

# THEORIE UND PRAXIS

## EINE AUSLEGUNG FÜR DEN ELEKTROMOTOR-KUNSTFLUG – TEIL 1

Kunstflugmodelle mit rund 2,2 Metern Spannweite gehören zu einer beliebten Klasse im Modellsport. Sie werden gerne mit potenten Elektroantrieben ausgestattet. Die Vorgehensweise zur Antriebsauslegung beschreibt Markus Müller.

Die „Zivko Edge 540 V3“ ist aus dem spektakulären Red Bull Air Race, der Formel 1 der Fliegerei bekannt. Piloten dieser einmaligen Rennserie vertrauen auf die beeindruckenden Leistungsmerkmale der „Edge 540“, die bereits in der dritten Ausbaustufe von Erfolg zu Erfolg eilt. Auch mich begeistert dieses Flugzeug. Nun beschäftigt mich die Frage, ob Aufbau und Ausstattung einer „Edge 540 V3“ mit mindestens 2,2 Metern Spannweite möglich ist. Und dies mit einem vernünftigen und vertretbaren Aufwand. Am Beispiel dieser Fragestellung werde ich meine theoretischen Ausführungen der vergangenen drei Jahre in AUFWIND nun praxisgerecht anwenden. Dabei werde ich Schritt für Schritt die Phasen der Evaluation, der Auslegung und des Baus bis hin zur Überprüfung von Schwerpunkt und Einstellwinkeldifferenz durchlaufen.

Modellart	Leistungs-gewicht	Schub-Gewichts-verhältnis	Strömungs-geschwindigkeit am Propeller	Flächenbelastung
Parkflyer	gering (~100W/kg)	gering >0.4:1	gering <60 km/h	sehr tief
Trainer	moderat (100..150W/kg)	moderat >0.6:1	moderat 50...90km/h	moderat
eSegler	moderat (100..150W/kg)	moderat >0.4:1	gering 35.90 km/h	sehr tief
Sport	hoch (~200W/kg)	moderat ~1:1	moderat >100 km/h	moderat
Pylon	hoch (+250W/kg)	(Strömungsabriss am Propeller)	sehr hoch >150 km/h	hoch
Dynam. Akro	hoch (~250W/kg)	moderat >1.2:1	Moderat 60...100km/h	moderat
3D Akro	sehr hoch (+400W/kg)	hoch >2:1	gering 50...80km/h	tief
Hotliner	sehr hoch (+500W/kg)	(Strömungsabriss am Propeller)	Hoch >80 km/h	moderat
Impeller	hoch...sehr hoch (min. 250W/kg)	Moderat >0.7:1	sehr hoch >150 km/h	moderat

Bild 01 | Die Gedanken zur Leistungsbetrachtung, grafisch dargestellt

So machte ich mir als Erstes Gedanken zur Leistungsbetrachtung (vgl. AUFWIND 4/2014). Dieses Modell soll vorwiegend für dynamischen

Kunstflug eingesetzt werden, aber trotzdem begrenzt 3D-tauglich sein. Das waren schon die ersten Vorgaben, grafisch in Bild 1 dargestellt:

02a



Voll-Version

Edge 540 V3 ca. 2.2m

Facebook Follow | Twitter Follow | YouTube 231

Willkommen eCalc

Ablauf Mitgliedschaft: 14/11/29

Abmelden - Benutzerdaten

News | Toolbox | Easy View | Help | Submit Specs | Language: deutsch



propCalc - Propeller Calculator

**Generell** Motorkühlung: gut

**Akku-Zelle** Typ (Dauer / max. C) - Ladezustand: LiPo 4200mAh - 30/45C - normal

**Regler** Typ: CC Phoenix Edge HV 120

**Motor** Hersteller - Typ (KV): Leomotion - LEO 8015-0180 F3X V2 (180)

**Propeller** Typ - Schränkung Mittelstück: Fiala - 0°

Anz. Motoren: 1 (an einem Akku)

Konfiguration: 12 S 1 P

Strom: 120 A Dauer, 120 A max

Kv: 180 U/V

Durchmesser: 23 inch / 584.2 mm

Pitch: 10 inch / 254 mm

Anz. Blätter: 2

Modellgewicht: 8000 g inkl. Antrieb / 282.2 oz

Kapazität: 4200 mAh / 4200 mAh total

Leerlaufstrom: 1.3 A @ 10 V

Limite (max. 15s): 4300 W

PConst / TConst: 1.09 / 1.0

Flügelfläche: 102 dm² / 1581 in²

Widerstand: 0.004 Ohm

Verlängerung zu Akku: AWG10=5.27mm²

Länge: 0 mm / 0 inch

Gehäuselänge: 62 mm / 2.44 inch

Getriebe: 1 : 1

Fluggeschw.: 0 km/h / 0 mph

Flugplatzhöhe: 500 m ü.M / 1640 ft ü.M

Lufttemperatur: 25 °C / 77 °F

C-Rate: 30 C Dauer, 45 C max

Verlängerung zu Motor: AWG10=5.27mm²

Länge: 0 mm / 0 inch

Anz. mag. Pole: 28

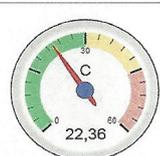
Gewicht: 106 g / 3.7 oz

Luftdruck(QNH): 1013 hPa / 29.91 inHg

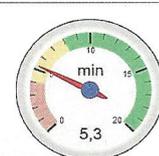
Gewicht: 106 g / 3.7 oz

Gewicht: 830 g / 29.3 oz

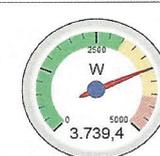
**berechnen**



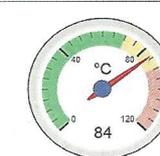
Entladerate:



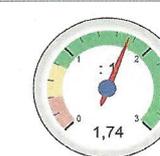
Ø Flugzeit:



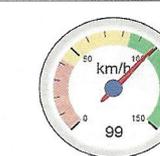
el. Leistung:



Temperatur (ca.):



Schub-Gewicht:



Pitch Geschw.:

Anmerkungen:

- Die vorhergesagte Gehäusetemperatur ist kritisch (>80°C/175°F). Vorsicht - es besteht ein Überhitzungsrisiko!

Batterie	Motor @ Optimaler Wirkungsgrad	Motor @ Maximum	Propeller	Gesamter Antrieb	Modellflugzeug
Entladerate: 22.36 C	Strom: 74.20 A	Strom: 93.91 A	Standschub: 13909 g	Komponenten: 2476 g	Abfluggewicht: 8000 g
Spannung: 39.89 V	Spannung: 40.78 V	Spannung: 39.82 V	490.6 oz	878.3 oz	282.2 oz
Nennspannung: 44.40 V	Drehzahl*: 6777 U/min	Drehzahl*: 6518 U/min	Drehzahl*: 6518 U/min	Leistungs-Gewicht: 521 W/kg	Flächenbelastung: 78 g/dm²
Energie: 186.48 Wh	el. Leistung: 3025.7 W	el. Leistung: 3739.4 W	Schub bei Abriss: 12508 g	237 W/lb	25.6 oz/ft²
Gesamtkapazität: 4200 mAh	mech. Leistung: 2755.2 W	mech. Leistung: 3392.1 W	441.2 oz	Schub-Gewicht: 1.74 : 1	Kubische Flächenbel.: 7.8
genutzte Kapazität: 3570 mAh	Wirkungsgrad: 91.1 %	Wirkungsgrad: 90.7 %	Schubübers. bei 0 km/h: 13909 g	P(in) @ max: 4169.8 W	Überziehgeschwind.: 42 km/h
Flugzeit Vollgas: 2.3 min		Temperatur (ca.): 84 °C	Schubübers. bei 0 mph: 490.6 oz	P(out) @ max: 3392.1 W	gesch. Horizontal-Geschw.: 92 km/h
Ø Flugzeit: 5.3 min		183 °F	Pitch Geschw.: 99 km/h	Wirkungsgrad @ max: 81.4 %	57 mph
Gewicht: 1272 g		<b>Wattmeter-Messung</b>	61 mph		gesch. Vertikal-Geschw.: 41 km/h
44.9 oz		Strom: 93.91 A	Blattspitze: 718 km/h		26 mph
		Spannung: 39.89 V	446 mph		gesch. Steigleistung: 12.4 m/s
		Leistung: 3746.1 W	spez. Schub: 3.72 g/W		2446 ft/min
			0.13 oz/W		

Teilen

hinzufügen >>

.csv herunterladen (0)

<< löschen

**Bild 02 a+b** | Eine erste grobe Antriebsauslegung erfolgte mit dem Onlinerechner unter *ecalch.ch*

Das Schub-Gewichtsverhältnis soll um 2:1 oder höher liegen, eine moderate Strömungsgeschwindigkeit am Propeller (100+ km/h) für Durchzug sorgen.

Nun ging es darum, die Rahmenbedingungen (vgl. *AUFWIND* 5/2015) auszuloten. Die Akkupacks (4s-LiPo 4.300mAh 30C) meiner bereits vorhandenen Modelle mit 4s- und 8s-Antrieben sollen weiter genutzt werden. Dieses Mal jedoch wohl als 12s-Kombination. Damit sich noch vernünftige Flugzeiten von mindestens fünf Minuten erreichen lassen, sollte der Spitzenstrom unter 100 Ampere bleiben. Somit stehen gut vier Kilowatt an Leistung zur Verfügung. Bei einem Erfahrungswert des Schub-Leistungsverhältnisses von vier Gramm pro Watt, kann mit einem Standschub von circa 16 Kilogramm gerechnet werden. Daraus folgert ein maximal mögliches Abfluggewicht von acht Kilogramm. Zugegeben, ein sehr hoch gestecktes Ziel bei einer Spannweite von 2,2 Metern und mehr.

Mit *ecalch.ch* legte ich mal grob einen 4-kW-Antrieb (vgl. *AUFWIND* 6/2014 und 1/2015) aus. Nur um eine Vorstellung zu bekommen, wie schwer der Antrieb sein würde (vgl. **Bild 2**). Ich musste also mit rund 2,5 Kilogramm rechnen. Und für die RC-Komponenten (Empfänger, fünf Servos, Stromversorgung) würden wohl weitere 600 Gramm anfallen. Also würden gesamt 3,1 Kilogramm zu Buche schlagen. Das Modell selbst sollte nicht über fünf Kilogramm wiegen, damit ein Abfluggewicht von maximal acht Kilogramm realisierbar wird.

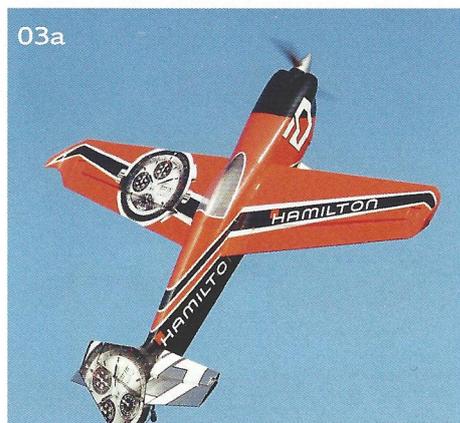
Nun begann eine intensive Internetrecherche nach Anbietern der „Edge 540 V3“ mit Spannweiten von mindestens 2,2 Metern. Schnell waren potentielle Kandidaten ausgemacht: die PilotRC-„Edge 540 V3 50cc“ (2.340 mm, ca. 8,9 kg), Blackhorse-„Edge V3 55cc“ (2.286 mm, ca. 7,9 kg), AeroPlus RC-„Edge V3 60cc“ (2.360 mm, 7,1-7,8 kg) und die Extreme Flight-„Edge 88“ (2.235 mm, 7,7-8,2 kg).

Obwohl „Extreme Flight“ für seine – speziell für Elektroantriebe – leicht konzipierten Modelle bekannt ist, kam dieser Bausatz für mich nicht in Frage. Es handelt sich dabei nämlich um

die erste Version der „Edge 540T“. Die verbleibenden Bausätze entsprachen meiner Vorstellung einer V3. „Blackhorse“ und „AeroPlus“ weisen die typischen, spitz zulaufenden Randbögen auf. Die Variante von „PilotRC“ verfügt gar über die markanten Winglets, wie sie bereits von verschiedenen Piloten eingesetzt wurden. Alle drei Kandidaten sind für Verbrennungsmotoren zwischen 50 und 60 Kubikzentimeter ausgelegt. Damit liegt die Vermutung nahe, dass sie schwer sind. Leider ist es noch immer schwierig das Gewicht eines ARF-Modells im Lieferzustand vorherzusagen. Die knappen und meist nur oberflächlichen Herstellerangaben zum Abfluggewicht sind oft ungenau. Ich durchforstete also die einschlägigen Internetforen um verlässliche Gewichtangaben zu den Bausätzen zu erhalten. Durch Kontakte zu Modellpiloten erhoffte ich durch deren Erfahrungen Rückschlüsse auf den Lieferzustand ziehen zu können. Dabei war ich immer wieder aufs Neue erstaunt, wie wenig Modellpiloten oftmals über ihre Modelle wissen.

Nach zwei Wochen vergeblicher Recherchen traf ich auf einen YouTube-Film von Florian Berger zur AeroPlus RC-„Edge“ mit Elektroantrieb. Dank seiner detaillierten Auskünfte erhielt ich eine erste – und wie sich später herausstellen sollte – einzig verlässliche Einschätzung zum Bausatzgewicht: knapp fünf Kilogramm. Bei den übrigen Kandidaten waren leider keine gesicherten Angaben auszumachen. Viele deuteten auf ein Bausatzgewicht jenseits der 5-kg-Marke hin.

**Bild 03 a-d** | Diese vier Modelle kamen in die engere Auswahl: PilotRC-„Edge 540 V3 50cc“ (2.340 mm, ca. 8,9 kg), Blackhorse-„Edge V3 55cc“ (2.286 mm, ca. 7,9 kg), AeroPlus RC-„Edge V3 60cc“ (2.360 mm, 7,1-7,8 kg) und die Extreme Flight-„Edge 88“ (2.235 mm, 7,7-8,2 kg)



Damit stand meine Entscheidung fest: die AeroPlusRC-„Edge 540 V3 60cc“ mit 2,36 Metern Spannweite sollte es werden. Gleich mehrere Händler in Deutschland und der Schweiz hatten das Modell vorrätig. Somit konnte ich bereits drei Tage nach meiner Entscheidung ein beeindruckendes Paket in Empfang nehmen.

In der nächsten AUFWIND-Ausgabe werde ich über den Bausatz, die detaillierte Antriebs- und Servoauslegung sowie den Baufortschritt berichten.

Markus Müller  
www.eCalc.ch

Die AeroPlusRC-„Edge 540 V3 60cc“ mit 2,36 Metern Spannweite



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

**Retro**  
Segelflugzeuge  
Motorsegler

HOBBY  
**OldGliders**  
GLIDERS PARADISE

HB-402

E-mail: [rc@oldgliders.com](mailto:rc@oldgliders.com)

**TORCMAN**<sup>®</sup>

E-Machines  
Made in Germany...

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

[www.fes.torcman.de](http://www.fes.torcman.de)

**ASG32** Die Alternative bei den Doppelsitzern

Höchstleistung in Voll-Carbon mit 6 Meter Spannweite

windwings  [www.windwings.de](http://www.windwings.de) | 07023 942102

\*gewählt auf Platz 1 zusammen mit einem anderen Flugmodell!

**OSTFLIEGER**

Neuer Vertrieb – neuer Online-Shop

+++ die Obenbleiber +++ die Thermikschnüffler +++  
+ die Tellerdreher +++ keine Bartabschneider +++

mit dem Master Elektro und dem Master Segler haben wir Flugeigenschaften und Preismaßstäbe in der F3 und F5 Klasse neu definiert!

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

**Tragflächenbau**

in Styropor/Abachi- und Styropor/Balsa-Bauweise nach Ihren Vorgaben. Kleinserien bevorzugt, aber auch Einzelanfertigung.

**ed-modellbau**

Telefon: 0221/8881365 · [www.ed-modellbau.de](http://www.ed-modellbau.de) · [info@ed-modellbau.de](mailto:info@ed-modellbau.de)

**Onlineshop für Segel- und Elektroflug**

Bau und Vertrieb von Scale-Seglern · GFK Rumpfe · Bausatz oder Zubehör für „ASW-15B“, „Ka6E“, „L-Spatz 55“, „ASH-25“, „ASW-17“, „Sie 3“, „SB9“... **NEU 2017: „Solo Fox“, 3,2 m**

**★★★★★**  
**RCHOBBIYSHOP**

[www.RCHobbyshop.de](http://www.RCHobbyshop.de) · Ulmenweg 12 · 34431 Marsberg  
Tel.: 02994/908855, Mail: [m.muetherig@rchobbyshop.de](mailto:m.muetherig@rchobbyshop.de)

[www.aufwind-magazin.de](http://www.aufwind-magazin.de)