

# ELEKTTRISCH, ABER RICHTIG

## EINFACH PASSENDE ANTRIEBE FINDEN

Der „setupFinder“ von eCalc.ch ermittelt anhand einiger Flugzeug- und Flugleistungsdaten mögliche Antriebsvarianten. Sie können nach unterschiedlichen Kriterien sortiert direkt in „propCalc“ zur weiteren Analyse und Verfeinerung übernommen werden. Markus Müller geht ins Detail.

Das ganze Vorgehen wird anhand einer konkreten Fragestellung erläutert. Philipp Gardemin trat an mich heran, den Antrieb für einen vorbildgetreuen Tiefdecker auszulegen. Seine Vorgaben waren: knapp drei Meter Spannweite, ein maximales Abfluggewicht von 12 Kilogramm, ein 10s-LiPo Akku, ausreichend Leistung und zügige Fluggeschwindigkeit sowie eine durch die Bodenfremheit limitierte Propellergröße (22 Zoll, Drei- oder Vierblatt).

Die Spezifikationen des Modells waren bekannt und konnten vorerst mal in den „setupFinder“ übertragen werden (vgl. Bild 1). Das Programm ermittelte daraus die zu erwartende Überziehgeschwindigkeit ( $V_s$ ) von rund 46 Stundenkilometern, die unter dem Auftriebsbeiwert ausgewiesen wird. Nun galt es die gewünschten Flugleistungen zu definieren. „setupFinder“ leistet hier wertvolle Unterstützung: Durch Auswahl der mannigfaltigen Flugarten werden faktorierte Werte für Geschwindigkeit (S), Schub

(T) und Propeller-Pitch-Verhältnis (P) festgelegt. Damit können dem Benutzer nun geeignete Werte unter den Eingabefeldern vorgeschlagen werden. Die Werte gelten als Richtwerte und können durch den Nutzer übernommen oder nach eigenem Ermessen und Erfahrung festgelegt werden. Die Angaben von Philipp stimmten mit einem „zahmen Racer“ am besten überein. Damit legten wir Geschwindigkeit, Schub und Flugzeit fest (vgl. Bild 2).

Es gilt zu beachten, dass Geschwindigkeit und Schub konkurrierende Anforderungen und hohe Geschwindigkeit bei gleichzeitig hohem Schub kaum vereinbar sind. Soll die Optimierung zugunsten eines Wertes vorangetrieben werden, kann beim verbleibenden Wert einfach „1“ eingegeben werden. Wodurch dieses Kriterium unbeachtet bleibt. So zum Beispiel bei der Auslegung eines Pylon-Flitzers: da gibt man einfach die gewünschte Fluggeschwindigkeit ein (z.B. 250 km/h) und beim Schub wird „1“ eingegeben. „setupFinder“ wird damit prioritär die Geschwindigkeit als Hauptkriterium verwenden.

Die Flugzeit ist ein Richtwert für den Misch- oder Teillastbetrieb und eignet sich typischerweise für Motorflieger. Will ein Elektrosegler ausgelegt werden, der überwiegend mit Vollgas oder ausgeschaltetem Motor betrieben wird, soll die doppelte Motorlaufzeit eingegeben werden.



Weitere Rahmenbedingungen an das Modell, wie Zellenzahl, Zellchemie (Spannung) und Betriebsort, werden eingegeben. So legen wir noch die Anzahl der Motoren, eine eventuelle Untersetzung und sein maximales Gewicht als Prozentangabe des Abfluggewichts (15 Prozent) fest. Erfahrungsgemäß bewegt sich dieser Wert zwischen zehn Prozent für große Modelle und bis zu 30 Prozent bei kleinen Modellen.

Das Festlegen des Propellers ist sehr individuell. Schnelle Modelle (z.B. Pylon) benötigen kleine Durchmesser bei relativ hoher Steigung. Komplett unterschiedlich dagegen Modelle mit hohem Standschub (z.B. 3D), die große Durchmesser bei relativ geringer Steigung verlangen. Wir lassen uns durch die Vorgaben des Piloten leiten und legen einen 22-Zoll-Propeller mit drei Blättern fest. Die passende Steigung überlassen wir der Software („auto“).

Unsere Vorgaben waren nun komplett und „setupFinder“ errechnet. In wenigen Sekunden aus der aktuell 8.500 Motoren umfassenden Datenbank 175 mögliche Antriebe (vgl. Bild 4). Mit einem Klick auf den Tabellenkopf kann diese nach den unterschiedlichen Spalten auf oder absteigend sortiert werden. Die Grundeinstellung bringt den „leichtesten“ Antrieb an erster Stelle. Rot markierte Antriebe tendieren zur Überhit-

01 Modellflugzeug

Flügelart: Eindecker	Abfluggewicht: 12000 g 423.3 oz	Spannweite: 2540 mm 100 inch	Flügelfläche: 130 dm <sup>2</sup> 2015 in <sup>2</sup>	Auftriebsbeiwert (Ca): 1 Vs: 48km/h - 28mph	Kühlung: gut
-------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	-----------------

02 gewünschte Flugleistungen

Flugart: Racer - mild Factors: S x3, T x1.5, P x0.7	Geschwindigkeit: 130 km/h 80.7 mph 138km/h - 85mph	Schub: 18000 g 634.9 oz 18000g - 634.9oz	Flugzeit: 6 min
-----------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	--------------------

03

Akku-Zelle		Generell	
Konfiguration: 10 S	Spannung: LiPo - 3.7V	Lufttemperatur: 25 °C 77 °F	Flugplatzhöhe: 500 m ü.M. 1640 ft ü.M.
Motor		Propeller	
Anz. Motoren: 1	Getriebe: 1 : 1	max. Gewicht: 15 % AUW = 1800g - 63.5oz	max. Durchmesser: 22 inch 18...28.7inch
			Pitch: auto 16...18inch
			Anz. Blätter: 3

01 | Die Daten des Modells werden in der Maske eingegeben 02 | Die Vorgaben der gewünschten, erwarteten Flugleistungen 03 | Weitere Rahmenbedingungen werden eingegeben



zung. Um die Rechengeschwindigkeit unter den abertausenden Auslegungsvarianten erträglich zu halten, wendet „setupFinder“ ein vereinfachtes Rechenmodell mit höherer Unschärfe an und schränkt die Anzahl berücksichtigter Motoren vorgängig ein. Diese Vorselektionskriterien werden unterhalb der Tabelle als Filter ausgewiesen. Dabei werden unter Umständen auch Propellerdimensionen durchgerechnet, die real nicht existieren.

Der maximale Strom und die Kapazität der Batterie definieren die minimale C-Rate des Akkus und die zu erreichende Flugzeit. Zusätzlich hängt die Flugzeit vom persönlichen Flugstil ab. Daher kann die ausgewiesene Kapazität (~Flugzeit) nur als Richtwert verstanden werden.

Die 175 potentiellen Antriebskandidaten stellen uns nun vor die Qual der Wahl. Wir wollten uns auf die Auswahl an Motoren von Leomotion beschränken. Fündig geworden, konnte die entsprechende Zeile angewählt und der entsprechende Antrieb zur genaueren Analyse und präziseren Vorhersage in „propCalc“ transferiert werden. Dabei wird „propCalc“ – bezüglichlich Batterie, Regler und Propeller-Hersteller – eine beliebige, nah gelegene vorhandene Komponente auswählen. Dies benötigt somit noch eine manuelle Adjustierung (vgl. Bilder 5 und 6), worauf mit gewohnter Genauigkeit der Antrieb berechnet und weiter verfeinert werden kann.

Für das hier zugrundeliegende Modell haben wir uns auf einen „Leomotion L8019-180“ mit einer Fiala-Dreiblatt-Luftschaube 22 x 14 Zoll festgelegt. Dieser Antrieb wird mit 10s-LiPo (6.000 Milliamperestunden) befeuert (vgl. Bild 7).

Mit dem „setupFinder“ ließ sich schnell und zuverlässig ein „funktionierender“ Antrieb berechnen, der sich mit „propCalc“ analysieren, verfeinern und weiter optimieren lässt. Es war noch nie so einfach, den passenden Antrieb zu finden.

Markus Müller  
www.ecalc.ch

Tabelle sortieren durch Kopfzeile anklicken - Zeile anklicken um Antrieb in propCalc zu öffnen

Propeller Inch	Motor	KV U/V	Regler A+	Batterie	Strom A	Geschwindigkeit km/h mph	Schub		Antriebsgewicht		
							g	oz	g	oz	
21x17.0	Leomotion L8019-180	183	155	7600mAh - 20C (10s1p)	124	142	88	15766	556.1	3757	132.5
22x15.0	Leomotion L8019-180	183	165	8000mAh - 20C (10s1p)	130	125	78	15795	557.1	3886	137.1
22x15.0	Leomotion L8019-180	183	170	8100mAh - 20C (10s1p)	136	132	82	16574	584.6	3922	138.3
22x17.0	Leomotion L8019-180	183	180	8200mAh - 20C (10s1p)	142	139	86	17331	611.3	3966	139.9
22x18.0	Leomotion L8019-180	183	185	8300mAh - 20C (10s1p)	148	146	91	18055	637.2	4002	141.2
22x17.0	Leomotion L9038-0180	175	160	7700mAh - 20C (10s1p)	131	141	88	16091	567.6	3749	132.2
22x18.0	Leomotion L9038-0180	175	165	7800mAh - 20C (10s1p)	131	141	88	16781	591.9	3785	133.5
20x15.0	Leomotion L9038-0210	217	185	8700mAh - 20C (10s1p)	144	146	91	16300	575.0	4072	143.6
21x13.0	Leomotion L9038-0210	217	190	9100mAh - 20C (10s1p)	151	126	78	16242	572.9	4194	147.9
21x14.0	Leomotion L9038-0210	217	200	9300mAh - 20C (10s1p)	159	135	84	17139	604.6	4266	150.5
21x15.0	Leomotion L9038-0210	217	210	9400mAh - 20C (10s1p)	167	143	89	18004	635.1	4309	152.0
20x16.0	Leomotion LEO 8015-0210 F3X V2	210	170	8300mAh - 20C (10s1p)	135	148	92	15746	555.4	3539	124.8
21x17.0	Leomotion LEO 8025-0180 F3X	180	155	7500mAh - 20C (10s1p)	122	142	88	15727	554.7	3607	127.2
22x15.0	Leomotion LEO 8025-0180 F3X	180	160	7900mAh - 20C (10s1p)	128	125	78	15776	556.5	3729	131.5
22x16.0	Leomotion LEO 8025-0180 F3X	180	170	8300mAh - 20C (10s1p)	134	132	82	16579	584.8	3772	133.1
22x17.0	Leomotion LEO 8025-0180 F3X	180	180	8100mAh - 20C (10s1p)	140	139	86	17359	612.3	3816	134.6

Record ID: 26 106-122 of 175

Filter for 22": b, KV-Range = 162..216, Power = 3816...max.limit, Weight Range = 763..1800, Pitch-Range = 14.0..18.0, Temp <100°C  
 Filter for 21": b, KV-Range = 172..240, Power = 3551...max.limit, Weight Range = 710..1800, Pitch-Range = 13.0..17.0, Temp <100°C  
 Filter for 20": b, KV-Range = 172..258, Power = 2922...max.limit, Weight Range = 584..1800, Pitch-Range = 13.0..17.0, Temp <100°C

**Generell** Modellgewicht: 12000 g inkl. Antrieb 423.3 oz Anz. Motoren: 1 (an einem Akku) Flügelfläche: 130 dm² 2015 in²

**Akku-Zelle** Typ (Dauer / max. C) - Ladezustand: LiPo 10000mAh - 30/45C Konfiguration: 10 S 1 P Kapazität: 10000 mAh 10000 mAh

**Regler** Typ: max 200A Strom: 200 A Dauer 200 A max Widerstand: 0.0012 Ohm

**Motor** Hersteller - Typ (Kv) - Kühlung: Leomotion - L8019-180 (183) gut Kv: 183 U/V Leerlaufstrom: 1.8 A @ 10 Prop-KV-Assistent

**Propeller** Typ - Schränkung Mittelstück: APC Electric E - 0° Durchmesser: 22 inch 558.8 mm Pitch: 16.0 inch 406.4 mm

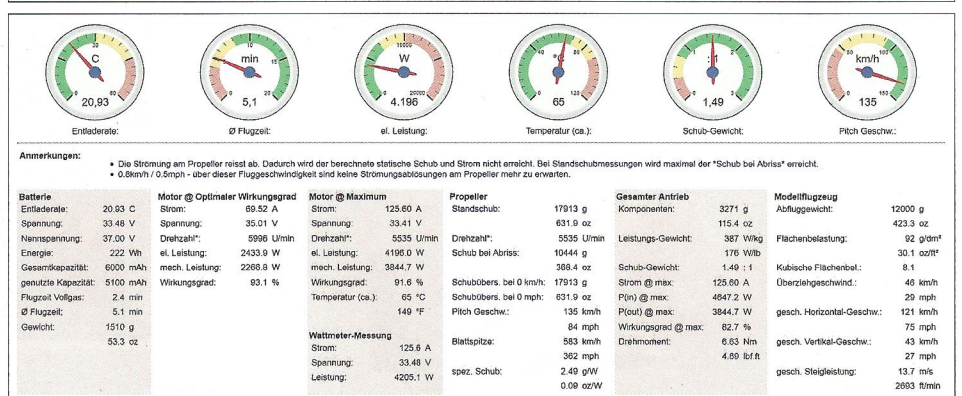
**Generell** Modellgewicht: 12000 g inkl. Antrieb 423.3 oz Anz. Motoren: 1 (an einem Akku) Flügelfläche: 130 dm² 2015 in²

**Akku-Zelle** Typ (Dauer / max. C) - Ladezustand: LiPo 6000mAh - 30/45C Konfiguration: 10 S 1 P Kapazität: 6000 mAh 6000 mAh

**Regler** Typ: CC Phoenix Edge HV 160 Strom: 160 A Dauer 160 A max Widerstand: 0.0006 Ohm

**Motor** Hersteller - Typ (Kv) - Kühlung: Leomotion - L8019-180 (183) gut Kv: 183 U/V Leerlaufstrom: 1.8 A @ 10 Prop-KV-Assistent

**Propeller** Typ - Schränkung Mittelstück: Fiala - 0° Durchmesser: 22 inch 558.8 mm Pitch: 16.0 inch 406.4 mm



**04 | Die Resultatliste möglicher Antriebsauslegungen 05 | Die automatische Datenübernahme und ... 06 | ... die angepassten Berechnungsgrundlagen 07 | Die Berechnung des „propCalc“ – nie war es einfacher**