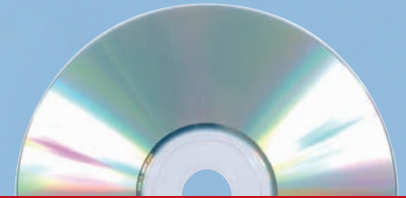


Thomas Riegler

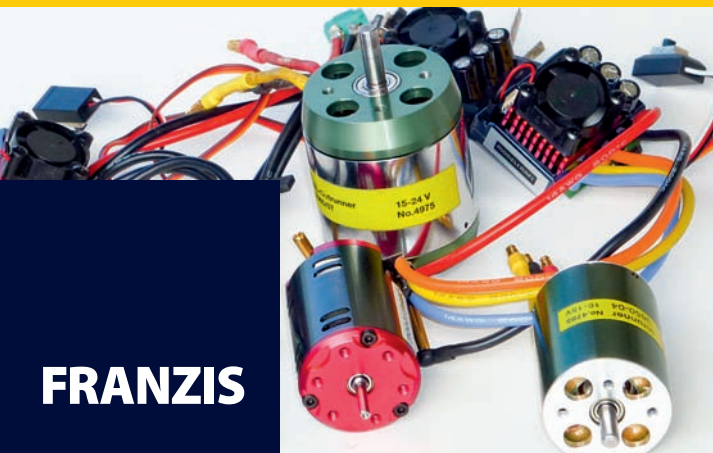
**Inklusive 30 Minuten
Praxis-Videos auf DVD:**

- Brushless-Außenläufer
- Windungszahl, Drehmoment, Drehzahl
- Spezifische Drehzahl
- Akku-Grundlagen



Brushless-Motoren in RC-Flugmodellen

richtig einstellen, betreiben und warten



**INFO-
PROGRAMM**
gemäß
§14 JuSchG

FRANZIS

**Brushless-Motoren
in RC-Flugmodellen
richtig einstellen,
betreiben und warten**

Thomas Riegler

Brushless-Motoren in RC-Flugmodellen

richtig einstellen, betreiben und warten

FRANZIS

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Hinweis: Alle Angaben in diesem Buch wurden vom Autor mit größter Sorgfalt erarbeitet bzw. zusammengestellt und unter Einschaltung wirksamer Kontrollmaßnahmen reproduziert. Trotzdem sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Der Verlag und der Autor sehen sich deshalb gezwungen, darauf hinzuweisen, dass sie weder eine Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für Folgen, die auf fehlerhafte Angaben zurückgehen, übernehmen können. Für die Mitteilung etwaiger Fehler sind Verlag und Autor jederzeit dankbar. Internetadressen oder Versionsnummern stellen den bei Redaktionsschluss verfügbaren Informationsstand dar. Verlag und Autor übernehmen keinerlei Verantwortung oder Haftung für Veränderungen, die sich aus nicht von ihnen zu vertretenden Umständen ergeben. Evtl. beigefügte oder zum Download angebotene Dateien und Informationen dienen ausschließlich der nicht gewerblichen Nutzung. Eine gewerbliche Nutzung ist nur mit Zustimmung des Lizenzinhabers möglich.

© 2012 Franzis Verlag GmbH, 85540 Haar bei München

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien. Das Erstellen und Verbreiten von Kopien auf Papier, auf Datenträgern oder im Internet, insbesondere als PDF, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlags gestattet und wird widrigenfalls strafrechtlich verfolgt.

Die meisten Produktbezeichnungen von Hard- und Software sowie Firmennamen und Firmenlogos, die in diesem Werk genannt werden, sind in der Regel gleichzeitig auch eingetragene Warenzeichen und sollten als solche betrachtet werden. Der Verlag folgt bei den Produktbezeichnungen im Wesentlichen den Schreibweisen der Hersteller.

Satz & Layout: DTP-Satz A. Kugge, München

art & design: www.ideehoch2.de

Druck: Himmer AG, Augsburg

Printed in Germany

ISBN 978-3-645-65158-5

Vorwort

RC-Modelle mit Verbrennungsmotoren anzutreiben – das war gestern. Heute ist »elektrisch fliegen« angesagt. Das ist kein Wunder, hat doch das Fliegen mit Elektromotoren zahlreiche Vorteile. Zunächst kommt die weitaus geringere Lärmentwicklung der Elektromotoren zum Tragen. Um von den Anrainern weiter geduldet zu werden, sah man sich auf vielen Modellflugplätzen genötigt, die lärmenden Verbrennermodelle zu verbieten.

Für elektrisch angetriebene Modelle spricht außerdem das einfachere Handling, das vor allem Einsteigern den Zugang zu diesem faszinierenden Hobby erleichtert. Nicht zuletzt hat auch die technische Entwicklung das Ihre dazu beigetragen: Mit Elektromotoren fliegt es sich längst besser, schneller, höher und spektakulärer, als es früher möglich war.

Im RC-Modellbau gibt es zwei Arten von Elektromotoren: den Brushed- oder Bürstenmotor,



Abb. 0.1 – Mit Brushless-Motor können RC-Flugzeugen ohne Weiteres Höchstleistungen abverlangt werden. So ist Flugspaß in höchster Perfektion gewährleistet.

der heute nur noch ein Schattendasein fristet, und den Brushless- oder bürstenlosen Motor. Letzterer ist heute allgemeiner Standard – egal, ob in Flugzeugen, Helikoptern, Autos oder Booten.

Die Typenvielfalt an Brushless-Motoren, aber auch ihr Leistungsspektrum, ist dementsprechend groß. Bei der Auswahl des richtigen Antriebs für ein Flugmodell gilt es, auf zahlreiche kleine Details zu achten. Sie entscheiden

darüber, wie viel Spaß man bei der Ausübung des Hobbys haben wird. Und nur bei optimal abgestimmten Einzelkomponenten ist ein störungsloser langfristiger Betrieb gewährleistet. Das hilft, sich Ärger und Kosten zu ersparen. Dieses Buch vermittelt alle Grundlagen und Hintergrundinformationen, die man für den perfekten Umgang mit Brushless-Motoren in Flugmodellen benötigt.



Inhalt

1	RC-Motoren	11
1.1	Bürstenmotoren	12
1.1.1	Vor- und Nachteile	12
1.2	Brushless-Motoren	13
1.2.1	Vor- und Nachteile	13
1.2.2	Betriebszeiten mit Brushless-Motoren	14
1.3	Verbrennungsmotoren	15
1.3.1	Vor- und Nachteile	17
2	Brushless-Motor – allgemeine Informationen	19
2.1	Welche Modelle eignen sich für Brushless-Motoren?	19
2.2	Aufbau	23
2.3	Wirkprinzip	23
2.4	Drehstrommotor	24
2.5	Brushless-Außenläufer	25
2.6	Polzahl und Motorcharakteristik	26
2.7	Nutzen	27
2.8	Drehrichtung	27
2.9	Typenbezeichnung und Motordimensionierung	28
3	Arten von Brushless-Motoren	29
3.1	Innenläufer	29
3.2	Außenläufer	30
3.2.1	Innen- oder Außenläufer?	32
3.3	Sensorloser Brushless-Motor	33
3.4	Sensorgesteuerte Brushless-Motoren	35
3.5	Scharfer Motor	35
4	Der richtige Brushless-Motor für das Flugmodell	37
4.1	Auswahl leicht gemacht	38
4.2	Innenläufer für Flugmodelle?	40

5	Kennwerte von Brushless-Motoren	43
5.1	Turns	43
5.1.1	Wicklungsdrähte	43
5.1.2	Windungszahl, Drehmoment und Drehzahl.....	44
5.2	Welcher Motor für welches Einsatzgebiet?	44
5.3	Drehzahlen	45
5.4	Pol- und Nutenzahl	46
5.4.1	Pole oder Polpaare?	46
5.4.2	Anzahl der Nuten	47
5.4.3	Pole und Motorcharakteristik	47
5.5	Spezifische Drehzahl	48
5.5.1	Vergleichskriterium	49
5.6	Innenwiderstand	50
5.7	Drehmoment	50
5.8	Schaltungsarten	52
5.8.1	Sternschaltung.....	52
5.8.2	Dreieckschaltung	52
5.8.3	Stromaufnahme	53
5.9	Leerlauf- und Dauerstrom	53
5.9.1	Dauerstrom zeitlich begrenzt	55
5.9.2	Dauerleistung	56
5.10	Wirkungsgrad und Erwärmung	57
5.11	Propellergröße und Motorleistung	58
6	Brushless-Motor vor Überhitzung schützen	59
6.1	Richtig kühlen	59
7	Timing	65
7.1	Timing bei Brushless-Motoren	65
7.2	Timing einstellen	66
7.3	Winkel einstellen	67
7.4	Timing für nur eine Drehrichtung	67
8	Brushless-Motor warten	69
9	Flugregler	71
9.1	Fahrt- oder Flugregler?	72
9.2	Abstimmen auf den Motor	75
9.3	Cogging	76
9.4	Belastbarkeit	76

9.5	Stromstärken	77
9.6	Taktfrequenz	79
9.6.1	Verschiedene Taktfrequenzen.....	79
9.7	BEC	81
9.8	Externer Lüfter	84
9.9	Bremsfunktion	85
9.10	Motor-Cut-off	86
9.11	Auswahlkriterien	86
9.12	Flugregler programmieren	87
9.12.1	Programmierbox im Detail	87
9.12.2	Programmieren.....	88
9.12.3	Akkutyp.....	88
9.12.4	Abschaltspannung.....	90
9.12.5	Motor-Abschalttyp.....	90
9.12.6	Motordrehrichtung	90
9.12.7	Motor-Timing	92
9.12.8	Beschleunigung	92
9.12.9	Startleistung	93
9.12.10	Motorbremse.....	93
9.12.11	Motorbremse aktivieren.....	95
9.12.12	Motorpolzahl.....	95
9.12.13	Getriebeuntersetzung.....	95
9.12.14	Drehzahlanzeigen	97
9.12.15	Download.....	97
9.12.16	Weitere Funktionen	99
9.12.17	Manuelle Programmierung	99
10	Daten loggen	101
10.1	Datenlogger anschließen	101
10.2	Voreinstellungen	103
10.3	Daten erfassen	103
10.4	Datenlogger-Software im Detail	105
11	Der Akku	109
11.1	Nickel-Metallhydrid-Akku	109
11.1.1	NiMH-Akkus richtig pflegen.....	110
11.2	Lithium-Polymer-Akku	111
11.2.1	LiPo-Akkus richtig pflegen	113
11.2.2	Die Ladestation.....	114

12	Die Fernsteuerung	117
12.1	Flugzeug oder Hubschrauber	118
12.2	Gas programmieren	118
12.3	Failsave	119
12.4	Timer	119
12.5	Wichtige Grundregel	120

4 Der richtige Brushless-Motor für das Flugmodell

Die Auswahl an für den Einsatz in Flugmodellen geeigneten Brushless-Motoren ist enorm groß. Da fällt es nicht leicht, den richtigen Motor für ein bestimmtes Flugzeug auszuwählen. Welcher Motor der richtige ist, wird nicht nur von der Größe und dem

Gewicht des Modells, sondern auch von dessen Typ beeinflusst. Die Motorisierung muss schließlich für einen Trainer oder Segler nicht so stark ausgelegt sein wie für Kunstflug, jeweils gleiche Modellgröße vorausgesetzt. Zudem fließt die gewünschte Fluggeschwindigkeit mit

robbe mot-prop-finder

Basic-Finder :: [Profi-Finder](#) Home

mot-prop-finder ermöglicht es, die besten Kombinationen von Brushless-Motoren aus dem robbe-Programm mit zahlreichen, verbreiteten Propellern zu finden und daraus die Antriebsdaten für Flugmodelle zu berechnen.

Das Flugmodell wird durch einige wenige Parameter, wie z.B. Gewicht, Typ und Fluggeschwindigkeit spezifiziert und **mot-prop-finder** generiert daraus mehrere Antriebsempfehlungen zur Auswahl.

Zwei Versionen, **Basic-Finder** und **Profi-Finder**, stehen zur Verfügung.

Basic-Finder wendet sich an Neulinge im Elektroflug, während **Profi-Finder** eher für Fortgeschrittene, die mehr Details über den Elektroantrieb erfahren möchten, geeignet ist.

Es ist zu empfehlen, die Hilfen [Basic-Finder-Hilfe](#) bzw. [Profi-Finder-Hilfe](#) vor Beginn zu lesen.



Abb. 4.1 – Verschiedene Hersteller bieten auf ihren Websites Motorberechnungsprogramme an. Sie berücksichtigen stets nur eigene Produkte.

robbe basic-mot-prop-finder

Home :: Hilfe
Basic-Finder

Filterparameter

Flugmodellgewicht [#][g]: ...

Flugmodelltyp: Trainer Segler Kunstflug

Kraftfluggeschwindigkeit: Langsam Mittel Schnell

Anzahl von Li-Zellen: ...

Propellertyp: Klapp Starr

Motordurchmesser [#][mm]: ...

Propellerdurchmesser [#.#][Zoll]: ...

Ergebnis

Status: Gewicht, Typ u. Geschwindigkeit wählen. RUN!

Treffernummer:
 Motor:
 Bestellnummer:
 Drehzahlkonstante [RPM/V]:
 Anzahl von Li-Zellen:
 Motorgewicht [g]:
 Propeller:
 Propellerdurchmesser [Zoll]:
 Propellersteigung [Zoll]:
 Propellertyp:
 Antriebs-Drehzahl [RPM]:
 Antriebs-Strom [A]:
 Schub [g]:
 Kraftfluggeschwindigkeit [km/h]:

Abb. 4.2 – Den robbe-mot-prop-finder gibt es in zwei Versionen. Der Basic-Finder wendet sich an den Flugeinsteiger und normalen RC-Hobbyisten.

ein. Für langsame Geschwindigkeiten genügen schwächere Motoren als für Highspeed.

4.1 Auswahl leicht gemacht

Mehrere Hersteller bieten auf ihren Websites kleine Programme an, die nach der Eingabe von verschiedenen Parametern die für das Flugmodell am besten geeigneten Motoren aus dem Gesamtangebot des Herstellers her-

ausfiltern. Da hier nicht nur Artikelnummern, sondern auch sämtliche relevanten Motor-daten genannt werden können, bieten solche Programme eine gute Grundlage, auch geeignete Motoren anderer Firmen zu finden. Dazu genügt ein Vergleich der technischen Daten. Ein solches Programm wird u. a. von der Firma robbe zur Verfügung gestellt. Es nennt sich *mot-prop-finder* und wird in zwei Varianten für Basis- und Profi-Anwendungen angeboten. Neben dem Motor-Rechner wird auch eine detaillierte Beschreibung geboten, die

robbe profi-mot-prop-finder

Home :: Hilfe
Profi-Finder

Filterparameter

Schub [#][g]: ...

Kraftflugeschwindigkeit [#][km/h]: ...

Anzahl von Li-Zellen: ...

Propellertyp: Klapp Starr

Motordurchmesser [#][mm]: ...

Propellerdurchmesser [#.#][Zoll]: ...

Ergebnis

Status: Filterparameter eingeben. RUN!

Treffernummer:	
Motor:	Neu
Bestellnummer:	
Drehzahlkonstante [RPM/V]:	Grafikfunktion
Spannung [V]:	
Anzahl von Li-Zellen:	
Leerlaufdrehzahl [RPM]:	Auf die roten Antriebsnummern in der Ergebnisbox klicken
Max. Motorstrom [A]:	
Max. Eingangsleistung [W]:	
Motorgewicht [g]:	
Max. Wirkungsgrad d. Motors:	
Strom bei max. Wirkungsgrad [A]:	
Drehzahl bei max. Wirkungsgrad [RPM]:	
Wellenleist. im max. Wirkungsgrad [W]:	
Propeller:	
Propellerdurchmesser [Zoll]:	
Propellersteigung [Zoll]:	
Propellertyp:	
Antriebs-Drehzahl [RPM]:	
Antriebs-Strom [A]:	
Antriebs-Wellenleistung [W]:	
Antriebs-Motorwirkungsgrad:	
Schub [g]:	
Kraftflugeschwindigkeit [km/h]:	
Antriebsnummer:	

Abb. 4.3 – Für fortgeschrittene RC-Piloten gibt es den Profi-Finder.

es erlaubt, die technischen Daten der für das Modell ermittelten Motoren zu verstehen und hinterfragen.

In der Basic-Variante des robbe-Motorrechners wird zunächst das Flugmodellgewicht in Gramm abgefragt. Hier kann auch ein Vornbis-Wert eingegeben werden. Außerdem ist der Modelltyp zu bestimmen, indem »Trainer«,

»Segler« oder »Kunstflug« angeklickt wird. Auf gleiche Weise ist die Kraftflugeschwindigkeit zwischen langsam, mittel oder schnell zu bestimmen. Diese Angaben genügen bereits für eine Berechnung. Die Ergebnisse werden so aber noch recht vage sein. Deshalb können weitere Parameter eingegeben werden, wie etwa die Zellenzahl des verwendeten LiPo-

basic-mot-prop-finder

Home :: Hilfe
Basic-Finder

Filterparameter

Flugmodellgewicht [#][g]: ...

Flugmodelltyp: Trainer Segler Kunstflug

Kraftfluggeschwindigkeit: Langsam Mittel Schnell

Anzahl von Li-Zellen: ...

Propellertyp: Klapp Starr

Motordurchmesser [#][mm]: ...

Propellerdurchmesser [#.#][Zoll]: ...

Ergebnis

Status: 29 Treffer von 6813. Propellerdurchmesser wählen!

Treffernummer:	1	2	3	4	5
Motor:	3530_10	3530_10	3530_10	3530_10	3530
Bestellnummer:	4961	4961	4961	4961	4961
Drehzahlkonstante [RPM/V]:	1352	1352	1352	1352	1352
Anzahl von Li-Zellen:	3	3	3	3	3
Motorgewicht [g]:	78	78	78	78	78
Propeller:	AeroCAM	AeroCarbon	AeroCarbon	AeroCAM_45mm	Aero
Propellerdurchmesser [Zoll]:	9	9	9.5	9	9
Propellersteigung [Zoll]:	5	5	5	5	5
Propellertyp:	Folder	Folder	Folder	Folder	Folde
Antriebs-Drehzahl [RPM]:	10495	11370	10345	9905	9825
Antriebs-Strom [A]:	21.94	17.16	22.77	25.17	25.6
Schub [g]:	1002	953	944	913	962
Kraftfluggeschwindigkeit [km/h]:	66	71	65	62	62

Abb. 4.4 – Durch Eingabe des Flugmodellgewichts, des Flugzeugtyps, der Anzahl der verwendeten LiPo-Zellen und dem Propellertyp werden hier 29 für das Modell infrage kommende Motoren aus dem Sortiment des Herstellers gelistet.

Akkus. Sie ist unter anderem wichtig, wenn es darum geht, einen alten Motor durch einen neuen zu ersetzen. Außerdem werden noch der Propellerdurchmesser in Zoll und der Propellertyp abgefragt (hier kann man zwischen starrem und Klapppropeller wählen). Zuletzt kann man noch den geforderten Motordurchmesser angeben, schließlich passt nicht jeder Motor in das vorhandene Flugzeug.

Die Profiversion des robbe-mot-prop-finders beschränkt sich auf die Eingabe von gewünschten Flugeigenschaften und Propellerdaten. So

wird anstatt des Flugzeuggewichts der benötigte Schub abgefragt. Anstatt der vagen Fluggeschwindigkeit von langsam bis schnell wird hier die Eingabe eines km/h-Bereichs gefordert.

4.2 Innenläufer für Flugmodelle?

In Flugmodellen kommen zwar weitgehend, aber nicht ausschließlich Brushless-Außen-

robbe profi-mot-prop-finder

Home :: Hilfe Profi-Finder

Filterparameter

Schub [#][g]: ...

Kraftfluggeschwindigkeit [#][km/h]: ...

Anzahl von Li-Zellen: ...

Propellertyp: Klapp Starr

Motordurchmesser [#][mm]: ...

Propellerdurchmesser [#.#][Zoll]: ...

Ergebnis

Status: 12 Treffer von 6813.

Treffernummer:	1	2	3	4	5
Motor:	2040_12	2040_12	2040_12	2220_12	2220_15
Bestellnummer:	4908	4908	4908	4947	4948
Drehzahlkonstante [RPM/V]:	2166	2166	2166	2365	1803
Spannung [V]:	10.5	10.5	10.5	7	10.5
Anzahl von Li-Zellen:	3	3	3	2	3
Leerlaufdrehzahl [RPM]:	22747	22747	22747	16558	18932
Max. Motorstrom [A]:	13	13	13	11	10
Max. Eingangsleistung [W]:	135	135	135	80	70
Motorgewicht [g]:	60	60	60	28	28
Max. Wirkungsgrad d. Motors:	0.74	0.74	0.74	0.69	0.72
Strom bei max. Wirkungsgrad [A]:	4.12	4.12	4.12	7.55	6.09
Drehzahl bei max. Wirkungsgrad [RPM]:	20194	20194	20194	14017	16487
Wellenleist. im max. Wirkungsgrad [W]:	32	32	32	37	46
Propeller:	APC_E	MPX	APC_E	GrpCamSpeed	APC_E
Propellerdurchmesser [Zoll]:	4.5	5	4.7	5.2	4.7
Propellersteigung [Zoll]:	4.1	4	4.25	5.2	4.25
Propellertyp:	NonFolder	NonFolder	NonFolder	NonFolder	NonFolder
Antriebs-Drehzahl [RPM]:	17538	16356	16980	12852	16278
Antriebs-Strom [A]:	7.26	8.66	7.92	10.45	6.53
Antriebs-Wellenleistung [W]:	53	60	56	49	49
Antriebs-Motorwirkungsgrad:	0.69	0.65	0.68	0.67	0.72
Schub [g]:	255	298	262	243	241
Kraftfluggeschwindigkeit [km/h]:	90	82	90	84	87
Antriebsnummer:	<u>182</u>	<u>211</u>	<u>216</u>	<u>414</u>	<u>441</u>

Abb. 4.5 – Der Profi-Finder fragt anstatt nach dem Flugzeugtyp und dem Gewicht des Modells nach dem benötigten Schub und der gewünschten Kraftfluggeschwindigkeit.

läufer zum Einsatz. Diese erfordern, dass der Motor direkt hinter dem Propeller montiert wird, was ausreichend Raum im Rumpf voraussetzt. Den gibt es aber nicht immer, wie z. B. bei verschiedenen Motorseglern. Ihre Spitze ist

mitunter einfach zu klein, um einen Außenläufer aufzunehmen. Stattdessen kann bei ihnen ein Brushless-Innenläufer mit Getriebe zum Einsatz kommen.



12 Die Fernsteuerung

Im RC-Modellflug, also für Flächenflugzeuge und Hubschrauber, kommt die klassische Fernsteueranlage mit zwei Steuerknüppeln zum Einsatz. Inzwischen werden kaum noch Fernsteuerungen ohne Display angeboten. Über diese lässt sich die Programmierung der

Fernsteuerung komfortabel bewerkstelligen. Zum Teil sind die Anzeigen sogar grafikfähig, was die Einstellarbeiten weiter vereinfacht. Die an der Fernsteueranlage einstellbaren Parameter ändern sich von Modell zu Modell. Gemeinsam ist ihnen, dass man mit ihnen



Abb. 12.1 – Im RC-Modellflug kommen RC-Fernsteuerungen mit zwei Steuerknüppeln zum Einsatz. Heute sind programmierbare Fernsteuerungen mit Display allgemein üblich.

das Flugverhalten des Modells beeinflussen kann. Da hierbei zumindest teilweise auch in die Motorsteuerung eingegriffen wird, beeinflussen RC-Sender zumindest indirekt den Brushless-Motor.



Abb. 12.2 – Fernsteuerung im Flugzeugmodus.



Abb. 12.3 – In der Standardeinstellung sind die Bewegung des Gasknüppels und der Gasanstieg proportional zueinander.

12.1 Flugzeug oder Hubschrauber

Flächenflugzeuge und Helikopter erfordern ein voneinander abweichendes Steuerverhalten. Um dem ideal nachzukommen, können RC-Fernsteuerungen abwechselnd im Flugzeug- oder Helikopter-Mode betrieben werden. Je nach Voreinstellung variieren auch die in der Menüoberfläche programmierbaren Funktionen.

12.2 Gas programmieren

Einige Einstellparameter wirken sich indirekt aus, indem etwa eine Gas- oder Bremskurve eingestellt werden kann, wie stark sich also z. B. das Gas im Verlauf der Bewegung des Gashebels verändert. Neben einer linearen Beziehung kann die Gaskurve etwa so verändert werden, dass sie während der Startphase oder im Mittenbereich »feinfühlicher« wird. Dabei erfolgt bei einem vergleichsweise langen Weg des Pistolengriffs nur eine geringe Gasänderung. Neben Exponentialkurven, die einen sanften Anlauf oder ein feinfühliges Steuern im oberen Gasbereich erlauben, kann die Gaskurve auch individuell festgelegt werden, z. B. indem im Mittelbereich ein feines Steuern ermöglicht wird. Welche Gaskurven programmiert werden können, hängt vom Modell der RC-Fernsteuerung ab.

12.3 Failsave

Failsave ist eine Schutzfunktion, die wirksam wird, sollte das Modell keine Signale mehr von der Fernsteuerung empfangen. Ist dies der Fall, laufen die Servos auf eine über den Sender vorprogrammierte Position, die im Fernsteuerungsempfänger zwischengespeichert wird. In dieser Position fliegt das Modell so lange weiter, bis es wieder ein Signal vom Sender empfängt.

Außerdem kann die Funktion *Battery-Failsave* bereitstehen. Sie überwacht die Spannung am Empfängerakku. Wird sein Ladungsende erkannt, läuft der Drosselservo auf Leerlaufposition und zeigt dem Piloten, dass er unverzüglich landen muss. Indem der Gasknüppel kurz in die Leerlaufposition gebracht wurde, kann die Battery-Failsave-Funktion für 30 Sekunden aufgehoben werden, womit das Flugmodell wieder steuerbar wird. Allerdings steht dazu nur noch eine verminderte Flugleistung zur Verfügung. Wie stark der Motor gedrosselt wird, kann im Sender programmiert werden.

12.4 Timer

RC-Fernsteuerungen können einen oder mehrere programmierbare(n) Timer an Bord haben. Sie messen neben der Gesamtflugzeit auch die Motorlaufzeiten – also jene Zeitspannen, in denen der Gashebel betätigt



Abb. 12.4 – Auch so kann eine Gaskurve verlaufen. Bei dieser gerade vorgenommenen Programmierung wird Wert auf eine sensible Steuerung im Mittelgasbereich gelegt.



Abb. 12.5 – Zunächst ist im Programmiermenü die Failsave-Funktion auszuwählen.

wurde. Denn der Motor verbraucht nur Strom, während er läuft.

Diese Laufzeitmessung hat zwei relevante Vorteile für den Piloten. Mit einmaligen Testflügen mit jedem Akku lässt sich ermitteln, wie lange man mit verschiedenen voll aufgeladenen



Abb. 12.6 – Im Failsave-Menü kann eine Drosselung des Gashebels programmiert werden. Damit wird eine akkuschonende Landung gewährleistet.



Abb. 12.7 – Ein oder mehrere programmierbare(r) Timer, hier *Stoppuhr* genannt, helfen, z. B. die Gesamtflugzeit und die Motorlaufzeiten zu überwachen.

Akkus fliegen kann. Im späteren Fahrbetrieb lässt sich so gut die Restflugzeit einschätzen. Außerdem lässt sich damit die Funktion eines bereits älteren Akkus überprüfen. Ist mit ihm eine im Vergleich zur einmal ermittelten Flugzeit nur noch eine deutlich kürzere erreichbar, hat er das Ende seiner Lebensdauer erreicht.

12.5 Wichtige Grundregel

Schalten Sie stets die RC-Fernsteuerung ein, bevor Sie den Flugakku in Ihr RC-Flugzeug einbauen und so mit Strom versorgen. Klemmen Sie nach dem Flug zuerst den Akku vom Modell ab. Erst dann dürfen Sie die Fernsteuerung ausschalten.

Mit dieser Vorgehensweise stellen Sie sicher, dass das Modell von Beginn an von Ihrer Fernsteuerung kontrolliert wird. Damit sind undefinierte Betriebszustände wie ein unerwartetes Anlaufen des Motors ausgeschlossen. So vermeiden Sie nicht nur Ärger, sondern auch Schäden am Flugzeug oder Hubschrauber, fremden Sachgütern oder sogar Verletzungen.

Brushless-Motoren in RC-Flugmodellen

richtig einstellen, betreiben und warten

„Brushless“ heißt das neue Zauberwort im RC-Modellbau:

Motoren dieses Typs haben während der letzten Jahre einen wahren Siegeszug angetreten. Kein Wunder, bieten sie doch eine ganze Reihe von Vorteilen – besonders im Vergleich zu Verbrennungsmotoren, die den RC-Bereich bis in die jüngste Vergangenheit dominierten. Zu den Pluspunkten zählen unter anderem die weitaus geringere Lärmentwicklung, der deutlich höhere Wirkungsgrad, die kompaktere Bauweise und das leichtere Handling.

Der richtige Einsatz eines Brushless-Motors im RC-Modellflug will trotzdem gelernt sein. Schließlich gibt es mehrere Bauarten, etwa den Brushless-Außenläufer, der hauptsächlich in RC-Flugmodellen Verwendung findet. Auch die Leistungsfähigkeit des Motors wird von zahlreichen Einflussgrößen bestimmt – darunter seine spezifische Drehzahl, die Anzahl seiner Wicklungen und der in ihm verbauten Magnete. Ein wichtiger Aspekt ist auch der Flugregler, denn er steuert den Motor an und hat maßgeblichen Anteil an der Leistungsentfaltung.

Wie genau wirken sich all diese Faktoren aus? Für welche Modelle ist ein bestimmter Außenläufer geeignet? Welcher Flugregler passt zu welchem Motor? Und wie wird er auf ihn abgestimmt? In diesem Buch finden Sie die Antworten – umfassend, verständlich und zielführend. Informationen zu Akkus und deren Pflege, zu Ladestationen und der Fernsteuerung runden den Inhalt ab. Damit sind Sie für den erfolgreichen Betrieb eines Brushless-Motors in RC-Flugmodellen bestens gerüstet.



Aus dem Inhalt:

- Der Brushless-Motor
- Arten von Brushless-Motoren
- Der richtige Brushless-Motor für das Flugmodell
- Kennwerte von Brushless-Motoren
- Pol- und Nutenzahl
- Spezifische Drehzahl
- Schaltungsarten
- Brushless-Motor vor Überhitzung schützen
- Timing
- Brushless-Motor warten
- Flugregler
- Flugregler programmieren
- Flugregler manuell programmieren
- Daten loggen
- Der Akku
- Die Ladestation
- Die Fernsteuerung



19,95 EUR [D]

ISBN 978-3-645-65158-5

Besuchen Sie unsere Website
www.franzis.de

FRANZIS