



Deutschland 14,80 Euro • Österreich: 16,30 Euro
Schweiz: 22,90 CHF • Belgien: 17,00 Euro • Luxemburg: 17,00 Euro

NEU

e

Elektroflug Ludwig Retzbachs

Nr. 1/12
Magazin

www.elektroflug-magazin.de

Warbird in 1:5,5

Feuerspucker

Übersicht. Sieben F3A-Modelle der 1,4-Meter-Klasse **11-Kilo-Spitfire in Voll-GFK**

Solarenergie – Aktuelles aus Wissenschaft & Forschung

Lader für 10s-LiPos Datensammler UniLog 2 von SM Modellbau

Modellporträt: Das Heli-Weltmeistermodell

Kurzmitteilungen aus der Elektro-Branche **1 Modell, 3 Antriebskonzepte – Alpina 3001 von Graupner**

Elektroflug manntugend: Antares 23E

Technik
Aktuelle
BL-Motoren
Von 2 bis 7
Kilowatt





Einfach
Elektroflug-01-2012
im Gutscheinfenster auf der
Warenkorbseite eingeben und
schon erhalten Sie den Preis-
nachlass ab einem Warenwert
von 100 Euro!

Gutschein gilt nicht für
Angebotsartikel.

T-Rex 450 Sport V2 Super Combo

Hauptrotordurchmesser: 715mm
Länge: 640mm
Gewicht: 770g

309,-

Art.-Nr.: 34-KX015081-A



inkl. Vapor Akku

Vapor ZX30 2200mAh/30C/11.1V

T-Rex 450 Pro 3GX Super Combo

Hauptrotordurchmesser: 710mm
Länge: 635mm
Gewicht: 640g

419,-

Art.-Nr.: 34-KX015080T-A



inkl. Vapor Akku

Vapor ZX30 2200mAh/30C/11.1V

Align T-Rex Modelle im RC-Toy Konfigurator

So einfach geht's:

1. Align als Hersteller anklicken
2. Modell wählen (z.B. T-Rex 450)
3. Heli Konfigurator auswählen
4. Grundset wählen (Kit - einige Beispiele sind hier aufgeführt)
5. Gewünschte Zusatzoptionen markieren

T-Rex 500E Pro Flybar Kit

Hauptrotordurchmesser: 978mm
Länge: 868mm
Gewicht: 1700g

€ 289,-

Art.-Nr.: KX017015-Kit



T-Rex 450 Pro Flybarless Kit

Hauptrotordurchmesser: 710mm
Länge: 635mm
Gewicht: 640g

219,-

Art.-Nr.: KX015080



T-REX 550E V2.2 Flybarless Kit

Hauptrotordurchmesser: 1188mm
Länge: 1024mm
Gewicht: 2800g

€ 359,-

Art.-Nr.: KX021008A



T-REX 600EFL Pro Kit

Hauptrotordurchmesser: 1347mm
Länge: 1160mm
Gewicht: 3980g

€ 419,-

Art.-Nr.: KX016018



T-REX 700E Kit

Hauptrotordurchmesser: 1562mm
Länge: 1328mm
Gewicht: 4900g

€ 439,-

Art.-Nr.: KX018E03



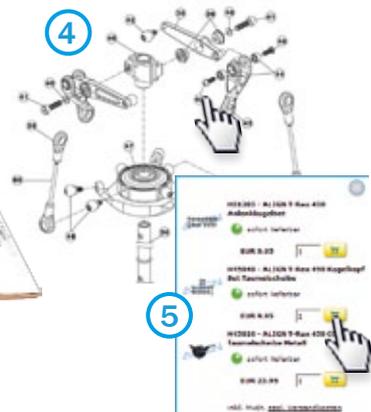
Ersatzteile einfach finden

PARTEFINDER



So einfach geht's:

1. Hersteller wählen
2. Modell wählen
3. Baugruppe wählen
4. Ersatzteilnummer anklicken
5. In den Warenkorb oder Produktinfos abrufen



-2% Best Preis Garantie
Gültig für Produkte von Align, Walkera, Esky

08042 5010-55
info@rc-toy.de

Schneller Versand
Innerhalb Deutschlands
Lieferung in 1-2 Tagen

Versandkostenfrei
ab 50€ Bestellwert

Zahlungsarten
Wählen Sie frei Ihre Zahlungsart, z.B. Lastschrift oder Kreditkarte

Editorial

Erst Euphorie und Pressehype um das Elektroauto und dann gleich die große Enttäuschung: Beim Chevrolet Volt – nahezu baugleich mit Opel Ampera – brannte nach einem Crashtest die Batterie. Mal abgesehen davon, dass einige Tage nach der großen Schlagzeile erst der eigentliche Grund bekannt wurde. Den Verantwortlichen des Testzentrums war ein gravierender Fehler unterlaufen. Sie hatten schlicht vergessen, das Stromkabel abzuklemmen, sodass die Kühlmittelpumpe tagelang weiterlief und den Brand initiierte. Und man erinnere sich: Auch Benzinkutschen hatten etwa 100 Jahre lang das Problem, nach einem Unfall gelegentlich „abzufackeln“. Anscheinend tut sich die sicherheitsbeflissene westliche Industriegesellschaft mit dem Umdenken (und Erinnern) doch noch etwas schwer.

Dass es anscheinend auch anders geht zeigt nicht nur China, sondern auch unser Bericht „Leitstern“ über die Antares 23E. Diese entwickelte ein deutscher Flugzeugkonstrukteur zusammen mit einem niederländischen Spezialisten für Aerodynamik. Zwei Schweizer Professoren waren für die Motorenentwicklung zuständig, die französische Batterie-firma SAFT lieferte den Akku und ein norwegischer Ingenieur brachte das Projekt zur Serienreife. Heraus kam ein eigenstartfähiges Elektro-Segelflugzeug von 23 Meter Spannweite mit Luftfahrtzertifizierung.

„Geht doch“, möchte man sagen. Und endlich auch mal gute Nachrichten aus Europa.



Ludwig Retzbach
Herausgeber



Inhalt 01/12



12 | **Antares 23E** Der Elektro-Antrieb gewinnt bei den manntragenden Flugzeugen immer mehr an Bedeutung. Seit kurzem zählt auch die Antares 23E von Lange Aviation zu diesem erlesenen Kreis. Wir stellen den E-Segler mit großem Zukunftspotenzial ausführlich vor.



28 | **BL-Special Brushlessmotoren für Großmodelle** rücken zunehmend in den Fokus der Großmodellfliegerei. Das große Brushlessmotor-Special verschafft einen Überblick zu aktuellen Marktneuheiten, sich abzeichnenden Trends und die technischen Innovationen. Im ausführlichen Test zeigten sieben Motoren der Leistungsklassen 2 bis 7 Kilowatt, dass mit diesen auch Großprojekte realisierbar werden.



46 | **UniLog 2** Geht es um das Erfassen von Messdaten, zählt das UniLog von SM-Modellbau zu den Top-Produkten auf dem Markt. Aktuell in den Handel gekommen ist der Nachfolger UniLog 2. Er bietet noch mehr Funktionen und ist telemetriefähig.

92 | **Cessna-195** Angefangen beim 4s-Antriebskonzept bis hinauf zum 6s-Setup lässt sich bei der Cessna-195 von Staufenbiel ein breites Motorenspektrum einsetzen. Das Spektrum reicht vom All-Day-Cruiser bis zum Schleppmodell. Drei Motoren, ein Modell, drei Charaktere.



e-Modelle

- 6 **Spitfire** Scale-Warbird in 1:5,5 in Voll-GFK
- 20 **F3C-Heli** Die Technik im Weltmeister-Heli von Hiroki Ito
- 64 **Alpina 3001** Optimale Antriebs-Pakete für den Graupner-Segler
- 92 **Cessna-195** Ein Modell, drei Antriebskonzepte

e-World

- 12 **Antares 23E** Manntragender Segler mit E-Klaptriebwerk
- 84 **Solarenergie** Facetten unbegrenzter, erneuerbarer Energie

e-Wissen

- 28 **BL-Motoren** Trends und Neues zu Großmodell-Elektromotoren
- 70 **Propeller** Grundlagenwissen zum Propeller-Antrieb

e-Service

- 40 **e-World** Kurzmitteilungen aus der Elektrobranche
- 42 **Übersicht** 21 Ladegeräte für 10s-LiPos und mehr
- 46 **UniLog 2** Datenlogger von SM-Modellbau im Test
- 50 **e-rste Hilfe** Praxistipps aus dem Modellflugalltag
- 52 **Vergleichstest** Sieben Kunstflugmodelle der 1,4-Meter-Klasse
- 60 **e-Facts** Mehr wissen, besser fliegen

e-Magazin

- 3 **Editorial**
- 4 **Inhalt**
- 26 **e-Magazin 96** Die digitale Ausgabe für iPad & Co
- 51 **Ihr Kontakt zu Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin**
- 62 **Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin Shop**
- 63 **Impressum**
- 82 **Was macht eigentlich Hans-Dieter Levin?**





Modell **AVIATOR**

www.modell-aviator.de
TEST & TECHNIK FÜR DEN MODELLFLUG-SPORT

KENNENLERNEN FÜR 4,80 EURO



3 für 1
Drei Hefte zum
Preis von
einem

Jetzt zum Reinschnuppern:

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



Direkt bestellen unter
www.modell-aviator.de
oder telefonisch unter 040 / 42 91 77-110

Jetzt auch als **eMagazin**
und **Printabo+** erhältlich.

Mehr Informationen unter www.modell-aviator.de/emag



Text: Bernd Neumayr
Fotos: Bernd Neumayr, Christian Lang

Feuerspucker

Scale-Warbird der Extraklasse

Christian Lang ist eigentlich Großsegler und mehr durch seinen Bruder in die Warbirdszenen gekommen. *Hier entdeckte „Wadl“, wie er meistens gerufen wird, ein weites Betätigungsfeld für sich. Sein Bruder Roland ist Plastikmodellbauer und gleichzeitig verantwortlich für die Cockpitausbauten und die Lackierungen seiner Modelle. Wenn es um Originaldaten der Vorbilder geht, sind das Wissen und der umfangreiche Fundus an Büchern des Bruders immer wieder eine willkommene Hilfe. Davon profitierte auch die SPITFIRE.*



Angefangen hatte alles mit einem arbeitslosen Elektromotor, der noch im Regal lag. Dieser passte hervorragend zur 2.040 Millimeter (mm) spannenden Spitfire im Maßstab 1:5,5 – erhältlich bei Aviation Design. Den Brushlessantrieb baute Christian Lang sogar selbst. Einzig ein paar Zubehörteile wie die Statorbleche und die Magnete wurden von Klaus Budion, Inhaber der Firma Battmann, gekauft. Hier findet der interessierte Elektroflug-Spezialist alles für seine Bedürfnisse. So erhielten die Statorbleche am Anfang und Ende ein Pendant aus Epoxy-Material, damit man beim Wickeln keinen Masseschluss bekommt. Aufgefädelt werden die Bleche auf zwei passende Aluminium-Rohre. So ist sichergestellt, dass sie exakt hintereinander liegen. Die erforderlichen Aluteile für die Motoren sind mit Hilfe einer CNC-Fräse hergestellt und danach eloxiert. Mit viel Geduld und einem Gläschen Wein, so Christian Lang, dauert das Motoren-Wickeln etwa zwei Stunden. Nach dem Einsetzen der Kugellager ist der Antrieb dann soweit fertig. Davor wurden natürlich diverse Berechnungen angesetzt und die Leistung bei passender Zellenzahl ermittelt. Hier wird nichts dem Zufall überlassen.

Einer muss der erste sein

Leider bekam man in Deutschland keine Erfahrungswerte zur Spitfire des französischen Herstellers Aviation Design. Da glich der Kauf einem Sprung ins kalte Wasser. Was die Spedition dann brachte, konnte aber voll und ganz überzeugen. Geliefert wurden alle erforderlichen GFK-Teile, ferner viel Zubehör wie ein Cockpit aus ABS, Auspuffattrappen, die Fahrwerksbeine und der Aluminiumspinner. Alle Teile sind mit Balsaholz als Stützstoff laminiert und hervorragend detailliert. Ursprünglich geplant waren ein schneller Aufbau und der Verzicht auf einen Scaleausbau. Aufgrund der guten Kontakte zur Community im Warbirdforum kam Christian Lang an hervorragende Lektüre über die Spitfire und so wurden doch die ein oder anderen Scale-Gimmicks verwirklicht. Und wie man Wadl und seinen Bruder kennt, so wurde das Ganze auch exakt umgesetzt.



Der Zugang zu den Akkus ist perfekt und sehr groß



Die Kupfer-Auspuffattrappen sorgen für eine gute Abführung der Kühlluft. Darunter sind die CFK-GFK-Akkuschalen erkennbar

Der Rumpf wurde im vorderen Bereich mit Kohlefaser verstärkt, da der eigens gefräste Motorträger den Motor am Kopfspannt aufnimmt und als Ringspannt eingeharzt wird. Die Landeklappen sind ausgeschnitten und eine exakt umgesetzte Anlenkungsmechanik aus GFK komplettiert diesen Bauabschnitt. In die Flügeloberseite war dafür ein Deckel einzuschneiden, durch den der Anlenkungshebel nach außen fahren kann. Beim Einfahren der Klappen verschwindet der Hebel im Flügel und die Klappe schließt sich wieder. Das Spornfahrwerk wurde mittels eines zugekauften Festo-Zylinders einziehbar aufgebaut. Nach wenigen Anpassungen fuhr das Rad ohne Probleme aus und ein. Das Einziehfahrwerk stammt von Wabo. Die Abdeckungen dafür sind Marke Eigenbau.



„Angefangen hatte alles mit einem arbeitslosen Elektromotor, der noch im Regal lag.“



Der Motor wurde mittels einer Blechhalterung an den Kopfspannt geschraubt

Das Fahrwerk in der zunächst gewählten Position, also noch etwas zu weit hinten



Innenausbau des Rumpfs

Die Servos waren an passenden Stellen so zu befestigen, dass sie dem Cockpit nicht im Weg standen. Mit etwas Maßarbeit ließ sich auch diese Hürde erfolgreich nehmen. Den Rest, und das ist nicht gerade wenig, baute Christian Lang wie vorgesehen auf. Nachdem der Rumpf soweit fertig war, konnte er schon zu Christians Bruder gebracht werden. Dieser kümmerte sich dann um den Cockpitausbau und die Lackierung der Innereien. Fast alle Teile konnten selbst in Eigenregie hergestellt werden. Einzig die vom Hersteller gelieferten ABS-Seitenwände und der Armaturenräger kamen zur Verwendung. Es ist immer wieder schön anzusehen, wie fein



Der Pilotensitz mit den Fußpedalen und dem Stick ist fertig zum Einbau

detailliert das Cockpit mit den vielen Teilen ist. Da findet man eine Axt an der zu öffnenden Einstiegstür, einen vorbildgetreu erstellten Steuerknüppel und vieles mehr kann sich sehen lassen. Hinter dem Piloten ist beispielsweise eine Panzerplatte, die ihn vor Feindbeschuss schützen soll, eingebaut. Des Piloten Beine finden in den hervorragend detaillierten Seitenruderpedalen Halt. Sauerstoff- und Funkgeräte sowie eine Kopfstütze sind vorhanden.

Feines Zubehör selbst gemacht

Die Maschinengewehrläufe in den Flügeln sind aus einem abgeformten Drehteil entstanden. Hierzu mussten zwei Negativ-Schalen aus Aluminium gefräst und poliert werden. Darin ließen sich dann jeweils zwei Halbschalen laminieren, die zusammengesetzt ein fertiges MG für den Flügel ergaben. Die Auspuffrohre sind



Die Führungsschienen für die Schiebehaut sind eingesetzt

Hier sieht man sehr schön die vielen, feinen Details des Modells

Bezugsadressen

Aviation Design
ZI Le Chenet
91490 Milly La Foret
Frankreich
Telefon: 00 33/164 98 93 93
Fax: 00 33/164 98 93 88
E-mail: aviation_design@wanadoo.fr
Internet: www.adjets.com

Batt-Mann
Klaus Budion
Hobackestraße 25
45899 Gelsenkirchen
Telefon: 02 09/58 22 02
Fax: 02 09/58 22 62
E-Mail: verkauf@batt-mann.de
Internet: www.batt-mann.de

Technische Daten

Spannweite	2.040 mm
Gewicht	11,2 kg
Außenläufer	Brushless, Eigenbau 685/40
Akkus	12s-LiPo, 5.000 mAh von SLS
Regler	YGE 120 HV
Luftschaube	19,9 × 15 Zoll, Dreiblatt-Verstellnabe von Ramoser

aus Kupferfittings aus dem Heizungsbau und dienen durch ihre Anordnung gleichzeitig dem Abtransport der warmen Luft aus dem Akkuraum. In Letzterem sind aus CFK laminierte Boxen für die beiden 6s-LiPos von SLS mit 5.000 Milliamperestunden Kapazität eingesetzt. Die letzte Lage war immer aus GFK, da Kohlefaser sehr leitfähig ist und bei einem eventuellen Kabelbruch oder einem Durchscheuern sonst der Supergau eintreten würde. Die Flächenbefestigung geschieht im Rumpf, und zwar über selbst gedrehte Aluminium-Teile. Der Deckelverschluss für den Tausch der Akkus ließ sich mittels eines einklappbaren Tankdeckels an der Original Position realisieren. Hierzu wird der Deckel gegen die Federkraft eingedrückt und zieht den Verschlusspin nach hinten, danach kann er geöffnet werden.

Der Mechanismus der Schiebehäube war eine weitere Hürde, die es zu nehmen galt. Passende Schienen wurden ausgesucht und durch selbst gesetzte Ausfräsungen bündig in den Rumpf eingelassen. Gesteigert wurde der Schwierigkeitsgrad durch die Tür. Scheinbar waren englische Piloten nicht so gelenkig, denn neben der verschiebbaren Kanzel gab es noch eine Einstiegstür. Der Pilot war darüber sicher amused – Cristian Lang nicht. Das bedeutete, die Schiene in der Tür weiterlaufen zu lassen. Nur bei geschlossener Tür, kann man die Haube nach vorne schieben. Aber auch diese Hürde wurde in der bayrischen Warbirdschmiede perfekt gelöst.



Die Flügel-MGs sind aus Eigenbauformen entstanden



Der Verschluss der der Akkuschachtklappe wird über die Tanköffnung des Originals betätigt. Einfach, wirkungsvoll und betriebsicher



Fast fertig gestaltetes Cockpit. Eine Herausforderung waren die Tür und der Schiebemechanismus der Kanzel

Es muss alt aussehen

Nachdem der Rohbau soweit abgeschlossen war, wurde das ganze Modell wieder zu Christians Bruder Roland gebracht und dieser kümmerte sich um das Finish. Nach dem Reinigen und Auftragen der Grundierung bekam die Spitfire als Erstes einen Überzug mit Basisfarben. Als Plastikmodellbauer ist Christian Langs Bruder hervorragend mit allen Techniken des Weatherings vertraut und bringt auch die Liebe zum Detail mit. Beim Walkaround um die Spitfire findet man immer wieder erstaunliche Details: Hier ein Schatten, dort eine leichte Verschmutzung. Und es ist in keinem Fall zu





Das Heckfahrwerk wird mit einem Festo-Zylinder betätigt und fährt vorbildlich ein und aus



viel oder „zu dick“ aufgetragen worden. Als Nächstes kamen die vielen Decals an die Reihe. Da war es erforderlich, einiges sogar von Hand zu zeichnen, wenn es beim Original auch so aufgetragen wurde. Die letzten Schichten bilden dann ein paar feine Überzüge mit mattem bis seidenmattem Klarlack.

Beim ersten Rollout auf dem Modellflugplatz stellte Christian Lang dann leider fest, was er schon im Vorfeld vermutet hatte. Die Spitfire geht bei den leichtesten Gasstößen sehr schnell auf die Nase. Die Position des Fahrwerks beziehungsweise der Räder war am Modell etwa 25 mm zu weit hinten liegend und musste um diesen Wert Richtung Nasenleiste korrigiert werden. Nach diesem Umbau, der sich mittels Unterlegen an den Mechaniken umsetzen ließ, und einer Schwerpunktverschiebung um fast 20 mm nach hinten, konnten dann die ersten Flüge erfolgen. Das Angstblei fehlte, aber die Nervosität beim Erstflug blieb. Wie sich herausstellte, war sie unbegründet. Die Spitfire flog sehr unkritisch und der Pilot im Cockpit machte sich langsam locker. Kurzum: Die Luft über dem Schongau war mal wieder elektrisch aufgeladen.

Mit 11,2 Kilogramm Abfluggewicht ist die Spitfire kein Leichtgewicht, fliegt aber absolut gutmütig. Sie liegt satt an den Knüppeln und

Spitfire

Der Tiefdecker aus der Zeit des Zweiten Weltkriegs gehörte zu den erfolgreichsten Jagdflugzeugen der britischen Royal Air Force. Aufgrund seiner guten Flugeigenschaften produzierte man das Muster auch nach Ende des Krieges weiter und ließ es bis in den 1950er-Jahren in Dienst gestellt. Über 20.000 Exemplare wurden produziert und bis heute sind einige Spitfire im zivilen Einsatz flugtauglich.

lässt sich hervorragend dirigieren. So ein Modell ist ein Jäger, kein Wiesenschleicher, und ist entsprechend zu bewegen. Wer Cristian Lang kennt und beim Fliegen eines seiner Segelflugmodelle erlebt hat, weiß, dass Stromsparendes Fliegen nicht seine Welt ist – da landet der Segler schon mal vor der Schleppmaschine. Die Landegeschwindigkeit der Spitfire ist höher als bei einem Trainer oder vergleichbaren Warbird mit etwas weniger Gewicht, aber durch die gut wirkenden Landeklappen ist das Modell jederzeit im Landeanflug sicher beherrschbar. Auch auf kleineren Plätzen lässt es sich ohne Nervenflattern beim



Über die Rändelschrauben und -mutter sind die Flächen fixiert



Aus diesen ABS-Teilen muss dann ein vernünftiges Cockpit entstehen



Kraftvoll hebt das Modell ab. Frühzeitig kann das Fahrwerk eingezogen werden



Piloten landen. Einmal in der Luft, spürt man vom Gewicht nichts mehr. Die Spitfire ist so agil, wie es sich für einen Warbird und Jäger gehört. Der Stromverbrauch liegt bei 75 Ampere. Dabei dreht sich der 19,9 × 15-Zoll-Holz-Propeller mit etwa 6.300 Umdrehungen in der Minute. Durch die Fahrwerksverlegung sind die Starteigenschaften in den Bereich des Beherrschbaren gewandert. Jetzt ist zwar beim Start in hohem Gras immer noch eine leichte Kopfstandneigung zu erkennen, aber das lässt sich über etwas Höhenruder leicht ausgleichen.



Gelungenes Projekt

Christian Lang ist rundum zufrieden mit seinem Modell. Mittlerweile hat die Spitfire ihr erstes Warbird-Treffen mit Erfolg absolviert. Die Anerkennung unter den anderen Piloten ist groß und das Modell immer willkommen. Der detaillierte Aufbau und die Motorisierung mittels Elektroantrieb haben sich gelohnt. Das Modell ist in der Luft sowie am Boden eine Augenweide. Da darf man gespannt sein, was noch alles aus der Lang-Schmiede in elektrischer Ausführung kommen wird. So viel wollte Christian Lang schon mal verraten: „Zum einen wird es eine russische Maschine werden und zum anderen noch größer.“ |



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 Verfügbarkeitsanzeige
- weltweiter Schnellversand
- ca. 300m² Ladengeschäft



www.hoelleinshop.com

Der Himmlische Höllein

Glander Weg 6
96486 Lautertal
Tel.: 09561-555 999
Email: mail@hoellein.com

Ludwig Retzbach

Leitstern

E-Antriebe auf der Überholspur?





Am 23. Dezember 2011 hob AXEL LANGE mit seiner neu entwickelten ANTARES 23E im Eigenstart vom Flugplatz in Zweibrücken zum Erstflug ab. Der Testpilot und Firmenchef der Lange Aviation GmbH zeigte sich anschließend sehr zufrieden mit der hervorragenden Wendigkeit des 23-Meter-Seglers, und prophezeite: „*Wir werden mit dem Flieger viel Spaß haben*“.

Ob Lange es als Weihnachtsgeschenk an sich selbst geplant hatte, oder ob einfach nur das Wetter gerade passte, ist nicht ganz klar. Doch das Segelflugzeugmuster der offenen Klasse, das bereits im April 2011 auf der Aero in Friedrichshafen vorgestellt worden war, ist der vorläufige Endpunkt einer Entwicklungsreihe von Segelflugzeugen mit ausklappbarem Elektroantrieb. Es stützt sich auf dieselbe Tragflügelauslegung, die auch bei der Quintus M von Schempp-Hirth verwendet wird. Dieses Muster ist allerdings mit einem ausklappbaren Verbrennungsmotor ausgestattet und erlebte seinen Erststart interessanterweise zeitgleich, wenn auch von einer Jodel am Schleppseil in die Höhe gezogen.

Das konnte nicht so bleiben

Nein, der Elektroantrieb stand eher noch ganz unten auf der Liste, als der Luftfahrtingenieur Axel Lange in den Jahren 1990 bis 1996 beim Luftfahrtunternehmen Glaser-Dirks – aus der später DG-Flugzeugbau hervorging – der Frage nachgehen sollte, wie man zu einem eigenstartfähigen Segler kommen könnte. Die damals bevorzugt eingesetzten Rotax-Motoren waren wegen ausgesprochen ungenügender Zuverlässigkeit sowie großer Handhabungsprobleme in Verruf geraten und hatten die Firma in ernsthafte Schwierigkeiten gebracht. Das konnte nicht so bleiben. Der störanfällige und wenig bedienungssichere Zweitakter sollte durch ein besseres Antriebssystem ersetzt werden.



Der nahezu komplett aus Kohlefaser bestehende Rumpf wiegt laut Konstrukteur Axel Lange inklusive Sicherheitszelle gerade mal 42 Kilogramm

„Und deshalb war dem leidenschaftlichen Flugzeugentwickler von Anfang an klar, dass es mit einem leistungsfähigen Antrieb nicht getan sein würde.“

Anfangs, so gesteht Lange, war es eher privates Interesse an dem neuen Antriebskonzept, von dem man zwar wusste, dass es sauber und leise arbeiten würde, doch verbot das beinahe sprichwörtliche Gewichtsproblem der Batterien jede ernsthafte Erwägung dieser Alternative. Auch waren leistungsfähige und gleichzeitig leichte Antriebsmotoren dem Erprobungsstadium noch kaum entwachsen. Axel Lange wandte sich damals an die Universität Braunschweig, bei der unter Leitung von Professor Dr. Herbert Weh die Eignung von Transversalflussmaschinen für diese speziellen Zwecke untersucht wurden. An der Aufgabe dran war man auch bei der Höheren Technischen Lehranstalt im schweizerischen Biel (HTL Biel), wo man bereits einen hocheffizienten Antrieb mit 4,5 Kilowatt (kW) für die in den 1980er-Jahren gestartete „Tour de Sol“ entwickelt hatte.

Zukunft Brennstoffzelle

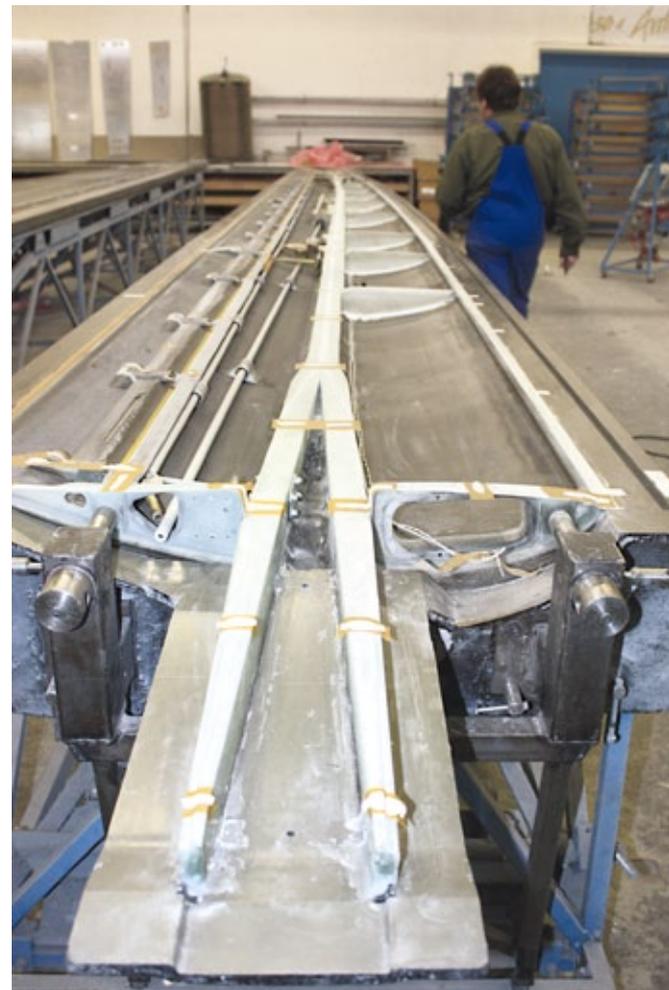
Seit 2009 erprobt das deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in enger Zusammenarbeit mit Lange Aviation das Forschungsflugzeug Antares DLR-H2 mit Brennstoffzellen-Antrieb. Das Nachfolgeprojekt, die Antares H3 mit einer Spannweite von 23 Meter, ist auch bereits in Erprobung. Man erwartet eine Reichweite von bis zu 6.000 Kilometern.

Doch bis der Elektroantrieb als ernsthafte Alternative vorgestellt werden konnte, galt es, Überzeugungsarbeit im eigenen Hause zu leisten, Vorurteile abzubauen, aber auch das antriebstechnische Umfeld näher zu erforschen. Grundsätzlich sprachen jedoch einige wesentliche Punkte aus dem Pflichtenheft für das neue elektrische Antriebskonzept: Hier ging es nach den mit den Verbrennern gemachten Erfahrungen zu allererst um Zuverlässigkeit, einfache Bedienbarkeit und auch schon um Geräuschreduktion. Zudem war schnell klar, dass ein Segelflugzeug durchaus mit dem Manko der begrenzten Reichweite des Energiespeichers klar kommen könnte, ging es doch allein um eine Start- und Rückkehrhilfe und weniger um die Bewältigung großer Flugstrecken aus eigener Kraft.

LF-20E – der Technologie-Erprobungsträger

Als Konstrukteur der DG-800 bei Glaser-Dirks sowie bei der Weiterentwicklung der DG-600 hatte Axel Lange bereits selbst Erfahrungen mit Hochleistungssegelflugzeugen gesammelt. Und deshalb war dem leidenschaftlichen Flugzeugentwickler von Anfang an klar, dass es mit einem leistungsfähigen Antrieb nicht getan sein würde. Das Fluggerät selbst musste sich den neuen Herausforderungen anpassen. Die hierzu nötigen Erfahrungen sollte dann die LF-20E liefern, ein Technologie-Erprobungsträger, der allerdings nicht unbedingt als Prototyp der heutigen Antares bezeichnet werden kann. Sie basierte auf der DG-800, wurde aber konsequent auf das elektrische Antriebskonzept ausgerichtet.

Von Anfang an setzte man bei Lange in starkem Maße auf die Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Forschungsinstituten. In der HTL Biel entstand dann auch schon Ende des letzten Jahrhunderts unter der Regie der Professoren R. Janneret und A. Vezzini jener 42-kW-Außenläufermotor, der bis heute das Herz des Antares-



Bau der Antares-Fläche mit GFR-Holm. Gut erkennbar ist die nasenseitige Aussparung für den Antriebsakku



In der Wärmekammer werden die Faserverbundwerkstoffe ausgehärtet

Antriebs darstellt und der erste und derzeit einzige Elektromotor mit EASA-Zulassung als Flugmotor ist. Er bringt mit 216 Newtonmeter (Nm) Drehmoment und einem Wirkungsgrad von deutlich über 90 Prozent alle Voraussetzungen für eine optimale Energienutzung mit. Die vielpolig konzipierte, bürstenlose Gleichstrommaschine konnte – das war damals völlig neu – im Direktantrieb das Drehmoment für einen vergleichsweise großen Zweiblattpropeller von 2.000 Millimeter liefern. Dieser war bei der DLR Braunschweig unter Dr. M. Hepperle entwickelt worden. Das auf Magnetsensoren basierende System macht auch eine Schrittsteuerung sowie statische Abbremsung des Rotors möglich. Eine unabdingbare Voraussetzung, um den Propeller so zu positionieren, dass er beim Einfahren auch wirklich ungestreift im Rückenschlitz des Rumpfes verschwindet. Dazu musste ein spezieller Motorcontroller entwickelt werden, der neben seiner Hauptaufgabe als Wechselrichter auch noch derartige „Nebenjobs“ beherrscht. Der Motor zeigt einen ringförmigen Querschnitt, wird also während des Betriebs auch von innen (statorseitig) von Kühlluft durchströmt. Gleichwohl, dies räumt Ingenieur Lange ein, reicht dies nicht für den Dauerbetrieb mit voller Leistung aus – das bekannte Grundproblem aller elektrischen Außenläufermaschinen. Schließlich sind es bei Vollstrom nahezu 4 kW Verlustleistung, welche die Temperatur in den Wicklungen und Eisenzähnen des Stators in die Höhe treibt. In diesem speziellen Anwendungsfall erteilt jedoch die Antriebsbatterie mit ihrer begrenzten Kapazität die nötige Absolution, weil sich selbst bei Entladung in einem Zug die Wärmekapazität des Motors als ausreichend groß erweist. Das Motormanagement steuert das Drehmoment und

begrenzt die Drehzahl, limitiert zur Schonung des Propellers auch die Beschleunigung beim Motorstart. Schlussendlich erreichte die LF-20E damit ein Steigen bis 4,4 Meter pro Sekunde.

Verständlicherweise war das Energiespeicherproblem Ende der 1990er-Jahre noch mit zahlreichen Fragezeichen versehen. Die Nickel-Metallhydrid- (NiMH) -Technologie war im Erlblühen. Diese Akkus boten gegenüber dem bei Umweltschützern in Ungnade gefallenem Nickel-Cadmium-Vorläufer zwar einen deutlichen Zuwachs an Energiedichte, galten aber im praktischen Betrieb als keineswegs pflegeleicht. Unbestritten führend waren zu dieser Zeit die Japaner (Panasonic). Sie sollten für den ersten Versuchsstart im Jahre 1999 auch die Antriebsakkus liefern. Die gespeicherte Energie ermöglichte eine maximale Steighöhe von 1.900 Meter über Grund und stellte so die Richtigkeit des Konzepts schon recht eindrucksvoll unter Beweis. Die Akkus wurden bereits bei der LF 20E in den Flächen untergebracht, als 4,5 Meter lange, flexible Batteriestangen, die vor dem Holm eingebaut und nur innen festgemacht sind, um so den Bewegungen der Flächen folgen können. Auf diese Weise wird dann auch die Rumpfstruktur von der Stromspeichermasse entlastet. Da sich die Akkustangen nach dem Lösen weniger Schrauben als Ganzes herausziehen lassen, ist somit auch die Servicefrage verrenkungsfrei handhabbar.

Der Energiewende Jahre voraus

Natürlich war schon damals ersichtlich, dass man es bei NiMH-Akkus mit einer Interimslösung zu tun hatte. Die große Hoffnung ruhte



Antares Instrumentenkonsole mit speziell entwickeltem Info-display (unten) ...

Systemzustand:		
	Min:	Max:
Spannung..:	3,935	3,954
Energie..:	93 %	96 %
Temp.....:	20°C	21°C
Gesamt...:	284 U	
2. Kreis.:	12,2 U	
Motortemp:	31°C	
WR temp..:	22°C	

Antares v. 3.16

... es informiert den Piloten über den Zustand des Energiespeichers ...

Checkliste 16 von 18	
Propellerkreis frei	
MODE = bestätigen	

... hilft aber auch beim Sicherheitscheck vor dem Start

Lindbergh-Preis

Am 30. Juli 2010 erhielt Axel Lange den mit 25.000,- US-Dollar dotierten Lindbergh-Preis in der Kategorie Individual Achievement Award. Überreicht wurde die Trophäe von Erik Lindbergh, dem Enkel des Luftfahrtpioniers Charles Lindbergh. Mit diesem Preis werden herausragende Leistungen im Bereich des Elektroflugs gewürdigt. Lange wurde damit für die Entwicklung der Antares 20E, des Basismodells der Antares DLR-H2 und der Antares H3, ausgezeichnet.



Triebwerk bei der Wartung

bereits auf den Lithium-Batterien. Indes, so Axel Lange, waren die Versprechen der Batteriehersteller hinsichtlich zuverlässiger und bezahlbarer Stromquellen auf Lithium-Ionen- (LiIon-) -Basis ein Quell permanenter Enttäuschungen. Lediglich der Batteriehersteller SAFT hatte im westfranzösischen Poitiers die Forschung an der hoffnungsvollen Zukunftstechnologie weiter vorangetrieben. LiIon-Akkus wurden damals vor allem für Spezialanwendungen im militärischen Bereich entwickelt. Die europäische Autoindustrie hingegen beschäftigte sich zur Jahrtausendwende allenfalls mit diesbezüglichen Alibi-Konstrukten. Hätte Lange-Aviation nicht mit Abnahmegarantien Energiezukunft gespielt, SAFT hätte die Lithium-Produktlinie damals möglicherweise wegen zu geringer Nachfrage eingestellt. So verfügt die Antares 23E wie auch schon das Vorgängermodell 20E – Gewinner des Berblinger Preises 2011 – nun mit einer LiIon-Batterie, bestehend aus 72 in Serie geschalteten SAFT VL41M-Zellen (41 Amperestunden) über eines der modernsten Batteriesysteme. Inzwischen findet diese Zelle auch anderweitig bei militärischen Projekten (Drohnen) und selbst im Airbus 380 Verwendung, sodass die Weiterproduktion bis auf Weiteres außer Frage steht. Freilich gab es mit dem von den Franzosen mitgelieferten, eher einfach (und billig) gehaltenen elektronischen Batteriemangement noch einige Nüsse zu knacken.



Am Außenläufermotor sind die Propellerblätter beweglich gelagert. So lassen sie sich leichter im Rumpf verstauen

Die Zellen, welche wieder als 3,3 Meter lange flexible Stangen in der Flächennase liegen, werden von Heizfolien umhüllt, um sie bei Außentemperaturen unter 15 Grad Celsius (°C)

Die Elektronik für das Akkumangement musste teilweise selbst entwickelt werden.



bei „Arbeitslaune“ zu halten. Als ideale Arbeitstemperatur gelten 20 bis 26°C. Normalerweise stellt das Ladegerät zum Ende der neunstündigen Ladephase diese Heizenergie zusätzlich zur Verfügung. Sie kann aber auch der Batterie selbst entnommen werden, was dann natürlich die Gesamtsteighöhe begrenzt. Letztere liegt nun bei 3.000 Meter über Grund und kann auch „scheibchenweise“ abgerufen werden. Wird die Energie allein für den Horizontalflug genutzt, so reicht die Antriebsleistung, um in einer Zeit von eineinhalb Stunden bis zu 220 km zurückzulegen. So sind Axel Lange bislang keine ungewollten Fremd- oder gar Außenlandungen zu Ohren gekommen. Gleichwohl, das Ladegerät ist trotz aller Leichtbaubemühungen fest



Axel Lange mit einem Dreier-Element der Batteriestange. Die roten Überzüge sind Heizfolien, um die Zellen auch bei Temperaturen unter 15 Grad Celsius bei Laune zu halten



Die Lithium-Ionen-Akkustangen von SAFT, fertig zum Einschub

im Rumpf eingebaut. Das Batteriesystem kann somit an jeder einfachen 230-V-Steckdose auch „fremd“ aufgeladen werden.

Die inzwischen schon einige Jahre währenden Erfahrungen mit den LiIon-Zellen von SAFT stellt Axel Lange als äußerst positiv dar. Es ist die Rede davon, dass selbst nach sieben Jahren an den LiIon-Akkus noch keine erkennbare Degeneration festgestellt werden konnte. Allerdings lautet die Empfehlung, die Zellen nur bis 4,0 V aufzuladen und in diesem Zustand auch zu lagern. So bleibt gewährleistet, dass auch während mehrmonatiger Flugpausen die Zellenspannung nicht unter den kritischen Wert von 2 V absinkt. Zwar sind sich die Antares-Konstrukteure darüber bewusst, dass eine Aufladung bis 4,1 V wohl einen 18-prozentigen Energiezuwachs beschern würde. Die zu erwartende Lebensdauer, welche SAFT inzwischen mit acht bis elf Jahren angibt, und die mögliche Zyklenzahl, firmenseitig inzwischen mit fantastisch anmutenden 4.500 beziffert, würde sich aber drastisch reduzieren.

Stimmiges Gesamtkonzept

Immer wieder betont Dipl. Ing. Lange, dessen Firma derzeit 35 Mitarbeiter beschäftigt, dass die Wahl der Antriebskomponenten erst die halbe Miete sei. Es reiche eben nicht, das Motorprinzip zu wechseln und den Benzintank durch einen Akku zu ersetzen. Daher wurde das Konstruktionsdesign der Antares-Reihe konsequent auf das neuartige Antriebskonzept ausgerichtet, wobei natürlich der Leichtbau eine herausragende Rolle spielt. So wiegt der nahezu hundertprozentig aus Kohlefaser aufgebaute Rumpf gerade mal 42 Kilogramm; inklusive vorne integrierter Sicherheitszelle, die einer Crash-Belastung bis zum achtfachen der Erdbeschleunigung (8 g) standhalten soll. Hier wurde mit dem Rückgriff auf Erfahrungen aus der Formel-1-Technik für den Piloten eine Art Survival-Zelle für den Fall der Fälle geschaffen.



Der aufsteckbare Außenflügel bringt den typischen Antares-Look. Ansonsten ist der Tragflügel mit dem des Quintus M prinzipiell baugleich

Technische Daten Antares 23

Spannweite	23 m
Flügelfläche	14,75 m ²
Streckung	38,26
Rumpflänge	7,48 m
Rumpfhöhe	1,89 m
Leermasse	510 kg
Maximale Abflugmasse	850 kg
Max. Flächenbelastung	58 kg/m ²
Beste Gleitzahl	60
Motor	DC Bürstenloser Außenläufer
Aufnahmeleistung	42 kW
Nenn Drehzahl	1.500 U/min
Max. Drehzahl	1.700 U/min
Propellerdurchmesser	2 m

„Wird die Energie allein für den Horizontalflug genutzt, so reicht die Antriebsleistung, um in einer Zeit von eineinhalb Stunden bis zu 220 km zurückzulegen.“



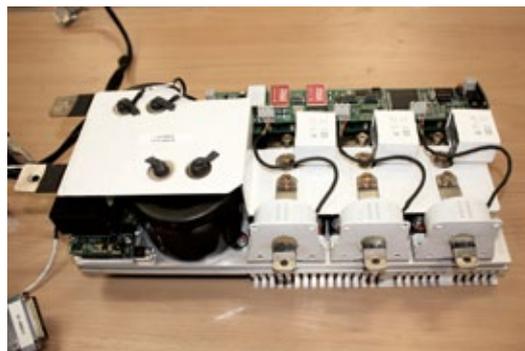
Dipl. Ing. Andor Holtmark ist bei Lange Aviation für die Entwicklung zuständig

Gleichwohl sind auch aktive Sicherheitssysteme signifikante Bestandteile des ganzheitlichen Flugzeugkonzepts. Beispielsweise erfolgt das Ausfahren des Triebwerks hydraulisch. Die Druckpumpe wird von einem 12-V-Plettenberg-Motor mit 400 W Leistung angetrieben. Das Ganze passiert mit neun Sekunden Gesamtdauer wesentlich schneller, als dies bei den marktüblichen Spindeltrieben möglich wäre. Damit verliert der Segelfluggpilot, bei dem ja oftmals auch die Hoffnung auf das rettende „Bärtchen“ erst ganz zuletzt stirbt, unter normalen Verhältnissen nicht mal 10 Höhenmeter, ehe sich der rettende Schub im Rücken einstellt. Und sollte in Extremsituationen doch mal Panik aufkommen, legt man bei Lange-Aviation Wert darauf, dass die zur Inbetriebnahme des Triebwerks nötigen Handgriffe sich an intuitivem Verhalten in Stresssituationen orientieren. Daher auch die praktische Einhebelbedienung

auf der linken Cockpitseite, mit welcher in zwei Stufen, aber in einer Bewegungsrichtung (nach vorne) das Triebwerk ausgefahren und der Motor gestartet werden kann.

Sicherheit hat also oberste Priorität. Axel Lange ist deshalb auch beunruhigt über den teilweise sehr legeren Umgang mit diesem Thema bei mantragenden Elektrofliegern aus dem UL-Bereich. Er fürchtet, dass Unfälle wie 2011 bei Yuneec in China dem Elektroflug einen lang andauernden Imageschaden zufügen könnten.

Für eine flugklare Antares-23E sind derzeit übrigens 205.000,- Euro auf den Tisch zu legen. Das ist eine Menge Geld. Doch stecken in so einem Projekt eine Menge Forschungsleistungen. Bei einer Antares ist der Kunde zudem nicht Co-Experimentator, sondern erhält ein erprobtes Produkt mit Luftfahrtzertifikation. Die Frage nach dem nächsten Weihnachtsgeschenk wird sich ja wohl irgendwann stellen.



Der Drei-Phasen-Wechselrichter und Motorcontroller der Antares



Start zum Testflug mit der Antares. Und zwar aus eigener Kraft



Die SAFT-Lithium-Ionen-Akkus haben eine Kapazität von 41 Amperestunden

Himmelsgestirn

Mit Antares wird in den meisten Fällen der hellste Stern im Sternbild Skorpion bezeichnet. Aufgrund seiner Helligkeit neigen viele Beobachter dazu, den etwa 600 Lichtjahre von der Erde entfernten Himmelskörper mit dem Mars zu verwechseln. Dieser befindet sich vom Boden aus betrachtet in seiner Nähe.

Akku-Special

Einen ausführlichen Artikel über die aktuellen Entwicklungen im Bereich Lithium-Akkus und Speichertechnologien sowie den zu erwartenden Potenzialen kommender Energiespeicher finden Sie in der Ausgabe 2/2011 von Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin. Das Heft erhalten Sie direkt im Shop von www.alles-rund-ums-hobby.de und telefonisch unter 040/429 17 71 10



eheliaction

KENNENLERNEN FÜR 6 EURO



3 für 1
Drei Hefte zum
Preis von
einem

Jetzt zum Reinschnuppern:

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



Direkt bestellen unter
www.rc-heli-action.de
oder telefonisch unter 040 / 42 91 77-110

Jetzt auch als **eMagazin**
und **Printabo+** erhältlich.

Mehr Informationen unter www.rc-heli-action.de/emag



Text und Fotos: Raimund Zimmermann

Weltmeisterlich

Hiroki Ito und sein Weltmeister-Modell

Welche Hubschraubersysteme fliegen eigentlich Weltklasse-Piloten? Welche MECHANIKEN und welche ANTRIEBE werden bevorzugt? Handelt es sich hier ausschließlich um allerfeinste, erlesene und ausgesuchte Materialien? Oder fliegen solche hochkarätigen Spitzenpiloten etwa Produkte von der Stange, die sich jeder normale Modellsportler bei seinem Händler kaufen kann?

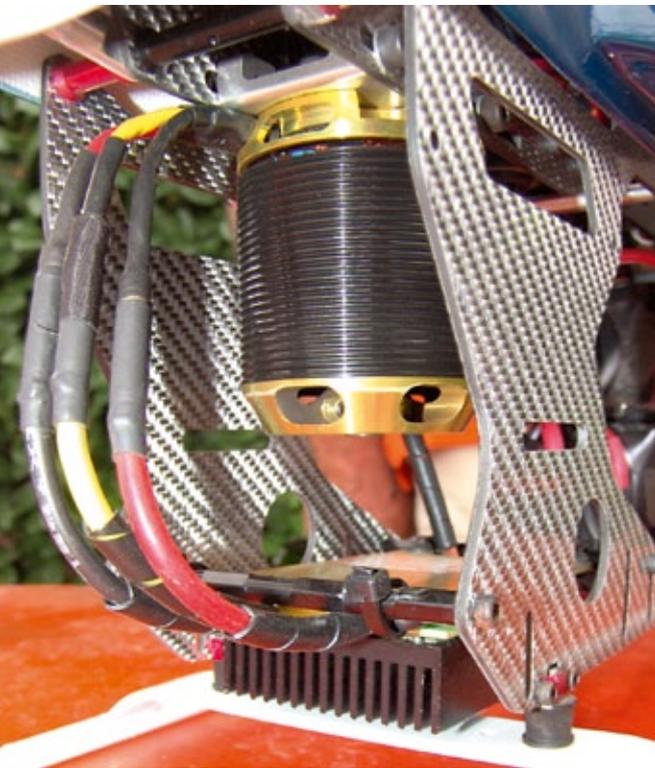


Um das herauszufinden, hat unsere Redaktion im vergangenen Jahr die Modellhubschrauber-Weltmeisterschaft besucht, die in Italien stattfand. Dabei haben wir uns nicht irgendeinen Piloten der internationalen Elite herausgepickt, sondern den besten: den Weltmeister Hiroki Ito aus Japan

Es handelte sich um die 14. F3C-Weltmeisterschaft, die vom 18. bis zum 28. August 2011 in

Calcinatello di Calcinato in der Region Brescia in Italien durchgeführt wurde. 69 Piloten aus insgesamt 25 Nationen waren vertreten, wobei jedes Team bis zu maximal drei Piloten stellen durfte. Hiroki Ito aus Japan, Weltmeister 2005, 2007 und 2009, trat als Titelverteidiger an, sodass Japan mit vier Piloten vertreten war.

Und auch 2011 schaffte er es wieder – ein souveräner Sieg für Hiroki Ito, der damit bereits zum vierten Mal in Folge den großen Pokal



absahnte. Souverän war sein Sieg insofern, als dass er alle Durchgänge für sich entscheiden konnte. Eine weltmeisterliche Leistung von einem sympathischen Ausnahmepiloten.

Der Champ

Rückblende ins Jahr 2005 auf die 11. Weltmeisterschaft in Zamora in Spanien. Mit drei Tausender-Wertungen im Finale und einer siegreichen Vorrunde konnte der damals noch 15-jährige Schüler Hiroki Ito den Weltmeistertitel mit nach Hause nehmen. Und damit war er seinerzeit auch gleichzeitig der jüngste F3C-Weltmeister in der Geschichte des F3C-Sports. Auf den beiden folgenden F3C-Weltmeisterschaften – 2007 in Japan und 2009 in Amerika – bewies er erneut sein hohes fliegerisches Talent, an dem keiner zweifelt, der ihn je hat fliegen sehen. Somit wunderte sich von den Insidern auch niemand, dass er auch im vergangenen Jahr in Italien konsequent seinen Siegeszug fortsetzte und mit seinem vierten Sieg in Folge allen bewies, dass er es einfach drauf hat.

Doch F3C ist nicht das einzige Klassenfeld, in dem der Ausnahmepilot aktiv und erfolgreich ist. 2003 war er japanischer 3D-Meister, 2006 gewann er in Taiwan den 3D-Cup und 2006 errang er bei den 3D Masters den dritten Platz. Somit dürfte klar sein, dass er nicht nur in F3C fit ist.

Die Maschine

Beim eingesetzten Modell handelt es sich um die Vollrumpfverkleidung Super Gracy 2, die mit der JR-Mechanik des Typs Sylphide E12 kombiniert wurde. Sie hat eine sehr windschnittige Form, die bei den Fahrtfiguren eine hohe Endgeschwindigkeit zulässt. Die Zelle ist zweiteilig konstruiert. Das komplette Vorderteil



Zur Person

Im frühesten Kindesalter startete der viermalige Weltmeister Hiroki Ito seine Karriere und lernte bereits als kleiner Schuljunge das Hubschrauberfliegen. Seit etwa elf Jahren nimmt er regelmäßig und erfolgreich an den japanischen F3C-Meisterschaften teil. Im diesjährigen Spätsommer wird Hiroki Ito 23 Jahre alt. Er hat vor wenigen Wochen auch erfolgreich sein Ingenieursstudium im Fachbereich Maschinenbau abgeschlossen. Er fliegt für das Team JR Heli Division in Japan. Neben internationalen Erfolgen kennzeichnen zahlreiche nationale Siege seine Heli-Karriere.

„Alle Öffnungen sind so gestaltet, dass sich ein Venturi-Effekt ergibt, was einem Hitzestau vorbeugt.“



Vier Passstifte aus Kohlefaser sorgen dafür, dass die Haube in montiertem Zustand perfekt sitzt

ist abnehmbar und gestattet eine hervorragende Zugänglichkeit der Mechanik. Für einen passgenauen Sitz der Haube sorgen eingelassene Kohlefaser-Stifte, die in entsprechenden Bohrungen des Rumpfs eingeführt werden. Für sicheren Halt der Kabine während des Betriebs sorgen zwei Schrauben, die in verklebten Gewinde-Inserts greifen.

Die Zelle hat bei der Super Gracy 2 keine tragende Funktion, wodurch der Rumpf sehr dünnwandig und damit sehr leicht hergestellt werden kann. Die stabile Sylphide-Mechanik mit ihren Kohlefaser-Seitenteilen ist – da ursprünglich als Trainerversion mit einer normalen Kabinenhaube ausgelegt – selbsttragend konstruiert.

Da der im Rumpfinnenen agierende 12s-Antrieb auch gekühlt werden möchte, gibt es an den Hamsterbacken der Fronthaube Öffnungen, durch die Frischluft eintreten kann. Sie umströmt die Akkus, den Controller sowie den Motor und tritt im hinteren Bereich der Rumpfkeule wieder aus. Eine weitere Öffnung befindet sich im Dombereich, die mit Streckmetallgitter verkleidet ist und beim Schweben im Rotorabwind liegt. Alle Öffnungen sind so gestaltet, dass sich ein Venturi-Effekt ergibt, was einem Hitzestau vorbeugt. Die hinteren Öffnungen sind dafür größer als der Einlass und saugen quasi die Luft aus dem Rumpfinnenen heraus.

Optimal abgestimmt

Für den Antrieb sorgt ein unter dem Heckantrieb positionierter Scorpion-Außenläufermotor des Typs HK4035-560, auf dessen Welle ein



Der Sylphide-Hauptrotorkopf mit untenliegender Hilfsrotorebene. Ganz vorn an der Taumelscheibe ist der Nickhebel erkennbar, der gleichzeitig zur Taumelscheibenführung dient



Das Weltmeistermodell von Hiroki Ito: eine JR Sylphide E12-Mechanik mit Super Gracy 2-Rumpfverkleidung

10-Zähne-Ritzel montiert ist. Letzteres wird oben zusätzlich durch ein Kugellager geführt, um das obere Motorenkugellager deutlich zu entlasten. So können sich Ritzel und Hauptzahnrad nicht mehr voneinander abstoßen und die Leistung wird 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.

Die Gesamtuntersetzung des Hauptgetriebes beträgt 10,5 : 1 – das Hauptzahnrad hat 105 Zähne. In der rot eloxierten Aluminiumnabe des Hauptzahnrad ist ein Autorotationsfreilauf integriert, der mit dem schrägverzahnten Kunststoff-Zahnrad des Heckabtriebs verbunden ist. Der Freilauf sorgt dafür, dass Haupt- und Heckrotor bei abgeschaltetem Motor nicht blockieren – die Voraussetzung, um überhaupt Autorotationslandungen durchführen zu können.

Wichtiges Feature bei den verwendeten Zahnrädern des Hauptgetriebes und Heckabtriebs: Es handelt sich um schrägverzahnte Typen, die zum einen gegenüber gerade verzahnten Exemplaren das Drehmoment gleichmäßiger übertragen können und zum anderen auch wesentlich geräuscharmer laufen. In der Praxis ergibt sich ein angenehmer, turbinenartiger Sound des Hubschraubers. Dieser setzt sich aus dem sauberen Kämmen des schrägverzahnten Getriebes und der Geräuschkulisse von Haupt- und Heckrotor zusammen.

Beim Controller verwendet Hiroki Ito einen Jeti MasterSPIN 125, der zwischen den beiden



Der Außenläufer Scorpion HK4035-560 im hinteren Bereich der Mechanik

„Der Regler ist mit einem Hall-Sensor versehen und führt einen permanenten Drehzahl-Check durch.“

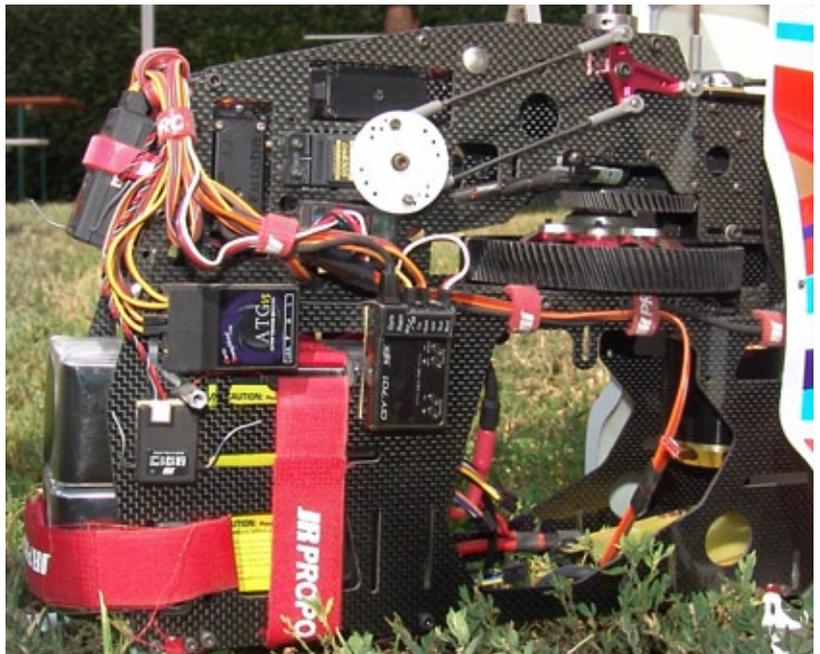
Technische Daten

Mechanik	JR Sylphide E12
Rumpf	Super Gracy 2
Rotordurchmesser	ca. 1.600 mm
Länge	ca. 1.550 mm
Durchmesser Rotorwelle	12 mm
Hauptrotorblattlänge	ca. 240 mm
Heckrotordurchmesser	ca. 240 mm
Zähnezahl Motorritzel	10
Untersetzung Motor/Hauptrotor	10,5 : 1
Übersetzung Haupt-/Heckrotor	1 : 4,79
Abfluggewicht	5.590 Gramm
Rotordrehzahl Schwebeflug	ca. 1.500 U/min
Rotordrehzahl Fahrtfiguren	ca. 2.100 U/min

CFK-Seitenteilen unmittelbar über dem hinteren Kufenbügel sitzt. Das gewährleistet auch eine gute Kühlung, da die verrippten Kühlbleche des Controllers in der Frischluftströmung am Rumpfboden liegen. Die Positionierung des Außenläufermotors hinter der Hauptrotorwelle schafft Platz für die beiden LiPo-Akkupacks. Diese sind schwerpunktoptimiert mitten in der Mechanik über dem vorderen Kufenbügel des Landgestells gestapelt. Es handelt sich um zwei in Reihe geschaltete 6s-LiPo-Packs von Thunder Power (G6 ProLite 25C) mit einer Kapazität von je 5.000 Milliamperestunden (mAh). Sie werden mittels Bänder unverrückbar fixiert und lassen sich zum Laden leicht herausnehmen, nachdem das großzügig bemessene Kabinenhauben-Vorderteil abgenommen wurde.

Regler-Betrieb

Der Jeti MasterSPIN 125 hat kein integriertes BEC zur Versorgung der Empfangsanlage. Aus diesem Grund ist auf der linken Chassisplatte im Vorbau der Mechanik ein gesonderter 2s-



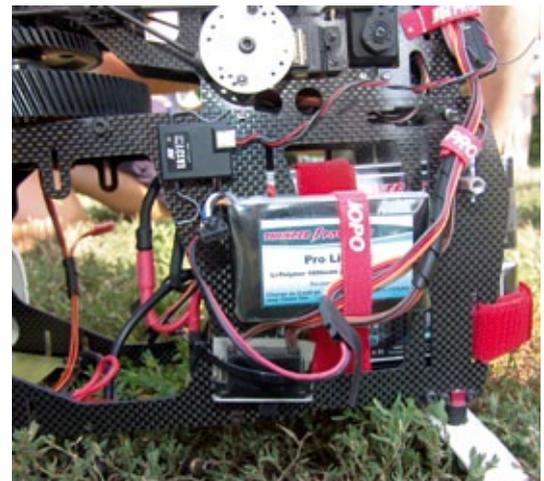
Auf der linken Chassisplatte sitzen der Youngblood-Drehzahlregler, die Sensorbox des Heckrotor-Gyro-System GY701 sowie einer der beiden JR-Satellitenempfänger



Die mit Streckmetallgitter versehene Aussparung des Rumpfs



In der Nase der Haube ist der Kühllufteinlass zu erkennen



Da der Controller kein integriertes BEC hat, übernimmt die Bordstromversorgung ein gesonderter 2s-LiPo-Akku

Elektro ist Trumpf

Es war auf der F3C-Weltmeisterschaft 2011 keine Überraschung, dass der Elektroantrieb beim eingesetzten Material klarer Favorit war. Nur noch eine Handvoll der insgesamt 69 Piloten aus 25 Nationen setzte auf den (altgedienten) Methanolantrieb. Zwar stellte ein guter Verbrenner auch ordentlich Leistung bereit, kann aber bei den kräftezehrenden Figuren wie beispielweise der Kubanacht mit gedrückten Flips mit der Power der Elektroantriebe nicht gleichziehen.

Es dominierten 10s- und 12s-LiPo-Akkus mit Kapazitäten bis zu 6.500 Milliamperestunden. Bei den Antriebsmotoren sah man überwiegend Scorpion- und Kontronik-Produkte, bei den Controllern solche von Kontronik, Castle Creations und Jeti. Für uns war die Tatsache besonders beeindruckend, dass trotz der hohen Außentemperaturen kein einziger Elektroantrieb schlapp machte oder leistungsmäßige Probleme zu erkennen waren. Auch die LiPo-Akkus

machten klaglos diese harte Bewährungsprobe in der sengenden Hitze bei fast 50 Grad Celsius mit, ohne dass Anzeichen von Pustebacken erkennbar gewesen wären.

Abschließend lässt sich somit festhalten, dass der Verbrenner beim F3C-Fliegen ausgedient zu haben scheint. Der Elektroantrieb feiert somit auch auf der internationalen F3C-Wettbewerbsebene einen fulminanten Triumph.

Komponenten

Motor	Scorpion HK4035-560
Controller	Jeti MasterSPIN 125
Drehzahlregler	Curtis Youngblood ATG V3
Taumelscheibenservos	3 × JR Propo DS8305
Heckrotorservo	Futaba-Servo S9256
Gyro-System	Futaba GY-701
Hauptrotorblätter	JR XB, 720 mm, 230 g
BEC	Spektrum-Regulator
Antriebsakku	2 × 6s-LiPo Thunder Power G6 ProLite 25C, 5.000 mAh
Empfänger	JR Propo RD 731 mit 2 Satelliten
Empfängerakku	2s-LiPo ThunderPower, 1.800 mAh
Sender	JR Propo 11X Zero



Das gefräste Hauptzahnrad und das darüber liegende Heckrotor-Abtriebszahnrad sind jeweils schrägverzahnt. Das bringt enorme Laufruhe mit sich und hält höchsten Belastungen stand

Bezugsadresse

AKmod

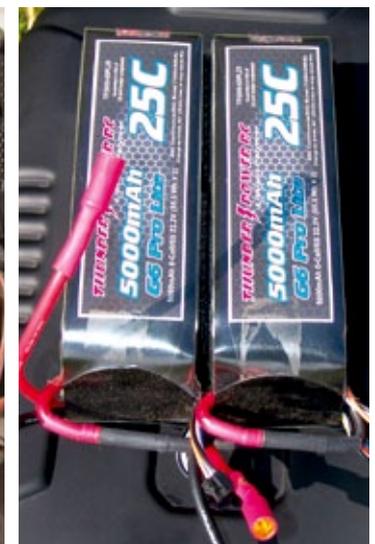
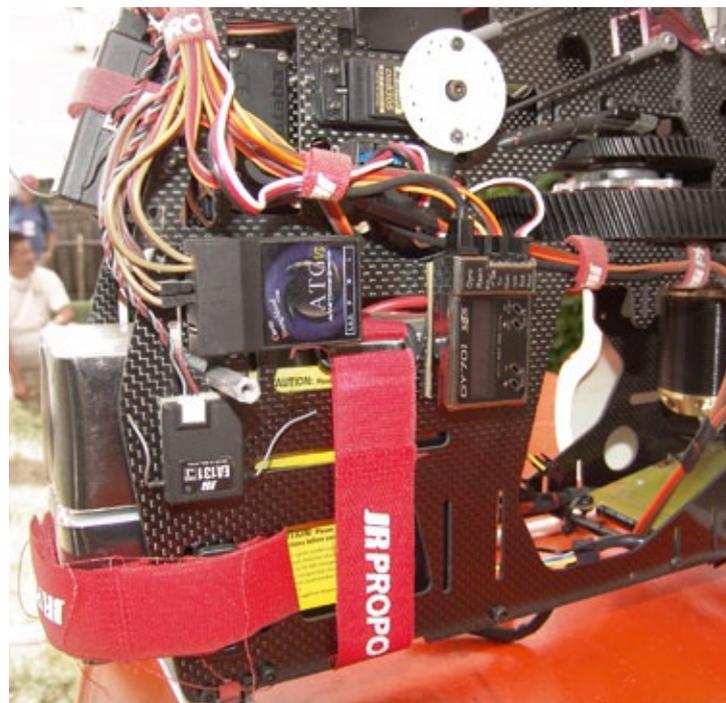
Gaispelweg 17
Magden
Schweiz
Telefon: 00 41/618 43 00 00
Telefax: 00 41/06 18 43 00 10
E-Mail: info@akmod.ch
Internet: www.akmod.ch

LiPo-Akku von ThunderPower mit 1.800 mAh verbaut, dessen Spannung von einem Spektrum-Regulator reduziert und stabilisiert wird. Drei Servos des Typs DS 8305 von JR Propo lenken über Push-Pull – dies sind Doppelgestänge für Zug und Druck – die Taumelscheibe an. Für die nötige Heckrotor-Performance sorgt ein Futaba-Gyro GY701 in Verbindung mit dem schnellen Futaba-Servo S9256.

Der verwendete Jeti-Controller arbeitet ausschließlich im so genannten Steller-Modus. Zur allgemeinen 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 eine Drehmomentänderung, die zu einem unruhigen Verhalten des Helis führt.

Deswegen setzt Hiroki Ito bei den Schwebeflugfiguren mit niedriger Drehzahl einen gesonderten Drehzahlregler, den ATG V3 von Curtis Youngblood, ein, der zwischen Empfänger und Controller geschaltet wird. Der Regler ist mit einem Hall-Sensor versehen und führt in Verbindung mit auf der Rotorwelle befestigten Magneten einen permanenten Drehzahl-Check durch. Das Ergebnis wird mit dem Vorgabewert des Senders verglichen und gegebenenfalls über einen Impuls an den Controller korrigiert, bis die Ist- mit der Soll-drehzahl übereinstimmt. Dieser Regelkreis arbeitet so schnell, dass in der Praxis keine Drehzahlschwankungen erkennbar



Die beiden übereinandergestapelten und in Reihe geschalteten 6s-LiPo-Akkus im Frontbereich werden mit Klettbindern festgezurr



Die Anschlusskabel der Akkus sind auch bei montierter Haube durch die Bodenöffnung zugänglich, zum Beispiel wie hier für eine Spannungsmessung unmittelbar nach einem Zehn-Minuten-Flug (44,82 Volt)



sind – ungeachtet der jeweiligen Steuerinputs. Bei den Fahrtfiguren wird der Regler jedoch abgeschaltet. Hier arbeitet Ito mit konventionellen, im Sender hinterlegten Gaskurven, also reinem Steller-Modus.

Abflugbereit hat die so ausgerüstete Weltmeister-Maschine ein Gewicht von 5.590 Gramm. Wobei die JR-Hauptrotorblätter XB mit einer Länge von 720 Millimetern und einem Gewicht von jeweils 230 Gramm zum Einsatz kommen.

Elite

Nach dem detaillierten Einblick lässt sich attestieren: Der Weltmeister fliegt keine handgefertigten Unikate beziehungsweise Sonderanfertigungen, sondern im Wesentlichen Produkte von der Stange. Diese sind so geschickt ausgewählt, kombiniert und präzise eingestellt, dass sie im Verbund zu einer perfekten Wettbewerbsmaschine führen. Letztendlich aber kommt dem Mensch hinter dem Knüppel die größte Bedeutung für den fliegerischen Erfolg zu – und das ist Hiroki Ito, den man wirklich als hochtalentierten Ausnahmepiloten bezeichnen kann.



Der Antrieb des Heckrotors erfolgt über einen hochbelastbaren Zahnriemen. Die Pitch-Schiebehülse ist doppelt angelenkt

robbe
Modellsport

NEUHEITEN 2012

Arcus E-Rise 500
2,4 GHz RTF
Nr. 2562



Arcus E-Rise 780
2,4 GHz RTF
Nr. 2563



AIR BEAVER ARF
Nr. 2569



Twin Air ARF
Nr. 2579



iPad, iPhone & Co.

Laden und lesen

Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin, das Magazin für mehr Wissen, mehr Tiefgang, mehr Hintergründe, ist ab sofort auch als eMagazin erhältlich. Ob auf iPad, Tablet-PC, Smartphone oder herkömmlichem Computer, jetzt kann man sein Lieblingsmagazin ganz einfach bei pubbles kaufen und elektronisch genießen.

Was ist „pubbles“?

pubbles ist ein Zeitschriften-Kiosk, nur eben online. Dort kann man verschiedene Magazine als Dateien herunterladen – zum Anschauen, Blättern, Zoomen und Anklicken. Und das zu jeder Zeit, von überall und auf vielen verschiedenen Endgeräten.

Und so funktioniert pubbles

Die Registrierung auf www.pubbles.de ist kostenlos und völlig unverbindlich. Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin und auch viele weitere Titel wie RC-Heli-Action oder Modell AVIATOR sind unter dem Menüpunkt eMagazine zu finden. Dort auf Special Interest klicken und schon ist

man in der richtigen Rubrik. Die entsprechenden Ausgaben sind mit wenigen Klicks gekauft oder abonniert und können nun auf dem iPad, Tablet-PC, Smartphone oder herkömmlichen Computer gelesen werden. In der persönlichen Bibliothek trägt man die Titel immer und überall mit sich, rund um die Uhr, 365 Tage im Jahr. Ob im Urlaub oder auf Geschäftsreise – Papierschleppen gehört ab sofort der Vergangenheit an.

Für iPad- und iPhone-User steht eine extra entwickelte, kostenlose pubbles-App zur Verfügung. Mit dieser wird das Lesen von Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin noch bequemer. Und in Kürze kommen auch Android-Nutzer in den Genuss einer eigenen pubbles-App.

Die Vorteile im Überblick

Überall und weltweit stets die neueste Ausgabe laden

Jederzeit und allerorts in den Magazinen blättern

Links zu Videos, Herstellern und Bezugsquellen direkt anklicken

Vergrößern interessanter Details

Bequeme Archivierung aller gekauften Hefte

10 Tage früher lesen als am Kiosk

Printabo+: Das digitale Archiv für Abonnenten

Wer bereits Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin im Abo hat, bekommt für nur 5,- Euro ein digitales Jahresabo zusätzlich zu den Print-Ausgaben. Einfach bei pubbles anmelden, unter Abonnement Printabo+ auswählen, Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin Abonummer eingeben und ab sofort jede Ausgabe automatisch auch digital erhalten. So wächst mit der Zeit für nur 5,- Euro im Jahr ein stattliches Digital-Archiv, das immer und überall verfügbar ist.

Auch bei Online-Kiosk ist Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin als eMagazin erhältlich. Anders als bei pubbles braucht man dort keine deutsche Rechnungsadresse. Der OnlineKiosk steht unter www.onlinekiosk.de allen Internetnutzern weltweit zur Verfügung. Die eMagazine von Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin und den anderen Titeln des Verlags können Sie auch aus dem Ausland bestellen und bequem lesen, wo immer Sie sich gerade befinden. Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin findet man im Online-Kiosk in der Kategorie Zeitschriften unter Digitale Zeitschriften.



Ob über die Webseite oder die App für iPhone und iPad: pubbles bietet rund um die Uhr Zugriff auf die neueste Ausgabe Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin



Elektroflug

Ludwig Retzbachs
Magazin

jetzt als eMagazin



www.onlinekiosk.de



www.pubbles.de

Weitere Infos auf
www.elektroflug-magazin.de/emag



Text und Fotos: Ludwig Retzbach

Grenzen des Wachstums

Wenn Elektro-Antriebe respektlos wachsen

Schon seit vielen Jahren stagniert im Modellbereich die Nachfrage nach Verbrennungsmotoren mit weniger als 15 Kubikzentimeter Hubraum. *Sie ließen sich problemlos durch Elektromotoren ersetzen.* Nun folgen zunehmend auch Antriebe mit HÖHERER LEISTUNG. Diese spielen aber nicht nur in einer anderen Preis-Liga. Dieser Bericht möchte die Anforderungen beschreiben, Motoren-Neuheiten vorstellen und kritisch prüfen, wie sie den Ansprüchen gerecht werden.



Wo im unteren Leistungssegment dank billiger China-LiPos und preisgünstig in Fernost produzierter Leistungselektronik auch mal ein Fehlgriff ins Ladenregal erlaubt war, kann es bei Antrieben jenseits der Kilowattgrenze schon richtig teuer werden. Die Preisschwelle liegt derzeit bei Controllern, wie aber auch bei der dazu benötigten Ladetechnik bei Spannungen von zirka 25 Volt (V). Das entspricht Systemen, die mit maximal sechs in Reihe geschalteten LiPos (6s) arbeiten. Darüber wird es erst mal ruckartig teurer. Dies liegt nicht allein an den noch geringeren Stückzahlen, mit der zurzeit leistungsfähigere Komponenten ihre Abnehmer finden. Und auch nur am Rand hängt es mit dem gestiegenen Materialpreis für die Magnetmaterialien – Stichwort Seltene Erden – zusammen. Die Teile müssen nämlich auch aufwändiger und mit mehr Berechnung hergestellt werden, was erst mal wie eine billige Rechtfertigung für Preistreiber klingen mag, tatsächlich aber mit unbestechlicher Mathematik zu tun hat. Denn wo der falsch angepasste Motor mit 100 Watt (W) für einen Parkflyer mit dem Manko von fehlanpassungsbedingten 50 Prozent Wirkungsgrad (η) leicht fertig wird und die nutzlose Leistungshälfte einfach in den Wind bläst, wird eine 5.000-W-Maschine, die es bei der Effizienz auf „nur“ 80 Prozent bringt, Mühe haben, das intern verheizte Kilowatt schnell genug wieder los zu werden. Grund: Während die zur Kühlung dienende Oberfläche sich bei Verdopplung der Motormaße nur vervierfacht, wächst das Hitze erzeugende Volumen mit der dritten Potenz um den Faktor acht. Daher gilt für Elektromotoren die unumstößliche Erkenntnis: Ein kleiner darf ruhig gut sein, ein großer muss es.

Wenn thermische Probleme bei Elektromotoren heute vermehrt zum Thema werden, sind dafür allerdings noch Gründe verantwortlich, die eher mit den veränderten Nutzungsbedingungen zusammenhängen. So konnte ein Seglerantrieb, der früher vorwiegend im Sägezahnbetrieb arbeiten konnte, überschüssige Wärmemengen noch speichern, um sie dann während der langen Gleitflugphase loszuwerden. Wenn allerdings, wie bei neueren Klapptriebwerken nicht selten zu beobachten, die Steigflüge dabei mehrere Minuten dauern und die „Batteriepulve“ in mehr oder weniger einem langen Zug leerschöpfen, weil man immer größere „Pötte“ – mit teilweise schlecht angepassten Propellern, die systembedingt vergleichsweise klein ausfallen müssen – auf Höhe wuchtet, liegen die Dinge anders. Jetzt erreicht die Wicklungstemperatur oftmals schon während des Betriebs prekäre Bereiche. Und wer kurz vor dem Hitzschlag steht, wird sich nicht in dicke Decken einhüllen wollen.

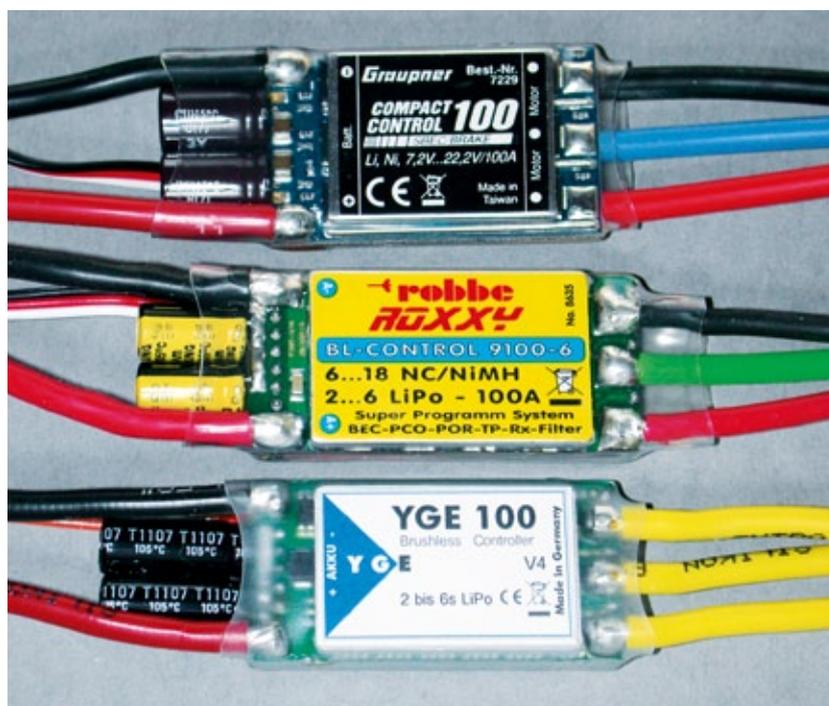
Das genau passiert aber, wenn das Triebwerk nach getaner Arbeit weggeklappt und damit aus dem Kühlluftstrom genommen wird. Jetzt ist es durchaus möglich, dass die im Stator gespeicherte residente Wärmemenge zu einer Überhitzung der Rotormagnete führt. Darunter leiden vor allen die Innenläufer. Sie sterben am liebsten in der Arbeitspause.

Es hat geblitzt

Ähnliches gilt übrigens auch für die Leistungselektronik, die unter den Schrumpfschläuchen von Motorcontrollern beziehungsweise Drehzahlreglern steckt. Hier geht es nicht allein darum, dass nun Bauteile mit höherer Spannungsfestigkeit verbaut werden müssen. Es gerät sukzessive zu einer Herausforderung, die in der wachsenden Zahl von übereinander gestapelten Endstufen-Platinen anfallende Verlustwärme nach außen zu leiten, wobei sich die üblich gewordene Folien-Billigverpackung als nicht eben förderlich erweist. Daher scheinen freilegende Kühlkörper immer mehr die Optik solcher Geräte zu vereinnahmen. Mehr noch: Durch die mit einer gestiegenen Anzahl von Teilwicklungen wachsende Induktivität großer Motoren kommt es auch zu einem steigenden Blindstromanteil, der vom Akku und einer größeren Zahl von Kondensatoren aufgenommen sein will. In diesem Bereich haben die Hersteller nicht selten mit mangelnder Kabelverlegungsdisziplin der Antriebsumsteiger zu kämpfen, für welche die Devise zu gelten scheint: Hauptsache, die richtigen Drähte berühren sich. Dass hier im sprichwörtlichen Sinne in der Kürze die Würze liegt, Kabel und Steckverbindungen auch stro-

„Daher gilt für Elektromotoren die unumstößliche Erkenntnis: Ein kleiner darf ruhig gut sein, ein großer muss es.“

Wenn man nur genügend Strom zulässt, kann man auch mit preisgünstigem Zubehör an die 2-PS-Grenze gelangen





Hochleistungssteller müssen noch mehr können als nur Volt und Ampere regeln. Der Jeti Master 125 opto von Hacker hat auch den Blitzschutz integriert – erkennbar an dem Widerstand oben

adäquate Querschnitte aufweisen müssen und von Steckern und Buchsen am besten so wenige wie möglich verwendet werden sollten, wird bei einem Schnäppchenkauf im Internet nicht immer sofort allen Neukunden deutlich.

Probleme, die bei Drei-Zellen-Antrieben noch marginal schienen, bekommen plötzlich Bedeutung, wenn die Zellenzahl anwächst. So kann der Blitz, der beim Schließen der letzten Steckverbindung bei Miniantrieben bislang eher schulterzuckend zur Kenntnis genommen wurde – „ein Stecker muss das abkönnen“ – nun eine Steckverbindung nach wenigen Betätigungen schon pensionsreif machen. Hier sind vorbeugende Maßnahmen nicht Kosmetik, sondern Prävention. Auch an die Intelligenz der Elektronik-

komponenten müssen steigende Anforderungen gestellt werden. Sie sollen selbst erkennen, mit welcher Art von Motor sie es zu tun haben, wenn es beispielsweise um die Timingeinstellung geht. Kurz: Autotiming, das selbsttätige und auch richtige Erkennen des Grades von „Frühzündung“, den ein bestimmter Motor braucht, ist das Gebot der Stunde. Denn mit komplett falscher Timingeinstellung lässt sich kein moderner Leistungsantrieb dauerhaft bei Laune halten.

Überschlagsrechnung

Zwischenzeitlich reagieren alle ambitionierten Vertreter von Flugmodellzubehör auf die gestiegene Nachfrage in der gehobenen Leistungsklasse, deren Untergrenze mal etwas willkürlich bei einer Eingangsleistung von 1,5 Kilowatt (kW) definiert sein soll. So ein Motor bringt dann bei gutem Wirkungsgrad ($\eta > 0,8$) 1,7 bis 1,8 PS an die Schraube. Rechnet man bei einer 6s-LiPo-Batterie mit einer nutzbaren Spannung von 22 V, so müssen dann knapp 75 A durch die Drähte fließen. Werte, die auch noch von Reglern herkömmlicher und preisgünstiger Art zu verkraften sind. Wählt man alle Antriebskomponenten entsprechend belastbar, so lässt sich die Leistung via Stromerhöhung noch der 2-PS-Grenze annähern. Doch lassen sich in dieser Konstellation dann weder die Effizienz noch die Laufzeit befriedigende Ergebnisse einspielen. Deshalb führt an einer Spannungserhöhung kein Weg vorbei. Setzt man das Dauerstromlimit mal bei vernünftig erscheinenden 60 A an (kurzzeitige Leistungsspitzen bleiben unberücksichtigt), so landet ein 2-PS-Antrieb (1,75 kW Input) schon bei einer 8s-Batterie. Als erschlossen, im Sinne vom zur Verfügung stehender, bezahl-

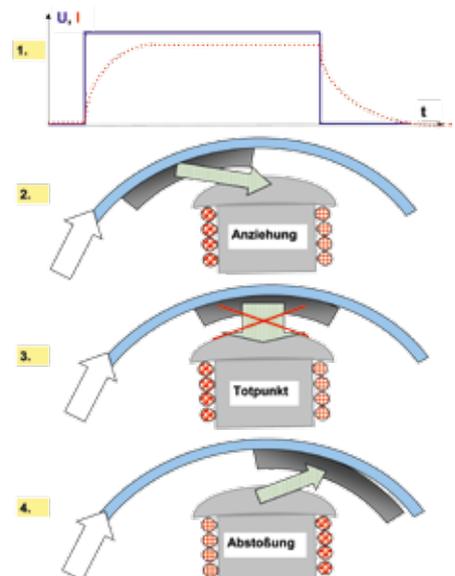
„Zunehmend gelangen auch Drehzahlsteller für 14s- oder 15s-LiPos in den Handel. Verständlicherweise momentan noch zu Liebhaberpreisen.“

Warum Timing?

- 1.) In induktiven Stromkreisen, wie ein E-Motor sie darstellt, hinkt der Strom der Spannung hinterher. Dies kommt einer Ein- und Ausschaltverzögerung gleich
- 2.) Zuerst spielt das noch keine Rolle. Die Polaritäten von Rotor und Stator sind unterschiedlich. Die Magnetpole ziehen sich an. Die magnetische (grün) Kraft verläuft hier weitestgehend tangential. Der Rotor wird nach rechts gedreht
- 3.) Doch spätestens, wenn der Rotorpol direkt über dem Statorzahn steht, muss der Strom schon ab- beziehungsweise umgeschaltet sein. Denn nun

verläuft der Kraftvektor radial und trägt nichts mehr zur Drehbewegung bei. Da der Abstand von Pol und Zahn nun aber minimal und die Magnetkraft damit maximal ist, kommt es zu einer starken Belastung der Klebeverbindung zwischen Magnet und Rotorring (blau), sodass im Extremfall die Magnete ausgerissen werden können. Deshalb muss die Kommutierung schon etwas früher erfolgt sein. (Frühzündung).

4.) Danach, wenn die Stromrichtung in der Wicklung gewechselt hat, bewirkt die Abstoßung der nunmehr gleichen Magnetpole wieder eine die Drehbewegung unterstützende Kraft



barerer und verlässlicher Motorsteuer- und Ladetechnik gilt derzeit der Bereich bis 12s, also bis etwa 50 V Ladespannung. Unter Belastung stehen dann noch um die 43 V zu Gebot. Das reicht für etwas mehr als 2,5 kW Eingangsleistung, wovon dann bei einem konservativ geschätzten eta von 0,85 knapp 3 PS an der Welle ankommen. Wem das angesichts der im Datenblatt von Modell-Verbrennungsmotoren abgedruckten Leistungswerte eher bescheiden vorkommt, sollte zwei Dinge bedenken. Die Wellenleistung der E-Motoren sind nachprüfbar berechnet und nicht nur dem Mitbewerberfeld angepasst. Zudem gelten die genannten Spitzenwerte an Luftschrauben von 20 bis 24 Zoll Durchmesser und nicht an hochdrehenden, praxisfernen Mini-Quirlen.

Zunehmend gelangen auch Drehzahlsteller für 14s- oder 15s-LiPos in den Handel. Verständlicherweise momentan noch zu Liebhaberpreisen. Dort stoßen wir dann auch bereits an die Grenzen der Gesetzlichkeit. Da der Gesetzgeber bei Modellflug immer noch zuerst mal an „Kinderspielzeug“ denkt, verlassen wir bei 60 V den Bereich jener auf Dauer berührungssicheren Kleinspannungen, die auch für Kinder und (in der Bastlerwerkstatt herumstreunende) Tiere als harmlos gelten. Würden Modellsportler für erwachsene Menschen gehalten, der elektrofliegerische Garten reichte hinauf bis 120 V. Ob solche Systeme je nötig oder gar erstrebenswert sein werden, soll hier und heute aber nicht Diskussionsgegenstand sein.

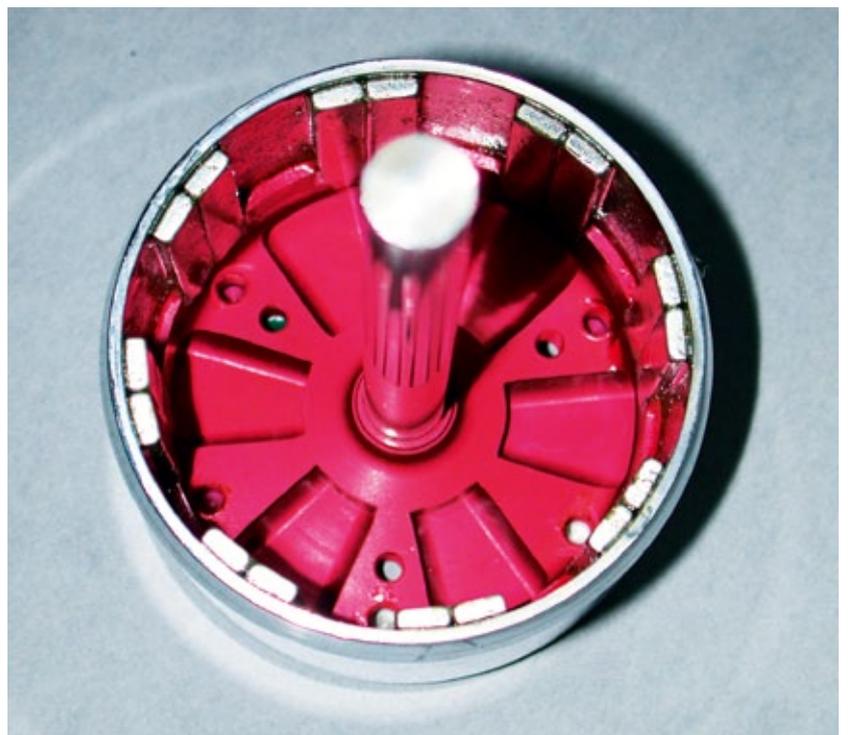
Wer sich wirklich an die Verdrängung der ganz großen Benzinmotoren (über 80 Kubikzentimeter) „heranstromen“ möchte, sollte einigermaßen angstfrei mit dreistelligen Amperezahlen hantieren können. Ein Angebot an Motorcontrollern, die mehr als 150 Ampere verkraften, stehen in ausreichender Auswahlbreite zur Verfügung. Es ist davon auszugehen, dass im Kielwasser ausreichender Stückzahlen auch die Preise sinken.

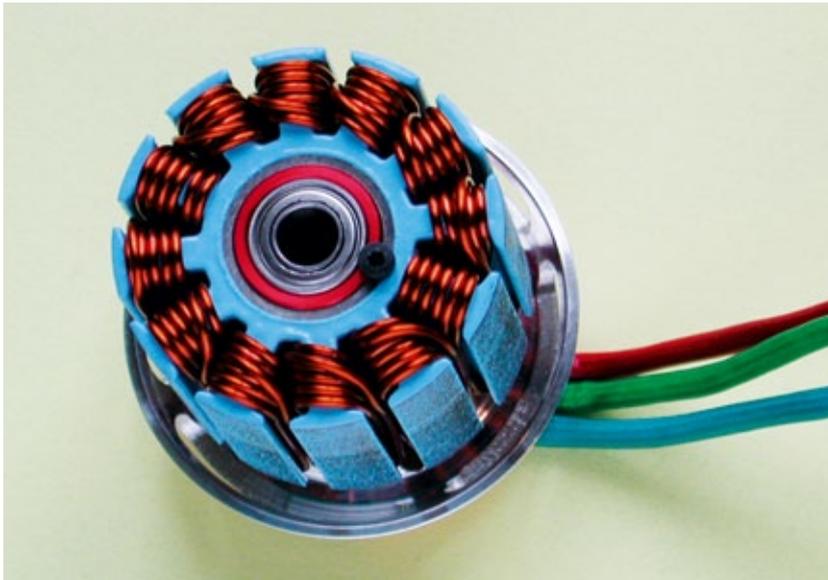
Neben dem Leistungszuwachs bei der Reglerhardware wird sich in absehbarer Zeit vor allem das Kommunikationsverhalten der Motorcontroller den veränderten Möglichkeiten der Fernsteuerungsperipherie und damit auch den gewachsenen Kundenwünschen anzupassen haben. Die nächste Reglergeneration, die natürlich schon in den Startlöchern scharrt, wird alles ausplaudern, was ihr im Rahmen ihrer Motorzuarbeit bekannt wird und dem RC-Piloten wissenswert erscheint, wie beispielsweise Batteriespannung, Strom, Energieverbrauch, Motordrehzahl, Kühlkörpertemperatur. Via Telemetriesystem, inzwischen Serienbestandteil aller 2,4-Gigahertz-Empfangsanlagen, wird es dem User auf großen Senderdisplays angezeigt oder vernünftigerweise gleich per Sprachausgabe ins Ohr geflüstert.

Chor der Leistungswilligen

Hochpolige Außenläufermotoren kennt man im Modellsport seit dem Jahre 2000. Sie scheinen noch nichts von ihrer Faszinationskraft eingebüßt zu haben. Gleichwohl mehren sich die Anzeichen, dass sie sich langsam auch jenen Grenzen nähern, deren wegen sie beispielsweise bei der mittlerweile auch in den Elektrosog geratenen Fahrzeugindustrie verpönt sind. Sie haben bauartbedingt Probleme, die im Inneren entstehende Verlustleistung rasch genug los zu werden. Dies war bei Modellmotoren deshalb bislang meist kein Problem, weil es sich um vergleichsweise kleine Maschinen handelte. Jetzt, jenseits der Kilowatt-Grenze, reicht es plötzlich nicht mehr, dass die Motoren irgendwie Drehzahl produzieren. Sie müssen es zum einen effektiv tun und am besten noch über Mittel zur raschen Wärmeabfuhr verfügen. Eingebaute Ventilatoren jedweder Art oder zu Radiallüftern umgebaute Rotorträger sind da nur die halbe Miete. Denn was hilft schon der schönste (Unter-) Druck, wenn die Zugluft keinen Weg durch den Motor findet. Hier scheint es, sind die Motormacher gewohnt in Ampere sowie Tesla zu denken und erst noch dabei sind, bei den Kollegen der Lüftungstechnik Nachhilfestunden zu nehmen. Derzeit ist leider in einer Reihe von Fällen zu konstatieren, dass vornehmlich langbauende Motoren durch integrierte Radiallüfter zwar cool aussehen, in Wirklichkeit aber eine perfekt vor Zugluft geschützte Innenarchitektur aufweisen. Als temperaturkritisch gelten bei Außenläufern weniger die empfindlichen Magnete, sie werden über den Außenmantel gekühlt, sondern die mit der Erwärmung steigende Wider-

Wer ganz genau hinsieht, der entdeckt in diesem Rotor die Durchluftsperr in Form der Abstandhalter zwischen den Magnetreihen





Hier wurde Wickelraum für eine bessere Kühlung geopfert. Das kann sich auszahlen

standszunahme der Kupferdrähte. So nimmt der Anschlusswiderstand eines Motors bei Erwärmung von 20 auf 120 Grad Celsius (°C) um fast 40 Prozent zu. Um es an einem Zahlenbeispiel zu illustrieren: Bei einem Kaltwiderstand von 25 Milliohm ($m\Omega$) kommen bei 100 °C Temperaturerhöhung nochmals 10 $m\Omega$ hinzu. Daran erzeugt ein Strom von 100 A zusätzliche 100 W Verlustleistung. In der Praxis fällt es nur deshalb etwas günstiger aus, weil der Motor selbst durch den damit verursachten Spannungsverlust in seiner Drehzahl einbricht und so auch ein wenig an Aufnahmeleistung verliert. Dennoch, das Schicksal bricht sich auf diese Weise Bahn und es entsteht rasch die bekannte Katze-beißt-sich-in-den-Schwanz-Situation.

Doch wie kriegt man so eine Außenläufermaschine gekühlt, ohne untragbare Kompromisse an Effizienz und Leistung hinnehmen zu müssen. Lange schon wird diskutiert, ob hinreichende Mengen Kühlluft durch die Magnetlücken strömen können, um so die Ankerzähne quasi vom Kopf her zu befächeln. Dies ist schon deshalb nicht ganz einfach, weil die auf Umfangsgeschwindigkeit beschleunigten Luftströme axial durch die engen Zwischenräume gedrückt werden müssen. Der dort zu überwindende Strömungswiderstand wird mit zunehmender Polzahl dann auch immer einflussreicher. Oft sind diese Magnetzwischenräume allerdings einseitig zugebaut, weil dort an einer oder beiden Stirnseiten Abstandhalter platziert wurden.

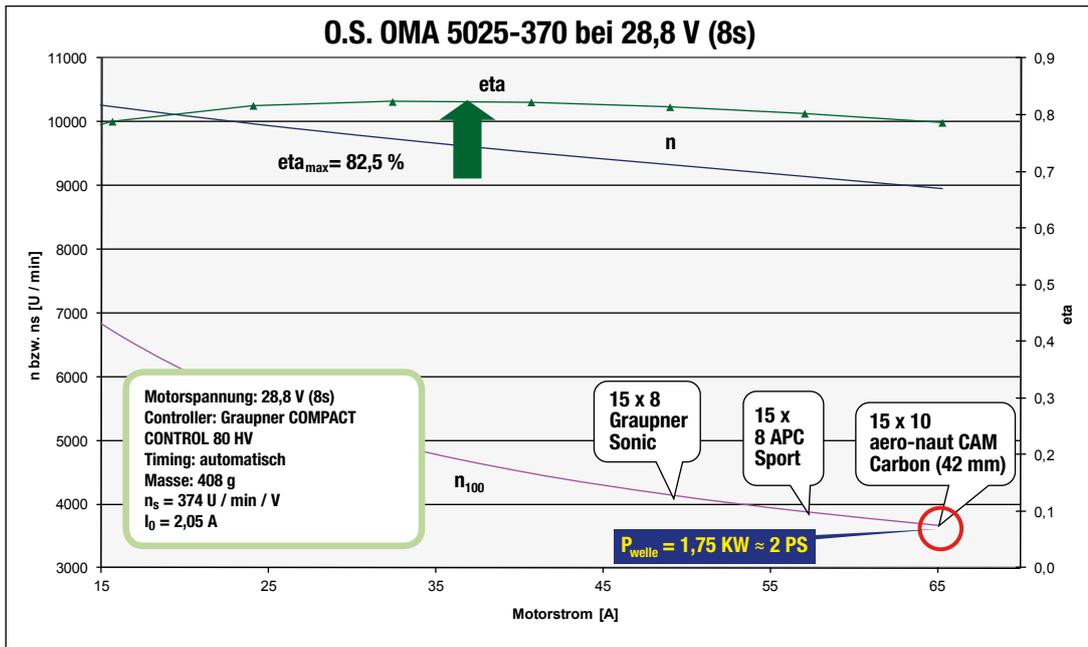
Verständlicher Weise finden auch nur wenige Luftmoleküle den Weg durch den Luftspalt zwischen Stator und Rotor (0,3 bis 0,5 mm dick). Ergo bleibt nur noch, Teile des Wickelraums frei zu halten, um dort einen kühlenden Luftstrom zu ermöglichen. Dieser streicht dann zwar wunderbar direkt über die heißen Drähte, beeinträchtigt aber den Kupfer-Füllfaktor, was

schlicht und einfach bedeutet, den ursprünglich möglichen Drahtquerschnitt nicht voll zu nutzen. Man nimmt also bewusst mehr Wicklungswiderstand in Kauf, um die damit erzeugten Zusatzverluste besser wegkühlen zu können. Doch obgleich dies an das Austreiben des Teufels mit dem Beelzebub erinnert, scheint die Rechnung aufzugehen. Wichtig dabei ist, dass die Wicklung dann aus Dickdraht besteht, einlagig am besten, damit klimatechnisch keine Zweiklassengesellschaft entsteht. Da man bei Einlagenwicklung nur wenige Windungen unterbringt, werden die Einzelwicklungen neuerdings mehr im Stern verschaltet.

Einfacher gestaltet sich die Kühlung bei Maschinen mit größerem Durchmesser-Längen-Verhältnis. Sie werden einen Großteil ihrer Verlustleistung über die freiliegenden Wickelköpfe los. Wer es schlau anstellt, versieht das Blechpaket des Stators bei solchen Maschinen mit kühlenden Aussparungen, was – richtige Magnetkreisberechnung vorausgesetzt – auch noch Gewicht spart. Bei großen Motordurchmessern kann schließlich auch die Polzahl erhöht werden. Und da sich das LRK-System, bei dem 14 Magnete 12 Wicklungszähne gegenüberstehen, über die Jahre bestens bewährt hat, wird das Ganze nun einfach auf 28 /24 verdoppelt. Mehr Pole bedeuten bei sonst gleicher Bauweise (vor allem gleicher Windungszahl) mehr Moment bei geringerer spezifischer Drehzahl. Ein effizienter XXL-Propeller wird es danken. Genug der langen Vorrede. Fortan gehört den Hauptakteuren die Bühne.

O.S. OMA 5025-375 von Graupner

Der in Japan konzipierte, jedoch in China gebaute Motor kann mit seinen 50 mm Durchmesser und 58 mm Länge mit 408 g Masse als Türöffner in die gehobene Leistungsklasse gelten. Segelflugpiloten bedauern, dass er nur als Anbaumotor (Backmount) geliefert wird; er kann jedoch mit entsprechendem Know-how auch für schlanke Seglernasen als Einbaumotor (Frontmount) umgebaut werden – siehe „erste Hilfe“ in dieser Ausgabe. Der sinnvolle Einsatzbereich liegt im Spannungsbereich 20 bis 30 V (6s bis 8s) sowie bei Strömen von 40 bis 65 A –sehr kurzzeitig maximal 80 A. Dabei dürfen je nach Spannungsbereich Propeller von 14 bis 19 Zoll Durchmesser zum Einsatz kommen. Das Triebwerk verfügt über eine zweifach kugelgelagerte 6-mm-Stahlwelle und einen Rückwand-Zentrifugallüfter. Letzterer kann seine Wirkung allerdings nicht recht entfalten, da der voll bewickelte Stator (Wicklung sehr sauber ausgeführt und durch Fäden gesichert) und der mit Ausgussmasse zwischen den Magneten gewucherte 14-Pol-Rotor nur sehr bescheidene Mengen Luftdurchsatz zulassen. Der O.S.-Motor weiß

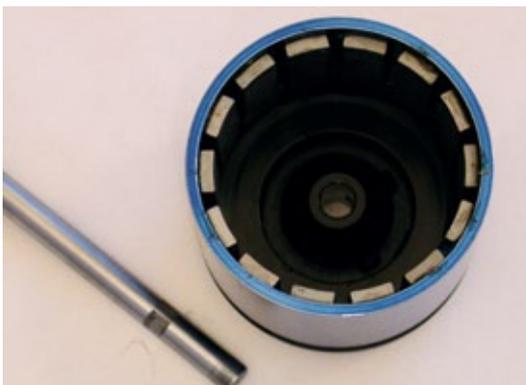


durch ein ausgezeichnetes Leistungsgewicht und kompakte Maße zu gefallen, was andererseits bedeutet, dass nur eine geringe Aufnahmekapazität für Verlustwärme vorhanden ist. Die für die Motorgröße niedrige spezifische Drehzahl von 375 Umdrehungen in der Minute pro Volt (U/min/V), was große Propeller zulässt, bewirkt, dass der Wirkungsgrad sein Maximum schon bei etwa 35 A erreicht. Ein Motor also für Piloten, die ihre Modelle gerne auch mal auf die Waage legen, die aber nicht ständig nur Vollgas fliegen möchten; 3D-Kunstflug wäre so ein Thema.

Pichler Boost 120 / 140 / 160

Es handelt sich hierbei um ein völlig neu für die hier zur Rede stehende Leistungsklasse konzipierte Motorserie, die seit Kurzem um eine noch größere Variante (Boost 180) ergänzt wird. Gemeinsames Merkmal der Boost-Reihe ist ihre Doppel-LRK-Anordnung mit 24-teiliger Wicklung und 28 Magneten. Bei Betrachtung der konstruktiven Details wird sofort klar, dass

Der derzeit größte O.S. Motor, im Vertrieb von Graupner, ist ab Werk nur für Rückwandmontage geeignet ...

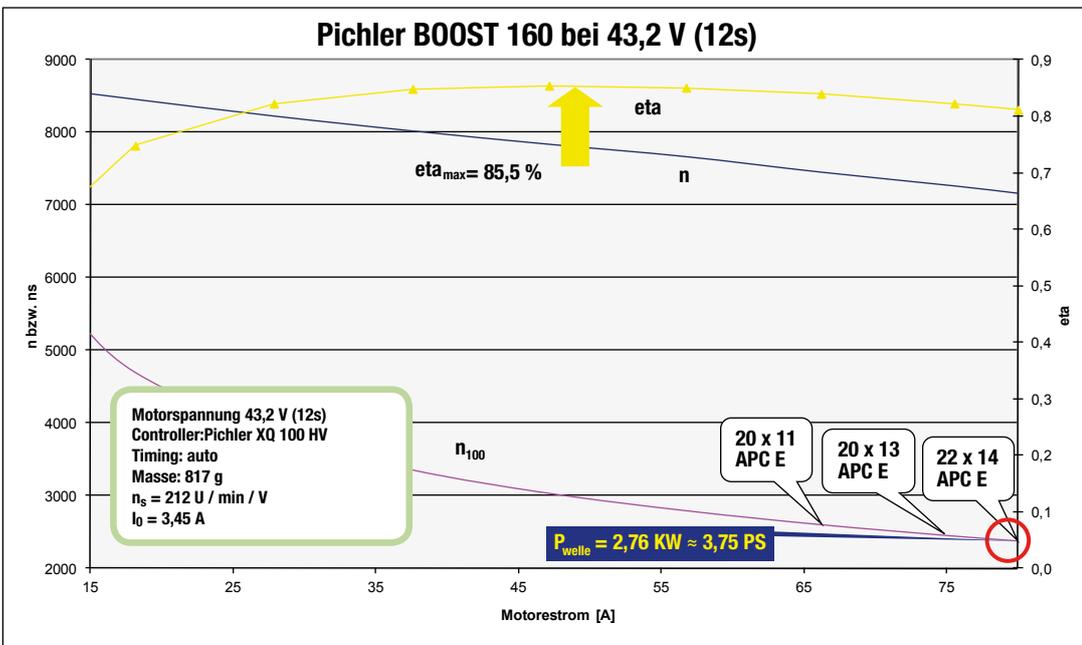
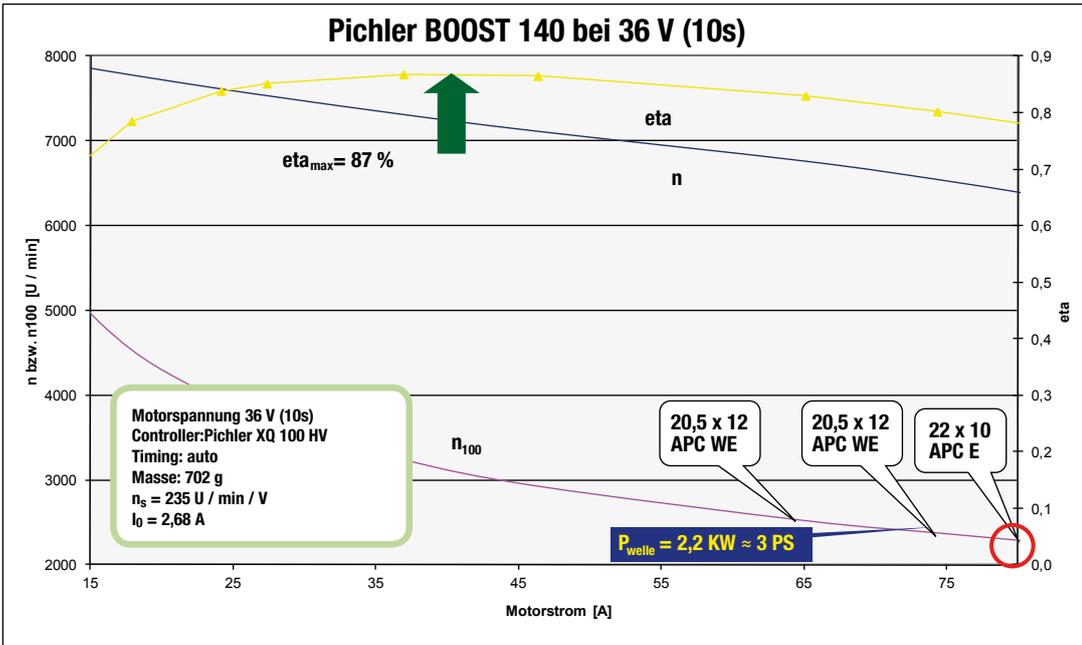


die Konstrukteure sich der spezifischen Herausforderungen jenseits der Kilowattklasse durchaus bewusst waren. Das beginnt beim Stator-Blechschnitt, der mittig großzügige Aussparungen enthält, durch die Kühlluft strömen kann. Ein den Luftstrom antreibender Ventilator scheint somit überflüssig. Auch sind die nicht zum Magnetkreis gehörenden Gehäuseteile in einer Weise konsequent mit Erleichterungsbohrungen versehen, wie das bislang noch nirgends zu beobachten war. Die 10-mm-Stahlwelle mit Gewinde und geriffelter Mitnehmerscheibe ist leistungsadäquat. Ein drittes Dünnringlager

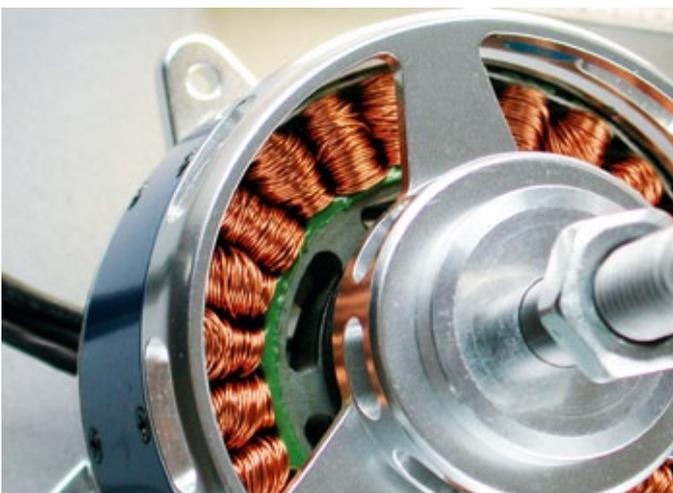


... doch lässt sich die Welle leicht umstecken, wenn man nur weiß, dass die rückwärtige M4-Inbusschraube ein Linksgewinde tragen muss – eigentlich logisch

“Der O.S.-Motor weiß durch ein ausgezeichnetes Leistungsgewicht und kompakte Maße zu gefallen.“



Sogar das Statorblech ist ausgeschnitten, um mehr Kühlung zu ermöglichen



Basiswissen

Beim Handtieren mit Antrieben und Akkus, die hohe Spannungen und Ströme mit sich bringen, sind Grundregeln und Basiswissen gefragt. Wertvolle Informationen, beispielsweise was Elektrotechniker unter Kurzschluss oder Leiterschluss verstehen, vermittelt die Seite www.elektro-wissen.de/Elektroinstallation/fehlerarten.html

Loch an Loch und es hält doch: Die neue Boost-Motorserie von Pichler mit passendem Controller

Der noch preisgünstige Einstieg in die Hochvolt-Reglerklasse für schon gut 3 Kilowatt



Dieser Pichler-Regler mit drei-Schicht-Endstufe treibt schon einiges an Kühlaufwand

sorgt für höchste Laufstabilität. Das Design setzt klar auf die drehmomentfördernden Segnungen eines großen Motordurchmessers, lässt aber nur die Vorspannmontage zu. Der große vierteilige Montagestern beansprucht einen Einbaudurchmesser von immerhin 102 mm. Also nix mit schlanker Seglernase. Und natürlich bleibt das Viel-Magnet-Konzept nicht ohne Kompromisse, die im Motorbau stets unumgänglich sind. Das merkt man vor allem beim kleinsten Vertreter der Serie, dem Boost 120, der doch einige Mühe hat, mit seinen großen Brüdern so richtig mitzuhalten. Denn sein extrem kurzbauendes Konzept verbannt große Kupferanteile in die Wickelköpfe, wo sie zwar gut gekühlt werden, magnetisch aber wirkungslos bleiben. So kommt es, dass Pichlers Kleinster mit seinem stattlichen Gleichstrom-Anschlusswiderstand von 33 mΩ im Wortsinne der nächsten Arbeitspause so was wie entgegen zu fiebern scheint, weil er schon bei Strömen jenseits 50 A im Wirkungsgrad unter die 80-Prozent-Marke abtaucht.

Deutlich ausgewogener präsentieren sich die längeren Varianten. Schon der Boost 140 zeigt sich in Bestform und bei 10s-Betrieb gut für Props bis 22 Zoll. Wer sich mit 20er-Durchmessern zufrieden gibt, darf auch noch zwei Zellen dazulegen. Der Wirkungsgrad steigt dann sogar noch ein wenig an. Der von Pichler empfohlene vergleichsweise kompakte Drehzahlsteller XQ 100 HV reicht bis 12s und sorgt beim Anlauf und gedrosselt für seidenweiches Laufverhalten. Noch mehr Propeller und Strom darf man dem größten der Brüder, dem Boost 160 zumuten, dessen Effizienzmaximum nun auch



Leider verkraften nicht alle Regler das, was draufsteht. Wenigstens die Stromkabel sollten einen adäquaten Querschnitt aufweisen. Dieses Kabel hat sich selbst abgelötet

schon nahe an 50 A liegt. Dank seines schon deutlich gesunkenen Anschlusswiderstands von 21 mΩ verkraftet er auch mal kurzzeitig Ströme bis nahe an 100 A. Dabei zählt er mit 817 g Gewicht immer noch zu den Asketen. Na, bei diesem löchrigen Mantel.

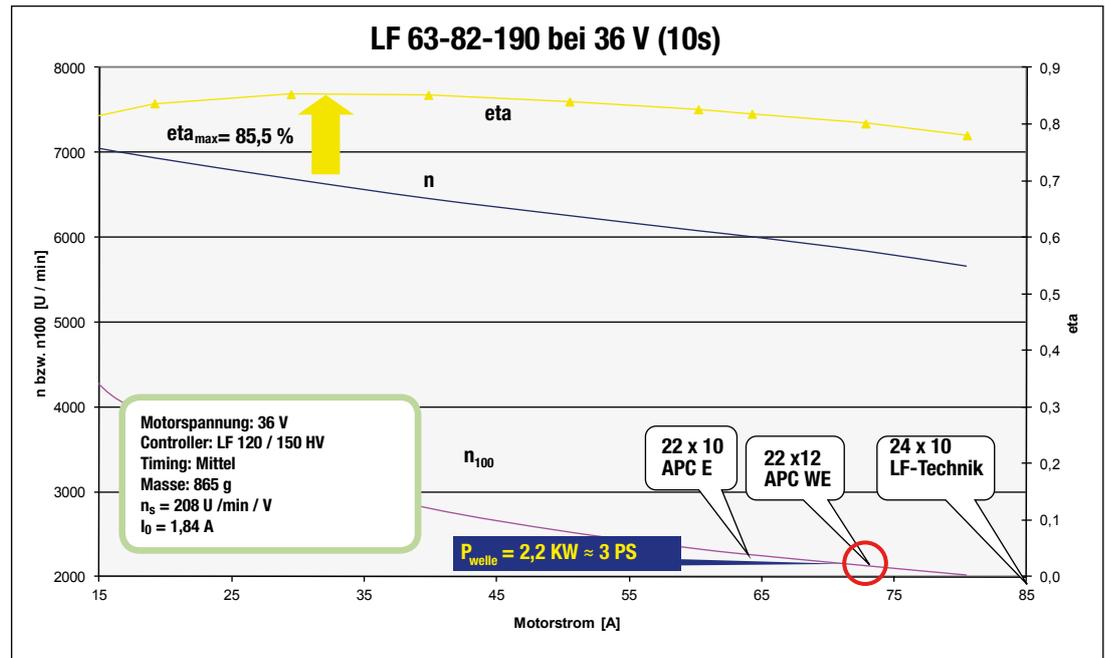
LF 63-82-190 von LF-Technik

Dieser Motor zeichnet sich in völlig konträrer Weise durch ungewöhnliche Abmessungen (63 mm Durchmesser und 83 mm Länge) aus. Ungewöhnlich ist das nahezu quadratische Durchmesser-Längenverhältnis des Stators von 53 × 45 mm. Obwohl nur zweifach im Bereich der 8-mm-Stahlwelle gelagert, zeigte der Rotor auch ohne drittes (Dünnring-) Lager bei den Erprobungen bislang keine Aufschwingtendenz. Die Wicklung entspricht dem aktuellen Stand chinesischer Handwickeltechnik, ist allerdings nicht gesichert. Der Füllgrad ist so bemessen, dass der rückseitig angebrachte Lüfter tatsächlich auch Luftdurchsatz zustande bringen kann. Keine Frage, der 865 g wiegende, im Set recht preisgünstige Motor, der sich durch beiliegendes Zubehör leicht für beide Einbaumöglichkeiten modifizieren lässt, lässt keine seiner Reserven ungenutzt.

Idealerweise wird der LF 63-82-190 an mindestens 8s-LiPo-Zellen betrieben. Wegen der an der Motormasse gemessen sehr niedrigen



YGE-Regler standen schon immer für eine kompakte Bauweise



spezifischen Drehzahl von zirka 200 U/min/V ist es jedoch möglich, auch bei 10s-Betrieb noch Luftschrauben des XXL-Kalibers zu montieren, weshalb der „Hochspannungslösung“ eindeutig der Vorzug gebührt. Mit dem Strom darf man aufgrund des mit 28 mΩ ($R_{iDC}(20^\circ\text{C})$) nicht gerade geringen Anschlusswiderstands ruhig etwas haushalten. 65 A auf die modellflugübliche Dauer gehen in Ordnung, bis 80 A sind nur für wenige Sekunden zuträglich. Die Firmenempfehlung einer hauseigenen 24 × 10-Luftschraube ist deshalb bei 10s als Grenzlast zu betrachten – aufgrund der relativ flachen Steigung bevorzugt für 3D-Kunstflugeinsätze. In dieser Kombination kann der Antrieb – eingangsseitig bedient von dem Drehzahlsteller LF 120-150 HV – nach Firmenangaben einen 55-Kubikzentimeter-Benziner ersetzen. Bemerkenswert sind der seidenweiche Anlauf und die gefühlvolle Drehzahlsteuerung des Motors mit dem im Set enthaltenen Con-

troller, der allerdings nur maximal 10s-LiPos verträgt. Hieß erfolgreicher Elektroflug nicht schon immer, bis an die Grenzen zu gehen?

robbe roxxy C80-75-09 Fan

Mit diesem 12-Nut-/14-Pol-Motor überspringt der User nicht nur die 1.000-g-Grenze, sondern landet damit auch endgültig auf dem Terrain der derzeit obersten Leistungsklasse. Der Grundtyp des Motors existiert schon länger, er wurde nun aber mit einem sehr wirkungsvollen Zentrifugalgebläse nachgerüstet – daher der Zusatz „Fan“. Dieses schaufelt spürbare Mengen Luft aus dem durchsatzfreudig gestalteten Motorinneren, was allerdings auch den Leerlaufstrom messbar in die Höhe treibt. Auffallend ist bei dem großen roxxy die enorme Steifigkeit der Drehzahlkennlinie. Eine Folge des äußerst geringen Gleichstrom-Anschlusswiderstands von 13 mΩ. Dieser verhindert

Das LF-Antriebsset hat nichts gegen große Propeller und tritt gegen 55-Kubikzentimeter-Verbrenner an



Einblick in den neuen LF-Motor

paradox erscheinender Weise, dass bei Strömen bis etwa 82 A – Grenze des Prüfstands – die ganz großen Propeller über 20 Zoll montiert werden können. Die Drehzahl liegt dort (unter Last) einfach noch deutlich höher als bei den kleineren Mitbewerbern mit vergleichbarer spezifischer Drehzahl. Wie aus dem Motordiagramm zu entnehmen, stellt sich das Effizienzmaximum erst jenseits der 70 A ein. Damit kann der Motor gut mit Dauerströmen bis 120 A beaufschlagt werden. Da der Wirkungsgrad dort immer noch deutlich über 80 Prozent liegen muss, überschreitet der Output dort bereits die 5-PS-Region. So können bei dreistelligen Stromwerten dann doch Propeller bis 22 Zoll Durchmesser betrieben werden. Der Autor hält den Hinweis für angebracht, dass alle Werte über der Prüfstandsgrenze nicht der Spekulation, sondern gesicherten Hochrechnungen entspringen. Kurzzeitig sind Ströme bis 140 A erlaubt. Dieser Motor ist aufgrund seiner thermischen Sicherheit im mobilen Betrieb breitbandig einsetzbar. Solange jedenfalls, wie der Energienachschub anhält.

Hacker Q80 8M

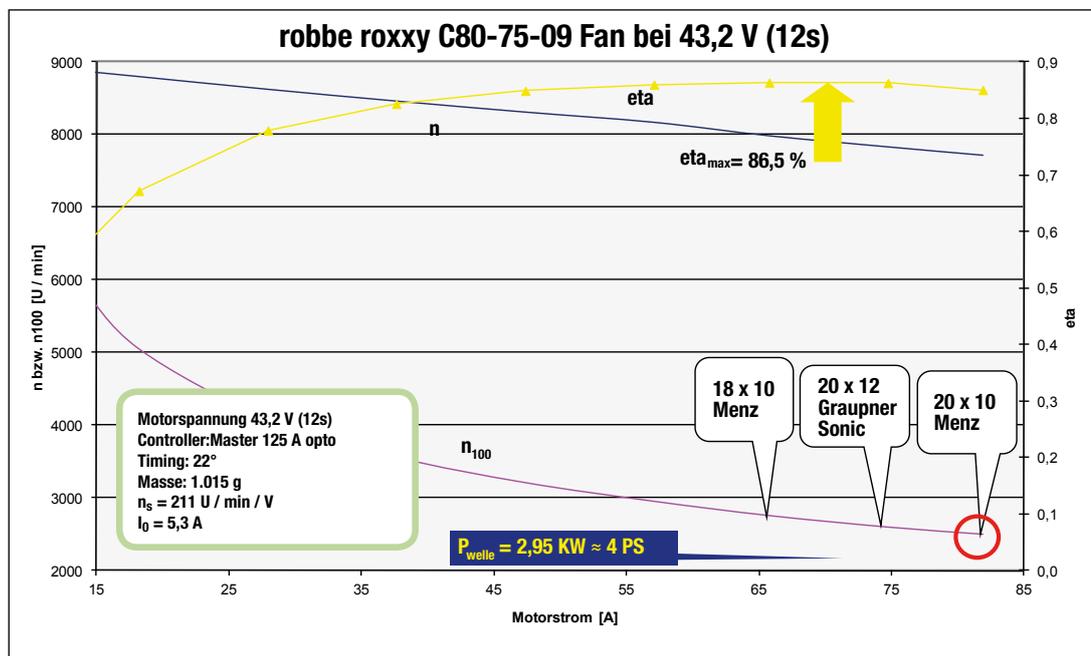
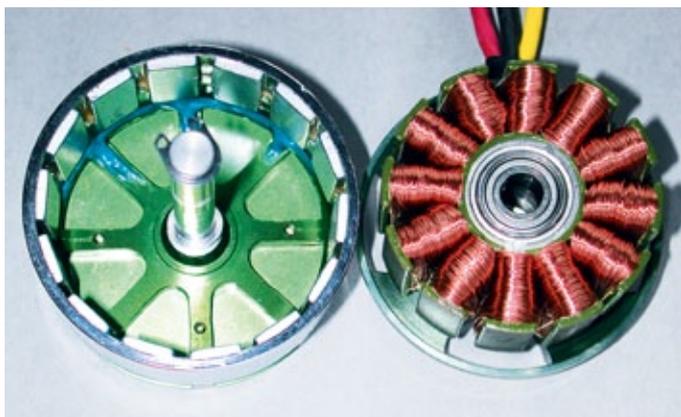
Eine Elektromaschine dieser Größenordnung kann auf einem Leistungsprüfstand, der maximal 4,5 Newtonmeter (Nm) abbremst, allenfalls mal etwas auf den Zahn gefühlt werden. Die Leistungsgrenzen liegen weit oberhalb des Messbereichs. Auch bei diesem XXXL-Außenläufer- von Hacker handelt es sich um einen Doppel-LRK-Motor mit 24 Statorspulen und auf dem Rotorumfang verteilten 28 Magneten. Die Motorgröße mit 89 mm Durchmesser bildet hier eine sehr gesunde Basis für die Multipollösung, denn sie lässt noch vernünftig weite Magnetabstände zu. Die 10-mm-Stahlwelle ist mit Klemmkonus und einem Feingewinde zur Befestigung ausgestattet. Wegen der kurzen Bauform ist es zudem möglich, auf ein Dünnring-Stützlager zu verzichten. Ablesbar ist dieser Erfolg an dem vergleichsweise geringen Leerlaufverbrauch von gerade mal 3,65 A bei 43,2 V (12s) und 7.955 U/min. Daraus errech-

Bezugsadressen und Preis

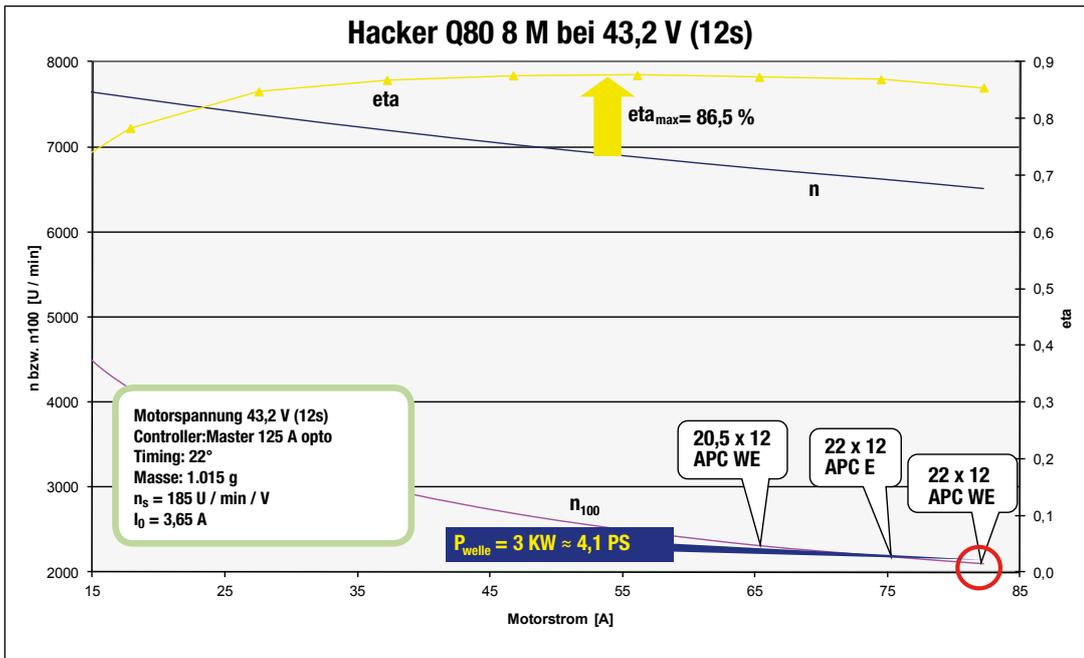
Graupner
Postfach 12 42
73230 Kirchheim/Teck
Telefon: 070 21/72 20
Fax: 070 21/72 22 00
E-Mail: info@graupner.de
Internet: www.graupner.de
Preis: 102,- Euro

Hacker Motor
Schinderstrassl 32
84030 Ergolding
Telefon: 08 71/953 62 80
Fax: 08 71/95 36 28 29
E-Mail: info@hacker-motor.com
Internet: www.hacker-motor.com
Preis: 579,- Euro

Typische, aber sauber verarbeitete China-Handwicklung mit Sicherungsfäden

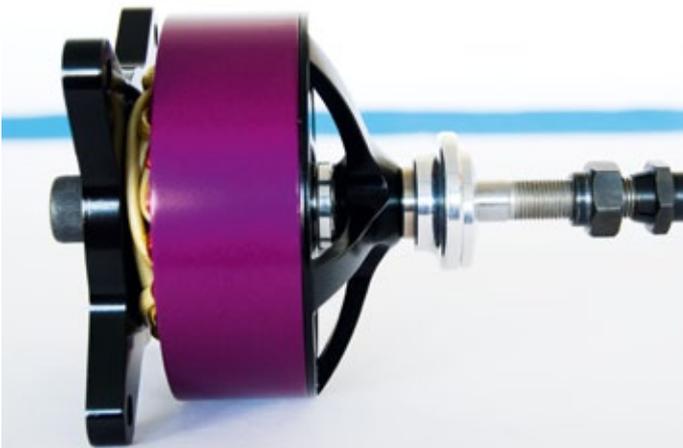


Die großen robbe-roxxy-Motoren – mit und ohne Fan



„Bei 12s- und 23- bis 24-Zoll-Propellern kitzelt man schon mal die 6-PS-Grenze am Unterbauch.“

Mechanisch sauber und solide gearbeitet



net sich dann eine spezifische Drehzahl von 185 U/min/V. Hacker liefert dazu auch gleich den passenden Regler, der in diesem Fall als Master Spin 125 opto firmiert. Er verfügt über einen integrierten Blitzschutz und wurde auch bei der Messung verwendet. Wer mag, kann auch auf eine 170-A-Regler-Variante zurückgreifen. Das Effizienzmaximum des Motors liegt praxistgerecht jenseits der 50-A-Grenze und hoch genug, um angstfrei Ströme bis 120 A für die Dauer einer Akkuentladung zulassen zu können. Wenn der Motor aus Batterien mit 10s-LiPos versorgt wird, bewältigt er Luftschraubendurchmesser bis gut 25 Zoll. Bei 12s- und 23- bis 24-Zoll-Propellern kitzelt man schon mal die 6-PS-Grenze am Unterbauch. Die offene Bauart des Motors erleichtert den Abtransport der Verlustwärme, die in diesem Fall dann aber schon – das sollte man nicht hinwegjubeln – dem Output eines kleinen Heizlüfters entspricht.

Lehner LMT Torqstar 7025/21

Wer diesen kleinsten (= kürzesten) Vertreter der neuen LMT-Außenläufer-Generation – spezifische Drehzahl 155 U/min/V und 1.095 g – in Händen hält, spürt instinktiv, dass die Antriebszukunft dem Elektromotor gehören muss. So wäre es auch gänzlich fantasielos, dieses Triebwerk nur einfach wieder in der Schublade „Edelteile“ verschwinden zu lassen, denn es steckt voll neuer Ideen und kratzt frech an den Grenzen des Möglichen. Der Motor wurde ganz konsequent in die Kilowattklasse hineinkonstruiert. Das wird schon am Propellermitnehmer sichtbar, der mittels gekonterter 5-mm-Inbusschrauben auf einer 12-mm-Titanwelle thront. Der speziell berechnete Blechschnitt trägt Spulen aus gewandeltem Draht. Sie werden außerhalb hergestellt, dann vergossen und mit 7 Tonnen Pressdruck in Form gedrückt, was einen äußerst hohen Füllfaktor bei guter Wärmeleitung erbringt. Die

*Drehmoment dank Durchmesser:
Der FAI-Riese von Hacker*



In vielem geht man bei LMT neue Wege: Gepresste Spulen, Multivariationsplatine mit 12 parallelen Kupferschichten

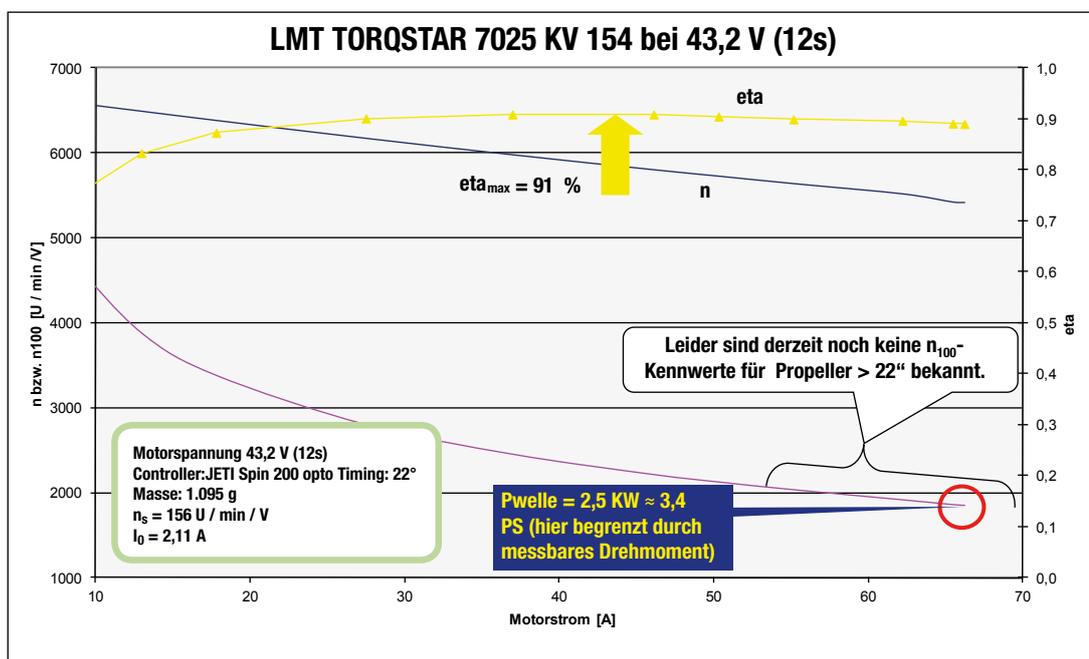


Weil die Wicklungen offen liegen, muss die multifilare Wicklung in sich verdreht sein. Der Stator besteht laut Angabe von Hans Lehner aus einem Spezialschnitt aus 0,2-Millimeter-Blechen

die kleinste Maschine der Torqstar-Baureihe, die fraglos neue Maßstäbe setzt. Eine gute Nachricht für alle, die bereit sind, für einen Modellbaumotor 850,- Euro auf den Tisch zu blättern.

Kühlung des 12-Nut-/20-Pol-Motors erfolgt über in den massiven Alu-Statorträger eingefräste Kühlkanäle, die Wickelköpfe und die Frontplatte, auf welche die Spulen extrem kurzdrähtig aufgelötet sind. Die 12-schichtige Platine selbst stellt eine Meisterleistung der Stromlogistik dar, denn sie ermöglicht es, die Einzelspulen wahlweise parallel oder in Serie sowie in Dreiecks- oder in Sternanordnung zu verschalten. Dadurch ergeben sich viele Kombinationsmöglichkeiten. Zwei gekapselte 28 × 12-mm-Kugellager bringen Gewicht, wirken aber solide. Auffällig ist der geringe Leerlaufstrom.

Leider ließ sich auch diese Großmaschine auf dem Prüfstand nicht vollständig aus der Reserve locken. Doch war es immerhin möglich, mit einem Bremsmoment von 4,4 Nm den Strom über den Punkt des besten Wirkungsgrads zu treiben. Letzterer beweist mit immerhin 91 % – noch steigerungsfähig durch zurückgenommenes Timing – bei zirka 42 A, dass sich der Bauaufwand bei diesem Motor gelohnt hat. Dabei ist es



„Der LMT steckt voll neuer Ideen und kratzt frech an den Grenzen des Möglichen.“

Bezugsadressen und Preis

Lehner Motoren Technik
 Notinger Weg 40
 85521 Ottobrunn
 Telefon: 08 96 01/99 22
 Fax: 08 96 01/99 22
 E-Mail: lehner-motoren@t-online.de
 Internet: www.lehner-motoren.de
 Preis: 849,- Euro

LF-Technik
 Lohfeld 49
 95326 Kulmbach
 Telefon: 092 21/80 42 57
 Fax: 092 21/821 90 16
 E-Mail: info@lf-technik.de
 Internet: www.lf-technik.de
 Preis: 179,99 Euro

Pichler Modellbau
 Lauterbachstraße 19
 84307 Eggenfelden
 Telefon: 087 21/969 00
 Fax: 087 21/96 90 20
 E-Mail: info@pichler.de
 Internet: www.pichler-modellbau.de
 Preise: 239,- Euro (Boost 140), 269,- Euro (Boost 160)

robbe
 Metzloser Straße 36
 36355 Grebenhain
 Telefon: 066 44/870
 Fax: 066 44/74 12
 E-Mail: office@robbe.com
 Internet: www.robbe.com
 Preis: 347,90 Euro

KURZMITTEILUNGEN aus der Elektro-Branche

e-World

DAS WAR DER WIND

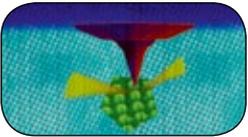


Der erste deutsche Windpark alpha ventus in der Nordsee lieferte im vergangenen Jahr rund 15 Prozent mehr Strom, als erwartet. Die zwölf Windräder produzierten insgesamt 267 Gigawattstunden – genug, um den Bedarf von etwa 60.000 Haushalten zu decken.

http://www.welt.de/newsticker/dpa_nt/regioline_nt/hamburg-schleswigholstein_nt/article13904563/Offshore-Windpark-alpha-ventus-liefert-mehr-Strom-als-geplant.html



SUPER-NANO

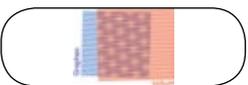


Mit dem ganz Kleinen will man an der TU Ilmenau das ganz große erreichen. Nanostrukturen möchte man dreidimensional nutzbar machen, auf diese Weise sind in der Theorie beispielsweise Super-Kondensatoren mit sehr hoher Energiedichte möglich.

<http://www.tu-ilmenau.de/aktuelles/pressemitteilungen/einzelnachricht/newsbeitrag/9182/>



STATT FALTENCREME

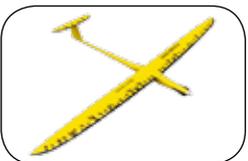


Graphen gilt als Zukunftsmaterial in der Elektro-Technik. Forscher der Universität Duisburg-Essen haben herausgefunden, dass Graphen eigenständig in der Lage ist, Falten zurückzubilden, eine wichtige Voraussetzung für knautschbare Displays.

<http://www.uni-due.de/de/presse/meldung.php?id=7394>



VOLL KOHLE



Mit der Plasma Edge hat die Firma Staufenbiel erstmals ein vollständig aus Carbon und Kevlar gefertigtes Elektroseglermodell ins Sortiment aufgenommen. Das Flugzeug hat eine Spannweite von 1.900 Millimeter bei einem Leergewicht von etwa 750 Gramm.

http://www.modellhobby.de/Modelle/Flugmodelle/Elektro-Segel-flugzeuge/PLASMA-EDGE-F5B-1-90m.htm?shop=k_staufen&SessionId=&a=article&ProdNr=0314042&t=3&c=31&p=31



TEUTONISCHE ROHSTOFFSICHERUNG



Etwa ein Dutzend deutsche Großunternehmen schließen sich zur Allianz zur Rohstoffsicherung zusammen. Ziel ist der Aufbau und die Beteiligung an weltweiten Rohstoffprojekten, um die Versorgung der deutschen Industrie sicherzustellen.

<http://www.handelsblatt.com/finanzen/rohstoffe-devisen/rohstoffe/deutsche-industrie-allianz-zur-rohstoffsicherung-nimmt-form-an/6128006.html>





NEC hat angekündigt, dünne und flexible Akkuzellen auf organischer Basis zu entwickeln. Dieser visionäre Stromspeicher ist Teil eines Projektes, an dessen Ende biegbare Bildschirme stehen sollen.

www.itespresso.de/2012/03/19/hardware-fortschritt-nec-entwickelt-biegbaren-akku/

Das Start-up Eos Energy Story hat nach eigenen Angaben den Zink-Luft-Akku durch ein neues pH-neutrales Elektrolyt verbessert. Die Akkus, die mit dem Sauerstoff in der Umgebungsluft arbeiten, sollen die doppelte Energiedichte von Lithium-Ionen-Akkus haben.

www.heise.de/tr/artikel/Die-Batterie-fuers-Netz-1405144.html



BMW plant für 2013 beziehungsweise 2014 die serienmäßige Einführung von Hybridfahrzeugen. Derzeit testet man den i8 – die sportliche Limousinen-Variante – unter Extrembedingungen am Polarkreis.

www.heise.de/autos/artikel/BMW-i8-Hybrid-Sportwagen-auf-Testfahrt-1430864.html

Von Toshiba wird ein neuer Akkutyp angekündigt: die Lithium-Titanat-Zelle. Der Vorteil dieses Typs ist, dass ein neues Anodenmaterial verwendet wird. Insgesamt soll diese Zelle robuster und Temperatur-unempfindlicher sein – bis -30 Grad Celsius – und eine hohe Lebensdauer bieten.

www.bmz-gmbh.de/index.html?http://www.bmz-gmbh.de/BMZ_CMS/BMZ_CMS_Display_News_Detail.php?News_ID=775&listkategorie=News&select_lang=DE



Der Hersteller Envia hat die Energiedichte seines LiIon-Akkus für Elektro-Automobile erhöht und einen respektablen Wert von 400 Wattstunden pro Kilogramm erreicht. Ein wichtiger Schritt hin zu größeren Reichweiten von PKWs.

www.enviasystems.com/technology/

An der Ruhruniversität in Bochum arbeiten Wissenschaftler an einer neuen Generation von Lithium-Ionen-Batterien. Basis sollen wässrige Elektrolyte sein, also flüssige Leiter für die Elektrizität. Energiedichte und Sicherheit vor Überhitzung sollen dadurch erhöht werden.

www.aktuell.ruhr-uni-bochum.de/pm2012/pm00063.html.de



Die Universität Stanford arbeitet an der kabellosen Übertragung von Energie zum Aufladen von Akkus in Elektrofahrzeugen. Induktionsspulen sollen dabei in die Fahrbahn eingelassen werden und Autos beim Vorbeifahren mit frischer Kraft versorgen.

www.news.stanford.edu/news/2012/february/wireless-vehicle-charge-020112.html

Das US-Unternehmen Semprius hat einen neuen Wirkungsgrad-Weltrekord bei Solarzellen aufgestellt. Unter Standardbedingungen konnten 33,9 Prozent erzielt werden, normal sind etwa 20 Prozent. Mikrolinsen werfen das Licht gebündelt auf sehr kleine Solarzellen.

www.semprius.com/pdf/press_releases/press_release_19.pdf



Revell steigt in den Markt für RC-Produkte ein. Unter dem Markennamen tecZone werden künftig unter anderen ein Trainer im F3A-Design, ein Elektrosegler und ein Trainermodell vertrieben. Präsentiert wurden die Produkte auf der Spielwarenmesse 2012 in Nürnberg.

www.revell-teczone.de

Das amerikanische Marktforschungsunternehmen Pikeresearch kommt in einer Marktanalyse zu dem Schluss, dass die Preise für Lithium-Akkus bis 2017 um etwa ein Drittel fallen werden.

Grund: optimierte Massenproduktion aufgrund steigender Nachfrage.
www.pikeresearch.com/newsroom/prices-for-lithium-ion-batteries-will-fall-by-more-than-one-third-by-2017-helping-to-drive-ev-adoption-2



BASF setzt beim Ausbau des eigenen Akku-Geschäftszweigs auf Lithium-Eisenphosphat (LFP). Laut eigenen Angaben handelt es sich dabei um ein „innovatives Kathodenmaterial“, dass sich ideal für Hochleistungsanwendungen wie in der Elektromobilität eignet.

www.basf.com/group/pressemitteilung/P-12-181

An der Wasserstoff-Tankstelle in der Hamburger HafenCity gab es Mitte März einen Alarm.

Einer der insgesamt 120 Hochdrucktanks war defekt. Die Feuerwehr musste daraufhin gut 70 Kilogramm Wasserstoff entweichen lassen. www.hzwei.info/blog/2012/03/14/alarm-an-der-h2-tankstelle-hafencity/



Text: Thomas Delecat

Königs klasse



Technische Daten

Bezeichnung	X-Peak Premium	Power Peak E1	Power Peak i4	Junsi iCharger 3010B	Junsi iCharger 1010B+	Lipo TP 1010	Fusion Paladin L120 Pro
Hesteller	Jamara	robbe	robbe	Hacker	Hacker	Hacker	Logic RC
Eingangsspannung DC	11 - 15 V	10 - 15 V	11 - 15 V	4,5 - 38 V	10 - 18 V	11 - 15 V	10 - 15 V
NiCd, NiMH	1 - 30	1 - 36	1 - 30	1 - 25 V	1 - 25	nein	1 - 30
LiPo, LiFe, LiIo	1 - 12 s	1 - 14s	1 - 12	1 - 10s	1 - 10s	1 -10s	1 - 12s
Blei-Akkus	2 - 12 V	2 - 24 V	1 - 12	2 - 36 V	2 - 36 Volt	nein	2 - 12 V
Ladeausgänge	1	2	2	2	1	k.A.	k.A.
Ladeleistung	k.A.	315 W	210 W	1.000 W	300 W	k.A.	max. 180 W
Ladestrom	0,1 - 10 A	20 A	0,1 - 10 A	30 A	0,05 - 10 A	10 A	10 A
Entladestrom	0,1 - 10 A	bis 40 A	0,1 - 5 A	max. 30 A	0,07 - 7 A	k.A.	k.A.
Entladeleistung	k.A.	bis 160 W	max. 50 W	80W	30 W	28 W	max. 80 W
PC-Schnittstelle	k.A.	ja	k.A.	ja	USB	k.A.	k.A.
Abmessung	171 × 148 × 68 mm	170 × 175 × 85 mm	245 × 190 × 105 mm	143 × 123 × 46 mm	143 × 97 × 26 mm	k.A.	k.A.
Gewicht	690 g	k.A.	1.451 g	750 g	410 g	k.A.	k.A.
Preis	111,- Euro	369,- Euro	199,- Euro	229,- Euro	169,- Euro	159,20 Euro	139,90 Euro
Bezug	Fachhandel	Fachhandel	Fachhandel	Fachhandel	Fachhandel	Fachhandel	Fachhandel
Internet	www.jamara.de	www.robbe.de	www.robbe.de	www.robbe.de	www.hacker-motor.com	www.der-schweighofer.com	www.der-schweighofer.com



Der Damm ist gebrochen: Selbst große und leistungsstarke Flugmodelle wie Schleppmaschinen werden mittlerweile mit ELEKTROANTRIEBEN ausgerüstet. Kapazitätsstarke Akkupacks gehören zum Standardsortiment vieler Händler und die Preise gehen Jahr für Jahr weiter in den Keller. Zum Laden benötigt man bloß ein GEEIGNETES LADEGERÄT. 21 geeignete Powerlader, die 10s-LiPo-Packs und mehr laden können, haben wir in dieser Übersicht zusammengefasst.



Microlader V6.5 Lader Orbit	EOS 1420i NET3	EOS 1210i	Next 14-500	Next 14-350	Next 14-280	Ultramat 18	Ultra Duo Plus 45
evoJet	Hyperion	Hyperion	Schulze Elektronik	Schulze Elektronik	Schulze Elektronik	Graupner	Graupner
12	11 - 28 V	11 - 15 V	10 - 25 V	10 - 25 V	10 - 25 V	11 - 15 V	11 - 15 V
1 - 30	1 - 32	1 - 30	2 × 1 - 36	1 - 36	2 × 1 - 36	1 - 12	1 - 30
1 - 11s	1 - 14	1 - 12	2 × 1 - 14, 2 × 1 - 14, 2 × 1 - 16	1 - 14, 2 × 1 - 14, 2 × 1 - 16	2 × 1 - 14, 2 × 1 - 14, 2 × 1 - 16	1 - 12	1 - 14
1 - 12	1 - 12	1 - 6	1 - 24	1 - 24	1 - 24	k.A.	1 - 12
1	1	k.A.	k.A.	2	2	2	1
k.A.	550 W	180 W	290 W	200 W	150 W	max. 240 W	250 W
0,1 - 6 A	20 A	0,1 A - 10 A	10 A	7 A	6 A	0,1 - 20 A	0,1 - 20 A
0,1 - 6 A	0,1 - 10 A	0,1 - 5 A	max. 6 A	max. 4 A	max. 2 × 3,6 A	0,1 - 5 A	0,1 - 10 A
k.A.	max. 80 W	50 W	max. 50 W	max. 40 W	max. 2 × 30 W	max. 40 W	80 W
k.A.	k.A.	k.A.	USB	USB	USB	USB	USB
k.A.	k.A.	155 × 145 × 60 mm	160 × 180 × 67 mm	160 × 180 × 67 mm	160 × 180 × 67 mm	188 × 199 × 66 mm	180 × 155 × 62 mm
k.A.	k.A.	650 g	865 g	770 g	733 g	1.030 g	970 g
129,90 Euro	k.A.	k.A.	ab 549,- Euro	ab 439,- Euro	329,- Euro	185,- Euro	275,- Euro
Fachhandel	Fachhandel	Fachhandel	Fachhandel	Fachhandel	Fachhandel	Fachhandel	Fachhandel
www.der-schweighofer.com	www.hyperion-eu.com	www.schulze-elektronik-gmbh.de	www.schulze-elektronik-gmbh.de	www.schulze-elektronik-gmbh.de	www.schulze-elektronik-gmbh.de	www.graupner.de	www.graupner.de

Dennoch sind viele Standard-Ladegeräte bislang nur in der Lage 4- oder 6-LiPo-Zellen gleichzeitig zu laden. Dort hat sich im Bereich der Ladeleistung zwar viel getan. So stellen mittlerweile viele Geräte 150 Watt und mehr Leistung zum Laden zur Verfügung. Aber beim Füllen von zwei 5s-LiPo-Packs ist eben die doppelte Zeit oder ein zweites Gerät erforderlich.

Wer sein Flugmodell hingegen mit einem 10s- oder gar 12s-Akkupack betreiben will, steht nicht selten vor der Aufgabe, sich ein neues Ladegerät anzuschaffen. Hier ist der Markt noch überschaubar. Gerade mal eine Handvoll Hersteller haben sich hier bislang positioniert. In diesem Einkaufsführer haben wir die gängigsten Geräte, die auf dem deutschsprachigen Markt vertreten sind, zusammengefasst.

Es handelt sich dabei ausnahmslos um Geräte, die entweder einen Anschluss haben, an den man das Akkupack anschließen kann oder mehrere Anschlüsse, die zusammengelegt werden können. Nicht berücksichtigt sind Ladegeräte, die beispielsweise damit werben, 12 Zellen laden zu können, aber damit das parallele Laden von $2 \times 6s$ -LiPos meinen. In diesem Einkaufsführer geht es ausschließlich um das ganz schwere Gerät.

In puncto Leistung beginnen die kleinsten Lader bei 150 Watt. Das Maximum wird derzeit beim Zehnfachen des Kleinsten,

nämlich mit 1.500 Watt erreicht. Um diese auch zu nutzen, ist ein starkes Netzteil erforderlich – das teils gleich beim Anbieter mit erworben werden kann. Eine Investition, die sich schnell als nützlich erweist.

Highend-Ladegeräten mit hoher Ladeleistung kommt in Zukunft eine immer größer werdende Bedeutung zu. Dann wird es nicht nur um das „einfache“ Füllen der Akkus mit 1C Laderate gehen. Vielmehr macht sich das Plus an Watt bei Schnellladungen mit 2C und mehr schnell bezahlt. Ob dies den Akkus dann auch bekommt, lässt sich dank intelligenter Ladeelektronik und meist vorhandener PC-Schnittstelle sowie geeigneter Analyse-Software problemlos herausfinden.

In Kombination mit den integrierten Balanceranschlüssen ist bei einigen Ladern sogar die Option einer Einzelzellenüberwachung gegeben, die eine detaillierte Echtzeit-Kontrolle gestattet. Der Anwender erhält so die Chance, altersschwache Zellen zu erkennen. Dem geringen Pflegeanspruch von LiPos kommt da auch der beliebte Storage-Modus entgegen, den zahlreiche Ladegeräte mitbringen.

Da der Markt an Ladegeräten zunehmend in Bewegung ist – und immer wieder Schnäppchen im Angebot der Fachhändler zu finden sind – sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass kein Anspruch auf Vollständigkeit besteht.



Technische Daten

Bezeichnung	Ultra Duo Plus 50	Ultra Duo Plus 60	Ultra Duo Plus 80	Pulsar 3	Pulsar 2+	Pulsar 2
Hesteller	Graupner	Graupner	Graupner	PP-RC	PP-RC	PP-RC
Eingangsspannung DC	11 - 15 V	11 - 15 V	11 - 28 V	12 - 48 V	10 - 16 V	11 - 15 V
NiCd, NiMH	1 - 18	1 - 18	1 - 18	1 - 32	1 - 32	1 - 32
LiPo, LiFe, Lilo	1 - 14	1 - 14	1 - 14	1 - 14, 1 - 16, 1 - 14	1 - 12	1 - 12
Blei-Akkus	1 - 12	1 - 12	1 - 12	1 - 18	1 - 18	1 - 18
Ladeausgänge	2	2	2	k.A.	k.A.	k.A.
Ladeleistung	max. 360 W	max. 360 W	k.A.	max. 1.500 W	350 W	250 W
Ladestrom	0,1 - 10 A	0,1 - 20 A	0,1 - 20 A	0,1 - 25 A	0,2 - 12 A	0,2 - 9,9 A
Entladestrom	0,1 - 10 A	0,1 - 10 A	0,1 - 10 A	0,1 - 25 A	0,2 - 12 A	0,2 - 9,9 A
Entladeleistung	80 W	80 W	50 W	max. 1.500 W	350 W	250 W
PC-Schnittstelle	USB	USB	USB	USB / SD	USB	USB
Abmessung	230 × 225 × 83 mm	230 × 225 × 83 mm	180 × 155 × 85 mm	155 × 160 × 75 mm	130 × 120 × 58 mm	130 × 120 × 58 mm
Gewicht	2.200 g	2.250 g	k.A.	1.200 g	750 g	850 g
Preis	403,- Euro	425,- Euro	369,90 Euro	589,- Euro	299,- Euro	239,- Euro
Bezug	Fachhandel	Fachhandel	Fachhandel	Fachhandel	Fachhandel	Fachhandel
Internnet	www.graupner.de	www.graupner.de	www.graupner.de	www.pp-rc.de	www.pp-rc.de	www.pp-rc.de

Jagdflugzeuge 1914 - 1918

In diesem aufwändigen und prächtigen Bildband präsentiert der Fotograf Philip Makanna faszinierende Maschinen einer unruhigen Epoche, in der jedoch die Luftfahrttechnik zehn Jahre nach dem ersten Motorflug der Gebrüder Wright einen großen Entwicklungsschub erlebte. Philip Makanna zeigt klassische Jagdflugzeuge im Flugeinsatz und bietet einen Überblick über die damaligen Firmen und Modelle, die das Zeitalter der modernen Luftfahrt einläuteten: Fokker, Sopwith, Nieuport, Pfalz und andere, die zum Teil von Oldtimer-Enthusiasten in mühevoller Kleinarbeit anhand von Originalplänen flugfähig nachgebaut wurden. Zahlreiche zeitgenössische Fotografien erwecken in diesem einzigartigen Buch einen wichtigen Teil der Luftfahrtgeschichte wieder zum Leben.

Zu den gezeigten Mustern sind zahlreiche, über die Doppelseite gehende Farbfotos abgebildet, die gerade dem Modellbauer in die Hände spielen. Details, die aus keiner Zeichnung oder Skizze zu entnehmen sind, lassen sich hier entdecken und am Nachbau realisieren. Gelegentlich runden Skizzen und kleine Dreiseitenansichten die Darstellung berühmter Warbirds ab. Dieses Buch darf in keiner Sammlung fehlen.

Jagdflugzeuge 1914-1918 von Philip Makanna. Heel-Verlag 2006, 192 Seiten, zirka 400 Abbildungen, 290 x 290 Millimeter, Hardcover, gebunden mit farbigem Schutzumschlag, Bestellnummer: 12816, Preis: 19,95 Euro.



Dieses Buch können Sie direkt im Modell AVIATOR-Shop bestellen.

Weitere Infos gibt es in diesem Heft auf Seite 62 sowie im Internet unter www.alles-rund-ums-hobby.de.



www.KAISERModellbau.de

robbe
Modellport Benziner

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

Dieses Buch führt auf verständliche Weise in die Welt der Batterien ein. Erklärt werden die Grundlagen elektrochemischer Energiespeicher sowie die Unterschiede und typischen Einsatzbereiche von Batterien und Akkus.

Artikel-Nr. 11373

Mehr Informationen, mehr Bücher und mehr Vielfalt im Online-Shop www.alles-rund-ums-hobby.de und auf Seite 62



Lieferbar in verschiedenen Stellungen als Zwe-, 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

Text und Fotos: Markus Glökler

Datensammler

UniLog 2 von SM-Modellbau

Nahezu alle Produkte von Stephan Merz befassen sich mit der DATENERFASSUNG IM MODELLBAUBEREICH. Entsprechend groß ist das Knowhow, das in sein neuestes Produkt, den UniLog 2, eingeflossen ist. Es ist die EVOLUTION des Vorgängers. In der Regel werden die Produkte von Stephan Merz über kostenlose Software-Updates weiter entwickelt und gepflegt. Im Fall des UniLog 2 wurden jedoch *einige neue Funktionen integriert, die auch eine neue Hardware notwendig machten.*



Der UniLog 2 ist intern mit einem Druck- und einem Temperatursensor ausgestattet. Die interne Temperatur und die Flughöhe werden daher ohne weitere Sensoren aufgezeichnet. Ebenfalls im Grundgerät mit dabei ist ein Einzelzellenanschluss für LiPo-Akkus mit bis zu sechs Zellen. Dessen

Zellenspannungen lassen sich somit ebenfalls aufzeichnen. Selbstverständlich besitzt auch der UniLog 2 zahlreiche Schnittstellen, um zum Beispiel die verschiedenen Strom- und Spannungssensoren oder Drehzahl-, Temperatur- und Geschwindigkeitssensoren von SM-Modellbau anschließen zu können. Der UniLog 2 kann darüber hinaus, wie sein Vorgänger, für diverse

Technische Daten

Speicherung und Übertragung	Strom, Spannung, Leistung, verbrauchte Kapazität, Drehzahl, Temperatur, Einzelzellenüberwachung, Höhe, Steigen/Sinken
Datenrate	1 bis 20 Hz einstellbar
Stromverbrauch	40mA
Externe Anschlüsse	Temperatur, Strom, Spannung, Drehzahl und Geschwindigkeitssensor
Größe	42 × 25 × 10 mm
Gewicht	9 g
Kartenslot	Mikro-SD

Elektro-Wettbewerbsklassen als Stromlimiter eingesetzt werden. Dabei zählt er im Kraftflug die Watt-Minuten und ab Erreichen einer vorher festgelegten Grenze lässt sich der Motor nicht mehr einschalten.

Konfiguriert wird der UniLog 2 entweder per Interface-Kabel am PC über das SM UniLog 2 Tool oder aber vor Ort am Flugplatz über das Zubehör-Gerät UniDisplay. Daten können nicht nur auf einer SD-Karte gespeichert, sondern auch als Telemetriedaten für die Systeme Jeti Duplex, Graupner HoTT und Multiplex M-Link aufbereitet und an den Sender zurückgeschickt werden. So stehen die geloggte Daten gleichzeitig auch live am Senderdisplay zur Verfügung, was wiederum dazu geführt hat, dass über den internen Drucksensor des UniLog 2 eine Variometerfunktion realisiert wurde. Ein zusätzliches Features infolge der Telemetriefunktionalität ist es, dass der UniLog 2 nicht nur die Daten der eigenen Sensoren, sondern alle Daten aufzeichnet, die auf dem MSB, dem Multiplex Sensor Bus anliegen.

Aufbau

Der UniLog 2 besteht aus einer eingeschrumpften Leiterplatte, die Anschlussbelegung und alle wichtigen Infos sind unter dem durchsichtigen Schrumpfschlauch eindeutig gekennzeichnet. Auf der Stirnseite befinden sich die Stiftleiste für die Einzelzellenspannungsabgriffe und die Steckkontakte für das PC-Interface, das UniDisplay sowie die Strom- und Spannungssensoren. Auf der gegenüberliegenden Seite befinden sich die Anschlüsse für den Empfängerkanal, den Regler, der Telemetrieanschluss (LINK) und alle anderen Sensoren. Die Vorderseite ist mit einem Einschub für das Speichermedium, eine SD-Speicherkarte, versehen. Dort befindet sich auch die mehrfarbige LED, die über den aktuellen Systemzustand – Fehler, bereit, Daten werden geloggt – Auskunft gibt. Zusätzlich befindet sich dort auch noch ein kleiner Drucktaster, mit dem die Messung manuell gestartet

und gestoppt werden kann. Übrigens, wer schon Sensoren von SM-Modellbau besitzt, der kann diese ohne Probleme auch am UniLog 2 weiterverwenden. Auch ein älteres UniDisplay lässt sich, ein Software-Update vorausgesetzt, weiter nutzen. Apropos Software-Update, auch das UniLog 2 kann man sehr einfach per SD-Karte updaten.

Programmierung

Konfiguriert wird der UniLog 2 über das separat erhältliche UniDisplay oder das Programm SM UniLog 2 Tool – und nicht wie früher über ein Excel-Makro. Auch die Auswertung erfolgt nicht mehr in Excel, sondern über das weit verbreitete Programm LogView (www.logview.info). Bei dieser Software handelt es sich um Donationware, das heißt man darf das Programm kostenlos nutzen und wer möchte, der kann das Projekt mit einem Geldbetrag in beliebiger Höhe unterstützen. Mittlerweile hat sich Logview quasi als Standard zur Darstellung von Messdaten im Modellbaubereich entwickelt. Etliche Datenformate von Ladegeräten, Datenloggern, Reglern,

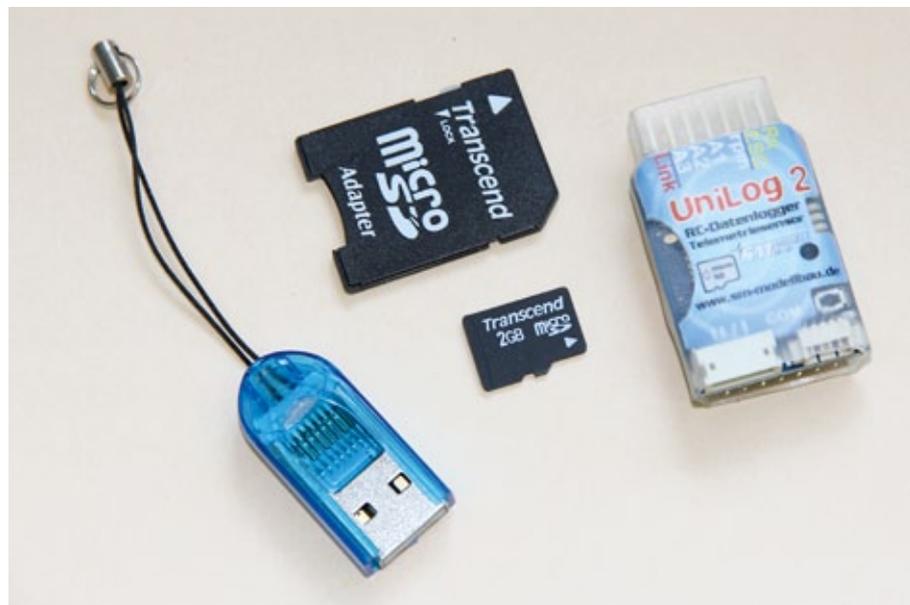


Über den stirnseitigen Anschluss lassen sich die Balancerkabel im EHR-Format direkt anschließen und so die Einzelzellen des Akkus überwachen



Die drei Status-LED geben Auskunft über den aktuellen Betriebszustand und eventuelle Fehlfunktionen

Zum Lieferumfang des UniLog 2 gehören eine SD-Speicherkarte und ein USB-Adapter





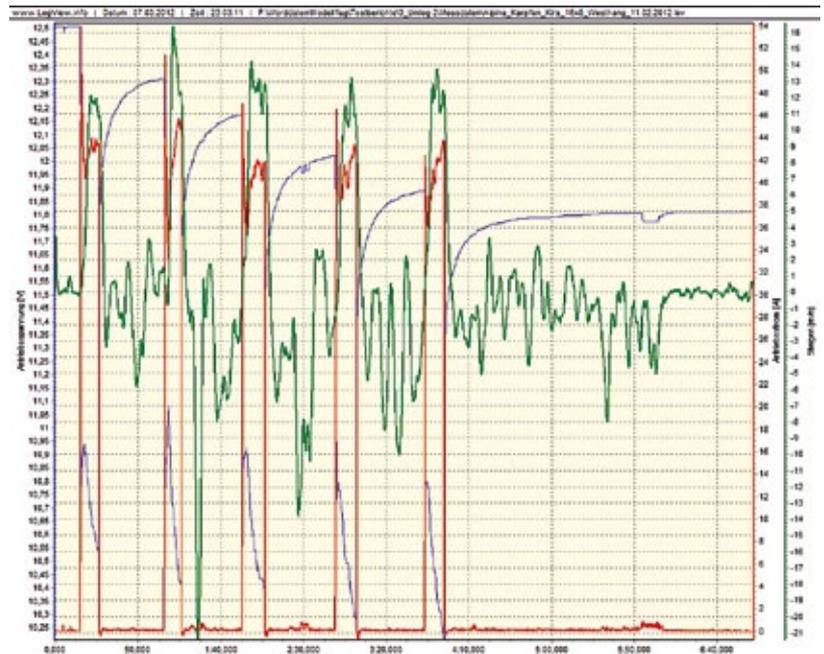
Oben werden der Temperatur- und der Drehzahl-sensor angeschlossen, unten der Spannungs-Strom-Sensor und das UniDisplay

Varios und vielem mehr werden von LogView unterstützt. Wer sich für die Datenanalyse im Modellbaubereich interessiert, der kommt an diesem Programm nicht vorbei.

Soweit zur Theorie, jetzt kommen wir auch gleich zur Praxis. Für die erste Inbetriebnahme sollte man sich kurz die Konfiguration des UniLog 2 anschauen, um eventuell notwendige Anpassungen vorzunehmen. Dabei lässt sich zum Beispiel die Datenrate von 1 bis 20 Hertz festlegen oder auch die Art der angeschlossenen Sensoren. Ohne jeden externen Sensor misst der UniLog 2 die Empfängerakkuspannung, die Flughöhe, die interne Temperatur und bei Bedarf das Empfängersignal. Durch den eingebauten Drucksensor wird in Verbindung mit der Telemetrieapplikation ein barometrisches Variometer realisiert und auch dessen Konfiguration lässt sich anpassen. Dabei stehen zusätzliche Anschlüsse für einen Strom-Spannungs-Sensor sowie für drei Temperatur- und einen Drehzahl-sensor zur Verfügung. SM-Modellbau bietet hier eine breite Palette an unterschiedliche Sensoren,



Das Gerät lässt sich auch in kleineren Modellen platzsparend unterbringen



Hier sind Strom, Spannung und die Steigleistung dargestellt. Macht man nun mehrere Flüge hintereinander und probiert unterschiedliche Luftschrauben aus, so kann man hinterher exakt sagen, welche Antriebskombination die beste Leistung bietet



Über das UniDisplay lässt sich der UniLog 2 vollständig einstellen. Bei Bedarf gibt es auch eine Live-Anzeige der Daten

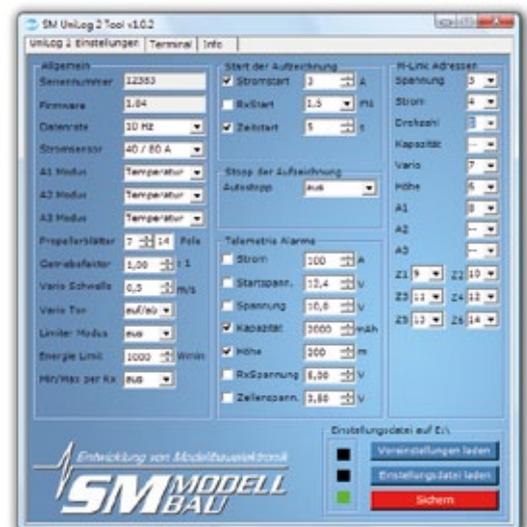
sodass ein sehr weiter Bereich damit abgedeckt sein wird. Ebenfalls in der Konfiguration wird auch festgelegt, unter welchen Umständen das Gerät mit der Aufzeichnung der Daten beginnen kann. Hier lässt sich zum Beispiel eine Einschaltzeit, ein Strom oder ein Empfängersignal als Schwelle definieren.

Anwendungen

Zur Nutzung der Telemetriefunktionalität lassen sich weitere Definitionen, beispielsweise die Adressen, auf denen die jeweiligen Werte zum Sender zurückgeschickt werden, festlegen. Wird der UniLog 2 mit Strom versorgt, das kann über den Empfänger oder den Strom-Spannungs-Sensor erfolgen, beginnt er mit der Aufzeichnung

Bezugsadresse

SM-Modellbau
 Blumenstr. 24
 82407 Wielenbach
 Telefon: 08 81/927 00 50
 Fax: 08 81/927 00 52
 E-Mail:
info@sm-modellbau.de
 Internet:
www.sm-modellbau.de
 Preis: 99,- Euro



Über das PC-Programm SM UniLog 2 Tool kann der Datenlogger konfiguriert werden

der Daten, sobald eines der programmierten Einschalt-Kriterien erreicht ist. Gleichzeitig werden die Telemetriedaten über Duplex, HoTT oder M-Link über den Link-Anschluss zum Sender zurück übertragen. Die drei Status-LED auf der Oberseite geben parallel Aufschluss über den aktuellen Zustand des UniLog 2. Wer zum Beispiel seine Hochstarthöhen optimieren möchte, der stellt eine Datenrate von ein Hertz ein, platziert den Logger ohne jeglichen zusätzlichen Sensor im Modell und geht fliegen. Nach jedem Hochstart lässt sich per UniDisplay die maximale Höhe direkt ablesen und man kann das optimale Setup des Modells erfliegen.

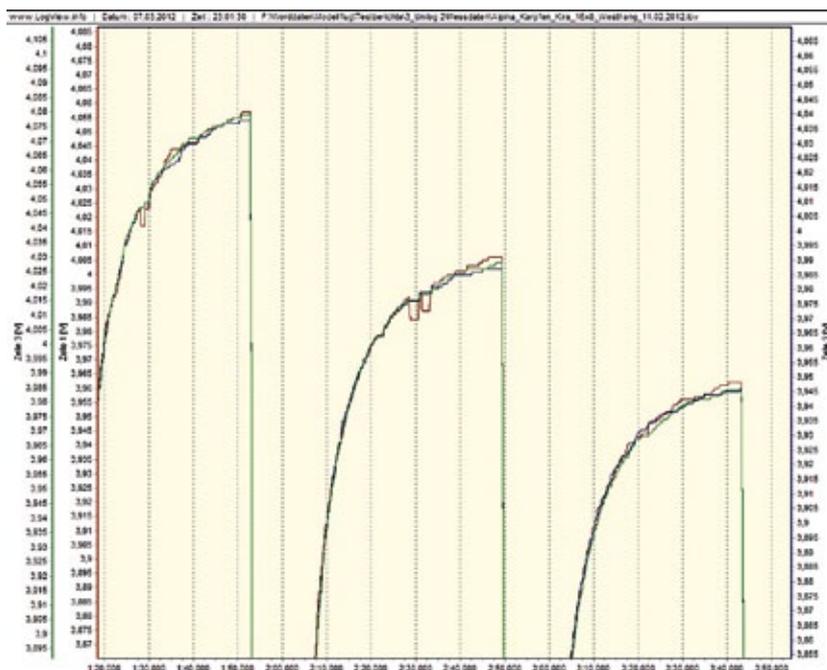
Der klassische Anwendungsfall wird jedoch die Elektro-Antriebsmessung sein. Dabei wird ein externer Strom-Spannungs-Sensor angeschlossen und bei Bedarf auch noch ein Drehzahl- und/oder bis zu drei Temperatursensoren. Wer es ganz genau wissen möchte, der loggt parallel auch noch die Einzelzellenspannungen seiner LiPos mit und sieht sehr schnell, welche Zelle zum Beispiel unter Volllast schlapp macht. Durch den integrierten Drucksensor lassen sich nicht nur die durchschnittlichen Werte für Strom, Spannung und Drehzahl ablesen, sondern auch die zugehörigen Steiggeschwindigkeiten. Eine weitere Anwendung ist beispielsweise eine Analyse der Empfängerstromversorgung, um die Belastbarkeit des BEC-Systems zu überprüfen.

Nur der Vollständigkeit halber erwähnen möchten wir, dass der UniLog 2 auch als Limiter für die verschiedensten F5x-Klassen eingesetzt werden kann. Auch die brandneue Wettbewerbsklasse F5J setzt einen Limiter voraus und es ist davon auszugehen, dass in einer der nächsten Versionen der UniLog 2 bereits diesen Anforderungen gewachsen sein wird.

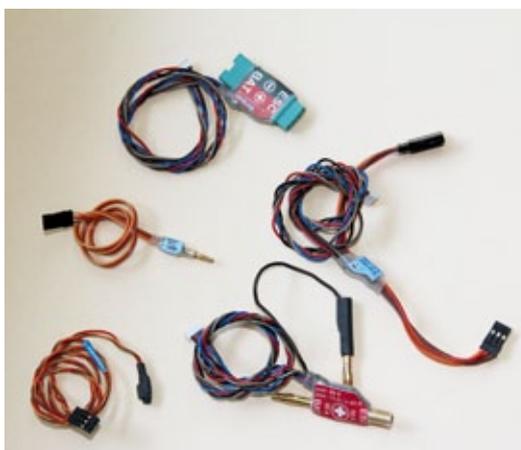
Noch kurz ein paar Worte zur Auswertung der Daten. Das Importieren der geloggtten Werte in das Auswerteprogramm LogView ist sehr einfach, zudem gibt es zur grafischen Darstellung mittlerweile eine spezielle Vorlage für den UniLog 2. Nach ein paar Datenfiles hat man den Bogen raus und kann sich der intensiven Analyse hingeben. Selbstverständlich lassen sich die Daten auch in Excel exportieren, Drucken und auf vielerlei Arten formatieren.

Evolution gelungen

Der UniLog 2 ist ein würdiger Nachfolger des allseits beliebten Vorgängers. Das System von Stephan Merz ist durchdacht und alle Teile sind zueinander kompatibel. Dadurch kann man sehr schnell und flexibel auf anstehende Messaufgaben reagieren. Der UniLog 2 ist sehr einfach zu bedienen und die Auswertung mit LogView bie-



Hier wurde in die Auswertegratik hinein gezoomt, um die Einzelzellenspannungen besser vergleichen zu können



Hier eine kleine Auswahl der unterschiedlichen, bei Stephan Merz verfügbaren Sensoren. Alleine die Spannungs-Strom-Sensoren gibt es von 20 bis 400 Ampere mit verschiedenen Steckersystemen



Alle Antriebsdaten auf einen Blick auf dem Display der Royal pro 16 von Multiplex: Spannung, Strom und Drehzahl

tet vielfältigste Möglichkeiten. Ganz nebenbei gestattet der Datenlogger Echtzeit-Telemetrie für drei 2,4-Gigahertz-Systeme und ein barometrisches Variometer.



Die beiden oberen Werte gehören zur Variometerfunktion, darunter die aktuelle Temperatur



Einzelzellenspannungen von drei LiPo-Zellen werden in Millivolt angezeigt. Selbstverständlich lassen sich Alarmer programmieren, um bei Unterschreiten eines Werts rechtzeitig zu landen

PRAXISTIPPS aus dem Elektroflug

e-rste Hilfe

Versiegeln mit Flüssiggummi

Hochstromstecker von Multiplex eignen sich ideal als Steckverbindung zwischen Motor und Akku. Zugleich bieten sie sich zum Verbinden von Flächenservokabeln und der Empfänger-seitigen Verlängerungsleitungen an. Um die offen liegenden Stromkontakte vor einem Kurzschluss zu sichern, ist klassischer Schumpfschlauch weniger gut geeignet. Viel praktischer erweist sich da flüssiges Gummi wie es von Plasti Dip in verschiedenen Farben angeboten wird. Der kann ganz einfach und schnell mit einem Holzstab an erforderlicher Stelle aufgetragen werden. Erhältlich ist Plasti Dip in kleinen Dosen im Fachhandel und Baumärkten.



Mit Flüssiggummi versiegelte Kontakte sind vor Kurzschlüssen sicher

Umstecken der Motorwelle

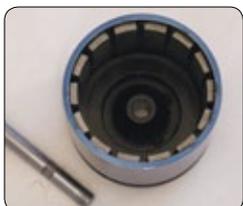
Die O.S.-Außenläufer sind ab Werk nur für eine Rückwandmontage geeignet. Damit passen sie nicht in Seglerrümpfe. Laut Graupner hatten Kunden, die dies verändern wollten, häufig Probleme beim Lösen der rückwärtigen Inbusschraube, die bei den beiden großen Motoren OMA-5020-490 und OMA-5025-375 die Welle festhält. Die Annahme, diese M3-Schraube sei besonders fest gesichert, führte häufig zum Abdrehen derselben. Nein, O.S. hat diese Schraube richtiger Weise mit einem Linksgewinde versehen, damit sie sich bei Rechtslauf der Rotorglocke nicht aufdreht. Die Welle wird dann noch von zwei um 90 Grad versetzte M4-Madenschrauben in der Rotor-Rückplatte befestigt, die durch die entspre-

chenden Lüftungslöcher erreichbar sind. Danach müsste sich die Welle mit sanfter Gewalt herausdrücken lassen. Ein kleines Problem könnte nun darin bestehen, die beiden zugehörigen Abflachungen auf der Welle (Verdrehsicherung) mit „Hausmitteln“ winkelgenau an der für den umgebauten Motor passenden Stelle wieder hinzukriegen. Nun, notfalls tut's ja auch eine. Und dann den Rotor sehr vorsichtig wieder einsetzen. Die Kugellager dürfen keinen Schaden nehmen. Etwas einfacher liegt der Fall bei den beiden kleineren O.S.-Motoren. Hier ist die Welle nur durch einen Ring mit zwei normalen M3-Madenschrauben gesichert. Dass man als Kunde bei derartigen Eingriffen die Garantiesprüche verliert, dürfte wohl allgemein bekannt sein.



Ab Werk leider nur für Rückwandmontage geeignet, doch die Inbusschraube lässt sich durch Rechtsdrehen lösen

So passt der Motor nun auch in Seglernasen



Die Original 6-Millimeter-Welle hat zwei um 90 Grad versetzte Mitnehmerflächen und lässt sich nach Aufdrehen der Madenschraube leicht herausziehen



Bei den kleineren Motoren ist die Welle nur durch einen Ring (rechts unten) gesichert und leicht austauschbar



Elektroflug Kontakt

Ludwig Retzbachs
Magazin

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 2012. Mit meiner Bestellung bis zum **31. Juli 2012** 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 77-110, Telefax: 040/42 91 77-120
E-Mail: service@elektroflug-magazin.de

LR1201

Mehr attraktive Angebote online: www.alles-rund-ums-hobby.de

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

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:

Leserservice
Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin
65341 Eltville

Telefon: 040/42 91 77-110

Telefax: 040/42 91 77-120

E-Mail: service@elektroflug-magazin.de

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 77-110, Telefax: 040/42 91 77-120
E-Mail: service@alles-rund-ums-hobby.de

LR1201

Mehr attraktive Angebote online: www.alles-rund-ums-hobby.de

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



Die Suche hat ein Ende. Täglich nach hohen Maßstäben aktualisiert und von kompetenten Redakteuren ausgebaut, finden Sie bei 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.

Shop
Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin
65341 Eltville

Telefon: 040/42 91 77-110

Telefax: 040/42 91 77-120

E-Mail: service@alles-rund-ums-hobby.de

Elektroflug Leserbrief-Karte

Ludwig Retzbachs
Magazin

Meine Meinung:

Vorname, Name

Straße, Haus-Nr.

Postleitzahl Wohnort

Land

Geburtsdatum Telefon

E-Mail

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

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

LR1201

Telefax: 040/42 91 77-399, E-Mail: redaktion@elektroflug-magazin.de

modellflug-praxis im Internet: www.elektroflug-magazin.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, 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

Kunstvoll

Kompakte 3D- und Kunstflugmodelle gehören zu den Lieblingen der Modellflieger. Ihre Größe löst Mitnahme-Effekte aus und *der zu erwartende Flugpaß garantiert ein von Entspannung geprägtes Erlebnis*. Los geht es mit einem 3s-Setup bis rauf zu 6s-LiPos. Das freut die Hobbykasse und je nach Modell sind bereits bei schmalem Energieeinsatz Höchstleistungen möglich. SIEBEN UNTERSCHIEDLICHE MODELLE zwischen 1.250 und 1.500 Millimeter Spannweite fassen wir in einer Übersicht zusammen.

Hepf

Yak-55 M 1.4

- ⤴ Ab 3s-LiPos geeignet
- ⤴ Durchdachte Konstruktion
- ⤴ Sehr gute Kunstflugeigenschaften
- ⤵ Klebenahnt der GFK-Radschuhe sollte verstärkt werden

★★★★★ SEHR GUT



Der AXi 4120/12 in der Yak-55 von Hepf wird von einem 3s-LiPo versorgt. Das genügt tatsächlich für 3D-Flug

Hepf Yak-55 M 1.4

Preis: 229,- Euro

Internet: www.hepf.at

Die Yak-55 von GB-Models vertreibt Hepf Modellbau aus Österreich in Deutschland. Beim Antrieb hat der Pilot die Wahl zwischen 3s-, 4s, 5s- oder gar 6s-LiPo-Zellen? Dafür gibt es dann jeweils die passende Windungsvariante des AXi 4120. Im Test kam die hochinteressante Minimallösung zum Zuge. Verknüpft mit der spannenden Frage, ob man damit eine 1.400-Millimeter-Yak durch 3D- und Kunstflugfiguren bringen kann? Schon nach sehr kurzer Bauzeit stand das Modell auf dem Platz und durfte sein Können beweisen. Für die Drei-Zellen-Version sind die Servos für Höhen- und Seitenruder ganz nach vorne gerückt, was kein Problem darstellt und durch passendes Zubehör unterstützt wird. So ließ sich auch mit einem 3s-LiPo mit 3.600 Milliamperestunden Kapazität der Schwerpunkt bleifrei einstellen. Großzügigen Zugang verschafft hierbei der Zugang zum Rumpfinnenen über das ausladende, demontierbare Rumpfoberteil. Für Vortrieb sorgt ein 15 × 8-Zoll-Propeller. Der bewegt 2.255 Gramm Flugmasse souverän durch die Luft. Ja, sie geht senkrecht, nicht wie eine Rakete, aber das ist eben auch schon die zweite Erkenntnis: Die Fluggeschwindigkeit der Yak 55 ist ebenfalls minimalisiert. Der 15-Zoll-Propeller macht das Modell nicht etwa schnell, sondern liefert in erster Linie Zug. Mit den empfohlenen Werten ist sie gut eingestellt, selbst 3D-Beginner haben eine Chance. Dass ein großer Prop nicht nur gut zieht, sondern in den Abwärtspassagen auch bremst, befördert den angestrebten Konstant-Speed-Flugstil. Sie bietet eine sehr gute Flugperformance und das schon mit einem 3s-LiPo.

Schweighofer Raver

Preis: 139,90 Euro

Internet: www.der-schweighofer.com

Der Raver von Flight-8, angeboten über Schweighofer, gehört mit seinen 1.270 Millimeter Spannweite zur beliebten 3s-Klasse im F3A-Look. Er ist als reines Zweckmodell ausgelegt und weist große Höhen- und Seitenruder sowie relativ große Querruder auf. Interessanterweise ist der Rumpf im Verhältnis zur Tragfläche etwas kürzer ausgefallen, was nicht zuletzt agile Flugeigenschaften verspricht. Als überlegt konstruierte und weitgehend vorgefertigte Balsa-Sperrholz-Konstruktion, die mit Oracover-Folie fünfjährig bespannt ist, hinterlässt das Modell einen guten Eindruck. Insgesamt geht die Montage zügig vonstatten. Einzig das Einkürzen des Motordoms, wegen des länger bauenden Antriebs, erforderte etwas Mehrarbeit. Wählt man durch Verschieben des Akkus den vorderen Schwerpunkt, eignet sich der Raver für den klassischen Kunstflug. Soll das 3D-Potenzial ausgeschöpft werden, verlegt man den Schwerpunkt vor. Die Ruderausschläge können für 3D-Flug so groß wie möglich eingestellt werden. In der Summe fliegt sich das Modell völlig unkritisch. Je nach Schwerpunktlage ist im Rückenflug nur geringes Drücken erforderlich. Im Messerflug geht der Raver ebenfalls sehr neutral, braucht aber viel Geschwindigkeit oder einen hohen Anstellwinkel. Mit großen Ausschlägen und nach hinten verlegtem Schwerpunkt sind sämtliche 3D-Figuren fliegbar. Der Raver ist ein unkompliziertes und leicht zu beherrschendes 3D- und Kunstflugmodell.



Schweighofer

Raver

- ⊕ Gute Verarbeitung und Vorfertigung
- ⊕ Aufwändiges Finish
- ⊕ Alltagstauglich
- ⊕ Gute Flugeigenschaften
- ⊖ Etwas schwere Bauweise

★★★★☆ GUT



Der ePower-Elektromotor passt nach einigen Anpassungen nahezu ideal auf den vorgebohrten Motordom des Raver



Dank der großen Motorhaube von RC-Toys Yak-55 wird der Kora-Top-Motor von Kontronik optimal gekühlt



RC-Toy

Yak-55sp

- ⌚ Hohe Vorfertigung
- ⌚ Sehr gute Teile- und Bausatzqualität
- ⌚ Sehr gute Kunstflugeigenschaften
- ⌚ Bestens für 3D geeignet
- ⌚ Rumpf trägt nicht optimal in Messerfluglage

★★★★☆ GUT

RC-Toy Yak-55sp

Preis: 169,- Euro

Internet: www.rc-toy.de

Das Modell von RC-Toy ist der einsitzigen Yak-Variante 55sp nachempfunden, weist eine Spannweite von 1.480 Millimeter auf und soll mit einem 5s-LiPo auf ein Gewicht um die 2.400 Gramm kommen. Klassentypisch ist es in Balsasperrholz-Bauweise aufgebaut und mit Oracover-Folie bespannt. Der sehr hohe Vorfertigungsgrad lässt das Modell in kürzester Zeit entstehen. Das Herz der Yak bildet ein Brushlessmotor Kora Top 20-16 von Kontronik. Energie liefert ein 5s-LiPo mit 3.300 Milliamperestunden Kapazität. Eine 16 × 8-Zoll-Holzluftschraube von Metts wirbelt mit fast 7.200 Umdrehungen pro Minute um die Längsachse und erzeugt über 4.500 Gramm Schub, was bis zu 60 Ampere Stromentnahme entspricht. Mit erreichbaren Ausschlägen von 50 bis 55 Grad erreicht die Yak eine atemberaubende Wendigkeit. Präziser, vorbildgetreuer Kunstflug ist bereits mit etwa 20 bis 25 Grad Ausschlag machbar. Über das Verschieben des Akkus lässt sich der Schwerpunkt gut einstellen. Bei mittlerer Position muss im Rückenflug nur wenig gedrückt werden und bei schwanzlastigem Schwerpunkt gar nicht. Im Messerflug muss entweder mit hoher Geschwindigkeit oder hohem Anstellwinkel geflogen werden. In langsam geflogenen Rollen sind daher große Anstellungsänderungen zwischen den Fluglagen nötig. Fliegt man mit maximalen Ruderausschlägen, kennt das Modell keine Grenzen mehr. Trudelfiguren, Harrierrolle und vieles mehr sind drin. Ob präziser, weiträumiger Kunstflug oder wildes 3D, die Yak-55sp von RC-Toy kann beides.

Voltmaster

SebArt 342 S30e

- ⌚ Ausgewogene 3D-Flugeigenschaften
- ⌚ Qualität Bauteile und Verarbeitung
- ⌚ Vorfertigungsgrad
- ⌚ Stimmiges Antriebskonzept
- ⬇️ Hohes Abfluggewicht

★★★★☆ GUT

Voltmaster SebArt 342 S30e

Preis: 199,- Euro

Internet: www.voltmaster.de

Mit 1.330 Millimeter Spannweite ist die SebArt 342 S30E aus der 3s-LiPo-Klasse recht handlich, aber mit etwa 1.760 Gramm Abfluggewicht auch kein Leichtgewicht mehr. Der Bausatz enthält alle zum Bau benötigten Teile. Die Konstruktion ist in überschaubarer Zeit zu bewerkstelligen. Wie effizient hier der Antrieb arbeiten kann, ist durchaus spannend zu beobachten. Da SebArt-Modelle meist auf einen Hacker-Antrieb ausgelegt sind, gibt es für jedes Modell ein spezielles Antriebsset. In diesem Fall sogar zwei, wobei man sich zwischen einer 3s- und einer 4s-LiPo-Konfiguration entscheiden muss. Hier kam Letzteres zum Zug. Der Brushlessmotor Hacker A30-12XL V2 dreht eine 14 × 7-Zoll-Luftschraube mit satten 8.400 Umdrehungen pro Minute sehr kraftvoll und erzeugt etwa 3.500 Gramm Schub. An Strom konsumiert er etwa 45 Ampere. Um die hinterste Schwerpunktlage zu erreichen, musste der relativ schwere 2.450er-LiPo sehr weit nach vorne in den Motordom geschoben werden. Die Power reicht für endlose, senkrechte Steigflüge. Mit vorgegebenen Ruderausschlägen lässt sich das Modell angenehm direkt steuern. Eine ihrer Paradeisziplinen ist der Messerflug. Dieser kann sowohl sehr rasant als auch recht langsam mit hohem Anstellwinkel geflogen werden. Ebenso gut funktionieren langsame und gezeitete Rollen. Ebenso bravourös benimmt sie sich in 3D. Das etwas hohe Gewicht fällt nicht weiter auf. Die SebArt 342 von SebArt, erhältlich bei Voltmaster, bietet Profis und weniger erfahrenen Piloten gleich viel Spaß.



Der Akku passt perfekt unter die Motorhaube der SebArt 342 von Voltmaster

Braeckman Addiction X

Preis: 229,- Euro

Internet: www.braeckman.de

Bei der Addiction X kommen außergewöhnliches Design und eine durchdachte, bis ins kleinste Detail perfekt umgesetzte Konstruktion zusammen. Der extrem schmale, hohe Rumpf – gepaart mit fast schon quadratischen Tragflächen einschließlich Riesenrudern und auffällig dickem Tragflächenprofil – sorgen für Aufsehen. Hinzu kommt die sehr leichte und dennoch stabile Bauweise in Fiber-Fusions-Technik. Etwas Sperrholz und Balsa, gestützt von CFK-Profilen und Folie, verleihen dem Modell ein Minimalgewicht sowie geringe Flächenbelastung. Zu bauen ist nicht mehr viel, die Montage gelingt schnell und mühelos. Setzt man das Seitenruderservo am hinteren Ende der Kabinenhaubenöffnung ein, stellt sich der Schwerpunkt mit dem vorgeschlagenen 2.200-Milliamperestunden-LiPo optimal ein. Ein Brushlessmotor vom Typ Thrust 40 sorgt mit einem 14 × 7-Zoll-Holzpropeller für viel Power. Auf dem Platz angekommen, nervt nur die fummelige Flächenfixierung mit Nygonschrauben. Ist das erledigt, zeigt die Addiction X, was sie kann. Sind die größtmöglichen Ausschläge eingestellt, machen engste Wendungen mächtig Laune. Im Messerflug sind niedrige und hohe Anstellwinkel fliegbar. Zuhause fühlt sich das Modell beim 3D-Bolzen. Vor allem auf engstem Raum und dicht über dem Boden fliegen zu können, sorgt für den süchtig machenden Kick. Präzise kann sie zwar auch, aber das passt nicht wirklich. Kurzum: die Addiction X von Braeckman ist eine puristische 3D-Maschine.



Braeckman

Addiction X

- ⊕ Extrem leicht und niedrige Flächenbelastung
- ⊕ Sehr hohe Vorfertigung
- ⊕ Stabile CFK-Holz-Bauweise
- ⊕ Sehr gute 3D-Flugeigenschaften
- ⊖ Umständliche Tragflächenmontage und -demontage

★★★★☆ GUT

Kohlefaser, Balsa- und Sperrholz mit zahlreichen Gewichtsreduzierungen sorgen für eine sehr leichte, verwindungssteife Konstruktion der Addiction





Die Motormontage an der Edge-540 von Kyosho ist dank des cleveren Tragegestells eine Sache von Minuten

Kyosho
Edge-540 Red Bull Chambliss

- ⊕ Perfekte Bauausführung
- ⊕ Ansprechendes Red Bull-Design
- ⊕ Neutrales Flugverhalten
- ⊖ Relativ schwer
- ⊖ Fahrwerksaufnahme ungenügend verklebt

★★★★☆ BEFRIEDIGEND

Kyosho Edge-540 Red Bull Chambliss

Preis: 269,- Euro

Internet: www.kyosho.de

Kyoshos Edge-540 im Red Bull-Design ist komplett aus Balsa und Sperrholz erstellt und mit bedruckter Folie bespannt. Die Montage erledigt sich nicht zuletzt wegen des hohen Vorfertigungsgrads zügig. Die Passgenauigkeit der Teile überzeugt. Fertig gebaut bringt sie jedoch 2.450 Gramm auf die Waage und ist damit das schwerste Modell in dieser Übersicht. Am stabilen Motordom befestigt, findet sich ein von Kyosho empfohlener Außenläufer AL50-480M. Er sorgt in Kombination mit einer 13 × 10-Zoll-Luftschaube für guten Vortrieb, um dynamischen Kunstflug absolvieren zu können. Wer mehr Power wünscht, wählt einen 14 × 8-Zoll-Propeller, mit dem dann auch Vorstöße in die 3D-Welt möglich ist. Als Stromquelle dient ein 5s-LiPo mit 4.000 Milliamperestunden Kapazität. Hält man sich an die empfohlenen Ruderausschläge, fliegt sich die Edge-540 angenehm direkt und nicht zappelig. Dynamisch geflogene Figuren gelingen sehr gut – und auch im Messerflug zeigt sich das Modell von seiner besten Seite. Ein Strömungsabriss ist kaum zu provozieren, es wackelt mit den Flächen und bleibt steuerbar. Möchte man vielmehr Rumbolzen, spielt die Edge-540 auch hier mit. Das Antriebssetup lässt es jedoch angeraten erscheinen, dann in Sicherheitshöhe zu fliegen, um beispielsweise enge Überschläge zu absolvieren. Fortgeschrittene und Knüppelmeister werden jedenfalls mit der Edge-540 Red Bull Chambliss von Kyosho ein Modell zum Austoben haben.



Braeckman
Extra MX 58

- ⬆️ Stabile und sehr leichte Fiber-Fusions-Bauweise
- ⬆️ Breites Anwendungsspektrum
- ⬆️ Klasse Kunstflug- und 3D-Flugeigenschaften
- ⬆️ Sehr gutes Antriebskonzept
- ⬇️ Fahrwerksmontage nicht optimal

★★★★★ SEHR GUT

Technische Daten

Modellname	Extra MX 58	Yak 55 M 1.4	SebArt 342	Yak-55sp
Bezug	Braeckman Modellbau	Hepf Modelltechnik	Voltmaster	RC-Toy
Spannweite	1.468 mm	1.400 mm	1.320 mm	1.480 mm
Länge	1.276 mm	1.400 mm	1.340 mm	1.440 mm
Gewicht	1.782 g	2.255 g	1.757 g	2.419 g
Motor	Thrust 50	AXi 4120/12	Hacker A30-12XL V2	Kora-Top 20-16W von Kontronik
Propeller	15 × 7 Zoll Holzluftschraube JXF/VOX	15 × 8 Zoll APC-E	14 × 7 Zoll APC-electric	Metts E-Prop 16 × 8 Zoll, Holz
Flugakku	2 × 3s-LiPo 2.200 mAh, SLS ZX 35C	3s-LiPo 3.600 mAh	4s-LiPo, 2.450 mAh 30C Hacker TopFuel	5s-LiPo 3.300 mAh, 30C von SLS
Regler	Quantum 65	Jeti Spin 55 BEC	Hacker MasterBasic 55 SB	YGE 80BEC von Heino Jung
Flächeninhalt	46,51 dm ²	36 dm ²	38 dm ²	40 dm ²
Flächenbelastung	38,31 g/dm ²	62,66 g/dm ²	46,3 g/dm ²	60 g/dm ²
Bewertung	★★★★★	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆

Braeckman Extra MX 58

Preis: 269,- Euro

Internet: www.braeckman.de

Die Extra MX 58 der australischen Firma Precision Aerobatics wird von Braeckman in Deutschland vertrieben. Bei diesem Modell ist alles wie erwartet von bester Materialauswahl und sorgfältiger Verarbeitungsqualität. Sehr beeindruckend ist die sagenhaft filigrane und gleichwohl torsionsfeste Bauweise bei extrem niedrigem Gewicht. Eine gekonnte Balsa-Sperrholz-Bauweise mit CFK-Stäben und CFK-Platinen, die so genannte Fiber-Fusions-Technik, macht dies möglich. Die Montage geht aufgrund der hohen Vorfertigung sehr schnell von der Hand. Vortrieb organisiert ein Thrust 50-Brushlessmotor mitsamt einer 15 × 7-Zoll-Holzluftschraube. Zwei 3s-LiPos mit 2.200 Milliamperestunden Kapazität sind schwerpunktgerecht auf dem Akkubrett befestigt und sorgen für ein geringes Abfluggewicht von 1.782 Gramm. Eingestellt mit dem empfohlenen Schwerpunkt überzeugt die Extra MX58 vom Start weg. Senkrecht Steigen ist kein Problem. Sie fliegt neutral und ist sehr gut im Normal- und auch im Rückenflug beherrschbar. Wählt man sehr große Ruderausschläge, zeigt sie ihr 3D-Können und bleibt dabei immer präzise steuerbar. Im Messerflug sind kaum Korrekturen nötig. Die Wendigkeit, Reaktionsschnelle und Kraftreserven der MX überzeugen. Welche Figur man auch immer der MX abverlangt, sie tut es und zwar elegant, weich und unaufgeregt – oder wenn gewünscht auch knallhart.



Brushlessmotor Thrust 50, Regler Quantum 65A und 2 × 3s-LiPos sorgen für den brachialen Vortrieb der Extra MX 58



Addiction X	Raver	Edge-540
Braeckman Modellbau	Schweighofer	Kyosho
1.270 mm	1.270 mm	1.400 mm
1.331 mm	1.220 mm	1.360 mm
1.200 g	1.480 g	2.450 g
Thrust 40 von Braeckman	ePower EP 2826 900	AL50-480M
14 × 7 Zoll Holz-Elektropopper VOX	13×6,5 Zoll APC Thin Electric	13 × 10 Zoll
3s-LiPo, 2.200 mAh, 35C von Braeckman	3s-LiPo ePower EXP 2.500 mAh 25C	5s-Lipo mit 4.000 mAh
Quantum Pro 45 Ampere von Braeckman	ePower 50A 3A L-BEC	Hype Alpha Control Pro 80 A
48 dm ²	29 dm ²	36,8 dm ²
25 g/dm ²	48 g/dm ²	66,57 g/dm ²
★★★★☆	★★★★☆	★★★☆☆

Fazit

Eine geschickte Modellkonstruktion und Materialkonfiguration können Leichtgewichte mit extrem guten 3D- und Kunstflugeigenschaften entstehen lassen. So steht die Extra MX 58 von Braeckman zurecht auf Platz 1. Dicht gefolgt von der zwar deutlich schwereren und klassisch aufgebauten Yak-55 von Hepf, aber deren minimalistisches Antriebskonzept geht vollends auf und überzeugt. Im Mittelfeld wird es eng zwischen der SebArt 342, der Yak-55 von RC-Toy und der Addiction X. Wobei das letztgenannte Modell aus dem Rahmen und etwas zurück fällt, weil es beinahe kompromisslos auf 3D eingestellt ist und es damit am gewünschten Quäntchen Präzision missen lässt. Mit den beiden Schlusslichtern Raver und Edge 540 lässt sich hervorragend und preiswert 3D- und Kunstflug betreiben. Doch das Niveau der anderen Modelle drängt sie in diesem extrem dichten Feld zurück.

MEHR WISSEN, besser fliegen

e-Facts

Elektroflug ist für viele zu einem unkomplizierten Freizeitvergnügen geworden. Einschalten, losfliegen. Und dennoch drängt sich so manche FRAGE auf, gehört HALBWISSEN auf den Prüfstand und LEGENDEN sind zu entzaubern. Hier die Fakten.

Was passiert, wenn ein LiPo (Lithium-Ionen-Akku im Foliengehäuse) ins Wasser fällt?

In Kreisen der Wasserflieger werden immer wieder Befürchtungen laut, ein LiPo könne bei versehentlichem Wasserkontakt brennen oder gar explodieren und es so zu einer Gefährdung des Modells und der Umwelt kommen. Dies ist aber nicht der Fall. So zeichnen sich Lithium-Ionen Akkus dadurch aus, dass sie normalerweise kein metallisches Lithium enthalten, das für sich alleine tatsächlich heftig mit Wasser reagieren würde. Dazu kann davon ausgegangen werden, dass auch Foliengehäuse weitgehend dicht sind. Sollte der worst case eintreten und das Modell mitsamt Akku tatsächlich untergehen, so würde der Wasserkontakt an der Anschlussplatine dazu führen, dass der Akku sich allmählich entlädt. Natürlich ist dies keine ordnungsgemäße Entsorgung – alte, ausgediente Akkus gehören



Total geflutet und immer noch ein LiPo – der nicht brennt

in die Sammelstelle. Damit dort nichts passiert, sollte man sie als menschenfreundlicher (Ex-)User vorher in ein Glas mit Leitungswasser legen. Sie sind dann nach einigen Tagen leer. Wenn man etwas Salz zugibt, geht's schneller.

Steigt bei Elektro Impellern der Wirkungsgrad mit der Blattzahl?

Noch nie gab es so viele Elektro-Impeller-Modelle auf dem Markt wie aktuell. Auch bei den Impellern selbst zeichnet sich ein neuer Trend ab. Weg von Drei und Vierblatt-Ausführungen, hin zu sieben bis zehn Blättern. Allerdings wird so ein Gebläse damit nicht effizienter (eher weniger), aber zumindest wesentlich leiser, was bei der Vielzahl elend kreischender Schaumjets ja auch nicht ganz verkehrt sein kann. Zudem wird bei einem mehrblättrigen Rotor die Einlaufgestaltung einfacher. Wenn also keine stömungsgünstig saubere Einlaufgestaltung möglich ist und der Impeller durch Hilfsöffnungen am Rumpfboden oder seitlich „atmet“, kann dieser geringe

Effizienzverlust durchaus kompensiert werden.



Mehr Blätter machen das Geräusch angenehmer. Der Impellersound gleicht dann subjektiv dem einer Kerosinturbine – beinahe jedenfalls

Es ist nicht immer ganz einfach, an die Akkus im Modell heran zu kommen



Muss man LiPos beim Laden immer aus dem Modell nehmen?

Wer zuhause in der Hobbywerkstatt seine Batterien auflädt, macht sicher keinen Fehler, wenn er die Empfehlung befolgt, die Batterien dazu auf einer feuerfesten Unterlage zu platzieren. Vorsicht ist eigentlich auch dann nicht falsch – auch wenn das Brandrisiko als äußerst gering eingestuft wird. Ein Handy lädt man ja auch nicht nur im Freien. Beim Laden auf dem Flugplatz kann man die Sache

entspannter angehen. Hier ist es sicher nicht erforderlich, die Zellen aus dem Modell herauszunehmen. Wenn die eingebauten Zellen mit angeschlossenem Balancer und mit den vom Hersteller erlaubten Strömen geladen werden, besteht heute kein triftiger Grund mehr, ein „Abfackeln“ des Modells aufgrund Akkubrand zu befürchten. Zudem schadet es den Akku sicher nicht, wenn er an seinem Platz verbleiben kann. Eventuell benötigt man dann allerdings ein Balancer-Verlängerungskabel.

WIR SORGEN FÜR BEWEGUNG

SPORT IM DMFV



- ✓ ALLE SPARTEN DES MODELLFLUGSPORTS
- ✓ NATIONALE UND INTERNATIONALE MEISTERSCHAFTEN
- ✓ KOMPETENTE ANSPRECHPARTNER AUS JEDER SPARTE
- ✓ FÖRDERUNG DES BREITENSORTS
- ✓ UNTERSTÜTZUNG VON SPITZENSORTLERN



**DEUTSCHER
MODELLFLIEGER
VERBAND**

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

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

www.dmfv.aero
www.jugend.dmfv.aero
www.modellflieger-magazin.de

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.

Elektroflug *Ludwig Retzbachs* Magazin

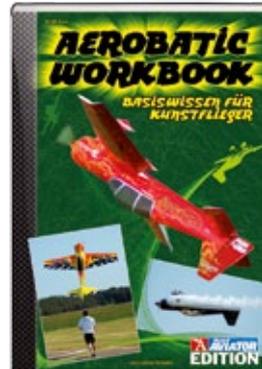
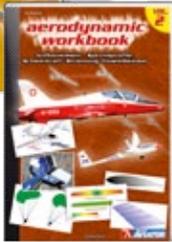
Mehr Informationen, mehr Bücher im Online-Buch-Shop unter www.alles-rund-ums-hobby.de



Aerodynamic Workbook Volume I und II
Tobias Pfaff

Warum kann ein Flugzeug überhaupt fliegen und welche Kräfte wirken auf ein Fluggerät am Himmel? Diese und andere Fragen beantwortet Tobias Pfaff in diesen Workbooks mit anschaulichen Illustrationen und informativen Diagrammen.

68 Seiten, Format A5
Aerodynamic-Workbook Volume I:
Artikel-Nr. 12683
Aerodynamic-Workbook Volume II:
Artikel-Nr. 12684
je € 8,50



Aerobatic Workbook
Lothar Schäfer

Detaillierte Beschreibungen zahlreicher Kunstflugfiguren inklusive der Knüppelstellungen am Sender machen das Aerobatic-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.aerobatic-workbook.de



RC-Flight-Control 02/2011

Mit dem Fachmagazin werden Sie mit dem nötigen Wissen rund um moderne Video-Übertragungssysteme versorgt. Außerdem informiert ein großer Vergleichstest über die aktuellen Telemetriesysteme und über neue Kameras für geniale HD-Bilder.

Artikel-Nr. 12811
€ 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



Jagdflugzeuge 1914 - 1918

Faszinierende Maschinen einer unruhigen Epoche, in der jedoch die Luftfahrttechnik zehn Jahre nach dem ersten Motorflug der Gebrüder Wright einen großen Entwicklungsschub erlebte, werden aufwändig und prächtig in diesem Bildband präsentiert. Zahlreiche Muster sind großflächig abgebildet und damit eine wahre Freude für jeden Modellbauer.

Artikel-Nr. 12816
€ 19,95

LESE-TIPP
auf Seite 45



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

Dipl.-Ing. Ludwig Retzbach
DMFV Wissen – Brushless-Antriebe
68 Seiten, Format A5
Artikel-Nr. 12682, € 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 51**

Bestell-Fax: 040/42 91 77-120
E-Mail: service@alles-rund-ums-hobby.de

Beachten Sie bitte, dass 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.),
Oliver Wahls
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
www.elektroflug-magazin.de

Vertrieb
Kirsten Maaß
Telefon: 040 / 42 91 77-100
vertrieb@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:**

Leitung Redaktion/Grafik
Christoph Bremer

GEDRUCKT AUF CHLORFREI
GEBLEICHTEM PAPIER.
Printed in Germany.

Chefredakteur
Mario Bicher
(verantwortlich)

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

Redaktion
Mario Bicher,
Thomas Delectar,
Markus Glökler,
Gerd Giese,
Tobias Meints,
Ludwig Retzbach,
Jan Schnare,
Jan Schönberg,
Dr. Michal Šíp,
Georg Stäbe,
Stefan Strobel,
Karl-Robert Zahn,
Raimund Zimmermann

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

Redaktionsassistentz
Dana Baum

Bezug
Ludwig Retzbach
Elektroflug Magazin
erscheint zweimal im Jahr.

Autoren, Fotografen & Zeichner
Peter Claus, Markus Glökler,
Oliver Hoppe, Peter Kaminski,
Oliver Kinkelin, Frank Siegert

Einzelpreis
Deutschland: € 14,80
Österreich: € 16,30
Schweiz: sFr 22,90
Belgien: € 17,00
Luxemburg: € 17,00

Grafik
Jannis Fuhrmann,
Martina Gnaß,
Tim Herzberg,
Bianca Kunze
grafik@wm-medien.de

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

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
www.wm-medien.de

Grosso-Vertrieb
VU Verlagsunion KG
Postfach 5707
65047 Wiesbaden
Telefon: 061 23 / 620 - 0
E-Mail: info@verlagsunion.de
Internet: www.verlagsunion.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

**wellhausen
& marquardt
Mediengesellschaft**

Text: Markus Glökler
Fotos: Oliver Kinkelin und Markus Glökler



Video zum Bericht auf
www.elektroflug-magazin.de

Alpenglühnen

Drei Antriebe für die Alpina 3001

Segler in der Dreimeterklasse sind sehr beliebt. Im Vergleich zur Viermeterklasse sind sie noch problemlos in einem Kleinwagen zu transportieren, günstig in der Anschaffung, bieten *viel Flugleistung* und einen relativ großen Aktionsradius. Zur Steigerung der Alltagstauglichkeit fehlt ihnen nur ein Elektroantrieb. Drei davon haben wir in einer ALPINA getestet.

Lässt man die Wettbewerbsgeräte (F3B, F3J, F3F) in Voll-GFK-Technik mal außen vor und schaut sich auf dem Markt der Styro-Abachi-Modelle um, so ist die Alpina 3001 Champ sicherlich eines der Top-Modelle in diesem Segment. Was liegt da näher, als den Allrounder zu elektrifizieren, um ihn noch öfter einsetzen zu können. Gesagt, getan. Wir haben unseren Segler zum Elektromodell umgebaut und mit drei unterschiedlichen Antrieben getestet.

Die Qual der Wahl

Aktuell bietet der Markt eine schier unübersichtliche Anzahl von Motorisierungsvarianten und man hat buchstäblich die Qual der Wahl: Innenläufer oder Außenläufer, Direktantrieb oder Getriebe, High-End oder Low-Budget? Um potenziellen Nachahmern die Auswahl zu erleichtern, haben wir drei unterschiedlichste Antriebe unter die Lupe genommen. Dabei kommen zwei Außenläufer ohne Getriebe und ein Innenläufer mit Getriebe zum Einsatz, alle von namhaften Firmen und in unterschiedlichen Preisklassen. China-Direktimporte sind trotz der günstigen Preise mit Vorsicht zu genießen, denn Support und Gewährleistung sind dort Fremdworte. Aber gerade bei Modellen um 3.000 Millimeter (mm) Spannweite kommen sehr oft Regler mit BEC-Systemen zum Einsatz. Hier trägt ein hochwertiges Produkt maßgeblich zum sicheren und langlebigen Betrieb des Modells bei.

Umbauarbeiten

Bevor wir uns die verschiedenen Antriebe genauer anschauen noch ein paar Worte zum Umbau der Alpina 3001 in der Seglerversion. Das Modell besitzt einen recht geräumigen Rumpf, sodass zur Elektrifizierung auch günstige Außenläufer zum Einsatz kommen können. Um welche der 40-mm-Klasse einbauen zu können, wurde die Verwendung eines 45-mm-Spinners beschlossen und die Rumpfspitze entsprechend abgetrennt. Bei dieser Gelegenheit wurden selbstverständlich auch die Schleppkupplung und das zugehörige Servo mit ausgebaut. Eben-

falls weichen mussten die Hartholzklötze für den Hochstart- und Flitschenhaken.

Als Nächstes ging es an die Platzierung des Antriebsakkus. In der ebenfalls von Graupner angebotenen Elektroversion sitzt der Antriebsakku direkt hinter dem Motor, um den Schwerpunkt ohne Blei zu erreichen. Daher war zu befürchten, dass es in der Seglervariante Platzprobleme geben würde, da dort das Servobrett eingebaut ist. Bei genauerer Betrachtung stellte sich jedoch eine recht komfortable Lösung heraus. Der vorgesehene 3s-LiPo mit 2.800 Milliamperestunden (mAh) Kapazität und knapp 200 Gramm (g) passt genau unter das RC-Brett und kann bis zu den Rumpfservos vorgeschoben werden. Hinten wird er dann einfach mit einem Stück Klettband fixiert.

Bei Verwendung von Motoren in der 200-g-Klasse kann mit dieser Anordnung auf großzügige Bleieinlagen verzichtet werden und das Fluggewicht wird nicht unnötig in die Höhe getrieben. Ebenfalls zur Gewichtseinsparung trägt der Entfall des Empfängerakkus bei. Die BEC-Systeme in modernen Reglern sind problemlos in der Lage, die sechs Servos mit Strom zu versorgen.

Für unseren Test treten folgende Motor-Regler-Kombinationen an:

- Motor Kontronik Kira 480-31 mit Getriebe 5,2:1 und Regler Koby 55 LV
- Motor Hacker A30-12XL V2 mit Speed Controller X-55-SB Pro
- Motor robbe roxxy D35-50-06 mit Regler roxxy D960-6

Kontronik

Als erstes Antriebspaket kommt das DriveSet 480 von Kontronik zum Einsatz. Es besteht aus dem Kontronik Kira 480-31 mit Getriebe 5,2:1 und einem Koby 55 LV-Regler. Dabei handelt es sich um einen leistungsfähigen Innenläufer mit integriertem Lüfter, sowie maximal 28 mm Durchmesser und 79 mm Länge. Daran angeflanscht ist das bewährte Kontronik-Getriebe



Der extrem schmal bauende Kontronik-Antrieb mit Getriebe dreht Luftschrauben bis 16 Zoll Durchmesser und ist mit einem Lüfter ausgestattet

Technische Daten Alpina 3001 Champ Pro

Hersteller	Graupner/Tangent
Spannweite	3.001 mm
Rumpflänge	1.410 mm
Fluggewicht	2.300 - 2.350 g
Flügelfläche	48,2 dm ²
Flächenbelastung	47,7 – 48,8 g/dm ²
Preis	349,95 Euro ARC-Version, 529,95 Euro ARF-Version



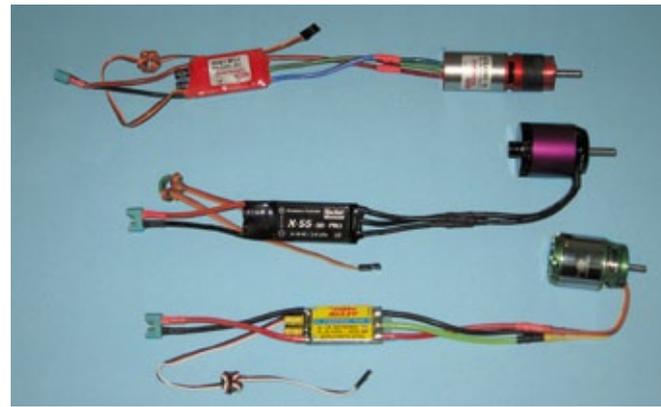
Der Akku wird unter dem Servobrett hindurch geschoben, stößt vorne an den Rumpfservos an und wird im hinteren Bereich durch ein Klettband in Position gehalten

Die Rumpfspitze der Seglerversion wird mit einer Puk-Säge abgetrennt und über den Motorspant in eine runde Form gebracht. Der Turbospinner liegt schon zur Anpassung bereit

mit einer Untersetzung von 5,2:1. Das Gewicht beträgt knapp 200 g. Die Motorsteuerung übernimmt der Kontronik Koby 55 LV, der bis zu 55 Ampere (A) Dauerstrom an 6s-LiPos verträgt und sehr vielfältige Programmiermöglichkeiten bietet. Im Lieferumfang mit enthalten sind Stecker und Buchsen, um Regler und Motor jederzeit wieder trennen zu können.

Der Einbau des Treiblings gestaltet sich problemlos. Die vier Bohrlöcher im Rumpfspant sind schnell eingebraucht und der Motor angeschraubt. Der Regler wird mit Klettband an der Rumpfsseitenwand befestigt. Die Grundfunktionen des Reglers lassen sich per Knüppelstellung programmieren, die Feinheiten wie beispielsweise Bremsstärke und BEC-Spannung können leider nur über die komfortable, aber auch kostenintensive Prodisc eingestellt werden. Eine Programmierung über die Procard I oder II ist nicht vorgesehen. Dafür lässt sich der Regler mittels Prodisc selbst updaten. Die Konfiguration von Akkutyp, Bremse und Abschaltverhalten ist sehr komfortabel per Display einzustellen und zu kontrollieren.

Der Getriebe-Antrieb von Kontronik gestattet die Nutzung relativ großer Luftschrauben, was dem Gesamtwirkungsgrad zu Gute kommt. So kommen beim Driveset 480 die Luftschrauben-Größen 15 × 8 und 16 × 8 Zoll zum Einsatz. Im Flug zieht der Kontronik-Antrieb die Alpina sehr kraftvoll vorwärts, die Luftschraube sorgt für ordentlich Schub, sodass auch ein Handstart in der Ebene kein Problem darstellt. Mit der 15-Zoll-



Die Antriebsstränge auf einen Blick. Oben Kontronik, in der Mitte das Hackerset und unten Motor und Regler von robbe.

Luftschraube geht es mit geloggten 9,8 Meter pro Sekunde (m/s) nach oben, dabei beträgt die Stromaufnahme im Mittel 34 A. Rechnet man die Stromaufnahme auf die nutzbare Akkukapazität um, dann beträgt die erreichbare Motorlaufzeit fast vier Minuten. Bei Verwendung der etwas größeren 16-Zoll-Luftschraube aero-naut CAM Carbon beträgt die Steigleistung 13,6 m/s, was mit einer Stromerhöhung auf 43 A erkauft wird.

Hacker

Beim Brushlessmotor Hacker A30 handelt es sich um einen klassischen Außenläufer mit 37,2 mm Außendurchmesser und 52 mm Baulänge. Der kompakte Antrieb besitzt 14 Pole und 12 Windungen, wiegt 182 g und wird über vier Schrauben M3 am Motorspant befestigt. Dem Motor liegen etliche Zubehörteile und Luftschraubenmitnehmer für die Front- und Rückwandbefestigung bei. Der X-55-SB-Pro-Regler ist für 2s- bis 6s-LiPo-Zellen ausgelegt und verkraftet 55 A Dauerstrom. Das BEC stabilisiert die Empfängerakkuspannung auf 5,6 Volt (V) und ist für zwei bis sechs Servos geeignet.

Der Hacker A30-12 XL V2 wird mit umfangreichem Zubehör geliefert. Sowohl an die Front-als auch an die Rückwand-Montage wurde gedacht



Da Motor und Regler bereits mit 3,5-mm-Goldsteckern versehen sind, gestaltet sich der Einbau recht zügig. Lediglich vier neue Bohrlöcher sind in den Motorspant der Alpina einzubringen, da der Außenläufer einen Teilkreis von 25 mm vorsieht während Kontroniks Innenläufer einen von 19 mm aufweist. Das geringere Motorgewicht muss in unserem Fall durch 20 g Trimmblei ersetzt werden, bei einem Neuaufbau des Modells könnte dies durch die Positionierung der RC-Komponenten berücksichtigt werden. Die Programmierung des Reglers kann entweder über Knüppelbewegungen des Senders oder über ein separat zu erwerbendes Programmier-Interface am PC erfolgen. Da wir lediglich die Motorbremse aktivieren müssen, alle anderen Parameter sind ab Werk passend eingestellt, verzichten wir auf das Interface und programmieren ihn via Fernsteuerung.

Der Hacker-Motor dreht laut Datenblatt an 3s-LiPos eine 14-Zoll-Luftschaube. Bei der Flugerprobung zeigt sich der Hacker-Antrieb als sehr potent. Er hat überhaupt keine Mühe damit, unsere Alpina 3001 zügig auf Ausgangshöhe zu bringen. Die Steigleistung ist subjektiv etwas geringer als mit dem Kontronik-Antrieb, was später auch die Messwerte bestätigen. Mit der 13 x 8-Zoll-Luftschaube CAM-Carbon von aero-naut beträgt die Stromaufnahme 32 A und die Steigleistung liegt bei 9,5 m/s. Montiert man nun eine 14 x 8-Zoll-Luftschaube liegt die Steigleistung bei 11 m/s und die Stromaufnahme steigt auf knapp 40 A.

robbe

Auch beim roxy D35-50-06 von robbe handelt es sich um einen 14-poligen Außenläufer, allerdings ist er mit 34,5 mm Durchmesser und 48 mm Baulänge etwas kleiner als der A30. Dies zeigt sich auch in einem um 30 g niedrigeren Gewicht. Im Vergleich zu Kontroniks Kira



Die Alpina bietet viel Flugspaß fürs Geld und ist dank 3.000 Millimeter Spannweite noch transportfreundlich

beträgt die Gewichts Differenz sogar 50 g. Diese müssen in unserem Fall als Trimmblei in der Nase hinzugefügt werden, um die Schwerpunktlage bei allen drei Antrieben gleich zu halten. Auch der roxy ist mit weiterem Zubehör ausgestattet, wie zum Beispiel einem Montagekreuz und einer Propeller-Aufnahme.

Die Befestigung in der Alpina gestaltet sich recht einfach, da der roxy D35-50-06 ebenfalls mit vier M3-Schrauben im 25-mm-Teilkreis fixiert werden soll. Es können somit dieselben Bohrungen wie beim Hacker A30 verwendet werden. Auch der roxy 960-6 Regler ist für bis zu 6s-LiPos ausgelegt und verkraftet bis zu 60 A Dauerstrom. Ebenfalls besitzt der robbe-Regler ein leistungsstarkes BEC-System. Programmiert wird er entweder akustisch über die Sender-Knüppelstellung oder über ein separates Programmiergerät mit Display. Auch hier haben wir die klassische Methode gewählt und die Motorbremse, sowie die weiteren Parameter via Fernsteuerung eingestellt. Im Lieferumfang des Reglers befindet sich zusätzlich ein Leistungswiderstand und eine kleine Anleitung, mit welcher

Messwerte

Motor	Kontronik Kira 480-31 5,2:1	Hacker A30-12L V2	roxy D35-50-06
Regler	Kontronik Koby 55	Hacker X-55 SB Pro	roxy BL 960-6
Akku	3s-LiPo 2.800 mAh 30C	3s-LiPo 2.800 mAh 30C	3s-LiPo 2.800 mAh 30C
Antriebsmessungen in Flug			
Mit Luftschaube	15 x 8 Zoll	13 x 8 Zoll	13 x 8 Zoll
Steigleistung	9,8 m/s	9,5 m/s	9 m/s
Strom	34 A	32 A	33 A
Mit Luftschaube	16 x 8 Zoll	14 x 8 Zoll	14 x 8 Zoll
Steigleistung	13,6 m/s	11 m/s	9,5 m/s
Strom	43 A	40 A	38 A

robbe roxy D35-50-06. Er ist der kleinste Motor im Test. Auch hier sind Befestigungszubehör und Propaufnehmer dabei





Die Antriebsmessungen wurden mit dem UniLog2 und einem 80-Ampere-Strom-Spannungssensor durchgeführt

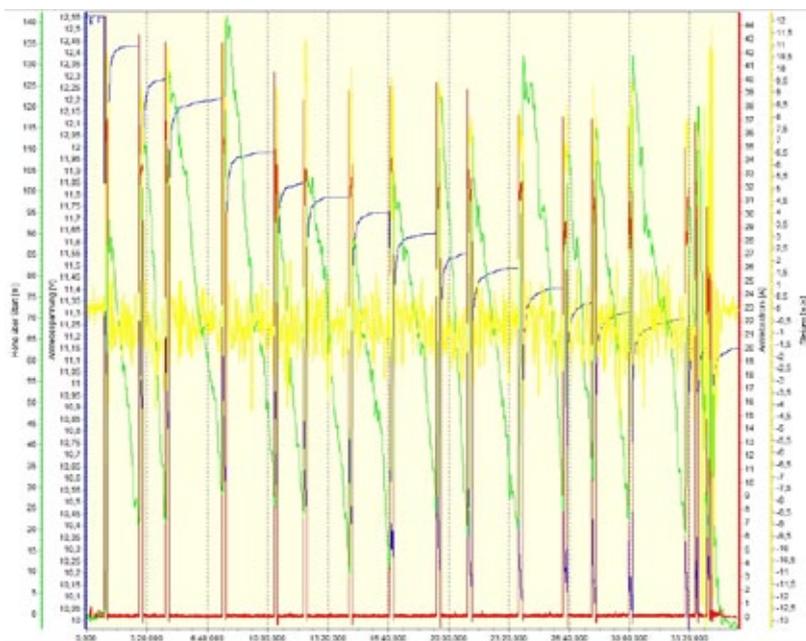
sich eine Antiblitz-Einrichtung in der Zuleitung zum Antriebsakku anlöten lässt. Gerade bei Antrieben ab 4s macht dies Sinn, um den Funken beim Anstecken des Reglers zu eliminieren.

Laut Datenblatt darf auch beim roxy D35-50-06 eine 14-Zoll-Luftschaube Verwendung finden, daher haben wir hier nochmals die 14 × 8-Zoll-CAM Carbon von aero-naut montiert. Gleich nach dem Start zeigt sich, auch der kleine roxy-Outrunner hat ausreichend Leistung, um die Alpina standesgemäß zu motorisieren. Es geht zwar nicht ganz so zügig wie mit den beiden anderen Antrieben nach oben, aber bei geloggt 9,5 m/s kann man keinesfalls meckern. Der Strom im Steigflug beträgt dabei 38 A. Montiert man die etwas kleinere 13 × 8-Zoll-Luftschaube sinkt die Steigleistung lediglich auf 9 m/s, der Strom jedoch auf 33 A. Dieses Beispiel macht deutlich, dass es sich durchaus lohnt, mit unterschiedlichen Propellern seinen Antrieb abzustimmen. Eine um 5 A geringere Stromaufnahme, die lediglich mit 0,5 m/s geringerer Steigleistung erkaufte wird, ist alle Mal eine Überlegung wert, denn die Motorlaufzeit steigt von 212 Sekunden auf 244 Sekunden an. Diese 32 Sekunden mehr Laufzeit mit einer Steigleistung von 9 m/s machen in der Summe rund 270 Höhenmeter oder zwei Steigflüge mehr aus.

Gemeinsamkeiten und Unterschiede

Alle drei hier vorgestellten Antriebe sind für die Alpina 3001 gut geeignet und machen den Handstart in der Ebene zum Kinderspiel. Auch die Stromaufnahme der einzelnen Antriebe wurde so gewählt, dass die Motoren bei moderater Kühlung im Sommer nicht überlastet werden. Alle Treiblinge zeigen sich sehr hochwertig und sauber verarbeitet, sodass man sicherlich lange Freude an den Antrieben haben wird.

Die Antriebsmessungen mittels UNILOG 2 wurden mit der Software LogView ausgewertet und lassen sich grafisch darstellen.



Bei den Reglern ist es so, dass wir diese ebenfalls nicht an der Leistungsgrenze betreiben, sodass auch hier keinerlei thermische Probleme zu erwarten sind. Alle drei BEC-Systeme zeigen sich den sechs Servos in jeder Flugsituation gewachsen. Dadurch kann ohne schlechtes Gewissen auf den zusätzlichen Empfängerakku verzichtet werden. Bei einem der Flüge haben wir die Belastung des BEC-Systems durch die Empfangsanlage analysiert. Dabei betrug die Stromaufnahme im Normalflug in etwa 250 bis 300 mA und bei Kunstflug etwa 1 A. Bei der Landung haben wir durch einen hohen, schnellen Anflug und mehrmaliges, sehr schnelles Ein- und Ausfahren der Butterfly-Stellung einen Spitzenstrom von 1,85 A provozieren können. Die BEC-Spannung sank dabei übrigens von 5,6 V auf lediglich 5,55 V ab, was für die Spannungsstabilität des BEC-Systems spricht.

Nun zu den Unterschieden

Der Kontronik-Antrieb ist von der Bauform her ideal, um auch in deutlich kleineren Rumpfen, wie ihn etwa F3B- und F3J-Modelle bieten, Platz zu finden. Der Kira dreht die größte Luftschaube und bietet die beste Steigleistung bei moderatem Strom. Dafür ist er der teuerste Antrieb im Feld und ist nicht so leise wie seine Mitstreiter ohne Getriebe. Die Hacker-Combo bietet ebenfalls eine gute Steigleistung bei moderater Stromaufnahme. Der Antrieb ist sehr leise und preiswert. Im Gegenzug braucht der Außenläufer einen dickeren Rumpfdurchmesser und eine sichere Kabelführung, damit die an der drehenden Rotorglocke vorbeigeführten Motorkabel nicht beschädigt werden. Der robbe-Antrieb ist der kleinste und günstigste Mitstreiter im Feld. Das im Vergleich zu Kontronik und Hacker niedrigere Motorgewicht führt zu einem etwas geringeren Drehmoment, was sich in einer etwas schwächeren Steigleistung und/oder höheren Stromaufnahme widerspiegelt. Doch auch die roxy-Combo macht in der Alpina mächtig viel Spaß und ist durchaus eine Alternative.

Grundsätzliches

Zum Abschluss noch ein paar grundsätzliche Worte zu den Antriebsauslegungen und den Messergebnissen. Der Autor verwendet schon seit Jahren den UniLog und seit kurzem den UniLog 2 von SM-Modellbau zur Messdatenerfassung und Antriebsoptimierung seiner Elektromodelle. Dazu gehört auch eine mittelgroße Sammlung von Luftschauben unterschiedlicher Größe und Steigung, um ein entsprechendes Feintuning der Antriebe vornehmen zu können. Die Messwerte sollen hauptsächlich vergleichenden Charakter haben. Denn Einflüsse wie zum Beispiel Außentemperatur und



Bei den Außenläufern ist dringend darauf zu achten, dass die Motorkabel an der Rumpfsseitenwand entlanggeführt werden und nicht am Motorscheuern können

Luftdruck sowie geringe Messgenauigkeiten lassen sich ebenso wenig ausschließen wie die Tatsache, dass eben unsere Spannungsquelle keine konstante Spannung liefern kann. Je nach Belastung und über die Messzeit hinweg sinkt sie immer weiter ab. All dies macht es schwierig, Messdaten mit absoluter Genauigkeit zu erhalten, zumal auch bei Motoren, Reglern und Luftschrauben mit Exemplarstreuungen zu rechnen ist. Beachtet werden sollte auch, dass je nach verwendetem Spinnerdurchmesser das Mittelstück mal kleiner oder größer ausfällt. So gesehen sind auch die Herstellerangaben immer mit Vorsicht zu genießen. Auf das Ermitteln der Strandstromaufnahme ist keineswegs zu verzichten. Nur so lässt sich feststellen, ob der Antrieb im Flug nicht überlastet wird.

Technische Daten Antriebe

Motor	Kontronik Kira 480-31 5,2:1	Hacker A30-12L V2	roxy D35-50-06
Abmessungen Motor Ø × Länge	28 × 79 mm	37,2 × 52 mm	34,5 × 48 mm
Gewicht Motor	198 g	182 g	149 g
Welle	5 mm	5 mm	4 mm
Befestigung	4 × M3, 19 mm Teilkreis	4 × M3, 25 mm Teilkreis	4 × M3, 25 mm Teilkreis
Preis	204,90 Euro	86,- Euro	69,90 Euro
Regler	Kontronik Koby 55	Hacker SB-PRO 55	roxy BL 960-6
Gewicht	52 g	50 g	49 g
Spannungsbereich	2 - 6 LiPos	2 - 6 LiPos	2 - 6 LiPos
Dauerstrom	55 A	55 A	60 A
BEC	S-BEC 5-8 V einstellbar	S-BEC	k.A.
Preis	154,90 Euro	89,- Euro	83,10 Euro

Berechnung der Motorlaufzeit aus Akku-Kapazität und Stromaufnahme

Beispiel:

Akkukapazität: 2.800 mAh
 Nutzbare Kapazität: 80%
 Stromaufnahme: 42 A

Berechnung der Motorlaufzeit:

$$\text{Motorlaufzeit} = \frac{\text{nutzbare Kapazität}}{\text{Stromaufnahme}}$$

$$\text{nutzbare Kapazität} = 2.800 \text{ mAh} \times 0,8 = 2.240 \text{ mAh}$$

Umrechnung der nutzbaren Kapazität von mAh in As

$$2.240 \text{ mAh} = 2,24 \text{ Ah} = 2,24 \text{ A} \times 3.600 \text{ s} = 8.064 \text{ As}$$

$$\text{Motorlaufzeit} = \frac{8.064 \text{ As}}{34 \text{ A}} = 237 \text{ s} = 3 \text{ Minuten } 57 \text{ Sekunden}$$

Freie Wahl

Jeder der hier vorgestellten Antriebe ist für die Alpina 3001 geeignet und wird ein gut steigendes Modell zur Folge haben. Alle Produkte haben ihre Stärken und minimalen Schwächen, sodass es letztendlich am Käufer liegt, für welchen Antrieb er sich entscheiden mag. Auch der Autor konnte sich bislang noch nicht entscheiden, welche Kombination längerfristig in der Alpina 3001 verbleiben darf. Kann es eine bessere Empfehlung für alle drei geben?

Bezugsadressen

Graupner
 Postfach 12 42
 73230 Kirchheim/Teck
 Telefon: 070 21/72 20
 Fax: 070 21/72 22 00
 E-Mail: info@graupner.de
 Internet: www.graupner.de

Hacker Motor
 Schinderstrassl 32
 84030 Ergolding
 Telefon: 08 71/953 62 80
 Fax: 08 71/95 36 28 29
 E-Mail: info@hacker-motor.com
 Internet: www.hacker-motor.com

Kontronik
 Etwiesenstraße 35/1
 72108 Rottenburg-Hailfingen
 Telefon: 074 57/943 90
 Fax: 074 57/94 35 90
 E-Mail: info@kontronik.com
 Internet: www.kontronik.com

robbe
 Metzloser Straße 36
 36355 Grebenhain
 Telefon: 066 44/870
 Fax: 066 44/74 12
 E-Mail: office@robbe.com
 Internet: www.robbe.com

Text und Grafiken: Tobias Pfaff

Antriebskräfte

Der Propellerantrieb im E-Modell

Üblicherweise ist es ein PROPELLER in Verbindung mit einem Motor, der unsere Modelle antreibt. Doch im Gegensatz zu landgestützten Fahrzeugen ist dabei keine direkte Kopplung zwischen einem festen Medium – dem Boden – und der zu bewegenden Masse gegeben.

Wie also kann man einen solchen Antrieb verstehen und vor allem, wie kann man vorhersagen, *ob ein geplanter Antrieb auch wirklich ausreichend stark ist?*



Um diese Fragen zu beantworten, muss man die konstruktiven Elemente eines Flugzeugantriebs separat untersuchen. In diesem Beitrag sollen dabei natürlich in der Hauptsache elektrische Antriebe berücksichtigt werden. So erstaunlich es klingen mag, es gibt zwei grundsätzlich unterschiedliche Typen. Der klassische Propeller und der Rückstoßantrieb. Doch beide verbindet eine Gemeinsamkeit.

Elektrische Raketen

Ein Raketenantrieb funktioniert nach dem Prinzip des Rückstoßes. Man kennt das Phänomen, zum Beispiel von Kanonen, heutzutage vor allem aus Piratenfilmen. Wird eine Kugel aus dem Kanonenrohr geschossen, so wird sich die Kanone zur gleichen Zeit in die Gegenrichtung bewegen. Nach dem Schuss rückt die Kanone zurück in den Rumpf des Schiffs, siehe Abbildung 1

Dies ist kein dramaturgischer Effekt sondern fand sich genau so in der Realität. Dieses Prinzip nennt sich „Impulserhaltung“. Ein physikalisches Gesetz, das zwar theoretisch nie bewiesen wurde, sich jedoch bei noch so exakter Messung stets als gültig erwies. Es besagt, dass das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit in einem System vor und nach einem Ereignis immer konstant bleibt. Dabei ist der Begriff „Impuls“ nicht wie im allgemeinen Sprachgebrauch als kurzzeitiger Effekt zu verstehen, sondern ist eine Eigenschaft der bewegten Masse. Am Beispiel der Kanone bedeutet das, dass der Impuls von Kanonenrohr und Kugel vor dem Abschuss null ist, da sie beide zwar eine Masse haben, aber in der Regel zunächst keine Geschwindigkeit besitzen. Das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit ist null. Wird nun die Kanone abgefeuert, so wird die Kugel offensichtlich mit einer hohen Geschwindigkeit nach vorne hinausgeschleudert. Der Impuls der Kugel als Teil des Gesamtsystems ist nun größer als null, weil sie nun zur Masse auch noch eine Geschwindigkeit besitzt. Die Impulserhaltung fordert nun aber, dass das Gesamtsystem Kanone-Kugel immer noch einen Impuls von null haben muss. Daher muss sich das nun leere Kanonenrohr in die entgegengesetzte Richtung bewegen. Und zwar so schnell, dass das Produkt aus ihrer Masse und Geschwindigkeit exakt so groß ist, wie das Produkt aus der Kugelmasse mit ihrer Geschwindigkeit - jedoch mit umgekehrtem

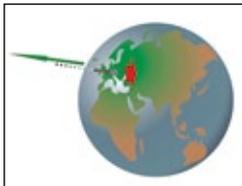


Abbildung 2: Eine einbetonierte Kanone überträgt ihren Impuls auf die gesamte Erde

Vorzeichen. Somit ist dann die Summe aus den beiden Teilimpulsen von Kanonenrohr und Kugel nach dem Abschuss genau null.

Der aufmerksame Leser mag einwenden, dass man ja das Kanonenrohr zum Beispiel fest mit einem Schiffskörper, auf dem die Kanone steht, verbinden könnte. Nun sollte sich aber die Kanone selbst nicht mehr, oder nur sehr eingeschränkt bewegen können. Ist die Impulserhaltung also einfach mit ein paar starken Seilen auszutricksen? Tatsächlich scheint es so, doch wenn man genau hinsieht, hat man durch die Fixierung vom Kanonenrohr das System erweitert. Nun besteht es aus dem Schiff, dem Kanonenrohr und der Kugel. Das Produkt aus der Masse des gesamten Schiffs mitsamt dem Kanonenrohr und Geschwindigkeit dieses Systemverbunds muss nun also dem Impuls der abgeschossenen Kugel entsprechen – natürlich auch wieder mit negativem Vorzeichen. Da nun aber üblicherweise die Masse des Schiffs wesentlich größer ist, als die der Kugel, wird entsprechend die Geschwindigkeit, mit der sich nach dem Abschuss das Schiff in die Gegenrichtung bewegt, um genau diesen Faktor kleiner sein – und somit in der Praxis daher kaum auffallen. Würde man hingegen das Kanonenrohr fest im Erdboden einbetonieren, so würde dann tatsächlich der nötige Impuls auf die gesamte Erde übertragen, wie in Abbildung 2 dargestellt.

Ein Experiment

Doch was hat das mit der Fliegerei zu tun? Aus diesem Prinzip lässt sich nun ein Antriebskonzept konstruieren, das nicht auf eine Kopplung zu einem festen Medium angewiesen ist. Würde man beispielsweise die Kanone mit an Bord eines Flugzeugs nehmen und so mit dem Rumpf verbinden, dass es ihr möglich ist, gegen die Flugrichtung zu schießen, so würde jeder Schuss einen Gegenimpuls auf das Flugzeug bewirken und es in Flugrichtung beschleunigen. Wird nun nicht nur einmal, sondern mehr oder weniger kontinuierlich geschossen, so wird das Flugzeug immer schneller und kann die gewonnene kinetische Energie in eine größere Flughöhe umsetzen oder aber – wohl dosiert – wenigstens die unvermeidlichen Reibungsverluste kompensieren. Sicher ist es kaum praxistauglich, eine schwere Kanone mit an Bord eines Flugzeugs zu nehmen und durch einzelne Schüsse dem gesamten System immer wieder einen gewaltigen Schubs zu geben.

Man ist dabei zum Glück nun nicht auf eine bestimmte Größe der Kanonenkugel angewiesen. Der erzielte Effekt ist nämlich eben so groß, wenn man kleinere Kugeln abschießt, diese aber dann entsprechend häufiger. In der Realität macht man dies tatsächlich nahezu kontinuierlich. Als Kugeln verwendet man keine massiven Geschosse aus Blei oder Stahl, sondern einzelne Moleküle. Als Kanone hingegen das so genannte Triebwerk.

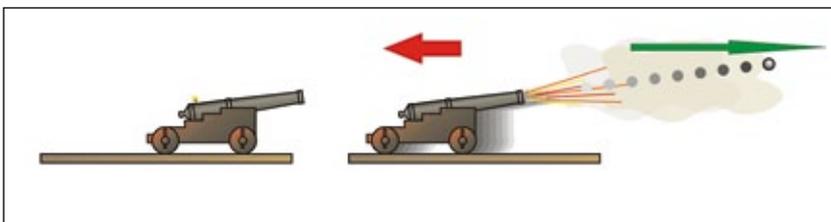


Abbildung 1: Eine Schiffskanone wird abgefeuert

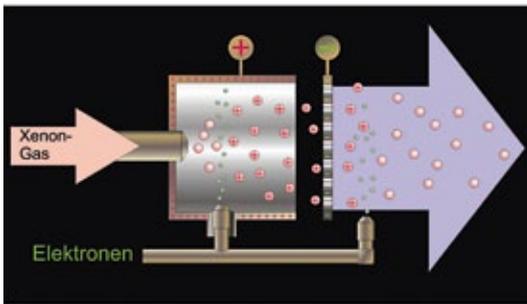


Abbildung 3: Der Ionenantrieb – es gibt ihn schon heute

Bei einer klassischen Rakete wird ein Treibstoff verbrannt. Die damit einhergehende starke Expansion der Verbrennungsgase wird nun durch eine Öffnung in der Brennkammer gezielt in eine bestimmte Richtung ausströmen. Da nun eine große Menge an Gasen noch dazu mit einer extrem hohen Geschwindigkeit ausströmt, ist dies äquivalent zur Kanonenkugel. Die Masse des ausströmenden Verbrennungsgases und seine Ausströmgeschwindigkeit erzeugen einen kontinuierlichen Impuls, der die Rakete oder das Flugzeug vorantreibt. Doch sowohl Feststoff- als auch Flüssigbrennstoff-Antriebe zählen kaum zu den elektrischen Antrieben und haben in diesem Magazin eigentlich nichts verloren. Tatsächlich gibt es nun zwei Konzepte, die dasselbe mittels elektrischer Energie tun. Dabei wird kein Brennstoff verbrannt. Man trennt Brennstoff beziehungsweise den Energieträger vom Treibstoff als Impulsüberträger.

Der Ionenantrieb

Das erste Konzept spielt im Modellflug zumindest auf absehbare Zeit keine Rolle. Es soll dennoch aus Gründen der Vollständigkeit erwähnt werden. Beschießt man Gas-Atome mit Elektronen, so werden diese teilweise geladen. Solche ionisierten Atome lassen sich nun in einem starken elektrischen Feld beschleunigen, siehe Abbildung 3.

Befinden sich nun in der einen Elektrode, zu der die Teilchen hingezogen werden, einige Löcher, so werden diese geladenen Teilchen durch die Löcher die Anlage verlassen. Ist die Spannung hoch, so tun sie dies mit nahezu Lichtgeschwindigkeit. Es sind zwar nur sehr leichte Teilchen, die hier die Rolle von Kanonenkugeln übernehmen, jedoch ist ihre Geschwindigkeit dermaßen hoch, dass letztlich ein verwendbarer Antriebsimpuls erzielt wird. Danach werden die geladenen Teilchen nochmals mit nun langsamen Elektronen beschossen, um sie zu neutralisieren. Andernfalls würde sich im Triebwerk rasch eine extrem hohe negative Ladung aufbauen, was spätestens bei der Landung durchaus Probleme machen würde.

Freunde der Science Fiction-Serie Star Trek kennen dieses Verfahren als den sogenannten

Impulsantrieb. Doch die Technik ist kompliziert und wegen der sehr hohen Spannungen extrem gefährlich. Zudem arbeiten Ionenantriebe nicht bei hohen Umgebungsdrücken. Solange wir also nicht auf dem Mond Elektroflug betreiben wollen, spielt diese Methode im Modellflug bisher noch keine Rolle.

Der Wasserantrieb

Sehr viel einfacher, wenn ebenfalls nicht ganz ungefährlich, ist der Wasserantrieb. Man kann ihn am einfachsten beschreiben mit einer druckfesten Thermoskanne mit eingebautem Heizstab – siehe Abbildung 4

Man füllt die Kanne mit Wasser und verschließt sie danach mit einem kleinen Ventil. Im Folgenden wird mittels Heizstab das Wasser im Gefäß stark erhitzt. Der Druck steigt, ähnlich wie in einem Dampfkochtopf. Da das Gefäß abgeschlossen ist, lässt sich das Wasser weit über seinen Normaldruck-Siedepunkt von 100 Grad Celsius erhitzen. Der Druck in der Thermoskanne kann dadurch leicht auf extreme Werte gesteigert werden. Es versteht sich von selbst, dass hierzu keine gewöhnlichen Thermoskannen verwendet werden können. Vielmehr handelt es sich um thermisch gut isolierte Hochdruckgefäße. Dieses, gefüllt mit dem stark überhitzten Wasser, beinhaltet nun eine sehr große Menge ehemals elektrischer Energie. Öffnet man das Ventil, so expandiert das Wasser schlagartig. Dabei treibt der heiße Wasserdampf mit einer sehr hohen Geschwindigkeit aus und erzeugt einen Impuls ähnlich der Verbrennungsgase beim klassischen Raketenantrieb. Nach dieser Methode lassen sich Raketen bauen, die einige Kilometer hoch steigen können. Üblich sind diese Konzepte vor allem in der Atmosphärenforschung. Da der Treibstoff nichts anderes als Wasser ist und die Energie aus elektrischem Strom stammt, sind die Betriebskosten einer solchen Rakete wesentlich geringer, als klassische Lösungen mit festen oder gar flüssigen Brennstoffen. Einfache, nicht thermische Wasserraketen haben schon den Weg in

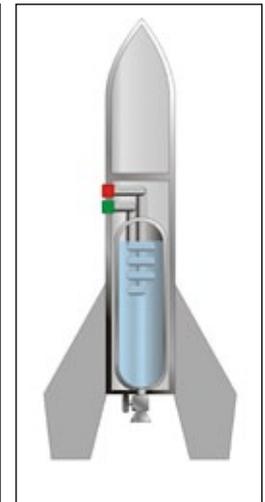


Abbildung 4: Prinzipaufbau einer elektrothermischen Wasserrakete

Abbildung 5: Das Prinzip der Wasserrakete hat seinen Weg in den Modellbau gefunden. Der Betriebsdruck wird über eine Luftpumpe erzeugt





High End Elektromotoren

PLETTENBERG

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



Plettberg Elektromotoren • Rostocker Str. 30 • D - 34225 Baunatal
www.plettberg-motoren.com • info@plettberg-motoren.com
Tel: +49 (0) 56 01 / 97 96 0 • Fax: +49 (0) 56 01 / 97 96 11



Faserverbundwerkstoffe*
Composite Technology

Katalog mit über **300 Seiten**
Faserverbundwerkstoffe
sofort downloaden unter
www.r-g.de oder bestellen
Sie die **gedruckte Ausgabe**.

(5 € Schutzgebühr, Überweisungsvordruck beiliegend)



NEU!



■ **Samurai Kohlegewebe 61 g/m²**

Neuartiges Spread Tow-Gewebe aus
gespreizten 1k-Garnen. Sehr dichtes und
gleichmäßiges Webbild.

Ideal für ultraleichte und hochfeste
Sandwich-Strukturen.

Diagonalschnitt ab 0,25 m²
erhältlich.



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 • www.r-g.de

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

JETZT BESTELLEN



**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**

**DIREKT BESTELLEN
unter www.alles-rund-ums-hobby.de**

**oder telefonisch unter
040 / 42 91 77-110**

den Modellbau gefunden. Bei ihnen wird jedoch der Betriebsdruck nicht elektrisch durch einen Heizstab erzeugt, sondern mittels einer Luftpumpe, wie in Abbildung 5 zu sehen.

Der Propellerantrieb

Die bisher erwähnten Antriebsarten haben jedoch keine nennenswerte Bedeutung im Modellflug. Dennoch zeigen sie anschaulich ein Grundprinzip, auf das auch der klassische Propeller- oder auch Impellerantrieb aufbaut. Es dürfte jedem bekannt sein, dass hinter einem laufenden Propeller ein starkes Windfeld entsteht. Die Luftmasse und ihre Geschwindigkeit bedingen dabei wieder ein Impulssystem, das einen Gegenimpuls auf das Flugzeug wirken lässt. Der Treibstoff im eigentlichen Sinn ist dabei nun die Luft der Umgebung. Nur die Methode der Erzeugung dieser Strömungsgeschwindigkeit ist anders, als wir es bisher beim Raketenantrieb in all seinen Varianten gesehen haben. Dennoch gehört auch der Propeller streng genommen in die Klasse der Impulsantriebe.

Die antreibende Kraft beim Wasserantrieb kam aus dem thermisch oder per Luftpumpe erhöhten Druck des Wassers. Im Fall des Propellerantriebs ist hierfür ein gänzlich anderer Effekt nötig. Ein Rückblick in die Geschichte der Propellerentwicklung ist dabei sehr amüsant, weil er auf einem Irrtum gründete. Der Erfinder der „Schiffsschraube“, die im Grunde auch nichts anderes als ein Propeller ist, kam angeblich bei der Anwendung eines Korkenziehers auf die Idee, dass sich ein Schrauben-ähnliches Gebilde ebenso durch das Wasser treiben lassen müsste, wie der Korkenzieher durch den Korken. Es folgten einige Versuche mit einer spiralförmigen Schiffsschraube – dargestellt in Abbildung 6 – die aber wohl alles andere als erfolgreich verlaufen sein dürften. Der Antriebseffekt war gering. Erst als bei einem Testlauf die Schiffsschraube zerbrach und nur ein kleiner Rest mit kurzen Flügelchen übrig blieb zeigte sich plötzlich ein deutlicher Vortrieb. Was war der Grund für dieses Paradoxon? Warum konnte ein Bruchteil der Schiffsschraube mehr Vortrieb erzeugen, als das gesamte Bauteil?

Fluide Medien wie Wasser aber auch Luft besitzen nur eine extrem geringe Viskosität. Man kann auf sie keine Schubkräfte ausüben, im

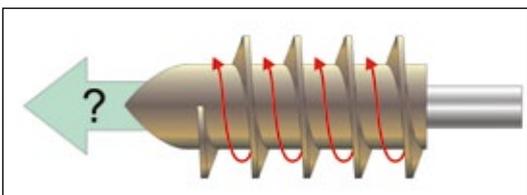


Abbildung 6: Die erste Schiffsschraube war noch kein echter Propeller

Gegensatz zum Korken. Er zerreißt nicht, wenn sich die Schraube des Korkenziehers in ihn bohrt. Durch den geleisteten Widerstand kommt die Schraube voran. Ein Fluid hingegen weicht der Schraube aus. Es wird nahezu keine Kraft zu den umgebenen Schichten übertragen. Ein Vorschrauben ist also gar nicht möglich. Daher ist der Begriff „Schiffs-“ oder auch „Luftschraube“ im eigentlichen Sinn des Wortes schlicht falsch.

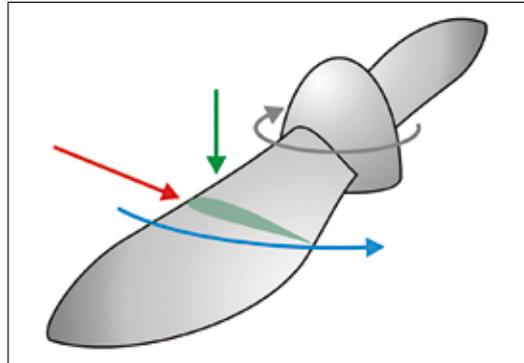


Abbildung 7: Ein Propellerblatt funktioniert im Prinzip wie eine Tragfläche. Blau: Anströmung durch die Drehung, grün: Flugwind, rot: resultierende Anströmung

Der wahre Grund

Tatsächlich funktioniert ein Propeller, sei es im Schiffsbau oder in der Fliegerei, gänzlich anders. Er besteht aus wenigstens einem rotierenden Flügel. Und dieser arbeitet genau so wie eine klassische Tragfläche mit dem Unterschied, dass die Anströmgeschwindigkeit durch die Drehbewegung entlang seiner Spannweite beziehungsweise entlang seines Radius nicht konstant ist. Das Propellerblatt hat daher eine gewisse Verwindung, um den Anströmwinkel zum umgebenden Medium entlang seines Radius möglichst konstant zu halten – vergleiche dazu Abbildung 7.

Wie eine Tragfläche auch erzeugt das Propellerblatt nun einen Auftrieb – siehe **Modell AVIATOR** 01/2009. Dieser Auftrieb, der aus einem Unterdruck vor dem Propeller und einem Überdruck hinter ihm resultiert, bringt nun die Luft dazu, sich nahezu senkrecht zu der Propellerebene zu bewegen. Eine Luftströmung entsteht und da die zunächst ruhende Luft vor dem Propeller auf eine gewisse Geschwindigkeit beschleunigt wird, entsteht nun wieder ein System aus Impuls und Gegenimpuls, der nun auf das Flugzeug übertragen wird. Ein Vortrieb entsteht.

Im Grunde ist damit zur eigentlichen Funktion des Propellers schon alles gesagt. Doch die Frage nach der Auswahl und der Dimensionierung eines Antriebs kann damit noch nicht beantwortet werden. Bei der elektrischen Antriebsauslegung werden noch heute viele Fehler gemacht, die schlicht die Flugzeiten deutlich einschränken, das

„Dennoch gehört auch der Propeller streng genommen in die Klasse der Impulsantriebe.“

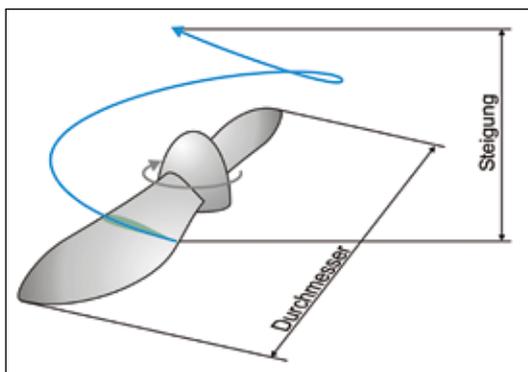


Abbildung 8: Kenndaten eines Propellers

heißt, zu ineffizienten Antriebslösungen führen. Zahlreiche Elektromodelle sollten ohne Probleme 30 Minuten reine Motorlaufzeit aufweisen können. Doch wo findet man solche Modelle?

Kenndaten eines Propellers

Die wichtigsten Kenngrößen eines Propellers sind bekanntlich sein Durchmesser und die Steigung. Auch wenn es der Alltagserfahrung zunächst zu widersprechen scheint, beide Kenngrößen haben ihre zunächst voneinander unabhängige Bedeutung, siehe Abbildung 8. Die Erfahrung zeigt, dass man zur Erhöhung der Antriebsleistung durchaus entweder die Steigung oder den Durchmesser vergrößern kann. Was verbirgt sich also wirklich hinter diesen Kenngrößen?

Der **Durchmesser** ist für die Antriebskraft verantwortlich. Es dürfte leicht einsehbar sein, dass ein Propeller mit größerem Durchmesser und damit auch größerem Flächeninhalt bei gleicher Drehzahl mehr Auftriebskraft am Propellerblatt erzeugen kann, als ein vergleichbarer Propeller mit kleinerem Durchmesser. Das ist der gleiche Grund, warum eine größere Tragfläche bei der selben Fluggeschwindigkeit auch eine höhere Tragkraft erzeugt. Der Durchmesser des Propellers richtet sich also nach den Anforderungen an die Antriebskraft.

Steigung hingegen ist ein etwas unglücklicher Ausdruck. Er stammt noch aus der Zeit, da man dachte, dass ein Propeller wie eine Schraube im Holz je Umdrehung einen gewissen Fortschritt macht. Hat ein Propeller also eine Steigung von 100 Millimeter, so würde er sich nach dieser Vorstellung je Umdrehung 100 Millimeter nach vorne bewegen. Dies gilt allerdings nur, wenn er sich in einem festen Medium bewegt. Doch in der Luft verhält er sich eben nicht so. Man wird beobachten, dass ein realer Propeller höhere, aber auch sehr viel geringere Fortschrittsgrade besitzt, als es seine „Steigung“ vermuten lässt. Zur Rettung dieser tatsächlich absurden Vorstellung aus den Anfängen des Propellerbaus in der Schifffahrt hatte man dann den „Schlupffaktor“ eingeführt. Er sollte das

Verhältnis von theoretischem Fortschritt zu tatsächlichem sein. In der Realität ist dieser Faktor jedoch mal größer 1 und mal ist er kleiner. Es kommt also manchmal zu einem echten Schlupf, manchmal jedoch auch gerade nicht. Diesen Unsinn kann man jedoch getrost bei Seite lassen. Die Vorstellung ist schlicht falsch, hat sich aber leider bis heute in den Kenndaten als Steigung des Propellers gehalten. Man darf sich davon nicht täuschen lassen.

Die Realität ist ein wenig verwickelt. Betrachtet man die Strömung an einem sich drehenden Propeller aus der Perspektive des Propellerblatts – so, als säße man gleichsam als Mikrobe auf seiner Oberfläche – so beobachtet man einen gewissen Gegenwind. Dieser rührt zum einen ganz klar daher, dass sich das Propellerblatt im Kreis herum durch die Luft bewegt. Nun befindet sich der den Propeller antreibende Motor aber nicht fest am Boden fixiert, sondern bewegt sich, wie üblich, an der Nase des Flugzeugs durch die Luft. Somit entsteht ein zweiter Anteil an der Anströmung. Es ist der Fahrt- oder besser Flugwind. An einer bestimmten Stelle des Propellerblatts gibt es also einen Anteil der Anströmung durch die Propellerdrehung und einen zweiten durch den Flugwind beziehungsweise durch die Bewegung des Flugzeugs. Beide überlagern sich, wie in Abbildung 9 skizziert.

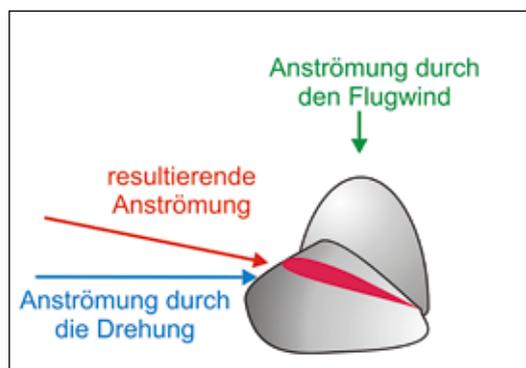


Abbildung 9: Die Überlagerung der Anströmungen an einem Propellerblatt

Die Resultierende

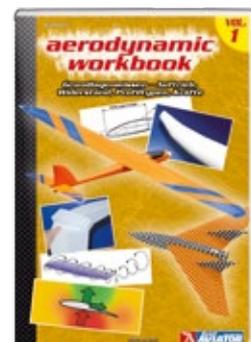
Das Ergebnis ist eine resultierende Anströmgeschwindigkeit und ein Anströmvektor, die beide von der Entfernung zum Drehpunkt abhängen. Dies ist offensichtlich, denn der Anteil des Flugwinds bleibt immer gleich, der Anteil, der aus der Bahngeschwindigkeit der jeweiligen Stelle am Propellerblatt resultiert, ändert sich dagegen. Genau auf der Motorwelle ist er null, am äußersten Ende des Propellerblatts ist er am höchsten.

Für ein bestimmtes Profil – und ein solches besitzt nun auch der Propeller – gibt es einen Punkt, an dem es am besten trägt. Anders formuliert: An dem das Verhältnis von Auftrieb zum Widerstand

„Die wichtigsten Kenngrößen eines Propellers sind bekanntlich sein Durchmesser und die Steigung.“

Lese-Tipp

Im *Aerodynamic Workbook I* erfahren RC-Piloten Grundlagen über die physikalischen Voraussetzungen des Fliegens und die Kräfte, die auf (Modell-) Flugzeuge einwirken. Autor Tobias Pfaff nimmt Modellflug-Neulinge und fortgeschrittene Piloten gleichermaßen an die Hand und erklärt in verständlichen Worten, mit übersichtlichen Abbildungen und informativen Grafiken Schritt für Schritt, warum ein Flugzeug fliegt, welche physikalischen Gegebenheiten zu beachten sind und wo Optimierungspotenzial liegt. Die Erklärung von Profilen und ihren Eigenschaften sowie die Funktion und Wirkungsweise von Klappen in einem Modell runden den Inhalt ab. Das 68 Seiten umfassende Taschenbuch ist für 8,50 Euro direkt unter www.alles-rund-ums-hobby.de erhältlich.



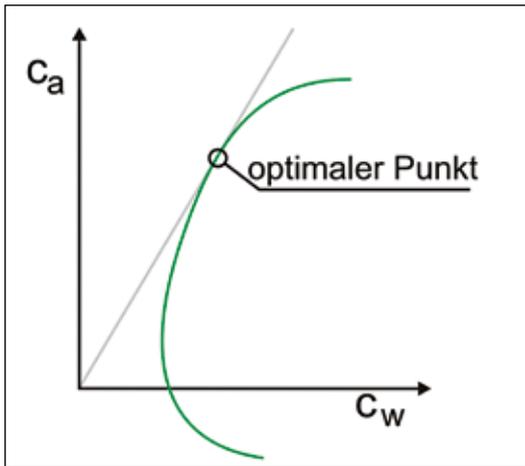


Abbildung 10: c_a - c_w -Profilpolare eines Propellerprofils

zugunsten des Auftriebs am höchsten ist, wie Abbildung 10 zeigt. Überschreitet man diesen Winkel, so nimmt zwar der Auftrieb weiter zu, aber zugleich und in viel stärkerem Maße auch der Widerstand. Der Wirkungsgrad sinkt.

Geht man jedoch zu geringeren Werten, so sinkt der Auftrieb viel stärker, als es der Widerstand vermag. Auch so ist der Betrieb unwirtschaftlicher. Es gibt nun also einen bestimmten Winkel, oder in der Praxis auch einen kleinen Anströmwinkelbereich, in dem das Propellerblatt am effizientesten arbeitet, das heißt, an dem es viel Auftrieb erzeugt, ohne überproportional viel Widerstand hervorzurufen. Schaut man ganz exakt hin, so wird man feststellen, dass der optimale Winkel noch ein wenig durch die Formgebung des Propellers beeinflusst wird, dies soll aber zunächst außer Acht gelassen werden.

Man sieht dabei, dass die Steigung eines Propellers mit Fluggeschwindigkeit und Drehzahl so abgestimmt werden muss, dass der optimale Anströmwinkel möglichst gut eingehalten wird. Am Rande sei erwähnt, dass aus Gründen der Impulserhaltung zudem noch eine Beschleunigung der anströmenden Luft nötig ist, um überhaupt Vortrieb zu erzeugen. Diese muss nun noch zum Flugwind dazugerechnet werden. Sie ist aber selbst wieder vom Anströmwinkel abhängig, den sie ja selbst mit beeinflusst. Die Katze beißt sich hier ein wenig selbst in den Schwanz. Hier zeigt sich auch eines der zentralen Probleme, wenn man für ein gegebenes Modell und für eine – im besten Fall bekannte Fluggeschwindigkeit – eine optimale Steigung des Propellers berechnen soll. Die Berechnung ist rekursiv.

Mehr Kraft durch mehr Steigung?

Nun wird auch einsehbar, warum nicht nur der Durchmesser tatsächlich einen Einfluss auf die Antriebskraft hat, sondern auch eine höhere Steigung zu mehr Vortrieb führt. Eine höhere



Ein-Blatt-Propeller im Klapptriebwerk eines E-Seglers (Foto: Markus Glöckler)

Steigung des Propellers bedeutet, dass ein Blattelement mit einem größeren Winkel angeströmt wird. Und dies hat bekanntlich auch bei Tragflächen zur Folge, dass der Auftrieb größer wird, siehe Abbildung 11.

Man erkaufte dies jedoch mit einem überproportional höheren Widerstand. Dieser höhere Widerstand muss nun vom Motor in Form eines größeren Drehmoments kompensiert werden. Und er wird somit größer sein, als würde man nicht die Steigung, sondern den Durchmesser entsprechend erhöhen, die Steigung aber so wählen, dass der optimale Anströmwinkel gewährleistet ist. Somit ist klar, dass es keine gute Idee ist, die Antriebskraft durch eine Veränderung der Propellersteigung zu erhöhen, wenn man die optimale Steigung bereits gefunden hat. Sollte der Fall auftreten, dass mangelnde Bodenfreiheit, beispielsweise bei Motormodellen, keine weitere Vergrößerung des Durchmessers mehr zulässt, so bleibt als sinnvolle Lösung, einen mehrblättrigen Propeller zu verwenden. Umgekehrt kann beispielsweise beim Klapptriebwerk im Segler ein Ein-Blattpropeller die ideale Lösung sein, wie in Abbildung 12 gezeigt.

Anströmwinkel

Nun hat man es im Flug ganz allgemein mit einem mehr oder weniger breiten Spektrum an Fluggeschwindigkeiten zu tun. Angefangen beim

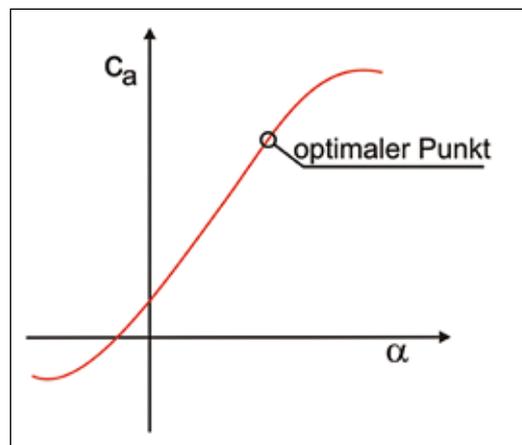


Abbildung 12: c_a - α -Polardiagramm eines Profils, wie es für Propeller Verwendung findet. Der Auftrieb steigt mit dem Anstellwinkel

„Eine höhere Steigung des Propellers bedeutet, dass ein Blattelement mit einem größeren Winkel angeströmt wird.“

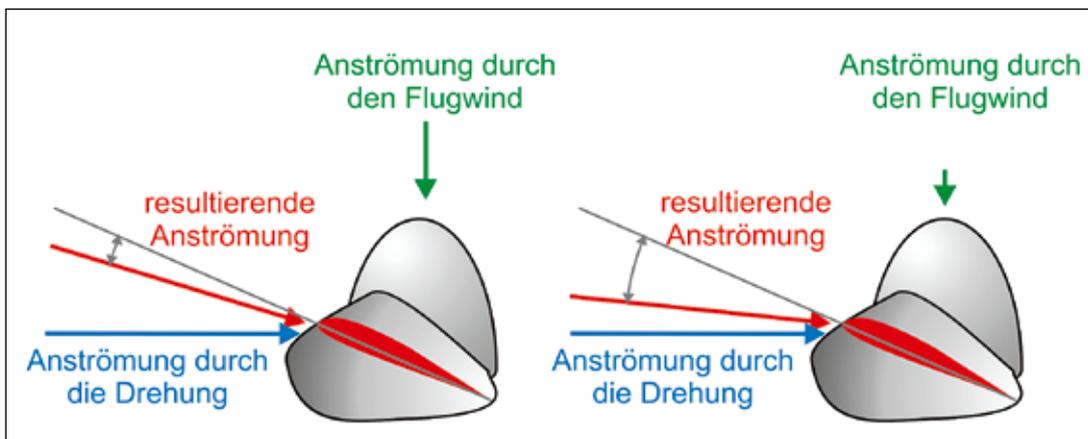


Abbildung 13: Der Anströmwinkel ändert sich stark mit der äußeren Anströmungsgeschwindigkeit

Anrollen, bei dem die Geschwindigkeit und damit auch die Anströmung durch den Flugwind nahezu null ist. Weiter über den üblicherweise recht langsamen Start, der jedoch, ebenso wie der Steigflug, viel Antriebsleistung erfordert. Schließlich hin zum Reise- oder Normalflug, also einem Zustand, bei dem die Flughöhe gleich bleibt, sich jedoch die nötige Antriebskraft auf den im Normalfall sehr geringen Luftwiderstand beschränkt. Das bedeutet nun jedoch, dass während des Starts und des Steigflugs die Antriebskraft wesentlich stärker sein muss, als im Reiseflug. Nicht selten findet man hierbei Unterschiede um den Faktor 10. Nehmen wir einmal an, die Drehzahl bliebe die gesamte Zeit über, vom Anrollen bis zur konstanten Flughöhe, unverändert. Die Flugeschwindigkeit und damit auch der Flugwind sind jedoch stark unterschiedlich. Das führt dazu, dass der Anströmwinkel des Propellerblatts beim Start sehr viel größer ist als im Reiseflug – siehe dazu Abbildung 13.

Die im manntragenden Flug üblichen, in ihrer Steigung verstellbaren Propeller tragen dieser Tatsache Rechnung. Man hält tatsächlich die Drehzahl konstant, stellt jedoch die Propellersteigung immer so ein, dass der optimale Anströmwinkel erreicht wird. Leider hat sich dieses Verfahren nicht zuletzt aufgrund des hohen mechanischen Aufwands im Modellflug bisher kaum etabliert.

Möchte man also einen Propeller dimensionieren, so stellt sich die Frage, ob man seine Steigung nun für den Steigflug oder den Reiseflug optimieren will. Beides gleichzeitig geht offensichtlich nicht. Spontan würde man sagen, dass eine Optimierung für den Reiseflug vernünftig wäre, da sich das Flugzeug erwartungsgemäß die meiste Zeit in diesem Zustand aufhält – von Elektroseglern mal abgesehen, die den Motor nur für den Steigflug verwenden. Man würde dabei in Kauf nehmen, dass die Effizienz des Propellers beim Start etwas geringer ist. Das wäre so schlimm nicht, weil es sich ja um einen kleinen Anteil an der Gesamtflugzeit handelt.

Doch leider stellt man fest, dass diese Einschätzung falsch ist. Würde man einen Propeller für den Normalflug auslegen, so wäre seine Steigung so groß, dass beim Steigflug der Anströmwinkel des Propellers über das sinnvolle Maß hinauswachsen würde. Massive Strömungsabrisse am Propellerblatt mindern den Auftrieb und lassen damit auch die Vortriebskraft einbrechen. Für ein Standardmodell bleibt daher nur, den Propeller für den Start und Steigflug zu dimensionieren und mit dem dann weniger effizienteren, geringeren Anströmwinkel im Normalflug zu leben. Da im Reiseflug sowieso die deutlich geringere Antriebskraft und somit auch geringere Antriebsleistung benötigt wird, ist dies eher zu verkraften, als ein Antrieb, der zwar bei konstanter Flughöhe gut funktionieren würde, aber nicht ausreichend Kraft zum Starten des Modells mitbringt.

Eine Ausnahme

Wie so oft gibt es auch hier eine Ausnahme. Jet-Modelle und Hotliner beziehungsweise Pylonracer haben das besondere Problem, dass sie auch im Reiseflug eine recht hohe Antriebsleistung benötigen und zudem noch extrem schnell fliegen. Damit gibt es also einen sehr großen Unterschied zwischen Start- und Normalfluggeschwindigkeit und damit auch einen ebenso großen Unterschied in der Anströmung. Im energieaufwändigen Normalflug nun nicht mit dem besten Wirkungsgrad zu arbeiten, wäre eine sträfliche Verschwendung von ohnehin knapper Antriebsenergie. Dem Problem, dass ein Impeller bei der geringen Startgeschwindigkeit in der Hauptsache nur Strömungsabrisse



„Möchte man also einen Propeller dimensionieren, so stellt sich die Frage, ob man seine Steigung nun für den Steigflug oder den Reiseflug optimieren will.“

Lese-Tipp

Im *Aerodynamic-Workbook II* geht Autor Tobias Pfaff auf das Thema perfekte Stabilität und Balance eines Modells ein. Leicht verständlich, reichlich illustriert und mit diversen Diagrammen, was in Bezug auf den Aufbau eines Modells, die Tragflächen sowie die Modelltechnik im Allgemeinen zu beachten ist, werden auch komplexe Zusammenhänge der Aerodynamik erklärt. Im *Aerodynamic-Workbook II* geht es unter anderem um die Wirkungsweise von Vorflügeln, realisierbare Flächenlast, das Horten-Prinzip und die „Goldene Sichel“ sowie die Statik eines Modells. Das 68 Seiten umfassende Taschenbuch ist für 8,50 Euro direkt unter www.alles-rund-ums-hobby.de erhältlich.

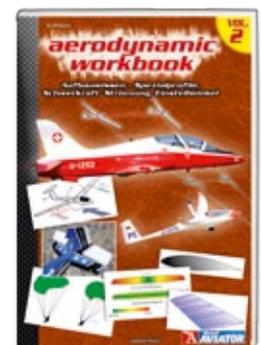


Abbildung 14: Tiptels an einem Modell-Propeller (Foto: Peter Claus)

produziert, aber kaum Vortrieb erzeugen kann, versucht man mit Starthilfen wie Gummiflitschen erfolgreich zu begegnen. Ist das Modell auf Sollgeschwindigkeit, kommt der Impeller in den Bereich des optimalen Anströmwinkels und beginnt nun mit gutem Wirkungsgrad zu arbeiten.

Wie jede endliche Tragfläche so erzeugt auch ein Propeller an seinem äußeren Ende Randwirbel. Mancher Hersteller versucht dem durch Tiptlets oder Winglets entgegenzuwirken, wie in Abbildung 14 zu sehen.

Ob diese den gewünschten Effekt erzielen, ist indes noch nicht systematisch untersucht. Einige einfache Messungen zeigten jedoch einen leichten Vorteil der Tiptlet-Konstruktion im Vergleich zu klassischen Blatträndern. Ebenso haben offensichtlich eher schlanke Propellerblattformen einen gewissen Vorteil bezüglich des Drehwiderstands. Einer schlanken Propellerkonstruktion mit etwas größerem Durchmesser ist also, wenn es die Geometrie zulässt, gegenüber einem breiteren Blatt mit kleinerem Durchmesser der Vorzug zu geben.

Lässt man jedoch den Propeller in einem Ring drehen und sorgt dafür, dass der Spalt zwischen Ring und Blattende möglichst schmal ist, lässt sich, zumindest theoretisch, das Bilden von Randwirbeln vollständig unterdrücken. Diese so genannten Impeller haben dennoch in der praktischen Umsetzung einen geringeren Wirkungsgrad als der frei drehende Propeller. Ihre geringe Baugröße, die Reibung im Tubus, vor allem aber auch die oft nicht optimale Form des Lufteinlaufs sowie die Aufhängung des Motors sind einige Gründe hierfür – siehe Abbildung 15.

Zusammenspiel Motor und Akku

Leider ist dies auch nur die halbe Wahrheit. Bisher sind wir davon ausgegangen, dass beim Vergleich verschiedener Propeller – sei es solche mit größerem oder kleinerem Durchmesser oder veränderter Steigung – die Motordrehzahl als konstant angenommen wird. Doch leider ist das nicht der Fall. Grundsätzlich ist die Drehzahl eines Elektromotors, wie im Modellflug üblich, proportional zur angelegten Spannung. Es mag



Abbildung 16: Bei diesem Beluga sorgten ursprünglich Propeller für Vortrieb, die später gegen Impeller getauscht wurden (Foto: Peter Kaminski)

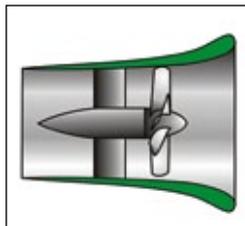


Abbildung 15: Prinzipaufbau eines Impellers



Abbildung 17: Eigenbau-Verstellpropeller an einem 11 Kilogramm wiegenden Elektro-Kunstflugmodell

„Wer seinem Akku zu viel Strom zumutet, sollte sich nicht wundern, wenn die Antriebsleistung des Motors beziehungsweise des Propellers nicht den gewünschten Wert erreicht.“

erstaunen, dass dies im Idealfall unabhängig von der Last am Motor ist. Ein idealer Motor würde also bei konstant gehaltener Motorspannung lediglich einen erhöhten Stromhunger zeigen, sobald man die Belastung erhöht. Die Drehzahl bliebe konstant.

Aber hier liegt genau das Problem. Ein idealer Motor kommt im Modellbau nicht vor. Jeder Motor besitzt so etwas wie einen elektrischen Innenwiderstand. Dieser erklärt sich zum größten Teil aus dem Widerstand der Wicklungen und bei klassischen Motoren aus dem Übergangswiderstand der Kollektorschleifer. Auf Letztere zu verzichten, ist einer der großen Vorteile von bürstenlosen Motoren. Fließt nun ein gewisser Strom durch einen Widerstand, gibt es einen so genannten Spannungsabfall. Das bedeutet, dass die Spannung beim Durchgang des Stroms durch den Widerstand sinkt. Für den Motor bedeutet das nun, dass dieser Spannungsabfall dem Motor selbst zum Erreichen seiner Drehzahl nicht mehr zur Verfügung steht. Daher sinkt in der Praxis die Drehzahl eines Motors, wenn sich die Last und damit der Strom erhöht. Dieser Drehzahlabfall ist jedoch umso geringer, je kleiner der Innenwiderstand des Motors ist. Nebenbei bemerkt zählen in dieser Betrachtung der Innenwiderstand des Reglers ebenso wie der effektive, das heißt statische Innenwiderstand des Akkus hinzu. Wer seinem Akku zu viel Strom zumutet, sollte sich nicht wundern, wenn die Antriebsleistung des Motors beziehungsweise des Propellers nicht den gewünschten Wert erreicht.

Wird zudem noch im Normalflug der Motor gedrosselt, weil eben wesentlich weniger Antriebsleistung erforderlich ist, so sinkt die Drehzahl des Propellers und somit auch der Anteil der Anströmung durch die Rotation. Da gleichzeitig die äußere Anströmung durch den Flugwind größer geworden ist, verschlechtert sich der effektive Anströmwinkel oft derart, dass sich der Wirkungsgrad des Propellers nahezu halbiert. Ohne Verstellpropeller – zu sehen in Abbildung 17 – ist dem nicht beizukommen.

Erleichterung

Dieses wilde und rückgekoppelte Zusammenspiel aus Motor, Regler, Akku und den Propellerdaten ist es nun, was die Dimensionierung von Propellerantrieben so schwierig macht. Und nicht zu Letzt findet man in der Geschichte des manntragenden Flugs immer wieder Fälle von groben Fehldimensionierungen. Ein besonders bekanntes Beispiel ist dabei die Ju52. Die Dreimotorige war eigentlich für einen Motor geplant. Die Flugerprobungen zeigten jedoch schnell, dass dies eine Fehlinterpretation war.

Im Modellflug war, als man hauptsächlich noch Verbrennungsmotoren verwendete, das Leben



modell hobby Spiel

5. – 7. Oktober 2012

Neuheiten aus der Modellbaubranche –
spannend - informativ - vielseitig!

- Messecup – der Top-Event der europäischen 1.8-Off-Road-Szene
- Truck-Parcours und Race-Areals
- „Fachtreffpunkt Modellbau“ zu Trendthemen des Jahres 2012
- größte Indoorflugfläche Deutschlands mit spektakulären Shows
- Flugmodell-Sonderschauen

Online-Tickets unter
www.modell-hobby-spiel.de/ticket

www.modell-hobby-spiel.de
www.hobby360.de

Mit freundlicher Unterstützung von

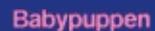




Abbildung 18: Die ASK-14 von Topp-Rippin – ein ausreichend motorisiertes großes Elektromodell

Im Modellflug war, als man hauptsächlich noch Verbrennungsmotoren verwendete, das Leben hingegen lange Zeit sehr einfach. Zur Sicherheit nahm man den nächststärkeren Motor und der passende Propeller wurde entsprechend der Flugeschwindigkeit vom Hersteller in der Regel als Empfehlung der Dokumentation des Motors beigelegt. Dies führte oft zu derart hohen Motorleistungen, dass selbst eine grobe Fehlanpassung des Propellers noch gut zu verkraften war. Und wenn sich dennoch herausstellen sollte, dass ein Antrieb zu schwach war, so verwendete man einfach den nächstgrößeren Motor, der sich weder im Preis noch in der Masse wesentlich von seinem kleineren Bruder unterschied. Über die Effizienz und Anpassung des verwendeten Antriebs machte sich keiner Gedanken. Doch diese Zeiten sind vorbei – die Elektroantriebe haben sich durchgesetzt.

Im Elektroflug hat man einen entscheidenden Vorteil: Man verfügt in der Regel über sehr gute Angaben über die elektromechanischen Eigenschaften des Motors. Kaum ein Hersteller kann es sich heute noch leisten, nicht die wichtigen Kenngrößen seiner Motoren wie unter anderem die spezifische Drehzahl und den Innenwiderstand anzugeben. Mit Hilfe dieser Angaben ist es nun möglich, einen Antrieb zu berechnen, auch wenn dies einen nicht unerheblichen Aufwand bedeutet.

Ausprobieren

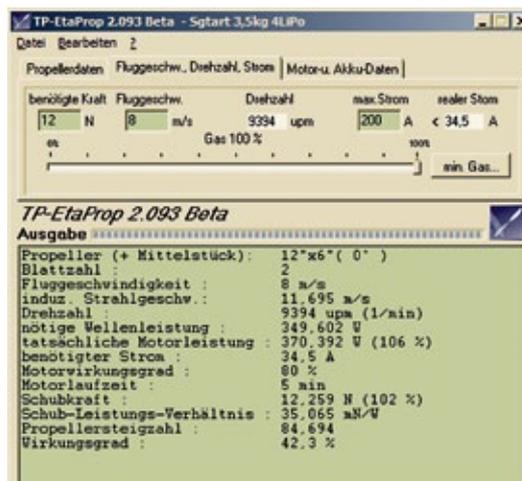
Sicher kann man mit Erfahrung und ein bisschen Experimentierwillen ein Antriebskonzept durch Versuch und Irrtum gleichsam ausexperimentieren. Doch viele Beispiele zeigen immer wieder, dass dabei grobe Fehler gemacht werden, ohne dass man es wirklich sieht. Denn auch ein schlecht angepasster Antrieb kann das Modell in die Luft bringen. Erst im Vergleich wird offensichtlich, dass etwas schief läuft. Zudem ist die Trial-and-error-Methode bei größeren Anforderun-

ungen an die Ausgangsleistung durchaus teuer. Die Leistungsfähigkeit eines durch Berechnungen optimierten Antriebs ist hingegen bisweilen beeindruckend, wie eigene Erfahrungen belegten. Als Fluggast begleitete ich einen Freund auf das Gelände seines Modellbauvereins und hatte an dem Tag selbst eine ASK-14 mitgenommen – siehe Abbildung 18.

Das Modell hat bei 3.000 Millimeter Spannweite eine Abflugmasse von 4.000 g. Im Startzustand hat der Motor eine Eingangsleistung von 500 Watt (W) bei maximal 35 Ampere (A) Motorstrom. Im Reiseflug geht der Strombedarf bei konstanter Höhe und ohne Thermik auf zirka 4 A und damit knapp 60 W zurück. Man spottete reichlich über dieses leistungsschwache und übergewichtige Modell. Kaum einer hielt es für möglich, dass es sich überhaupt in der Luft halten könnte – vom Bodenstart ganz zu schweigen. Als Argument führte man an, dass man ja Verbrenner fliegen würde, die bei ähnlichen Daten deutlich über 1.000 W Wellenleistung hätten. Und auch die Elektroflugvertreter berichteten einhellig, dass es bei Strömen von über 60 A erst möglich sein würde, das Modell vom Boden wegzubekommen. Das waren Erfahrungswerte. Was keiner der Anwesenden wusste, der Antrieb war mit einem Freeware-Programm namens EtaProp – in der Software FLZ_Vortex enthalten – optimiert worden. Abbildung 19 zeigt diese Berechnung exemplarisch.

Jetzt stand das Modell auf der kurzen Startbahn und es hieß: Gas geben. Die ASK-14 kam zunächst langsam, dann jedoch deutlich beschleunigt ins Rollen – ein Hinweis darauf, dass der Propeller im Stillstand keinen optimalen Wirkungsgrad zeigt. Nach etwa acht Meter hob sie ab und flog mit geschätzten 35 Grad Steigung gen Himmel. Da sich bei diesem Modell Steig- und Reiseflugeschwindigkeit nicht stark unterscheiden, hat auch der Antrieb im Normalflug noch einen halbwegs akzeptab-

Abbildung 19: Das Programm EtaProp dient zur kompletten Antriebsauslegung vom Propeller bis zur Akkuvwahl



EtaProp

Das Programm EtaProp dient zur Berechnung eines elektrischen Antriebs vom Akku über den Motor bis zur Propellerauswahl. Das Programm setzt auf den Berechnungsergebnissen von FLZ_Vortex auf und ist in diesem Programm integriert.

„Das Programm EtaProp in FLZ_Vortex macht dabei nichts anderes als das, was ein experimentierfreudiger Modellbauer auch tun würde – nur eben virtuell.“

len Wirkungsgrad. Gänzlich verstummt waren die kritischen Geister letztlich, nachdem das Modell knapp eine Stunde später sicher landete. Tatsächlich half an dem Tag eine dennoch sehr unregelmäßige und schwache Thermik mit, jedoch kamen während des einstündigen Flugs knapp 35 Minuten reine Motorlaufzeit zusammen. Keiner der Anwesenden hätte das für möglich gehalten. Dies bestätigte, dass sowohl Antriebe mit Verbrenner als auch solche, die nur nach Erfahrungswerten ausgelegt sind, häufig ein deutliches Optimierungspotenzial bieten. Geringere Ströme und damit längere Flugzeiten sowie eine deutlich höhere Lebenserwartung der Akkus sind der Lohn.

Die Software

Das Programm EtaProp in FLZ_Vortex macht dabei nichts anderes als das, was ein experimentierfreudiger Modellbauer auch tun würde – nur eben virtuell. Es probiert verschiedene, vom Nutzer vorgegebene Antriebsvarianten – also Motortyp, Akku, Propellerdurchmesser und -steigung – durch ein recht einfaches Strömungsmodell aus. Es basiert also nicht auf Messwerten, sondern ermittelt die Kenndaten rein theoretisch. Man erhält als Ergebnis eine Antwort darauf, ob der Antrieb den Anforderungen für einen gewünschten Steigwinkel genügt. Zudem werden noch wichtige Beurteilungsgrößen für die Qualität des Vorschlags, hier vor allem der Wirkungsgrad des Propellers angegeben. Gute Antriebe haben dabei einen Propellerwirkungsgrad von deutlich über 30 Prozent. Bessere Wirkungsgrade als 40 Prozent wird man hingegen kaum erreichen können. Dies ist prinzipbedingt. Die Software lässt es dabei sogar zu, dass, wie beim realen Modell auch, die Motorspannung gedrosselt wird. Somit lässt sich mit einer gefundenen Optimierung für den Steigzustand ermitteln, wie Wirkungsgrad und Antriebsleistung im Normalflug ausfallen.

Als Eingangsdaten muss man jedoch neben den Kenngrößen des Propellers – Typ, Blattzahl, Durchmesser und Steigung – die wichtigen Daten des Motors – spezifische Drehzahl und Innenwiderstand – sowie möglichst den Innenwiderstand des Akkus kennen. Da die meisten Motorhersteller diese Daten mittlerweile angeben, sollte das kein Hinderungsgrund sein. Und auch für viele Akkus sind unterdessen Angaben zum Innenwiderstand verfügbar. Hat man diese nicht zur Hand, sollte man für Nickel-Zellen zirka 5 bis 10 mW und für Lithium-Typen zwischen 10 mW für größere Zellen und 30 mW für Zellen unter 1.000 Milliamperestunden ansetzen.

Leider ist die Palette der verfügbaren Propeller nicht immer so umfangreich, wie man es sich wünschen würde. Vor Allem bei recht kleinen Durchmessern wird die Auswahl an verschiede-

nen Steigungen schnell recht klein. Man wird oft die Erfahrung machen, dass eine bestimmte optimale Steigung einfach nicht verfügbar ist. Doch ein kleiner Trost bleibt: Man kann wenigstens berechnen um wie viel schlechter der nicht ganz optimale, aber damit verfügbare Propeller ist.

Wirkungsgrad

Eine Besonderheit zum bisher viel verwendeten Begriff des Wirkungsgrads muss noch erwähnt werden. Der Wirkungsgrad eines Antriebs ist definiert als das Verhältnis aus Nutzleistung zur Eingangsleistung. Die Eingangsleistung ist im Fall des Propellers als die Wellenleistung des Motors anzusehen. Sie errechnet sich aus Drehmoment und Drehzahl. Doch als Ausgangsleistung wird in der Literatur das Produkt aus Vortriebskraft und Fluggeschwindigkeit genannt. Das ist naheliegend – solange sich das Flugzeug auch bewegt. Doch würde man den Wirkungsgrad eines Propellers ausschließlich so berechnen, dann wäre er beispielsweise beim Hovern oder natürlich auch beim Schwebeflug eines Hubschraubers immer null, da es zwar eine Antriebskraft, aber keine Fluggeschwindigkeit gibt. Somit könnte man mit dieser Angabe des Propellerwirkungsgrads nicht beurteilen, wie gut oder schlecht das vorgeschlagene Konzept ist.

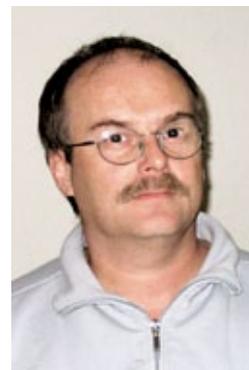
Besser ist es also, nicht die Fluggeschwindigkeit in der Berechnung zu berücksichtigen, sondern die induzierte Strömungsgeschwindigkeit, die der Propeller erzeugt. Denn je schneller der Luftstrom ist, umso grösser ist sein Impuls und umso höher ist dann auch die Auf- oder Vortriebskraft. Diese veränderte Definition des Propellerwirkungsgrads wird von EtaProp verwendet.

Problem gelöst

Die Optimierung eines elektrischen Propellerantriebs ist keine ganz einfache Angelegenheit. Doch die Verwendung von Software wie EtaProp macht das Problem auch für den Laien gut lösbar. Belohnt wird man mit oft merklich längerer Flugzeit und Komponenten, die es einem wegen der daraus resultierenden, geringeren Beanspruchung mit einer größeren Lebenserwartung danken. Eine Software ist jedoch nicht allmächtig und kann die Realität nicht immer exakt abbilden. Auch EtaProp hat seine Grenzen. Vor allem dort, wo Strömungsabriss am Propeller zu erwarten sind. Dies macht sich in der Praxis dadurch bemerkbar, dass die mit EtaProp berechneten Antriebe in der Realität tatsächlich eine etwas höhere Leistung zeigen als vorhergesagt. Das ist jedoch eindeutig die sichere Seite. Viele meiner Elektromodelle und solche im Freundeskreis sind mit dieser Software erfolgreich dimensioniert worden. Die Erfahrung zeigt, dass die Ergebnisse ausreichend dicht an der Realität liegen.

FLZ_Vortex

FLZ_Vortex ist eine Software, die es ermöglicht, die Flugeigenschaften eines Modells in allen Details bis zur Grenze der Messgenauigkeit vorherzusagen. Das Programm ist als eingeschränkte Demoversion kostenlos erhältlich. Gegen Aufpreis gibt es die Vollversion. Entwickler der Aerodynamik-Software ist Frank Ranis. Infos gibt es unter www.flz-vortex.de.



„Die Optimierung eines elektrischen Propellerantriebs ist keine ganz einfache Angelegenheit. Doch die Verwendung von Software wie EtaProp macht das Problem auch für den Laien gut lösbar.“

Was macht eigentlich?

Elektroflugpionier Hans-Dieter Levin

„Der Hammer ist das Werkzeug, das am wenigsten gebraucht werden sollte“ erinnert sich HANS-DIETER LEVIN, war einer der Leitsätze, die ihm sein Vater einst beigebracht hatte. Der Mann dürfte es gewusst haben, arbeitete er doch für die Zeppelinwerft in Friedrichshafen. *Auch an sein Lieblingsspielzeug kann sich der heute 86-Jährige noch gut erinnern: Ein aus Draht gebasteltes Luftschiff.*

Text und Fotos: Ludwig Retzbach



Hans-Dieter Levin, heute 86, hat in den 1980er-Jahren den Elektroflug vorangebracht

DMit elf Jahren fing Hans-Dieter Levin an, selbst Fluggeräte zu bauen: Aus Eisendraht, Kiefernleisten, Wellpappe und selbst angerührtem Kaltleim, den damals verfügbaren Materialien. Einmal wurde in der Bastelgruppe sogar ein Stück Balsaholz herumgereicht, man durfte es anfassen. Die bald folgenden Kriegsjahre sind geprägt von Mangelverwaltung und Improvisation. Neben einer Kurzausbildung zum Chemotechniker, dann Abitur auf dem Abendgymnasium, wird weitergebastelt, auch wenn es immer wieder an wichtigsten Dingen fehlt.

1945 wollte Levin Chemie studieren, stellt aber bald fest, dass in der deutschen Nachkriegsgesellschaft Chemie und Technik plötzlich unter Generalverdacht stehen. Er schlägt erst mal die Laufbahn eines Landschulhelfers ein. Wenige Jahre später, nun schon Realschullehrer in einer westdeutschen Kleinstadt, muss er bald feststellen, dass auch der Modellbau zu den Opfern jener gerade erst überstandenen unseligen 12-jährigen Epoche deutscher Geschichte zählt. Er entschließt sich zu einem Auslandseinsatz, geht mit der inzwischen vierköpfigen Familie nach Chile, um dort für insgesamt zehn Jahre in einer deutschen Schule zu unterrichten. Angenehmer Nebeneffekt: Er kommt endlich an Balsaholz und genießt bald darauf schon als „el gringo loco con los avionsitos“ (der verrückte Gringo mit den Fliegerchen) eine Art lokale Bekanntheit zu sein. Schon interessiert sich auch Sohn Thomas für das Hobby seines Vaters.

„el gringo loco con los avionsitos“ (der verrückte Gringo mit den Fliegerchen)

Nach der Rückkehr auf die Nordhalbkugel werden die Beiden bald vom Elektroflugvirus gepackt. Noch ist die Wirtschaftswundergesellschaft der 1960er-Jahre weit davon entfernt, sich über das bisschen Kreischen der damals üblichen Cox-Motörchen aufzuregen. Man sah im Elektroflug die (damals noch unglaublich steile) Herausforderung, für die ganz sorgsam eine neue Modell-Spezies geschaffen werden musste – gefügt, nicht gezimmert. Getragen von der Faszination des Kollektorfunken erweist sich das Vater-Sohn-Team bald schon als unschlagbar effektiv. Zwar werden sie noch belächelt, wenn sie mit ihrem HI-FLY von Graupner und darin verstaute zehn unzuverlässigen Varta-Zellen bei Windstille um jeden Höhenmeter kämpfen. Doch sie lassen sich nicht beirren. Schon gibt es brauchbare Mabuchi-Motörchen aus Japan. Beim Herumstöbern entdeckt man auch neue Zellen von SAFT und General Electric, zahlt eine Menge Lehrgeld, kommt aber doch so langsam auch besser geeignetem Stromquellenmaterial auf die Spur.

Auf den ersten Elektrowettbewerben trifft man bald auf Gleichgesinnte. Fritz Geist baut für mehr Leistung Scheibenwischermotoren um. Fritz Bosch von Simprop befriedigt seinen Leistungshunger mit den amerikanischen ASTRO-Motoren. Als der Keller-Motor durch die erstmalige Verwendung von Magneten aus Seltenen Erden den ersten sichtbaren Kick verpasst, fungiert Hans-Dieter Levin – beide wohnen nicht weit voneinander – als eine Art Geburtshelfer und Beta-Tester. Vielen großen Firmen indes, die den Elektroflug lieber in der geruhsamen Ecke „Betreutes Fliegen“ verwahrt wissen wollten, geraten ob so viel Dynamik außer Atem. Hans-Dieter Levin muss sich in den wilden 1980ern als „Schrittmacher dieser Chaoten“ so manche passende Antwort auf emotional vorgetragene Angriffe verkneifen.

Hans-Dieter Levin in den 1990er Jahren mit dem Autor



Das Team Hans-Dieter und Thomas Levin fährt fleißig auf Wettbewerbe und räumt fleißig Pokale ab. Elektroflug ist zu dieser Zeit noch die Sache derer, die sich selbst zu helfen wissen. Man lötet sich Schalter, Regler, Ladekabel – mit einem Küchenwecker als Ladezeitbegrenzer. Eine Arbeitsteilung zwischen Vater und Sohn spielt sich ein und man arbeitet mit System: Jedes Flugzeug bekommt eine Nummer und jeder Flug wird dokumentiert und ausgewertet. Wettbewerbsmodelle werden grundsätzlich doppelt gebaut. Durch Veränderungen an nur einem Exemplar lässt sich durch Vergleich optimieren. Neue Entwürfe entstehen und werden nach erfolgreicher Erprobung vom Vater publiziert. Man erinnert sich an Modelle wie den zweimotorigen Twinbat, das Lasttier „Camion“, das auf Flugtagen Bonbons abwirft oder (kleine) Segler hoch schleppt. Auch frühe Versuche von Saalflug („das war unglaublich schwierig...“) gehen auf die Levins zurück. Die Ideen waren Ihrer Zeit nicht selten weit voraus. Der Elektroflug kämpft um seine Anerkennung. Er ist in Paris mit dabei, als Peter Blommaart der FAI 1984 die erste Elektroflug-Weltmeisterschaft im belgischen Lommel abringt.

Bis 1989 zählt Hans-Dieter Levin zu den bekanntesten Elektroflug-Fachautoren deutscher Zunge. Doch nichts bleibt, wie es war: Sohn Thomas hat sein Ingenieurstudium abgeschlossen, geht in den Beruf und gründet bald seine eigene Firma. Anstatt Modellflug-Beiträge verfasst der inzwischen pensionierte Schulleiter nun Handbücher für Industriemaschinen. Levin bleibt natürlich Modellflieger, besucht bis zum 80. Lebensjahr regionale Wettbewerbe, bis er feststellen muss, dass die Augen nicht mehr so recht wollen. Aber das Thema bleibt aktuell: Die Pokale räumt jetzt Enkelsohn Philippe ab, der bei den mantragenden Segelflugzeugen der Standardklasse schon zweimal Jugendweltmeister geworden ist.

Der Stolz über den erfolgreichen Fliegernachwuchs – nun bereits in der vierten Generation – ist Hans-Dieter Levin anzumerken, als ich ihn im Februar dieses Jahres in seiner Wiesbadener Seniorenresidenz besuche. Er hat seinen einstmals ansehnlichen Modellflugzeugpark der Vereinsjugend vermacht. Ein paar Stückchen, eher nach Platzbedarf ausgewählt, hat er behalten. Löten kann er nicht mehr, wegen der Augen. Er verbringt jetzt mehr Zeit vor dem großen Flachbildschirm seines Computers, der die Verbindung mit alten Weggefährten beidseitig des Äquators lebendig hält. Ein bisschen Werkzeug hat er dennoch behalten, für kleine Basteleien und die unerlässlichen Besorgungen des Seniorenalltags. Auch ein Hammer ist mit dabei. Sehr abgenutzt sieht er allerdings nicht aus.



Zur Person

Hans-Dieter Levin wird 1926 geboren und wächst im Thüringischen auf. Nach Ende des Zweiten Weltkriegs flüchtet er vor der Roten Armee und es verschlägt ihn bis nach Südamerika. Zehn Jahre verbringt er in Chile, um dann erneut in Deutschland Fuß zu fassen. Als Lehrer und später Schulleiter prägt er nicht nur die Geschicke und Entwicklungen vieler Kinder und Jugendlicher. Vielmehr strahlen sein Wirken und seine Ideen wesentlich auf den Modellsport aus. Mit anderen Elektroflugpionieren gemeinsam schafft er die Basis, auf der der moderne Elektro-Modellflug steht. 1977 erscheint sein viel geachtetes Buch „RC-Elektroflug“. Heute lebt er in Wiesbaden.

„Elektroflug ist zu dieser Zeit noch die Sache derer, die sich selbst zu helfen wissen. Man lötet sich Schalter, Regler, Ladekabel – mit einem Küchenwecker als Ladezeitbegrenzer.“

Text: Tobias Meints

Sunshine

Solarenergie – Möglichkeiten und Grenzen

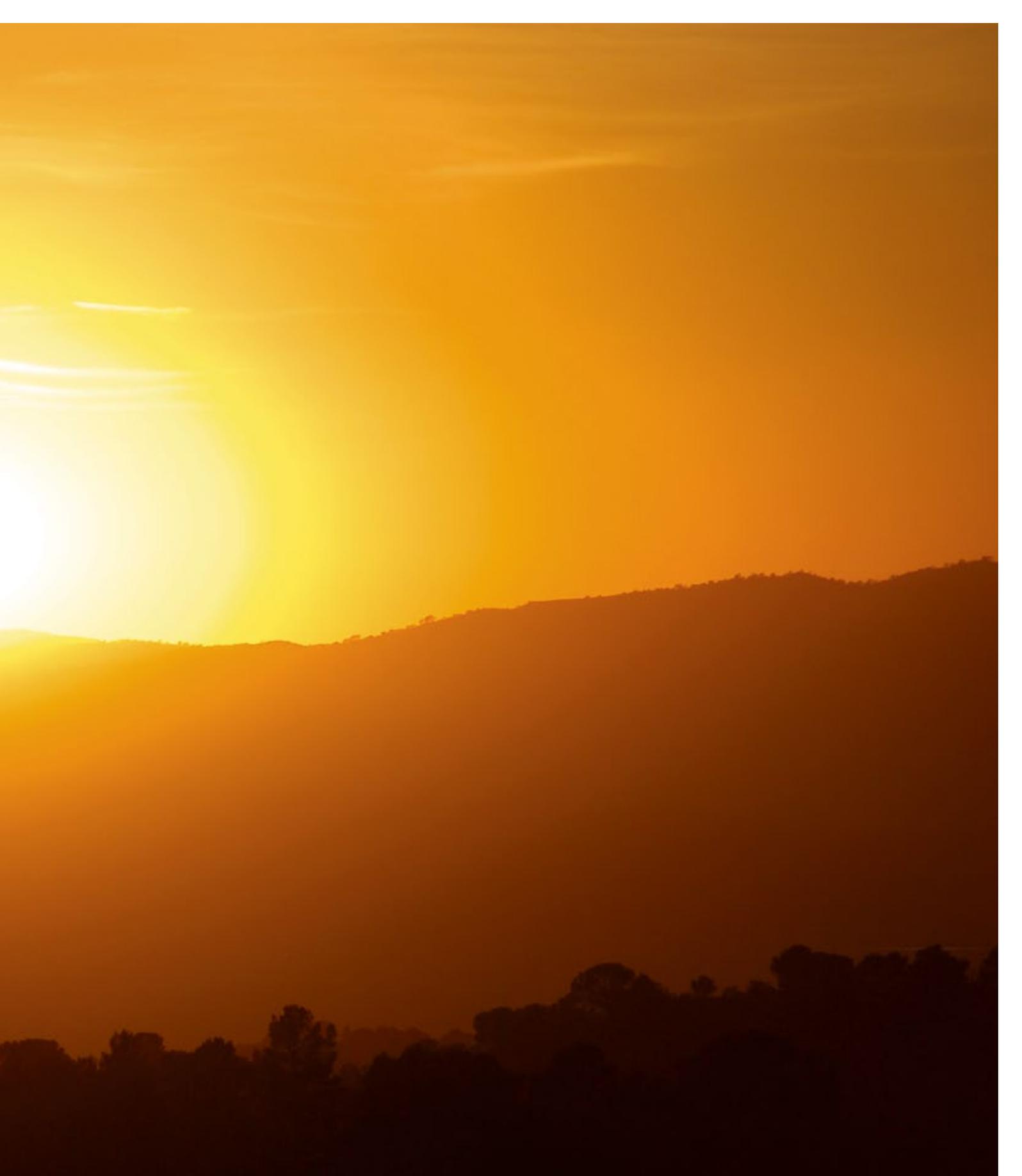
Noch nie war die weltweite *Nachfrage nach Energie* derart groß. Gleichzeitig werden die fossilen Brennstoffe knapp und spätestens der *Super-GAU im japanischen Atomkraftwerk in Fukushima im Jahr 2011*, hat der Weltöffentlichkeit vor Augen geführt, welche Risiken diese Art der Energiegewinnung birgt. Eine Lösung, den **STROMHUNGER DER WELT** auch zukünftig zu sichern, liegt in der Solarenergie.

Eine Energiequelle ungeheuren Ausmaßes bildet der Fixstern im Zentrum unseres Planetensystems: die Sonne. In ihr werden durch Kernfusion große Mengen Energie freigesetzt, die als elektromagnetische Strahlung die Erde erreichen und das Leben wie wir es kennen auf unserem Planeten zulassen. Die Solartechnik macht es möglich, die Sonnen-

energie auf verschiedene Arten zu nutzen. Die bekannteste ist die Gewinnung von Gleichstrom mithilfe von photovoltaischen Zellen.

Facettenreich

Ist von Photovoltaik die Rede, assoziieren die meisten Menschen mit dem Begriff die großflächigen Panels auf Häusern oder Fabrikgebäu-



den, die den aus der Sonnenenergie gewonnenen Strom in die Netze speisen. Dies ist jedoch nur ein Aspekt einer facettenreichen Technologie, die uns regelmäßig im Alltag begegnet. Mittlerweile finden Solarzellen in vielen Bereichen des täglichen Lebens Anwendung zum Beispiel in Solarladegeräten für Mobiltelefone und Laptops. Auch Rucksäcke und Taschen mit integrierten Ladebuchsen für die Akku-betriebenen

Geräte werden angeboten – zum Beispiel über das niederländische Unternehmen A-Solar oder die Freiburger Firma Ying International.

Wüstenstrom

Die Möglichkeiten der Nutzung solarer Energie gehen jedoch über diese Kleinstlösungen weit hinaus. Um im großen Maßstab Energie



© BSW-Solar, SMA

Solarzellen

Auf Silizium basierende Zellen wandeln bis zu 20 % der Lichtenergie in elektrische Energie um. Sie sind aufgrund der hohen Verfügbarkeit des Grundstoffs, der zudem für die Chip-Produktion verwendet wird, relativ günstig.

Halbleiterzellen, die aus Gallium, Indium, Tellur oder Selen gefertigt werden, finden größtenteils in der Raumfahrt Verwendung. Sie verfügen über mehrere Schichten, die verschiedene Teile des Sonnenlichtspektrums ausnutzen. Dem daraus resultierenden Wirkungsgrad von 30 bis 40 % stehen jedoch hohe Rohstoffkosten entgegen. Beim Seltenerdmetall Gallium beispielsweise übersteigt die Nachfrage die jährliche Produktionsmenge deutlich.

Organische sowie Halbleiter-Elektrolytzellen sind zum Teil sehr einfach herzustellen, dafür im Wirkungsgrad sowie der Haltbarkeit dermaßen limitiert, dass sie zurzeit noch keine Alternativen zu den Silizium-beziehungsweise Halbleiterzellen darstellen.

zu gewinnen gibt es unterschiedliche Optionen. Photovoltaikanlagen wandeln Teile des elektromagnetischen Spektrums direkt in elektrischen Strom um, während thermische Solaranlagen für die Erwärmung von Wasser, den Betrieb von Heizungen und als Fernwärme-Produzenten eingesetzt werden. Besonders wirksam sind solarthermische Kraftwerke, die in den USA und Spanien bereits zum Einsatz kommen und die Basis des wohl ehrgeizigsten Projekts zur Etablierung der Solarenergie als Standbein des weltweiten Energiemanagements bilden: Desertec. Das Vorhaben, wird voraussichtlich 400 Milliarden Euro kosten und ist damit viermal so teuer wie die Mondlandung. Die Desertec Foundation will bis 2050 gigantische Solarkraftwerke in der Sahara errichten und den Strom über das Mittelmeer nach Europa transportieren. Auf diese Weise sollen 15 Prozent (%) des Strombedarfs auf dem europäischen Kontinent gedeckt werden.

Zum Transport der Energie dienen so genannte Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungs-Leitungen (HGÜ). Mit diesen lässt sich Strom über weite Strecken transportieren. Die Leitungsverluste betragen lediglich 3 % pro 1.000 Kilometer. Rund um den Globus sind bereits mehrere HGÜ-Leitungen mit einer Länge von bis zu 1.700 Kilometer sowie einer Leistung von bis zu 5 Gigawatt (GW) in Betrieb. In Europa ist beispielsweise Sardinien über ein solches Kabel an das Festland angeschlossen. Aktuelle Bauvorhaben wie das im französisch-spanischen Grenzgebiet haben Pilotcharakter für die Errichtung von Transporttrassen die zur Umverteilung des aus Wind und Sonne erzeugten Stroms über den Kontinent benötigt werden.

Arabischer Frühling

Desertec Erfinder Dr. Gerhard Knies ist von dem ehrgeizigen Projekt überzeugt und erklärt

Großflächige Solaranlage an der schrägen Fassade eines Firmengebäudes

„die Wüsten der Erde empfangen in sechs Stunden mehr Energie von der Sonne, als die Menschheit in einem Jahr verbraucht.“ Zurzeit startet in Tunesien ein Pilotprojekt mit der Bezeichnung TuNur. Bereits im Jahr 2016 werden rund 825.000 Heliostaten – bewegliche Spiegelflächen, die der Sonne folgen – zu einem Solarturmkraftwerk zusammengeschaltet. Auf diese Weise werden 2 GW Strom erzeugt, die ausreichen, um 700.000 Haushalte in Europa mit Energie zu versorgen. Zum Vergleich: das Kernkraftwerk Emsland im niedersächsischen Lingen produziert mit einem aktiven Reaktor 1,4 GW Strom. Da die Fertigung der TuNur-Anlage in Tunesien stattfindet, werden dort etwa 20.000 Arbeitsplätze geschaffen. Dr. Thiemo



© BSW-Solar, Uppmann

Thermische Solaranlagen wandeln Sonnenlicht nicht direkt in Strom um, sondern produzieren Wärme, die verwendet und gespeichert werden kann

Gropp, Vorstand der Desertec Foundation zum geplanten Projektstart im Jahr 2014: „Das TuNur Projekt veranschaulicht in idealer Weise das Desertec-Prinzip, nach dem Investitionen in erneuerbare Energien an den besten Standorten den effektivsten Weg darstellen, das Klima zu schützen. Durch die gegenüber Mitteleuropa bis

Bei einem Solarturmkraftwerk reflektieren und bündeln Heliostaten (schwenkbare Spiegel) das Sonnenlicht auf einen Absorber. Hier entstehen Temperaturen von mehr als 1.000 Grad Celsius. Die Wärme wird dazu genutzt, eine Dampf- und Gasturbine anzutreiben, die ihrerseits Strom erzeugen



© Desertec Foundation

zu dreimal höhere Sonneneinstrahlung kann in Tunesien mehr sauberer Strom produziert und somit mehr CO₂ vermieden werden, als an weniger geeigneten Standorten.“

Fethi Somrani, Geschäftsführer des tunesischen Desertec-Partners Top Oilfield Services erklärt: „Es ist eine Zeit großer Veränderung für Tunesien und Nordafrika und es könnte keinen besseren Zeitpunkt geben, um in dieser entstehenden Demokratie aktiv und verantwortungsbewusst in langfristige Projekte zu investieren. Industrieinvestments, die Arbeitsplätze schaffen, sind der beste Weg, um Armut zu bekämpfen und der jungen Bevölkerung Tunesiens Chancen zu bieten. Desertec ist eine wirkliche Unterstützung für diese Vision und mit unserem TuNur Projekt gehen wir den ersten konkreten Schritt in diese Richtung.“ Wo Somrani Chancen sieht, sehen Kritiker von Desertec Gefahren durch den im Dezember 2010 begonnenen Arabischen Frühling. Die politisch-motivierten Proteste, die

in Tunesien ihren Anfang nahmen, breiteten sich über ganz Nordafrika aus und destabilisierten die Region – zumindest zeitweilig. Das Desertec Projekt, vor einigen Jahren noch ein reines Gedankenspiel, wird nun in absehbarer Zeit in die Realität umgesetzt. Ein bedeutender Schritt auf dem Weg zur Etablierung erneuerbarer Energien als konkurrenzfähige, weltweit nutzbare Energieform. Zudem ist es eine wichtige ökonomische Stütze in den nordafrikanischen Ländern.

Impulsgeber

Desertec ist jedoch nicht das einzige ehrgeizige Vorhaben in Sachen Nutzung von Solarenergie. Ein Schweizer Projekt das sich mit einem ganz anderen Verwendungszweck beschäftigt, aber ähnlich revolutionär ist, sorgt seit einiger Zeit bei den Vertretern der Luftfahrt für Furore. Die Rede ist von der Solar Impulse, dem Prototyp eines manntragenden Solarflugzeugs, das nicht nur am Tag, sondern auch in der Nacht fliegen

Lese-Tipp

Einen Informativen Artikel zum Thema Seltene Erden gibt es in Ausgabe 1/2011 von Ludwig Retzbachs Elektroflug-Magazin. Diese kann im Online-Shop unter www.alles-rund-ums-hobby.de bestellt werden



© Desertec Foundation

Desertec-Karte: Skizze einer möglichen Infrastruktur für eine nachhaltige Stromversorgung in Europa, dem Nahen Osten und Nordafrika

„Die Wüsten der Erde empfangen in sechs Stunden mehr Energie von der Sonne, als die Menschheit in einem Jahr verbraucht.“

„Wenn wir zeigen können, dass es in der Luft funktioniert, dann kann niemand mehr behaupten, erneuerbare Energien kämen für die Verwendung auf der Erde nicht infrage.“

Bertrand Piccard



© Solar Impulse, Stéphane Gros



© Solar Impulse, Laurent Kaefer

Bertrand Piccard (links) und André Borschberg haben das Projekt ins Leben gerufen und konzeptionierten mit der Solar Impulse das erste Solarflugzeug, das über Nacht fliegen kann

kann – und das emissionsfrei. Initiiert wurde das Projekt, von dem Ingenieur und ausgebildeten Pilot André Borschberg sowie Bertrand Piccard, der sich mit seiner Nonstop-Weltumrundung in einem speziellen Heißluftballon einen Namen gemacht hat.

Auf die Machbarkeitsstudie im Jahr 2003 folgten die Entwicklung des Konzepts sowie die Konstruktion des Prototyps. 2010 startete Berufstestpilot Markus Scherdel zum ersten Testflug und am 07. Juli des gleichen Jahres führte André Borschberg den ersten Nachtflug in der Geschichte der Solarluftfahrt durch. Der Versuch einer Weltumrundung ist für das Jahr 2014 geplant. „Wenn wir zeigen können, dass es in der Luft funktioniert, dann kann niemand mehr behaupten, erneuerbare Energien kämen für die Verwendung auf der Erde nicht infrage“, so Bertrand Piccard über die Idee zu Solar Impulse.

Wirkungsgrad

Die Solar Impulse selbst verfügt über die beeindruckende Spannweite von 63,4 Meter. Diese ist vergleichbar mit der eines Airbus A340-300. Während das vierstrahlige Passagierflugzeug jedoch ein Gewicht von 129 Tonnen auf die Waage bringt, wiegt die Solar Impulse lediglich 1,6 Tonnen. Für Stabilität sorgt ein Verbundwerkstoffgerippe, das aus einer wabenartigen Kohlefaser-Sandwichstruktur besteht. Die Unterseite der Tragflächen ist von einem leichten, flexiblen Film überzogen. Die Oberseite mit einer Schicht von Solarzellen. Diese beiden Schichten werden

im Abstand von 50 Zentimeter durch 120 Kohlefaserrippen verbunden. „Das geringe Gewicht bei der enormen Größe lässt das Flugzeug sehr sensibel auf Turbulenzen reagieren, daher sind wir auf gute Wetterbedingungen angewiesen“, erklärt Piccard und fügt hinzu: „Zudem müssen wir auf den Energieverbrauch achten, damit die über Tag gespeicherte Energie für den Nachtflug ausreicht.“

Auf der Solar Impulse sind insgesamt 12.000 photovoltaische Zellen aus monokristallinem Silizium verbaut. Diese haben eine Stärke von 145 Mikrometer und verfügen über einen



© Solar Impulse, Jean Revillard

guten Wirkungsgrad. Zwar haben Solarzellen in Panels, die für den Einsatz im Weltall konzipiert wurden, eine höhere Ausbeute. Allerdings sind sie auch schwerer und kamen daher nicht infrage, da die Leichtbauweise ein wesentlicher Faktor ist. Schließlich entfällt ein Viertel des Gesamtgewichts alleine auf die Batterien. Dementsprechend ist ein hoher Wirkungsgrad des Antriebs erforderlich. Dieser basiert auf vier Motorgondeln. Jeder Motor greift auf einen eigenen LiIon-Akku zu, der über 70 Zellen verfügt. Zudem ist ein System zur Überwachung von Ladungszustand und Temperatur verbaut. Die Motoren leisten jeweils maximal 7,35 Kilowatt (kW) und bewegen die 3,5 Meter langen Zweiblatt-Propeller mit 200 bis 400 Umdrehungen.

Innovationen

Die Solar Impulse zeigt einer von fossilen Brennstoffen abhängigen Welt, dass die emissionsfreie Nutzung von Solarenergie keine

Die Solar Impulse ist der vorläufige Höhepunkt der Solarluftfahrt. Rund 12.000 Solarzellen versorgen die vier Elektromotoren mit Energie. Um Nachtflüge zu ermöglichen, sind vier 100 Kilogramm schwere Akkus an Bord



Fast 12.000 photovoltaische Zellen aus monokristallinem Silizium sind auf der Solar Impulse verbaut. Diese haben eine Stärke von 145 Mikrometer

Science-Fiction mehr ist. Das Projekt ist der vorläufige Höhepunkt der Solarluftfahrt, die in den 1970er-Jahren ihren Anfang nahm und sich gegen alle Widerstände entwickelte. Nicht zuletzt ist der Erfolg auf Bertrand Piccard zurückzuführen, der auf die Frage, was einen Pionier ausmacht, antwortet: „Ein Pionier ist nicht immer der, der Erfolg hat, sondern der, der sich nicht vor Fehlschlägen fürchtet.“

© Solar Impulse, Jean Revillard



Die Cockpit-Anzeigen informieren den Piloten über ein Onboard-System über die wichtigsten Parameter und stellt sie parallel der Bodencrew zur Verfügung

Solar Impulse Technische Daten:

Spannweite	63,40 m
Länge	21,85 m
Höhe	6,40 m
Länge	22 m
Gewicht	1.600 kg
Antrieb	vier elektrische 7,35-kW-Motoren
Solarzellen	11.628 (10.748 auf der Tragfläche, 880 auf dem horizontalen Stabilisator)
Durchschnittsgeschwindigkeit	70 km/h
Abrissgeschwindigkeit	35 km/h
Maximale Flughöhe	8.500 m

SolarWorld Einstein-Award

Das Team von Bertrand Piccard und André Borschberg wurde mit dem SolarWorld Einstein Award 2011 ausgezeichnet. Der Preis wird von der Solar World AG verliehen. Das Unternehmen mit Firmensitz in Bonn gehört zu den Marktführern in Sachen Solartechnik, beschäftigt weltweit über 3.300 Mitarbeiter und verzeichnete einen Umsatz von 1,3 Milliarden Euro (2010).

„Wir zeichnen damit Persönlichkeiten aus, die mit ihrer Arbeit auf die aktuellen Herausforderungen der Menschheit aufmerksam machen. Solar Impulse zeigt, dass wir mit technologischer Innovation und Mut zu neuen Denkweisen die Abhängigkeit von fossilen Ressourcen überwinden können“, begründete der Vorstandsvorsitzende der SolarWorld AG, Frank Asbeck, die Auswahl der Preisträger. Das Unternehmen fertigt mit dem SolarWorld GT ein Solarauto, das zurzeit dabei ist, die Welt zu umrunden.



Angetrieben wird die Solar Impulse von vier Elektromotoren mit einer maximalen Gesamtleistung von 29,5 Kilowatt

On Tour

Dafür, dass die Solartechnik nicht nur den Himmel erobert, sorgt die SolarWorld AG. In Kooperation mit der Fachhochschule Bochum entwickelte das Unternehmen den SolarWorld GT – ein Solarauto, das zurzeit dabei ist, den Globus zu umrunden. Das ehrgeizige Projekt soll im Dezember 2012 beendet sein. Zum Redaktionsschluss lief die Durchquerung der USA. Über die Website www.hochschule-bochum.de/solarcar.html können Interessierte die Rekordfahrt verfolgen.

Angetrieben wird der SolarWorld GT, Nachfolger des SolarWorld No.1, von zwei „Loebmotoren“, die an der beteiligten Hochschule entwickelt wurde. Es handelt sich um permanent erregte Synchronmotoren in der Radnabe mit einer Nennleistung von 1,4 kW (maximal 4,2 kW). Die Sonnenenergie wird von einer 3 Quadratmeter großen Solarfläche bestehend aus 935 Zellen des Herstellers Azur Space aufgefangen. Für die Speicherung zeichnet eine Traktionsbatterie von LG verantwortlich. Hierbei handelt es sich um einen LiIon-Akku mit einer Nennspannung von 86,25 Volt und einer Gesamtleistung von 4,9 Kilowattstunden. Ausgerüstet mit 437 Einzelzellen wiegt der Akku 21 Kilogramm. Sollte die Weltumrundung glücken, so würde



Wie prominent das Projekt ist zeigt sich an dem internationalen Zuspruch. Im Jahr 2012 informierte sich Albert II. von Monaco (Mitte) über den aktuellen Stand der Forschung. Auf dem Foto steht er zwischen Bertrand Piccard (links) und André Borschberg



Der SolarWorld GT ist der Nachfolger des SolarWorld No.1. Das Solarauto ist mit einer 3 Quadratmeter großen Solarfläche ausgerüstet und befindet sich zurzeit auf einer Reise um die Welt

der SolarWorld GT für die längste Strecke ausgezeichnet, die jemals mit einem Solarauto zurückgelegt wurde.

Waterproof

Während die Solar Impulse in der Luft und der SolarWorld GT auf der Straße Maßstäbe setzen, beeindruckt das Schiff PlanetSolar auf dem Wasser. Hierbei handelt sich um einen Katamaran, der mit photovoltaischer Energie betrieben wird. Durch seine Anbauteile stehen ihm 38.000 Sonnenkollektoren mit einem Wirkungsgrad von 22,6 % auf einer Gesamtfläche von 537 Quadratmeter zur Verfügung und machen PlanetSolar zum größten solarbetriebenen Schiff der Welt. Es ist 31 Meter lang, 15 Meter breit und bringt es auf ein Gewicht von 95 Tonnen. Ausgerüstet ist das Schiff mit zwei Antrieben, mit jeweils einem 40- und einem 20-kW-Motor. PlanetSolar befindet sich zurzeit auf einer Reise um die Welt.



Das Oderdeck der PlanetSolar besteht aus 537 Quadratmeter Sonnenkollektoren. Mit ihnen fährt das Schniff emissionsfrei und hat keine Reichweitenbeschränkung

Zukunftstrüchtig?

Ein Faktor ist bei der Solartechnik besonders wichtig, der Wirkungsgrad – sprich, wie viel Sonnenlicht in elektrische Energie umgewandelt wird. Ein Projekt, das für den Deutschen

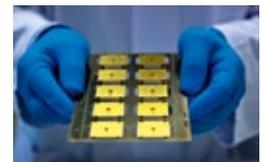
**SolarWorld GT
Technische Daten:**

Fahrzeugtyp	Solarbetriebenes Elektrofahrzeug mit zwei Türen sowie Sitzplätzen
Länge	4.100 mm
Breite	1.600 mm
Höhe	1.335 mm
Leergewicht	260 kg
Aerodynamik Stirnfläche	1,71 m ²
Höchstgeschwindigkeit	über 100 km/h

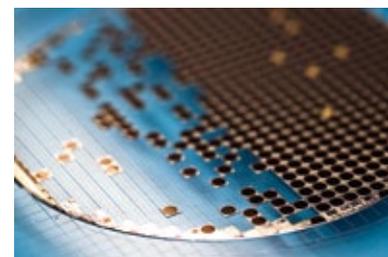


Konzentratorphotovoltaik: Stufenlinsen bündeln das Licht 500fach auf eine winzige höchsteffektive Mehrschichtsolarelle

Zukunftspreis 2011 nominiert wurde, beschäftigt sich mit eben dieser Thematik. Laut Klaus-Dieter Rasch, Geschäftsführer von Azur Space Solar Power, Hansjörg Lerchenmüller von Soitec Solar, und Andreas W. Bett, dem stellvertretenden Institutsleiter des Fraunhofer Instituts Freiburg, kann der Wirkungsgrad durch Konzentration-Photovoltaik mit höchsteffizienten Solarzellen gesteigert werden. Wie in Standardzellen wird in den neuen Concentrix-Modulen Sonnenlicht in elektrische Energie gewandelt. Der Unterschied ist, dass die Wandlungswirkungsgrade mit 40 % mehr als doppelt so hoch sind. Erreicht wird dies dadurch, dass Fresnel-Stufenlinsen das Sonnenlicht auf winzige hoch-effiziente Mehrfachsolarellen konzentrieren, die das Licht in elektrische Energie wandeln. Die Konzentration-Photovoltaik erschließt ein neues Technologiefeld. Konzentrierte Sonnenstrahlung



Solarzellen-Baugruppen für Konzentration-photovoltaikmodul: winzige Stapelsolarellen (3-Millimeter-Durchmesser) mit Metallplatten zur Wärmeableitung.



Wafer mit rund tausend Konzentration-solarellen

Nominiert für ihre Konzentration-photovoltaik: (v.l.n.r) Dr. rer. nat. Klaus-Dieter Rasch, Hansjörg Lerchenmüller und Dr. rer. nat. Andreas W. Bett

wurde bislang ausschließlich in solarthermischen Kraftwerken genutzt. Dies stellt einen weiteren Innovationssprung dar und ermöglicht bei gleicher Fläche eine größere Energieausbeute. Versuchs-kraftwerke in aller Welt zeugen von der Leistungsfähigkeit der neuen Technologie, die im Gegensatz zu solarthermischen Kraftwerken ohne Wasserkühlung auskommt. Dank günstiger Materialien liegt die Energieamortisationszeit von Konzentratoren-Zellen-Kraftwerken bei sechs Monaten.



Viele Deutsche Hersteller von Solartechnik leiden unter den konkurrenzlos billigen Produkten aus China – die Kürzung der Subventionen durch die Bundesrepublik verschlimmert die Gesamtsituation weiter

Ausblicke

Nicht nur die vorgestellten Einzelprojekte oder das ehrgeizige Unternehmen Desertec belegen, was mit Sonnenenergie bewerkstelligt werden kann. Nichtsdestotrotz wird seitens der Bundesregierung die Förderung für Solaranlagen weiter zurückgefahren. Dies macht für Privathaushalte die Anschaffung neuer Anlagen unrentabel, was für viele Hersteller existenzbedrohende Ausmaße annimmt. Einem Statement des Bundesverbands Solarwirtschaft zufolge bedroht dies bis zu 100.000 Arbeitsplätze und gefährdet zudem die Energiewende.

Der ehemalige Bundesumweltminister Klaus Töpfer, der nach dem Reaktorunglück in Fukushima die Ethikkommission leitete, die den Atomausstieg empfahl, äußerte sich enttäuscht über die Entscheidung der Bundesregierung: „Die gegenwärtige Diskussion um die Verän-



© BSW-Solar, Upmann

Anfang März fand eine Großdemonstration gegen die Kürzung der Subventionen in Sachen Solartechnik statt. Der Bundesverband Solarwirtschaft spricht von „Solar-Ausstieg“

derung der Solarförderung bedrückt mich. Der Atomausstieg war als Gemeinschaftsaufgabe gedacht und funktioniert auch nur so. Die Veränderungen der Solarförderung setzt aber den Anfang dafür, dass das nicht funktioniert“, erklärt Töpfer. „Die Solarenergie ist eine große wirtschaftliche Chance, die sich gleichzeitig, mit den Wertvorstellungen in unserer Gesellschaft trifft.“

Während in Deutschland der Atomausstieg zwar beschlossen ist, Klagen seitens der großen Energiekonzerne jedoch wahrscheinlich sind, wird im Ausland weiterhin auf Atomstrom gesetzt. So bewilligte im Februar 2012 die US-Regierung nach mehr als 30 Jahren den Bau neuer Atomreaktoren. Die Volksrepublik China will den Energiehunger ihrer Wirtschaft ebenfalls mit Reaktor-Neubauten stillen. Das bevölkerungsreichste Land der Erde will seine Atomkapazitäten bis 2020 insgesamt verachtfachen.

Die Entwicklung der Solarenergie gegen alle Widerstände voranzutreiben ist eine Mammutaufgabe, deren Lohn jedoch eine emissionsfreie und unendliche Stromquelle darstellt. Mühen, die viele engagierte Menschen bereit sind, auf sich zu nehmen. Sei es, um Wüstensonnen in europäischen Strom zu verwandeln, emissionsfreie Flüge zu ermöglichen oder Handys und Laptops ohne Steckdose zu laden.

„Die gegenwärtige Diskussion um die Veränderung der Solarförderung bedrückt mich. Der Atomausstieg war als Gemeinschaftsaufgabe gedacht und funktioniert auch nur so. Die Veränderungen der Solarförderung setzt aber den Anfang dafür, dass das nicht funktioniert.“

Klaus Töpfer



© Peter Pflügerski

Text: Ludwig Retzbach
Fotos: Ludwig Retzbach und Alex Hummel

Bella Figura

Cessna-195 von Staufenbiel



„A Scheene frisst au net meh“ (zu deutsch: Eine Schöne (Frau) verursacht auch keinen höheren Verpflegungsaufwand) beliebt ein Schwabe zu antworten, wenn er auf seine hübsche Begleiterin angesprochen wird. Und während er damit den Ball flach zu halten versucht, ist dem zutiefst praktisch Denkenden längst schon klar, dass dies auch für viele andere bedeutsamen Dinge zutrifft. Das Modell einer CESSNA-195 VON STAUFENBIEL beispielsweise, die mit einem *unverschämt günstigen Kaufpreis* von 149,- Euro doch wirklich einiges hermacht.



Doch sachte: Zuerst gilt es, die Identität des hier vorgestellten Flugmodells zweifelsfrei zu klären. Denn auf dem Karton und der darin enthaltenen Bauanleitung stellt sich die Maschine als „VISTA 185“ vor. Es handelt sich in Wirklichkeit aber um den recht detailfreudigen Nachbau einer Cessna-195.

Das Original dieses einmotorigen Leichtflugzeugs verließ die Werkshallen schon in den Jahren 1947 bis 1954. Damit darf man die Maschine wohl schon als Oldtimer bezeichnen, ein Attribut, das sich nicht auf den ersten Blick erschließt. Fasziniert ist der Betrachter zuerst mal von der eleganten Linienführung des sich nach vorne rundenden Rumpfs, der in eine vergleichsweise spitz zulaufende GFK-Motorhaube mit angedeuteten Zylinderausbuchungen übergeht. Bemerkenswert ist auch die Flächengeometrie. Die Tragflügeloptik prägt eine nach vorne verlaufende Zuspitzung mit nahezu gerader Vorderkante. Das Zweibeinfahrwerk weiß sich durch elegante Radverkleidungen zu verhübschen, die allerdings beim Modell etwas zu voluminös ausfallen und auf Rasenplätzen nach der Landung gerne ein bisschen bremsen helfen – beim Starten auch. Nun, Originalbilder im Internet zeigen das Flugzeug auch schon mal ohne und zuweilen sogar mit angebauten Schwimmern.

Einen Genuss ganz besonderer Art vermittelt die Betrachtung der Modell-Innenarchitektur. Ein fertig ausgebautes Doppelcockpit wie auch des dahinter liegenden Stauraums weist den Hersteller Phoenix Model als detailverliebt aus. Überhaupt hinterlässt die Bauqualität einen dezent edlen Eindruck. Alles passt, nichts klemmt. Die Konstruktion erscheint durchdacht und benutzerfreundlich. Das Cockpit-Dachfenster wie auch der dortige Zwischenboden werden durch speziell geformte Rundmagnete in Position gehalten und können entfernt werden, um den Zugang zum Rumpfinnenen zu erleichtern. Lediglich bei dem abnehmbaren Kabinenvorderteil mit der ins Dach übergehenden Frontscheibe wollte man nicht auf die unsichtbare Kraftwirkung der Neodymmagnete vertrauen. Sie wird daher durch zwei seitlich platzierte Handschrauben in Position gehalten. Hier wünscht man sich gelegentlich einen schnelleren Zugang.

Was heißt noch Bauzeit?

Bauzeiten werden heute nicht mehr nach saisonalen Gesichtspunkten, sondern in Stunden, realistischer vielleicht der Anzahl von Abenden bis zur endgültigen Fertigstellung bewertet. Von einem Flugmodell, das in dieser von chronischem (Frei-) Zeitmangel geprägten Zeit den Weg zum Kunden sucht, erwartet man indes

„Überhaupt hinterlässt die Bauqualität einen dezent edlen Eindruck. Alles passt, nichts klemmt.“



Rumpfvorderteil mit abgenommener Kabinenhaube



Vorgesehen sind Servos der Standardgröße für Seiten- und Höhenruder sowie für die Querruder, beispielsweise vom Typ Savox SC-2054

nicht nur Vorfertigungs-, sondern auch wesentliche Vordenk-Leistungen. Es soll beispielsweise den Einbau verschiedener handelsüblicher Fernsteuer- und Antriebskomponenten ohne spürbare körperliche Verrenkungen ermöglichen. Unter diesem Aspekt ist zu erkennen, dass das Modell wohl ursprünglich für den Antrieb mit Verbrennungsmotoren konzipiert worden war und die Elektro-Antriebs-Umwidmung dann erst nachträglich vollzogen wurde. So passen überall Servos der Standardgröße in die vorbereiteten Einbauöffnungen. Der Experte weiß natürlich, dass bei der vorliegenden Modellgröße auch Servos der Gewichtsklasse 12 bis 20 Gramm (g) voll ausreichen. So lassen sich dann etwa 100 Gramm Gewicht einsparen. Vorgeschlagen werden in einem Beiblatt zur Bauanleitung einige relativ kleine Motoren, der Axi 2826 / 12 beispielsweise, welcher leistungsmäßig sicher ausreichen würde, bei dessen Einbau aber größere Mengen Trimblei im Bug nötig wären, um den vorgeschriebenen Schwerpunkt einhalten zu können. Auch ist der Modellbauer bei der richtigen Positionierung der Motorbefestigung weitgehend auf sich gestellt, denn die für die Zweitakter-Montage vorgesehenen Einschlagmuttern liegen für die E-Motor-Befestigung glatt daneben.

Gleichwohl, die Cessna-195 von Staufenbiel ist sehr sauber und vor allem auch leicht gebaut. Hätten die Programmierer des Laser-Cutters, welcher die Rippen und Spanten auszuschneiden hatte, noch etwas mehr auf die Hauptfasserrichtung der Teile geachtet, das Ganze wäre perfekt. Baulich kommt ein wenig erfahrener

Modellbauer dennoch gut zurecht, dank der zwar in Englisch gehaltenen, aber auch reich bebilderten Anleitung, die knifflige Details immer wieder mit aufschlussreichen Skizzen erhellt. Eine kleine Ausnahme bildet hier vielleicht die Montage des heckseitigen Spornrads. Es wird zwar sehr elegant über ein verdecktes Ruderhorn angelenkt, das aber lediglich über eine Klemmschraube auf einer Welle mit 3 Millimeter (mm) Durchmesser befestigt wird, weshalb es sich später gerne verdreht. Hier führte schließlich das Anschleifen einer Fläche mit dem Dremel zum Ziel. Und weil wir schon ganz unten in der Abteilung „Bodenhaftung“ angelangt sind. Die geteilten Alu-Fahrwerksstreben sind keine Elastizitätswunder, die Radverkleidungen eigentlich ein optisches Muss und das Fahrwerk selbst wird eher von modellbautypischem Optimismus als von einem stabilen Sperrholzkonstrukt getragen. Da kommt es bei Landungen auf etwas unebenen Rasenpisten schnell zu unerwünschten Auflösungserscheinungen. Daher sollte der Modellbauer die Fahrwerkshalterung am besten gleich vor den Erstflug mit einigen kräftigenden Glasmatten auf den Ernst des Fliegerlebens vorbereiten. Das geht erfahrungsgemäß am Leichtesten, solange noch alles schön beieinander ist.

Ansonsten passte bei dem Testmodell alles auf Anhieb. Am besten ist es, wenn man rechtzeitig schon die beiden Fahrwerksbügel anschraubt, nachdem an den entsprechenden Stellen im Unterboden die Folie freigeschnitten wurde. Weil der Rumpf nun Halt bekommt, gehen die folgenden Bauschritte leichter von der Hand. Wie



Der Einbau einer Schleppkupplung ist sehr gut möglich

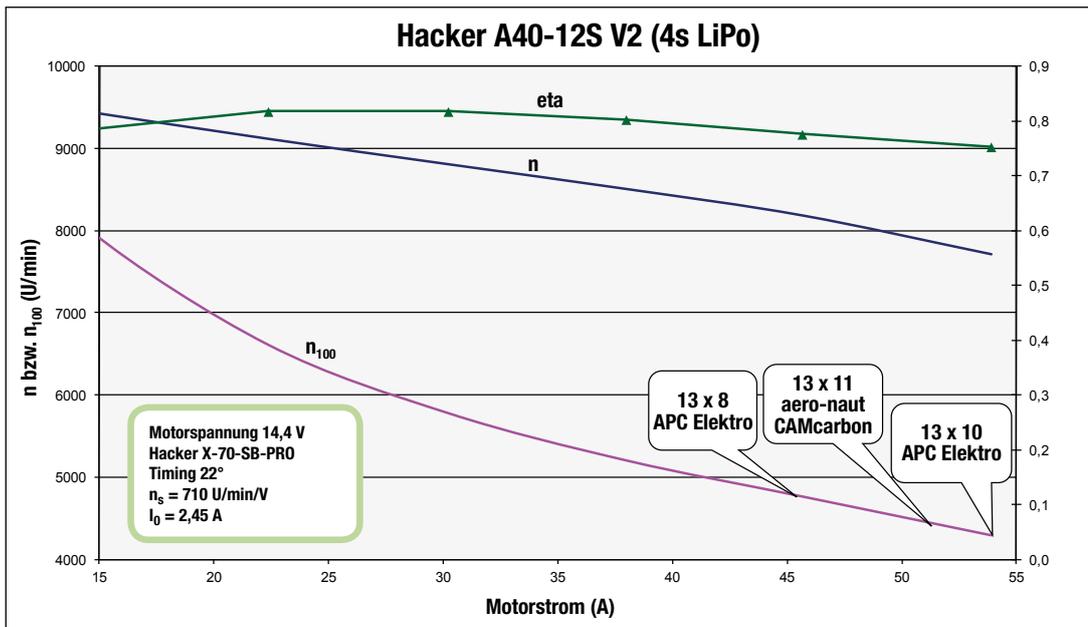
„ In Position gebracht wurde die Antriebsmaschine mittels verstellbarem Motorträger von Staufenbiel – das nützlichste Zubehörteil seit Erfindung des Außenläufers.“

Vom leichten Antrieb für Reiseflüge bis zum Power-Setup für Schleppläppl hat die Cessna-195 von Staufenbiel einiges zu bieten



Die Aufhängung des Spornrads ist zwar kräftig dimensioniert, aber in der Werksversion nicht ganz verdrehsicher. Das lässt sich ändern

Zahlreiche Fotos und Videos zu vielen Original Cessna-195 finden sich auf der Webseite des „International Cessna 195 Club“. Anregungen zu alternativen Lackierungen und Scale-Ausbaumöglichkeiten sowie einem detaillierten Cockpitausbau lassen sich hier einholen. Kontaktmöglichkeiten zu den Besitzern einzelner Muster gestatten ein gezieltes, individuelles Finish des Modells. Infos hier: www.cessna195.org.



üblich beschränken sich die Restarbeiten darauf, die Ruderscharniere mit dünnem Sekundenkleber einzukleben, dem Einbau der Leitwerke, wobei alles so genau vorgearbeitet war, dass die Winkelstellung zwischen Leitwerken und Fläche nicht nachträglich korrigiert werden musste. Das zur Ruderanlenkung nötige Material wie Ruderhörner und Stahldrähte liegt dem Baukasten bei. Die zweiteilige, durch ein 19-/17-mm-Alurohr gehaltene Fläche verfügt über Querruder, hat jedoch keine Landeklappen.

Antriebslösungen

Wie schon erwähnt, braucht man bei der Motorisierung nicht aufs Gewicht zu achten, denn zum Auswiegen diente dem Hersteller ursprünglich wohl so was wie ein 8,5-Kubik-Zweitakter. Das Antriebsexperiment startete mit einem Hacker-Antriebsset, bestehend aus dem Außenläufer A40-12S V2 mit einem Drehzahlsteller X-70-SB-pro (mit Switch-BEC) und einem 4s-LiPo mit 4.500 Milliamperestunden (mAh) Top Fuel-Akku aus demselben Hause.

In Position gebracht wurde die Antriebsmaschine mittels verstellbarem Motorträger von Staufenbiel – das nützlichste Zubehörteil seit Erfindung des Außenläufers. Für den richtigen Einbauwinkel, da die Bauanleitung für die Elektroversion keine Angaben macht, wurden mal je 2 Grad Motorsturz und Seitenzug vorgesehen, sorgte eine entsprechend schräg angeschliffene Sperrholzunterlage. Die muss aufgrund der Schrägstellung des Motorträgers je etwa 4 mm außermittig (nach links und nach oben) versetzt montiert werden. Die Feinausrichtung erfolgte dann mit provisorisch montierter Motorverkleidung, mit dem Ziel, den Propellermitnehmer möglichst genau in deren Mitte zu bekommen.

Abgerundet wurde das abgestimmte Hacker-Rundum-Sorglos-Antriebspaket durch einen Prop des Typs APC-E mit 14 × 10 Zoll, mit dem das 14-Pol-Außenläufertriebwerk dann aber doch bei etwa 7.000 Umdrehungen in der Minute (U/min) ziemlich unbescheidene 70 Ampere (A) Standstrom in sich hineinzog. Die Erklärung für diesen doch recht heftigen Stromdurst war schnell zur Hand. Beim Vermessen des Motors (siehe Diagramm 1) hatte sich gezeigt, dass die spezifische Drehzahl des Außenläufers bei 22 Grad Timingeinstellung mit 710 U/min pro Volt (V) nicht ganz unerheblich von den aufgedruckten 600 U/min/V abweicht. Es sollte sich aber auch offenbaren, dass diese geringfügige Überschreitung der angegebenen Leistungsgrenze von 900 Watt (W) dem Motor nichts anhaben konnte.

Leider stellte sich dann beim abschließenden Auswiegen des Modells heraus, dass trotz des bis zum vorderen Anschlag des Batterieraums geschobenen Akkus noch 80 g Trimmblei in



Über zehn Minuten Flugzeit sind mit dem Hacker-Setup aus 4.500er-LiPo, Motor A40-12S V2 und Regler X-70-SB-pro möglich

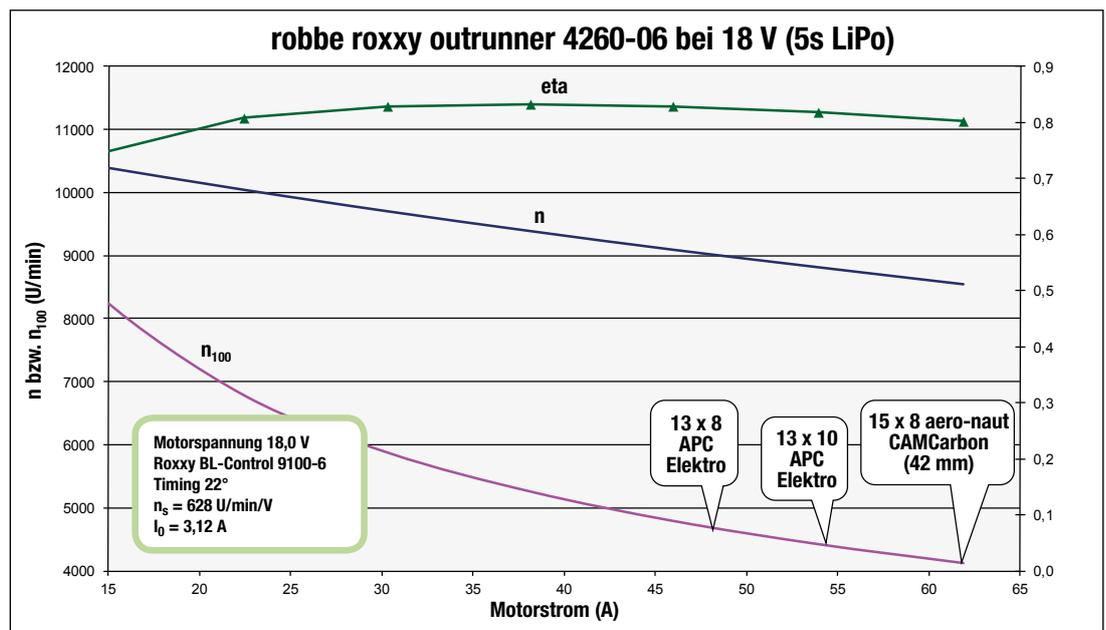
Schleppertermin

DMFV-Elektroschlepp-Wettbewerb

Die Modellfliegergruppe Burgfalken Urbach richtet am 30. Juni 2012 den DMFV-Elektroschlepp-Wettbewerb aus. Eingeladen sind Mannschaften mit elektrisch angetriebenen Schleppmaschinen in Kombination mit antriebslosen Segelflugmodellen oder antriebslosen, vorbildähnlichen Segelflugmodellen. Das jeweilige Maximalgewicht liegt bei 25 Kilogramm, die Mindestspannweite darf 2.000 Millimeter nicht unterschreiten. Der Experimentalwettbewerb soll die Weiterentwicklung des Modell-Seglerschlepps mit elektrisch angetriebenen Schleppmaschinen fördern.

Kontakt: Werner Kurz,
Pappelweg 16, 73614
Schorndorf. E-Mail:
vorstand@burgfalken-urbach.de.

„Die Cessna von Staufenbiel fliegt sich wie ein Trainermodell, ohne allerdings die sonst übliche Bräsigkeit vieler zu diesem Zweck angebotener Kisten zu vermitteln.“



der GFK-Motorhaube unterzubringen waren, um eine halbwegs akzeptable Schwerpunktlage zu erreichen. Das Abfluggewicht des mit 1.680 mm Spannweite schon recht stattlichen Modells bewegt sich damit dann bei 3.050 g nur leicht oberhalb der Werksangabe.

Reiseflug

Wie nicht anders zu erwarten, flog die Cessna-195 auf Antrieb nahezu ohne Korrekturen. Der Steigflug lässt sich schon beinahe als sportlich bezeichnen, sodass man sich nach einigen Eingewöhnungsrunden schon mal an einfache Kunstflugfiguren heranwagt. Eingeschränkt wird diese Fähigkeit etwas durch die eher dezente Wirkung der doch recht kleinen Querruder – zumal, wenn man der Herstellerempfehlung von nur +/- 8 mm Ruder ausschlag folgt. Da darf es ruhig etwas mehr sein. Bestechend indes wirkt das vorbildgerechte Flugbild der Cessna-195. Ein optischer Eindruck, von dem man bei zurückgenommenem Gasknüppel gar nicht genug bekommen kann, zumal der große Akku dann auch Flugzeiten von zehn Minuten „plus“ zulässt. Ja wirklich, die Staufenberg-Cessna fliegt sich wie ein Trainermodell, ohne allerdings die sonst übliche Bräsigkeit vieler zu diesem Zweck angebotener Kisten zu vermitteln. Das Modell setzt Steuereingaben weich aber direkt um.

Natürlich reizt ein so handzahn zu fliegender Vogel zu weiteren Antriebsexperimenten. Vor allem wenn sich auch die Frage erhebt, ob es nicht besser wäre, den vorne verklebten Batzen Trimmblei gleich durch einen größeren Motor zu ersetzen? Einem Arrangement, bei dem Masse nicht allein der Erdanziehung dient, sondern sich in Form von mehr Eisen und Kupfer günstig auf Kraft und Effizienz auswirkt? Mit 88 g Mehrgewicht bei nur geringfügigem Längenzuwachs bot

sich beispielsweise ein roxy Outrunner 4260/09 aus dem robbe-Programm an. Ein Triebwerk mit einer spezifischen Drehzahl von gewünschten 600 U/min/V, das ganz nebenbei auch noch zu einem vergleichsweise günstigen Preis zu haben ist. In Kombination mit einem Switch-BEC-Regler roxy BL-Control 9100-6 pendelte sich der Standstrom bei optimalen 55 A ein, wobei der 14 x 10 Zoll APC-E-Propeller mit 6.900 U/min rotierte. In der Praxis zeigte die so motorisierte Version keine allzu großen Unterschiede zu der vorhergehend erprobten, im Temperament etwas verhaltener, ausgestattet jedoch mit der Option auf endlose Flugzeit und – was noch wesentlicher sein dürfte – großen Reserven in Bezug auf Leistung. Sie wurden in diesem Falle nicht durch einen größeren Propeller realisiert, sondern durch einen 4.000-mAh-LiPo mit nunmehr fünf Zellen. Der APC-Propeller musste nun einem aero-naut CAM Carbon-Klappblattpaar mit dem Aufdruck 15 x 8 Zoll an einem 42-mm-Mittelteil weichen, was den Strom auf 62 A und den



Alternativantrieb robbe-Motor roxy 4260/09 und Regler roxy BL-Control 9100-6. Ein etwas schwerer Motor, der auch das Leistungsspektrum nach oben erweitert



Egal aus welchem Blickwinkel, die Cessna-195 von Staufenberg macht immer Bella Figura

Drehzahlmesser leicht über die 8.500 U/min/V-Marke klettern ließ. Bei 1.100 W operiert der Motor dann eben so an der Dauerleistungsgrenze.

Überflüssig zu erwähnen, dass es damit dann wirklich heftigst zur Sache ging und der Vollgas-Steigflug mehr an raketenbestückte Vorbilder erinnerte. Daher war es auch nur eine Frage von kurzer Zeit, bis aus den Reihen der Vereinskameraden der Vorschlag kam: „Du, mit der kannst du doch schleppen“.

Schleppen angesagt

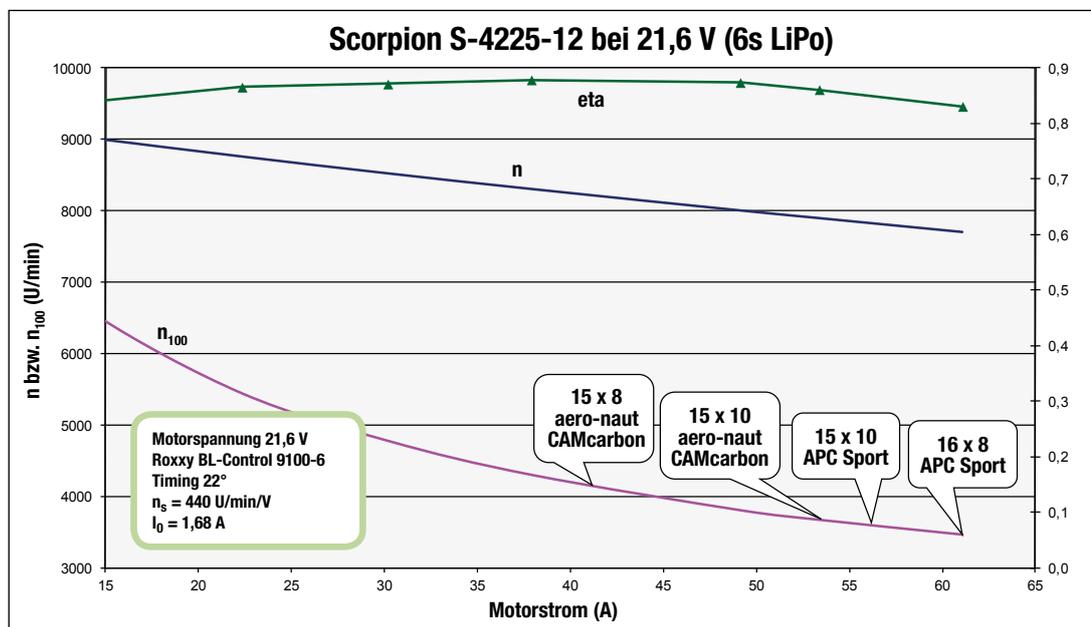
Die äußerst gutmütigen Start- und Flugeigenschaften der Cessna hatten schon früher den Gedanken nahe gelegt, es mit dem Einsatz als

Schleppmaschine zu versuchen. Ergo wurde eine Graupner-Schleppkupplung (Bestellnummer 1065) direkt vor das Steckungsrohr gesetzt und mit diesem verklebt, womit die dort eingeleiteten Kräfte in Schwerpunktweite gut abgefangen werden. Der Bowdenzug wird von einem vergleichsweise kleinen Digital servo ROCKamp 170 bedient. Ein möglichst kurzer Hebelarm am Servo sorgt dafür, dass dort auch in extremen Situationen noch genügend Kraft zur Verfügung steht. Der Weg von nur 5 bis 6 mm, den der Haltestift zurücklegen muss, sollte dabei möglichst den gesamten Servo-Drehwinkel nutzen.

Eine 2.800 mm spannende Minimoa von Graupner war auserkoren, den Gedanken auf die Realisierbarkeit hin zu überprüfen. Das Experiment war



Mit dem großem Scorpion-Motor und LiPos von 5 bis 6 Zellen erreicht die Cessna vollends ihre Schleppreife



Technische Daten

Spannweite	1.680 mm
Rumpflänge	1.340 mm
Gewicht	2.900 – 3.300 g
4s-LiPo-Betrieb	
Akku	Hacker 4.500 mAh Top Fuel
Motor	Hacker A40-12S V2
Drehzahlsteller	Hacker X-70-SB-pro
Propeller	14 × 10 Zoll
5s-LiPo-Betrieb	
Akku	Hacker 4.500 mAh Top Fuel
Motor	robbe roxy 4260/09
Regler	robbe roxy BL-Control 9100-6
Propeller	15 × 8 Zoll
6s-LiPo-Betrieb	
Akku	3.300 mAh
Motor	Scorpion S-4025-12
Regler	robbe roxy BL-Control 9100-6
Propeller	15 × 8 Zoll



Die vorgesehe Motorbefestigung durch vier Dis-tanzhülsen wurde durch diese perfekt einstellbare Motorhalterung ersetzt. Das unterlegte, schräg geschliffene Sperrholzbrett sorgt für die gewünschte Sturz- und Seitenzugeinstellung des Motors

musste so durch einen Motordom aus Sperrholz ersetzt werden. Mit einer nun auf 6s aufgestockten LiPo-Batterie und der 15 × 8-Zoll-CAM-Carbon-Klapplatte von aero-naut nimmt der Motor (nspez = 420 U/min/V) im Stand nur noch knapp 40 A zur Brust. Er holt seine Leistung nun mehr über die Spannung und läuft damit bei Vollast in einem sehr wirkungsgradgünstigen Bereich. Mit dem verhältnismäßig kleinen Akku von 3.300 mAh sind dann mit Seglern von bis zu 3.000 mm Spannweite bei ökonomischer Betriebsweise drei Schleppflüge herauszuholen. Wie aus dem Motordiagramm Nummer 3 ersichtlich, hat die Antriebsmaschine dabei noch massenhaft Reserven, wobei dann zweckvoller Weise ein Antriebsakku größerer Kapazität und ein Propeller mit höherer Steigung und bis zu 16 Zoll Durchmesser zum Einsatz kommen sollte. Andererseits, das verdient an dieser Stelle Erwähnung, wird auch die zuvor genannte Antriebslösung mit nur fünf Zellen dem Leistungsbedarf der hier zur Rede stehenden Größenklasse durchaus gerecht.

Lediglich die „butterweiche“ Landung klappt mit der nun etwas schwerer gewordenen Power-Cessa vielleicht nicht mehr gleich auf Anhieb, denn wie alle Alufahrwerke hat auch dieses nur begrenzte Dämpferqualitäten. Die Zweipunktlandung mit flach und hinreichend schnell an den Boden Herankommen hat sich jedenfalls besser bewährt als zu langes Aushungern, obgleich der Strömungsabriss lange auf sich warten lässt. Nach wenigen Landungen schon stellte sich freilich heraus, dass sich die Spornradanlenkung beim Bodenkontakt gerne etwas verdreht und in der oben beschriebenen Weise noch modifiziert werden sollte. Schließlich soll all die Schönheit ja nicht dazu verführen, am Ende – des Flugs – noch vom geraden Weg abzukommen.



Trotz ganz vorne platziertem Akku wird beim kleinen Motor noch Trimmgewicht in der Nase gebraucht

auf Anhieb ein voller Erfolg. Eine Akkuladung reichte für gute drei Schepps auf Höhen von etwa 250 Meter. Wünsche blieben lediglich hinsichtlich Flugstabilität um die Querachse offen, weil sich der tendenziell leicht schwanzlastig eingestellte Schlepper unter dem Zug der Schleppleine immer wieder aufbäumen wollte. Doch nochmals mehr Gewicht in die Nase? Aber wenn schon, dann bitte in der richtigen Materialwahl.

Abermals wurde der Motor durch einen größeren des Typs Scorpion S-4025-12 ersetzt. Dieser ist länger und schwerer und verschiebt so mit seinem Mehrgewicht (348 g gesamt) den Schwerpunkt leicht vor die angegebene 170-mm-Marke in einen fürs Schleppen eher komfortablen Bereich. Weil diese Antriebsmaschine inklusive Propmitnehmer deutlich länger baut, stieß die Motorhalterung an ihre Verstellgrenzen und

Bezugsadressen

Hacker Motor

Schinderstrassl 32
84030 Ergolding
Telefon: 08 71/953 62 80
Fax: 08 71/95 36 28 29
E-Mail: info@hacker-motor.com
Internet: www.hacker-motor.com

robbe

Metzloser Straße 36
36355 Grebenhain
Telefon: 066 44/870
Fax: 066 44/74 12
E-Mail: office@robbe.com
Internet: www.robbe.com

Staufenbiel

Hanskampring 9
22885 Barsbüttel
Telefon: 040/30 06 19 50
Fax: 040/300 61 95 19
E-Mail: info@modellhobby.de
Internet: www.modellhobby.de

Techamp GmbH & Co. KG

Am Hollerbusch 7
60437 Frankfurt am Main
Telefon: 069/50 83 00 91
Internet: www.parkflieger.de

Der neue **Modellbau-** **katalog 2012/2013**



**Katalog-
gebühr** nur
€ 3.-**

Modelle von Markenherstellern und nützliches Zubehör

Auto-, Flug-, Schiffsmodellbau

mehr als 500 Seiten

Ab 17.04. erhältlich

Vorläufige Abbildung

Am besten gleich anfordern:

• **Telefon: 0180 5 312111*** • **conrad.de/kataloge**

Bei telefonischer und schriftlicher Bestellung geben Sie bitte die Best.-Nr. 90 08 00-W5 und den Katalog-Code: AC an. Nennen Sie bei telefonischer Bestellung zusätzlich die Kennung HK MAT.
Schutzgebühr: Nur € 3.-**

* (0,14 €/Min. aus dem Festnetz, maximal 0,42 €/Min. aus dem Mobilfunknetz)

** Mit jedem bestellten Katalog erhalten Sie einen Gutschein über €5,-. Dieser ist bei Ihrem nächsten Einkauf ab €25,- Mindestbestellwert einlösbar, sofern Sie dafür eine Kataloggebühr bezahlt haben. Die Schutzgebühr für den Modellbaukatalog beträgt € 3,-. Bei gleichzeitiger Warenbestellung entfällt die Schutzgebühr und somit auch der Gutschein.



LEKI EXTRA 330 SC1000
Best.-Nr. 9352

STARLET 900

BEST.-NR. 9353

Detailgetreues Semiscalemodell eines Experimental-Flugzeuges der 1980er Jahre. Für fortgeschrittene Piloten. Almost Ready to Fly.

119,95 €*

Spannweite ca. 900 mm
Länge ca. 600 mm
Gewicht ca. 500 g
Gesamtflächeninhalt ca. 13,5 dm²
Höhenleitwerksinhalt 2,3 dm²
Tragflächeninhalt ca. 11,2 dm²
Flächenbelastung 38,0 g/dm²

SEA FURY

BEST.-NR. 9351

Detailgetreues Semiscalemodell mit optionalem Einziehfahrwerk und serienmäßigen Spreiz-Landeklappen. Für Fortgeschrittene und Profis! Almost Ready to Fly.

149,95 €*

Spannweite ca. 900 mm
Länge ca. 820 mm
Gewicht ca. 870 g
Gesamtflächeninhalt ca. 18,0 dm²
Höhenleitwerksinhalt 3,0 dm²
Tragflächeninhalt ca. 15,0 dm²
Flächenbelastung 48 g/dm²

LEKI EXTRA 330 SC1000

BEST.-NR. 9352

Detailgetreues Semiscalemodelle mit ca. 1 m Spannweite. Für Fortgeschrittene. Almost Ready to Fly.

149,95 €*

Spannweite ca. 1000 mm
Länge ca. 900 mm
Gewicht ca. 850 g
Gesamtflächeninhalt ca. 21,4 dm²
Höhenleitwerksinhalt 3,9 dm²
Tragflächeninhalt ca. 17,5 dm²
Flächenbelastung 40 g/dm²



DER GRAUPNER NEUHEITEN-KATALOG 2012

JETZT HERUNTERLADEN: WWW.GRAUPNER.DE



www.facebook.de/graupnernews



www.youtube.de/graupnernews