lässt sich noch etwas nach hinten verlegen.

### Getriebelösung

Im Zeitalter des MP3-Players werden noch – oder vermehrt wieder – Plattenspieler verkauft. Auch ein schnell drehender Zweipolmotor in Baueinheit mit einem Planetengetriebe braucht seine Existenzberichtigung nicht allein auf einem Hang zu gelebter Nostalgie zurückzuführen. Man kann mit beidem einiges bewegen, wenn man die Sache richtig anfasst.

„Bei dem sich anschließenden Praxistest zeigt sich Maexi überraschend agil“



Das Getriebeaggregat KIRA 480-34 von Kontronik bekam frontseitig eine Montagescheibe aus 2-Millimeter-Alu, und stützt sich auf 4-Millimeter-Abstandshalter ab



Selbst bei Minimalmotorisierung ist der Start von einer Rasenpiste kein Problem

Eine schnell drehende Zweipol-Innenläufermaschine wie der verwendete KIRA 480-34 von Kontronik gefällt durch einen extrem niedrigen Wicklungswiderstand ( $R_{iDC} \approx 13$  Milliohm bei  $20^\circ\text{C}$ ). Da kann auch ein mit optimalem Füllfaktor bewickelter Außenläufer noch nicht mithalten. Nutzbar ist dieser Vorzug am besten dann, wenn man mit geringerer Spannung und höheren Strömen operiert. Abwürgen sollte man das Triebwerk indes wiederum nicht, denn das eingebaute Radialgebläse muss Wicklungsdrähte und den Magneten kühl halten können. Die



An dieser Stelle ist die Reglermontage vorgesehen

Drehzahlanpassung geschieht dann wie üblich via Untersetzungsgetriebe. In diesem Fall hat der von Kontronik mitgelieferte Planetensatz ein Drehzahlverhältnis von 5,2:1. Der Getriebemotor „spuckt“ dann bei auf  $8^\circ$  reduzierten Timing noch zirka  $660\text{ U/min/V}$  auf der 5-mm-Getriebewelle aus. Das reicht für ziemlich große Propeller, was man in diesem Falle auch nutzen sollte. Die Versuche begannen mit einer aeronaut CAM-Carbon  $13 \times 11$  Zoll. Das ist eine Klappluftschaube, mit einem 42-mm-Mittelstück bestückt. Letzteres verschwindet übrigens komplett im Spinner, sodass sich die Optik nicht von der einer Starrlatte unterscheidet. Der Getriebemotor passt mit etwas Untermaß in die vordere Öffnung des robbe-Motorhalters. Damit er nicht vibrieren kann, erhält der Motor seitlich dünne 0,6-mm-Sperrholzstreifen angeklebt. Vorne wird er von einer speziell dafür gefertigten Scheibe aus 2 mm hartem Alu gehalten, die sich auf vier Distanzhaltern gegen den Motorträger abstützt.

Der Strom kommt bei dieser Antriebsversion aus 3 Zellen mit 4.500 mAh. Wegen des geringeren Akkugewichts dürfen die Trimmgewichte ihren Gefechtsstand auf dem Motorträger noch nicht verlassen.

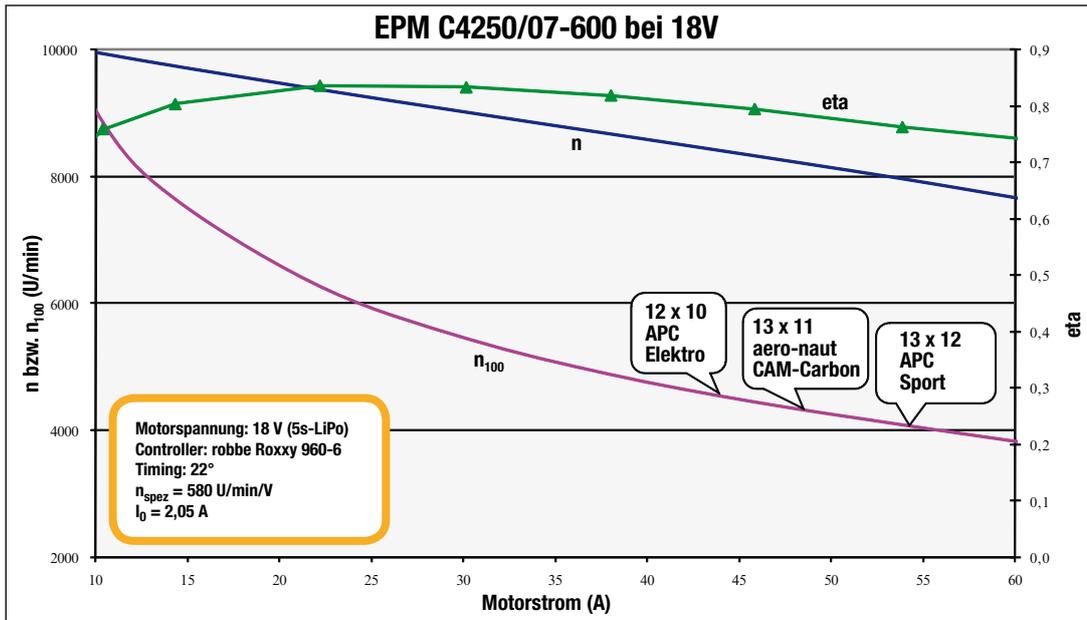
Auch die Dreizellenversion überrascht durch zügiges Abheben von der Rasenpiste. Der Steigflug indes ist gemäßigter, auch die Flugeschwindigkeit leicht reduziert. Dennoch kommt kein Gefühl von Leistungsmangel auf. Maexi



Von links nach rechts: Roxxy BL Outrunner 4250-07, Kontronik KIRA 480-34 mit 5,2 : 1-Getriebe und EMP C4250/07-600 von Wild Technik

### Motordaten

Motor	Roxxy BL Outrunner 4250-07	KIRA 480-34 G 5,2 : 1	EMP C4250/07-600
Sinnvoller Einsatzbereich	3 bis 5 LiPos, max. 55 A	3 bis 4 LiPos, max. 55 A	4 bis 6 LiPos, max. 60 A
Außenmaße Länge x Durchmesser	42,5 x 42,5 mm	79 x 28 mm	46 x 42,5 mm
Masse	195 g	195 g	215 g
Welle Länge x Durchmesser	18 x 5 mm	18 x 5 mm	19 x 5 mm
$R_{iDC}$ ( $20^\circ\text{C}$ )	22 m $\Omega$	13 m $\Omega$	33 m $\Omega$
$n_{\text{spez}}$	730 U / min / V	660 U / min / V	580 U / min / V
empf. TimingEinstellung	$18^\circ - 22^\circ$	$8^\circ - 12^\circ$	$18^\circ - 24^\circ$
Vertrieb	robbe	Kontronik	Wild- Technik



„Powermaexi ist vom Start an wie aufge-zogen. Endlich scheint nicht nur der dritten Dimension irgendwie Gleich-berechtigung zu widerfahren.“

bewegt sich wie ein klassischer Trainer und darf, damit auch ein paar Flugfotos erscheinen, immer wieder tief vorbeifliegen. Die fliegerische Bandbreite ist allerdings merklich reduziert: Der Drosselknüppel fühlt sich in Vollgas-Nähe deutlich wohler als bei der vierzelligen Version. Deshalb ist auch die Flugzeit trotz geringerer Standstromaufnahme (etwa 40 A) fassbar kürzer. Dennoch, „nur drei Zellen“ hat für viele Modellflieger etwas Faszinierendes.

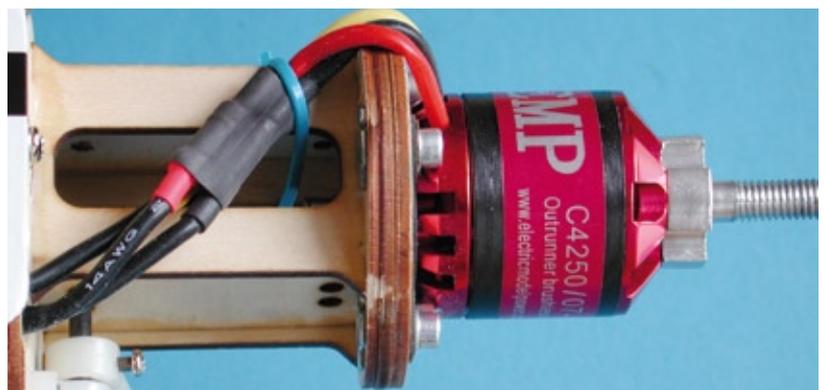
Heftiger wird vor allem der Steigflug, als die Latte gegen eine CAM-Carbon  $14 \times 10$  getauscht wird. Mit 53 A zuvor gemessenem Standstrom geht es rasant nach oben, denn der errechnete Standschub von etwa 26 Newton (N) übersteigt das Modellgewicht bei weitem. Doch gleicht diese Antriebsversion eher einem Kletterer als einem Sprinter. Auch bekommen die Luftschrauben jetzt bereits leicht grüne Spitzen, was zeigt, dass der Luftschraubendurchmesser seine Grenze erreicht. Auch Motor und Regler bewegen sich bei dieser heißen Abstimmung schon auf den roten Bereich zu. Nein, hier riskieren wir keinen Temperaturkollaps und landen mit halbvollem Akku.

Richtig begeisternd verläuft dann die Rückkehr zum APC-Prop  $13 \times 7$ -Sport mit 4s-Akku, der dann anfangs 48 A abdrückt. Der unteretzte KIRA 480-34 arbeitet hier nahe am Effizienzmaximum. Diese Antriebs-Melanche ist in ihrer Performance nahezu perfekt. Maexi quirlt nur so durch den Himmel, ist schnell genug und stark im Durchzug. Kleiner Wermutstropfen: Trotz der nicht höheren Stromaufnahme scheint die Flugdauer bei den Getriebeaggregaten immer geringer zu sein. Sie sind in ihrem Anwendungsspektrum einfach etwas schmäler. Geht man ein wenig vom „Gas“, fällt der Wirkungsgrad rasch in den Keller.

### Powermaexi

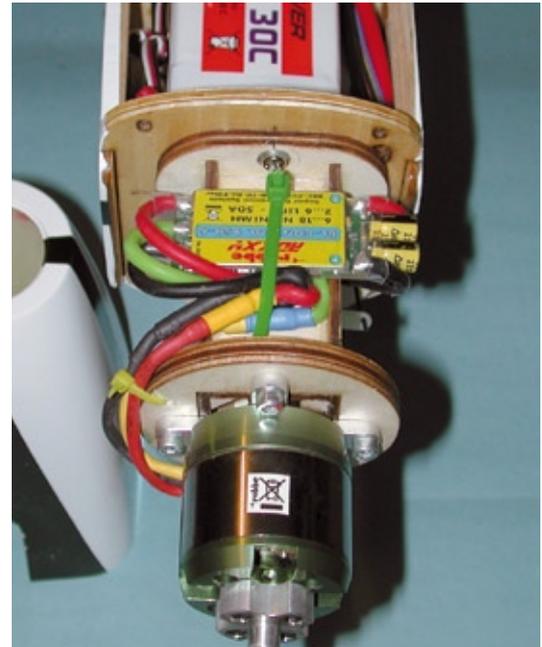
Zur Abrundung der Antriebsexperimente durfte ein weiterer preiswerter Außenläufer sein Talent beweisen. Es handelte sich um den EMP C4250/07-600 der Firma Wild Technik, der bei 580 U/min/V (Timing 22°) für einen Motor mit 215 Gramm recht niedertourig ausgelegt scheint. Er war daher für ein Set mit einem fünfzelligen Antriebsakku prädestiniert. Dabei sollte es gelingen, den Strom einigermaßen in Grenzen zu halten, tritt der Magnettreibling mit 33 Milliohm Gleichstrom-Wicklungswiderstand doch relativ hochohmig an. Vorausgehende Messungen hatten erbracht, dass das Effizienzmaximum bei 5s- (18-V-) Betrieb in der Nähe von 30 A liegen müsste. Mit einer  $13 \times 12$  APC-Sport bewegt sich der Standstrom bei eben noch tragbaren 54 A.

Die 5 mm größere Einbaulänge des Motors wurde teilweise durch ein nur 1,5 mm starkes Montagekreuz aus CFK (statt 4-mm-Alu) ausgeglichen, wobei die schlechtere Wärmeleitfähigkeit des Faserwerkstoffs in Kauf genommen werden musste.



Mit dem rückwärtig montiertem Außenläufer EMP C4250/07-600 von Wild Technik katapultiert sich Maexi regelrecht in die Luf

## Maexifliegen ... einfach Wellness pur



Als Alternative zur Einhaltung des Schwerpunkts ohne Blei empfiehlt sich diese Reglermontage

## Bezugsadressen

### Kontronik

Etzwiesenstraße 35/1  
72108 Rottenburg-  
Hailfingen  
Telefon: 074 57/943 50  
Fax: 074 57/94 35 90  
E-Mail: [info@kontronik.com](mailto:info@kontronik.com)  
Internet: [www.kontronik.com](http://www.kontronik.com)  
Bezug: Fachhandel

### robbe

Metzloser Straße 36  
36355 Grebenhain  
Telefon: 066 44/870  
Fax: 066 44/74 12  
E-Mail: [office@robbe.com](mailto:office@robbe.com)  
Internet: [www.robbe.com](http://www.robbe.com)  
Bezug: Fachhandel  
Preis Maexi: 206,- Euro

### Wild Technik

Weipertshoferstraße 12  
74597 Stimpfach-  
Rechenberg  
Telefon: 079 67/71 05 05  
Fax: 079 67/71 05 12  
E-Mail:  
[info@wild-technik.de](mailto:info@wild-technik.de)  
Internet:  
[www.wild-technik.de](http://www.wild-technik.de)  
Bezug: Fachhandel

Und jetzt die gute Nachricht: Das Trimmblei kann aufgrund des schwereren Antriebs entfallen. Der 5s-LiPo mit 3.700 mAh wandert sogar ein klein wenig im Batterieraum nach hinten.

Powermaexi ist vom Start an wie aufgezogen. Endlich scheint nicht nur der dritten Dimension irgendwie Gleichberechtigung zu widerfahren. Die realistisch erreichbare Flugzeit liegt wieder im Zehn-Minuten-Plus-Bereich. Auch das Geschwindigkeitsspektrum hat sich ausgeweitet. Nach oben hin scheint es beinahe etwas zu viel des Guten, denn irgendwann im rasanten Vollgasabschwung tritt mal ein Ton auf, der sich höchst unsympathisch nach Querruderflattern anhört. Ganz innen angelenkte Streifenquerruder entfalten zuweilen doch eine gewisse Freiheitsliebe. Die beiden äußeren Scharnierstreifen sitzen bei der anschließenden Überprüfung nicht mehr ganz fest und werden sorgfältig nachgeklebt. Seitdem scheint der Spuk verschwunden – und der Respekt gewachsen. Irgendwie zeigt der Vorfall eben doch, dass Oldies irgendwo auch ihre Grenzen haben, die es vor allzu fettem Übermut zu schützen gilt.



Zentrale Querruderanlenkung wie in alten Zeiten. Verwendet wurden ausschließlich robbe Digitalservos S3151

## Quintessenz

Maexi hat beste Chancen, auch im zweiten Leben erfolgreich zu werden. Ein stimmiges Grundrezept kann durch verbesserte Zutaten nur gewinnen. Was die verschiedenen möglichen Antriebsauslegungen angeht, so bestätigt sich, dass die Vertriebsfirma eine gute Wahl getroffen hat. Die robbe-Antriebsempfehlung erweist sich als ausgewogen, breitbandig und nicht zuletzt preisgünstig. Ein Mehr an Antriebsleistung ist möglich, sollte aber mit Augenmaß und Sachverstand gehandhabt werden. Einen Getriebeantrieb wird wählen, wer ganz spezifische Anforderungen stellt. Dabei muss die Abstimmung genau geplant sein, sonst gerät sie leicht zum Flop. Dass ein verschleißwie verlustarm und leise arbeitendes Getriebe den Antrieb enorm verteuert, bedarf wohl kaum der Erwähnung. Auch gestaltet sich der Einbau dann meist aufwändiger. Getriebemotoren, egal ob mit Innen- oder Außenläufer bestückt, sind eher eine Sache für Elektro-Segler oder auch Elektro-Schlepper, wo sich das Aufgabenfeld weitestgehend auf gutes Steigen fokussiert.

Maexi ist auch elektrisch gut motorisiert, versteht sich bereits mit 3s-LiPo auf ansprechende Luftbewegung. Beim 5s-LiPo stößt es fast schon an Grenzen.

Bei Max, der gelegentlich von seiner Enkelin auf das Fluggelände gefahren wird, um dort – auf seinen Rollator gestützt – in Erinnerungen zu schwelgen, sieht es so aus, als ob ihm sein ehemaliges Lieblingsmodell Maexi immer noch gefallen würde. Nur manchmal sieht man ihn ein wenig hilflos am Einstellknopf seines Hörgeräts herumfummeln. Irgendwas scheint doch zu fehlen?

# WIR MACHEN SIE FIT

## SEMINARE, WORKSHOPS UND SCHULUNGEN IM DMFV



- AUSBILDUNG VON JUGENDLEITERN**
- WEITERBILDUNG FÜR FLUGLEITER**
- SCHULUNG VON GUTACHTERN UND AUDITOREN**
- WORKSHOPS FÜR VEREINSVORSTÄNDE**

**Jetzt Mitglied  
werden!**

Einfach Coupon ausschneiden  
oder kopieren, ausfüllen und  
abschicken an:

DMFV e.V.  
Rochusstraße 104-106  
53123 Bonn  
Telefon: 0228/978 50-0  
Telefax: 0228/978 50-85  
E-Mail: [info@dmfv.de](mailto:info@dmfv.de)

Ich möchte Mitglied im DMFV werden,  
bitte senden Sie mir unverbindlich Informationsmaterial.

[www.dmfv.aero](http://www.dmfv.aero)

Vorname, Name	Geburtsdatum	Telefon
_____ _____ _____ _____ _____ _____	_____ _____ _____ _____ _____	_____ _____ _____ _____ _____
Straße, Haus-Nr.	E-Mail	
_____ _____ _____ _____ _____ _____	_____ _____ _____ _____ _____	
Postleitzahl	Wohnort	Datum, Unterschrift
_____ _____ _____ _____ _____	_____ _____ _____ _____ _____	_____ _____ _____ _____ _____
Land	_____ _____ _____ _____ _____	

Die Daten werden ausschließlich verbandsintern und zu Ihrer Information verwendet. Es erfolgt keine Weitergabe an Dritte.

LRE1101

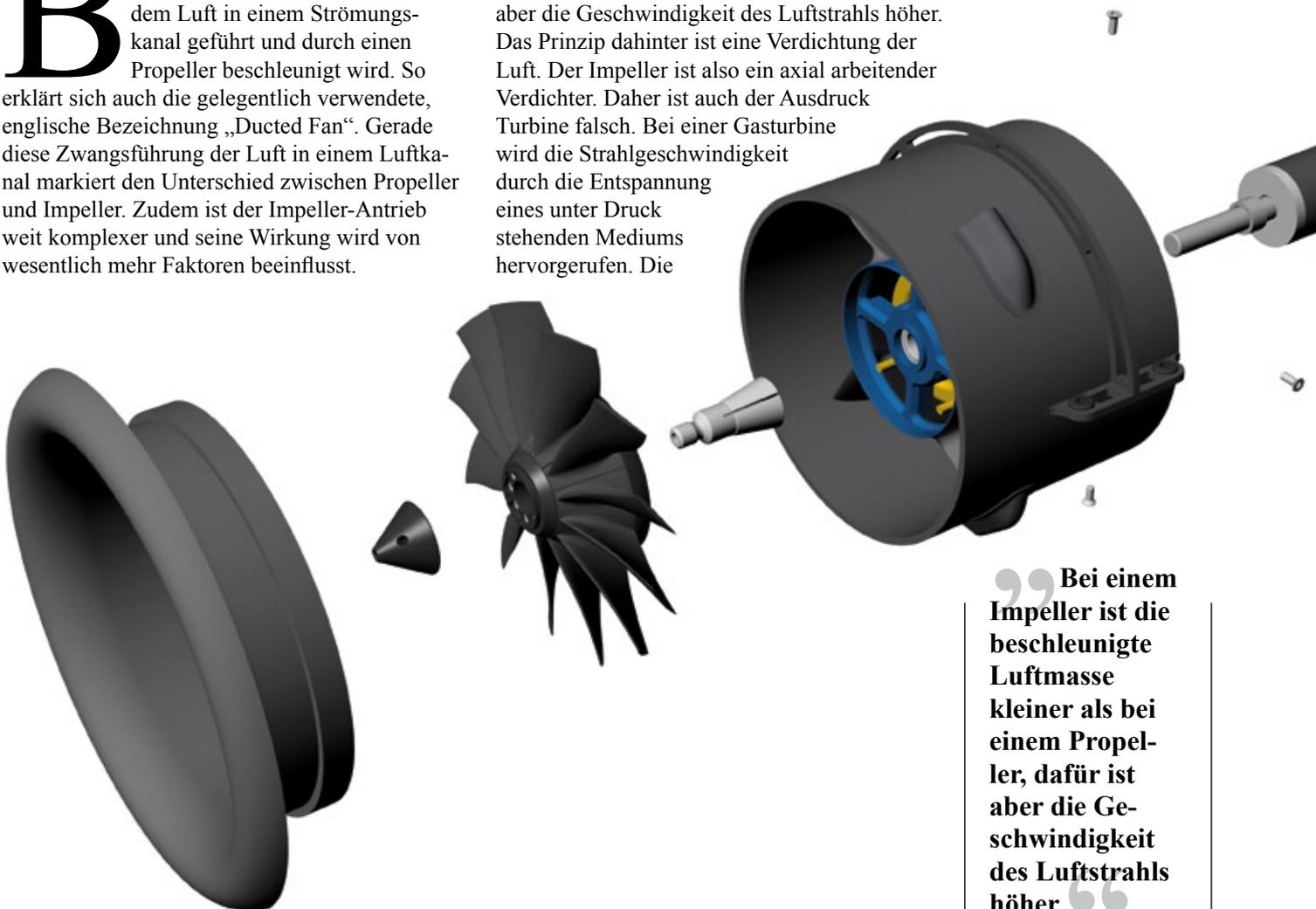
# Impeller

## Basics und Physics einer Highend-Technik

Aufgrund technischer WEITERENTWICKLUNGEN rücken *Elektro-Impeller-Jets* verstärkt in den Fokus – auch in der Upper-Class. Zugleich geriet jedoch die Impeller-Technik etwas in Vergessenheit. Gerade die Basics sind sowohl für Modifikationen von ARF-Modellen als auch für *Aufsteiger* in die Klasse der GFK-Elektro-Jets von großer Bedeutung.

**B**eim Impeller-Antrieb handelt es sich um ein Strahltriebwerk, bei dem Luft in einem Strömungskanal geführt und durch einen Propeller beschleunigt wird. So erklärt sich auch die gelegentlich verwendete, englische Bezeichnung „Ducted Fan“. Gerade diese Zwangsführung der Luft in einem Luftkanal markiert den Unterschied zwischen Propeller und Impeller. Zudem ist der Impeller-Antrieb weit komplexer und seine Wirkung wird von wesentlich mehr Faktoren beeinflusst.

Bei einem Impeller ist die beschleunigte Luftmasse kleiner als bei einem Propeller, dafür ist aber die Geschwindigkeit des Luftstrahls höher. Das Prinzip dahinter ist eine Verdichtung der Luft. Der Impeller ist also ein axial arbeitender Verdichter. Daher ist auch der Ausdruck Turbine falsch. Bei einer Gasturbine wird die Strahlgeschwindigkeit durch die Entspannung eines unter Druck stehenden Mediums hervorgerufen. Die



„ Bei einem Impeller ist die beschleunigte Luftmasse kleiner als bei einem Propeller, dafür ist aber die Geschwindigkeit des Luftstrahls höher “

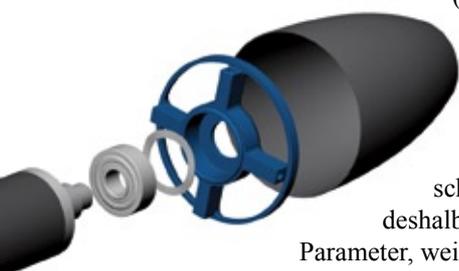
Luft wird bei der Gasturbine nur zum Zuführen von Sauerstoff für die Verbrennung des Treibstoffs benötigt – wenn man die so genannten Mantelstrom-Triebwerke einmal ausklammert. Beim Impeller wird dagegen die angesaugte Luft direkt beschleunigt.

### Physik

Die Überschrift mag vielleicht den einen oder anderen Abschrecken aber um Impellerantriebe besser zu verstehen und optimieren zu können, muss man sich mit einigen physikalischen Parametern auseinandersetzen.

Eine wichtige Größe ist die Strahlgeschwindigkeit. Mit ihr wird die Geschwindigkeit der Luft am Ausgang der Düse gekennzeichnet. Durch den drehenden Rotor wird die Luft angesaugt und beschleunigt. Durch die Verengung der Düse erfährt die Luft eine weitere Beschleunigung. Nach dem Gesetz von Bernoulli ändert sich der Druck vor und nach der Verjüngung des Rohrquerschnitts nicht. Da aber die gleiche Luftmenge durch Impeller und verengte Düse strömen, wird die Geschwindigkeit der Luft durch die Düse erhöht. Das Produkt aus Querschnittsfläche (A) und Luftgeschwindigkeit

(V) – mit  $A \times V$  – bleibt dabei vor und hinter der Düse gleich.



Die Strahlgeschwindigkeit ist deshalb ein wichtiger

Parameter, weil sie darüber

Auskunft gibt, wie schnell ein Jet-Modell im horizontalen Flug werden kann. Die Strahlgeschwindigkeit muss immer größer sein als die Geschwindigkeit des Modells, da sonst kein Vortrieb entsteht. Man muss zwischen der Strahlgeschwindigkeit im Stand und im Flug unterscheiden. Im Flug strömt die Luft mit der Geschwindigkeit des Modells ein; kein Wind vorausgesetzt. Dadurch ist die maximale Strahlgeschwindigkeit im Flug höher als im Stand. Anzumerken ist hier, dass sich die Strahlgeschwindigkeit im Flug aber nicht um die Fluggeschwindigkeit erhöht, sondern der Wert deutlich darunter liegt.

### Äußerer Wirkungsgrad

Die Betrachtung des äußeren Wirkungsgrads des Impellers scheint auf den ersten Blick sehr widersprüchlich. Der äußere Wirkungsgrad  $\eta$  errechnet sich aus der Strahlgeschwindigkeit  $V_s$  und der Geschwindigkeit der einströmenden Luft  $V_0$  nach folgender Formel:

$$\eta = 2/(1+v_s/v_0)$$



WeMoTec Mini Fan pro – Gehäuse (oben links), Einlaufklappe (unten links), Läufer, Spinner und Mitnehmer (Mitte) sowie der fertig montierte Impeller (rechts)

Man muss hier folgende Zustände betrachten. Wenn das Modell am Boden bei Vollgas steht, ist die Geschwindigkeit gleich null und somit auch der Wirkungsgrad gleich null. Der Vortrieb ist hier aber am größten, das heißt, der Schub ist maximal. Wenn das Modell aber mit der Strahlgeschwindigkeit fliegt ( $V_s = V_0$ ), ist somit  $\eta = 1$ , also der maximale Wirkungsgrad. Hier ist der Vortrieb beziehungsweise der Schub jedoch gleich null. Es macht also wenig Sinn, den Antrieb auf den maximalen äußeren Wirkungsgrad und damit auf die Maximalgeschwindigkeit auszulegen. Bei maximaler Geschwindigkeit wäre der erforderliche Schub schlicht nicht vorhanden, um Aufwärtsfiguren fliegen zu können.

### Luftstrom

Man unterscheidet zwei Ströme. Erstens den Volumenstrom Q, der angibt, wie viel Luftvolumen pro Zeiteinheit durch den Impeller durchgesetzt wird. Zweitens der Massenstrom M, der angibt, wie viel Luftmasse pro Sekunde (= kg/s) durch den Impeller strömt. Über das spezifische Gewicht  $\rho$  (angegeben in  $\text{kg/m}^3$ ) von Luft, lässt sich aus dem Volumenstrom direkt der Massenstrom ableiten:

$$M = \rho \times Q$$

Das spezifische Gewicht von Gasen ist aber stark temperaturabhängig. Für 20 Grad Celsius gilt ungefähr:

$$M = 1,2 \times Q.$$

### Stand Schub

Der Stand Schub ist, wie wir mittlerweile aus der Berechnung des äußeren Wirkungsgrads wissen, der maximal erreichbare Schub eines Impeller-

„Nur wenn ein entsprechend hohes Luftvolumen durchgesetzt werden kann, kann sich auch ein entsprechender Schub einstellen.“

## WeMoTec Impeller-Motor-Kombinationen

Typ	Durchmesser	Motor	LiPo-Zellen	Strom	Schub
Micro Fan pro	50 mm	HET 240-15	3	27 A	5 N
HW 505 pro	66 mm	HET 2W20	4	50 A	11 N
Mini Fan pro	69 mm	Mega 16-15-2-F	3	55 A	10 N
Mini Fan pro	69 mm	HET 2W20	4	45 A	11 N
Mini Fan pro	69 mm	HET 2W18	4	55 A	13 N
Mini Fan pro	69 mm	Mega 16-35-1,5R	6	65 A	22 N
Midi Fan pro	90 mm	HET 600-32	5	64 A	19 N
Midi Fan pro	90 mm	Mega 22/30/2'F'	6	64 A	24 N
Stumax 110-52	110 mm	Neu 1915-1Y	12	90 A	62 N

Modells. Der Standschub errechnet sich aus dem Produkt von Massenstrom und Strahlgeschwindigkeit:

$$S = M \times v$$

Nun dürfte auch klar werden, warum wir uns zuvor mit Volumen- und Massenstrom auseinandergesetzt haben. Als Einheit ergibt sich  $\text{kg} \times \text{m/s}^2$ . Die entsprechende SI-Einheit ist Newton (N). Die Tatsache, dass der Standschub vom Massenstrom und somit auch vom Volumenstrom abhängig ist, macht deutlich, dass dem Impeller genügend Luft zuzuführen ist. Nur wenn ein entsprechend hohes Luftvolumen durchgesetzt werden kann, kann auch sich ein entsprechender Schub einstellen.

Zahlreiche Modellflieger bedienen sich der Methode, den Schub über eine Waage zu ermitteln. Hierzu stellt man das Modell senkrecht auf eine Paketwaage oder hängt es an eine Federwaage und misst das Gewicht mit und ohne Schub. Der Ansatz lautet nun, aus der Gewichts-differenz den Schub selbst zu errechnen. Dieser wird aber natürlich nicht in kg angegeben. 1 kg gemessener Gewichtsunterschied entspricht einem Schub von 1 Kilopond (kp). Das ist zwar ganz praktisch, aber heutzutage wird ja für den Schub die SI-Einheit Newton verwendet. Man sieht schon an den Einheiten, dass Schub eine Größe ist, die aus Gewicht und Beschleunigung gebildet wird. Da hier als Beschleunigung die Erdbeschleunigung mit  $9,81 \text{ m/s}^2$  herangezogen wird, ergibt sich folgender Umrechnungsfaktor zwischen Kilopond und Newton:

$$S [\text{N}] = S [\text{kp}] \times 9,80665$$

Ein Schub von 1 kp entspricht also einem Schub von 9,81 N – also grob dem Faktor zehn. Ein wichtiger Parameter für die Leistungsfähigkeit eines Modells ist das Schub-Gewichtsverhältnis. Schub in Kilopond geteilt durch die Masse in Kilogramm oder auf Newton bezogen:

$$x = 0,102 (S [\text{N}] / (m [\text{kg}]))$$

## Elektrische Parameter

Da wir den Impeller mit einem elektrischen Motor betreiben, sind natürlich auch die elektrischen Parameter von Bedeutung. Von großer Bedeutung ist die in Watt (W) angegebene Motor-Eingangsleistung, also das Produkt aus Spannung und Strom:

$$P_i = U \times I$$

Natürlich wird durch die normalen Verluste nicht die gesamte Leistung an die Motorwelle weitergegeben. Die effektive mechanische Leistung ergibt sich aus dem Produkt von Eingangsleistung und dem Wirkungsgrad:

$$P_m = \eta \times P_i$$

Der Wirkungsgrad errechnet sich also aus:

$$\eta = P_m / P_i = (n \times M) / (U \times I)$$

Wobei n die Motordrehzahl und M das Drehmoment sind.

## Impellertreffen

Eines der größten und bedeutendsten Deutschen Impellertreffen findet im nordrhein-westfälischen Ort Effeln statt. Das Nächste ist für das Wochenende 06. und 07. August 2011 angesetzt. Aufgrund der zentralen Lage und der Qualität des Treffens, nehmen auch viele internationale Piloten mit seltenen, sehenswerten Impellermodellen teil.



**Jörg Rehm entwickelte in zwei Jahren die F-16 Falcon, die aktuell das technisch Machbare bei Elektro-Impeller-Jets markiert**



*Mit einer Spannweite von 1.600 Millimeter und einer Länge von 2.470 Millimeter wäre die Falcon unter den Kerosin-Fliegern Mittelklasse. Elektrofliegern bleibt da wiederum die Spucke weg. 2 × 12s-LiPo-Zellen verleihen dieser F-16 soviel Schub, dass es kaum von einem Turbinen-Jet zu unterscheiden ist. Außer in der Geräuschkulisse. Beinahe lautlos, nur begleitet von einem leisen Surren der Rotorschaukeln, hob der 15 Kilogramm leichte Impeller-Jet von der Startbahn ab. In puncto Geschwindigkeit und Flugeigenschaften zieht der E-Jet mit einem Turbinenmodell gleich. Einzig das fehlende Fauchen signalisiert, dass hier ein Elektro-Impeller-Jet fliegt.*

### **Impelleraufbau**

Physik ist der eine Teil, dessen Verständnis zu besseren Impeller-Antrieben führt. Auf der anderen Seite spielt das Wissen um den Aufbau des Kraftpakets eine entscheidende Rolle. Die Hauptkomponente eines Impellers ist der Rotor, auch Läufer genannt. Er verfügt über mehrere Blätter, beziehungsweise Schaufeln und einen aufgesetzten Spinner. Mehrstufige Impeller, mit mehreren hintereinanderliegenden Rotoren, haben in der Elektro-Modellflugpraxis zurzeit keine Bedeutung und bleiben hier außen vor. Der Rotor verfügt über drei bis zwölf Blätter. Bei zunehmendem Durchmesser von Impellern wird auch eine größere Anzahl von Blättern verwendet.

Ein Elektromotor treibt den Rotor an. Und zwar wird er über einen Mitnehmer, der auf der Rückseite innen im Rotor steckt, mit der Motorachse verbunden. Letztere wird mit einer Schraube befestigt, wie man das auch bei Propellern kennt. Der Motor selbst steckt in einem Motorträger, der so genannten Nabe. Auf dieser sitzt ein konisch zulaufender Strömungskörper zwecks aerodynamischer

Optimierung des Übergangs von Motor in den Strömungskanal. Der Optimierungseffekt ist allerdings nicht sehr groß, sodass sich auch Impeller ohne Strömungskörper bei nur geringem Leistungsverlust einsetzen lassen.

Wichtig ist, dass der Spalt zwischen den Rotorblättern und dem Impellermantel so klein wie möglich ausfällt. Das verhindert, dass sich die Druckdifferenz vor und hinter dem Rotor über diesen Spalt ausgleichen kann. Letzterer ist idealer Weise kleiner als 0,5 Millimeter (mm). Es gibt auch Impeller, bei denen der Rotor bewusst so groß ist, dass er leicht am

„**Physik ist der eine Teil, dessen Verständnis zu besseren Impeller-Antrieben führt. Auf der anderen Seite spielt das Wissen um den Aufbau des Kraftpakets eine entscheidende Rolle**“

*Strömungskörper des DS-51-DIA HDT*



### **Schübler HST-Antriebe**

Typ	Durchmesser	LiPo-Zellen	Strom	Schub
DS-77-DIA HST	120 mm	14	66 A	92 N
DS-94-DIA HST	128 mm	14	54 A	98 N

„Beim Lufteinlauf ist es wichtig, dass die Übergänge und die Führung im Kanal weich – also ohne Kanten – verlaufen“



**Luftführung mit Hosenrohr (links), eingebautem DS-51-DIA HDT-Impeller (Mitte) und Düse (rechts)**

Impellermantel schleift. Entweder lässt man ihn sich einfach einschleifen, bis der Spalt groß genug ist, oder man hilft mit sehr feinem Sandpapier nach und schleift die Rotorspitzen solange an, bis keine Berührung von Rotorblättern und Impellermantel mehr festgestellt werden kann.

Der Motorträger wird über den Stator mit dem Impellermantel verbunden. Der Stator hat aber auch eine sehr wichtige aerodynamische Aufgabe. Die im Impeller vom Rotor nach hinten strömende Luft hat nicht nur eine rein axiale Luftströmung, sondern auch einen rotierenden Anteil. Die Aufgabe des Stators mit seinen Leitflächen, die ähnlich wie ein Rotorblatt geformt sind, ist es, die rotierende Luftströmung wieder axial auszurichten. Er trägt damit nicht unerheblich zum Gesamtschub bei. Bei einigen Impellern wird der Stator auch dazu genutzt, die Motorkabel aerodynamisch zu verkleiden. Bei andern Impellern erfolgt dies über eine spezielle Strömungsverkleidung für die Motorkabel.

### Luftkanal

Ein kompletter Impeller-Luftkanal besteht aus dem Einlaufkanal, dem Impeller beziehungsweise Impellermantel, und einer Düse, die auf den Impellermantel gesteckt wird. Beim Lufteinlauf ist es wichtig, dass die Übergänge und die Führung im Kanal weich – also ohne Kanten – verlaufen. Sonst können sich Verwirbelungen bilden, die zu Leistungsverlusten des Impellers führen.

Bei ARF-Elektro-Jets aus Hartschaum ist häufig der gesamte Luftkanal durch die Schaumform vorgegeben; und selten nach dem Impeller die Wandung mit einer Folie ausgekleidet. Bei Holz- oder GFK-Modellen sind Einlauf und Düse als GFK- oder CFK-Komponenten ausgeführt, die in den Rumpf eingebaut werden und so die Luftführung vorgeben. Bei vielen Originalen gibt es zwei Einlauföffnungen. Bei den Modellen mit zwei Einläufen und einem Impeller-Triebwerk kommt als Einlauf ein so genanntes Hosenrohr zum Einsatz, das die beiden Luftströme zusammenführt.

Wichtig ist, dass dem Impeller genügend Luft zur Verfügung steht, die er durchsetzen kann. Häufig ist die Ansaugöffnung Scale-bedingt zu klein, denn Turbinen benötigen keine so großen Lufteinlässe, da die Expansion des Kerosins den Schub bewirkt und nicht der Luftstrom. Bei Impeller-Modellen behilft man sich daher oft mit Zusatzöffnungen. Das können zum Beispiel Öffnungen im Bereich der Fahrwerksaufnahme sein, die zusätzliche Luft zuführen und zudem optisch nicht auffallen. Wenn der Faktor Scale eine geringe Rolle spielt, werden häufig so genannte „Cheater Holes“ genutzt. Das sind Öffnungen am Boden des Rumpfs, die für zusätzliche Luft sorgen. Man darf aber auch nicht verschweigen, dass solche Öffnungen nicht unproblematisch sind, denn durch die Zusammenführung des Luftstroms vom Haupteinlass und des Luftstroms von unten, kann es aufgrund unterschiedlicher Strömungsgeschwindigkeiten zu Wirbelbildungen und damit

### Schübeler HDT-Impeller/Motor-Kombinationen

Typ	Durchmesser	Motor	LiPo-Zellen	Strom	Schub
DS-51-DIA HDT	90 mm	Lehner 1949-12LK	8	66 A	31 N
DS-51-DIA HDT	90 mm	Plettenberg 220-50-A3 P4	10	54 A	37 N
DS-75-DIA HDT	110 mm	Plettenberg Dinator 50-3	10	80 A	47 N
DS-75-DIA HDT	110 mm	Plettenberg Dinator 70-2	11	120 A	70 N
DS-94-DIA HDT	120 mm	Plettenberg Dinator 50-3	10	95 A	57 N
DS-94-DIA HDT	120 mm	Plettenberg Dinator 70-2	11	130 A	79 N

wieder zu Verlusten kommen. In der Summe ergibt sich trotzdem ein Gewinn.

Die Düse hinter dem Impeller verengt sich zum Abschluss hin und die Luft beschleunigt sich dadurch. Mit kleiner werdender Düse wird die Strahlgeschwindigkeit also erhöht und gleichzeitig der Standschub verringert.

Man kann also über den Querschnitt die Maximalgeschwindigkeit beziehungsweise die Steigleistung eines Antriebs beeinflussen. Man sollte sich an den Angaben der Hersteller orientieren, die für ihre Impeller einen möglichen Bereich für Düsenaustrittflächen empfehlen.

### Offener Einbau

Bei großen Modellen, wie beispielsweise Turbinen-Jets, die für einen Impeller-Antrieb umgerüstet werden, kommt auch der offene Einbau des Impellers in Frage. Hier wird er im Rumpf platziert und mit einer Düse versehen, aber es existiert kein angeformter Einlaufkanal. Auf dem Impeller wird zur Optimierung der Luftströmung eine Einlaufrippe aufgesetzt, die für einen weichen Übergang zum Impeller sorgt. Luft strömt bei dieser Einbauart auch am Impeller vorbei, möglicherweise durch den Befestigungsspann, in dem der Impeller sitzt. Durch diesen Einbau erhöhten sich im Stand der Massenstrom und die Strahlgeschwindigkeit, was zu einem höheren Standschub führt. Die Strahlgeschwindigkeit im Horizontalflug, und damit auch die zu erzielende Maximalgeschwindigkeit, verringert sich geringfügig. In der Praxis stellt das kein Problem dar, denn gerade bei größeren Modellen sind die erreichbaren Geschwindigkeiten in der Regel mehr als ausreichend und dafür der Standschub wichtiger.

### Unwucht

Ein ganz wichtiger Punkt ist, dass der Rotor gewuchtet sein muss. Bei hohen Drehzahlen von einigen zehntausend Umdrehungen pro Minute machen sich auch kleine Unwuchten in starken Vibrationen bemerkbar. Im schlimmsten Fall führen sie zur Zerstörung des Impellers.

Hochwertige Markenimpeller sind in der Regel vorgewuchtet, aber bei vielen Billig-Impellern aus Fernost bleibt einem das Nachwuchten nicht erspart. Dies stellt sich gerade bei kleinen Impellern, aufgrund der geringen Masse, als gar nicht so einfach dar. WeMoTec wuchtet seine Midi Fan pro Impeller (90 mm) zum Beispiel auf eine Unwucht von kleiner 0,012 g/mm und die Mini Fan pro (69 mm) auf eine Unwucht von kleiner 0,008 g/mm.

Auch sind nicht alle Geräte zum Wuchten von Propellern für Impeller geeignet. Hierfür bietet der Markt spezielle Impellerwuchtgeräte an, wie



**Düse mit 280 Millimeter Länge von WeMoTec mit Mini Fan pro. Vorbereitet für den Einbau in einer MiG-15 von HET**

### Eigenbau

*Im Gegensatz zu heute waren die Elektrojet-Pioniere auf den Eigenbau von Impellern angewiesen. Stator, Rotor und Impellerrohr waren aus Holz und die Leistungsausbeute deutlich niedriger gegenüber modernen CFK-Impellern. Dennoch ist die Eigenbauvariante bis dato eine technisch interessante Herausforderung. Schritt für Schritt stellt Peter Sichling den Impeller-Eigenbau auf der Internetseite [www.edf-jets.de/technik/120-impeller-selbstbau.html](http://www.edf-jets.de/technik/120-impeller-selbstbau.html) dar.*

das SIG Fan Balancer KIT von Kavan. Mit einem Magnetwuchtgerät dieser Klasse kann man einen Rotor auf 0,3 g/mm Unwucht oder besser wuchten. Nicht gewuchtete Impeller liegen hier um ein Vielfaches über diesem Wert.

Der Wuchtvorgang selbst ist relativ einfach. Nachdem der Rotor auf die Achse des Wuchtgeräts gesetzt und befestigt wurde, versetzt man ihn mit einem sehr leichten Stoß in Rotation. Ist der Impeller gewuchtet, dann bleibt er im optimalen Fall stehen, ohne sich in die Gegenrichtung zu bewegen. Bei einem nicht gewuchteten Rotor bleibt der Rotor kurz stehen und läuft dann in die andere Richtung – unter Umständen mehrfach.

Die schwerere Seite des Impellerrotors zeigt dann nach unten. Man muss nun auf der Gegenseite, also oben, ein Kompensationsgewicht anbringen. Auf keinen Fall darf man an den Blättern Modifikationen vornehmen. Die Gewichtszugabe erfolgt im Inneren der hohlen Impellernarbe. Eine geeignete Methode ist das Einbringen von winzigen Mengen Silikonkleber. Nach jeder Gewichtszugabe muss man wieder die Wuchtmessung durchführen. Wenn das Silikon zu viel Gegengewicht verursacht, lässt es sich leicht in homöopathischen Dosen entfernen. Grundsätzlich bewegt man sich beim Finetuning in einem Bereich von Zehntelgramm. Die Mengen, die dazugegeben oder entfernt werden müssen, sind beinahe marginal. Ein Wuchtvorgang dauert gut und gerne 15 bis 20 Minuten. Im Idealfall bleibt der Rotor am Ende ohne



**Hosenrohr für eine L-39 Albatros von Savex**

## Bezugsadressen

### aero-naut

Postfach 11 45  
72701 Reutlingen  
Telefon: 071 21/433 08 80  
Fax: 071 21/433 08 88  
Internet: [www.aero-naut.de](http://www.aero-naut.de)

### Schübeler Modellsysteme und Antriebstechnik

Detmolder Straße 32b  
33102 Paderborn  
Telefon: 052 51/87 33 48  
Fax: 052 51/871 89 76  
E-Mail:  
[info@schuebeler-jets.de](mailto:info@schuebeler-jets.de)  
Internet:  
[www.schuebeler-jets.de](http://www.schuebeler-jets.de)

### WeMoTec

Viersener Straße 174  
41063 Mönchengladbach  
Telefon: 021 61/89 84 92  
Fax: 021 61/89 84 92  
E-Mail:  
[info@wemotec.com](mailto:info@wemotec.com)  
Internet:  
[www.wemotec.com](http://www.wemotec.com)

Gegenbewegung stehen. Aber das zu erreichen, ist nicht leicht. Wenn die Bewegung am Ende sehr langsam ist und die Gegenbewegung kleiner als 45 Grad ausfällt und maximal zweimal die Endstellung durchläuft, dann sollte man sich zufrieden geben.

## Impeller aktuell

In den letzten zwei Jahren hat sich einiges Erfreuliches auf dem Impeller-Markt getan. Das Angebot ist vielseitiger geworden und auch die drei deutschen Hersteller aero-naut, Schübeler und WeMoTec haben ihr Angebot erweitert.

Schübeler entwickelte mit der neuen HST-Serie Zwölfblatt-Impeller für gehobene Leistungsansprüche, die als fertige Antriebseinheit mit auf den Impeller zugeschnittenen Motoren geliefert werden. Mit 10 kp Schub rückt man hier Leistungsmäßig weiter zu den Gas-Turbinen auf. Durch die zwölf Blätter erreicht der Impeller bei niedrigeren Umdrehungszahlen seine Leistung. Dadurch tritt das Motorgeräusch gegenüber dem Strahlgeräusch in den Hintergrund und der Sound klingt daher mehr Jet-like – ein immer wichtiger werdendes Kriterium der Kaufentscheidung. Mit diesen Impellern lassen sich auch immer mehr für eine Turbine vorgesehene Modelle elektrifizieren.

Die Tabellen mit exemplarischen Impeller/Motor-Antrieben vermitteln einen Überblick über einige gängige Kombinationen und deren technische Parameter. Hierzu muss man deut-



**Impellerwuchtgerät SIG Fan  
Balancer KIT von Kavan**



**In dieser Hawker Hunter von HT Modellbau wurde statt der vorgesehenen Turbine ein Schübeler-Impeller eingebaut**

lich sagen, dass die Werte am Messstand und nicht im eingebauten Zustand ermittelt wurden. Eingebaut ist der Strom meistens höher. Die Messungen der WeMoTec-Impeller erfolgten mit Originaleinlauftring. Bis auf den Stumax sind alle Angaben ohne den Einsatz einer Düse, die die Strahlgeschwindigkeit ja noch einmal erhöht. Der Schub ist dann entweder gleich oder größer als ohne Düse. Beim Stumax wurde eine 91-mm-Düse verwendet. Mit ihr ergibt sich deutlich mehr Schub als ohne und so wäre eine Angabe ohne Düse relativ praxisfremd.

Der angegebene Strom entspricht dem bei Vollgas, wobei dieser, je nach eingesetztem Akkutyp, ebenfalls deutlich abweichen kann. Vielmehr sind die Messergebnisse als praktikable Richtwerte zu betrachten und dienen der Planungs- und Entscheidungshilfe. Was die vom Hersteller bereits eingebauten Antriebe bei den ARF-Schaummodellen aus Fernost angeht, so muss man sagen, dass auch hier immer bessere Qualität und mehr Leistung geboten werden – Ausreißer eingeschlossen. War ein Antriebswechsel früher oft ein Muss, so ist er heute, natürlich auch Modell-abhängig, mehr eine mögliche Option für leistungshungrige Piloten. |

# SKY DANCER!

Bespannt mit:  
**ORACOVER®**



**Technische Daten:**  
Spannweite: 1143mm  
Länge: 1133mm  
Gewicht: ca. 1050g  
Motor: OBL36/09-30A  
Servo: 4x C1016MG Micro Servo  
Drehzahlregler: BLC-40A  
Propeller: 12x6 oder 13x3  
Akkupack: Best# 2835 ACE RC  
LiPo 3S 11,1V 2200mAh 35C  
empfohlen

ModellfliegerTestbericht Februar / März 2011  
"Die kleine Katana von Thunder Tiger ist ein Spaßmodell,  
durchdacht und sauber aufgebaut. Die Flugeigenschaften  
lassen nichts zu wünschen übrig und die Qualität sowie  
das Preis-Leistungs-Verhältnis sind hervorragend."



Best# 4351-OK22-03 Katana 45 mit OBL 36/09-30A & BLC-40A Regler  
Best# 4351-OF00-03 Katana 45 Combo Plus inkl. Micro Servos

Best# 4351-OK20-03 Katana 45 ohne Elektronik  
Best# 4351-OK21-03 Katana 45 mit OBL 36/09-30A



[www.thundertiger-europe.com](http://www.thundertiger-europe.com)

## Katana 45

Text: Ludwig Retzbach  
Fotos: Mario Bicher, Ludwig Retzbach, Birgit Weißenbach

# Elektra One

## (R)evolution bei den Manntragenden

Der *Jungfernflug des ersten manntragenden Elektromotorflugzeugs* lief wahrlich stilgerecht ab: Er geschah in aller Stille. Nicht allein wegen des fehlenden Motorgeräuschs. Beinahe unbemerkt hatte Jon Karkow – Testpilot der ELEKTRA ONE – am 19. März 2011 kurz vor seiner Rückreise in die USA eine Regenlücke genutzt, *um Geschichte zu schreiben.*



**Video zum Bericht auf**  
[www.elektroflug-magazin.de](http://www.elektroflug-magazin.de)



Entwickelt wurde die Elektra One von dem im süddeutschen Nesselwang lebenden Calin Gologan. Der Diplom Ingenieur (TU) für Luftfahrt und Flugzeugbau, der nach seinem Studium an der Technischen Universität in Bukarest schon für diverse große Luftfahrtunternehmen – unter anderen Grob Aerospace und EADS – gearbeitet hat, finanzierte sein Ultraleicht-Projekt weitgehend aus eigener Tasche. Seine Ziele – hier auszugsweise – sind dennoch ambitioniert:

- Über drei Stunden Flugdauer
- Mehr als 400 Kilometer Reichweite
- 160 Stundenkilometer Reisegeschwindigkeit
- Minimaler Lärmpegel (Reiseflug-Propellerdrehzahl bei 1.400 Umdrehungen pro Minute)
- Betriebskosten unter 35,- Euro je Stunde oder 20 Cent pro Kilometer

In Verbindung mit einem ebenfalls von Gologan konzipierten Solar-Hangar soll ein CO<sub>2</sub>-emissionsfreies Fliegen möglich werden.

Bei einem so revolutionären Experiment geht es erst mal um das Grundsätzliche. Deshalb wollte man kein unnötiges Risiko eingehen und enga-



*Der rückseitenmontierte Außenläufer von Geiger Engineering leistet kurzzeitig 16 Kilowatt*

gierte den prominenten Testpiloten aus Amerika, der dort auch schon mit Steve Fosset um die Welt geflogen war. Bewusst verzichtete man auf „Feinheiten“ wie Verstellpropeller oder Einziehfahrwerk. Beim Erstflug stieg die einsitzige Maschine mit etwa zwei Meter pro Sekunde nahezu lautlos auf über 500 Meter Höhe und kreiste eine halbe Stunde über dem Flughafen Augsburg. Bei dieser mit Bravour bestanden Leistungsprüfung verbrauchte der Außenläufermotor nur etwa 3 Kilowattstunden – die Hälfte der in den Lithium-Ionen-Akkus gespeicherten Energiemenge. Mit einem verbesserten Zweiblattpropeller mit verstellbarem Pitch erhofft man sich eine um 50 Prozent verbesserte Steigleistung und einen weiter optimierten Reisestromverbrauch, zu dem auch ein künftig einziehbares Fahrwerk seinen Beitrag leisten soll.

### **Technologischer Schulterschluss**

Wer als „Nur“-Modellflieger Gelegenheit bekommt, einen Blick in den Technikbereich



*Mario Bicher, Chefredaktion, zeigt das Spezialladegerät, mit dem die LiPos der Elektra One geladen werden*



*Bewusst hat der Spinner einen geringen Überstand, um Unterdruck zu erzeugen, der die Luft aus dem Motor saugt*

### **4. Revolution**

*Das Elektra One-Projekt verfolgt das Konzept der so genannten 4. Revolution, die im Kern die Idee einer Energie-Autonomie für mobile Fahr- und Flugzeuge verfolgt. Das Ziel ist ein CO<sub>2</sub>-armer oder besser -neutraler Energieverbrauch, der durch effiziente Antriebe und dem Ausnutzen regenerativer Energiequellen ermöglicht wird. Diese sind zudem dezentral organisiert. Energie wird regenerativ, zum Beispiel über Windkraft und Solarstrom lokal produziert und dort genutzt. Der damit einhergehende industrielle Strukturwandel markiert die 4. Revolution.*



Foto: Jean-Marie Urtacher/Info-Pilote

## NASA Greenflight Challenge

Im Sommer 2011 findet in Kalifornien, USA der nächste Wettbewerb statt, dessen Sieger eine Prämie von 1,5 Millionen Dollar erhält. Das Ziel lautet, eine Distanz von 100 Meilen (umgerechnet 161 Kilometer) bei einem Verbrauch von unter 17 Kilowatt pro Stunde zurückzulegen.

der Elektra One zu werfen, darf sich hier auf Antrieb zuhause fühlen. Der 14s-LiPo-Akku stammt von Kokam. Mit einer Ladespannung von 58 Volt bleibt man so im ungefährlichen Kleinspannungsbereich. Derzeit verwendet man aus Gründen der Sicherheit noch so genannte High-Power-Density-Typen mit 60 Amperestunden (Ah) Nennkapazität, die es nur auf etwa 140 Wattstunden pro Kilogramm (Wh/kg) Batterie-

gewicht bringen. Künftig sind energieoptimierte Akkus aus dem Laptopbereich geplant, die mit bis zu 240 Wh/kg mehrstündige Flugzeiten ermöglichen. Wie man sieht, feiern hier die im Modelbereich so hoch gehandelten C-Raten keine Zahlenorgien. Vielmehr setzt man auf Stromquellen mit hohem Energieinhalt. Wenn gewünscht, können dann mehrere Zellenpacks parallel geschaltet werden.



Anfang März 2011, Calin Gologan freut sich gemeinsam mit seiner Frau Dr. Birgit Weissenbach auf den bevorstehenden Erstflug seines „Babys“

## Interview Aufbruch in ein neues Zeitalter

Treibende Kraft des Elektra One-Projekts ist Dipl. Ing. Calin Gologan von PC-Aero. Im Exklusiv-Interview für **Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin** erklärte er seine Ideen und Motive, wie es zum ersten manntragenden Elektromotorflugzeug kam.

*Sie haben bereits bei mehreren renommierten Firmen an großen Industrie- und Forschungsprojekten mitgewirkt. Welches waren die bisher wichtigsten Stationen in ihrem beruflichen Leben?*  
Für mich war die wichtigste Station bei Grob. Dort waren Flexibilität und Vielseitigkeit gefragt, wodurch ich innerhalb kürzester Zeit sehr viel gelernt habe. Toll fand ich vor allem die Mitarbeit am Höhenflugzeug Strato

2C. Meine Verantwortung lag bei der Flugmechanik und -simulation sowie bei den Belastungsversuchen. Besonders stolz bin ich, dass ich an diesem wichtigen Forschungsflugzeug für die Umwelt mitgewirkt habe. Das war vor fast 20 Jahren, hat aber bis heute bei mir eine Sensibilität für umweltfreundliches Fliegen hinterlassen.

*Auch der Testpilot des Strato 2C, Einar Enevoldson, ist nach 20 Jahren für Ihr Elektroflugzeug Elektra One verantwortlich ...*

... ja, das stimmt. Einar ist Leiter unserer Mannschaft PC-Aero, das mit der Elektra One an der NASA-Green-Flight-Challenge 2001 im Sommer in den USA teilnimmt.

*Wann hat Sie erstmalig der Gedanke an die Konstruktion und Realisierung eines personentragenden Elektroflugzeugs beschäftigt?*

Ich beschäftigte mich in den vergangenen Jahrzehnten intensiv mit den Entwicklungen des Deutschen Günther Rochelt und des Amerikaners Paul McCready. Beide haben schon vor langer Zeit Elektroflugzeuge in Verbindung mit Solarzellen entwickelt. Sie sind für mich die Pioniere in diesem Bereich. Die Initialzündung für die Konstruktion eines personentragenden Elektroflugzeugs erfolgte dann vor zwei Jahren auf einer Ausstellung für Paraglider und Drachenflieger. Dort sah ich eine Elektromotoreinheit, die gerade mal 16 Kilogramm wog.

## „Nicht umsonst kommen viele meiner Kooperationspartner aus dem Bereich Modellbau und Elektromodellflug“

Calin Gologan, Projektleiter



*Einsichten in den Außenläufer von Geiger Engineering*

Auch der im vorderen Rumpfboden untergebrachte Motorcontroller ist ein Altbekannter: Der Spin-200 Ampere-Regler von Jeti liefert eine hinreichend belastbare Basis, um mit einem deutlich ausgedehnten Kühlkörper die beim Start notwendige Leistung von 16 Kilowatt (kW) zu kommutieren. Dafür bekam der Batterieraumdeckel eigens einen Lufteinlauf spendiert, der über einen dicken flexiblen Luftschlauch für den nötigen Kühlluftstrom sorgt.

Selbst der Motor ist für den Modellflieger kein Unbekannter. Der kurz bauende Außenläufer verfügt über einen Stator mit 36 Nuten, um den



*Wer gut kühlt, der gut fliegt! Am Batterieraumdeckel befindet sich der Lufteinlass für den Motorcontroller*

*Was folgerten Sie daraus?*

Wenn man mit 16 Kilogramm einen Drachen in die Luft bringen kann, dann kann man auch ein Ultraleichtflugzeug mit weniger als 50 kg in die Luft bringen. Zu diesem Zeitpunkt habe ich erkannt, dass die Technologie für Elektroflug reif ist und, dass man vor allem ein UL-Flugzeug mit einer Elektromotoreinheit entwickeln kann. Nach dieser Erkenntnis habe ich angefangen zu rechnen und zu zeichnen. Nach rund sechs Monaten lag die Gesamtauslegung meiner Elektra One auf dem Tisch.

*Welche Voraussetzungen mussten von Seiten der Antriebstechnik erfüllt sein, damit das Projekt realisiert werden konnte?*

Die Antriebstechnik, also der Motor, Regler und Batterien, müssen unbedingt leicht sein. Nur so schaffen wir es, über drei Stunden zu fliegen. Das war übrigens von Anfang an mein Ziel. Für die Realisierung meines Projekts sind neben einer zuverlässigen Antriebstechnik noch eine perfekte Aerodynamik und eine leichte Struktur ausschlaggebend.

*Gab es technische Umfeldbereiche, aus denen sie in besonderer Weise Anregungen bezogen haben?*

Ja, der Modellflugsport. Da sind Elektroantriebe schon lange Standard und beherrschen den Markt. In dieser Szene existiert inzwischen ein enormes Knowhow. Dann kommen

die Paragliders und Drachenflieger. Für mich ergeben sich daher folgende Entwicklungsstufen für Elektroflug: Modellflugzeugbau, Paragliders und Drachenflieger – und jetzt kommen die ULs. Insbesondere die Modellflugzeug-Konstrukteure bauen beachtlich leichte Strukturen. Die arbeiten unglaublich sauber und haben Respekt für Gewicht. Nicht umsonst kommen viele meiner Kooperationspartner um die Elektra One aus diesem Bereich.

*Trägt die Elektra One zur Akzeptanz des Flugsports in der Breite bei?*

Mit drei Punkten möchte ich die Akzeptanz steigern: Erstens: Bei meiner

(Fortsetzung nächste Seite)

## **Vielseitig**

Die Elektra One wurde bewusst als Mehrzweckflugzeug angelegt. Beispielsweise eignet sie sich für den Einsatz zur Luftvermessung oder Luftüberwachung. Unbemannt kann sie in großen Höhen – bis 20 Kilometer über dem Boden – operieren.



**Dieser Modellbau-Motorcontroller bildet die Basis für die Motorsteuerung der Elektra One**

## **Kontakt**

**PC-Aero**  
Buchenweg 3  
87484 Nesselwang  
Internet: [www.pc-aero.de](http://www.pc-aero.de)



**Spartanisch ausgestattetes Cockpit**

sich ein Rotor mit 42 Magnetpolen dreht. Drei in Reihe geschaltete 12-nut- / 14-pol-LRK-Motoren, wenn man so will. Der bei der Firma Geiger Engineering ([www.geigerengineering.de/avionik/elektroantriebssystem/](http://www.geigerengineering.de/avionik/elektroantriebssystem/)) von Dr. Ing. Werner Eck entwickelte Antrieb hat seine Tauglichkeit bereits bei selbst startenden Hänggleitern bewiesen. Für die Elektra One musste er lediglich etwas „getunt“ werden. Das nur 4.700 Gramm schwere Triebwerk mit 218 (Millimeter) mm Rotordurchmesser und nur 81 mm Länge – nspez = 44 Umdrehungen in der Minute pro Volt (U/min/V) – leistet 13,5 kW und bringt es kurzzeitig beim Start auf 16 kW. Der maximale Wirkungsgrad des Energiewandlers wird mit realistisch anmutenden >93 Prozent angegeben. Dadurch, dass der Motor an der Rumpfspitze hinter der Propellernabe quasi freiliegt, wird

er hervorragend gekühlt. Im Flug dreht der Propeller mit 2.050 U/min.

## **Maßgeschneidert**

Trotz aller Entwicklungserfolge im zurückliegenden Jahrzehnt ist der Elektroantrieb natürlich immer noch auf ein angepasstes Flugzeugkonzept angewiesen. Das Gologan-Baby Elektra One kann hier beispielsweise auf ein ausgeklügeltes Leichtbaukonzept verweisen. Die Maschine, bestehend aus Glasfasergewebe mit einzelnen Kohlefaserversteifungen, wiegt inklusive Motor und Propeller noch nicht einmal 100 kg. Sie kann trotzdem bis zu 110 kg Batterien und weitere 100 kg Nutzlast transportieren.

Die Elektra One ist erst ein viel versprechender Anfang in der manntragenden Luftfahrt. Die bisher gemachten Flugerfahrungen haben die Richtigkeit des Konzepts in vollem Umfang bestätigt. Mehrsitzige Projekte wie Elektra Two und Elektra Four sind bereits geplant. Angenehm fällt auch auf, dass man es bei dem Versuchsflyer Elektra One keineswegs mit einer rein zweckorientierten „Luftkuh“ zu tun hat. Vielmehr überzeugt sie auch mit einem attraktiven



**Calin Gologan (rechts) im Gespräch mit Ludwig Retzbach**

Elektra One veranschlage ich sehr niedrige Betriebskosten. Das ist vor allem für Flugsportvereine interessant. Zweitens hat das Flugzeug einen niedrigen Lärmpegel von gerade mal 50 Dezibel. Das ist zweimal leiser als ein UL mit Verbrennungsmotor und etwa fünfmal leiser als ein Motorflugzeug. Und drittens: Die CO<sub>2</sub>-Emission in Verbindung mit einem Solar-Hangar ist gleich Null.

*Markiert die Elektra One schon den Beginn der Öko-Ära im Verkehrsflug?*  
In gewisser Weise schon. Die Elektra One ist die Technologieplattform für

meine Flugzeugfamilie, dem Zweisitzer Elektra Two und dem Viersitzer Elektra Four. Ich zeige aber ein Gesamtsystem, bestehend aus Elektroflugzeug, Solar-Hangar und Energie. Nebenbei gesagt, bieten wir dieses System für unter 100.000,- Euro an.

### *Und der Verkehrsflug?*

Wir befinden uns momentan im Bereich Elektroflug bei UL-Entwicklungen. Aber die ist die Basis für einen künftigen kommerziellen Einsatz. Ich schätze, dass in zirka zehn Jahren die ersten kommerziellen Elektroflugzeuge auf den Markt kommen, zum

Beispiel das Elektro-Taxi. Es wird aber noch rund 30 Jahre dauern, bis die ersten Elektro-Verkehrsflugzeuge als Ersatz für die jetzigen Turboprops fliegen werden.

*War es schwierig, einen geeigneten Testpiloten für den Erstflug zu finden?*  
Nein. Einar Enevoldson hat mir gleich Jon Karkow als Testpilot empfohlen. Er ist weltweit einer der besten Testpiloten und Flugzeugentwickler. Er konstruierte beispielsweise das Flugzeug Virgin Global Flyer, das mit Steve Fossett in weniger als 70 Stunden rund um die Welt flog.

## Technische Daten

Spannweite	8,6 m
Flügelfläche	6,4 m <sup>2</sup>
Flugzeuggewicht ohne Akkus	100 kg
Maximalgewicht	300 kg
Maximale Motorleistung	16 kW (ca. 22 PS)
Maximale Nutzlast	100 kg
Reisegeschwindigkeit:	160 km/h
Maximale Reichweite	500 km
Maximale Flugdauer	über 3 Stunden
Akku	14s-LiPo von Kokam, 2p 60 Ah parallel
Motor	Außenläufer 36-nut / 42-pol
Erstflug	19. März 2011

Anzeigen



*Dem einsitzigen manntragenden Elektromotorflugzeug sollen später ein optisch ähnlicher Zwei- und ein Viersitzer folgen*

Design. Nun ja, was gut aussieht fliegt auch gut. War dies nicht schon immer so?

Im Sommer will Calin Gologan mit seiner Elektra One an der NASA-Greenflight-Challenge in den USA teilnehmen. Der Wettbewerb ist mit 1,5 Millionen Dollar dotiert. Wie er uns gegenüber anvertraute, ist er sehr zuversichtlich: „Wir haben gute Chancen, ihn zu gewinnen.“



*In Folie gepackt und sicher verzurrt: die Kokam-Akkus*



Dieses Buch vermittelt Ihnen alles Wissenswerte rund ums Thema Hubschrauber-Modellflug, liefert wertvolle Tipps und führt Sie Schritt für Schritt zum Flugerfolg.

Artikel-Nr. 11602

**Mehr Informationen,  
mehr Bücher und mehr Vielfalt im Online-Shop  
[www.alles-rund-ums-hobby.de](http://www.alles-rund-ums-hobby.de)**

## Der neue Katalog 2011

High End Elektromotoren



# PLETTENBERG

Wir bewegen die Welt !  
the art of power ...  
... made in Germany.



Pletteberg Elektromotoren • Rostocker Str. 30 • D - 34225 Baunatal  
[www.plettenberg-motoren.com](http://www.plettenberg-motoren.com) • [info@plettenberg-motoren.com](mailto:info@plettenberg-motoren.com)  
 Tel: +49 (0) 56 01 / 97 96 0 • Fax: +49 (0) 56 01 / 97 96 11



## www.3d-heli-action.de

# Champions League

## Sylphide 90 – das Modell des F3C-Meisters

*Der amtierende Deutsche Meister Uwe Kiesewetter weiß ein gutes Mechaniksystem zu schätzen. Er setzt erfolgreich die HIGHEND-MASCHINE SYLPHIDE von JR – Japan Remote Heli-Division – ein, die seit 2008 als reine Elektroversion verfügbar ist. Wir erklären die eingesetzte Technik im Hinblick auf das Elektro-Antriebs-Equipment.*

**K**ein Rauch, kein Lärm, kein Vibrieren der Mechanik. In der Luft liegt nur der angenehme, turbinenartige Sound des Hubschraubers, der sich zusammensetzt aus dem sauberen Kämmen des schrägverzahnten Getriebes und der Geräuschkulisse von Haupt- und Heckrotor. Es ist einfach begeisternd, dem routinierten Deutschen Meister Uwe Kiesewetter bei seinen Trainingsflügen zuzuschauen und diese zu genießen. Schon beim Schweben mit knapp 1.600 Touren am Rotorkopf vermittelt dieses Heli-System durch seine Laufruhe eine Vertrautheit, die den Betrachter in ihren Bann zieht. Die Mechanik läuft vibrationsfrei und die Drehzahl bleibt absolut konstant, auch bei den vielen unterschiedlichen Heckrotor-Lastwechseln während der Pirouetten-Manöver, die Bestandteil des aktuellen F3C-Programms sind.

Bei den Fahrtfiguren des äußerst schwierigen Figurenkatalogs geht dann die Post richtig ab. Die Drehzahl wird auf 2.050 Umdrehungen pro Minute am Rotor gesteigert. Es ist einfach begeisternd, wie viel Power jetzt im System steckt, das die Leistung an den Rotor bringt. Zum einen treibt das den Heli bei den Speed-Anflügen auf enorme Endgeschwindigkeiten. Zum anderen lässt ihn die Power auch in den kräftezehrenden Aufwärtsfiguren mühelos steigen, in denen er seine etwa 5.800 Gramm (g) Abfluggewicht regelrecht in den Himmel katalpultiert. Der Abschluss des Programms ist die Autorotation, bei der gemäß FAI-Reglement gefordert ist, den Motor während des Sinkflugs ausgeschaltet zu lassen. Präzise und hochkonzentriert steuert der routinierte Pilot sein Wettkampfgerät in der



*Uwe Kiesewetter,  
amtierender Deutscher  
Meister und Mitglied  
der Deutschen  
Nationalmannschaft*



geforderten S-Kurve und landet punktgenau und butterweich im Zielkreis. Eine perfekte Demonstration, wie beeindruckend das F3C-Fliegen ist und welche hohen Anforderungen hier an Pilot und Modell gestellt werden.

Bevor wir uns die Mechanik inklusive Antriebs-equipment näher anschauen, wollen wir von Uwe wissen, warum er überhaupt seine Helis auf Elektro umgestellt hat. „Die Umstellung meiner Wettkampfmaschinen vor etwa vier Jahren auf Elektroantrieb brachte mir anfangs Fluch und Segen zugleich. Die Begeisterung über ein sehr unproblematisches und extrem leistungsfähiges Laufverhalten wich mehr und mehr der Ernüchterung über ein fast schon unspektakuläres Flugbild. Gespenstisch locker schüttelt der Antrieb seine Leistung aus dem Ärmel. Es gibt kaum Motorgeräusche, die von der Anstrengung zeugen. Es stellte sich eine Art Langeweile bei mir ein. Kann ich damit eine fünfköpfige Wettbewerbs-Jury beeindrucken? Wo liegt eigentlich das Problem dieser Tristesse? Welche Änderungen sind notwendig, um

meinen Ansprüchen gerecht zu werden?“ Und dann kam in unserem Gespräch unweigerlich das Thema Vollrumpfverkleidung gezielt zur Sprache. Uwe erzählt weiter: „Ich suchte nach Lösungen für die gähnende Langeweile der Besenstiel-Fliegerei.“

### **Vollverkleidung**

Die beste Lösung und einem allgemeinen Trend im F3C folgend, erschien nur ein Rumpf dazu geeignet, Geschwindigkeit und Präzision auf einen anderen Level zu heben und gleichzeitig mehr Spielraum für eine kreative Gestaltung zu bekommen. Doch leider: „Die Auswahl an Elektrorümpfen war seinerzeit sehr spärlich, höchstens eine Handvoll F3C-geeigneter Modelle waren am Markt vertreten. Andy Kessler von AKmod.ch, der unter anderem auch Importeur für JR-Propo ist, beschäftigt sich seit Jahren mit der Entwicklung von 90er-Elektrohelis und bot einen komplett dafür entworfenen Rumpf, den Dynamic, an. Der kam mir wie gerufen.“

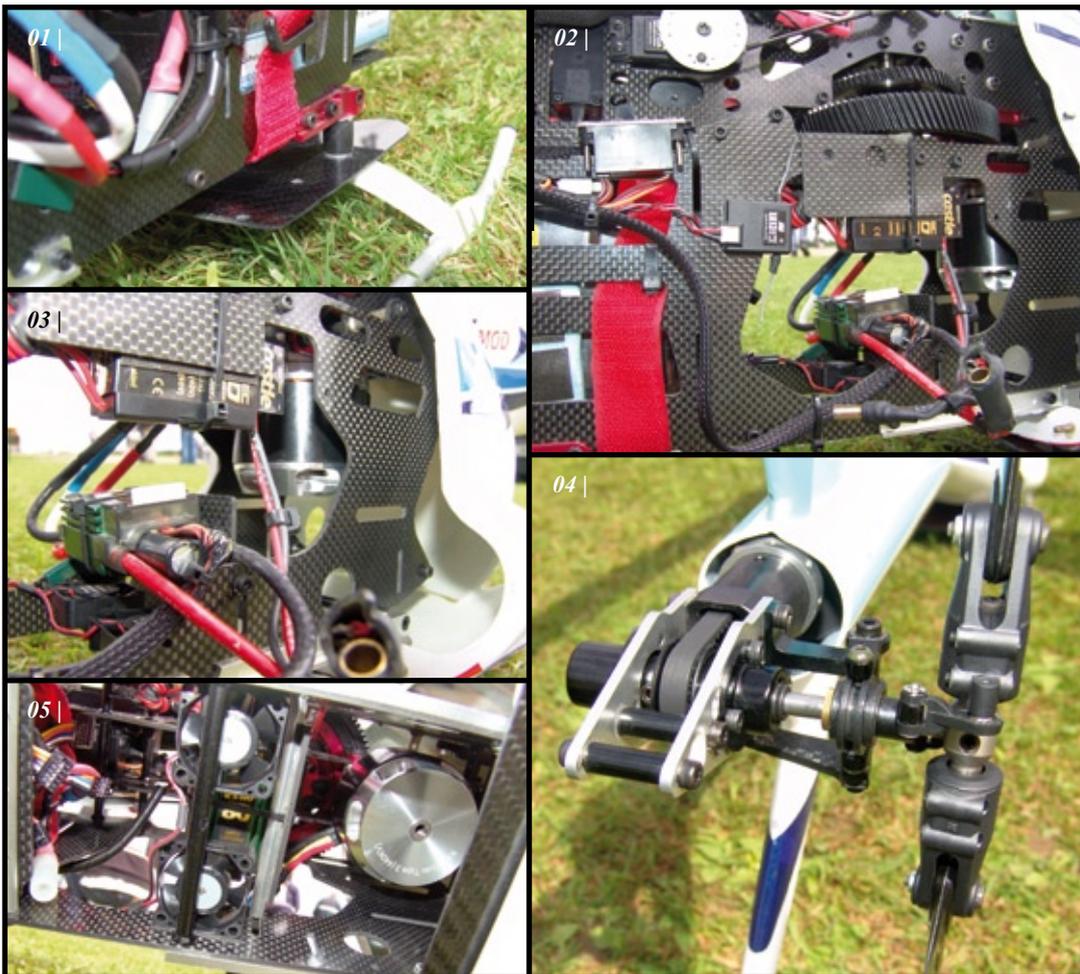


*Mit nur zwei Schrauben wird die Haube sicher in Position gehalten*



*In Verlängerung zum hinteren Kufenbügel befindet sich eine CFK-Platte, die im Hochgeschwindigkeitsflug als Spoiler wirkt und die Geradeauslaufefigenschaften verbessern soll*





01 | Auch auf dem vorderen Kufenbügel wurde eine Spoilerplatte befestigt

02 | Blick aufs Hauptgetriebe sowie auf den darunter untergebrachten Controller und BEC-Regulator. Hier sitzt auch einer der beiden Satellitenempfänger

03 | Der hinten angeordnete K&S-Außenläufer sitzt geschützt innerhalb des Chassis

04 | Der Antrieb des Heckrotors erfolgt über einen im Heckrohr laufenden, hochbelastbaren Zahnriemen. Die Pitch-Schiebehülse ist doppelt angelenkt und extrem spielarm

05 | Ansicht des Chassis von unten. Deutlich zu erkennen sind die beiden CPU-Lüfter, die über den 5,5-Volt-Spannungsregulator versorgt werden

Um eines vorweg zu nehmen: Die Zelle hat beim Dynamic keine tragende Funktion, wodurch der Rumpf sehr dünnwandig und damit sehr leicht hergestellt werden kann. Die stabile Mechanik mit ihren Kohlefaser-Seitenteilen ist – da ursprünglich als Trainerversion mit einer normalen Kabinenhaube ausgelegt – selbsttragend konstruiert, sodass der Rumpf wirklich nur verkleidende und keine tragende Funktion übernimmt.

### Edelmechanik

Die speziell für den F3C-Einsatz konzipierte JR-Mechanik ist für Hauptrotordurchmesser von 1.530 bis 1.620 Millimeter (mm) und eine 10s- bis 12s-LiPo-Versorgung ausgelegt. Interessant ist die Position des Antriebsmotors, der nicht wie üblich vor der Rotorwelle, sondern dahinter platziert ist. Diese Anordnung hinter dem Hauptzahnrad schafft Platz für die beiden 6s-Akkupacks, die schwerpunktoptimiert mitten in der Mechanik über dem vorderen Kufenbügel des Landgestells untergebracht werden und sich leicht herausnehmen lassen. Als Motor kommt ein bürstenloser Außenläufer K&S PT-90440 Type-3 mit einer kv-Zahl von 440 Umdrehungen pro Minute pro Volt (U/min/V) zum Einsatz. Er treibt über ein einstufiges, schrägverzahntes Getriebe die Rotorwelle an. In der Aluminiumnabe des Hauptzahnrad ist ein Freilauf integriert, der

mit dem ebenfalls schrägverzahnten Kunststoff-Zahnrad des Heckabtriebs verbunden ist.

### Verbrenner-like

Die generellen Gründe für den Einsatz eines bürstenlosen Außenläufers sind: Gute Kühlung (großer Durchmesser), hoher Wirkungsgrad, niedrige Drehzahl, aber höheres Drehmoment gegenüber einem leistungsmäßig vergleichbaren Innenläufer. Darüber hinaus sind Außenläufer meist preiswerter als vergleichbare Innenläufer. Zudem ist das Drehzahlspektrum eines bürstenlosen Außenläufers ähnlich wie bei einem Verbrenner, wodurch letztendlich eine höhere Kompatibilität zu vorhandenen Mechaniksystemen besteht. Der von Uwe Kiesewetter eingesetzte K&S-Motor hat acht Pole, ein Gewicht von 470 g und wird mit einem Wirkungsgrad von 89 Prozent und einer Maximaldrehzahl von 24.000 U/min angegeben. Die Motorwelle hat einen Durchmesser von 6 mm. Dass man natürlich bei einem Elektroantrieb auf die bei einem Verbrenner übliche Kupplung samt Kupplungsglocke verzichten kann, sei nur am Rande erwähnt.

### Abstützung

Insider wissen es längst: Je weiter das Motorritzel vom letzten Lagerpunkt entfernt, desto

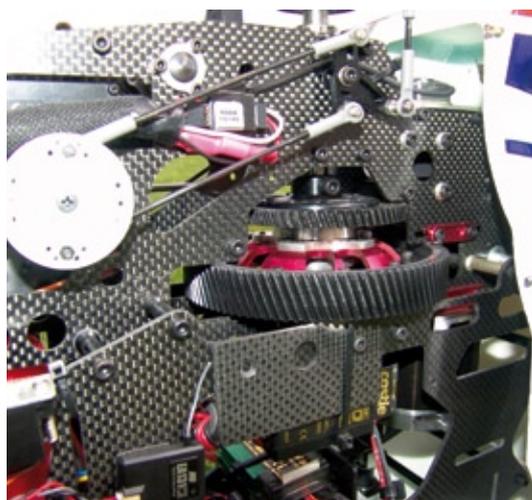
### Bezugsadresse

**AKMod GmbH**  
 Gaispelweg 17  
 CH-4312 Magden  
 Telefon:  
 00 41 / 618 43 00 00  
 Telefax:  
 00 41 / 618 43 00 10  
 E-Mail: [info@akmod.ch](mailto:info@akmod.ch)  
 Internet: [www.akmod.ch](http://www.akmod.ch)  
 Bezug: Fachhandel

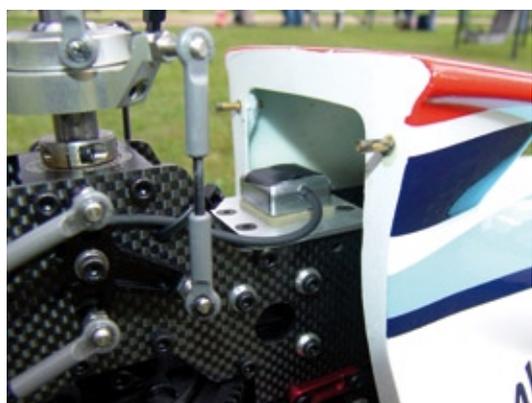
größer ist bei Heli-Mechaniken die „Verkrümmung“ der Motorwelle, einhergehend mit sich änderndem Zahnflankenspiel und eventuellem Getriebeschaden. Das allerdings kann bei der Sylphide-Mechanik nicht passieren, denn das Ritzel des Motors wird oben zusätzlich durch ein Kugellager geführt, um das obere Motorenlagerung deutlich zu entlasten. So können sich Ritzel und Hauptzahnrad nicht mehr voneinander abstoßen. Vielmehr wird die Leistung kraftschlüssig mit konstantem Zahnflankenspiel von der Motor- auf die Rotorwelle übertragen. Da sämtliche Zahnräder gefräst und damit perfekt rundlaufend sind, kämmt das gesamte Getriebe extrem leichtgängig und leise, was sich beim Betriebsgeräusch positiv bemerkbar macht.

### Unter Kontrolle

Ein guter Controller hat im Heli-Einsatz wichtige Aufgaben: Er formt die Gleichspannung der Batterie in eine dreiphasige Drehfeldspannung



*Das gefräste Hauptzahnrad und das darüber liegende Heckrotor-Abtriebszahnrad sind jeweils schrägverzahnt, was enorm zur Laufruhe des Systems beiträgt*



*Hinter der Taumelscheibe ist das Heckrotor-Gyro-System befestigt. Deutlich zu erkennen ist auch der Klemmring zur axialen Arretierung der Hauptrotorwelle sowie die Stifte zur passgenauen Fixierung der Fronthaube*

### Zur Person



*Uwe Kiesewetter ist 26 Jahre alt, studiert Luft- und Raumfahrttechnik und arbeitet momentan an seiner Diplomarbeit. Er fliegt seit 12 Jahren Modellhubschrauber; wobei er durch konsequentes Training und sehr gute Wettbewerbsleistungen schon seit 2006 zur deutschen F3C-Nationalmannschaft gehört. Im August dieses Jahres nimmt er mit seinem Team an der F3C-Weltmeisterschaft in Italien teil, bei der er das hier porträtierte Modell einsetzen wird.*

um – ist somit nur für BL-Motoren ausgelegt – und sollte wahlweise im Steller- oder Regler-Betrieb eingesetzt werden können. Zur Erklärung: Während im Steller-Modus – typisch für den Einsatz in einem Flächenmodell – die Gasstellung der Knüppelstellung entspricht, regelt der Controller im Regler-Betrieb (Governor-Modus) aktiv eine vorgegebene Motordrehzahl nach, um die Rotordrehzahl konstant zu halten. Das ist für Heli-Piloten elementar wichtig, denn jede Drehzahländerung während des Betriebs verursacht Drehmomentänderungen, die zu einem unruhigen Verhalten des Helis führen.

Im Regler-Modus führt der Controller einen permanenten Check des (Drehzahl-)Istwerts über die Induktionsspannung des Motors durch, die hier quasi als Sensor fungiert. Dann vergleicht sie die Werte mit den Vorgaben und greift gegebenenfalls korrigierend ein, damit die Soll-drehzahl stimmt. Genau diesen besonderen Controller-Modus beherrscht der von Uwe Kiesewetter eingesetzte Castle Creation ICE HV 80, der unterhalb des Hauptzahnrad zwischen den Chassisplatten positioniert ist. Er ist so programmiert, dass über den Sender zwei verschiedene Drehzahlen – 1.580 für Schwebefiguren und 2.050 U/min für Fahrfiguren – abgerufen werden können, die der Controller selbstständig einhält.

Eine mechanische Besonderheit am Controller sind die zwei zusätzlich montierten CPU-Lüfter mit einem Durchmesser von jeweils 25 mm. Sie führen im Hochsommer ab 30 Grad Celsius zusätzliche Kühlluft zu. Versorgt werden sie über den BEC-Regulator, der in erster Linie zur konstanten Spannungsversorgung (5,5 Volt) der gesamten Empfangsanlage dient.

### Technische Daten

Name der Mechanik	Sylphide E12, Version 2011
Hersteller	JR Propo/AKmod
Name des Rumpfs	Dynamic
Hersteller	Akmod/Schweiz
Rotordurchmesser	ca. 1.600 mm
Länge	1.500 mm
Durchmesser Rotorwelle	12 mm, hohl
Hauptrotorblattlänge	maximal 720 mm
Heckrotordurchmesser	240 mm
Zähnezahl Hauptzahnrad	95/120
Zähnezahl Motorritzel	10 bis 13
Untersetzung Motor/Rotor	8,85/9,58/10,45/11,5:1
Übersetzung Haupt-/Heckrotor	1:4,79
Gewicht abflugbereit	5.800 Gramm
Rotordrehzahl Schwebeflug	1.580 U/min
Rotordrehzahl Fahrfiguren	2.050 U/min



**Ganz vorn im RC-Vorbau sitzt der Hauptempfänger, dahinter ein vierzelliger Pufferakku für die Bordstromversorgung, der permanent über den Regulator aufgeladen wird**



**Die beiden zu einem 12s-Pack geschalteten 6s ThunderPower Pro Lite V2 mit einer Kapazität von 5.500 Milliamperestunden**

## Stromversorgung

Eingesetzt werden zwei in Reihe geschaltete 6s-Packs der Firma ThunderPower Pro Lite V2 mit einer Kapazität von 5.500 Milliamperestunden (mAh). Intensive Versuche von Uwe Kiesewetter mit unterschiedlichen Zellentypen haben ergeben, dass die Pro Lite eine sehr gleichmäßige Leistungsabgabe zeigen. Trotz ihrer Belastbarkeit von 20C sind sie auch am Ende eines Flugs noch sehr belastbar. Viele 30C-Akkus (oder mehr als 30C) haben am Anfang eine hohe Leistungsabgabe, werden dann aber in ihrer Stromabgabe labil. Deshalb sind die 20C-Zellen speziell beim F3C-Fliegen sehr empfehlenswert. Bei den Schwebeflugfiguren, die etwa sechs Minuten Zeit in Anspruch nehmen, werden etwa 50 Prozent der Kapazität verbraucht. Bei den anschließenden drei Minuten Fahrtfiguren mit hoher Drehzahl wird dann der Rest der Kapazität bis auf eine übliche Sicherheitsreserve entnommen.

## Zahlenwerke

Wir wollen wissen, wie viele Akkusätze Uwe Kiesewetter pro Jahr „verheizt.“ Dabei macht er uns folgende Rechnung auf: „Ich benötige insgesamt fünf 12s-Akkusätze über das Jahr verteilt, mit denen ich etwa 10 bis 15 Trainingsflüge pro Woche absolviere. Im Jahr 2010 waren es laut Flugbuch 550 Flüge. Hinzu kamen noch etwa 200 Wettkampfflüge, drei Teilwettbewerbe Deutsche Meisterschaft und eine Woche Europameisterschaft in Rumänien, was in der Summe 750 Flüge ergibt. Rechnet man das Ganze um, komme ich bei einem Akkusatz auf rundgerechnet 150 Flüge von durchschnittlich 9 Minuten. Ein Wert, der sich wirklich sehen lassen kann.“

**Der bürstenlose Außenläufermotor von PT-90440 Type-3 (kv 440) der japanischen Firma K&S**



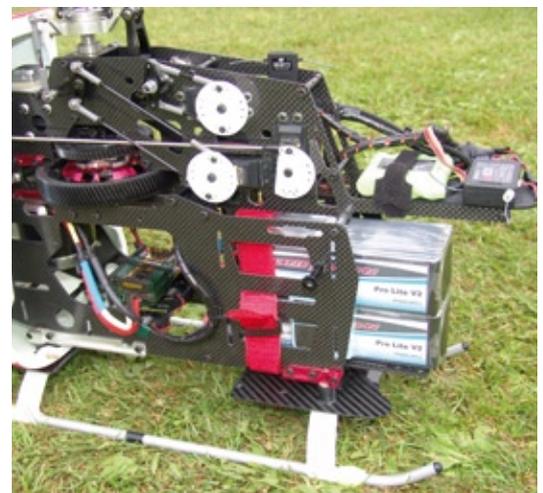
Kaputt sind die Akkus dann allerdings auch noch nicht, sondern sie haben nur nicht mehr den nötigen „Druck“, um den leistungszehrenden Figuren genügend gerecht zu werden.“

Die für den Antrieb leistungszehrendste Figur ist die Kubanacht mit Flip, bei der schon mal kurzzeitige Peaks von 90 Ampere fließen können. Dafür attestieren alle anderen Werte äußerst gesunde Betriebsparameter: Die durchschnittliche Temperatur des Controllers beträgt 50, die des Motors 40 bis 60 Grad Celsius.

Zum Laden werden zwei Ladegeräte des Typs CellPro von Revoelectrix eingesetzt, die mit integrierten Balancern ausgestattet sind. Geladen wird jeweils ein 6s-Pack an einem Lader mit einem Strom von 6 bis 8 Ampere, sodass die Akkus binnen etwa einer Stunde wieder voll sind. Auf dem heimischen Flugplatz werden die Ladegeräte von einem großen Akku gespeist, der wiederum mittels auf der Vereinshütte montiertem Solarpanel geladen wird. Für den mobilen

## Komponenten

Motor	K&S PT-90440 Type-3
kv	440 U/min/V
Motordurchmesser	53,9 mm
Controller	Castle Creation ICE HV 80/120
Taumelscheibenservos	3 × JR Propo MP70A
Heckrotorservo	JR Propo MP80G
Gyro-System	Futaba GY-520
Hauptrotorblätter	Rotortech F3C
Heckrotorblätter	Rotortech 105 mm
Regulator/BEC	Castle BEC-Pro
Antriebsakku	2 × 6s Thunder Power Pro Lite 5.500 mAh
Empfänger	JR Propo RD 931
Empfängerakku	Eneloop 4 Zellen/800 mAh
Sender	JR Propo 11X Zero



**Die Seitenansicht verdeutlicht die schwerpunkt günstige Anordnung des Antriebsakkus und die insgesamt bestens zugängliche Mechanik**



Was ist eigentlich F3C?



F3C ist die internationale Klasse für ferngesteuerten Modellhubschrauber-Kunstflug der FAI (FAI = Fédération Aéronautique Internationale). Dank dieser Klassifizierung ist ein weltweiter Vergleich der Piloten möglich, die ein vorgegebenes Flugprogramm – bestehend aus einem Mix aus Schwebeflug-Manövern und Fahrtfiguren – absolvieren müssen. Dafür werden jährlich nationale Meisterschaften zur Qualifikation an Europa- oder Weltmeisterschaften ausgeflogen. Das Heli-System muss folgende Kriterien erfüllen: maximales Abfluggewicht 6.500 Gramm; Motorisierung Methanol bis maximal 15, Viertakt bis 20 und Benzin bis 25 Kubikzentimeter Hubraum. Beim Elektroantrieb ist eine maximale Ausgangsspannung der Akkus von 51 Volt erlaubt. Elektronische Flybarless-Systeme sind nicht erlaubt. Mehr Infos unter [www.modellflug-im-daec.de](http://www.modellflug-im-daec.de).

Einsatz auf Wettbewerben steht ein 700-Watt-Honda-Stromaggregat zur Verfügung, um die Autobatterie nicht zu arg strapazieren zu müssen. Bei den Goldkontaksteckern und -buchsen werden Exemplare mit einem Querschnitt von 5,5 Quadratmillimetern verwendet, um möglichst wenig Übergangswiderstand zu haben und den hohen Strömen gerecht zu werden.

### Meistermacher

In Bezug auf das Wettbewerbsfliegen meint der amtierende Deutsche Meister, dass ohne regelmäßiges und intensives Training, bei dem ihn sein Vater Ronald tatkräftig unterstützt, die Erfolge nicht zu halten sind. Trotz dieses Aufwands und der großen Herausforderung, dass zum einen der Heli technisch perfekt funktioniert und zum anderen auch fliegerisch beim Piloten alles sitzt, macht ihm dieses Hobby mit all seinen Möglichkeiten nach wie vor enorm viel Spaß.

Wir konnten uns davon überzeugen, dass unser F3C-Team-Mitglied und Deutscher Meister mehr als gut drauf ist. Sein Präzisionsschweben

und die exakt ausgeführten Fahrtfiguren beeindrucken uns sehr. Sie stellen seinen hohen Trainingsfleiß, eine sehr gut eingestellte Mechanik und ein rundum perfekt konfiguriertes Elektroantriebspaket unter Beweis. Wir drücken die Daumen, dass er in diesem Jahr auch die WM-Punktwert in Italien von seinem fliegerischen Können überzeugen wird.



**Um zügig und mit hohen Strömen laden zu können, wird jeder 6s-Pack an einem eigenen Ladegerät angeschlossen**

# e-World

SCHALTZENTRALE



*Drehzahlsteller oder Flugregler? Weder noch. CONTROLLER! Multiplex führt als Erster dem zentralen Element eines Antriebsstrangs seine eigentliche Bestimmung zu: Kontrollinstanz des Systems zu sein. Im Controller laufen die Fäden zusammen. Das Gerät weiß genau, wie viel Strom gerade zum Motor fließen, wie viel bereits geflossen ist, wie hoch der Motor aktuell dreht oder wie warm ihm selbst ist. Jene Werte sendet die neue Controller-Serie Multi-cont MSB Expert via Telemetriesystem M-Link zum Sender. *Ob's was nutzt, hängt vom Bodenpersonal ab.* Das muss nämlich wissen, welche BEDEUTUNG den Werten beizumessen ist.*

HEISSWÄSCHE



Für Kraftmeiereien sind die beiden POWERMOTOREN der A200-Serie von Hacker jederzeit zu haben. Im Gegensatz zur Hausfrau kommen die Zwei aber nicht ins Schwitzen, wenn es darum geht, das sie umgebende Medium aufzuwirbeln. *Bis zu 15 Kilowatt Leistung stellen die Außenläufer kurzzeitig bereit.* Umgerechnet auf den Alltag müsste die gute Dame des Hauses 15 WASCHMASCHINEN gleichzeitig anschmeißen, um hier gleichzuziehen. *Nur gut, dass Mann so viel Potenz anderweitig einzusetzen weiß.*

WELTMEISTER



So schnell kann man gar nicht gucken, wie GÜNTHER MAYR fliegt. *Der amtierende F5D-Weltmeister fliegt hochgezüchtete Elektro-Pylonmodelle* und fühlt sich erst jenseits der Marke von 300 Kilometer in der Stunde wohl. Die Drehfreude eines Lehner-Antriebs brachte ihm zusätzlich einen *FAI-Weltrekord im Pylonfliegen* ein. Das nächste Ziel hat der schnelle Österreicher bereits angepeilt: TITELVERTEIDIGUNG. Zu Hilfe soll ihm das *Speedhungrige Modell X-Trend* kommen, an dessen Performance er schon feilt.



**ENERGIESPLITTER** *Tretmühle war gestern.* Auch die Jüngsten wollen in ihren Seifenkisten mühelos vorwärtskommen. Audi präsentierte zur Spielwarenmesse 2011 das Ergebnis der *e-tron-Studie*. Im Ex-Tretauto werkelt nun ein Elektromotor mit 1,1 Kilowatt. *Angetrieben von einem Lithium-Akku.* Das freut die Jugend • *Der intelligente Umgang mit Ressourcen ist das Thema der Zukunft.* Tesla, Hersteller des gleichnamigen, *renommierten Elektro-Sportwagens*, recycelt in Zusammenarbeit mit der Firma Umicore seine Fahrzeugbatterien. Kostenlos! Aber erst nach sieben bis zehn Jahren oder nach 160.000 gefahrenen Kilometer • *Große Hoffnungen* lasten auf dem frisch gegründeten Forschungszentrum Helmholtz-Institut Ulm für Elektrochemische Energiespeicherung (HIU). Im eLaB, dem *Labor für Batterietechnologie*, sollen Forscher die Effizienz von beispielsweise Lithium-Akkus steigern sowie die *Grundlagen für neue Energiespeicher* legen.

# Speed-Time

Mini-Hotliner sind *handlicher und transportfreundlicher* als ihre großen Brüder. Zudem bieten sie bei spürbar geringerem finanziellem Aufwand eine VERGLEICHBARE PERFORMANCE. Drei im Material unterschiedliche Modelle *schickten wir zum Vergleich ins Luftrennen.*



## Multiplex

### Blizzard

- ⬆ Robuster Hartschaum
- ⬆ Ausgewogene Flugeigenschaften
- ⬆ Einstiegs-Mini-Hotliner
- ⬆ Segeleigenschaften bei Windstille
- ⬇ Durchsetzungsfähigkeit bei starkem Wind

★★★★☆ GUT

## Multiplex Blizzard

Preis: 99,90 Euro

Internet: [www.multiplex-rc.de](http://www.multiplex-rc.de)

Aus Hartschaum einen Mini-Hotliner zu konstruieren, den Schritt vollzieht Multiplex mit dem Blizzard. Robust ist der schnelle Segler definitiv. Sein Speedpotenzial ist oberhalb der Softliner-Klasse anzusiedeln. Senkrechte Steigflüge zieht der Elapor-Segler durch, das Tempo ist im Vergleich zu beiden anderen Modellen jedoch geringer. Auch in der Horizontalen kann er nicht mithalten, lässt jedoch normale Elektrosegler locker hinter sich. Dafür sorgt das von Multiplex zusammengestellte Tuning-Antriebsset mit dem Brushlessmotor Himax. Peaks von maximal 43 Ampere stehen durchschnittliche Belastungen von 36 bis 38 Ampere im Kraftflug gegenüber. Auch wenn das letztlich weiche Material bei Vollgas senkrecht kurz die Flatter bekommt, überzeugt der Blizzard mit sehr ansprechenden Flugeigenschaften. Loopings und enge Wende gelingen einwandfrei. Im Rückenflug ist deutlich Tiefe erforderlich und saubere Rollen sind auszusteuern. Die Segeleigenschaften sind bei Windstille traumhaft – rauer Wind bremst das Modell deutlich ab. Zum Landen reicht einfaches ausschweben mit oder ohne hochgestellte Querruder. Landungen auf rauem Terrain steckt das Material klaglos weg, in dem Punkt sticht der Blizzard alle Mitbewerber aus. Diese große Stärke macht ihn für Modellflieger zur ersten Wahl, die weniger einen pfeilschnellen Mini-Hotliner, sondern einen robusten Immer-dabei-Softliner auf Hartschaumbasis suchen. Etwas Zeit zum Bauen sollte aber auch diese Zielgruppe mitbringen. Attraktiv ist nicht zuletzt der günstige Anschaffungspreis fürs Modell.

## Simprop Micro Excel

Preis: ARC 176,60 Euro, ARF 221,10 Euro

Internet: [www.simprop.de](http://www.simprop.de)

Zwei Versionen bietet Simprop zum Micro Excel an: eine mit und eine ohne folienbespannte Leitwerke und Fläche. Letztere ist einteilig und in Styro-Abachibauweise gehalten, der Rumpf besteht aus GFK. Zur Montage des ARF-Modells sind aufgrund der hohen Vorfertigung nur drei Abende notwendig. Bei der ARC-Version ist etwas Zeit fürs Folienfinish zu investieren. Herstellerseitig werden zwei Antriebsvarianten empfohlen, im Testmodell kommt der Innenläufer Magic-Ammo 28-56-1530 zum Einsatz, der eine spezifische Drehzahl von 1.530 Umdrehungen in der Minute pro Volt hat. In kurzzeitigen Spitzen konsumiert er 29 Ampere, die sich im Steigflug bei 21 bis 23 Ampere einpendeln. Je nach Akkukapazität gestattet der effiziente Stromverbrauch zahlreiche Steigflüge. Insgesamt präsentiert sich das Leichtgewicht im Flug von seiner besten Seite. Gleiten und Speedflug sind sehr gut, die Wendigkeit bestens. Hier spielt der Tiefensprung der Fläche seine Vorteile aus. Rollen und Rückenflug benötigen nur wenig Tiefenruder. Kurven sind dank Seiten- und Höhenrudern präzise zu steuern. Im Speedmaximum – sowohl senkrecht als auch horizontal – überholt der Mini-Hotliner den Blizzard locker und muss den Mini Hawk nur knapp ziehen lassen. Einen besseren Hotliner-Allrounder als den Micro Excel findet man nicht. Seine Vorzüge: ökonomischer Energieverbrauch, bestes Handling, top Flugeigenschaften und ausgezeichnete Nehmerqualitäten aufgrund der robusten Konstruktion.

### Simprop

Micro Excel

- ⬆️ Lange Flugzeiten
- ⬆️ Effizienter Antrieb
- ⬆️ Sehr gute Gleitleistung
- ⬆️ Bester Allrounder
- ⬇️ Anschaffungspreis

★★★★★ SEHR GUT

## Staufenbiel

### Mini Hawk

- ⬆️ Verarbeitungsqualität  
Voll-GFK-Teile
- ⬆️ Sehr gute  
Flugeigenschaften
- ⬆️ Transportfreundlich
- ⬆️ Offen für  
Tuning-Antriebe
- ⬇️ Bohrlöcher für  
Höhenleitwerk

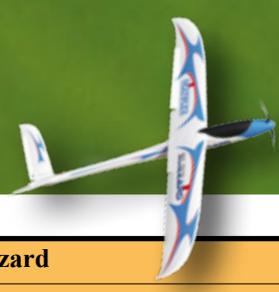
★★★★★ SEHR GUT

## Staufenbiel Mini Hawk

Preis: 179,- Euro

Internet: [www.modellhobby.de](http://www.modellhobby.de)

Wer Speedgelüste befriedigen möchte, findet im Mini Hawk von Staufenbiel den idealen Mini Hotliner. Die Verarbeitungsqualität des Voll-GFK-Seglers ist sehr hoch. Einzig ein leicht versetztes Bohrloch zur Befestigung des Höhenleitwerks fiel negativ auf. Für Erfahrene ist das Modell an drei längeren Abenden fertigzustellen. Mit der vom Hersteller empfohlenen Motorisierung erzielt der Hotliner eine sehr gute Performance. Laut Datenblatt hat der Brushlessmotor Dymond AL3542 eine Leerlaufdrehzahl von etwa 1.250 Umdrehungen pro Minute und Volt. Eine 9 × 7-Zoll-CAM-Carbon-Klappflugschraube von aero-naut setzt die Drehzahl in Vortrieb um. Die maximale Strombelastung liegt kurzzeitig bei 43 Ampere. Im Mittel fließen bei schnellen, senkrechten Steigflügen zwischen 35 und 38 Ampere. In puncto Flugeigenschaften glänzt der Mini Hawk auf ganzer Linie. Die Gleitleistung ist sehr hoch. Gegen Wind setzt er sich souverän durch. Rollen kommen mit etwas Tiefenruder sehr exakt. Loopings und enge Wenden gelingen bestens. Insgesamt sind die Angaben zu Ruderausschlägen und Schwerpunkt stimmig. Der Mini Hawk will sauber gelandet werden, denn die Materialstärke des GfK-Rumpfs ist gering. Berührt eine Flächenhälfte beim Ausgleiten den Boden und fädelt das Modell etwas ein, gibt es schnell Risse rund um die Flächenauflage. Ein paar nachträglich eingebrachte Kohlerovings in diesem Bereich erhöhen die Robustheit enorm. Dennoch: Der Spaß, mit dem Mini Hawk tief und schnell über den Platz zu fliegen, überwiegt. Erstklassige Flugeigenschaften, hohe Geschwindigkeiten und Voll-GFK in Verbindung mit einem hoch attraktiven Preis machen den Mini Hawk zum Testsieger.



## Technische Daten

Modellname	Mini Hawk	Micro Excel	Blizzard
Hersteller	Staufenbiel	Simprop	Multiplex
Spannweite	1.300 mm	1.225 mm	1.380 mm
Länge	940 mm	745 mm	910 mm
Gewicht	876 g	750 g	925 g
Flächeninhalt	16,8 dm <sup>2</sup>	13,7 dm <sup>2</sup>	19,4 dm <sup>2</sup>
Flächenbelastung	52,14 g/dm <sup>2</sup>	47,4 g/dm <sup>2</sup>	47,6 g/dm <sup>2</sup>
Motor	AL3542 von Staufenbiel	Magic-Ammo 28-56-1530 von Simprop	Himax 3516-1350 von Multiplex
Propeller	9 × 7 Zoll CAM Carbon von aero-naut	8 × 7 Zoll CAM Carbon	9 × 6 Zoll MPX-Klapppropeller
Regler	Smart 60 von Staufenbiel	Magic-Speed 30 von Simprop	Multicont BL-54 von Multiplex
Akku	3s-LiPo, 2.200 mAh von Staufenbiel	3s-LiPo 2.200 mAh von Team Orion Avionics	3s-LiPo, 2.500 mAh LiBatt von Multiplex
Strompeak (>1 Sekunde)	43 A	29 A	43 A
Strom Steigflug	35 - 38 A	21 - 23 A	36 - 38 A
Testurteil	★★★★★	★★★★★	★★★★☆



*Nur 115,- Euro sind für Motor, Regler und Akku beim Mini Hawk zu investieren. Der empfohlene Antrieb sorgt für sehr gute Steigleistungen*



*Multiplex stimmte das Tuning-Antriebsset optimal auf den Blizzard ein. Damit dürfte er der schnellste Elektrosegler aus Hartschaum sein*



*Im Micro Excel sorgt der Innenläufer Magic-Ammo für einen ökonomischen Stromverbrauch und lange Motorlaufzeiten*

## Fazit

Beim Hotliner geht es um Speed und Gleitleistung – unabhängig von der Modellgröße. In beiden Disziplinen punktet der Mini Hawk von Staufenbiel. Die mit zwei Ausnahmen gute Verarbeitungsqualität und der letztlich sehr günstige Preis für einen Voll-GFK-Segler bringen ihm den Testsieg ein. Um als Schaumwaffel-Freak Hotliner-Luft zu schnuppern, empfiehlt sich der Blizzard von Multiplex. Er ist ein robuster und schneller Elektrosegler, mit dem man erste Ausflüge in die Speedzone unternimmt. Der beste Allrounder ist der Micro Excel von Simprop. Dank effizientem Antrieb – einschließlich längster Flugzeit –, seiner robusten und durchdachten Konstruktion sowie dem erstklassigem Handling ist er die beste Wahl, wenn die Anschaffungskosten nur die zweite Geige spielen.

AntriebsEMPFEHLUNG

# e-Check

## Rockamp 3014-925kv

Text und Fotos: Ludwig Retzbach

*Klein, leicht, mächtig Power.* Mit dem Rockamp 3014-925kv bietet Ringel Modellbau den idealen TUNINGMOTOR für handliche, schnelle Motorflugkisten an. Der kompakte Brushlessmotor – vom Motorenhersteller Scorpion – eignet sich *am besten für den Betrieb mit 3s- bis 5s-LiPos.*



*Die Bewicklung des Motors ist sauber und raumfüllend*



*Ein 40-Ampere-Regler genügt zwar, 60 Ampere sind aber besser*



Die Programmierkarte erleichtert das Einstellen des Reglers

Der in China gebaute Motor stammt von Scorpion und wird in Deutschland über Ringel Modellbau vertrieben. Der Brushlessmotor ist nach neuesten Erkenntnissen designt und sehr sauber aufgebaut. Dies wird unter anderem durch die ordentlich ausgeführte, raumfüllende Bewicklung und den ausgewuchteten Rotor erkennbar. Letzteres ergibt einen tadellosen Rundlauf in allen Drehzahlbereichen.

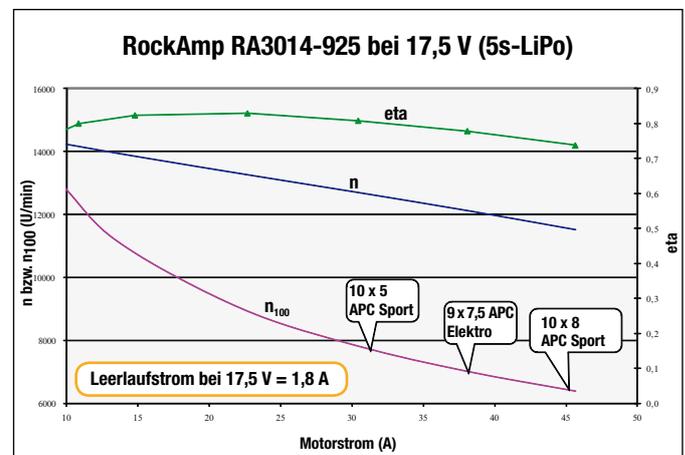
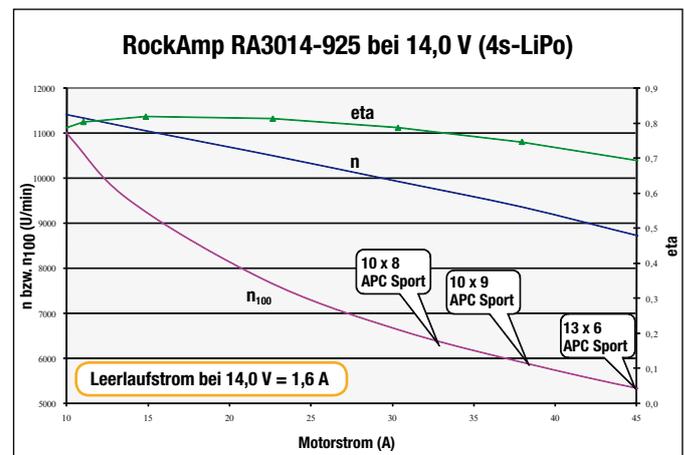
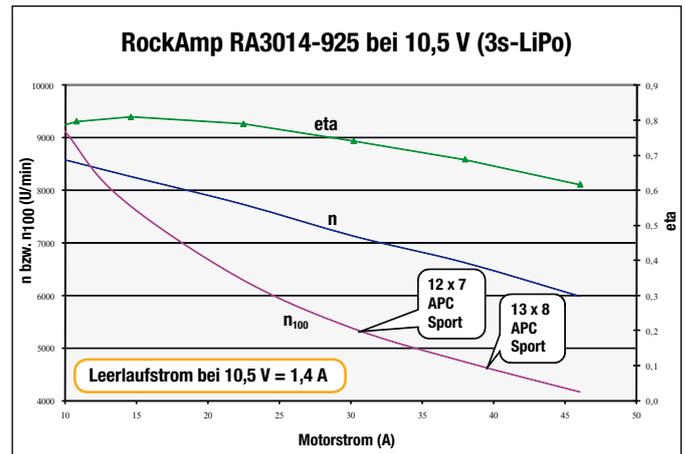
Der bevorzugte Einsatzbereich liegt bei Antriebssets mit 3s- bis 4s-LiPos, wo sich das Triebwerk als Tuningmotor für Motormodelle von 1.000 bis 1.300 Millimeter Spannweite mit Gewichten um 1.000 g anbietet. Es kommen dann Luftschrauben von 11 bis 13 Zoll Durchmesser zum Einsatz. Bei sehr schnellen Flitzern dürfen dann gern auch mal 5 Zellen die

### Konstruktionsdaten

Motorkonfiguration	Außenläufer
Außenmaße (Ø × Länge)	37,5 × 40 mm
Welle (Ø × Länge)	5 × 20 mm
Befestigungslochkreis (Ø)	25 mm
Befestigungsbohrungen	je 4 × M3
Gewicht	132 g
Polzahl	14
Nutzahl	12
Montageart	Anbau und Einbau

### Leistungsdaten

Spezifische Drehzahl	910 U/min/V
Leerlaufstrom ( $I_0$ )	1,6 A bei 14 V
Innenwiderstand ( $R_{iDC}$ ) bei 20°C	35 mΩ
Zellenzahl	2 bis 5 LiPos
Dauerstrom	35 A
Maximalstrom (30 s)	45 A
Max. Eingangsleistung (gekühlt)	700 W
Max. Wirkungsgrad (gemessen)	83% bei 17,5 V und 22 A
Montageart	Anbau und Einbau



Speisung übernehmen. In diesem Fall passen dann immer noch Luftschrauben von 9 bis 10 Zoll Durchmesser. Der Drehzahlregler muss mindestens 40 Ampere, besser 60 Ampere verkraften können. Wenn der Regler über kein funktionsfähiges Autotiming verfügt, sollte ein Timing von 18 bis 22 Grad eingestellt werden.

Die Motorpackung enthält das komplette Montagezubehör einschließlich Propellermitnehmer und Buchsenmaterial. Der Preis beträgt 55,90 Euro.

### Bezugsadresse

**Ringel Modellbau**  
 Am Hollerbusch 7, 60437 Frankfurt, Telefon: 069/50 83 00 91  
 E-Mail: office@ringelmodellbau.de, Internet: www.parkflieger.eu  
 Preis: 55,90 Euro, Bezug: Direkt und Fachhandel

Text: Markus Glökler  
Fotos: Kurt und Markus Glökler

# Klapptriebwerke

*Erfindergeist und der Wunsch, Segler in der Ebene ohne Schleppmodell in die Luft zu bringen, führten zu einer beachtlichen Zahl an KLAPPTRIEBWERKSMECHANIKEN. Einige verfolgen individuelle Ideen und Andere verfeinern bewährte Lösungen. Hier ein Überblick und Erfahrungen aus der Praxis.*

Bei den manntragenden Segelflugzeugen gab es zu jeder Zeit ihrer Entwicklung die Bestrebungen, das Flugzeug ohne fremde Hilfe in die Luft zu bringen. Die klassischen Motorsegler jedoch erreichten nie die Flugleistungen der rein für den Segelflug entwickelten Pendanten. Es wurde mit halbausfahrbaren Antrieben experimentiert (TOP) oder auch mit Klappluftschrauben, die in der Rumpfspitze untergebracht sind (Stemme S-10). Heutzutage dominieren die Klapptrieb-

werke, die hinter der Pilotenkanzel ausfahren und mit bis zu 60 PS Leistung die Superorchideen der offenen Klasse eigenstartfähig machen. Sogar ein Segelflugzeug mit Elektro-Klapptriebwerk, die Antares 20E, gibt es bereits.

## Historie

Bei den Segelflugmodellen waren in früheren Zeiten die Motoraufsätze sehr beliebt. Dabei wurde ein kleiner Glühzündermotor über dem Rumpf zwischen den Tragflächen befestigt und der Aufsatz hat auch gleich den Tank beinhaltet. Gestartet wurde aus der Hand und das Modell stieg so lange, bis der Tank leer war. Einige Jahre später, der Elektroflug setzte sich langsam durch, brachte Graupner das Klapptriebwerk „up and go“ auf den Markt. Dabei blieb der Motor unten im Rumpf und trieb über einen Zahnriemen eine





*JK setzt hauptsächlich Außenläufer mit Getriebe als Antriebsmotoren ein. Die Luftschauben klappen nach vorne zusammen, um die Rumpfoffnung so klein wie möglich zu halten*

starre Luftschaube an. Etwa zur selben Zeit experimentierte Ulrich Meyer aus Suhl an einer Triebwerksmechanik nach dem Parallelogrammprinzip. Dabei fuhr der Motor aus dem Rumpf heraus und trieb eine Klappluftschaube an. Kurze Zeit später gab es eine recht ähnliche Mechanik bei robbe zu kaufen. Auch Johannes Köllner (JK) ist seit Langem in der Klapptriebwerksszene aktiv und brachte die ersten Mechaniken auf den Markt. Ernst Reiff experimentierte seit längerer Zeit mit einem Klapptriebwerk für Verbrennungsmotoren und



*Das Graupner-Triebwerk „up and go II“ wird mittels Spindelantrieb ein- und ausgefahren. Spindelantrieb und Antriebsmotor gehören zum Lieferumfang*

Jahren weitere Hersteller von Klapptriebwerken hinzugekommen und vielleicht gibt es sogar noch einige mehr, die dem Autor leider nicht bekannt sind. Auch ganz aktuell kommen neue Triebwerke auf den Markt: Im Frühjahr 2010 wurde von der Firma Graupner das neue Klapptriebwerk „up and go II“ in zwei Größen vorgestellt. Ein weiteres Indiz dafür, dass es für Klapptriebwerke einen Markt gibt, der in den nächsten Jahren weiterwächst.

### *Verschiedene Konzepte*

Neben den offensichtlichen Unterschieden in der Antriebsart (Elektro, Benzin, Glühzünder) gibt es noch mehr Unterschiede



*Die AFT-Triebwerke von Schambeck eignen sich vor allem für Modelle ab Maßstab 1:3 oder größer. Für die Triebwerke charakteristisch ist der Einblattpropeller*

brachte dieses in Serie. Marcus Elicker zog mit vorbildähnlichen Klapptriebwerken in verschiedenen Größen nach und so wurden immer neue Ideen rund um das Klapptriebwerk entwickelt. Bald darauf gab es auch erste elektronische Steuerungen, um die Rumpflappen anzusteuern und das Triebwerk in einem festen Ablauf ein- und ausfahren zu können. Dann kam Florian Schambeck mit seinem Triebwerk mit Einblattpropeller auf den Markt, er hatte mit seinem Nimbus-4 viele Erfahrungen mit Klapptriebwerken gesammelt und dann sein eigenes entwickelt. Auch Josef Eichstetter hat sich mit dem Thema Klapptriebwerke befasst und ein originalgetreues Triebwerk für Benzinmotoren entwickelt. Mit Rödel, Thermo-Flügel und Dr. Thoma sind in den letzten



*Eine ASW 27 B mit Elicker-Triebwerk beim Start. Elicker verwendete eine starre Luftschaube, dadurch wirkt das Triebwerk sehr vorbildgetreu*

de in den verschiedenen Klapptriebwerkskonzepten. Da wäre zum einen die Lage des Motors. Bei den Triebwerken von Elicker zum Beispiel verbleibt der Motor im Rumpf und nur die Luftschaube fährt ein und aus. Der Vorteil ist die nur minimale Schwerpunktverschiebung und das originalgetreue Aussehen. Diese Triebwerke ähneln stark den Triebwerken von Binder, die in den manntragenden Schleicher-Flugzeugen ASG 29 oder ASH 25 zum Einsatz kommen. Ein Großteil der Klapptriebwerke fährt den Motor aus, was dessen Kühlung etwas vereinfacht. Doch bei den heutigen Wirkungsgraden der Antriebe ist auch ein im Rumpf eingebauter Motor kein Problem. Weitere Unterschiede gibt es in der Art der Luftschaube. Je nach Hersteller werden Starrluftschauben, Klappluft-



*Der über dem Rumpf angeordnete Antrieb bewirkt beim Start ein Nickmoment, das durch ein zweistufiges Einschalten des Antriebs per Steuerung oder aber durch eine direkte Regelung auf dem Gasknüppel deutlich verringert werden kann*

schrauben, einmal sogar eine Einblattluftschraube eingesetzt. Die Größe der Rumpfföffnung wird hauptsächlich durch die Luftschraube und den Ausfahrweg bestimmt. Während die Elicker-Triebwerke durch ihr originalgetreues Design mit der großen Starrluftschraube einen großen Ausschnitt benötigen, so sind die Triebwerke von Florian Schambeck durch einen ausgeklügelten Verfahrensweg und die Einblatt-Latte auf einen möglichst geringen Ausschnitt hin optimiert. Einen anderen Weg ging Dr. Thoma. Sein System nutzt ebenfalls eine Kreisbahn als Verfahrensweg und kippt den Motor erst im ausgefahrenen Zustand in die Arbeitsstellung. Auch JK hat im Laufe der Zeit durch die Umstellung von Schub- auf Zugantrieb die Größe des erforderlichen Rumpfausschnitts reduzieren können. Ein weiterer Aspekt ist die Ausfahrkinematik. Hier kommen häufig federunterstützte, kräftige 180-Grad Servos, aber auch Spindelantriebe zum Einsatz.

Die Anzahl der Rumpfkappen schwankt je nach Konzept und Erbauer zwischen eins und vier. Ob diese im Kraftflug offenbleiben oder geschlossen werden, ist eine Frage des Geschmacks und der Vorbildtreue. Gerade wenn die Rumpfkappen in einem festen Ablauf geöffnet und wieder geschlossen werden sollen, bedient man sich heutzutage intelligenter



*Für einen problemloseren Bodenstart sollte das Fahrwerk so positioniert werden, dass die Radachse etwas vor der Nasenleiste liegt*



*Von Rödel gibt es ein Klapptriebwerk, das zum Beispiel in die hauseigene ASK 21 passt*

Klapptriebwerkssteuerungen, die von Stephan Merz oder Dirk Merbold angeboten werden.

Bei den Elektromotoren ist das Feld ebenso weit gespannt, es kommen Außenläufer, Innenläufer und auch Getriebevarianten beider Typen zur Anwendung. Wie dieser kurze und keineswegs vollständige Abriss zeigt, ist das Thema Klapptriebwerk mittlerweile sehr vielschichtig und ein „richtig“ oder „falsch“ gibt es eigentlich nicht. Welches System welche Vorteile hat und was zu seinem Flugzeug am idealsten passt, findet man am besten im direkten Gespräch und noch besser



*Eine manntragende Maschine bei den Startvorbereitungen. Dort werden vorwiegend noch Verbrennungsmotoren verwendet, doch mit der Antares gibt es bereits ein erstes Segelflugzeug, das mittels Elektroantrieb eigenstartfähig ist*

*Das Triebwerk von Dr. Martin Thoma in einer ASW 15 B. Der Clou bei diesem Triebwerk ist, dass der Motor um 90 Grad ein- und ausschwenkt, um den Rumpfausschnitt gering zu halten*



bei einer praktischen Flugvorführung heraus. Die verschiedenen Messen, das alljährlich vom Modellforum organisierte Klapptriebwerkstreffen auf dem Wächtersberg oder auch die 2010 erstmalig ins Leben gerufene Klapptriebwerksmesse des DMFV-Fachreferenten Walter Peter bieten hier ausreichend Gelegenheiten, die unterschiedliche Performance der einzelnen Produkte miteinander zu vergleichen. Schlussendlich sei aber auch noch erwähnt, dass die Tüftler und Denker noch lange nicht ausgestorben sind. In etlichen Kellern werden Triebwerksmechaniken entwickelt und verbessert. Oft aus reinem Interesse an der Technik, Spaß am Konstruieren und außergewöhnlichen technischen Lösungen oder auch aus Kostengründen.

### Rumpfeinbau

Haben wir uns für ein Klapptriebwerk entschieden, so ist als nächstes der Rumpf-

einbau angezeigt. Dafür sollte das Triebwerk bereits komplett zusammengebaut und mit dem Elektroantrieb versehen sein. Glücklicherweise bieten mittlerweile viele Hersteller ein komplettes Paket, bestehend aus Mechanik plus Antrieb an, sodass man nicht mehr selbst den Antrieb mühsam zusammenstellen muss, sondern sich auf erprobte und seit Jahren bewährte Komponenten verlassen kann, die dann auch im Flugbetrieb reibungslos zusammenarbeiten. Manche Hersteller bieten sogar einen Einbauservice für das Triebwerk an, was die Realisierung eines eigenen Klapptriebwerkmodells sehr simpel macht.

Während die Einbauposition meist von der Rumpfgröße und den Abmessungen des Klapptriebwerks vorgegeben ist, so ist bei der Lage des Fahrwerks oft noch etwas Spielraum. Um den Bodenstart zu erleichtern, sollte man sich möglichst nicht an die original Fahrwerksposition halten, sondern das Rad etwas weiter nach vorne ver-

*Nicht nur mit kommerziellen Lösungen kommt man zum Ziel. Hier die ASH 25 mit knapp 9 Meter Spannweite und Eigenbautriebwerk von Bernhard Bayer*



Anzeige

## Der Himmlische Höllein



### Bei uns finden Sie:

- Flugmodelle (Bausätze und ARF)
- exklusive CNC-Modellserie
- Helicopter
- Fernsteuerungen
- Empfänger
- Servos
- Motoren
- Drehzahlregler
- Akkus
- Ladegeräte
- und noch vieles mehr



### Wir bieten:

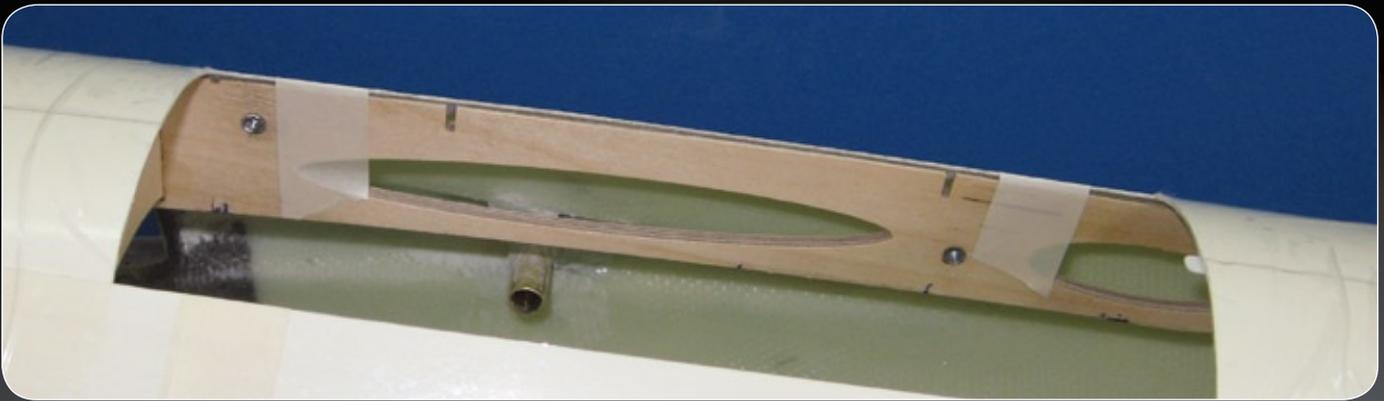
- faire Preise
- riesige Auswahl
- kompetente Fachberatung
- Onlineshop mit realer Verfügbarkeit
- weltweiter Schnellversand
- ca. 300m<sup>2</sup> Ladengeschäft



[www.hoelleinshop.com](http://www.hoelleinshop.com)

## Der Himmlische Höllein

Glander Weg 6  
96486 Lautertal  
Tel.: 09561-555 999  
Email: [mail@hoellein.com](mailto:mail@hoellein.com)



*Ein heikles Thema ist die Herstellung der Klappenausschnitte. Gute Erfahrungen konnten mit der Ritztechnik gemacht werden. Hierbei wird das Rumpflaminat mit der Rückseite eines Cuttermessers an einem Stahllineal entlang geritzt. Dadurch entstehen sehr gerade Schnitte, die kaum der Nacharbeit bedürfen*

## Bezugsadressen

### Elicker-Klapptriebwerke

Dunzweilerstr. 6, 66564 Lautenbach, Telefon: 068 58/69 98 52  
E-Mail: [elicker@gmx.de](mailto:elicker@gmx.de), Internet: [www.modellklapptriebwerke.de](http://www.modellklapptriebwerke.de)  
Bezug: Direkt

### Graupner

Postfach 12 42, 73230 Kirchheim/Teck, Telefon: 070 21/72 20  
E-Mail: [info@graupner.de](mailto:info@graupner.de), Internet: [www.graupner.de](http://www.graupner.de)  
Bezug: Fachhandel

### Hype

Nikolaus-Otto-Straße 4, 24568 Kaltenkirchen, Telefon: 041 91/93 26 78  
E-Mail: [info@hype-rc.de](mailto:info@hype-rc.de), Internet: [www.hype-rc.de](http://www.hype-rc.de)

### JK Bruno Fuest

Mittelstrasse 49, 33181 Bad Wünnenberg, Telefon: 029 53/75 96  
E-Mail: [brunofuest@aol.com](mailto:brunofuest@aol.com), Internet: [www.jk-klapptriebwerke.de](http://www.jk-klapptriebwerke.de)  
Bezug: Direkt

### Merbold electronic Dirk Merbold

Steige 19, 75031 Eppingen, Tel 072 62/60 14 16  
E-Mail: [dirk@merbold-electronic.de](mailto:dirk@merbold-electronic.de), Internet: [www.merbold-electronic.de](http://www.merbold-electronic.de)  
Bezug: Direkt

### Modellbau Josef Eichstetter

Lerchenstr. 6, 82110 Germering, Tel.: 01 70/29 31 209  
E-Mail: [info@eichstetter.de](mailto:info@eichstetter.de), Internet: [www.eichstetter.de](http://www.eichstetter.de)  
Bezug: Direkt

### Ernst Reiff

Lessingstr. 12, 72805 Lichtenstein, Tel. 071 29/56 20  
E-Mail: [ernstreiff@aol.com](mailto:ernstreiff@aol.com), Internet: [www.flugmodelltechnik.com](http://www.flugmodelltechnik.com)  
Bezug: Direkt

### Rödelmodell

Lausangerweg 4, 86874 Mattsies, Tel. 082 68/713  
E-Mail: [info@roedelmodell.com](mailto:info@roedelmodell.com), Internet: [www.roedelmodell.com](http://www.roedelmodell.com)  
Bezug: Direkt und Fachhandel

### Florian Schambeck Luftsporttechnik

Stadelbachstr. 28, 82380 Peissenberg, Telefon: 088 03/489 90 64  
E-Mail: [schambeck@klapptriebwerk.de](mailto:schambeck@klapptriebwerk.de), Internet: [www.klapptriebwerk.de](http://www.klapptriebwerk.de)  
Bezug: Direkt

### SM-Modellbau

Blumenstraße 24, 82407 Wielenbach  
Telefon: 08 81/927 00 50, Fax: 08 81/927 00 52  
E-Mail: [info@sm-modellbau.de](mailto:info@sm-modellbau.de), Internet: [www.sm-modellbau.de](http://www.sm-modellbau.de)  
Bezug: Direkt und Fachhandel

### Thermo Flügel Modellbau GmbH

Im Kramersfeld 1, 96052 Bamberg, Telefon 09 51/42 00 52  
E-Mail: [info@thermoflugel.com](mailto:info@thermoflugel.com), Internet: [www.thermoflugel.com](http://www.thermoflugel.com)  
Bezug: Direkt

### Thoma Modelltechnik UG

Auf der Kuhr 40 a, 60435 Frankfurt, Telefon: 069/95 41 74 68  
E-Mail: [info@dr-martin-thoma.com](mailto:info@dr-martin-thoma.com), Internet: [www.dr-martin-thoma.com](http://www.dr-martin-thoma.com)  
Bezug: Direkt

gen. Dies verhindert, dass das Modell beim Start durch das Nickmoment des Antriebs auf die Nase geht. Ein leichtgängiges, rollwiderstandsarmes Rad tut sein übriges dazu. Ideal ist natürlich ein kugelgelagertes Vollgummirad.

Ein Klapptriebwerk in einen Rumpf einzubauen ist keine Standardaufgabe, soviel ist schon mal klar. Ist die Position des Triebwerks festgelegt, erfolgt das Ausschneiden der Rumpflappen. Nach den Erfahrungen des Autors ritzt man am besten den GFK-Rumpf mit der Rückseite eines Teppichmessers entlang eines Stahllineals. Die Schnitte werden exakt gerade und bedürfen nur minimaler Nacharbeit. Bei der Befestigung der Triebwerksmechanik fordert jedes Triebwerkskonzept seine individuelle Lösung. Oft werden Querspannten eingesetzt, an die die Mechanik angeschraubt werden kann. Manche nutzen auch das Rohr der Flächenbefestigung oder viereckige Kastenkonstruktionen. Wie stark der Rumpf durch das Austrennen der Klappen geschwächt wird, ist von der Größe des Klappenausschnitts abhängig. Doch auch bei langen Klappenausschnitten kann mit zwei Längsspannten aus GFK- oder CFK-beschichtetem Balsaholz oder Hartschaum eine ausreichende Steifigkeit des Rumpfs wieder hergestellt werden.

Die drehbare Lagerung der Rumpflappen kann analog zu den Fahrwerksklappen erfolgen. Hier kommen häufig u-förmige Scharniere zum Einsatz, die die Klappen nach



*Merbold electronic bietet eine Triebwerkssteuerung für unterschiedliche Triebwerkshersteller an. Damit lässt sich das Triebwerk bei Bedarf vollautomatisch betreiben, wahlweise kann die Motorsteuerung über den Gasknüppel erfolgen*

außen schwenken lassen und dadurch den Triebwerksarm wenig behindern und gleichzeitig den Klappenausschnitt gering halten. Dann gibt es noch die Möglichkeit, die Klappen durch das Triebwerk aufzudrücken und über Federkraft zu schließen. Puristen lenken selbstverständlich auch jede einzelne Klappe per Servo an und verschließen die Klappen, sobald das Triebwerk vollständig ausgefahren ist. Hier kommt dann gegebenenfalls auch eine Klapptriebwerkssteuerung zum Einsatz. Sie bietet den Komfort einer Ablaufsteuerung und regelt die Rumpfkappen, den Triebwerksarm, den Motorcontroller und bei Bedarf auch noch die Schleppkupplung mit nur einem Empfangskanal.

Nachdem das Triebwerk eingebaut wurde, sollten alle Kabel sauber verlegt werden, um ein Einklemmen während des Betriebs zu verhindern. Da wir es doch mit recht vielen, unterschiedlichen Kabeln zu tun haben, sollte man sich schon im Vorfeld überlegen, welche Verbindung wo verlegt wird. Gute Erfahrungen hat der Autor mit einer möglichst strikten Trennung von Starkstrom- und Steuerleitungen gemacht. Werden zum Beispiel die Servokabel alle an der linken Rumpfwand entlang geführt, so sollten die dicken Leitungen vom Antriebsstrang auf der gegenüberliegenden Rumpfseite befestigt werden. Dies beugt Störungen der Empfangsanlage vor und erleichtert im Fall des Falles auch die Fehlersuche, falls etwas einmal nicht ordnungsgemäß funktioniert.

### Flugpraxis

Sobald das Triebwerk eingebaut ist und die Funktionsprobe bestanden hat, möchte man natürlich auch zum Praxistest schreiten. Um es vorwegzunehmen, der erste Start mit einem Klapptriebwerk ist kein Hexenwerk, aber eben ungewohnt und deshalb muss er trainiert werden. Idealerweise befinden wir uns auf einem großräumigen Modellflugplatz und starten exakt gegen den Wind. Das Triebwerk wird ausgefahren und je nach Ausstattung lässt sich die Motordrehzahl mit dem Gasknüppel langsam Hochregeln oder aber eine Triebwerkelektronik gibt langsam Gas. Um das Nickmoment etwas zu mildern – das Rad rollt ja noch nicht und oberhalb des Modells drückt der Antrieb um den Schwerpunkt nach vorne – ziehen wir „voll Höhe“. Die Querruder wirken zu Startbeginn fast nicht, das Seitenruder wird voll angeströmt und wirkt daher sehr direkt. Sobald das Modell zu rollen beginnt, wird



*Mit dem ARF-Modell DG 1000 von Hype lässt sich für wenig Geld Klapptriebwerksluft schnuppern*

mit dem Seitenruder die Richtung und mit den Querrudern die Tragfläche gerade gehalten. Wird die Tragfläche hingegen von einem Helfer gerade gehalten, macht dies den Start etwas einfacher. Wir müssen den Elektrosegler möglichst gradlinig steuern und an Geschwindigkeit zulegen lassen. Sobald er die Grundfahrt überschritten hat, können wir das Höhenruder loslassen. Kurz darauf wird das Heck anheben. Ein kurzer Zug am Höhenruder und das Klapptriebwerksmodell verlässt zum ersten Mal aus eigener Kraft den Flugplatz. Im Kraftflug und auch schon beim Start hilft es, eventuell vorhandene Wölbklappen in Thermikstellung zu bringen und damit den Auftrieb zu erhöhen. Ansonsten muss man beim Fliegen eines Klapptriebwerksmodells nicht viel beachten. Einzig in niedriger Höhe sollte der Antrieb frühzeitig aktiviert werden, denn das Ausfahren der Triebwerksmechanik und die damit verbundenen Abläufe erfordern ein bestimmtes Zeitfenster und die Antriebsleistung steht damit nicht sofort, sondern etwas verzögert zur Verfügung.

—Anzeigen



Lieferbar in verschiedenen Steigungen als Zwei-, Drei- und Vierblatt. Größen von 15/6 bis 34/18

\*\*\* NEU \*\*\* Druckpropeller in verschiedenen Größen \*\*\* NEU \*\*\* Einzelheiten finden Sie auf unserer Homepage.

Menz Prop GmbH & Co.KG, Dammersbacher Str. 34, 36088 Hünfeld  
Tel.: 06652/747126, Fax 06652/747127, E-Mail: info@menz-prop.de

Alles für Ihren Antrieb aus unserem Shop!

# modellantriebe.de

☎ 030/247 222 50

Ihr Spezialist für RC-Modellantriebe im Internet

Der Autor beschäftigt sich schon lange Zeit mit dem Thema Klapptriebwerke. Hier die ASW 28 im Maßstab 1:3 von Rosenthal und einem Eigenbautriebwerk nach Vorlage der Elicker-Mechaniken



### KTWs beim DMFV

Eine hochkarätige Veranstaltung führt der DMFV im Juli dieses Jahres durch. Die Deutsche Meisterschaft für Semiscale Motorsegler und Klapptriebwerksmodelle findet vom 8. bis 10 Juli beim MFC Bergfalke Schlangen e.V statt – Infos unter: [www.bergfalke-schlangen.de](http://www.bergfalke-schlangen.de).

Wenige Tage später veranstaltet die DMFV Service GmbH die Klapptriebwerksmesse 2011. Diese findet vom 29. bis 31. Juli 2011 bei der FMSG Herrieden-Stadel statt. Modelle und Klapptriebwerke zahlreicher Aussteller werden hier in Aktion zu sehen sein. Infos unter: [www.fmsg-herrieden-stadel.de](http://www.fmsg-herrieden-stadel.de).

Mit Walter Peter, dem Sportreferent Motorsegler beim DMFV, werden die Interessen der Klapptriebwerksfans kompetent durch Deutschlands mitgliederstärksten Modellfliegerverband vertreten. Weitere Infos und Termine zum Thema Klapptriebwerke sind direkt beim DMFV unter <http://motorsegler.dmfv.aero> und der Rubrik Termine zu finden.

### Auf Knopfdruck

Klapptriebwerke galten lange Zeit als sehr aufwändig, die Antriebe als schwach und die Mechanik als wenig funktionssicher. Oft war dies eine Domäne von einigen wenigen Tüftlern. Dies hat sich mittlerweile grundlegend geändert. Es gibt einige etablierte Hersteller am Markt, die Antriebe sind dank bürstenloser Motoren sowie LiPo-Akkus sehr leistungsstark und mit der entsprechenden Elektroniksteuerung lässt sich das alles mit dem gewohnten Motorschalter auf Knopfdruck bedienen.



Auch Stephan Merz von SM-Modellbau bietet Triebwerkssteuerungen für die unterschiedlichsten Mechaniken an. Für die Elicker-Triebwerke gibt es einen Sensor, der das Triebwerk erst einfahren lässt, wenn die Luftschraube in der richtigen Endstellung verweilt



Walter Peter ist Sportreferent Motorsegler beim DMFV und fliegt selbst eine Ventus 2 mit Klapptriebwerk

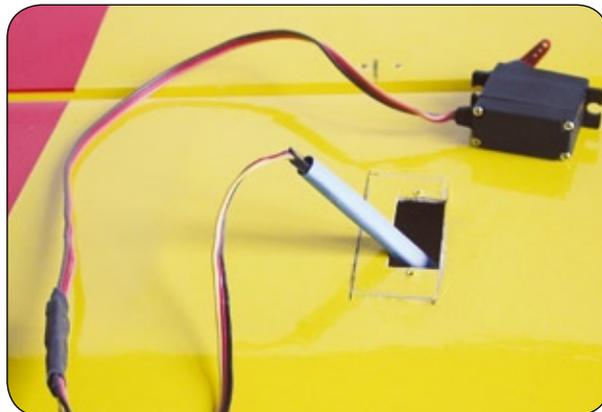
# e-rste Hilfe

## Ritzel wieder herunter bekommen

Bei unteretzten Antrieben ist *das Ritzel auf der Motorwelle meist fest aufgedrückt* und / oder mit speziellem Kleber, beispielsweise Loctite 648 aufgeklebt. Um es zerstörungsfrei und ohne Beschädigung der Welle wieder herunter zu bekommen, sollte man das Ritzel – und möglichst nur dieses – vorsichtig auf über 200 Grad Celsius erwärmen. Dies geht mit einem sauberen Lötkolben oder notfalls auch mit Hilfe eines Gasfeuerzeugs. *Vorsicht: Ritzel und Welle nicht ausglühen.* War das Ritzel nur aufgeklebt, lässt es sich dann meist mit einem Schraubenzieher abhebeln, wobei man das anliegende Lager nicht beschädigen darf. Klebereste danach durch längeres Einlegen in Azeton entfernen. Besser funktioniert das Ganze mit einer speziellen RITZEL-ABZIEHVORRICHTUNG, wie sie von aero-naut (Best. Nr. 7329/38) erhältlich ist. Damit bekommt man auch klemmende Ritzel meist zerstörungsfrei herunter.



*Gewindehebel für unterschiedliche Wellendurchmesser*



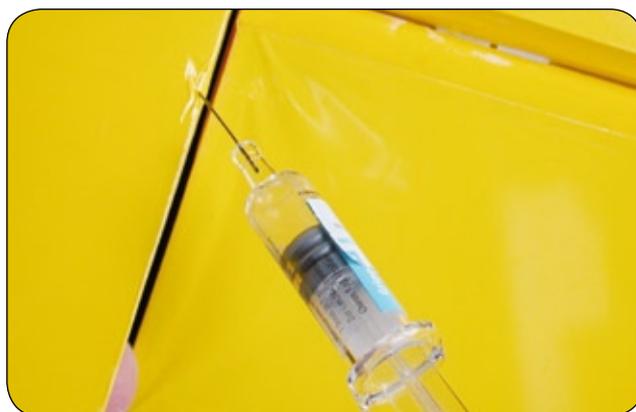
*Erst steifen Schrumpfschlauch durchstecken, dann weiches Servokabel durchziehen*

## Faden verloren?

Um Servokabel durch fertig gespannte Rippenflächen ziehen zu können, ist es sehr hilfreich, wenn der Hersteller dort vorher einen Faden eingelegt hat, mit dem das Kabel durchgezogen werden kann. Wurde dies vergessen oder ging der Faden irgendwie verloren, so hilft meist folgende Methode. Man nimmt einen SCHRUMPFSCHLAUCH, der knapp über den Servostecker passt. Er ist steif genug, um von der Flächenwurzel aus bis zum Servoschacht durchgeschoben werden zu können. Dann steckt man das Servokabel hinein und lässt die Hülle soweit schrumpfen, bis das Kabel sicher durch die *Rippenausschnitte gelotst* werden kann.

## Druckstelle im Balsaholz beseitigen

Balsaholz ist weich. Wie oft passiert es, dass aus Unachtsamkeit eine hässliche DRUCKSTELLE entsteht. Doch diese muss nicht so bleiben. Druckstelle *einfach etwas anfeuchten, eine Minute warten und dann mit dem Fön erwärmen.* Dadurch quillt das Holz auf und die Delle ist in den meisten Fällen verschwunden. Auch wenn das Teil bereits mit Papier oder Folie bespannt wurde, braucht man nicht zu verzweifeln. Mit einer Injektionsspritze (dünne Nadel) an einer möglichst unauffälligen Stelle etwas Wasser injizieren, kurz warten und mit dem Fön vorsichtig erwärmen. Dabei unbedingt den *Temperaturbereich der Folie beachten!*



*Einige Kubikmillimeter Wasser lassen das Holz der Delle quellen*

# Kompaktklasse

Zwischen den kleinen, super *kompakten Pocketladern* und den großen, potenten Highend-Ladern platzieren sich die ALLROUNDER DER KOMPAKTKLASSE. Sie sind beliebt, immer bereit und lassen sich flexibel einsetzen, einen Standard-LiPo vollzuladen. *Acht Vertreter haben wir genauer unter die Lupe genommen.*

Als gefragte Zwischengröße sind die Anforderungen an die Geräte dieser Klasse hoch. Anwender wünschen sich einen Lader, der der eierlegenden Wollmilchsau recht nahe kommt. Ausschlaggebend ist ein attraktiver Preis. Der darf gute Ladeleistungen nicht ausschließen. Ein 3s-LiPo als Standard-Akku mit etwa 3.300 Milliamperestunden

Kapazität sollte bei einer Laderate von 1C geladen werden. Um für die Zukunft gerüstet zu sein, darf der Ladestrom im 6s-Betrieb nicht zu stark in die Knie gehen. Zudem ist der flexible Einsatz an der Autobatterie oder über das 230-Volt-Netz von hoher Bedeutung. Erst das macht die Kompakten dieser Klasse zu Immer-dabei-Geräten.

## Hyperion EOS 0720i Net3

Preis: 143,- Euro

Internet: [www.hyperion-europe.com](http://www.hyperion-europe.com)

150 Watt Ladeleistung und bis zu sieben gebalancierte LiPo-Zellen soll das EOS 0720i Net3 AD von Hyperion schaffen. An einer Ampere-starken Autobatterie sind die abrufbar, mit Netzteil bleiben noch ordentliche 90 Watt übrig, was bei einem 6s-LiPo 3,7 Ampere Ladestrom bedeuten. Am EOS 0720i Net3 AD lassen sich ein Temperatur-Sensor oder ein PC anschließen. Positiv fallen auch die drei unterschiedlichen Balancer-Adapter auf, die das Ausgleichen der Spannung von bis zu 7s-LiPos ermöglichen. Auf der Gehäuse-Unterseite befindet sich eine Klappe, unter der sich das 12-Volt-Kabel oder Balancer-Adapter verstauen lassen. Weniger überzeugen kann das laute Lüftergeräusch. Das relativ kleine Display lässt sich jedenfalls gut ablesen und die Programmierung fällt leicht.

### Hyperion

**EOS 0720i Net3**

- ⌚ Sehr hoher Ladestrom
- ⌚ Hohe Ladeleistung
- ⌚ Gut lesbares Display
- ⌚ Gut zu programmieren
- ⌚ Lauter Lüfter

★★★★★ SEHR GUT





**robbe C8 EQ-BID**  
 Preis: 129,- Euro  
 Internet: [www.robbe.de](http://www.robbe.de)

Zum Lieferumfang des robbe-Laders gehören neben Anschlusskabel und Balancer-Board auch ein BID-Chip. Dieser speichert die Lade- und Entlade-Parameter eines einzelnen Akkus, was Fehler beim Laden vermeiden hilft. Kein anderer Hersteller bietet ein ähnliches Feature an. Die Bedienung des Universalladers über Taster und ein elektronisches Drehrad – neudeutsch Cap-Touchwheel – gelingt mit Unterstützung des deutschsprachigen Handbuchs tadellos. Das Display könnte gerne kontrastreicher sein. 135 Watt stehen im 12-Volt- und 110 Watt im 230-Volt-Betrieb zur Verfügung. Maximal nimmt es der Lader mit acht LiPo-Zellen auf. Der Ladestrom endet bei 6,5 Ampere. In der Summe können mit dem C8 EQ-BID auch größere Akkus mit höheren C-Raten sehr gut geladen werden.

**robbe**  
 C8 EQ-BID

- ⬆️ BID-Chip-System
- ⬆️ Gut zu bedienen
- ⬆️ Hohe Ladeleistung
- ⬆️ Bis 8s-LiPo-Zellen
- ⬇️ Kontrastarmes Display

★★★★☆ GUT

**Thunder Tiger**  
 ACE RC T6AC

- ⬆️ Leicht zu bedienen
- ⬆️ Leiser Lüfter
- ⬆️ Hochwertig verarbeitet
- ⬆️ Gut lesbares Display
- ⬇️ Geringe Ladeleistung

★★★★☆ BEFRIEDIGEND

**Thunder Tiger ACE RC T6AC**  
 Preis: 125,- Euro  
 Internet: [www.thundertiger.de](http://www.thundertiger.de)

Das kleine, leichte und kompakte ACE RC T6AC von Thunder Tiger besitzt ein sehr gut ablesbares, Hintergrund-beleuchtetes Display. Dieses zeigt auf einen Blick alle wichtigen Daten wie Strom, Spannung und Ladedauer an. Über vier Folientasten lässt es sich intuitiv und fast ohne Bedienungsanleitung programmieren. An der rechten Seite sind Steckplätze für Balancer-Anschlüsse von 2s- bis 6s-Zellen vorhanden. Gegenüberliegend befindet sich ein Steckplatz für einen Temperatur-Sensor, der neben Adapter-Balancer-Stecker und einem PC-Interface gesondert zu erwerben ist. Das Netzteil wird aktiv über einen Lüfter gekühlt, der recht leise seinen Dienst verrichtet. Das hochwertig verarbeitete Aluminium-Gehäuse wird dabei im Betrieb etwas warm. Da alle Kabel abziehbar sind, ist das ACE RC T6AC der ideale Begleiter für alle Lebenslagen.



## Graupner Ultramat 16s

Preis: 146,20 Euro

Internet: [www.graupner.de](http://www.graupner.de)

In der Kompaktklasse tut sich der Graupner-Lader durch seine maximal 10 Ampere Ladestrom hervor. Im 230-Volt-Betrieb stehen maximal 90, und bei 12 Volt 150 Watt Ladeleistung bereit. Ob die voll genutzt werden oder auch nur ein Bruchteil davon, tangieren den Lüfter nicht. Im LiPo-Betrieb springt er immer und relativ geräuschvoll an. Das Handbuch erklärt die einfache Bedienung sehr gut. Das Hintergrund-beleuchtete Display zeigt die Werte gut ablesbar an. Kabel und Balancer-Adapter gehören zum Lieferumfang; ebenso ein USB-Kabel zum Auslesen von Ladedaten. Nicht zu verachten ist auch die Entladeleistung mit 40 Watt bei maximal 5 Ampere.



### Graupner Ultramat 16s

- ⬆️ Hohe Ladeleistung
- ⬆️ Sehr hoher Ladestrom
- ⬆️ Gut zu bedienen
- ⬆️ Sehr hohe Entladeleistung
- ⬇️ Lauter Lüfter

★★★★☆ GUT

### BMI Models

Pro-6+

- ⬆️ Gut lesbares Display
- ⬆️ Leiser Lüfter
- ⬆️ Programmieröne abschaltbar
- ⬇️ Geringe Ladeleistung

★★★★☆ BEFRIEDIGEND



### BMI Models Pro-6+

Preis: 99,- Euro

Internet: [www.bmi-models.com](http://www.bmi-models.com)

Das kompakte Pro-6+ von BMI Models ist intuitiv bedienbar, besitzt ein sehr gut erkennbares, Hintergrund-beleuchtetes Display und wird mit allen nötigen Kabeln wie auch Balancer-Adaptoren ausgeliefert. Zusätzlich liegt dem Pro-6+ ein Temperatur-Sensor bei. Das bisweilen nervige Piepsen beim Tastendruck ist abschaltbar – dieses Feature dürfte gerne zum Standard in dieser Geräteklasse avancieren. Als Zubehör ist zudem ein so genanntes 4-in-1-Display erhältlich, mit dem man sich Spannungskurven, geladene Ampere und die Spannung der einzelnen Zellen anzeigen lassen kann. Das Gehäuse des Laders besteht aus schwarz eloxiertem Aluminium und besitzt einen integrierten Lüfter, der zum einen nur aktiv wird, wenn die Temperatur steigt und zum anderen selbst dann sehr leise seinen Dienst verrichtet. Bei einem 6s-LiPo stehen immer noch 2,2 Ampere Ladestrom an, was die Herstellerangabe von 50 Watt sogar knapp übertrifft.

## LRP Quadra Pro3

Preis: 109,99 Euro

Internet: [www.lrp.cc](http://www.lrp.cc)

Blaues Plastik umkleidet das Quadra Pro3 von LRP electronic, an das bis 6s-LiPos angeschlossen werden können. Maximal stehen 50 Watt Ladeleistung bereit, die auf einen Strom von 2,1 Ampere bei einem 6s-LiPo schmelzen – wie bei zahlreichen Mitbewerber auch. Eine Besonderheit bringt das Gerät mit: Es arbeitet selbst unter Volllast lautlos. Das Menü präsentiert sich klar gegliedert und übersichtlich, hier muss man sich nicht mit verschachtelten Untermenüs herumplagen. Zum Auftritt passt die blaue Hintergrundbeleuchtung des Displays. Die Bedienung erfolgt über vier Drucktasten. Ein Ladeport und eine Balancer-Buchse – ohne beiliegenden Adapter – zieren den Quadra.



### LRP

#### Quadra Pro3

- ⤴ Gut lesbares Display
- ⤴ Sehr leiser Lüfter
- ⤴ Einfach zu programmieren
- ⤵ Geringe Ladeleistung

★★★★☆ BEFRIEDIGEND

### Multiplex

#### Equilibrium DX

- ⤴ Hoher Ladestrom
- ⤴ Hohe Ladeleistung
- ⤴ Hohe Entladeleistung
- ⤴ Gut zu bedienen
- ⤵ Lauter Lüfter

★★★★☆ GUT



## Multiplex Equilibrium DX

Preis: 129,99 Euro

Internet: [www.multiplex-rc.de](http://www.multiplex-rc.de)

Respektable 4,7 Ampere leistet das Equilibrium DX von Multiplex im 230-Volt-Betrieb bei einem 6s-LiPo. Hier haben die Entwickler sich offensichtlich auf ein leistungsfähiges Netzteil konzentriert, denn über den 12-Volt-Anschluss sind 110 Watt möglich. Allerdings ist der Lüfter bei Netzbetrieb deutlich zu hören. Hinzu gesellt sich eine satte Entladeleistung von bis zu 3 Ampere – üblich sind in dieser Klasse 1 Ampere. Das Gerät verfügt über ein robustes Aluminium-Gehäuse mit Kunststoff-Einsatz. Bedient wird es über drei Tasten, von denen eine drehbar ist, um durchs Menü zu scrollen, was zunächst etwas gewöhnungsbedürftig ist. Mit Anleitung gelingt das ganz gut. Zum Lieferumfang gehören einige Kabel und Balancer-Adapter.

**e Testsieger**

## Pichler eStation BC-8DP

Preis: 179,- Euro

Internet: [www.pichler-modellbau.de](http://www.pichler-modellbau.de)

Unter den Kompakten sticht dieses eindeutig heraus. Mit maximal 180 Watt Ladeleistung an der Autobatterie und 120 Watt über das integrierte Netzteil, kann es bei 230-Volt-Stromversorgung einen 6s-LiPo mit bis zu 4,7 Ampere bedienen. Überdies kann der Lader bis 8s-LiPos laden – ist also auch für höhere Weihen geeignet, auch wenn die Grenze bei 10 Ampere Ladestrom liegt. Die Bedienung erfolgt über zwei Taster und einen Drehgeber, mit dem man durch die Menüs scrollt. Das Display ist gut ablesbar und sehr großzügig. Die Programmierung gelingt beinahe intuitiv und die grafische Wiedergabe von Informationen überzeugt auf ganzer Linie. Zum Lieferumfang gehören Kabel, Balancer-Adapter und eine CD mit Software zur Datenauswertung. So viel Technik hat seinen Preis, dafür bekommt der User ein Top-Gerät.



**Pichler BC-8DP**

- ⬆️ Sehr hohe Ladeleistung
- ⬆️ Sehr hoher Ladestrom
- ⬆️ Sehr gutes und großes Display
- ⬆️ Umfangreiche und informative Menüs
- ⬇️ Hoher Preis

★★★★★ SEHR GUT



**e Testsieger**

**e Sieger Preis-Leistung**

### Technische Daten

Name	BC-8DP	EOS 0720i Net3	C8 EQ-BID	Ultramat 16s	Equilibrium DX
Hersteller	Pichler	Hyperion	robbe	Graupner	Multiplex
Preis in Euro	179,-	143,-	129,-	146,20	129,99
Ladeleistung DC in Watt	180	150	135	150	120
Ladeleistung AC in Watt	120	90	110	90	100
Ladestrom max. in Ampere	10	20	6,5	10	8
Entladeleistung in Watt	25	50	25	40	50
Entladestrom max. in Ampere	5	5		5	3
Anzahl LiXX-Zellen	8	7	8	6	6
Testurteil	★★★★★	★★★★★	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆



## Hobbyfly Supermate DC6

Preis: 59,- Euro  
 Internet: [www.hobbyfly.de](http://www.hobbyfly.de)

Schon der optische Auftritt beeindruckt beim Supermate DC6. Das grelle Orange schreit förmlich nach Lade-Orgien. Das Programmieren über vier Drucktaster gelingt, sobald man sich mit Hilfe der deutschen Anleitung die Menüstruktur erarbeitet hat, recht gut. In puncto Ladeleistung sind den maximal möglichen 50 Watt und der Begrenzung auf 5 Ampere keine hohen Ladeströme zu entlocken. Dafür lassen sich am Supermate die Ladeparameter von fünf Akkus dauerhaft speichern, was den Komfort erheblich steigert. Der Lüfter fällt durch sein Arbeitsgeräusch deutlich auf. Freuen kann man sich über den reichen Lieferumfang an Kabeln und den ungeschlagen niedrigen Preis. Für sehr wenig Geld erhält man einen brauchbaren, flexiblen Lader, der 3s-Standardakkus optimal befüllt.

### Hobbyfly Supermate DC6

- ⬆️ Niedriger Preis
- ⬆️ Akkuspeicher
- ⬆️ Gut programmierbar
- ⬆️ Gut lesbares Display
- ⬇️ Geringe Ladeleistung

★★★★☆ BEFRIEDIGEND

## Fazit

Um leistungsstarke Akkus hoher Kapazität und Zellenzahl adäquat zu laden, sollte man gerade in der Kompaktklasse genau auf die gebotene Leistung des Ladegeräts achten. Die Zeiten, in denen sich alle Geräte um die 50 Watt Ladeleistung tummelten, sind lange vorbei. Für ein paar Euro mehr bekommt man bereits einen flexiblen, gut ausgestatteten Lader, der auch große 6s-LiPo-Akkus zuverlässig mit 1C-Laderate bedienen kann. Der Griff zu einem Gerät aus der Oberklasse kann getrost entfallen. Wer partout unter 100,- Euro bleiben will, sollte einen Blick auf die Pocketlader-Klasse werfen. Zwar verzichtet man dann auf ein integriertes Netzteil, bekommt aber im Einzelfall wesentlich mehr Ladeleistung geboten. Mit dem Preis-Leistung-Sieger C8 EQ-BID von robbe ist man gut gewappnet. Beim Testsieger BC-8DP von Pichler bekommt man für etwas mehr Geld einen sehr guten Lader, der allen Alltagssituationen gewachsen ist und überdies weitere Features für ein langlebiges Akkumanagement bereithält.



ACE RC T6AC	Pro-6+	Quadra Pro3	Supermate DC6
Thunder Tiger	BMI Models	LRP electronic	Hobbyfly
125,-	99,-	109,99	59,-
50	50	50	50
50	50	50	50
5	5	5	5
5	5	5	k.A.
1	1	1	1
6	6	6	6
★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆

# e-Facts

*Elektroflug ist zu einem unkomplizierten, weit verbreiteten Freizeitvergnügen geworden. Einschalten, losfliegen. Und dennoch drängt sich so manche FRAGE auf. Auch gehört HALBWISSEN auf den Prüfstand, LEGENDEN sind zu entzaubern und aktuelle ENTWICKLUNGEN zu präsentieren. Hier die Fakten.*

*Beim Innenläufer sollte das Timing immer null Grad betragen.*

Innenläufer weisen bei vergleichbarer Polzahl meist etwas weniger Induktivität auf als Außenläufer. Dennoch brauchen auch sie 2 bis 15 Grad Timing. Vorsicht: Nicht alle Regler, bei denen ein „Autotiming“ einstellbar ist, ermitteln diesen Wert optimal!



*Pro Kilogramm Modellgewicht sind 100 Watt Antriebsleistung erforderlich hieß es früher immer. Gilt das auch heute noch?*

Das war die Faustformel für Elektrosegler, als noch mit Bürstenmotoren gearbeitet wurde. Diese Zeiten sind schon sehr lange vorbei. Heutige Antriebe haben einen besseren Wirkungsgrad und arbeiten meist auch mit größeren Pro-



*Um schneller zu fliegen, nimmt man einfach einen Propeller mit höherer Steigung.*

Im Prinzip ja, aber dieser benötigt auch mehr Leistung. Um diese gleich zu halten, müsste der Durchmesser reduziert werden. Propeller mit hoher Steigung entwickeln bei gleicher Motorleistung weniger Standschub, was eventuell zu Startproblemen führen kann. Passen Luftschraube und Motor nicht zusammen, ist im schlimmsten Fall mit einem Motorschaden zu rechnen.



pellern. Bei Soft-Seglern genügen so heute 60 bis 70 Watt Eingangsleistung. Auf der anderen Seite reicht die Leistungsskala heute bis über 500 Watt pro Kilo, zum Beispiel bei 3D-/Kunstflugmodellen oder Impellerjets. Kann denn Leistung Sünde sein?

Die Energiedichte von 50C-LiPos ist höher als bei 20C. Daher sind diese in jedem Fall besser.

Das Gegenteil ist der Fall. LiPos mit hohem C liefern bei gleicher Strombelastung zwar mehr Spannung. Dies kann aber den Rückgang an Energiedichte, mit der man die Hochstromauslegung erkaufte, nicht wettmachen. Denn statt mehr aktiver Masse – die Kapazität bringen könnte – enthalten Hochstrom-LiPos dickere Ableiter. Die leiten zwar den Strom besser nach außen, sind aber elektrochemisch inaktiv. Dick auf den Merktzettel schreiben: nicht mehr C als nötig.



3D-Showflug lebt doch von den Effekten. Elektrisch fehlt da nicht nur der Sound, sondern es ist auch unspektakulär, weil man keinen Smoker zuschalten kann.

Langeweile ade! Emcotec hat da genau das Richtige im Programm. In puncto Effekthascherei bietet das PowerSmoke 4000 erstmals die Erzeugung eines dichten und kräftigen Rauchs für Modelle mit Elektroantrieb. Das



Gerät wird aus dem Flugakku oder einem externen 12s- bis 14s-LiPo versorgt. Zur Markteinführung wird es ein großes System für die Dreimeter-Kunstflugklasse geben. Kleinere Versionen sind in Planung. Zum Einbau sind ein Empfängerkanal, ein externer Tank sowie die Stromversorgung nötig. Alle weiteren Komponenten sind in die PowerSmoke 4000 integriert. Ein leistungsstarker Mikrocontroller überwacht die Raucherzeugung und sorgt für höchste Sicherheit, zum Beispiel einen Tiefentladeschutz. Zur Markteinführung wird es auch ein spezielles Rauchöl geben. Infos und Bezug: Emcotec GmbH, Waldstr. 21, 86517 Wehringen, Telefon: 082 34/959 89 50, Internet: [www.rc-electronic.de](http://www.rc-electronic.de)

überwacht die Raucherzeugung und sorgt für höchste Sicherheit, zum Beispiel einen Tiefentladeschutz. Zur Markteinführung wird es auch ein spezielles Rauchöl geben. Infos und Bezug: Emcotec GmbH, Waldstr. 21, 86517 Wehringen, Telefon: 082 34/959 89 50, Internet: [www.rc-electronic.de](http://www.rc-electronic.de)

Anzeige



[www.hepf.at](http://www.hepf.at)

### YAK - 55 Antriebsset



#### YAK - 55 M2.2

in den Farben Blau-Rot oder Rot-Gelb



... ab 80 € versandkostenfrei • innerhalb Österreich und Deutschland, ausgenommen Sperrgut

HEPF - Modellbau & CNC-Technik  
A-6342 Niederndorf • Dorf 69  
Bestellhotline +43.5373.570033 • [info@hepf.at](mailto:info@hepf.at)

Text: Stefan Strobel  
Fotos: Fred Anneck, Markus Siering, Birgit Marquardt

# Zweikampf

Im Ring stehen der Logo 600 SE von Mikado und der T-Rex 700 E in der Super Combo von robbe. Obgleich der Logo noch die Bezeichnung 600 trägt, reiht er sich doch in die Riege der waschechten 700er ein. Denn das Kürzel SE steht für ein längeres Heckrohr und damit



Logo 600

## Kontronik Pyro 700-52

Beide Helis werden natürlich jeweils von einem bürstenlosen Außenläufer angetrieben. Im Fall des Logo 600 SE ist dies ein Kontronik Pyro 700-52. Das Besondere an diesem Motor ist der hohe Wirkungsgrad in Verbindung mit dem geringen Gewicht von nur 375 Gramm. Und übertreibt man es mit den Belastungen doch einmal, nimmt es das Triebwerk nicht krumm. Denn die Neodym-Magnete können vertragen eine Temperatur bis zu 150 und die Wicklungen gar bis zu 300 Grad Celsius. Der Pyro dreht im Leerlauf 520 mal in der Minute pro angelegtem Volt, womit er sich hervorragend für einen zehnzelligen LiPo-Akku eignet.



*Zwei Helis stehen sich gegenüber. Beide besitzen jeweils zwei Rotorblätter, eine Haube, einen Heckrotor, Kufenbügel und keine Paddel. Beide haben auch einen annähernd identischen Rotordurchmesser, sind für Kunstflug ausgelegt – und doch haben beide Helis völlig VERSCHIEDENE KONZEPTE. Was also unterscheidet beide voneinander?*

auch für die Möglichkeit, Rotorblätter mit 690 Millimeter Länge verwenden zu können – eben, wie es sich für die Königsklasse im Elektroflug auch gehört. Äußerlich scheinen die zwei Kämpfer also ähnlich, doch der Unterschied liegt wie so oft auch hier im Detail.



T-Rex 700



### **Align Super Power RCM-BL700MX**

Auch der Align Super Power RCM-BL700MX packt im T-Rex 700 E mächtig an. Das X hinter der Bezeichnung steht für eine neue Auflage des bekannten Motors, der nun keine Hitze Probleme mehr kennt und damit noch mehr Leistung verspricht. Mit 405 Gramm ist der BL700MX um satte 30 Gramm schwerer, was jedoch im Gesamtgewicht des Helis nicht weiter auffallen sollte. Die spezifische Drehzahl von 510 Umdrehungen in der Minute pro Volt erfordert eine etwas höhere Untersetzung, da ein 12s-Setup im T-Rex vorgesehen ist. Der Align-Treibling liefert zwar mächtig Power, hinkt dem Pyro aber dennoch aufgrund des höheren Gewichts und des niedrigeren Wirkungsgrads leistungsmäßig hinterher.

## Kontronik Jive 80+ HV

Power is nothing, without ... Aus diesem Grund sorgt sich im Logo auch ein Kontronik Jive 80+HV um die Regelung der Motordrehzahl. Was die Drehzahl-Regeleigenschaften angeht, ist dieses Gerät über jeden Zweifel erhaben. Die höchste Belastbarkeit ist zwar mit 80 Ampere angegeben, jedoch kann man diese mit Hilfe eines Kühlkörpers noch deutlich anheben. Die Besonderheit des Jive: ein mit 5 Ampere belastbares Hochvolt-BEC.



## Castle Creation Phoenix Ice HV 120

Der neuesten Version des T-Rex 700 E Super Combo von robbe liegt als besonderes Schmankerl ein Castle Creations-Controller bei, der mit bis zu 120 Ampere Belastbarkeit angegeben ist. Die Stelleigenschaften des Ice HV genügen zwar vollends fürs Fliegen, jedoch sind ab und zu kleinere Drehzahleinbrüche bemerkbar, die beim Jive eben nicht vorkommen. Außerdem besitzt der Castle Creation kein BEC-System für die Empfängerstromversorgung.

## Chassis

Einer der größten Unterschiede der beiden Helis offenbart sich beim Chassis. Das Konzept beim Logo 600 SE setzt hier ganz klar auf Leichtbauweise. Das kohlefaserverstärkte Kunststoff-Chassis ist mit das leichteste seiner Klasse. Schraubt man beide Hälften aufeinander, ergibt sich ein sehr torsionsteifes und leichtes Chassis, das seinesgleichen sucht. Das Konzept hier: Effizienz durch geringes Gewicht. Denn Leistung ist das Verhältnis zwischen Gewicht und Eingangsleistung.



## Chassis

Bei Align geht man hier einen anderen Weg. Das Chassis besteht komplett aus zwei CFK-Seitenteilen und besitzt Lagerböcke und Abstandshalter aus gefrästem und gedrehtem Aluminium. Das sieht alles sehr edel und robust aus. Ist es auch, doch natürlich geht das alles aufs Gewicht. Im Klartext heißt das, dass das Chassis zwar steifer, jedoch auch schwerer als das des Logo ist.



## Hacker TopFuel

Um ins Konzept zu passen, trägt auch der Akku das Kürzel light. Der TopFuel-LiPo von Hacker hat 5.000 Milliamperestunden Kapazität und ist mit einer Dauerbelastbarkeit von 20C angegeben. Das hört sich zunächst etwas wenig an, doch 100 Ampere Dauer zieht kein Antrieb. Das Gewicht liegt bei 1.270 Gramm.



## robbe Roxxy-Power

Wo rohe Kräfte sinnvoll walten, muss vor allem auch der Akku halten. Der Roxxy-Power ZY besteht aus zwei in Reihe geschaltete 6s-Packs mit jeweils 5.000 Milliamperestunden Kapazität und 30C Belastbarkeit. Doch das erkauft man sich hier mit Gewicht: Satte 1.640 Gramm bringen beide Packs auf die Waage.



## Mikado V-Stabi

Die Innovation im Bereich der RC-Modellhelikopter waren in der letzten Zeit so genannte Stabilisierungssysteme. Durch den Wegfall der Paddelstange fliegen – gerade bei Elektrohelis so wichtig – die Helis noch effizienter. Die Elektronik übernimmt hierbei die Stabilisierung und zugleich verhindert sie ein Aufbäumen beim schnellen Vorwärtsflug. Im Logo kommt natürlich das hauseigene V-Stabi von Mikado in der Version 5.0 zum Einsatz. Dieses Flybarlesssystem ist einfach einzustellen und arbeitet schlicht hervorragend. So fliegt der Heli ohne nachzuwippen oder gar aufbäumen genauso, wie man es erwartet.



## robbe HC3-SX

Im T-Rex 700 war zunächst das Align-Flybarlesssystem 3G FL760 verbaut. Dieses jedoch überzeugte selbst in der bis dato aktuellen Version 2.1 nicht vollends. So war in schneller Fahrt ein leichter Wellenflug bemerkbar. Zudem zog der Heli bei senkrechten Steigflügen immer nach hinten. So wurde das Gerät gegen das neueste HeliCommand HC3-SX von robbe getauscht. Dieses System erfordert durch die vielfältigen Einstellmöglichkeiten etwas Einarbeitung, belohnt dann jedoch mit guten Flugeigenschaften.

Tatsache ist ja, dass die Flugeigenschaften eines Flybarless-Helis maßgeblich von der Elektronik beherrscht werden. Das Ansprechverhalten, das Einrastverhalten und die Stabilität beim Schwebeflug, all das übernimmt das System. Möchte man nun das Flugverhalten selbst bewerten, bleiben im Grunde nur noch die Eckwerte wie Gewicht, strukturelle Stabilität, subjektiv empfundene Leistung und Flugzeit. Gut, ganz so einfach ist die Sache nun auch wieder nicht. Denn hier spielen viele Faktoren zusammen, die im Flug ein einheitliches Bild ergeben. Beim Logo passt dieses vom Start weg. Der Schwebeflug ist für einen Flybarless-Heli genial. Gibt man Pitch, schießt der Logo 600 SE förmlich in den Himmel. Hier macht sich zum ersten Mal das geringe Gewicht positiv bemerkbar.

Auch Loopings fliegen sich dank der sehr geringen Kreisflächenbelastung und der fehlenden Paddel spielend – der Durchzug ist einfach enorm. Rollen und Flips (eine Drehung des Helis um die Querachse) kommen direkt und ohne Verzug, V-Stabi sei Dank. Das Gute daran: Man kann sich die Drehrate von zahm bis fast unbeherrschbar einstellen. Doch auch Tic Tocs gelingen dank der geringen Masse relativ einfach, hierbei hat man einfach einen Tick mehr Zeit zu reagieren, als beim T-Rex 700 E. Doch der gibt sich auch bei Loopings keine Blöße. Diese gelingen nicht ganz so groß wie beim Logo, doch wer will schon an der Wolkengrenze fliegen? Der T-Rex macht einiges durch seine rohe Leistung wieder wett. Wobei der Logo hier durchaus das höhere Leistungsgewicht besitzt als der Rex. Denn dieser muss bei unwesentlich weniger Eingangs-Watt lediglich 3.700 statt

den 4.700 Gramm des T-Rex wuchten. Andererseits, in der Luft macht sich der Unterschied zunächst gar nicht so stark bemerkbar. Kunstflug lässt sich mit beiden wunderbar trainieren. Auch hartes 3D beherrscht der Logo 600 SE, der T-Rex 700 E sowieso. Doch nimmt man den Kunststoffboliden allzu hart ran, sind bald ein neuer Heckriemen und neue Gummis für die Kopfdämpfung fällig. Beim Rex ist dies nicht nötig. Dafür jedoch ist eben ein gehöriges Mehr an Energie nötig, um das höhere Gewicht durch die Figuren zu zirkeln. Das ist nicht besonders Effizient, macht aber Spaß.

Möchte man mehr Effizienz, könnte man beim Logo zum Beispiel die vollsymmetrischen Rotorblätter gegen welche mit tragendem Profil austauschen. Die neuen SpinBlades zum Beispiel eignen sich hier ganz hervorragend. So lässt sich bei angepasster Untersetzung oder weniger LiPos in Serie die Hauptrotordrehzahl senken und so der Wirkungsgrad weiter steigern. Gerade in Verbindung mit Paddellossystemen funktioniert diese Vorgehensweise, ohne Einschränkungen bei den Flugeigenschaften in Kauf nehmen zu müssen. Denn der Luftwiderstand steigt bekanntlicherweise im Quadrat.

Beim T-Rex 700 E geht man vermutlich den umgekehrten Weg: Mehr Akkukapazität, mehr Drehzahl und damit noch mehr Rockbarkeit. 2.000 Touren auf dem Kopf bei Helis dieser Größe benötigen schon allein für die Drehung eine gehörige Portion Energie. Gibt man Pitch, steigt die Ampere-nadel schnell auf über 100. Das jedoch ist egal, denn der Rex wurde zum Bolzen gebaut. Keine noch so harte Figur nimmt er übel, kein Stopp ist ihm zu hart.



Technische Daten		
Name	Logo 600 SE	T-Rex 700 E Super Combo
Hersteller	Mikado Model Helicopters	robbe
Internet	<a href="http://www.mikado-heli.de">www.mikado-heli.de</a>	<a href="http://www.robbe.com">www.robbe.com</a>
Hauptrotordurchmesser	1.550 mm	1.562 mm
Gewicht	ab 3.700 g	4.700 g
Super Combo-Preis	1.399,- Euro	1.339,- Euro
<b>Zubehör</b>		
Motor	Kontronik Pyro 700-52	Align Super Power RCM-BL700MX
Regler	Kontronik Jive 80+ HV	Castle Creation Phoenix ICE HV 120
Flybarless-System	Mikado Mini V-Stabi Blueline V5	Align-3G FL760 HeliCommand HC3-SX
Servos	Savöx SV 1273 TG	3x Align DS610 auf Taumelscheibe, ein DS650 auf Heck
Akku	Hacker TopFuel 10s 4.500 bis 5.000 mAh	zwei Stück Roxxy-Power ZY 6s 5.000mAh, 30C
Empfängerstromversorgung	Jive-BEC	Align RCE B6X-Regulator an 2s-LiPo

## Fazit

Was beim normalen Logo 600 noch wunderbar funktioniert, nämlich niedriges Gewicht mit Hardcore-3D-Fähigkeit zu verbinden, gelingt bei der SE-Variante von Mikado nur bedingt. Zwar fällt die Kreisflächenbelastung noch weiter, doch die langen Rotorblätter zehren bei harten Manövern an der Lebenskraft der Kopfdämpfungen und der Zahnriemen kann auf dieser Länge nun leicht überfordert werden – rockt man so richtig los. Alle, die einen hocheffizienten Heli suchen, sind mit dem Logo 600 SE genau richtig beraten. Denn normaler Kunstflug und dynamisches 3D sind die Stärken des Helis. Dies in Verbindung mit niedrigerer Drehzahl lässt bei einem Heli dieser Größe Dauerflugrekorde zu (ausführlicher Bericht hierzu in RC-Heli-Action Ausgabe 5/2010). Hierzu trägt auch der sehr effiziente Kontronik Pyro 700/52 bei. So steht dem Dauerflugvergnügen nichts mehr im Wege. Nur um nochmals die Eckpunkte zu verdeutlichen: Freizeit- und 3D-Piloten werden den Logo 600 SE nicht an seine Grenzen bringen. Wer wirklich harten Kunstflug betreiben möchte, dem sei der normale Logo 600 empfohlen.



Oder aber man greift zum T-Rex 700 E in der Super Combo von robbe. Dieses Gerät hat zwar satte 1.000 Gramm mehr auf den Rippen – was natürlich zu Lasten der Flugzeit und Effizienz geht – doch der Rex ist zum Rocken geboren. Dass das Mehrgewicht durch noch mehr Akku erkaufte werden muss, fällt hier jedoch erst auf den zweiten Blick auf. Doch diese Gerät ist dadurch in der Luft schlicht unzerstörbar. Wer einen Heli sucht, mit dem sich gnadenlos rocken lässt, der sollte sich den T-Rex ansehen.

Anzeigen

**Hacker**  
Brushless Motors



[www.hacker-motor.com](http://www.hacker-motor.com)

**REALFLIGHT**  
R/C FLIGHT SIMULATOR

**G5.5**

**Topfuel**

**SebArt**  
Modellbau Zubehör

**THUNDER POWER RC**

**EXTREME FLIGHT**  
RADIO CONTROL

**DUPLEX**  
2.4 GHz

[www.BASTLER-ZENTRALE.de](http://www.BASTLER-ZENTRALE.de)  
MODELLBAU TOTAL STUTTGART

[www.rc-heli-action.de](http://www.rc-heli-action.de)

**KAISER Modellbau**

[www.kaisermodebbau.de](http://www.kaisermodebbau.de)

info@kaisermodebbau.de  
Fischbacherstraße 26 a, 65779 Kelkheim  
Telefon: 061 95/75 68 19  
oder 01 72/660 74 52

**SPERRHOLZSHOP**

Zembrod

Der Shop für Sperrholz, Balsa und Zubehör

Ostlandstraße 5  
72505 Krauchenwies

Telefon 07576 / 2121  
Fax 07576 / 901557

[www.sperrholzshop.de](http://www.sperrholzshop.de)  
info@sperrholz-shop.de

# Elektroflug *Ludwig Retzbachs* Magazin

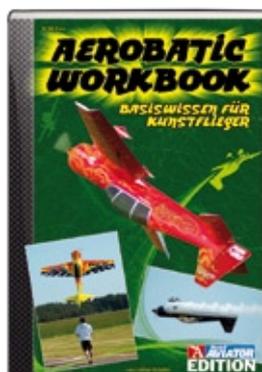
Mehr Informationen, mehr Bücher im Online-Buch-Shop unter [www.alles-rund-ums-hobby.de](http://www.alles-rund-ums-hobby.de)



### Lernpaket LEDs

Dieses Lernpaket ermöglicht Ihnen den schnellen Start in die LED-Technik anhand von praktischen Experimenten. So erfahren Sie die entscheidenden Grundlagen von der Schaltungstechnik bis zur Berechnung der erforderlichen Vorwiderstände. Inklusive Buch „Schnellstart LEDs“.

Artikel-Nr. 11610  
€ 19,95



### Aerobic Workbook

Lothar Schäfer

Detaillierte Beschreibungen zahlreicher Kunstflugfiguren inklusive der Knüppelstellungen am Sender machen das Aerobic-Workbook zu einem unverzichtbaren Begleiter für Einsteiger und für alle, die ihre Kunstflugfähigkeiten erweitern wollen.

68 Seiten, Format A5  
Artikel-Nr. 11428  
€ 8,50

Leseprobe unter:  
[www.aerobic-workbook.de](http://www.aerobic-workbook.de)

### RC-Flight-Control 01/2011

In diesem Heft erfahren Sie alles über moderne Video-Übertragungssysteme und alle Neuheiten der Telemetrie. Außerdem informiert ein großer Vergleichstest über die aktuellen Videobrillen und über die neue Kamera für geniale HD-Bilder.

Artikel-Nr. 12627  
€ 8,50



### Akkus und Ladetechniken

Ludwig Retzbach

Unser Alltag ist ohne die Energie aus Akkus nicht mehr vorstellbar. Ihre Bedeutung wächst rasant. Schon heute bewegen sich Zweiräder und Autos abgasfrei mit Energie aus Batterien. Doch wer kennt die Möglichkeiten und Grenzen dieser zeitgemäßen Energiespeicher? Das Buch gibt Antworten auf diese und andere Fragen.

Artikel-Nr. 11373  
€ 29,95



### Full Throttle

Gerhard Schmid

Seit 1964 messen sich die besten Piloten der USA jedes Jahr im September bei den National Championship Air Races, dem schnellsten Motorsport der Welt. Einblicke hinter die Kulissen, packende Zweikämpfe und begeisternde Bilder machen dieses Buch zum Muss für jeden Luftfahrtfreund.

224 Seiten  
Artikel-Nr. 11554  
€ 39,90



### RC-Helikopter richtig fliegen – Schritt für Schritt zum Flugerfolg

Dieter Schulz

Dieses Buch vermittelt Ihnen alles Wissenswerte rund ums Thema Hubschrauber-Modellflug, liefert wertvolle Tipps und führt Sie Schritt für Schritt zum Flugerfolg.

128 Seiten  
Artikel-Nr. 11602  
€ 19,95



Michal Šíp  
**DMFV Wissen Hangflug – Grundlagen, Technik und Flugpraxis für Hangflieger**  
68 Seiten, Format A5  
Artikel-Nr.: 11570, € 12,00

Dipl.-Ing. Ludwig Retzbach  
**DMFV-Wissen Lithium Lithium-Akkus in Theorie und Praxis**  
68 Seiten, Format A5  
Artikel-Nr. 11633, € 12,00

Markus Glöckler  
**DMFV-Segelflug-Fibel – Segelflug-Grundlagen, Technik und Flugpraxis für Einsteiger und Fortgeschrittene**  
68 Seiten, Format A5  
Artikel-Nr. 11124, € 12,00

Dipl.-Ing. Ludwig Retzbach  
**DMFV-Lade-Fibel – Grundlagen rundum das Thema Ladetechnik**  
68 Seiten, Format A5  
Artikel-Nr. 11392, € 12,00

Dipl.-Ing. Ludwig Retzbach  
**LiPo-Fibel – Aufbau, Funktion und Anwendungsgebiete von Lithium-Akkus**  
68 Seiten, Format A5  
Artikel-Nr. 10715, € 12,00

Walter Neyses  
**Koaxial-Heli-Fibel – Grundlagen, Technik und Flugpraxis**  
68 Seiten, Format A5  
Artikel-Nr. 11349, € 12,00



### RC-Helikopter richtig fliegen DVD

Das Modell zu starten, in der Luft zu halten und sicher zu landen, erfordert viel Übung. Diese DVD zeigt Ihnen in 16 aufeinander aufbauenden Übungen, wie Sie zu einem erfolgreichen und sicheren Modellhelikopter-Piloten werden.

Laufzeit 60 min  
Artikel-Nr. 12579  
€ 24,95

# Shop

**KEINE  
VERSANDKOSTEN**

**ab einem Bestellwert  
von 25,- Euro**



**RC-Flugmodelle  
richtig fliegen**  
Thomas Riegler

Schritt für Schritt werden Sie erfolgreich in die faszinierende Materie des Modellfliegens geleitet und können sich bald erfolgreich an die ersten Flugmanöver machen. Dieses Buch erklärt Ihnen dazu die notwendige Theorie von Aerodynamik und Elektronik. Inklusive DVD: RC-Flugmodelle richtig montieren, steuern und fliegen.

122 Seiten  
Artikel-Nr. 11609  
€ 19,95

**RC-Flugmodelle richtig fliegen**  
DVD

In 15 aufeinander aufbauenden Übungen zeigt Ihnen diese DVD, wie Sie zu einem erfolgreichen und sicheren Flugmodellpiloten werden. Außerdem führt die Flugschule Sie in die Geheimnisse der Fernsteuerung ein und zeigt Ihnen als besonderes Highlight, wie Sie selbst Kameraflüge absolvieren können.

Laufzeit 60 min  
Artikel-Nr. 12578  
€ 24,95



**DVD RC-Helikopter richtig  
einstellen und tunen**

Die in dieser DVD beschriebenen Tuningmaßnahmen zeigen nicht nur, wie man seinen neuen RC-Hubschrauber von Beginn an auf Vordermann bringt, sondern auch wie man ältere Modelle verbessert.

Artikel-Nr. 12622  
€ 19,95



**RC-Helikopter richtig einstellen und tunen**

Schritt für Schritt zeigt dieses Buch, wie man ein Modell mit wenigen Handgriffen verbessert und worauf besonders zu achten ist. Dies sowohl bei Elektro-Hubschraubern als auch bei Modellen mit Verbrennungsmotoren.

Artikel-Nr. 12631  
€ 19,95

**alles-rund-  
ums-hobby.de**  
www.alles-rund-ums-hobby.de

**Ihren Bestell-Coupon  
finden Sie auf Seite 105**

Bestell-Fax: 040/42 91 77-199  
E-Mail: [service@alles-rund-ums-hobby.de](mailto:service@alles-rund-ums-hobby.de)

Beachten Sie bitte, dass in jedem Fall Versandkosten nach Gewicht berechnet werden. Diese betragen maximal 5,- Euro innerhalb Deutschlands. Auslandspreise gerne auf Anfrage.



**IMPRESSUM**  
**Elektroflug**  
Magazin

**Herausgeber**  
Ludwig Retzbach

**Anzeigen**  
Sven Reinke (Leitg.),  
Dennis Hermens  
[anzeigen@wm-medien.de](mailto:anzeigen@wm-medien.de)

**Redaktion**  
Hans-Henny-Jahnn-Weg 51  
22085 Hamburg  
Telefon: 040 / 42 91 77-300  
Telefax: 040 / 42 91 77-399  
[redaktion@elektroflug-magazin.de](mailto:redaktion@elektroflug-magazin.de)  
[www.elektroflug-magazin.de](http://www.elektroflug-magazin.de)

**Vertrieb**  
Christopher Radon  
Telefon: 040 / 42 91 77-100  
[service@wm-medien.de](mailto:service@wm-medien.de)

**Gesamtherstellung**  
Wellhausen & Marquardt  
Mediengesellschaft bR  
Tom Wellhausen

**Druck**  
Grafisches Centrum Cuno  
Gewerbering West 27  
39240 Calbe  
Telefon: 03 92 91 / 428-0  
Telefax: 03 92 91 / 428-28

**Für diese Ausgabe recherchiert,  
testeten, bauten, schrieben  
und produzierten:**

Gedruckt auf chlorfrei  
gebleichtem Papier.  
Printed in Germany.

**Leitung Redaktion/Grafik**  
Christoph Bremer

**Copyright**  
Nachdruck, Reproduktion oder  
sonstige Verwertung, auch auszugs-  
weise, nur mit ausdrücklicher  
Genehmigung des Verlages.

**Redaktion**  
Mario Bicher, Markus Glöckler,  
Gerd Giese, Tobias Meints,  
Ludwig Retzbach, Jan Schnare,  
Jan Schönberg, Georg Stäbe,  
Stefan Strobel, Karl-Robert Zahn,  
Raimund Zimmermann

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

**Redaktionsassistentz**  
Dana Baum, Janine Haase

**Bezug**  
Ludwig Retzbach  
Elektroflug Magazin  
erscheint zweimal im Jahr.

**Autoren, Fotografen & Zeichner**  
Hermann Aich,  
Peter Kaminski,  
Dr. Michal Šíp

**Art-Direktion**  
Tim Herzberg  
[grafik@wm-medien.de](mailto:grafik@wm-medien.de)

**Grafik**  
Sarah Thomas,  
Christoph Egger, Jannis Fuhrmann,  
Martina Gnaß, Bianca Kunze,  
Galina Wunder  
[grafik@wm-medien.de](mailto:grafik@wm-medien.de)

Bezug über den Fach-,  
Zeitschriften- und  
Bahnhofsbuchhandel.  
Direktbezug über den Verlag

**Grosso-Vertrieb**  
VU Verlagsunion KG  
Postfach 5707  
65047 Wiesbaden  
Telefon: 061 23 / 620 - 0  
E-Mail: [info@verlagsunion.de](mailto:info@verlagsunion.de)  
Internet: [www.verlagsunion.de](http://www.verlagsunion.de)

**Verlag**  
Wellhausen & Marquardt  
Mediengesellschaft bR  
Hans-Henny-Jahnn-Weg 51  
22085 Hamburg  
Telefon: 040 / 42 91 77-0  
Telefax: 040 / 42 91 77-199  
[post@wm-medien.de](mailto:post@wm-medien.de)  
[www.wm-medien.de](http://www.wm-medien.de)

**Bankverbindung**  
Hamburger Sparkasse  
BLZ: 200 505 50  
Konto-Nr.: 1011219068

Für unverlangt eingesandte  
Beiträge kann keine Verantwortung  
übernommen werden. Mit der  
Übergabe von Manuskripten,  
Abbildungen, Dateien an den Verlag  
versichert der Verfasser, dass es sich  
um Erstveröffentlichungen handelt  
und keine weiteren Nutzungsrechte  
daran geltend gemacht werden  
können.

**Geschäftsführer**  
Sebastian Marquardt  
[post@wm-medien.de](mailto:post@wm-medien.de)

**wellhausen  
&  
marquardt**  
Mediengesellschaft



Text: Tobias Meints

# Seltene Erden



## Rohstoffkrise im Elektroflug?

Die *Ressourcen des Planeten Erde* sind endlich. Besonders die Knappheit einer speziellen Rohstoffgruppe beschäftigt die Weltwirtschaft zurzeit. Die Rede ist von den METALLEN DER SELTENEN ERDEN.

Die bekanntesten davon, etwa *Neodym* und *Samarium* sind derzeit bei der Magnetherstellung und somit auch im Elektroflug unersetzlich.

**S**eltenerdmetalle kommen unter anderem in Elektromotoren, Akkus, Bildschirmen, Brennstoffzellen Festplatten, Kernspintomografen, Katalysatoren und Smartphones vor. Zurzeit werden Seltenerdmetalle fast ausschließlich in der Volksrepublik China abgebaut. Kürzlich teilte das Reich der Mitte mit, dass es geplant sei, den Export der ohnehin knappen Hightechmetalle im Jahr 2011 um 35 Prozent zu reduzieren. Aufgrund der momentanen Monopolstellung Chinas bei der Produktion dieses Rohstoffs, sieht sich die internationale Gemeinschaft mit dem Problem konfrontiert, auf Chinas guten Willen angewiesen zu sein und parallel nach Alternativen suchen zu müssen. „Für die Zukunft des Hochtechnologiestandorts Deutschland ist die Versorgung mit bezahlbaren Industrierohstoffen von entscheidender Bedeutung“, so Bundeswirtschaftsminister Rainer Brüderle bei der Vorstellung der neuen Rohstoffstrategie der Bundesregierung.

### Redundanzen

Diese Konstellation ist jedoch kein weltwirtschaftliches Novum. Im Jahr 1973 führte die erste Ölkrise den Industriestaaten eindrücklich ihre Abhängigkeit von einem weltwirtschaftlich

bedeutenden Rohstoff vor Augen, der – damals wie heute – der Kontrolle weniger Länder untersteht. Ausgelöst durch den Jom-Kippur-Krieg, drosselte die Organisation der Erdöl exportierenden Länder (OPEC) die Fördermenge um 5 Prozent, was nachhaltige Auswirkungen auf die Weltwirtschaft zur Folge hatte.

Die zweite Ölkrise von 1979 bis 1980 führte zu einer weltwirtschaftlichen Rezession und schärfte das Bewusstsein der Menschen für die Endlichkeit des Rohstoffs Öl endgültig. Gerade diese Endlichkeit bestimmter Rohstoffe ist es, die zu Destabilisierungen der Weltwirtschaft führen können und gleichzeitig zum Bestreben wissenschaftlicher Institute, Alternativen aufzuzeigen und diese praktikabel und finanzierbar zu machen.

### Geopolitik

Seitdem China seine Monopolstellung bei der Produktion der Seltenerdmetalle, die für die Hightechindustrie unentbehrlich geworden sind, ausgebaut hat, wird die sich daraus ergebende Abhängigkeit der Weltgemeinschaft von der Volksrepublik immer deutlicher. Chinas Produktion der Seltenerdmetalle zu Dumping-

### Lanthanoide

Die Elemente der Lanthanreihe, oder Lanthanoide, bilden einen Teil der Elemente der Seltenen Erden. Die Metalle mit den Ordnungszahlen 57 bis 71 sind silbrigglänzend, relativ weich und reaktionsfähig. Während sie an der Luft oxidieren und schnell ihren Glanz verlieren, reagieren sie im Wasser unterschiedlich schnell, jedoch stets unter Bildung von Wasserstoff.



fuhrmenge im Jahr 2010 auf rund 38.000 Tonnen. Einhergehend mit der Senkung der Exportmenge stiegen die Exportzölle an. China begründet seine Politik der Verknappung mit Umweltschutzaufgaben. Die Gründe liegen vermutlich jedoch eher darin, dass die Volksrepublik die Seltenen Erden für die eigene Volkswirtschaft sichern will und gleichzeitig den Versuch unternimmt, Hochtechnologieunternehmen ins Land zu locken. Dieser Versuch der Konzentration von Knowhow und Technik als Teil einer ökonomischen Ansiedlungspolitik widerstrebt den Interessen anderer Industriestaaten

Die Befürchtung, China könnte die Abhängigkeit der Industriestaaten von den Seltenen Erden ausnutzen und zu erpresserischen Methoden greifen, ist zwar immanent, wird aber von den meisten Experten als unwahrscheinlich angesehen. Dennoch senkte die Volksrepublik gegenüber Japan vor Kurzem den Export von Seltenerdmetallen, nachdem der Streit beider Nationen um die umstrittenen Senkaku-Inseln neuen Zündstoff erhalten hatte.

### **Soziale Komponente**

In vielen Teilen der Welt gibt es keinerlei Reglementierungen in Bezug auf Umweltschutz oder Arbeitssicherheit. So verhält es sich auch mit der chinesischen Wirtschaft, speziell was die Förderung und Verarbeitung der Seltenerdmetalle angeht. So erreicht die Umweltverschmutzung im Fördergebiet der Inneren Mongolei mancherorts ein gefährliches Niveau. Der Grund dafür sind die umweltschädliche Isolierung der Seltenen Erden durch Auswaschen mit Schwefelsäure und anderen Chemikalien sowie die Verhüttung der Metalle, die an keinerlei Konventionen gebunden ist. Teilweise verdunkeln die Emissionen den Himmel und sorgen so für eine lebensfeindliche Umwelt. Hinzu kommen die Giftseen, die Böden und Wasser kontaminieren. Den Arbeitern mangelt es zudem nicht selten an angemessener Schutzkleidung. Dies ist wie eingangs erwähnt jedoch kein typisch chinesisches Problem.

preisen und der damit einhergehende Preisverfall machten den Abbau an anderen Orten der Welt – speziell in den USA unrentabel. Begründet liegt der günstige Produktionsprozess in den billigen Lohnkosten in China sowie in den teilweise eklatanten Verstößen gegen Umweltauflagen, die sowohl Umweltorganisationen als auch die Regierungen westlicher Staaten kritisieren. Nichtsdestotrotz sicherte sich die Volksrepublik auf diese Weise die Vormachtstellung in Sachen Seltene Erden.

Die Abhängigkeit der Industriestaaten wird dadurch deutlich, dass der Export der Hightech-Metalle starken Beschränkungen unterliegt. Wurden im Jahr 2009 noch rund 60.000 Tonnen ausgeführt, senkte die Volksrepublik die Aus-

#### **Grube Ytterby**

*Im Hinblick auf die Geschichte der Seltenerdmetalle nimmt die Grube Ytterby in der schwedischen Gemeinde Vaxholm eine Schlüsselrolle ein. Viele der Elemente wurden hier ab 1787 erstmals entdeckt. Unter anderem Gadolinium, Holmium, Thulium sowie Yttrium und Ytterbium.*

In Indonesien hat der Zinnabbau nachhaltig negative Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit, ebenso wie der Abbau von Kobalt in Afrika, wo die größte Gefahr für die Menschen in dem uranhaltigen Kobalterz besteht.

Probleme der Förderung setzen sich auch in der Endfertigung fort. Die Arbeitsbedingungen in chinesischen Fabriken sind mit keinem westlichen System zur Arbeitszeitregulierung in Einklang zu bringen, obwohl ein chinesisches Arbeitsgesetz durchaus existiert. Die Nichteinhaltung ist auf mangelnde Kontrollen und den harten Preiskampf



Bei Reglern kommen Metalle der Seltenen Erden maßgeblich in den Kondensatoren zum Einsatz



## „Da die Lanthanoide fast immer nur als Mischminerale vorkommen, mussten erst geeignete Trennverfahren gefunden werden“

Florian Schlüter, diplomierter Chemiker

innerhalb der Branche zurückzuführen. Mehr als 70 Arbeitsstunden und ein kaum ausreichender Mindestlohn, sind ebenfalls keine Seltenheit. Die chinesische Einheitsgewerkschaft All-China Federation of Trade Unions (ACFTU), ähnlich aufgebaut wie der Freie Deutsche Gewerkschaftsbund (FDGB) der DDR vermag ebenso wenig wie sein historisches Pendant aus Ostdeutschland die Rechte der Arbeiter wahrzunehmen.

### Grundsätzliches

Wie selten sind denn nun die Seltenen Erden tatsächlich? Die Antwort auf diese Frage mag

zunächst überraschen, ist doch das seltenste Element der Seltenen Erden immer noch häufiger in der Erdkruste vorhanden als Gold oder Platin. Das Seltenerdmetall Neodym kommt sogar häufiger vor als Blei. Wo liegt also die Problematik?

Größere Lagerstätten, deren Ausbeutung sich einfach gestalten würde, sind rar. Seltenerdmetalle finden sich meist nur in sehr kleinen Mengen in weit verstreuten Mineralienlagern oder als beigemischte Stoffe. So wird ein Großteil der Seltenen Erden tatsächlich als Nebenprodukt der chemischen Aufbereitung anderer, stärker konzentriert vorliegender Metalle gewonnen.

## Interview Chemische Trennung von Seltenerdmetalle

Das Produktionsverfahren zur Gewinnung Seltener Erden ist komplex. Florian Schlüter, wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Bergischen Universität in Wuppertal, erklärt den Ablauf.

*Die Trennung von Seltenerdmetallen ist sehr aufwändig und kostenintensiv. Welche Gründe sind dafür verantwortlich?*

Die Seltenerdmetalle, die sich aus der dritten Hauptgruppe des Periodensystems (mit Ausnahme des Actiniums) und den Lanthanoiden zusammensetzen, sind sich sowohl in chemischer als auch physikalischer Hinsicht sehr ähnlich. In Bezug auf die Elektronenkonfiguration unterscheiden sich die Lanthanoide im Wesentlichen nur im Aufbau der drittäußersten Schale

(4f-Schale, diese ist kaum an Bindungen beteiligt) voneinander. Die beiden äußeren Schalen, die einen wesentlich größeren Einfluss auf die chemischen Eigenschaften als die weiter innen liegenden Schalen haben, sind im Fall der Lanthanoide nahezu identisch. Daraus folgt die große chemische Ähnlichkeit.

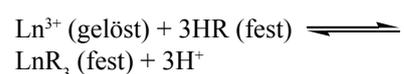
*Welche Trennungsprozesse können zur Gewinnung der Seltenerdmetalle verwendet werden?*

Da die Lanthanoide fast immer nur als Mischminerale vorkommen, mussten erst geeignete Trennverfahren gefunden werden. Bis zirka 1950 wurde primär das Verfahren der fraktionierenden Kristallisation angewendet. Dieses basiert auf geringen Unterschieden in

den Löslichkeit der entsprechenden Sulfate, Nitrate oder Carbonate. So gelingt im kleinen Maßstab die Isolierung der Reinstoffe.

*Welches Verfahren findet heute Anwendung?*

Im technischen Maßstab wird zurzeit die Ionenaustauschchromatographie angewendet. Bei dem Verfahren, das von Spedding entwickelt worden ist, werden die Lanthanoid-Ionen ( $\text{Ln}^{3+}$ ) mit Kationenaustauschern HR (R- = Anion des organischen Austauscherharzes) an einer so genannten Säule gebunden:



Zudem ist der chemische Trennungsprozess in elementare Seltenerdmetalle äußerst komplex. Hierzu Florian Schlüter, wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Bergischen Universität in Wuppertal: „Die Seltenerdmetalle [...] sind sich sowohl in chemischer als auch physikalischer Hinsicht sehr ähnlich. Da [...] (sie) fast immer nur als Mischminerale vorkommen, mussten zunächst geeignete Trennverfahren gefunden werden.“

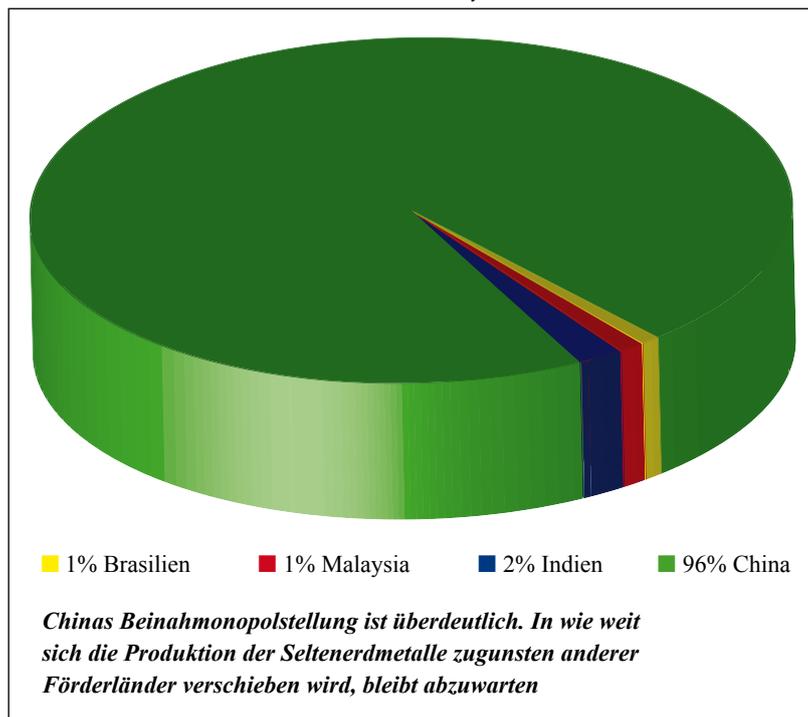
### Vorkommen und Abbau

Die aktuell ergiebigsten Lagerstätten für die Metalle der Seltenen Erden befinden sich in der Inneren Mongolei, einem autonomen Gebiet in der Volksrepublik China. Auf rund 2,9 Millionen Tonnen wird das dortige Vorkommen geschätzt, was rund 8 Prozent der erkundeten Reserven in China sowie 3 Prozent der weltweiten Vorkommen entspricht. Weitere Lagerstätten gibt es in Australien, Kanada und Grönland.

Die weltweite Förderung von Seltenerdmetallen beträgt rund 120.000 Tonnen jährlich, wovon laut Statistischem Bundesamt 97,3 % auf China entfallen. Bis zu den 60er-Jahren des vorigen Jahrhunderts lag die Weltproduktion der Seltenen Erden bei rund 5.000 Tonnen im Jahr. Abgebaut wurden sie beinahe ausschließlich in Brasilien, Indien und Südafrika. Ab 1965 wurden die Metalle der Seltenen Erden für die Industrie interessant. Ganz besonders Neodym, das sich ideal zur Produktion von Permanentmagneten für Elektromotoren eignet.

Zum Global-Player entwickelte sich das Unternehmen MolyCorp im kalifornischen Mountain

### Produktion von Seltenen Erden 2010, Gesamt: 136.000 Tonnen

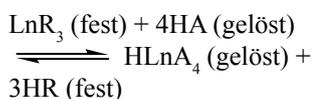


Pass, dem bis heute einzigen Unternehmen in den USA, das Seltenerdoxide verarbeitet. Die weltweite Fördermenge stieg 1985 auf rund 40.000 Tonnen pro Jahr. Im Zuge dessen wurde Kalifornien zum wichtigsten Fördergebiet und die USA bis in die 1990er-Jahre zum Hauptförderland. Dies änderte sich jedoch, aufgrund gesunkener Rentabilität, bedingt durch die niedrigen Förderkosten in China. Durch gezielte strategische Ausbeutung seiner Seltenerdlagerstätten verdrängte China die internationale Konkurrenz und etablierte sich als Nahezumonopolist.

### Die BGR

Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe kurz BGR, dessen zentrale Dienststelle in Hannover angesiedelt ist, hat die Funktion einer zentralen geowissenschaftlichen Beratungseinrichtung der Bundesregierung. Als Kompetenzzentrum berät die BGR sowohl die Bundesregierung als auch die deutsche Wirtschaft in allen Belangen der Geowissenschaften und der Rohstoffwirtschaft. Eine Kernaufgabe der BGR ist die nachhaltige Sicherung natürlicher Ressourcen. Weitere Informationen gibt es auf der Internetpräsenz der BGR unter: [www.bgr.bund.de](http://www.bgr.bund.de)

Die Tendenz der dreiwertigen Lanthanoid-Ionen Ln<sup>3+</sup> zum Ionenaustausch wächst mit zunehmendem Ionenradius, also vom Lutetium zum Lanthan (mit abnehmender Ordnungszahl) hin. Dieser Effekt reicht aber zur Trennung nicht aus, sodass ein weiterer Schritt folgt, die Komplexbildung. Die Tendenz der Komplexbildung ist einfach ausgedrückt die Umkehr des Ionenaustauschs. Also wächst diese Komplexbildung mit HA (A<sup>-</sup> = Anion des organischen Komplexbildners) von Lanthan zum Lutetium:

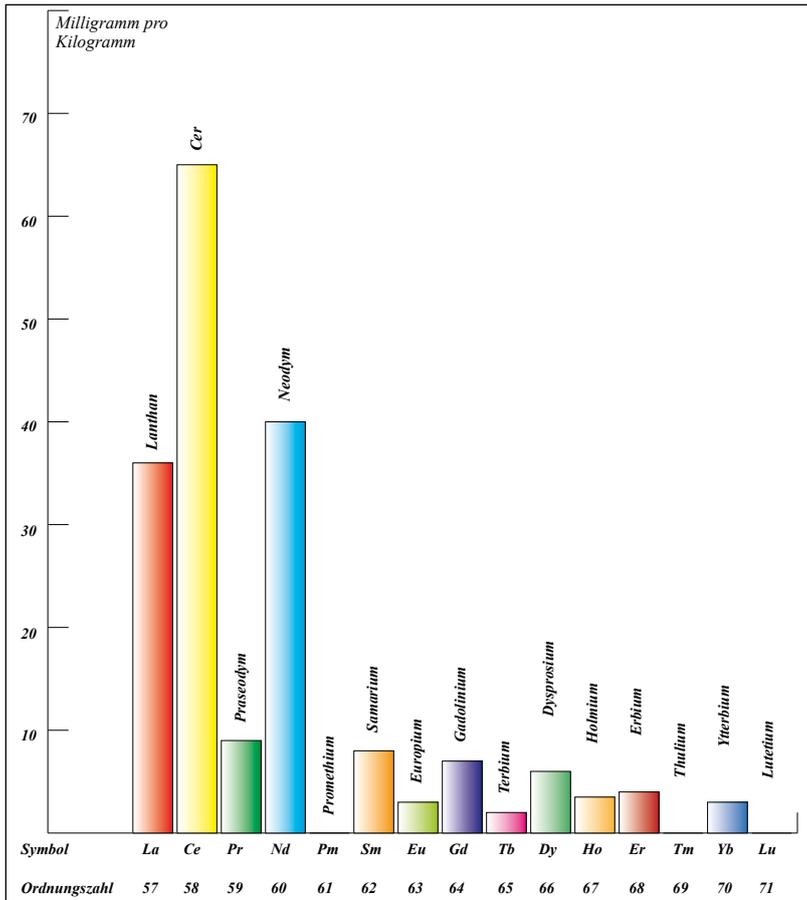


Zur tatsächlichen Durchführung der Trennung wird eine wässrige Lösung des Salzgemischs auf eine Austauschersäule (zum Beispiel Ammonium-polystyrol-sulfonat) aufgetragen, sodass sich oben die leichteren und unten die schwereren Lanthanoide anreichern. Dementsprechend wird Lanthan zuerst gebunden und Lutetium zuletzt. Nun wird die Säule mit einem Komplexbildner (zum Beispiel

Pufferlösung der Citronensäure) gewaschen.

So lassen sich die unten befindlichen schwereren Lanthanoide leichter als die oben (leichteren) zu findenden Lanthanoide in die entsprechenden Komplexsalze HLnA<sub>4</sub> überführen. Nun werden die entsprechenden Lanthanoid-Ionen in umgekehrter Reihenfolge ihrer Atommassen von der Säule runtergewaschen und können in 100 Kilogramm Mengen rein erhalten werden. So gelingt trotz der chemischen Ähnlichkeit mit moderatem Aufwand die Trennung. |

## Häufigkeit der Lanthanoide in der Erdkruste



Elemente mit gerader Ordnungszahl sind häufiger als ihre ungeraden Nachbarn (nach: Riedel: Anorganische Chemie, Berlin 2004, S. 765)

### Einsatz im Modellflug



Wie viele andere Hochtechnologiebereiche ist auch die Modellbauindustrie auf die Verwendung der Metalle der Seltenen Erden angewiesen. So spüren auch die Hersteller von

Elektronikkomponenten für den Modellbau die restriktive Exportpolitik Chinas. Hierzu Rainer Hacker von Hacker Motor: „Wir spüren die Auswirkungen auf den Rohstoffmarkt für Seltene Erden deutlich. Produkte, in denen diese Metalle vorkommen, beispielsweise Magnete für Motoren, sind in den zurückliegenden Monaten teurer geworden und deren Beschaffung schwieriger. Lieferengpässe gibt es noch nicht, aber damit rechnen müssen wir genauso, wie allgemein deutsche Hochtechnologie-Unternehmen.“

Seltene Erden werden bei der Konstruktion von Kondensatoren und Elektromotoren benötigt. Die Permanentmagnete, die in Letzteren verbaut sind, basieren auf den Elementen Neodym, Eisen und Bor. In der chemischen Zusammensetzung  $Nd_2Fe_{14}B$  ergeben sich die derzeit stärksten Hochleistungsmagnete, die in der Lage sind, das 130-fache ihres Eigengewichts zu tragen. Ein Problem von Neodym-Eisen-Bor-Magneten ist jedoch ihre Temperaturempfindlichkeit. Bereits ab 80 Grad Celsius beginnen sie, sich zu entmagnetisieren. Zudem sind sie korrosionsanfällig. Diesem Prozess kann durch die Zugabe von Dysprosium, Praseodym oder Terbium – ebenfalls Metalle der Seltenen Erden – entgegengewirkt werden. Auf diese Weise lässt sich die Temperaturstabilität auf 200 Grad Celsius anheben. Solche Dauermagnete kommen in Elektromotoren, Generatoren sowie in Lautsprechern zum Einsatz. Im Modellbau werden Neodymmagnete auch zur Befestigung von Klappen und Kabinenhauben verwendet.

Über bessere Eigenschaften verfügen Samarium-Kobalt-Magnete. Entweder als  $SmCo_5$ - oder  $Sm_2Co_{17}$  kommt das Seltenerdmetall Samarium in Permanentmagneten vor. Diese sind etwas

## „Wir spüren die Auswirkungen auf den Rohstoffmarkt für Seltene Erden deutlich“

Rainer Hacker, Geschäftsführer von Hacker Motor

In berührungsempfindlichen Touchscreens wie dem iPhone, die zum Beispiel Telemetriedaten darstellen können, befinden sich Seltenerdmetalle. Solche Touchscreens finden sich auch bei Fernsteuerungen wie der FX-40 von robbe



schwächer als Neodymmagnete, haben aber eine verbesserte Temperaturstabilität und beginnen erst bei über 300 Grad Celsius zu entmagnetisieren.

Auch in der Akkutechnik kommen Metalle der Seltenen Erden zum Einsatz. Die Hersteller von NiMH-Akkus sind für die Produktion der negativen Elektroden auf Seltenerdmetalle wie Lanthan, Cer und auch Neodym angewiesen. Zwar sind NiMH-Akkus für den Modellflugsport nicht mehr so relevant, wie noch vor einigen Jahren, gewinnen weltweit jedoch immer stärker an Bedeutung – nicht zuletzt durch ihren Einsatz in Hybridfahrzeugen. Doch auch die aktuellen LiXX-Zellen, die moderne Elektromotoren mit Energie versorgen sind neben dem ebenfalls raren Lithium teilweise auf das Seltenerdmetall Yttrium angewiesen.



es gelingen kann, den Anteil von Dysprosium in Magneten von Elektromotoren zu optimieren.

Währenddessen wird in Japan nachhaltig nach Alternativen zu den Hightechmetallen gesucht.

*Ohne leistungsstarke Permanentmagnete wären Elektromotoren in der Form, in der sie heute vorwiegend verwendet werden, nicht denkbar*

## „Mit der Rohstoffstrategie macht die Bundesregierung deutlich, dass sie die Rohstoffsicherungsmaßnahmen der Wirtschaft ressortübergreifend flankiert und unterstützt“



Foto: © BMWi/Chaparon

*Bundeswirtschaftsminister Rainer Brüderle, FDP*

### *Wirkung und Ursache*

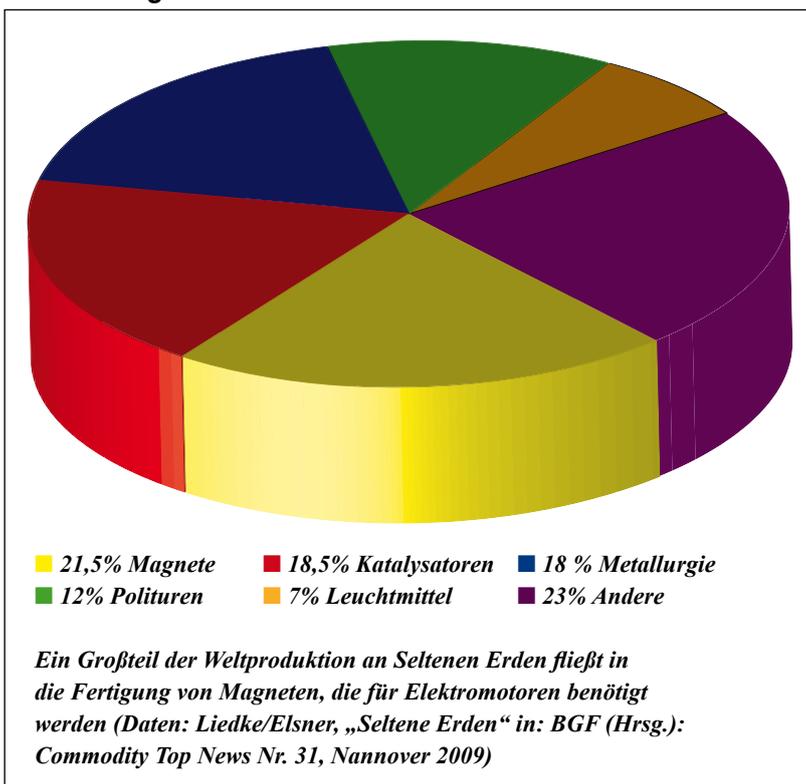
Aufgrund der chinesischen Monopolisierung planen die westlichen Industriestaaten, den Abbau von Seltenerdmetallen wieder aufzunehmen – ungeachtet der strengen Umweltauflagen und der hohen Kosten, die daraus entstehen. Vor allem die US-amerikanische Regierung setzt darauf, die Versorgung der eigenen Wirtschaft von den chinesischen Produkten nachhaltig zu entkoppeln. Im Mittelpunkt dieser Bestrebungen steht die Mountain Pass-Mine in Kalifornien sowie vermutete Lagerstätten in Idaho, Wyoming und Alaska. Für eine komplett eigenständige Versorgung veranschlagen Experten jedoch einen Zeitraum von rund 15 Jahren.

Auch in anderen Teilen der Welt laufen die Explorationsarbeiten. So erfolgten in Kanada erste Probebohrungen. Zudem beschlossen das staatliche südkoreanische Institute of Geoscience & Mineral Resources und das staatliche vietnamesische Institut für Geologie im Dezember 2010 zu kooperieren und die Erschließung der vietnamesischen Lagerstätten von Seltenerdmetallen gemeinsam durchzuführen.

Doch nicht nur die Förderung in anderen Teilen der Welt wird forciert. Parallel laufen weltweit Forschungsprojekte, die entweder den optimierten Einsatz oder aber die komplette Unabhängigkeit von Seltenerdmetallen zum Ziel haben. So beschäftigen sich die Forscher der österreichischen Fachhochschule Sankt Pölten damit, wie

Hierbei nimmt der Konzern Toshiba eine Vorreiterrolle ein. In Deutschland wird eine umfassende Datenbank für alle Rohstoffe inklusive der Seltenerdmetalle aufgebaut. Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, kurz BGR, wird weltweit von anderen Instituten genutzt und unterstützt. Des Weiteren arbeiten Wissenschaftler

### Verwendung von Seltenen Erden 2008





**Neodymmagnete sind in der Lage, das Vielfache ihres Eigengewichts zu tragen. Ihre Temperaturempfindlichkeit ist jedoch ein Manko**

am Fraunhofer-Institut intensiv an Alternativen zu Seltenen Erden in der Touchscreentechnik.

### Vorausschau

Ob Alternative oder optimierter Einsatz. Das Thema Seltene Erden wird die Weltwirtschaft zunehmend beschäftigen. Die Monopolstellung Chinas dürfte in den nächsten Jahren nicht zu durchbrechen sein. Währenddessen schreiten der technologische Fortschritt und die Verbrei-

zung von Hochtechnologiegütern weiter voran. Die Problematik der künstlichen Verknappung eines Rohstoffs auf dem Weltmarkt ist nicht neu. Bereits die Ölkrisen des letzten Jahrhunderts waren Beispiele dieses Prozesses. Diese waren der Auslöser für den Beginn einer nachhaltigen Suche nach Alternativen, deren Früchte sich in den aktuellen Hybridfahrzeugen zeigen. Ob es eine ähnliche Entwicklung auch in Bezug auf die Metalle der Seltenen Erden geben wird, bleibt abzuwarten.



**Ebenso wie andere Bereiche der Hochtechnologie ist auch die Modellflugindustrie auf Metalle der Seltenen Erden angewiesen. Dies betrifft neben der Akku-, speziell die Motoren- und Reglertechnologie**

### Bayan-Obo-Mine

Das weltweit bedeutendste Fördergebiet für Seltenerdmetalle ist die in der Inneren Mongolei gelegene Bayan-Obo-Mine. Insgesamt arbeiten in diesem ausgedehnten Tagebaugebiet 6.000 Menschen und fördern neben Eisen und Niob auch sämtliche Metalle der Seltenen Erden. Aus der Mine, die bis zu 1.000 Meter tief in die Erdkruste hinein reicht, stammen 40 Prozent der weltweiten Produktion der Hightechmetalle, so das Nachrichtenmagazin Spiegel.

### Literatur

Kingsnorth:  
Rare earths: An industry at the crossroads.  
Vortrag auf der Konferenz „Minor metals and rare earths 2007“ im September 2007 in Hong Kong

Liedtke/Elsner:  
Seltene Erden in:  
BGR (Hrsg.):  
Commodity Top News  
Nr. 31, Hannover 2009

Riedel:  
Anorganische Chemie,  
6. Auflage, Berlin 2004,  
S. 756ff.

# JETZT BESTELLEN

Wenn der HST Luft holt,  
bleibt allen anderen der  
Atem stehen.



[www.schuebeler-jets.de](http://www.schuebeler-jets.de) | [info@schuebeler-jets.de](mailto:info@schuebeler-jets.de)  
Detmolder Strasse 32 | 33102 Paderborn | fon +49 5251 873348 | fax +49 5251 8718976

DS-94-DIA HST: 128mm, 98N Schub, 7,0kW Input, 26.800 U/min | DS-77-DIA HST: 120mm, 98N Schub, 7,3kW Input, 28.100 U/min



**68 Seiten im A5-Format,  
8,50 Euro zuzüglich  
2,50 Euro Versandkosten**

**Im Aerobatic-Workbook werden  
Neulinge und fortgeschrittene  
Kunstflugpiloten gleichermaßen  
an die Hand genommen.**

- Alles über Modelle & Figuren
- Technisches & aerodynamisches Basiswissen
- Schritt-für-Schritt-Erklärungen
- Vom Erstflug bis zur Torque-Rolle

**Leseprobe unter  
[www.aerobatic-workbook.de](http://www.aerobatic-workbook.de)**

**DIREKT BESTELLEN  
unter [www.alles-rund-ums-hobby.de](http://www.alles-rund-ums-hobby.de)**

**oder telefonisch unter  
040 / 42 91 77-100**

 **Faserverbundwerkstoffe\***  
Composite Technology

 [www.r-g.de](http://www.r-g.de)

Faserverbundwerkstoffe für  
höchste Anforderungen mit  
Zulassungen von

   **NEU!** 

Webshop mit vielen Angeboten

- Kohlegelege ST 134 g/m<sup>2</sup> unidirektional,  
Breite 125 cm

 Preisgünstiges, unidirektionales Kohlegelege  
aus gespreizten Kohlefasern (ST = Spread Tow).  
Die gespreizten Kettgarne werden von sehr  
wenigen und sehr dünnen Schussfäden  
gehalten.

- Kohlefaserprofile, Rohre, Stäbe

Hochfest, preisgünstig in kleinen Mengen!  
Auch selten erhältliche Größen, wie Stäbe ab 0,28 mm Ø

R&G Faserverbundwerkstoffe GmbH · Im Meissel 7-13 · D-71111 Waldenbuch  
Telefon +49 (0) 180 5 5 78634\* · Fax +49 (0) 180 55 02540-20 · [info@r-g.de](mailto:info@r-g.de) · [www.r-g.de](http://www.r-g.de)

\*14 ct/min aus dem Festnetz der T-Com, Mobilfunkpreise maximal 42 ct/min.

# Energiewende

## Mobile Stromversorgung auf dem Flugplatz?

„Nachgeladen wird aus der Autobatterie!“ Lange war die ENERGIE-NACHSCHUB-DEBATTE beim Elektroflug mit diesem Satz erledigt. Denn der bleierne Stromspeicher, der durch einfaches Aufklappen der Motorhaube zugänglich wurde, schien omnipräsent und auch *hinreichend ergiebig*.

**D**ass er doch nicht unerschöpflich ist, merkten dann bald jene, deren Leistungsansprüche den wachsenden Möglichkeiten der neuen Antriebstechnik standhielten. Doch wie kommt man aus der Energiekrise, dort draußen auf dem Flugfeld, wo die nächste Steckdose kilometerweit entfernt ist? Genau genommen war sie stets von Missbrauch gekennzeichnet, jene erbötige Zweitkarriere der Kfz-Starterbatterie, die ursprünglich ja für gänzlich andere Zwecke im Motorraum versenkt wurde. Es handelt sich bei ihr nämlich um einen sehr besonderen Akkutyp, spezialisiert für hohe Kurzzeitbelastung und günstiges Tieftemperaturverhalten. Er soll beim Kaltstart dem Anlasser zu möglichst viel Durchzug verhelfen und dann anschließend mit Hilfe der Lichtmaschine rasch wieder zu Kräften kommen. Dies geht zwangsläufig auf Kosten anderer Qualitäten. Beispielsweise zählen bei Bleiakkus dieser Machart die Tiefentladungs- und Zyklenfestigkeit nicht gerade zu den Stärken.

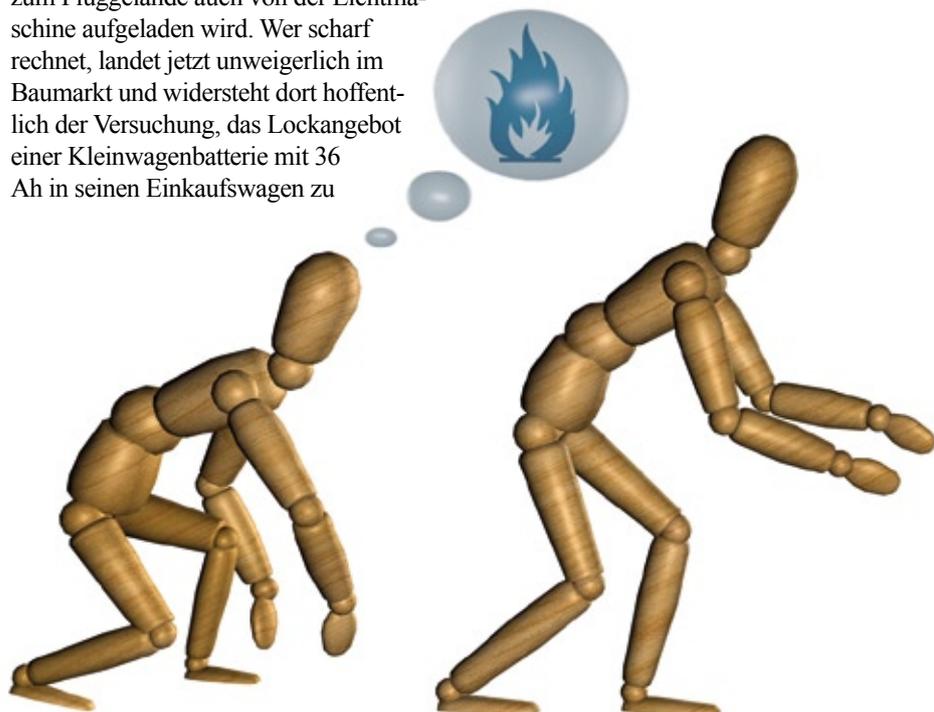
Der aufgedruckte Kapazitätswert hat bei Starterbatterien eher repräsentativen Charakter: Man darf sich darüber freuen, ihn natürlich auch voll bezahlen, aber nicht auskosten. 40 Prozent Ausnutzung der Nennkapazität gelten in Fachkreisen als die Grenze des Erlaubten. Das wären bei einer noch neuen Mittelklassewagen-Batterie von beispielsweise 44 Amperestunden (Ah) etwa 18 nutzbare Ah, die bei einer mittleren Entladespannung von 11 Volt eine Energiemenge von eigentlich erbärmlichen 200 Wattstunden (Wh) ergeben. Damit lässt sich ein 5s-LiPo-Akku

von 4,4 Ah mit einem Ladegerät zeitgemäßer Effizienz von 85 bis 90 Prozent gerade zweimal nachladen. Vielleicht etwas zu wenig für einen sonnigen Wochenendflugtag?

### Nahe liegende Alternativen

Als Ausweg aus dieser Energiekrise in freier Natur bietet sich die Mitnahme einer zweiten, möglichst hochkapazitiven Starterbatterie an, die vorher an der häuslichen Steckdose und/oder auf der Fahrt zum Fluggelände auch von der Lichtmaschine aufgeladen wird. Wer scharf rechnet, landet jetzt unweigerlich im Baumarkt und widersteht dort hoffentlich der Versuchung, das Lockangebot einer Kleinwagenbatterie mit 36 Ah in seinen Einkaufswagen zu

„**Mehr Energie bekommt auch, wer tiefer in die Tasche greift**“



hieven. Doch für knapp 100,- Euro gibt es bereits um die 88 Ah im schwarzen Plastikgehäuse, ein knapper halber Zentner Energievorrat, ausgestattet mit einem nur bedingt belastbaren dreijährigen Garantieverprechen und zwei leider gleichfalls wenig zyklentfesten Plastik-Tragegriffen. Echte Powerfreaks nehmen es sportlich und denken daran, schwere Lasten stets körpfernah zu heben.

Die benötigte Infrastruktur zum Laden und Pflegen einer solchen Zweitbatterie erschöpft sich in einem Netzgerät mit 13,8 Volt (V) mit sagen wir 20 Ampere (A) Dauerstromabgabe, das dann bei normalen Temperaturen über Nacht stets randvolle Akkus hinterlässt. Wer beherzt, dass Bleiakkus nicht gerne tiefentladen herumstehen und deshalb nach dem Einsatz zeitnah den Ladekontakt herstellt, darf in Sachen Akkupflege damit schon ganz beruhigt einschlafen.

Auch für die zweite, im Koffer- oder Fußraum des Autos mitgeführte Starterbatterie gilt im Interesse ihrer Lebensdauer die eingangs erwähnte 40-Prozent-Grenze. Doch sie entschärft die Energiekrise entsprechend ihrem Amperestunden-Eintrag. Somit stehen nun, um das obige Beispiel rechnerisch fortzuführen, eben 600 mobile Wh zur Verfügung. Es ist übrigens von Vorteil, beide Batterien beim Feldladebetrieb anstatt nacheinander von vorneherein gleichzeitig zu beanspruchen, indem man sie beispielsweise durch ein Starthilfekabel verbindet. Diese Parallelschaltung reduziert für jede einzelne Batterie die Stromentnahme und liefert dem Ladegerät somit mehr Spannung, was es uns bei gleicher Leistung selbstverständlich mit geringerer Stromaufnahme vergütet.

Mehr Energie – leider immer noch im Tausch gegen spätere Bandscheibenprobleme – bekommt auch, wer tiefer in die Tasche greift und eine Bleibatterie mit erhöhter Zyklentfestigkeit besorgt. Man hält sie beispielsweise in Campingfachgeschäften als Blei-Gel-Batterie oder auch als so genannte Solar-Batterie vorrätig. Derartige Stromspeicher sind weitestgehend Tiefentladungsfest, können über eine deutlich erhöhte Vielzahl von Zyklen 80 Prozent und mehr von dem abgeben, was drauf steht und man hat damit länger Freude an ihnen. Allerdings zum Preis des Zweieinhalb bis Dreifachen je Nennkapazität. Schließlich sind Blei-Gel-Batterien dieser Größenordnung nicht wirklich Massenware. Ob sie es noch werden könnten? Zumindest existieren bereits sehr interessante Alternativen.

### **Benzingeneratoren**

Energie ohne Ende liefert naturgemäß ein mitgeführter 230-V-Stromgenerator. Wer mit dieser Lösung schon praktische Erfahrung sammeln konnte, wird allerdings bestätigen, dass gerade hier die preisgünstigen Lösungen nicht immer zufrieden stellen können – buy cheap, buy twice! Die Rede ist von Notstromaggregaten aus den Baumärkten, die beispielsweise unter dem Markennamen „Einhell“ bereits zu Preisen unter hundert Euro angeboten werden. Allein von der Leistung her betrachtet genügen Geräte im Bereich von 600 bis 800 Watt (W) elektrischer Leistung zwar in den allermeisten Fällen. Die „Billigheimer“ überraschen aber oftmals mit schlechten Manieren wie lästigen Phonzahlen (Lärm) und an ihrer Leistung gemessen unangemessener „Trinkfreude“.

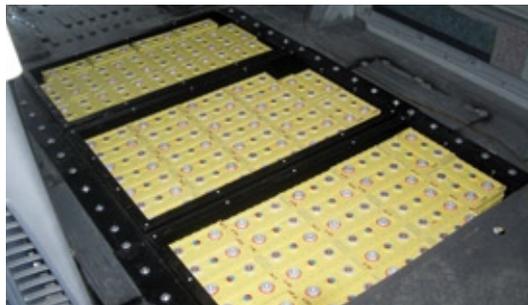
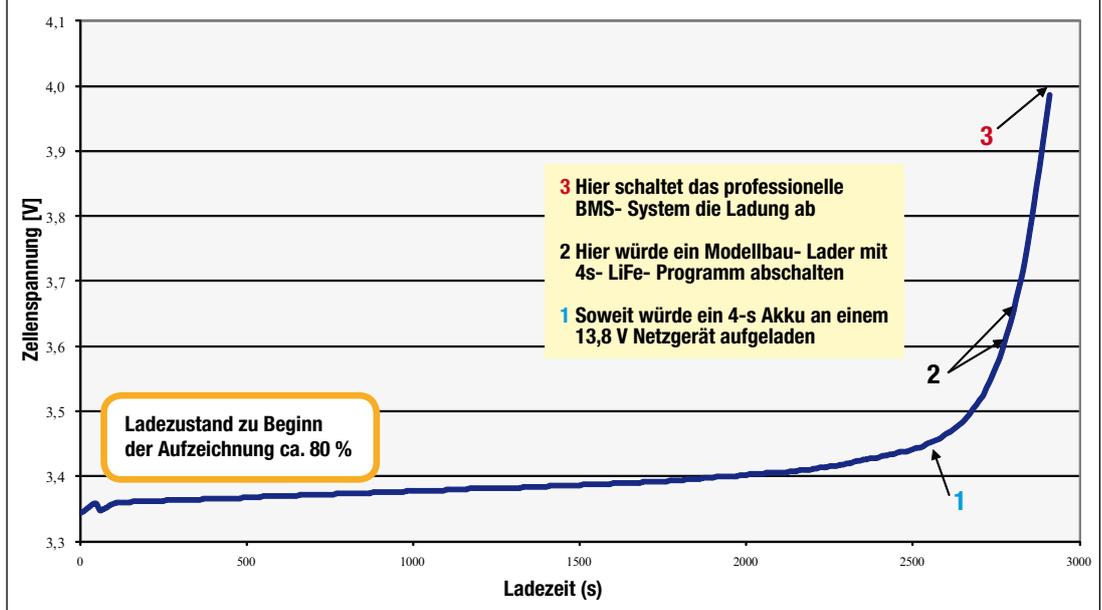
### **E-Bikes**

*Zunehmend geraten LiFePO<sub>4</sub>-Akkus in der Fahrradindustrie in den Fokus. So werden nicht nur E-Bikes mit Brushlessmotor und Akkus ausgestattet, die im Stadt-Land-Gebiet als Hilfsmotor ihren Dienst verrichten. Auch in Mountainbikes gelangt die moderne Technik zunehmend zum Einsatz. Auf mittlerweile 10 Prozent wird der Anteil des Gesamtjahresumsatzes 2010 für E-Bikes geschätzt. Da hier kleine, leistungsstarke Akkutypen gefragt sind, könnte auch der Elektroflug von dortigen Entwicklungen profitieren.*

**LiFeYPO<sub>4</sub>**



### LiFeYPO<sub>4</sub>-Zelle bei Ladung mit Konstantstrom (Endphase)



160-Amperestunden-LiFeYPO<sub>4</sub>-Batterien im Wagenboden eines Pakettransporters

Zudem ist die Kurvenform der Ausgangsspannung oftmals weit von der idealen Sinusform entfernt. Damit lassen sich dann zwar problemlos Flutlichtscheinwerfer und Heckenscheren betreiben, nicht aber alle möglichen Schaltnetzgeräte, welche die 230-V-Netzwechselspannung in Ladegerät-verträgliche 12 bis 24 V Gleichstrom umwandeln. Problem dabei ist vor allem die primitive, allein über die Vergaserklappe laufende Drehzahlregelung. Kommt es einmal zu einer Versorgungsstörung oder geht im Betrieb unbemerkt das Benzin aus, kann die Drehzahl und damit die Ausgangsspannung aufgrund finaler Gemischabmagerung kurzzeitig so weit ansteigen, dass die Netzgeräte „zerschossen“ werden.

Als langzeitbewährt können eigentlich die Geräte von Honda gelten. Sie sind aufgrund ihrer akustischen Zurückhaltung überall dort beliebt, wo – wie inzwischen ja auch auf unseren Modellflugplätzen – eine zusätzliche Geräuschkulisse gänzlich unerwünscht ist. Als Beispiel mag das Honda-Aggregat 10i dienen, das bei 13 Kilo Leergewicht realistische 900 W bei 230 V Wechselstrom liefert. Dank Vollkapselung läuft es wirklich sehr leise. Durch die eingebaute Invertertechnik eignet es sich auch zum Betrieb

von Spannungs-sensiblen Elektronik-Verbrauchern wie PCs und eben auch Schaltnetzteilen.

Der Preis solcher Geräte bewegt sich allerdings schon nahe der Tausend-Euro-Grenze, das Netzgerät nicht mitgerechnet. Letzteres kommt in jedem Fall dazu, denn der gleichfalls vorhandene 12-V-Gleichstrom-Ausgang ist nur sehr gering – hier mit knapp 100 W – belastbar. Auch der Preis des bei dieser Geräteklasse sehr empfohlenen Spezialbenzins ist wohl auf Dauer nicht ganz vernachlässigbar. Dem seit Jahren bewährten Honda-Generator nachempfundene, gleichfalls auf Inverterbasis arbeitende Geräte chinesischer und koreanischer Herstellung sind aber bereits für deutlich weniger Geld zu haben; Preis-Tendenz fallend. Doch wollen wir als Elektroflieger eigentlich wirklich schon wieder mit Flüssigkraftstoffen hantieren?

### Lithium-Zeitalter

Sehr fortschrittlich denkende und um Nachhaltigkeit bemühte Modellflieger kommen wohl nicht an der Erkenntnis vorbei, dass nach der Bleizeit bei Akkus langsam auch die Epoche des Erdöls als Energieträger zu Ende geht. Dies zeigen unter anderem auch Angebot und aktuelle Preisentwicklungen bei den Lithiumbatterien. Der kaum mehr übersehbare Forschungshype in Richtung Elektromobilität kommt nun immer mehr auch verwandten Bereichen zugute. So wurden zum Beispiel bei Thunder Sky in China – Dezember 2010 in „Winston Battery“ umbenannt – Groß-Akkuzellen mit bis zu 7.000 Ah für Elektromobile und unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen entwickelt. Sie basieren auf der bereits als bewährt geltenden Lithium-Ionen-Technologie mit LiFePO<sub>4</sub>-Kathoden (LiFe-Zellen). Allerdings haben die Chinesen

„Doch wollen wir als Elektroflieger eigentlich wirklich schon wieder mit Flüssigkraftstoffen hantieren?“

## Lithium

*Entdeckt wurde das Alkalimetall 1817 vom schwedischen Chemiker Johan August Arfwedson. Da Lithium sehr reaktiv ist, kommt es in der Natur nicht elementar vor. Besonders mit Wasser reagiert es heftig. Die Vorkommen von Lithium auf der Erde sind endlich. Nicht zuletzt die hohe Nachfrage aus der Akku-Industrie führt jüngst dazu, dass vielfach nach Alternativen zu Lithium, den Möglichkeiten des Recyclings und dem ökonomischen Abbau lithiumhaltiger Mineralien geforscht wird.*

das angeblich noch nicht hinreichend korrosions-sichere Eisen (Fe) in der Mischmetall-Sulfat-Elektrode weitestgehend durch das den seltenen Erden zugerechnete, leichte Übergangsmetall Yttrium – Elementsymbol „Y“, Ordnungszahl 39, Dichte 4,48 g/cm<sup>3</sup> – ersetzt, von dem sie behaupten, es stabilisiere die Kathode soweit, dass 3.000 Zyklen – manche Publikationen sprechen von 10.000 Zyklen – möglich werden. Vielleicht liegt es auch mit daran, dass der hochindustrialisierte Süden Chinas laut Wikipedia derzeit über 60 Prozent der weltweiten Yttriumvorkommen verfügt, ein Stoff, bei dessen Gewinnung noch andere wertvolle Seltene-Erden-Metalle anfallen, wie sie beispielsweise bei der Magnetherstellung benötigt werden. Kritiker, auch das sei hier nicht verschwiegen, mutmaßen indes, das Y habe nur eine Art Platzhalterfunktion inne, um bestehende Patentansprüche zu umgehen.

Da solche LiFeYPO<sub>4</sub>-Mammut-Zellen selbst im weit entfernten Europa bereits massenweise in Elektromobilen eingesetzt werden, bewegen sich die ursprünglich deutlich überhöhten Preise derzeit spürbar nach unten. Sofern einigermaßen günstig eingekauft, haben sie sich dem Niveau der Blei-Gel-Batterien schon recht weit angenähert. Berücksichtigt man dann noch die zu erwartende Lebensdauer, hat die Bleibatterie längst verloren. Und ganz wichtig: Entgegen ursprünglicher Befürchtungen bleibt der zum Laden und Pflegen der Lithiumtechnik benötigte apparative Aufwand in erfreulich engen Grenzen.

Soll eine 12-V-Bleibatterie (6s-Pb) durch den neuen Batterietyp ersetzt werden, benötigt man vier Zellen in Reihe (4s-LiFe(Y)PO<sub>4</sub>). Diese stellen eine im Mittel etwas höhere Nennspannung von 13,2 V zur Verfügung, was die Energiebilanz ge-



**Vergleich zwischen 88-Ampere-Stunden-Blei-Starterbatterie und einer 160-Ampere-Stunden-LiFeYPO<sub>4</sub>-Batterie: Bei gleichem Gewicht hat die Lithium-Batterie etwa das 1,4-fache Volumen, eine im Mittel um 1 bis 1,5 Volt höhere Entladespannung, die fast doppelte (Nenn)-Kapazität, aber eine etwa fünf mal höhere, nutzbare Energiemenge gespeichert**



**Versuchsanordnung zum vollständigen Aufladen einer 4s-LiFeYPO<sub>4</sub>-Batterie mit 160 Ampere über das LiFe-Programm eines Modellbualaders**

genüber einer 6s-Bleibatterie zusätzlich verbessert. Die Ladespannung hingegen liegt nur unwesentlich über Pb-Niveau. Wer sich mit dem Einladen von zirka 95 Prozent der Nennkapazität begnügt, kann weiterhin mit dem vorhandenen 12-V-Netzladegerät arbeiten, sofern dieser die üblichen 13,8 V zur Verfügung stellt. Der Rest – so überhaupt benötigt – lässt sich dann mit einem normalen Modellbualader mit LiFe-Programm nachreichen, sofern man das vorhandene Netzgerät auf 14,4 V „hochkitzeln“ kann.

## Umgangsformen

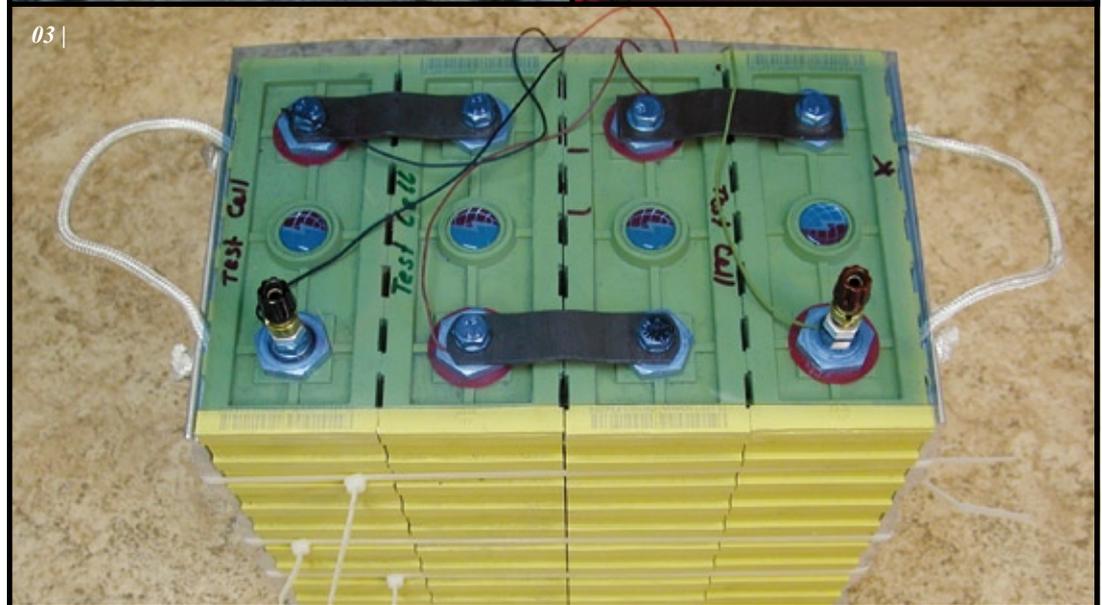
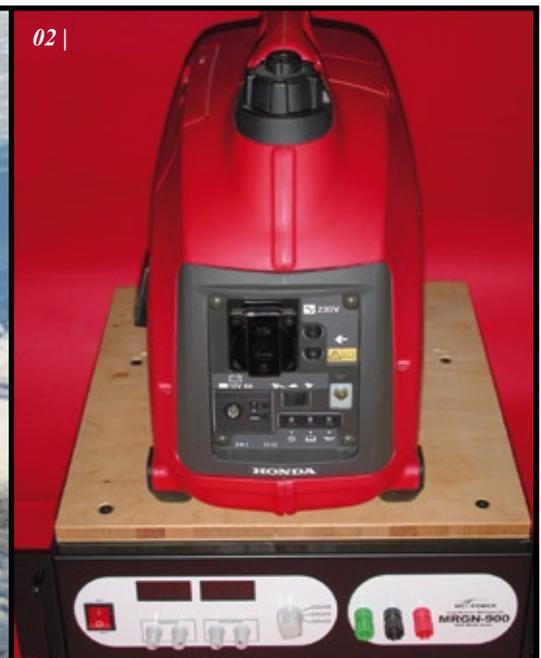
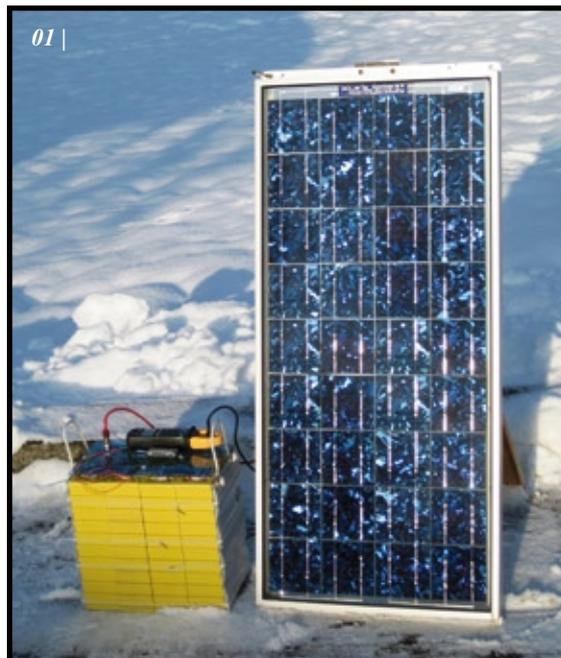
Die Ladecharakteristik dieser primär für professionelle Anwendungen geschaffenen Lithium-Ionen-Akkus ist so, dass die praktische Handhabung einen hohen Stellenwert einnimmt. „Verrenkungen“ wie exakt austariertes spannungskonstantes Laden und Balancing, wie in der Modeltechnik üblich, gelten in großtechnischen Anwendungen als aufwändig und letztlich auch zu wenig energieeffizient.

Stattdessen werden die hier zur Debatte stehenden Batterien üblicherweise mit Konstantstrom (CC) geladen und gleichzeitig durch ein Battery-Management-System (BMS) Spannungsüberwacht. Dabei bewegt sich die Ladespannung über große Strecken, je nach Laderate, recht flach zwischen 3 und 3,5 V pro Zelle. Bereits bei 3,45 V beginnt ein auffällig steiler Spannungsanstieg, ohne dass noch nennenswerte Mengen an Ladestrom aufgenommen werden. Der Akku zeigt also, wenn sein Speichervermögen langsam erreicht ist, im Gegensatz zu LiPos eine Art Sättigungsverhalten. Und weil die Ladespannung schon auch mal 4 V erreichen darf, bleibt für eine Spannungsüberwachung – gleich welcher Art – hinreichend viel Spielraum, um die Ladung rechtzeitig zu beenden. Das in der Consumer- und Hobbytechnik üblich gewordene Balancing wird bei den professionellen BMS-Systemen oftmals dadurch umgangen, dass die Systeme abschalten, wenn die erste Zelle im Batterieverbund 4,0 V erreicht. Im Extremfall darf die Zellenspannung sogar bis 4,25 V klettern. Sollten einzelne Zellen mit der Zeit

01 | *Alternativ zur Steckdose kann zum Aufladen der LiFeY-PO<sub>4</sub>-Zellen ein Solarpanel verwendet werden. Damit zieht sich der Ladevorgang allerdings etwas hin*

02 | *Stromaggregat von Honda mit stabilisierendem Netzteil zur mobilen Stromversorgung*

03 | *Vierzellen-LiFeY-PO<sub>4</sub>-Batterie, deren Energiespeicher-Qualität auf der Verwendung seltener Erden basiert*



dann doch aus dem Ruder laufen, werden Ausgleichsladungen an den Einzelzellenangriffen empfohlen. Inzwischen sind, wie zu Anfang der LiPo-Technik im Modellflug, so genannte Zellenspannungs-Limiter erhältlich, welche bei 3,6 V beginnen, Ladestrom an dicken Widerständen zu „verheizen“.

Auffällig anders ist auch, dass die Spannung nach Abschalten des Ladestroms nicht lange auf dem Niveau der Ladeschlussspannung verharrt, sondern binnen kurzer Zeit auf etwa 3,5 V fällt, sodass die Spitzenspannung einer vierzelligen LiFe(Y)PO<sub>4</sub>-Batterie nicht wesentlich über dem Niveau einer sechszelligen Bleibatterie zu liegen kommt.

### ***In der Praxis***

Durch Versuche und ausführliche Messungen mit einer aus vier Zellen zusammengesetzten

160-Ah-Batterie, dankenswerter Weise von der Firma EFA-S [www.efa-s.de](http://www.efa-s.de) zu Testzwecken zur Verfügung gestellt, wurde das oben Gesagte in eindrucksvoller Weise bestätigt. Bis an die Grenzen „ausgelutscht“, stellte die Batterie tatsächlich mehr als 180 Ah zur Verfügung. Einziger Wermutstropfen: Das durch zwei Aluplatten und größere Mengen Kabelbinder zusammengehaltene Zellen-Arrangement wiegt immerhin noch gut 24 Kilogramm – ziemlich genauso viel wie eine 88-Ah-Kfz-Batterie. Doch die im „grünen“ Lebensdauerbereich entnehmbare Energie liegt beim Vier- bis Fünffachen.

Neben Einzelzellen gibt es diese Batterien inzwischen auch als Eingehäuse-12-V-Blocks. Sie werden als monolithische Systeme bezeichnet, bestehend aus vier ausbalancierten Zellen mit identischen Leistungswerten, die im Bereich von 11 bis 16 V keiner Einzelzellenüberwachung bedürfen. LiFeYPO<sub>4</sub>-Batterien mit

80 Ah bei 12 V wurden Anfang 2011 von einem tschechischen Importeur bereits zu Einführungspreisen (Promo-Price) von 290,- Euro bei Einzelbestellung auf der Internetseite [www.ev-power.eu/?p=p\\_48&sName=lifeypo4-batteries-%2812v%29](http://www.ev-power.eu/?p=p_48&sName=lifeypo4-batteries-%2812v%29) angeboten.

So ein „Stromtank“ kann im Bereich von 10 bis 16 (17) V betrieben werden und nutzt damit voll umfänglich den Arbeitsbereich zeitgemäßer Mobillader. Bei etwa 90-prozentiger Kapazitätsausnutzung stellt er aber fast 1.000 Wh Ladeenergie bereit und wiegt mit 12 kg nur kaum ein Viertel dessen, was man für ein vergleichbares Stromreservoir in Blei mit sich herumschleppen müsste. Eine im Wortsinne angenehme Erleichterung. Über die tatsächlich erreichbare Lebensdauer solcher Industrieprodukte liegen naturgemäß noch keine Erfahrungen auf dem Tisch, doch bedeuteten die versprochen 3.000 Zyklen bei ganzjährig drei Einsätzen pro Woche eine Nutzungsdauer von annähernd 20 Jahren. Wohl dem, der dann noch Sorgen hat.

### Zubehörfragen?

Die Energie aus der häuslichen Steckdose ist die verlässlichste von allen, und meist auch die billigste. Allerdings erfordert es einen gewissen apparativen Aufwand, damit auch Batterien laden zu können. Für eine 12-V-LiFeYPO<sub>4</sub>-Batterie genügt im einfachsten Fall ein herkömmliches stabilisiertes Netzgerät mit einer Ausgangsspannung von 13,8 V. Solche Geräte dürften in den meisten Fällen bereits vorhanden sein. Wegen der Robustheit der LiFeYPO<sub>4</sub>-Batterien sind zusätzliche Strom-stabilisierende Maßnahmen für gewöhnlich unnötig, da die Netzgeräte baubedingt nur begrenzte Ströme abgeben können. Die von chinesischen Herstellern vorgegeben Grenzwerte liegen bei 3C Lade- und Entladestrom (Dauer). Im Sinne einer maximalen Lebenserwartung empfohlen



40-Ampere-Netzteil zum Laden von „Lade“-Batterien

### Chemische Elemente

*Li, Lithium,*  
Ordnungszahl 3,  
Metall,  
Aggregatzustand fest

*O, Sauerstoff,*  
Ordnungszahl 8,  
Nichtmetall,  
Aggregatzustand gasförmig

*P, Phosphor,*  
Ordnungszahl 15,  
Metall,  
Aggregatzustand fest

*Fe, Eisen,*  
Ordnungszahl 26,  
Metall,  
Aggregatzustand fest

*Ni, Nickel,*  
Ordnungszahl 28,  
Metall,  
Aggregatzustand fest

*Y, Yttrium,*  
Ordnungszahl 39,  
Metall,  
Aggregatzustand fest

*Cd, Cadmium,*  
Ordnungszahl 48,  
Metall,  
Aggregatzustand fest

*Pb, Blei,*  
Ordnungszahl 82,  
Metall,  
Aggregatzustand fest



Moderne LiFePO<sub>4</sub>-Batterie mit 160 Amperestunden als Einzelzelle

wird indes eine 0,5-C-Laderate. Dies wären bei einer 80-Ah-Batterie somit 40 A. Realistisch bedeutet dies, dass 95 Prozent bei einem noch preisgünstigen 40-A-Schaltnetzteil in gut zwei Stunden erreicht werden. Doch auch mit einem 10-A-Netzteil ist eine Über-Nacht-Ladung auf nahezu volle Kapazität möglich.

Feiner und vollkommen geht es natürlich, wenn sich zwischen Netzgerät und zu ladender Batterie noch ein Universallader mit LiFe-Ladeprogramm drängelt. Besonders eignen sich Geräte mit hoher Ladeleistung bei zugleich hohem Ladestrom wie Graupners Ultra Duo Plus 45 (250 W, 20 A), robbes Power Peak E1 (315 W, 20 A) oder Pelikans Raitronic C60 (2 × 200 W, 20 A bei höherer Eingangsspannung). Hier wird in bewährter Weise nach dem CC-/CV-System geladen, was eine maximale Batterieschonung garantiert.

### Sonnenbank

Erprobt wurde natürlich auch die umweltfreundlichste aller Strombeschaffungsvarianten, die Ladung via Solarpanel. Natürlich dauert es eine klitzekleine Ewigkeit, ehe die benötigten Amperestunden auf diese Weise gebunkert sind. Im Sommer, wenn die Solarelemente Temperaturbedingt eine etwas niedrigere Spannung bringen, bedarf es keiner Überladeschutzmaßnahmen. Im Winter genügt eine einfache Spannungsbegrenzung auf 15 bis 16 V. Das wird auch die Umweltschützer freuen.

# Was macht eigentlich?

## Elektroflug-Weltmeister Franz Weißgerber

*An Siegertrophäen hat es Franz Weißgerber nie gefehlt. Schon mit 13 gewann er seinen ersten Kleiner Uhu-Wettbewerb. Nach zahllosen regionalen Siegen wurde er 1996 schließlich ELEKTROFLUG-WELTMEISTER in der F5B-Einzel und Mannschaftswertung. Zwei Jahre später, 1998, kam eine Trophäe als Mannschaftsweltmeister hinzu.*

Text und Fotos: Ludwig Retzbach

**D**anach wandte er sich der Wettbewerbsklasse der Raketengleiter S8E/P zu, um auch dort sogleich wieder erste Plätze zu belegen. Nicht weniger als sieben Weltmeistertitel räumte er im Laufe seiner Modellfliegerkarriere ab.

Die Erfolge kamen nicht von ungefähr. Der einstmalige Berufs- und Technikschnullehrer, Fachrichtung Maschinenbau und Physik, befasste sich stets mit der Materie, bediente sich jeweils allerneuester Technologien und ging bis an die Grenzen des Möglichen. Früh wandte er sich den Faserverbundstoffen zu, experimentierte als einer der ersten im Leistungsmodellbau mit Karbonfasern. Sie verstärkten Modellrümpfe, zogen als Holme durch die Flächen, wurden zu Propellerblättern laminiert, verdrängten am Schluss sogar die Alugehäuse der Motoren. Schnell wuchs die Nachfrage nach den schwarzen Goldfäden. Daraus entstand schon 1982 der Carbon-Vertrieb, über den die Hobbykunden

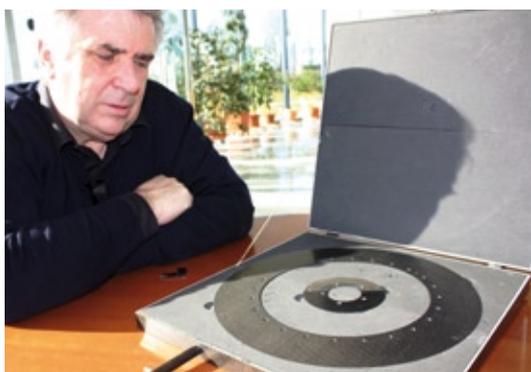
auch Kleinmengen bestellen konnten. Bald entwickelte sich die Versandfirma aus dem bayrischen Wallerstein auch zum Anlaufpunkt für Solarflieger, mit der Möglichkeit, auch das benötigte Knowhow zu erfragen. Unvergessen sind die kurzweiligen „Solarzellen-Lötkurse“, die der auch in der Jugendarbeit sehr bewanderte Franz Weißgerber abhielt.

Ein sich rasch steigendes Umsatzvolumen mit weltweit eingehenden Bestellungen zwingen zur „Delegation“: Ehefrau Annemarie Weißgerber übernimmt 1984 die Firma. Es beginnt die Eigenherstellung von CFK-Halbzeugen wie Stäben, Schläuchen, Rohren. Die steigende Nachfrage bewirkt ein Jahr später schon den Umzug in eine eigene Werkstatt und schafft Arbeitsplätze für neue Mitarbeiter.

Nach der Jahrtausendwende nimmt der Karbonzug rasant Fahrt auf. Vermehrt fragen auch Industriekunden die neuen, leichten, reißfesten Fäden nach, die lange noch als teuer und

„Nicht weniger als sieben Weltmeistertitel räumte er im Laufe seiner Modellfliegerkarriere ab“





**Dies hier ist Teil eines neuen eisenlosen Scheibenläufermotors. Karbonfaser dient als Trägermaterial**

rätselhaft gelten. Jetzt zahlt sich die jahrzehntelange Befassung im Rahmen des Hobbys für Franz Weißgerber aus, denn er wird plötzlich zum gefragten Berater innovativer Hightech-Unternehmen. Der einstige „Kohlehändler“ hat sich zum Anbieter für Ingenieur-Dienstleistungen gemauert.

Eine ehemalige Schreinerei am Ortsrand von Wallerstein wird neuer Produktionsstandort, bald ergänzt um ein modernes Industriegebäude, dessen gläserne Front nun auch neue, repräsentative Büroräume enthält.

2005 kündigt der begnadete Motivator, der auch im Umgang mit Jugendlichen den richtigen Ton findet, seinen pensionssicheren Lehrerberuf und wird Vollzeitunternehmer. Auf Kundenanforderung entwickelt Franz Weißgerber Karbonbauteile für alle Industriebereiche: Automobil- und Schiffbau, Rennsport und Medizintechnik, um nur einige zu nennen. Am 30. Juni 2005 wird die



**Kunst aus Karbonröhren: „Mae West“ von Rita McBride am Münchner Effnerplatz. Das Mittlere Stützgerüst wird noch entfernt**

Firma Carbon-Vertrieb für die Entwicklung der CFK-Felge, die zirka zwei Kilogramm leichter als eine herkömmliche Leichtmetallfelge ist, mit dem 1. Schwäbischen Innovations-Preis der IHK Schwaben ausgezeichnet. Aus Carbon-Vertrieb wird Carbon-Werke GmbH & Co.

Die Verarbeitung des Karbon-Werkstoffs gilt mittlerweile als Schlüssel zur modernen Leichtbautechnik. Karbonfasern erreichen die gleiche Zugfestigkeit von Stahl bei 80 Prozent weniger Gewicht. Die CFK-Fasern lassen sich bei der Fertigung entlang des Kraftverlaufs positionieren. So wird der Werkstoff dort eingebaut, wo er den größten Effekt entfalten kann. Und ein CFK-Bauteil rostet nicht. Die CFK-Technologie wird in Wallerstein seit Jahrzehnten fortentwickelt. Nun soll sie in größerem Stil angewandt und vor allem preisgünstiger werden. Gleich nebenan wächst ein weiteres Fabrikgebäude aus dem Boden. Die Firma Carbon-Großbauteile GmbH (CGB), bei der Franz Weißgerber heute noch als Berater fungiert, hat sich auf die automatisierte Herstellung großdimensionaler Karbonbauteile spezialisiert, die, und darin liegt originär der Ersparnis-effekt, nicht mehr aus teuren Fasermatten aufgebaut sind, sondern allein aus preisgünstigen, unidirektionalen Fasersträngen (Rovings), welche von riesigen Wickelmaschinen anforderungsgerecht platziert werden. Mit einer Karbon-Zug-Wickelmaschine, auf die eine ganze Reihe von Patenten angemeldet wurden, können so – und dies ist bisher Weltspitze – nahezu 50 Meter lange Karbonrohre, auf Wunsch auch konisch verlaufend, ganz ohne Wickelkern gefertigt werden.

Die Mega-Röhren sind seit kurzem Gegenstand öffentlicher Bewunderung: Das Kunstwerk „Mae West“ der renommierten Künstlerin Rita McBride am Münchner Effnerplatz wurde im Auftrag des Baureferats München als Kunst-am-Bau-Projekt im Rahmen der Tunnelbaumaßnahme „Mittlerer Ring Ost“ aus CGB-Karbonrohren errichtet. Davor galt die 52 Meter hohe Röhrenskulptur wegen des Bauteilgewichts lange als unrealisierbar. Die vorerst größte Rekordtrophäe von Franz Weißgerber.



**Wie alles begann: schweres Metall wurde bei den Wettbewerbsmotoren durch Karbonfaser ersetzt**



#### **Zur Person**

*Franz Weißgerber wurde 1952 geboren und steigt bereits im Kindesalter erfolgreich in den Modellflug ein. 1965 gewinnt er den damals größten Modellflugwettbewerb für Jugendliche, den „Kleiner UHU-Wettbewerb“. Es ist der Beginn einer erfolgreichen Karriere. Dem Abitur folgt ein Lehramtsstudium der Fächer Maschinenbau und Physik. Experimente mit CFK führen zu immer leichteren, schnelleren, festeren Modellen. Schließlich erkämpft er 1996 den ersten von sieben Weltmeistertiteln.*

#### **Kontakt**

**Carbon-Werke GmbH & Co KG**  
 Albert-Einstein-Straße 2-4  
 86757 Wallerstein  
 Telefon: 090 81/29 00 40  
 Fax: 090 81/290 04 29  
 E-Mail:  
[mail@carbon-werke.com](mailto:mail@carbon-werke.com)  
 Internet:  
[www.carbon-vertrieb.com](http://www.carbon-vertrieb.com)



Text und Fotos: Ludwig Retzbach

# Hoch das Bein

## Moderne elektrische Einziehfahrwerke

*Ganz unbestritten sieht ein vorbildähnliches Modellflugzeug mit eingezogenem Fahrwerk in der Luft besser aus. In den meisten Fällen kommt es sogar den FLUGLEISTUNGEN ZUGUTE, wenn das Fahrwerk nach dem Start im Inneren verschwindet. Denn gerade spindeldünne Fahrwerksbeine können einen erheblichen Luftwiderstand erzeugen.*

Das merkten bereits die Flugzeugpioniere des „Golden Age“ in den 1930er Jahren, als man begann, die Fahrwerke aerodynamisch zu überarbeiten, indem man ihnen zum Teil voluminöse Verkleidungen spendierte. Das verbesserte in vielen Fällen die Optik, auch wenn die Maßnahmen aerodynamisch nicht immer erfolgreich waren. Doch das Einziehen der Räder – man sprach noch von „Verschwindfahrwerk“ – erschien damals noch zu aufwändig.

Hierin lag lange Zeit auch das Problem beim Elektromodellflug. Denn bekanntlich verringern sich mit den Abmessungen der Bauteile nicht automatisch die Herausforderungen. Und neben dem Mehraufwand bedeutet eine zusätzliche

Einziehmechanik ja stets erst mal Mehrgewicht. Das heißt, es ist mehr Auftrieb erforderlich. Damit muss entweder schneller oder mit mehr Anstellwinkel geflogen werden. Beides braucht mehr Motorleistung

Ein weiteres Thema ist die Frage der Zuverlässigkeit. Nichts ist unangenehmer – und blamabler – als ein Fahrwerk, das beim Landen nicht vollständig ausfährt oder beim Aufsetzen einknickt. Schlimmer noch, wenn ein unbemerkter Defekt an der Einziehmechanik die dort eingesetzte Elektrik involviert, das hilflos klemmende Fahrwerksservo Blockierstrom verursacht und so die Energiesicherheit des Empfängerkreises heimlich untergräbt. Abhilfe schafft hier eine vom Rest der Steuerung abgekoppelte Strom-

„Nichts ist unangenehmer – und blamabler – als ein Fahrwerk, das beim Landen nicht vollständig ausfährt oder beim Aufsetzen einknickt.“



**Kniehebelprinzip hier bei einem servogesteuerten Fahrwerk. Gestänge und Servohebel bilden in dieser Stellung ein (fast) gestrecktes Knie, sodass nur noch minimale Kräfte auf das Servogetriebe wirken. Die Servoscheibe wird zur Entlastung des Lagers von außen mit abgestützt. Das Fahrwerksservo (135°) stammt von e-flight-ch**

versorgung mittels separaten Akku oder das Ausweichen auf andere Energieformen wie etwa Druckluft – Stichwort pneumatisches Einziehfahrwerk. Alles Dinge, die zusätzlichen Aufwand erfordern und kaum Aussicht haben, auch noch bei den Weight Watchers zu punkten.

Dabei könnte alles so einfach sein: Man nimmt den Strom aus jenem meist ohnehin überdimensionierten Speicher namens Empfängerbatterie; in jüngster Zeit ja immer häufiger ersetzt durch ein nicht weniger ergiebiges BEC-System. Entsprechende Schutzmaßnahmen, von denen im Einzelnen noch die Rede sein wird, müssen allerdings sicher dafür sorgen, dass im Fall des Falles die „Notvorräte“ der Empfangsanlage unangetastet bleiben. Technisch gesehen ist das heute eigentlich kein Problem mehr. Durch die Miniaturisierung der Elektronik ist es dann sogar möglich, ein „All Inclusive“-System in das Fahrwerksgehäuse zu integrieren, sodass wirklich nur noch ein dreiadriges Kabel zum Empfänger führt. Doch um die richtigen Sicherheitsmaßnahmen ergreifen zu können, sollten wir uns erst mal über die Knackpunkte der gängigen Einziehfahrwerks-Konstruktionen unterhalten.

### Sicherheitskriterien

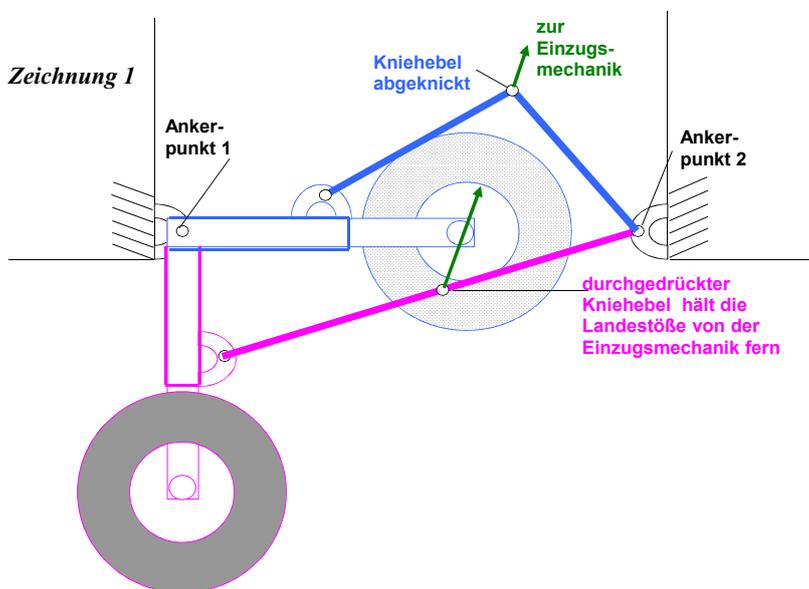
So besteht die Grundaufgabe der Einziehmechnik schlicht darin, das Fahrwerksbein beim Ein- oder Ausfahren um einen Winkel von etwa 90 Grad zu schwenken – üblicherweise liegen die Drehwinkel zwischen 85 und 100 Grad. Dabei muss die Schwenkmechanik am besten in beiden Endstellungen durch eine geeignete Verriegelung entlastet werden. In erster Linie sind die in ihrer Stärke wenig kalkulierbaren Landestöße von den Einzugsmechanismen fernzuhalten. Dazu bediente man sich schon früh in der Geschichte des Flugzeugbaus des Kniehebels. Einer Konstruktion, bei der das durchgedrückte beziehungsweise leicht überdrückte Knie diese Entlastungsfunktion wahrnahm; vergleiche dazu Zeichnung 1. Ziel realer Fahrwerkskonstruktionen ist es natürlich, auch die zum Fahrwerksservo führende Mechanik so zu gestalten, dass das beschriebene Kniehebel-Prinzip in beiden Endstellungen zur Wirkung kommt. Eine solche Kniehebelkonstruktion braucht allerdings immer zwei auseinan-



**FlyFly-Einziehfahrwerk mit freigelegter Steuerelektronik**



**Der Mithnehmerzapfen aus 4-Millimeter-Alu im Fly Fly Electric Retract System kann sich verbiegen**



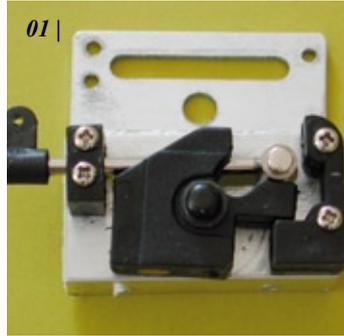


Die Motor-/Getriebeverpackung im Fly Fly Electric Retract System ...

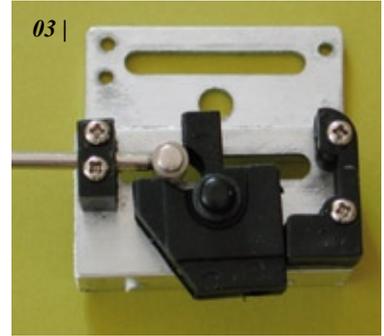
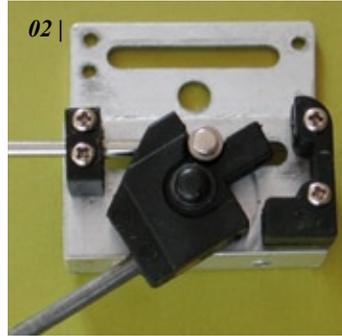


... musste „nachbandagiert“ werden

Erfreulich kompakt und leicht: Das PZ 15091 E-Retract von Wild-Technik



Funktionsweise der Verriegelung eines modernen Einziehfahrwerks: 01 | Bein eingefahren: Schwenkkulisse zwischen Mitnehmer und oberer Anschlagfläche ist arretiert. Es wirkt keine Kraft mehr auf das Gestänge. 02 | Bein schwenkt aus: Jetzt muss das Servo Kraft aufbringen 03 | Bein ausgefahren: Gleich werden Mitnehmer und seitliche Anschlagfläche wirksam. Wieder wirkt keine Kraft mehr auf das Gestänge



der liegende Ankerpunkte am Chassis und muss deshalb schon von Anfang an bei der Konstruktion des Flugzeugs mit eingeplant werden.

Mit aus diesem Grund greift man beim Modellflug meist auf Lösungen zurück, die auf nur einer stabilen Grundplatte montiert sind. Sie stellen heute sehr kompakte, mit Anschraubwinkeln versehene Gebilde dar, die mit vier Schrauben an einer belastbaren Stelle der Rumpf- beziehungsweise Flächenunterseite befestigt werden. Um den Fahrwerksantrieb zu entlasten, werden die Federbeine durch eine geeignete Krafteinleitung in beiden Extrempositionen formschlüssig verriegelt. Dies wird, wie in Zeichnung 2 erkennbar, mithilfe einer Kulissensteuerung erreicht. Das Schwenken des Fahrwerksbeins wird dabei über eine drehbare Steuerscheibe bewerkstelligt, die quasi die lineare Bewegung eines Servogestänges so in eine Drehung umsetzt, dass an den Endpunkten eine Verriegelung des Fahrwerksbeins stattfindet. Daher geht in jeder dieser Endstellungen die Steuerkurve in eine gerade Fläche über. Die Winkelstellung beider Endflächen zueinander bestimmt dabei den Schwenkwinkel des Fahrwerks. Hat der Mitnehmerzapfen eine dieser Endflächen erreicht, wirkt keine Kraft mehr auf das Betätigungsgestänge. Die Kraft wird einseitig über den Führungsschlitz beziehungsweise eine der Anschlagflächen in die Gehäusewände eingeleitet und dort hoffentlich verformungsfrei aufgenommen.

### Technische Ansprüche

Neben Alu als Basismaterial kommen bei der Gehäuseherstellung heute vermehrt auch Kunststoffe mit großem Faseranteil zur Verwendung, die eine sehr hohe Zähigkeit aufweisen. In jedem Fall lässt sich sagen, dass sich das hier beschriebene Prinzip bewährt hat und auch im Wesentlichen nicht weiter zu vereinfachen ist.

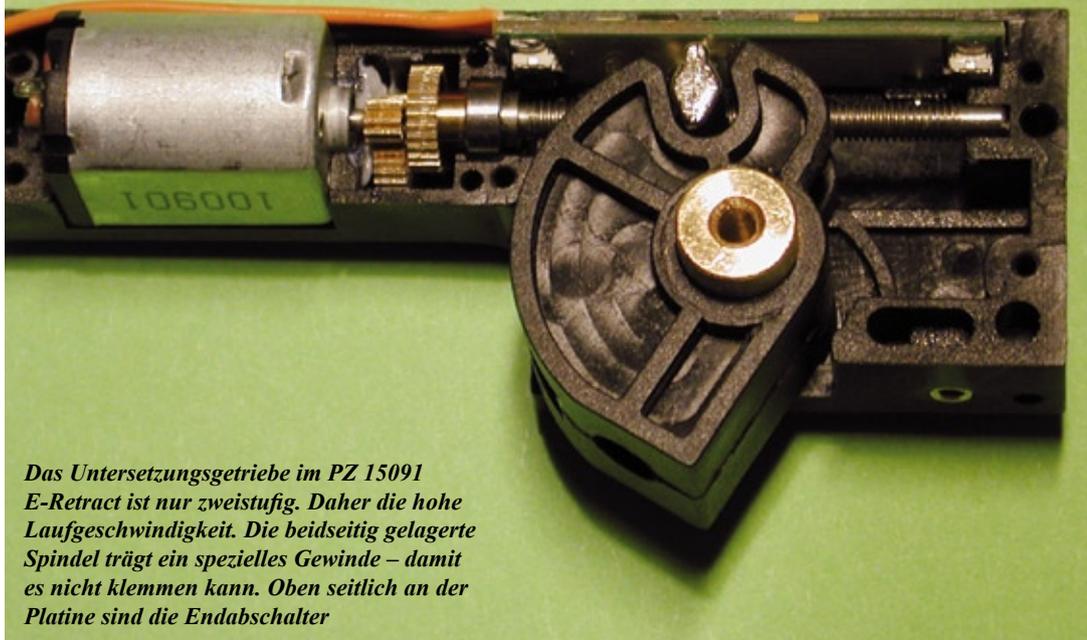
Allerdings sind noch ein paar Randbedingungen zu beachten: Da sich der Mitnehmer linear, die Steuerscheibe jedoch um einen Drehpunkt bewegt, hat man es bei dem Schwenkvorgang mit sich ständig ändernden Hebelverhältnissen zu tun. Betrachtet man die Kraftübertragung auf das Fahrwerksbein, so liegt der Worst Case genau in der Mitte, also dort, wo der Mitnehmer mit dem kleinsten Hebel angreift. Dies erklärt, weshalb hier eingesetzte Servos einiges an Kraft brauchen. Leider bietet der Modellbaumarkt bis heute nur wenige Servos speziell für derartige Anwendungen an, die ja eigentlich nur höher untersetzt sein müssten, um daraus die nötige Kraft zu gewinnen und quasi im Nebeneffekt dann auch noch vorbildähnliche Betätigungsgeschwindigkeiten zu bewirken. Erhältlich sind indes bistabil arbeitende Servos mit vergrößertem Drehwinkel von 135 bis 180 Grad.

Diese beiden Endpunkte verdienen besondere Beachtung. Der Mitnehmerzapfen muss hier sicher in den Bereich der Verriegelung vorrücken, ohne jedoch an den Endpunkten anzustoßen, weil das Servo sonst Blockierstrom zieht. Dies erfordert gerade bei kompakten Fahrwerkskonstrukten mit geringer Wegreserve oftmals eine fummelige Einstellprozedur. Es dürfte hier auch einer der Gründe sein, weshalb bei anspruchsvollen Anwendungen das pneumatisch betätigte Fahrwerk immer noch dominiert.

Gut auch, wenn ein und derselbe Fahrwerkstyp mit von 90 Grad abweichenden Schwenkwinkeln lieferbar ist. So wird die 85-Grad-Variante gerne bei Tiefdeckern mit ausgeprägter V-Flügel-Form verbaut. Damit stehen die ausgefahrenen Beine nicht mehr so X-förmig in der Landschaft. 100 Grad Einziehwinkel werden dagegen bei nach hinten einfahrenden „Gebeinen“ bevorzugt, damit das ausgefahrene Teil leicht nach vorne kommt.

### Pflichtenheft

Im Grunde funktionieren die neuen elektrischen Einziehfahrwerke alle auf der in Zeichnung 2



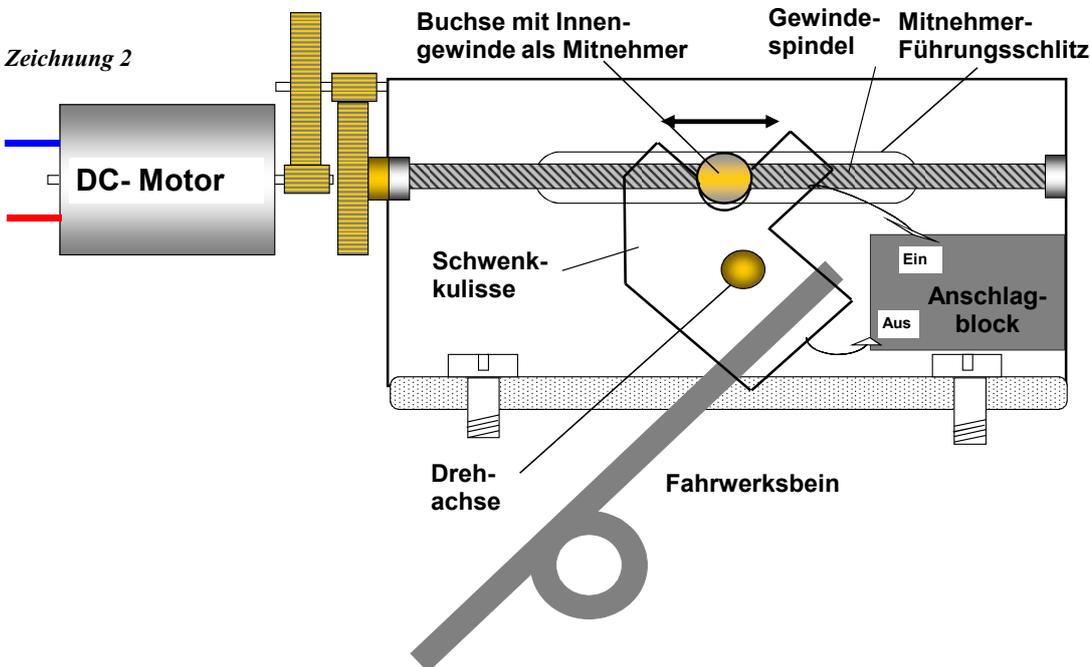
Das Unteretzungsgetriebe im PZ 15091 E-Retract ist nur zweistufig. Daher die hohe Laufgeschwindigkeit. Die beidseitig gelagerte Spindel trägt ein spezielles Gewinde – damit es nicht klemmen kann. Oben seitlich an der Platine sind die Endabschalter

gezeigten Basis, wobei nun der Antrieb quasi ins System integriert ist. So ist man die ganzen Probleme mit der Einstellung los und braucht weder ein steuerndes Servo noch irgendwelche Gestänge unterbringen. Moderne elektrische Einziehfahrwerke hängen direkt mit einem dreiadrigen Kabel an einem Empfängeranalogausgang. Dass es dann wirklich immer funktioniert, dafür muss der Konstrukteur allerdings vorgesorgt haben. Die Anforderungen oder möglichen Probleme seien hier nochmals zusammengefasst:

- Mechanik und Elektrik sollten leicht und dennoch kräftig genug sein, um ein Fahrwerksbein entsprechender Größe immer zuverlässig von Anschlag zu Anschlag zu bewegen.
- Die Einbaumaße der Fahrwerksmechanik – primär die Einbauhöhe – wünscht man sich so kompakt wie möglich, um einen problemlosen Einbau auch in Flügel geringer Dicke zu ermöglichen.

- Der Stromverbrauch des Fahrwerksmotors darf den Empfängerstromkreis dabei nicht unzulässig hoch belasten.
- Beim Erreichen der Endpunkte, wie auch im Fall einer Störung (Fahrwerksblockierung) sollten die Motoren zeitnah und zuverlässig abgeschaltet werden.
- Ist die Bewegung in eine Richtung aus irgendeinem Grund blockiert, sollte eine Richtungs-umkehr trotzdem möglich sein, zum Beispiel das Wieder-Ausfahren des Rads.

Es ist sicher kein Zufall, dass alle modernen Lösungsvarianten derzeit auf einem Spindel-antrieb basieren. Er wandelt die Rotation des Motors beziehungsweise der Getriebewelle in eine Linearbewegung um und stellt von sich aus auch schon eine hohe Untersetzung dar. So ist zu erwarten, dass selbst bei kleinen Motoren hinreichend viel Kraft zur Verfügung steht. Darüber hinaus wird im Allgemeinen eher eine



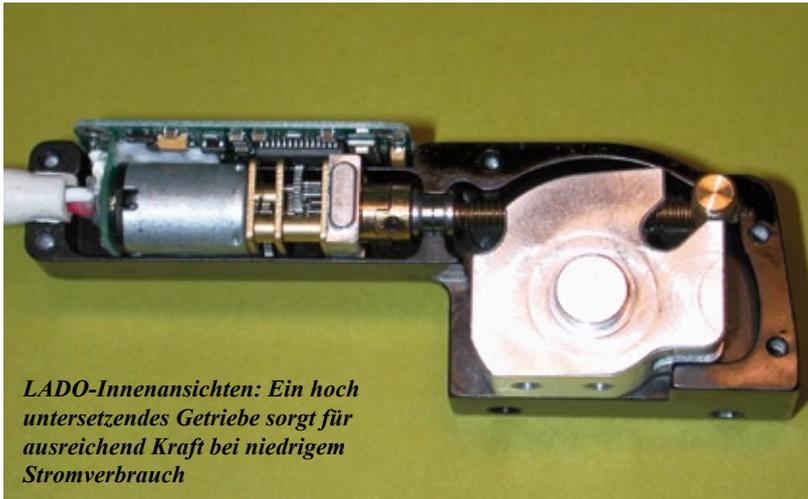
Der Klassiker unter den elektrischen Einziehfahrwerken (Firma Giezendanner) ist etwas in die Jahre gekommen. Es hat noch Endanschlagsschalter. Gegen Überlastung schützt eine eingebaute Rutschkupplung. Die kürzlich aufgelegte Nachfolgeversion wird auch eine elektronische Steuerung haben

## Bezugsadressen

**Für Fly Fly und E-flite:**  
**Horizon Hobby Deutschland**  
 Hamburger Straße 10  
 25337 Elmshorn  
 Telefon: 041 21/461 99 60  
 Fax: 041 21/461 99 70  
 E-Mail: [info@horizonhobby.de](mailto:info@horizonhobby.de)  
 Internet: [www.horizonhobby.de](http://www.horizonhobby.de)

**Grumania Jets**  
**Ilja Grum**  
 Eisenbahnstr. 24  
 72555 Metzingen  
 Telefon: 071 23/38 09 88  
 Email: [Grumania@web.de](mailto:Grumania@web.de)  
 Internet: [www.grumania.com](http://www.grumania.com)

**Wild Technik**  
 Weipertshoferstraße 12  
 74597 Stimpfach-Rechenberg  
 Telefon: 079 67/71 05 05  
 Fax: 079 67/71 05 12  
 E-Mail: [info@wild-technik.de](mailto:info@wild-technik.de)  
 Internet: [www.wild-technik.de](http://www.wild-technik.de)



**LADO-Innenansichten: Ein hoch untersetzendes Getriebe sorgt für ausreichend Kraft bei niedrigem Stromverbrauch**



**E-flite EFLG 430: Saubere Metallverarbeitung. Der Mitnehmer durchläuft eine Kurvenbahn**

geringe Laufgeschwindigkeit gewünscht, weil das realistischer wirkt. Im Übrigen verfügt ein Spindeltrieb auch über eine Selbsthemmung – Kraftübertragung nur in Vorwärtsrichtung – was jedoch nicht ausschließlich Vorteile bietet. Daher sind einfache Schraubgewinde problematisch, weil sie klemmen könnten. Dies entspricht einem Festziehen der Schraube. Zudem produziert so eine Schnecke deutlich mehr Reibung als ein entsprechend untersetzter Zahnradtrieb. Gleichwohl lassen sich die beiden erstgenannten Forderungen mit einem Schneckenantrieb schon weitgehend erfüllen.

Für eine sichere Endabschaltung bieten sich natürlich erst mal mechanische oder sensorische Positionsschalter an. Diese versagen jedoch, wenn der Antrieb aufgrund einer Störung vor Erreichen der kompletten Ein- oder Ausfahrposition angehalten wird. Der blockierte Gleichstrommotor wird nun den höchstmöglichen Strom (Blockierstrom) ziehen, mit der Folge, dass entweder der Motor selbst nach einiger Zeit durch Überhitzung schlapp macht oder, bei entsprechenden Nehmerqualitäten, zu große Strommengen dem Empfängerkreis entzogen werden. Letzteres ist sicher gefährlicher, kann doch der Empfängerakku damit vorzeitig leer oder aber das BEC überlastet werden.

Abhilfe schafft hier im einfachsten Fall eine Zeitsteuerung. Der Strom wird damit nach einer vorgegeben Zeitdauer, die sicher ausreicht, um das Fahrwerk von einer Endstellung in die an-

dere zu bewegen, abgeschaltet. Damit ist auch die mögliche Blockierstromaufnahme zeitlich limitiert. Man nimmt dabei in Kauf, dass jetzt immer nach Erreichen der Endposition kurzzeitig der volle Strom auftritt. Ein erneutes Einschalten ist nur mit umgekehrter Laufrichtung möglich.

Deutlich verfeinert ist eine kombinierte Strom-/Zeitsteuerung, die man auch als eine Stromsteuerung mit Verzögerungseffekt bezeichnen kann. Dabei wird der Motorstrom des Spindeltriebs gemessen. Erkennt die Auswerteelektronik Blockierstrom, so wird nach kurzer Verzögerungszeit, die sicherstellen soll, dass es sich nicht nur um den Anlaufstrom oder eine nur kurze Laufstörung handelt, der Motorlauf gestoppt. Auch hier ist ein erneutes Einschalten nur mit umgekehrter Laufrichtung möglich.

Diese elektronische Auswertung stellt sich als weit zuverlässiger heraus, als wenn nur mechanische Endschalter die Aufgabe übernehmen, denn sie erfasst eben auch alle Fälle von ungeplanten Bewegungsstörungen im Fahrwerksbereich.

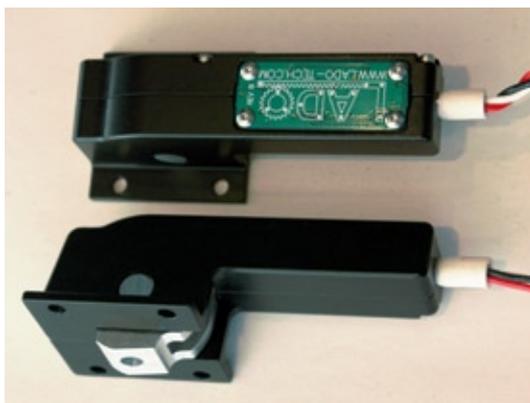
Im Folgenden soll gezeigt werden, wie bei verschiedenen, derzeit handelsüblichen Lösungen diese Probleme gelöst wurden.

### **Fly Fly Hobby Electric Retract**

Das Electric Retract System wurde bei der chinesischen Firma Fly Fly Hobby entwickelt und schon Ende 2009 angeboten. Es hat bereits die Einsatzerprobung hinter sich. In der aus schlagzähem, faserverstärkten Kunststoff gespritzten 35 Gramm (g) leichten Fahrwerkseinheit lassen sich Fahrwerksbeine mit bis 3 Millimeter (mm) Drahtdurchmesser befestigen. Damit kommt das System für Modelle bis etwa 2 Kilogramm Abflugmasse in Frage. Etwas ungünstig ist die extreme Baulänge des Spindeltriebs. Hier kollidiert das eingezogene Rad gerne mit dem Motorgehäuse. Die Verdrehsicherung der Federbeine wirkt etwas windig und konnte auch in der Praxis nicht restlos überzeugen. Auch zeigte es sich, dass sich bei harten Rasenlandungen die aus Alu gemachte, nur 4 mm dünne Mitnehmerbuchse irgendwann verbiegt. Sie wurde später durch ein selbstgefertigtes Messingteil

## **Technische Daten Fahrwerke**

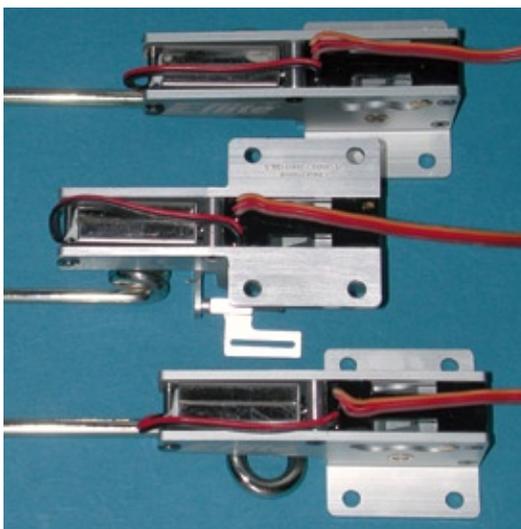
Bezeichnung	Modellgewicht bis	Lenkbare Variante verfügbar	Drehbare Variante verfügbar	wählbare Schwenkwinkel	Für andere Gewichtsklassen verfügbar
Fly Fly Hobby E- Retract	2 kg	beiliegend	nein	90 Grad	nein
PZ 15091 E-Retract	5 kg	nein	nein	90 Grad	ja
E-flite EFLG 430	7,5 kg	ja	nein	85, 90, 100 Grad	ja
LADO RS 333	10 kg	ja	ja	85, 90 Grad	ja



Das Einziehfahrwerk von LADO ist aus schwarz eloxiertem Alu gegossen

ersetzt. Auch ist die im Inneren einer Messing-Gewindebuchse drehende Spindel mit 2,5-mm-Gewindedurchmesser im harten Landegeschäft des real existierenden Modellflugs nur begrenzt überlebensfähig. Die Motorhalterung, bestehend aus einer dünnen Kunststoffmanschette am Ende eines Alu-Rohrs, ist hingegen tauglicher, als sie auf den ersten Blick wirkt, muss aber irgendwann doch „nachbandagiert“ werden.

Im Ansatz gut, weil einfach gelöst, ist auch die elektrische Steuereinheit platziert, nämlich versteckt in einem zwei Würfelzucker großen Kästchen mit 17 g Gewicht. Es enthält zwei Mini-Relais zur bidirektionalen Steuerung von bis zu drei Fahrwerksmotoren. Dabei setzt die Impulsauswerte-Elektronik ein Flip-Flop, das die Laufrichtung abhängig von der Impulslänge des Empfängersignals steuert. Gleichzeitig wird ein Mono-Flop angestoßen, das die Motorlaufzeit auf jeweils 8 Sekunden begrenzt. Diese Zeitvorgabe lässt sich vom Kunden durch Stecken eines Jumpers auf 10 Sekunden ausdehnen. Bei der schon sehr vorbildgerecht wirkenden Laufdauer von 6 Sekunden ziehen die Antriebsmotoren dabei am Anschlag für je eine Sekunde Blockierstrom von zirka 500 Milliampere (mA) bei 5 Volt (V), der den kleinen DC-Getriebe-Motörchen offensichtlich auch dann noch nichts anhaben kann, wenn die Blockierung mal unplanmäßig vor dem eigentlichen Anschlag erfolgt. Die Lenkaufgabe beim Bugfahrwerk löst man bei Fly Fly Hobby, indem eine (demontierbare) Servohalterung für 9-g-Servos einfach mitschwenkt.



E-flite EFLG 430-Set für Dreibeinfahrwerke

### Wild-Technik PZ 15091 E-Retract

Das PZ 15091 E-Retract ist ein sehr kompaktes elektrisches Einziehfahrwerk zu einem äußerst attraktiven Preis. Auch hier besteht die Fahrwerkseinheit aus gespritztem Kunststoff. Die abnehmbare Montageplatte wird jedoch durch in den Kunststoff eingelassene Messingbuchsen mit vier Metallschrauben gehalten – Auswechslung gegen selbstgebaute Metallplatten – somit sogar rückseitige Befestigung möglich. Die 5-mm-Bohrung lässt das Einstecken kräftiger Federbeine zu. Gleichwohl findet die nur 53 g wiegende Fahrwerkseinheit bei Modellgewichten von 4.500 bis maximal 5 kg ihre Grenzen. Dennoch, das PZ 15091 ist mit seinen einbaufreundlichen, kompakten Abmessungen, dem auch noch eine kleinere Schwester PZ 15090 – 32 g für Modelle von etwa 2 bis 2,5 kg – zur Seite steht, hinterließ bisher einen durchaus soliden Eindruck, auch wenn die Praxiserprobung noch nicht als abgeschlossen gelten kann.

Allerdings zählt es mit einer Laufdauer von knapp einer Sekunde eher zu den Verteidigern einer etwas hektischen Rückzugskultur, zumal im Blockierfall die Abschaltung erst nach zehn Sekunden erfolgt. Dabei schlürft jede Seite dann etwa 1.300 mA aus dem Füllhorn der Empfängerversorgung. Der Motor scheint diese unnötig lange Tortur zu überstehen. Blockierschutz ist eben nur so was wie eine Notfallvorsorge. Die

„Im Ansatz gut, weil einfach gelöst, ist auch die elektrische Steuereinheit platziert, nämlich versteckt in einem zwei Würfelzucker großen Kästchen“

Maße in mm (L × B × H)	Masse	Aufnahmebohrung für Federbein	zirka Laufzeit bei 5 V	Stromaufnahme bei 5 V zirka von bis	Internet
107 × 39 × 23 mm	35 g	3 mm	6 s	100 - 500 mA	<a href="http://www.flyflyhobby.com">www.flyflyhobby.com</a>
73 × 44 × 28 mm	53 g	5 mm	ca. 1 s	100 - 1.300 mA	<a href="http://www.wild-technik.de">www.wild-technik.de</a>
81 × 44 × 29 mm	75 g	4 / 5 mm	3 s	300 - 2.200 mA	<a href="http://www.horizonhobby.com">www.horizonhobby.com</a>
88 × 37 × 29 mm	90 g	5 mm	9 s	60 - 500 mA	<a href="http://www.grumania.com">www.grumania.com</a>

reguläre Endabschaltung übernehmen ansonsten Mini-Endanschlagsschalter, die sich bislang als verlässlich erwiesen haben. Dazu trägt sicher auch die quasi geschlossene Ausführung dieses kompakten EZF-Antriebs bei.

Das PZ 15091 ist primär für den Einsatz in Zweibeinfahrwerken konzipiert. Möchte man es auch als lenkbares Bugfahrwerk einsetzen, muss man sich in Sachen Lenkung selbst etwas einfallen lassen.

### **E-flite EFLG 430**

Horizon Hobby führt eine Serie von Electric Retracts im Programm, die durch solide Metallbauweise geprägt sind. Das hier vorgestellte Exemplar E-flite EFLG 430 ist für Modelle von 4 bis 7,5 kg prädestiniert. Es basiert gleichfalls auf dem neuzeitlichen Spindelantrieb, weicht jedoch von der weiter oben gezeigten Prinzipdarstellung etwas ab. Durch einen gebogenen Führungsschlitz werden die abtriebsseitigen Winkelverhältnisse und damit der ganze Kraftverlauf optimiert. Mit 75 g je Hauptfahrwerks-einheit weist die E-flite-Konstruktion (China-Patent) ein sehr günstiges Leistungsgewicht auf. Die Steuerung erfolgt zuerst mal über integrierte Endabschalter, wird aber durch eine Strom-/Zeitsteuerung ergänzt. Von Anschlag zu Anschlag vergehen angenehme 3 Sekunden, wobei unbelastet etwa 300 mA fließen. Im Blockierfall geht es dann mit gut 2.000 mA für etwa 5 Sekunden allerdings recht heftig zur Sache. Da können eine belastbare Empfängerbatterie beziehungsweise ein Hochstrom-BEC (mit Pufferakku) eine gute Investition sein.

Die 5-mm-Bohrungen für die Federbeine bei den Hauptfahrwerken und 4 mm beim Bugfahrwerk erscheinen angemessen. Die Elektronik-Motor-Getriebeeinheit ist metallgekapselt und – wegen des gebogenen Führungsschlitzes – am hinteren Ende drehbar gelagert. Ein beiliegendes Dreifach-Y-Kabel ermöglicht den Anschluss an nur einen Empfängerausgang, der dann allerdings entsprechend belastbar sein sollte. Die hier vorgestellte 60-120 SIZE-90°-Version wird durch Mechaniken mit 85 und 100 Grad Schwenkwinkel sowie auch kleinere Varianten ergänzt. Die lenkbare Bugfahrwerks-Version wirkt sehr durchdacht und einbaugünstig, hat aber eine größere Einbauhöhe – 35 statt 29 mm.

### **LADO RS 333**

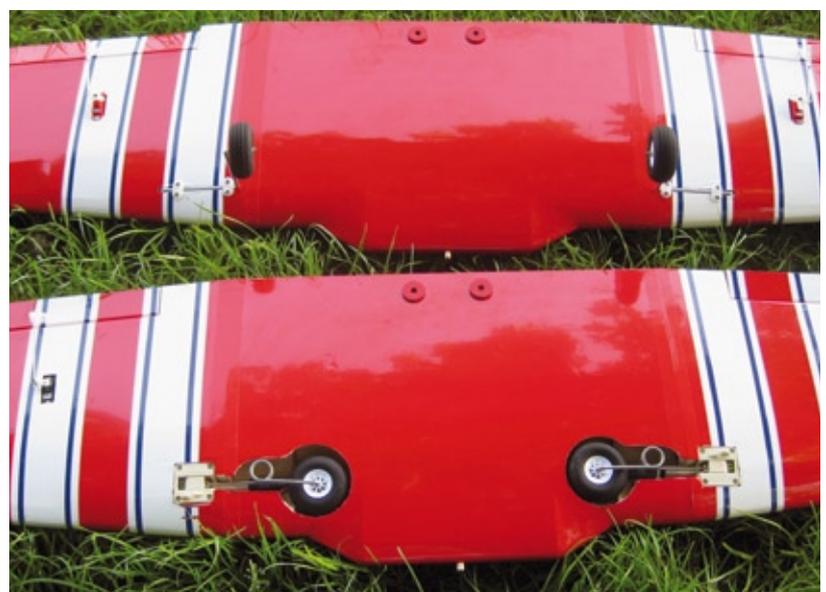
Richtig vornehm und teuer wird's, wenn bei Ein- und Auszug der ehemals kalifornische Hersteller LADO engagiert wird, und zwar das RS 333 – inzwischen gehören die Rechte der französischen Firma E-RETRACT. Dafür sind Metallbau Standard und auch verschiedene

Varianten möglich. Dies berührt den Einzugs-winkel, der 85 oder 90 Grad betragen kann. Bei einer weiteren verfügbaren Variante wird das Rad beim Einzug auch noch um 90 Grad gedreht, sodass es beispielsweise nach Rückwärtseinzug vollständig in eine dünne Fläche eintauchen kann, siehe Bildstrecke erste Seite. Auch der Montagewinkel kann wahlweise unten oder oben montiert werden. Verständlich, dass Leichtbau hier nicht unbedingt ganz oben auf der Agenda stehen konnte – eine Einheit bringt es auf etwa 90 g – und beim Preis dann auch schon richtig fett zugelangt wird. Modelle bis etwa 10 Kilogramm dürfen sich auf diesem Beintrieb sicher fühlen. So darf es auch nicht verwundern, wenn die bisherige Praxiserprobung bislang ohne jede Beanstandung verlief.

Die Lado-Steuerung kommt ganz ohne mechanische Endschalter aus. Sie arbeitet nach dem Prinzip der zeitverzögerten Stromabschaltung. Gleichwohl, das Konzept wirkt solide und durchdacht und mit himmlischen 9 Sekunden Laufzeit von Anschlag zu Anschlag hochklassig realistisch. Zu verdanken ist dies der hohen Antriebsuntersetzung, die auch den Betriebsstromverbrauch reduziert. So verbraucht diese „Retract“-Steuerung unbelastet nur 60 mA, bei Belastung durch ein berädertes, langes Bein nur maßvoll steigend. Allerdings bedingt das reine Stromsteuerkonzept, dass der Stromverbrauch dann bei jedem Anschlag kurz auf höhere Werte (zirka 500 mA) ansteigt. Die Spindel ist hier sinnvoller Weise nur einseitig in einem elastischen Kreuzgelenk gelagert. Die vollkommen geschlossene Ausführung beugt dem Eindringen von Schmutzpartikeln vor. Abschließend wurde bekannt, dass nun auch LADO-Fahrwerke mit erweitertem Betriebsspannungsbereich bis 8,4 V also zwei LiPo-Zellen verfügbar sind.



**Das Bugradservo mit Lenkhebel**



**Der Vergleich zwischen Starr- und Einziehfahrwerk fällt bei dieser AT 6 von Graupner sowohl optisch wie flugtechnisch zu Gunsten der Einzieh-Version aus**

# 3 x Weatronic-Set zu gewinnen

Mit Weatronic die Zukunft erleben. Machen Sie mit und gewinnen Sie eines von drei Weatronic-Sets

Weatronic bietet hochwertige, umfangreiche Komplettsysteme für Sende- und Empfangstechnik sowie Telemetrielösungen. Mit den 2,4-Gigahertzmodulen lassen sich zahlreiche auf dem Markt erhältliche Fernsteuerungen auf das Weatronic-System umrüsten. Nach dem Umrüsten stehen dem Anwender die Möglichkeiten einer ausgeklügelten Software und Rückkanaltechnik einschließlich GPS, Vario oder Sprachausgabe zur Verfügung.

Die Firma Weatronic und Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin verlosen gemeinsam drei hochkarätige Umrüstsets im Gesamtwert von über 2.000,- Euro. Der 1. Preis ist ein Telemetrie Superset bestehend aus dem Komplettsset-Sendemodul mit Bluetooth, Linkvario Duo, GPS, Smart 8-Empfänger, Clever 6-Empfänger, TEK-Düse und Adapter für Fernsteuerung nach Wahl. Wert des Sets 798,- Euro. 2. Preis: Komplettsset bestehend aus Komplettsset-Sendemodul, GPS, 12-22R Gyro II-Empfänger und Adapter für Fernsteuerung nach Wahl im Wert von 698,- Euro. Der 3. Preis ist ein Set bestehend aus Komplettsset-Sendemodul, GPS, Smart



1. Preis Wert 798,-



2. Preis Wert 698,- Euro



3. Preis Wert: 398,- Euro

8-Empfänger Gyro I, Clever 6-Empfänger und Adapter für Fernsteuerung nach Wahl im Wert von 398,- Euro.

Um eines der drei Preise zu gewinnen, brauchen Sie nur etwas Glück und müssen folgende Frage richtig beantworten:

## Kontakt

**weatronic GmbH**  
Albert-Einstein-Strasse 10  
87437 Kempten  
Telefon: 08 31/960 79 50  
E-Mail: [info@weatronic.com](mailto:info@weatronic.com)  
Internet: [www.weatronic.de](http://www.weatronic.de)

Frage beantworten und Coupon bis zum 01. August 2011 einsenden an:

Wellhausen & Marquardt Medien  
Stichwort: Ludwig Retzbachs  
Elektroflug Magazin-Gewinnspiel 01/2011  
Hans-Henny-Jahn-Weg 51, 22085 Hamburg

Schneller geht es per E-Mail an  
[redaktion@elektroflug-magazin.de](mailto:redaktion@elektroflug-magazin.de)  
oder per Fax an 040/42 91 77-399

Einsendeschluss ist der 01. August 2011 (Poststempel). Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Ebenso die Teilnahme von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern von Wellhausen & Marquardt Medien und deren Familien. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer erklären sich zudem damit einverstanden, dass ihr Name im Gewinnfall bei Bekanntgabe der Gewinner veröffentlicht wird. Ihre persönlichen Daten werden ausschließlich verlagsintern und zu Ihrer Information genutzt. Es erfolgt keine Weitergabe an Dritte.

## Wie heißen die neuen Empfängerarten von Weatronic?

- Clever und Smart
- Speed und Fun
- Hexa und Octa

Vorname:

Name:

Straße, Nr.:

PLZ, Ort:

Telefon:

E-Mail:

# Motorkräh

## Raabs Motorsegler von aero-naut

Nicht nur nach Rom, *auch in den (Flieger-)Himmel führen bekanntlich viele Wege*. Dabei sind die kurzen geraden Strecken, auf denen man in zahlreicher Begleitung unterwegs ist, meist nicht die interessantesten. Dies gilt ganz fraglos auch für ein Flugzeug wie die RAAB MOTORKRÄHE, die optisch wie funktionell *weitab vom Mainstream schwebt*.

**E**igene Wege zu gehen erfordert Mut. Den sollte haben, wer sich auf die Raaben-Zucht einlässt. Stöbert man im Internet unter dem Stichwort, so stößt man auffallend oft auf Worte wie ungewöhnlich oder eigenwillig. Ja, die Raab Motorkräh von aero-naut fällt in vielerlei Hinsicht aus dem Rahmen des Üblichen.

Original-Konstrukteur Fritz Raab (1909 – 1989), der Gewerbelehrer aus München, hatte wohl einen ausgeprägten Sinn fürs Praktische. Das dürfte er zuvor schon mit dem berühmt gewordenen Doppelraab bewiesen haben. Einem quasi zweistöckigen Segel-Schulflugzeug, bei dem der Fluglehrer aus erhöhter Sitzposition von hinten in den Steuerknüppel greifen konnte, wodurch er sich ein aufwändiges Doppelsteuer ersparte.

Bei der einsitzigen Motorkräh wurde dann vieles Bewährte übernommen, nicht nur der gesamte Flügel, sondern, was sofort ins Auge sticht, die guppyähnliche Rumpfform wie letztlich auch die Leitwerke. Selbst der Rumpfausleger kann die gemeinsame geistige Vaterschaft nicht leugnen, wäre da nicht dieses Unikum, der Doppelrumpf mit dem V-förmigen Ausschnitt, in dem ein Druckpropeller tobt.

Die Raab Motorkräh war ein Amateurbaukasten. Der Prototyp wurde wohl 1957 fertig gestellt. Danach entstanden in Deutschland und in Österreich einige modifizierte Nachfolgeversionen dieses etwas anderen Motorseglers.

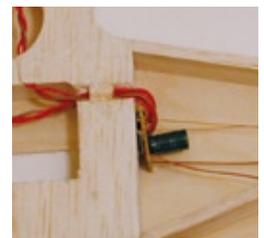
### Noch richtig bauen

Das aero-naut-Set weiß durch einen gewissen Vorfertigungsgrad zu gefallen. Nun gilt es im Zeitalter der ARF-Modelle ja schon beinahe als dürftig, wenn ein Baukastenmodell als Zugeständnis an die Bequemlichkeit „nur“ ungebügelte Flächen- und Leitwerksteile, ein fertiges GFK-Rumpfvorderteil und eine tiefgezogene, noch anzupassende Kabinenhaube vorzuweisen hat. Die kleine Reutlinger Firma aero-naut geht mit diesem vermeintlichen Manko allerdings sehr selbstbewusst um. Man beteiligt sich nicht an dem aus China-Importen bestehenden Fertigmodellboom. Vielmehr setzt man bewusst auf den Modellbauer, der auch im 21. Jahrhundert selbst noch Hand anlegen und nicht darauf verzichten möchte, sein individuelles Modell entstehen zu sehen.

Der Baukasten liefert das nötige Zubehör und eine Bauanleitung, der man anmerkt, dass sie erst nach dem Erscheinen des Baukastens



*Das Aussteigen des Rumpfauslegers kann nach Augenmaß erfolgen. Hier sind bereits die Versorgungsleitungen für die hinteren Servos zu sehen*



*Wegen der großen Leitungslänge wurde noch ein Elko 1.000 µF / 6,3 Volt spendiert. Ansonsten gilt hier die strenge Regel: hinten so leicht wie möglich zu bauen*



entstanden ist. Es empfiehlt sich daher, sie vor dem ersten Handgriff nicht nur bis zum Ende gelesen, sondern richtiggehend studiert zu haben. Dieses sechsseitige Heftchen verdiente allerhöchstes Lob, hätte man der reichlichen Zahl Detail-zeigender Farbfotos vielleicht noch die eine oder andere Übersichtszeichnung beige-fügt. Wichtig scheint vor allem die Quintessenz: Hinten so leicht wie irgend möglich bauen, sonst zehren beim späteren Auswiegen die Blei-Inlays in der Rumpfspitze große Teile der Hobbykasse auf. Wer es ernst meint, tauscht auch schon mal ein paar Teile gegen leichteres Material aus. Die beiden beiliegenden  $5 \times 20$  Millimeter (mm) Kiefernleisten beispielsweise, die laut Bauanleitung noch unten und oben den Rumpfausleger säumen. Sie machen das fertige Modell zwar unkaputtbar, aber eben auch nahezu unauswiegbar. Sie dürfen – nein, müssen – durch leichtere Balsaleisten, die dem Baukasten des Autors bereits beilagen, ersetzt werden. Das Gerippe des Leitwerksträgers wird auf einem der beiden aus 1,5 mm gefrästen Seitenteile aufgebaut. Auch die Sperrholzteile sind geradezu königlich dimensioniert und tragen später nicht unwesentlich zur hecklastigen Tendenz der fertigen Motorkrähe bei. Wer über die technischen Möglichkeiten verfügt, macht keinen Fehler, wenn er die Teile vorher auf einen Millimeter Stärke runterschleift.

Der Aufbau der Diagonalstreben – sie können frei Hand nach Bild eingepasst werden – geht dann schnell und leicht vonstatten, und lässt das lange im Modellbau vermisste, saugute Gefühl aufkommen, wieder mal gestalterisch wirken zu

können. Auch die Balsa-Auffütterung des Seitenleitwerksträgers kann ganz zu Anfang noch mit zusätzlichen Erleichterungslöchern versehen werden, denn ganz da hinten zählt einfach jedes Gramm. Gleichermäßen kann die Endleiste, die später die Scharnierschlitz für das Seitenruder aufnimmt, statt der gezeigten Kiefer auch aus Balsaholz gemacht werden.

Das Leitwerksträger- Gerippe, das man natürlich mit Weißleim klebt, sollte gut beschwert eine volle Nacht aushärten, um jedem Verzug vorzubeugen. Bevor man es mit Sperrholzplatte Zwei zudeckelt, ist man gut beraten, die Leitungen für die beiden Leitwerksservos vorher gelegt zu haben. Der Autor ersetzte die Kunststoffummantelte Kupferlitzen durch leichtere Kupferlackdrähte. Die beiden für die gemeinsame Stromversorgung haben 0,6 mm Querschnitt; für die beiden Signaladern reichen gut 0,2 mm. An dieser Stelle lohnt es sich, einige Gedanken an den späteren Servoeinbau hier im Hinterhaus zu verschwenden. Gott sei Dank brauchen starke Servos heute nicht unbedingt mehr gleichzeitig schwer zu sein – für die Motorkrähe nicht mal unbedingt stark. Denn zumindest das Seitenruder verfügt vorne über eine stattliche Ausgleichsfläche. Man bedenke: Jedes zusätzliche Gramm

„Die original Raab Motor-krähe war ein Amateurbaukasten. Der Prototyp wurde wohl 1957 fertiggestellt“



*Fertiges Rumpferippe – links (vorne) werden später die Akkus platziert, rechts (hinten) ist der Motorträger erkennbar*



**aero-naut-Antriebsset bestehend aus Actro CL8 Motor und actronic 40-18 Regler**

(g) Servogewicht muss in der Rumpfnase mit nahezu 3 g Blei wieder aufgefangen werden!

Der Rumpfausbau ist gut vorbereitet und besteht im Wesentlichen aus einer kombinierten Halterung für Akku, Drehzahlsteller und Motor. Der Motorhalter dient dann gleich noch als Bohrschablone für die Motorbefestigung hinten am Rumpf. Ist der Rumpfausleger ausreichend fein verschliffen, können GFK-Rumpf und hölzerner Leitwerksträger auch schon verheiratet werden. Man sollte dabei an der unteren Nahtstelle mit eingedicktem Harz für eine saubere Krafteinleitung sorgen.

### **Da bleibt noch was zu tun**

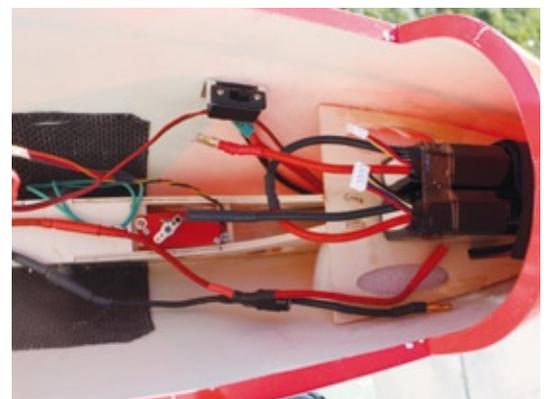
Die beiliegenden Rippenbauwerke für Fläche und Leitwerke sind von ausgezeichneter Qualität. Es wurden für Beplankung und Rippen mittelharte Balsahölzer verwendet, sodass keine Stabilitätsprobleme zu erwarten sind. Man muss die Teile auch durchaus mal beherzt anfassen können, denn die Außenflächen werden mit Nylonklips am Mittelteil festgehalten. Bei der Fläche gibt's insofern noch einiges zu tun, als man die Querruder noch vollständig abtrennen und verschleifen muss. Letzteres ist auch bei den noch anzuklebenden Randbögen erforderlich. Diese sind aus härterem Balsa, haben zudem eine Zwischenlage aus Sperrholz und sind dadurch hart im Nehmen. Außerdem weiß man dann auch, wie die Dinger anschließend zu verschleifen sind. Da waren die erfahrenen Praktiker des tschechischen Modell Studios Oldřich Vávra am Werk, wo die Rohbauarbeiten für aero-naut ausgeführt werden.

Eine schwierige und nach Präzision verlangende Arbeit stellt ganz zweifellos das Einbringen der

Scharnierschlitz dar, so man sich nicht dazu entschließt, zumindest die Querruder über ein Folienscharnier anzuschlagen. Kein Problem ist es indes, die Querruderservos an ihre Arbeitsplätze an der Unterseite der Außenflügel zu verbringen. Kleine Servos der 25-g-Klasse müssen allerdings genügen, will man die beiliegende Servohalterung nutzen. Das fertig verschliffene Höhenruder passte sauber in den vorgearbeiteten Rumpfschlitz und saß auf Antrieb parallel zum Flächenmittelteil, sodass es aus dem Kasten heraus verklebt werden konnte. Selbstredend geht solchen Klebaktionen die Kontrolle aller Einbauwinkel voraus.

Bebügelt wurden Flächen und Leitwerksteile beim Testmodell dann letztlich mit weißer Oracoverfolie. Das Montieren der Ruderanlenkung schließt die Arbeiten an Fläche und Leitwerk ab. Die dazu benötigten Hilfsmittel hält der Baukasteninhalt komplett bereit. Bevor man sich der Lackierung sowie der Innenarchitektur des Rumpfs zuwendet, ist die Kabinenhaube noch auszuschneiden. Man passt den Sperrholzrahmen zuvor sauber an den Rumpfausschnitt an. Dann sollte man die Kunststoffhaube zuschneiden. Das anschließende Verkleben muss man direkt am Rumpf machen, andernfalls besteht die Gefahr, dass sich der Sperrholzrahmen verzieht und die Sache nachher nach Wurfpassung aussieht. Gut, wer vorher dran gedacht hat, wie er den Kabinenraum ausstatten möchte und ob da ein Pilot rein soll.

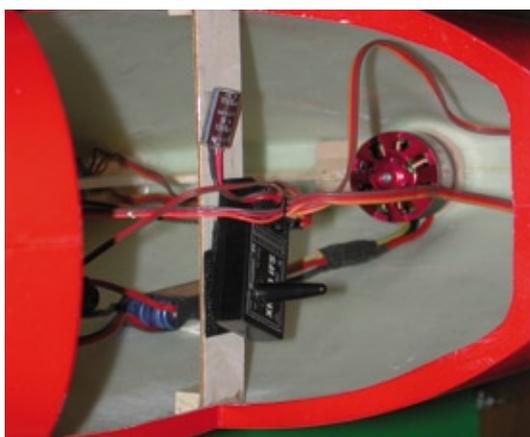
Der Gesamtrumpf des Testmodells wurde erst grundiert und dann der Abbildung auf dem Karton entsprechend rot lackiert sowie mit Hilfe weißer Klebebänder versuchsweise aufgehübscht. Leider war bei aero-naut nicht zu erfahren, ob die kennzeichnenden Schriftzüge (D-KONY) nun als Abziehbilder beiliegen sollten oder nicht. Beim vorliegenden Baukasten fehlten sie jedenfalls.



**Der 6s-LiPo mit 4.000 Milliamperestunden kommt so weit wie möglich nach vorne. Darunter ist die Empfängerbatterie und der zusätzlich nötige Bleiballast. Dahinter liegt das Servo für die „heimlich“ eingebaute Schleppkupplung**

### **Museums-Highlight**

Die Wahrscheinlichkeit, eine original Raab Motorkrähe in Aktion bei einem Flugtag zu sehen, ist gering. Im Technik Museum in Sinsheim ist jedoch dauerhaft ein Original ausgestellt, das der Farbgestaltung des Testmodells ähnelt. Mehr Infos unter [www.technik-museum.de](http://www.technik-museum.de).



**Der später eingesetzte Antriebsmotor EMP C4250/07-600 kommt auch mit höheren Leistungen klar**

### Innenausbau

Nach kurzem Studium wird klar, wie das Sperrholz-Innenleben des Krähenrumpfs zusammengeht: es trägt alle Antriebskomponenten. Man sollte das innere Rumpferüst am besten in der Mitte noch nicht zusammenbauen und vor allem noch nicht fest verkleben. Dann fällt es leichter, den ganz sicher benötigten Ballast so in der Rumpfspitze zu verstauen, dass auch der Akku noch ganz nach vorne geschoben werden kann. Als Antriebsmotor empfiehlt aero-naut den hauseigenen actro CL8 mit einer spezifischen Drehzahl von gemessenen 610 Umdrehungen in der Minuten pro Volt. Schnell wird klar, dass bei dem durch den Rumpfausschnitt vorgegeben maximalen Propellerdurchmesser von 11 Zoll (280 mm) schon einiges an Batteriespannung zur Verfügung stehen muss, um auf die benötigte Leistung zu kommen. Auf Antrieb griff der Autor daher zu einem 5s-LiPo mit 4.200 Milliamperestunden (mAh) Kapazität, dem aber bei 8 Zoll Luftschraubensteigung mit etwa 25 Ampere eher eine Art Erholungsaufenthalt bevorzugen schien.

Das nun fällige Auswiegen zeigte sofort, dass auch bei ganz nach vorne geschobenem Stromspeicher an ein Auspendeln um die angegebene Schwerpunktlage 115 Millimeter hinter der Nasenleiste überhaupt nicht zu denken war. Kurzum wurde das Konzept dahingehend geändert, dass der Drehzahlsteller mit dem heute ja durchaus üblichen Switch-BEC gegen ein Exemplar mit Optokoppler getauscht wurde. Den nunmehr zu besetzenden Job des Empfängerakkus bekam ein robuster NiCd- Vierzeller mit immerhin 2.400 mAh Nennkapazität. Er wurde unter dem Batteriehalterbrett so weit wie möglich vorne in der Rumpfspitze verstaut. Nun sah es schon deutlich besser aus. Der Schwerpunkt kam aber erst nach weiteren Beigaben von zusätzlichen 100 g grauem Ballasts frontseitig in einen, na ja, tolerablen Bereich. Die aero-

naut-Motorkrähe brachte somit 3.650 g auf die Waage. Hinzuzufügen ist, dass der Autor unter eigenwilliger Missachtung der Vorbildverhältnisse eine Multiplex-Schleppkupplung mit entsprechendem Servo diskret in die Nase verbaute, um die Raab-Motorkrähe auch im Schleppbetrieb auf Höhe bringen zu können. Der Erstflug, natürlich aus eigener Motorkraft, konnte gewagt werden.

### Weshalb eigentlich Krähe?

Es soll ja immer noch Modellflieger geben, die beim Elektroantrieb neben der olfaktorischen Komponente auch die vom Verbrenner her gewohnte Geräuschkulisse vermissen. Für all jene hier die gute Nachricht: Die gewohnte akustische Zurückhaltung elektrischer Antriebe gilt für die Raab Motorkrähe nicht – dank des Druckpropellers, der unmittelbar hinter der Rumpfkante dreht. Dabei ist es auch nicht von großer Bedeutung, ob man es beim vorbildgerechten Zweiblattpropeller belässt oder einen Dreiblattprop wählt. Das Geräusch entsteht durch den Sireneffekt, und ist umso kräher, je näher die Blätter an der Rumpfkante drehen. Auch wenn der Spielraum wegen des sich konisch verengenden Rumpfausschnitts nicht sehr üppig bemessen ist. Wenn's leiser werden muss, sollte man hier jeden Millimeter nutzen.

Der Erststart erfolgte durch einen Helfer aus der Hand, was trotz des voluminösen Rumpfs problemlos möglich ist. Der drehende Propeller stellt dabei nicht nur aufgrund der vermeintlichen Verletzungsgefahr, sondern vor allem wegen seines Lärms direkt am Ohr ein gewisses psychologisches Problem dar. Abhilfe: Motor erst einschalten, wenn das Modell abgeworfen ist. Trotz der geringen Motorleistung geht die Krähe sofort in einen annehmbaren Steigflug über. Man könnte angesichts des Vorbilds, das schon auf Oldtimer-treffen zu sehen war, von mehr als vorbildähnlichem Steigen sprechen. Die Raab Motorkrähe ist in jedem Moment gut beherrschbar, lässt aber mit einer gewissen Labilität um die Querachse doch nicht im Verborgenen, dass sie den Schwerpunkt halt doch bitteschön auch genau dort hätte,



**Da lassen sich 130 Gramm sparen. Die zum Anstecken der Außenflügel wirklich überdimensionierten 8-Millimeter-Verbindungsstähle wurden gegen leichtere aus GFK (im aero-naut-Programm) ausgetauscht**

### Technische Daten

Spannweite	2.700 mm
Länge	1.570 mm
Abflugmasse	3.700 g
Tragflächeninhalt	76 dm <sup>2</sup>
Flächenbelastung	55 g/dm <sup>2</sup>
Motor	Actro CL8 und EMP C4250/07-600
Akku	5s-LiPo mit 4.200 mAh und 6s-LiPo mit 4.000 mAh
Propeller	11 × 8,5 oder 11 × 10 Zoll
Regler	actronic 40-18

*Das Flugbild ist ungewöhnlich – die Geräuschkulisse für ein Elektro-Modell aber auch*



„Nun, auch das Original zählte schließlich nicht zu den Leisetretern der Lüfte und erhielt seinen Beinamen vermutlich erst im Flug.“

wo er in der Anleitung angegeben wurde, also noch 'n Zentimeterchen weiter vorne. Weniger scheint diese Großzügigkeit beim vorangegangenen Auswiegen dann zu stören, wenn die Krähe in den motorlosen Gleitflug übergeht. Jetzt wirkt sie wirklich wie in ihrem Element. Frappierend ist das sehr ungewöhnliche Flugbild. Das ist keine Elektrosegler-Einheitskost, sondern eher schon eine ungewohnte Himmelserscheinung. Aus jedem Blickwinkel sieht die Motorkrähe ungewöhnlich aus.

Das eisig kalte Februarwetter, das diesem Erstflug trotz strahlenden Sonnenscheins einen eher frostigen Rahmen verlieh, verleitete nicht zum Auskosten der gesamten möglichen Flugzeit. Stattdessen sollte noch ein Bodenstart versucht werden. Er misslang erst einmal. Weniger aufgrund fehlender Leistung, sondern vielmehr der Längsstabilität wegen. Jetzt wird erinnerlich, dass das Original auch schon mit winzigen Stützrädern an den Flächenenden zu sehen war. Normalerweise wird die Motorkrähe von einem Starthelfer auf den ersten zwanzig Metern stabilisiert, bis eben die Querruder genügend Anströmung erfahren, die es ermöglicht, in der Balance zu bleiben. Leider war an jenem Tag ein im Verkleinerungsmaßstab geschrumpfter Zwergenhelfer nicht verfügbar.

### *Auf ein Neues*

Vor den nächsten Flug galt es erstmal, den Schwerpunkt ein kleines Stück nach vorne zu bringen. Weitere 50 g Nasenballast hätten es sicher getan, doch schien dem Autor eine leichtmetallbasierte Aufbleiung sinnvoller. Satt des bisherigen 5s-LiPos mit 4.200 mAh wurde nun

ein 6s-Exemplar mit dem Aufdruck 4.000 mAh in den Batterieraum verfrachtet. Mit einem kurzen Blick ins Motordiagramm zeigte sich dann allerdings noch, dass der aero-naut-Motor Actro CL8, der schon im Bereich unterhalb von 20 A sein Wirkungsgradmaximum erreicht, mit dieser Fuhre überfordert wäre. Er wurde durch einen EMP C4250/07-600 ersetzt, der mit ähnlicher spezifischer Drehzahl, aber deutlich niedrigerem Innenwiderstand antritt.

Die Abflugmasse war mit dem neuen Antriebsset moderat auf 3.700 g gestiegen – immer noch 300 g unter der Herstellerangabe. Jetzt, mit einem 11 × 8,5 oder 11 × 10 APC-Elektro-Propeller, ist bei Motorströmen von 45 bis 50 A ordentlich was geboten. Ein kurzes Mitlaufen des Starthelfers genügt, um die Krähe auf jene Geschwindigkeit zu beschleunigen, die ein Geradehalten über die Querruder ermöglicht. Die Krähe ist dann auch nach 30 Metern vom Boden weg. In der Luft, jetzt, wo der Schwerpunkt stimmt, benimmt sich die Raab Motorkrähe wie ein Anfängermodell mit erstaunlich gutem Gleitwinkel. Und Landen ist, obgleich keine Landehilfen in Form irgendwelcher Störklappen vorgesehen sind, kinderleicht.

Beim Steigen, das sich mit dem 6s-LiPo natürlich recht rasant gestaltet, ist der eingefleischte Elektroflieger gerne bereit, den Stromknüppel ein kleines Quäntchen zurückzunehmen. Zumindest soweit, dass der mit dem Phonmesser lauernde Vereinskollege nochmals Gnade vor Recht ergehen lässt. Nun, auch das Original zählte schließlich nicht zu den Leisetretern der Lüfte und erhielt seinen Beinamen vermutlich erst im Flug. War ja nicht schlimm, damals, 1957. |

### **Bezugsadresse**

**aero-naut**  
Postfach 11 45  
72701 Reutlingen  
Telefon: 071 21/433 08 80  
Fax: 071 21/433 08 88  
Internet: [www.aero-naut.de](http://www.aero-naut.de)  
Preis: 549 Euro  
Bezug: Fachhandel

# Elektroflug Kontakt

Ludwig Retzbachs Magazin

## Elektroflug

Ludwig Retzbachs Magazin

### Vorteile für Früh-Besteller

- ✓ Sie sparen 4,80 Euro und das Porto
- ✓ Sie erhalten Ihr Heft vor dem offiziellen Erscheinen
- ✓ Sie verpassen **Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin** keinesfalls

### Ihre Bestellkarte ▶

Einfach ausschneiden oder kopieren, ausfüllen und abschicken an:

Wellhausen & Marquardt Medien  
**Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin**  
 Hans-Henny-Jahnn-Weg 51  
 22085 Hamburg  
 Telefon: 040/42 91 77-100  
 Telefax: 040/42 91 77-199  
 E-Mail: [service@elektroflug-magazin.de](mailto:service@elektroflug-magazin.de)



Die Suche hat ein Ende. Täglich nach hohen Maßstäbe aktualisiert und von kompetenten Redakteuren ausgebaut, finden Sie bei [www.alles-rund-ums-hobby.de](http://www.alles-rund-ums-hobby.de) Literatur und Produkte rund um Ihre Freizeit-Themen.

### Bestellen Sie problemlos ▶

Einfach die gewünschten Produkte in den ausgeschnittenen oder kopierten Coupon eintragen und abschicken.

Wellhausen & Marquardt Medien  
**Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin**  
 Hans-Henny-Jahnn-Weg 51  
 22085 Hamburg  
 Telefon: 040/42 91 77-100  
 Telefax: 040/42 91 77-199  
 E-Mail: [bestellung@alles-rund-ums-hobby.de](mailto:bestellung@alles-rund-ums-hobby.de)

### Ihre Meinung ist uns wichtig.

Was fällt Ihnen zu **Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin** ein? Gefallen Ihnen Themenauswahl, Inhalt und Aufmachung?

Von Modellsportlern für Modellsportler – so funktioniert [www.elektroflug-magazin.de](http://www.elektroflug-magazin.de), die Website zum Magazin. Hier erhalten Sie die Möglichkeit, Ihre Fragen zu stellen oder anderen Modellfliegern zu helfen.

Einfach nebenstehenden Coupon ausschneiden oder kopieren, ausfüllen und abschicken an:

Wellhausen & Marquardt Medien  
**Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin**  
 Hans-Henny-Jahnn-Weg 51  
 22085 Hamburg  
 Telefon: 040/42 91 77-300  
 Telefax: 040/42 91 77-399  
 E-Mail: [redaktion@elektroflug-magazin.de](mailto:redaktion@elektroflug-magazin.de)

## Elektroflug Bestellkarte

Ludwig Retzbachs Magazin

Ja, den Vorteil lasse ich mir nicht entgehen.  
 Schon jetzt bestelle ich die nächste Ausgabe **Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin**. Das Heft erscheint im Herbst 2011. Mit meiner Bestellung bis zum **30. September 2011** genieße ich den Früh-Besteller-Rabatt und bezahle nur 10,00 statt 14,80 Euro und keine zusätzlichen Versandkosten.

Vorname, Name

Straße, Haus-Nr.

Postleitzahl Wohnort

Land

Geburtsdatum Telefon

E-Mail

Ich will Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin nicht mehr verpassen:  
 Bitte informieren Sie mich per E-Mail unverbindlich über neue Ausgaben des Heftes. (Bitte unten E-Mail-Adresse angeben)

Zahlungsweise Bankeinzug

Bankleitzahl Konto-Nr.

Geldinstitut

Datum, Unterschrift

Bestell-Service: Telefon: 040/42 91 77-100, Telefax: 040/42 91 77-199  
 E-Mail: [service@elektroflug-magazin.de](mailto:service@elektroflug-magazin.de)

Mehr attraktive Angebote online: [www.alles-rund-ums-hobby.de](http://www.alles-rund-ums-hobby.de)  
 Die Daten werden ausschließlich verlagsintern und zu Ihrer Information verwendet. Es erfolgt keine Weitergabe an Dritte.

LR1101

## Elektroflug Shop-Bestellkarte

Ludwig Retzbachs Magazin

Artikel-Nr.	Menge	Titel	Einzelpreis	Gesamtpreis
			€	
			€	
			€	
			€	
			€	

Vorname, Name

Straße, Haus-Nr.

Postleitzahl Wohnort

Land

Geburtsdatum Telefon

E-Mail

Zahlungsweise Bankeinzug (Auslandszahlungen per Vorkasse)

Bankleitzahl Konto-Nr.

Bestell-Service: Telefon: 040/42 91 77-100, Telefax: 040/42 91 77-199  
 E-Mail: [service@alles-rund-ums-hobby.de](mailto:service@alles-rund-ums-hobby.de)

Mehr attraktive Angebote online: [www.alles-rund-ums-hobby.de](http://www.alles-rund-ums-hobby.de)  
 Die Daten werden ausschließlich verlagsintern und zu Ihrer Information verwendet. Es erfolgt keine Weitergabe an Dritte.

LR1101

## Elektroflug Leserbrief-Karte

Ludwig Retzbachs Magazin

Meine Meinung:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vorname, Name

Straße, Haus-Nr.

Postleitzahl Wohnort

Land

Geburtsdatum Telefon

E-Mail

Kontakt zur Redaktion: Telefon: 040/42 91 77-300  
 Das Forum im Internet: [www.elektroflug-magazin.de](http://www.elektroflug-magazin.de)

Telefax: 040/42 91 77-399, E-Mail: [redaktion@elektroflug-magazin.de](mailto:redaktion@elektroflug-magazin.de)  
 modellflug-praxis im Internet: [www.elektroflug-magazin.de](http://www.elektroflug-magazin.de)

Die personenbezogenen Daten werden ausschließlich verlagsintern und zu Ihrer Information verwendet. Es erfolgt keine Weitergabe an Dritte. LR1101

Text und Fotos: Ludwig Retzbach

# Zwei Motoren

## Mehr Sicherheit oder Risiko?

Mit dem modernen Elektroantrieb *wurden auch mehrmotorige Modelle populärer*. Bei überschaubarem Aufwand war es möglich geworden, entsprechende VORBILDER NACHZUBAUEN. Hierbei spielte immer auch *die Betriebssicherheit von Elektromotoren* eine ganz entscheidende Rolle.





**D**ies ist bei genauer Betrachtung etwas erstaunlich. Diente in der personentragenden Luftfahrt nicht der zweite Motor immer vornehmlich der Sicherheit? Fällt mal ein Motor aus, so kann man mit dem zweiten noch weiterfliegen. So jedenfalls die Theorie. In der Praxis gab es immer schon Skeptiker. „You double the trouble“ ist wohl der kernigste aller Kommentare. Mehr zum Sarkasmus neigende

Kritiker meinen, der zweite Motor diene dazu, das Flugzeug zur Absturzstelle zu bringen.

Fakt ist wohl, dass Flugzeugführer einer nachhaltigen Einübung am Simulator bedürfen, um ein Flugzeug mit einseitig stehendem Motor noch sicher weiter und zur Landung bringen zu können. Dabei haben sie gegenüber ihren Modellflugkollegen noch einen ganz entscheidenden Vorteil: Sie wissen fast immer sofort, dass und auf welcher Seite ein Motor ausgefallen ist. Auch wird kein verantwortungsvoller Pilot starten, ehe er sich nicht durch einen Blick auf seine Instrumente vergewissert hat, dass beide Antriebsmaschinen einwandfrei und mit voller Leistung arbeiten.

„Fällt bei einer Zweimot ein Motor aus, sind die Überlebenschancen für das Modell oftmals geringer als bei Einmotorigen“

### *Undankbare Situation*

Der Modellflieger hingegen hat deutlich schlechtere Karten. Nicht nur, weil er gerne auf „startverzögernde“ Maßnahmen verzichtet und anfängliche Drehzahlunterschiede allenfalls mit geschultem Ohr aus den veränderten Interferenzen heraus hört. Fällt ein Motor im Flug aus, so ist dieser Defekt oftmals nicht sofort als solcher erkennbar. Auch die Seite, auf der ein Motor ausgefallen ist, offenbart sich dem fernen Piloten nicht auf Anhieb. Denn im Schnellflug ist, wie die Praxis immer wieder zeigt, die Seitendrift erstaunlich gering: Dies deshalb, weil in dieser Phase das Seitenleitwerk sehr gut stabilisiert.



*Deuces Wild von E-flite – trotz des schnittigen Aussehens ist das Modell als erste Zweimot für Fortgeschrittene geeignet*

„Schließt man Steuerungsausfälle und Pilotenfehler aus, so sind es die Komponenten Akku, Controller, Motor und Propeller, deren Dysfunktion jeweils für sich allein schon zu Totalausfällen führen können.“

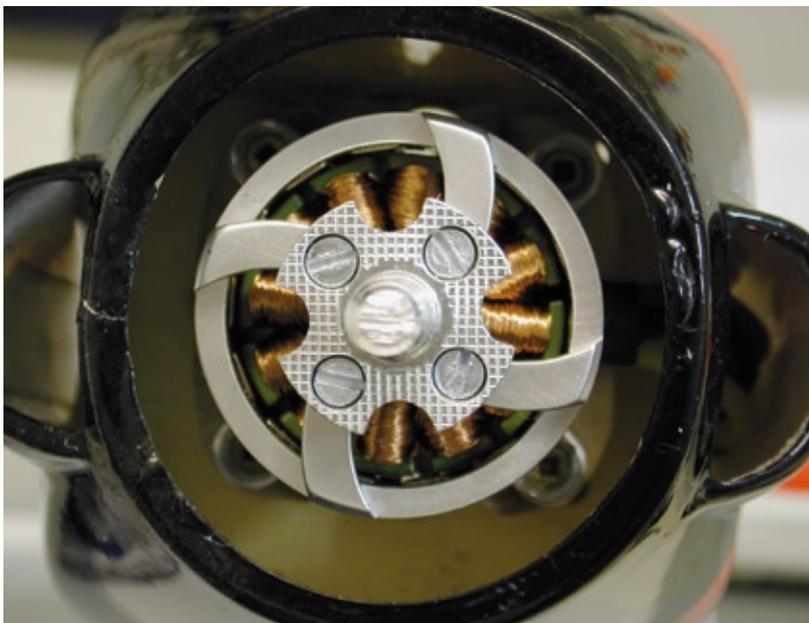
Und ein im Fahrtwind mitdrehender oder gar fehlender Propeller sieht auf hundert Meter Entfernung gar nicht soviel anders aus als ein vom Motor angetriebener. Lediglich die nachlassende Antriebsleistung verrät dem bodenständigen Piloten wage, dass da irgendwas nicht stimmt. Gerne passiert es dann, dass der ahnungslose Flugzeug(fern)lenker beim Landeanflug dann mit bereits reduzierter Geschwindigkeit über dem stehenden Propeller einkreist und der Schwerkraft wieder mal einen unverdient leichten Sieg zuspielt.

Um es noch einmal glasklar zu sagen: Fällt bei einer Zweimot ein Motor aus, sind die Überlebenschancen für das Modell oftmals geringer als bei Einmotorigen. Dort wird ein Motorausfall sofort erkannt und bedeutet die klare Ansage: „sofort runter“. Daher kommt der Antriebsicherheit bei zweimotorigen Maschinen eine noch größere Bedeutung zu als bei herkömmlichen Modellen, die mit nur einem Motor fliegen. Bei mehr als zwei Motoren werden die Chancen, einen Antriebsausfall schadlos zu überstehen, dann wieder besser, sofern die Motoren antriebstechnisch voneinander entkoppelt sind.

Input für den hier vorliegenden Bericht lieferten zwei Modelle, die in den zurückliegenden Jahren getestet und mit zum Teil unterschiedlichen Antriebsauslegungen sehr ausgiebig geflogen wurden. Es sind dies die De Havilland D.H. 88 in den Versionen von Airworld und Ripmax sowie die Deuces Wild von Horizon. Auf der Habenseite verbleiben genussvolle Flugerlebnisse und wertvolle Erfahrungen, auch wenn dann schlussendlich jeweils einseitige Motorausfälle nicht ausbleiben durften, um den nötigen Background für einen finalen Erkenntnisgewinn zu liefern.



Der simple Aufbau von Brushlessmotoren macht sie zugleich robust



Von vorne einströmende Luft kann ein Heißlaufen aller Komponenten wirksam verhindern



Brushlessmotoren sind problemlos auf Linkslauf umstellbar

### Richtungsentscheidungen

Wie hält man es mit der Motordrehrichtung? Es besteht bei mehrmotorigen Maschinen die Möglichkeit, die Wirkung des Motordrehmoments durch gegenläufige Propeller ganz oder wenigstens teilweise auszugleichen. Dies wirkt vor allem im Langsamflug, so beispielsweise in der Startphase, hilfreich, wenn die Ruderwirkung noch nicht voll zur Geltung kommt. Bei zwei Flächenmotoren und nur einem zentralen Leitwerk kommt erschwerend hinzu, dass die außen liegenden Propeller quasi am Seitenleitwerk vorbei blasen. Dieser Effekt führte bei den ersten Versuchen mit dem Rennflugzeug D.H. 88 Comet anfangs bis zur „Unstartbarkeit“. Die Maschine lief, sobald das Spornrad abgehoben hatte, erst mal nur im Kreis und konnte bisweilen, nachdem die Rollspeed entsprechend angewachsen war, durch „voll rechts“ über die Kreistangente auf den rechten Weg gebracht werden. Es versteht sich von selbst, dass derartige Kreiselspiele nicht unbedingt zur Entschärfung der bei solchen Modellen ohnehin kritischen Startphase beitragen. Dieser Effekt war im wahrsten Sinne wie weggeblasen, als der rechte Motor schließlich auf Linkslauf umgestellt wurde. Dabei ließ sich bei Recherchen über – auch mantragende – Zweimots keine Regel finden, welcher Motor wie herum drehen soll: Hauptsache gegenläufig. Der im Beispiel genannten Wahl lag die Überlegung zugrunde, dass die korkenzieherartige Abströmung beider Propeller dann so verläuft, dass sie das Seitenruder beidseitig mit der Druckkomponente trifft, um dort nach hinten abzuströmen.

Während das Wechseln der Motordrehrichtung bei Verbrennungsmotoren äußerst schwierig, bei Bürstenmotoren aufgrund des mechanisch zu verstellenden Timings nicht immer einfach war, machen die heute verwendeten bürstenlosen Motoren damit keinerlei Probleme mehr: Einfach zwei von drei Motorleitungen tauschen oder via Programmierbox „reverse“ programmieren, schon dreht der entsprechende Motor anders herum – ohne sonstige Parameter, wie beispiels-

weise die spezifische Drehzahl, zu beeinflussen. Etwas mehr Mühe bereitet heute immer noch die Suche nach geeigneten, in der Steigung gespiegelten Propellerpaaren. APC hat eine gewisse Anzahl so genannter Pusher (gekennzeichnet mit „P“) im Programm. aero-naut erweitert derzeit sein bekannt umfangreiches Luftschraubenprogramm um einige linkslaufende Starrlatten. Die Firma Varioprop bietet verstellbare Linksläufer (gekennzeichnet mit „L“) an.

### Zuverlässigkeit der Komponenten

Schließt man Steuerungsausfälle und Pilotenfehler aus, so sind es die Komponenten Akku, Controller, Motor und Propeller, deren Dysfunktion jeweils für sich allein schon zu Totalausfällen führen können. Propeller, um am Ende der Antriebskette zu beginnen, fallen zwar selten aus, aber bei nachlässiger Befestigung schon mal ab. Daher ist es hier nicht allein wichtig, nur auf gut klemmende Mitnehmer beziehungsweise mit Anschliff versehene Motorwellen bei Schraubbefestigung zu achten. Es kommt bei linksdrehenden Schrauben noch erschwerend hinzu, dass alle handelsüblichen Propellermitnehmer auf rechtsläufigen Schraubgewinden basieren. Drehen sie links herum, besteht die Tendenz zum Lösen der Gewinde. So man nicht in der Lage ist, sich selbst einen passenden Mitnehmer mit Linksgewinde herzustellen, helfen nur Kontermuttern – bei dafür vorhandener Gewindelänge – und/oder mindestens mittelfester Schraubensicherungslack.

Beim Motor kann heute beinahe schon Entwarnung gegeben werden. Bürstenlose Außenläufer heutiger Machart sind im Aufbau einfach zu simpel und zu lange bewährt, um größere Probleme bezüglich ihrer Zuverlässigkeit erwarten zu lassen. Dies gilt nach den in den zurückliegenden Jahren gemachten Erfahrungen interessanter Weise selbst für Exemplare aus fernöstlichen Manufakturen, die kein noch so um passende Begriffe verlegener Schreiber zu „Edelschmieden“ hochstilisieren würde. Auch hat man weltweit gelernt, die Magnete so einzukleben, dass sie ein gewöhnliches Motorenleben überstehen. Fernostmotoren verfügen bisweilen zwar noch über ungeeignete Kugellager, welche aber die Freundlichkeit haben, ihren Abschied rechtzeitig und vernehmlich anzukündigen. Wer diese Zeichen anfangs nicht zu deuten vermag, lernt über Erfahrung. Gleiches gilt für all jene Zeitgenossen, die lieber mehrfach in neue Motoren investieren als einmalig in ein Amperemeter. Doch im Zeitalter der erprobten Firmen-Antriebsempfehlungen, zahlreich veröffentlichter Motortest, zum Beispiel E-Check in **Modell AVIATOR** und übers Internet zu nutzender Antriebsrechner, haben selbst eingefleischte Messmuffel noch gediegene Chancen, Akku, Motor und Propeller



*Diese beiden koaxial gegenläufigen Motoren – Selbstbau auf Flyware-Basis – arbeiten einwandfrei mit nur einem Controller. Die gegenläufigen Propeller sind aus dem Ramoser-Programm*

### Bezugsadressen

**Airworld Modellbau**  
Henschelstraße 11  
63110 Rodgau  
Telefon: 061 06/792 28  
Fax: 061 06/797 31  
E-Mail: [info@airworld.de](mailto:info@airworld.de)  
Internet: [www.airworld.de](http://www.airworld.de)  
Bezug: Direkt

**Horizon Hobby Deutschland**  
Hamburger Straße 10  
25337 Elmshorn  
Telefon: 041 21/461 99 60  
Fax: 041 21/461 99 70  
E-Mail: [info@horizonhobby.de](mailto:info@horizonhobby.de)  
Internet: [www.horizonhobby.de](http://www.horizonhobby.de)  
Bezug: Direkt und Fachhandel

**Ripmax**  
Am Weingarten 12a  
84051 Unterwattenbach  
Telefon: 0 87 03/90 76 88  
Fax: 0 87 03/98 84 36  
E-Mail: [bernd.kaletta@ripmax.com](mailto:bernd.kaletta@ripmax.com)  
Internet: [www.ripmax.com](http://www.ripmax.com)  
Bezug: Direkt und Fachhandel

**Varioprop**  
Hauswiesenstraße 16  
86916 Kaufering  
Telefon: 081 91/71 82  
Fax: 081 91/667 62  
E-Mail: [info@ramoser.de](mailto:info@ramoser.de)  
Internet: [www.ramoser.de](http://www.ramoser.de)  
Bezug: Direkt

so zu kombinieren, dass die Sache läuft. Nein, wegen eines unvorhersehbaren Motorschadens fiel in den letzten Jahren (fast) keine Zweimot vom Himmel.

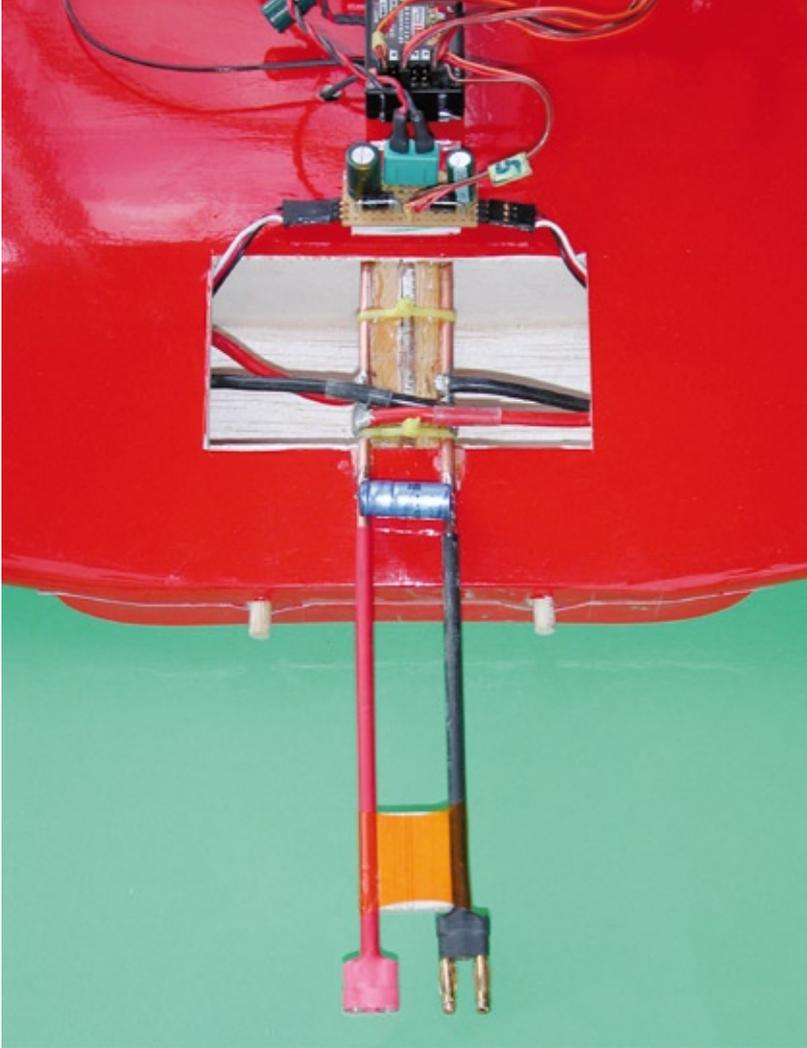
Gut steht es auch um die Motorcontroller. Hier scheinen die Vertriebsfirmen aus zahlreichen Reklamationen gelernt zu haben. Man schreibt in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle nur noch Zahlen für die maximale Strombelastung drauf, welche die Regler auch gut aushalten können. Dabei schadet es wie immer nicht, dem Kühlblech etwas Frischluft zu gönnen. Grundsätzlich hilft aber auch hier eine solide (Über-) Dimensionierung. Die Ausfallwahrscheinlichkeit sinkt, wenn wenigstens einer der angegeben Eckwerte von Spannung und Strom nicht vollständig ausgenutzt wird.

Grundsätzlich lassen sich auch zwei Motoren parallel an einem Controller betreiben. Grundsätzlich! Beide Maschinen laufen dann absolut, auch wenn gegenläufig, synchron – oder eben nicht mehr. Voraussetzung für das Gelingen ist ein hohes Maß an Gleichheit beider Motoren und Lasten. Ansonsten konnten noch keine sicheren Regeln aufgestellt werden, wann Parallelbetrieb von mehreren Brushlessmotoren funktioniert und wann nicht. Die Erfahrungen mit dem Parallelbetrieb sind aber eher – das sollte man fairer Weise nicht verschweigen – durchwachsen. Der Normalfall ist: Zwei Motoren, zwei gleiche und auch gleich eingestellte Regler. Kleine Drehzahlunterschiede aufgrund unterschiedlicher spezifischer Motordrehzahlen, die meist von Toleranzen bei der Magnetbestückung herrühren, lassen sich mit der Timingeinstellung zumindest ansatzweise korrigieren.

Etwas mehr Grund zur Sorge machen derzeit die Antriebsakkus. Zwar gab es noch nie so leistungsfähige Akkus wie heute. Aber trotz inflationär steigender C-Zahlen hat sich an den beiden Grundproblemen der ausschließlich in Fernost hergestellten LiPos nichts geändert,



*Zweimots sind ganz problemlos zu fliegen – solange keiner von beiden Motoren streikt*



*Verkabelung für die zentrale Stromversorgung, wobei der Akku beziehungsweise die Parallelakkus aus Schwerpunktgründen im Rumpfvorderteil unterkommen. Mittig ist ein Stützkondensator eingelötet. Dahinter befindet sich eine kleine Platine zur entkoppelten Zusammenführung der BEC-Anschlüsse beider Regler. Sie enthält zwei 5-Ampere-Schottkydioden und zwei Elkos mit zusammen 2.200  $\mu\text{F}$*

ehrer sogar verschärft. Erstens führt die einseitig auf Leistung (hohes C) ausgerichtete Entwicklung zu einem Rückgang an Lebenserwartung. Dies heißt leider auch, dass die Ausfallwahrscheinlichkeit nach einer gewissen, maximal zweistelligen Zyklenzahl gewachsen ist. Und hier bringen auch die auf diversen Kommunikationskanälen veröffentlichten LiPo-Tests wenig Licht ins Dunkel, denn sie basieren generell auf neuen oder zumindest nicht in der Flugpraxis benutzten Zellen. Zweitens führt die inzwischen ins Unüberschaubare gewachsene Zahl von Vertriebskanälen in Verbindung mit einem deutlichen Preisverfall dazu, dass die Herkunft der Ware meist nicht mehr nachvollziehbar ist. Es ist nicht gewährleistet, dass nur solche Zellen auf den Hobbymarkt gelangen, die alle produktionsseitigen Qualitätstest mit summa cum laude absolviert haben.

### ***Gut untergebracht?***

Nun gibt es bei Zweimots diverse Möglichkeiten, die Antriebskomponenten Akku und Regler im Flugzeug zu verteilen. Am einfachsten geht's zweifellos, wenn die Motorgondeln hinter den Motoren auch gleich Controller und Akku mit beherbergen. Dann bleiben die Stromwege kurz

und es fehlt dort im Außenbereich, wo oftmals noch die Fahrwerke untergebracht sind, auch niemals an Kühlluft. Nachteilig auf das Roll- und Gierverhalten wirken sich die weit außen liegenden Akkumassen aus, auch wenn das LiPo-Zeitalter diese Fragestellung zweifellos entschärft hat. Das Hauptproblem ist aber darin zu sehen, dass die Akkus so komplett unabhängig voneinander arbeiten. Wenn einer von beiden Akkus vom Piloten unbemerkt schwächelt, kann dieser sich leider nicht darauf verlassen, dass das bei Start und Landung auch von der Flugphysik in gleichem Maße ignoriert wird. So geht ein Beinahe-Start-Unfall bei der D.H. 88 eindeutig auf das Konto eines einseitigen Zellenausfalls. Wird, wie passiert, eine von fünf Zellen spannungslos, so stehen der betroffenen Seite nur noch 80 Prozent Spannung, und damit (grob geschätzt) 60 Prozent Leistung zu Gebot. Wohl dem Piloten, der das Abheben oder Aufsetzen dabei mit genügend Fahrt angeht.

Entschließt man sich zur Zentralisierung der Stromversorgung, so ist letzteres Problem auch wirklich dann nur gelöst, wenn beide Motoren aus einer gemeinsamen Stromquelle gespeist werden. Dies ist entweder ein Akku so großer Kapazität, dass er die Doppelbelastung wegsteckt, oder man schaltet mehrere Akkus von gleicher Zellenzahl und gleichem Ladezustand auf einer Stromschiene parallel. Die Kapazitäten der Parallelakkus müssen dabei nicht mal unbedingt übereinstimmen. Vorsichtshalber kann man mit einem Voltmeter oder LiPo-Checker vor dem Verbinden die Batteriespannungen auf Übereinstimmung prüfen. Zum Misstrauen führt, wenn es auch noch beim Anschließen des zweiten Akkus funkt. Das wäre ein Indiz für Spannungsunterschiede zwischen den Batterien aufgrund eines möglichen Zellendefekts.

Nachteil der zentralen Akkuposition ist die damit verbundene lange Leitung zu den Motoren. Bringt man die Regler nach außen, was aus Kühlgründen durchaus angezeigt ist, so sollte man an der Nahtstelle zur „Fernleitung“ die



*Die Antriebskomponenten sind über die abgenommenen Unterteile der Comet-Motorgondeln zugänglich*



*Hier sind alle Antriebskomponenten kompakt beieinander, über einen abnehmbaren Deckel gut zugänglich und obendrein noch gut entlüftet*

*Dass die Technik einwandfrei  
läuft, ist bei schnellen Modellen  
wie der Comet essentiell*



Stützkondensatoren nicht vergessen – zirka 220  $\mu\text{F}$  (Mikro-Farad) je 100 Millimeter zusätzlicher Leitungslänge. Es versteht sich, dass gerade bei gewachsener Leitungslänge auch die Leitungsquerschnitte ausreichend bemessen sein sollten. Wer jetzt an das Gewicht denkt, muss wissen, dass dieses zu großen Teilen auch in der Isolierung steckt. Die leichteste Lösung ergeben Kupferstreifen, zum Beispiel  $8 \times 0,5$  mm Stärke, die man mittels Kaptonband voneinander trennt.

Bei Einsatz einer 2,4-Gigahertz-Fernsteuerung spricht theoretisch nichts mehr dagegen, bei zentraler Anordnung von einem oder zwei Reglern auch die dreiphasige Leitung nach außen zu führen. Es ist dennoch kein Fehler, die Adern leicht miteinander zu verdrillen, um das magnetische Streufeld zu minimieren. Zu bedenken ist in diesem Fall jedoch, dass die dreiadrigen Drähte denselben Querschnitt brauchen wie die zweiadrige Leitung zwischen Akku und Controller. Schließlich fließen dort die gleichen Ströme, wenn auch impulsartig. Aber es geht hier um den Spannungsverlust auf der Fernleitung, nicht um deren thermische Belastbarkeit.

Letztlich stellt sich noch die Frage, ob bei zwei Controllern auch, so vorhanden, beide BECs genutzt werden können. Hier spricht absolut nichts dagegen. Natürlich ist bei einem Totalausfall der Zentralbatterie auch die Empfängerversorgung weg. Doch ist dies eher unwahrscheinlich. Fällt hingegen eine BEC aus oder wird kurz überlastet, so gewähren zwei parallele Einheiten doppelte Sicherheit. Versuche, beide 5-Volt-Versorgungskabel

einfach parallel zu schalten, haben bisher immer funktioniert, wobei natürlich vorher geprüft wurde, ob beide BEC-Regler auch die gleiche Spannung liefern; auf zwei Nachkommastellen genau reicht. Nachteil dieser tiefen Verbundenheit: Ein einseitiger Kurzschluss zieht die andere Seite mit in die Tiefe. Sicherer ist es daher, je eine Schottky-Diode von mindestens 5 Ampere Belastbarkeit in die Plusleitungen zu schalten. BECs liefern heute genug Spannung, um diesen kleinen Spannungsverlust von zirka 0,4 Volt zu verkraften. Ist die BEC-Spannung einstellbar, wie etwa beim Kontronikregler Jive, sollten mindestens 5,5 Volt gewählt werden. Nicht vergessen: Induktionsspannungen, wie sie von modernen Servos gerne versandt werden, können nun von den BECs nicht mehr unmittelbar gebändigt werden. Ein großer Elko ( $> 1.000 \mu\text{F}$ ), am Verbindungspunkt oder an einem beliebigen freien Empfängerausgang angeschlossen, schafft Abhilfe.

### Lohnenswert

Viel war nun von Problemen bei Zweimots die Rede. Vielleicht sollte man sie ja auch einfach nur als Herausforderungen betrachten, um schlussendlich mit einem Flugmodell belohnt zu werden, das sich aus der breiten Masse dessen, was die Flugwiesen bevölkert, heraushebt und dann noch mit einem seltenen Flugbild verwöhnt. Dazu kommt – ja, wir bleiben beim Elektroflug – der Sound von zwei mit fast gleicher Drehzahl laufenden Propellern, der ganz charakteristische Schwebungen erzeugt. Auf ein Problem sollte man fairer Weise noch hinweisen: Es kann süchtig machen.

Anzeige

Besuchen Sie uns jetzt auf [www.robbe.de](http://www.robbe.de)



NEUHEITEN 2011

[robbe.de](http://robbe.de)

# Harder & Kohn

## Heute: Mobilität

→**Kohn:** Ah, guten Tag, Herr Doktor. Was lesen Sie denn da?

←**Dr. Harder:** Was ich hier lese? Ein neues Heft, ein Elektromagazin! Frisch aus der Druckerei. Wird mich interessieren, was Sie davon halten, Sie Mechanikus mit Hang zum Kolbenantrieb.

→**Lieber Doktor, den Mechanikus nehm ich gern als Kompliment. Immerhin fuhr ich früher einen Trabi. Ein Trabi konnte nur gefahren werden, wenn man ihn dauernd reparierte. Und das konnten wir. Wir packten einen Werkzeugkasten, Schrauben und Bindedraht ein und ab in den Urlaub nach Bulgarien. Und kamen mit demselben Trabi wieder zurück. Vielleicht gab es Mal einen Tag ohne Strand, dafür mit Motorausbau. Wir waren perfekte Automechaniker. Wissen Sie denn überhaupt, wo in Ihrer vornehmen Karosse der Motor sitzt? Und wenn die Elektronik wieder einmal spinnt und Ihnen überhitzte Scheibenwischer oder zu wenig Spannung am linken Lautsprecher meldet, dann können Sie nur hoffen, dass Sie in der Werkstatt mit nur 500 Euro davonkommen. Womit wir schon wieder irgendwie bei der Elektrik angekommen sind, Ihrem Lieblingsthema. Gibt es wirklich nichts anderes mehr auf der Welt als Kabel, Drähte und Kontakte?**

←**Lieber Herr Kohn, Sie übertreiben ein wenig. Außerdem, was Sie nicht wissen: Als Student fuhr ich eine Ente. Die war auch nicht besser als Ihr geliebtes Presspappe-Fahrzeug. Jedenfalls auch garantiert elektronikfrei. Ein Wunder der Mechanik aus Seilzügen, Schubstangen, Hebeln. Ich verzichte heute gern auf Erfolgserlebnisse der Art: „Ich repariere mein Auto selbst ...“ Warten Sie nur ab. Irgendwann wird auch Ihr neues Auto keinen Ölmesstab haben und die Elektromotoren in den Rädern werden nur Strom, garantiert aber nicht Ihre liebevolle Pflege mehr brauchen. Und Ihre Tankstelle**



wird vielleicht noch Bier, aber kein Benzin haben, dafür eine dicke Steckdose vor der Tür.

→**Reichlich optimistisch gestimmt heute, was? Da bin ich schon neugierig auf Ihre Elektroautos. Bei zwanzig Grad miese. Wie sich die zitternden und klappernden Elektrofahrer um ein kleines Feuerchen auf dem Parkplatz drängen, denn drinnen in ihren tollen Elektromobilen ist es genauso zwanzig Grad minus wie draußen. Heizen und fahren, das wird wohl nicht gehen, zumindest nicht allzu weit. Am Ende also doch wieder mit ein bisschen Benzin? Für eine kleine Standheizung, wie ich sie vor 30 Jahren in meinem Urlaubszelt hatte? Und so werdet ihr frieren und nicht weit kommen und am Ende den Urlaubsflieger verpassen. Ja, ich ahne es schon, den Elektroimpeller-Airbus. Wenn er nicht gerade auch gegroundet ist, weil er wieder einmal fünf Tonnen neuer LiPos benötigt.**

←**Abwarten und Tee trinken, wir sind noch nicht fertig. Wir reden von Zukunft, Sie Dampfmaschinenfreund. Und vielleicht finden wir die Idee mit dem Wasserstoff doch besser als die mit den**

„Selbst ein ganz schlechter Mensch, der, sagen wir Mal, seine Frau und Kinder schlägt, oder noch schlimmer: Zigaretten raucht, wird heute nicht so schief angesehen wie einer, der mit einem Verbrennermodell ankommt“

Akkus. Mit tollen Brennstoffzellen geht es dann, natürlich elektrisch, weiter, bis nach Bulgarien, wenn Sie wollen. Und wenn es dort gerade schneit: mit Wasserstoff im Tank werden Sie es auch im Auto so warm wie zu Hause auf dem Sofa haben können.

→Aha, Wasserstoff im Tank. Von Knallgasexplosion wohl noch nie was gehört, oder? Und überhaupt: Wo kommt der Strom her, den Sie brauchen, damit eure Akku- oder Brennstoffzellenautos überhaupt in die Gänge kommen? Aus chinesischer Kohle, tiefseegebohrtem Öl oder aus der ach so zukunftsträchtigen Kernenergie? Das nenne ich eine wirklich sparsame, intelligente Energienutzung.

←Jetzt aber halblang, Sie Intelligenzsparrbirne. Schon Mal was von Operation Desert Strom gehört? Solarstrom aus der Sahara? Aber ich glaube, Sie wollen doch nur den Dampfwagen zurückhaben, oder noch lieber zwei Pferde vorgespannt, die nachts im Schlafzimmer Ihrer 2+1-Wohnung mit ihrem behaarten Maul an Ihrem Kopfkissen schlabbern. Jedenfalls, Sie können auch die Pferdchen haben, wenn Sie wollen. Wir haben nichts dagegen, nur wollen wir lieber achtzig davon, ohne Haare, nämlich bürstenlos.

→Lieber Doktor, ich wünsche Ihnen ein langes Leben, aber Ihren Solarstrom aus der Sahara werden Sie nicht mehr erleben. Nun missionieren Sie weiter; dabei seid ihr Elektrofreaks vielleicht nur ein bisschen faul? Nicht einmal die Zähne könnt ihr euch mehr per Hand putzen. Wo sind die echten Modellflieger geblieben, man findet sie gar nicht! Früher hörte man sie von Weitem schon, mit ihren Sechseinhalb- und Zehnkubikern, und die Jugend mit Cox jaulend. Da wusste man: Aha, es wird schon geflogen, nichts wie raus! Weiß heute jemand von euch überhaupt noch, wie man einen schönen Verbrenner anwerfen muss? Ja, ich höre schon: „Motor anwerfen? Wozu denn, man hat einen Schalter! Und anschließend den Flieger putzen, igitt!“ Ja, ist es denn so schlimm, ein Flugmodell sauber zu machen? Selbst ein ganz schlechter Mensch, der, sagen wir Mal, seine Frau und Kinder schlägt, oder noch schlimmer: Zigaretten raucht, wird heute nicht so schief angesehen wie einer, der mit einem Verbrennermodell ankommt. Nicht sehr tolerant!

←Lieber Kollege, euren Krach muss man wirklich mögen, und das tun nur wenige. Aber in einem Punkt gebe ich Ihnen recht: Die wirkungsvollste Antriebskraft aller Erfinder ist menschliche Faulheit. Und nun tun Sie nicht so edel. Von mir aus glaube ich gern, dass Sie in Ihrer Werkstatt jedes Loch mit einer Handkurbel bohren und außer einem Berg von Schleifklötzen kein anderes Werkzeug dort zu finden

ist, denn die sind nun Mal alle elektrisch. Aber an eines erinnere ich mich sehr gut: Wie gern habt Ihr mit dem Anlasser – jawohl, dem elektrischen Anlasser! – hantiert, nachdem der tolle Verbrenner schon das vierte Wochenende nicht ansprang und der Orthopäde euch den lädierten Arm für die nächsten zwei Jahre in einer Schiene fixieren musste. Die Vernünftigeren von euch haben es dann auch kapiert und haben den Elektromotor, vielleicht gar den aus dem Anlasser, anstatt des Verbrenners dem Flieger in die Nase eingebaut.

→Ja, Verräter waren das und es wurden immer mehr. Schade drum. Aber nun machen wir Schluss. Es war nett (na ja, sagt man so), mit Ihnen zu plaudern. Kommen Sie doch einmal zu Besuch. Wir machen es uns gemütlich, vielleicht lassen wir mal einen alten Webra in meinem Garten krachen und so traumhaft nach Rizinus duften!

←Mache ich gern. Ich wollte mir schon immer gern Ihr altes Dampfradio anschauen. Was sehe ich da, ein tolles Fahrrad haben Sie, eine echte Hightech-Maschine. Hätte ich wirklich nicht erwartet. Und was ist das für ein komischer Kasten hier, sieht nach einem richtig großen, dicken Akku aus. Ich glaube, mich tritt ein Pferd! Ein Elektrofahrrad etwa?

→Ach, das ist, glaube ich, der Verbandskasten oder so was. Nicht das, was Sie denken. Also, tschüss!

←Gute Fahrt, Sportsfreund. Und vergessen Sie nicht umzuschalten, sonst holen Sie sich noch einen Muskelkater!



Dr. Friedrich Harder, der engagierte Professor aus dem Schwabenland, verheiratet, zwei Kinder, Einfamilienhausbesitzer im Bergischen Land, ist 57 Jahre alt und ausgewiesener Elektroflugfachmann. Er ist stets gut über Technikneuheiten für sein Hobby informiert. Die muss er dann sofort haben, am besten noch bevor sie in den Laden kommen. Vornehm und gebildet wie er ist, würde er einen ölverschmierten Lappen niemals anfassen. Ein Verbrennungsmotor ist Technik von gestern – für ihn ist die Zukunft durch und durch elektrisch.



Max Kohn, 49 Jahre alt, ist ein begeisterter Modellflieger und patenter Kerl, der jede Vereinsgrillparty als Letzter verlässt. Er lebt in Bochum, weil er dort in einer Autofabrik Arbeit fand, doch jeden freien Tag versucht er nach Hause zu kommen; zu seiner Frau in Gera. Dort fliegt er gern, weil alles einfacher ist. Niemand regt sich über Verbrennerflieger auf, schon deshalb nicht, weil weit und breit keiner ist, der sich aufregen könnte. Aber er weiß auch: Nicht alles Neue ist immer auch das Bessere – und von bunter Werbung lässt er sich schon gar nicht so schnell aus der Ruhe bringen.

# Jeden Monat neu.

# 3 für 1

**Jetzt zum Reinschnuppern:  
Das vorteilhafte Schnupper-Abo**

**Ihre Schnupper-Abo-Vorteile:**

- ✓ Keine Ausgabe verpassen
- ✓ Versand direkt aus der Druckerei
- ✓ 12,00 Euro sparen
- ✓ Jedes Heft im Umschlag pünktlich frei Haus
- ✓ Regelmäßig Vorzugsangebote für Sonderhefte und Bücher

- » Elektro- und Verbrenner-Helis
- » Test & Technik
- » Elektrik & Elektronik
- » Heli-Equipment
- » Flugpraxis
- » Heli-Grundlagen
- » News aus der Szene
- » Interviews & Portraits
- » Reportagen

... und vieles mehr!



Ich will RC-Heli-Action im Schnupper-Abo testen: Bitte senden Sie mir die nächsten drei Ausgaben zum Preis von einer, also € 6,00 (statt € 18,00 bei Einzelkauf). Falls ich das Magazin nach dem Test nicht weiterlesen möchte, sage ich bis 7 Tage nach Erhalt der dritten Ausgabe mit einer kurzen Notiz ab. Andernfalls erhalte ich RC-Heli-Action im Jahres-Abonnement (12 Ausgaben) zum Vorzugspreis von € 62,00 statt € 72,00 Euro bei Einzelbezug. Das Abonnement verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr. **Ich kann aber jederzeit kündigen. Das Geld für bereits bezahlte Ausgaben erhalte ich zurück.**

Ja, ich will zukünftig den RC-Heli-Action-E-Mail-Newsletter erhalten.

\* Abo-Preis Ausland: € 75,00

Ausgabe des Abostarts

Vorname, Name

Straße, Haus-Nr.

Postleitzahl  Wohnort

Land

Geburtsdatum  Telefon

E-Mail

Ich zahle einfach und bequem per Bankeinzug:

Bankleitzahl  Konto-Nr.

Geldinstitut

Datum, Unterschrift

Leserservice: Telefon: 040/42 91 77-110, Telefax: 040/42 91 77-120  
Im Internet: [www.rc-heli-action.de](http://www.rc-heli-action.de)

Die Daten werden ausschließlich verlagsintern und zu Ihrer Information verwendet. Es erfolgt keine Weitergabe an Dritte. LR1101

## Jetzt bestellen!

Einfach Coupon ausschneiden oder kopieren, ausfüllen und abschicken an:

wellhausen & marquardt  
Mediengesellschaft

Leserservice  
RC-Heli-Action  
65341 Eltville

Telefon: 040/42 91 77-110  
Telefax: 040/42 91 77-120

E-Mail: [service@rc-heli-action.de](mailto:service@rc-heli-action.de)  
Internet: [www.rc-heli-action.de](http://www.rc-heli-action.de)

# Wir haben Sie!



## HP-EOS0720iSDUO3

Bis 2x7S LiPo, 20 Ampere,  
max 1.000 Watt total

€ 259,-

## HP-EOS0730iNET3

Bis 7S LiPo, 30 Ampere,  
max 550 Watt

€ 199,-



## HP-EOS1420iNET3

Bis 14S LiPo, 20 Ampere,  
max 550 Watt

€ 199,-

Die high-end Serie der Hyperion Ladegeräte  
Mit einem Hyperion Ladegerät erhalten sie die vielseitigste und stärkste Ladegerätlösung, die erhältlich ist. Viele Speicherplätze, ein USB Port, eine freie PC Software um Ladevorgänge zu steuern und zu loggen, so wie eine maximale Power und Performance für ein höchstes Maß an Schnellladung machen die EOS Serie von Hyperion zu einer einzigartigen Produktreihe.

### Bestellen Sie direkt bei Hyperion

Seit 2007 ist es möglich direkt über den Shop von Hyperion zu bestellen. Seit Kurzem gelten neue Versandkostenregelungen, bei denen ab einer Rechnungssumme von über 150 € keine Versandkosten mehr für Sie nach Deutschland anfallen. (bei Rechnungsbeträgen unter 150 € betragen die Versandkosten 9 €).

► [www.hyperion-europe.com](http://www.hyperion-europe.com)

NEW HEADING

Sie sind interessiert Hyperionprodukte zu vertreiben? Bitte kontaktieren Sie New Heading, den Europäischen Exklusivdistributeur für Hyperion RC Produkte und lassen sich einen Händlerzugriff einrichten: [www.newheading.com](http://www.newheading.com)

**HYPERION**  
[hyperion-eu.com](http://hyperion-eu.com)

# mx-16

Integrierte Echtzeit-Telemetrie  
und Sprachausgabe

## Hohe Sicherheit

Optimiertes Frequenzhopping

## Höchste Präzision

Zeitgleiches Ansteuern der Servos

## Echtes Pilotenfeeling

Telemetrie im Display, Sprachausgabe

Stefan Böhlen  
Mannschaftsweltmeister F3B



mx-16 GRAUPNER HoTT  
Computersystem 2,4 GHz  
Best.-Nr. 33116 € 379,-\*

\* unverb. Preisempfehlung

**GRAUPNER**  
HoTT  
HOPPING, TELEMETRY, TRANSMISSION