

Michael Seebacher



ARF-Flugmodelle

richtig bauen, einstellen, abstimmen
und tunen

Schritt für Schritt vom Anfänger zum Piloten



FRANZIS

ARF-Flugmodelle
richtig bauen, einstellen,
abstimmen und tunen

Michael Seebacher

ARF-Flugmodelle

richtig bauen, einstellen, abstimmen
und tunen

Schritt für Schritt vom Anfänger zum Piloten

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

DVD-Produktion: Stephan zu Hohenlohe

Druck: GGP Media GmbH, Pößneck

Printed in Germany

ISBN 978-3-645-65098-4

Vorwort

Der Modellflug gehört neben dem Schiffsmodellbau mit zu den ältesten Modellbausparten und wurde bereits im 19. Jahrhundert ausgeübt. Damals ging es in der Regel um Freiflugmodelle, die ohne Motor oder mit Gummimotor betrieben wurden. Die industrielle Fertigung von Materialpackungen, Bausätzen etc. setzte aber erst im 20. Jahrhundert ein und wird bis heute erfolgreich durch die Firmen Graupner, Robbe, Multiplex, Krick und viele mehr repräsentiert.

90 % der heute am Markt vertretenen Modelle kommen entweder RTF (ready to fly), also fix und fertig inklusive Zubehör, in den Handel oder als ARF-Varianten (almost ready to fly), die noch mit Zurüstteilen wie Antrieb oder Fernsteuerung versehen werden müssen. Der klassische Holzbaukasten ist fast vom Markt verschwunden und nur noch Spezialisten vorbehalten. Dennoch ist es erforderlich, sich auch mit dem Material Holz näher zu beschäftigen, denn alle Hersteller bieten Modelle in klassischer Holzbauweise an, die jedoch als ARF-Modelle geliefert werden. Glücklicherweise besteht nicht jedes Flugmodell aus geschäumtem Material.

Heute steht dem Kunden eine fast unüberschaubare Auswahl an Modellen zur Verfügung, was auf der einen Seite sicherlich sehr interessant ist, auf der anderen Seite aber auch viele potenzielle Kunden überfordert. Die zum Einsatz kommenden Materialien werden immer vielfältiger, die Fernsteuerungstechnik erreicht Dimensionen, die damals nicht vorherzusehen waren. Antriebe werden von Jahr zu Jahr leistungsfähiger, elektronische Bauteile immer kleiner. Betrachtet man nur die Größe von Servos, wird einem klar, welche Fortschritte die Technik hier gemacht hat.

Ein ebenfalls nicht unwichtiger Faktor ist natürlich die Sicherheit beim Betrieb eines Modells. Diesen Ansprüchen genügen aber insbesondere die neuen Fernsteuersysteme im 2,4-GHz-Bereich in vollem Maße.

Mit diesem Buch möchten wir Ihnen einen praktischen Ratgeber an die Hand geben, der Ihnen helfen soll, das richtige Modell für Ihre Belange inklusive Zubehör auszuwählen und es fachgerecht zu betreiben, und, sollte es mal Probleme geben, der auch Ansätze dazu aufzeigt, wie man diese Schäden beheben kann.

Inhalt

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Auswahl eines geeigneten Flugmodells | 9 |
| 1.1 | Typisierung der Flugmodelle | 10 |
| 1.2 | Welchen Lieferzustand möchte ich haben? | 12 |
| 2 | Verwendete Materialien im Flugmodellbau | 15 |
| 2.1 | Holz | 15 |
| 2.2 | Kunststoffe | 15 |
| 2.3 | Styropor | 18 |
| 2.4 | EPP: Unkaputtbar geht doch | 19 |
| 3 | Geeignete Kleber im Flugmodellbau | 21 |
| 3.1 | Auf den richtigen Kleber kommt es an | 21 |
| 4 | Kaufen beim Fachhändler oder im Netz? | 23 |
| 4.1 | Es geht los: Regeln vor dem Aufbau | 23 |
| 5 | Flight Chart für eine optimale Justierung | 27 |
| 6 | Wichtige Einstellungen, die Sie beachten müssen | 29 |
| 6.1 | Neutralstellung der Servos | 29 |
| 6.2 | Einstellen der Rudergestänge | 32 |
| 6.3 | Justierung der Ruderklappen | 32 |
| 6.4 | Abstimmung der Luftschraube | 32 |
| 6.5 | Einstellung des Flugreglers bei Elektromotoren | 32 |
| 6.6 | Abstimmung: Akku, Regler, Motor | 34 |
| 6.7 | Verbrennungsmotoren | 36 |
| 6.8 | Elektromotoren | 41 |
| 6.9 | Einstellungen am Sender | 43 |
| 7 | Unverzichtbares Zubehör im Flugmodellbau | 45 |
| 7.1 | Die richtige Fernsteuerung | 45 |
| 7.2 | Servos | 47 |
| 7.3 | Akkus und ihre Pflege | 48 |
| 7.4 | Ladegeräte | 53 |
| 7.5 | Grundlegendes zu LiPo-Akkus | 59 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 8 | Jede Stunde zählt: Ohne Übung geht nichts | 63 |
| 8.1 | Ist ein Flugsimulator als Trainer gut oder schlecht? | 63 |
| 8.2 | Welche Werkzeuge nehme ich mit auf das Flugfeld? | 63 |
| 8.3 | Wo führe ich welche Reparaturen durch? | 64 |
| 8.4 | Schäden an Antrieben und RC-Komponenten beheben | 65 |
| 8.5 | Flugfeld und Wetterbedingungen | 67 |
| 9 | Instruktionen vor dem ersten Flug | 69 |
| 9.1 | Der Start | 69 |
| 9.2 | Die erste Platzrunde | 70 |
| 9.3 | Die Landung | 70 |
| 9.4 | Bodenstarts | 70 |
| 9.5 | Looping: der Klassiker | 70 |
| 10 | Flugmodelltypen und Schwierigkeitsgrad | 71 |
| 10.1 | Multiplex | 71 |
| 10.2 | Thunder Tiger | 76 |
| 10.3 | Robbe Modellsport | 79 |
| 10.4 | Krick Modellbau | 81 |
| 10.5 | Graupner | 84 |
| 11 | Universell einsetzbare Fernsteuerungen | 85 |
| 11.1 | Multiplex Zebra 4 FM Pro | 85 |
| 11.2 | Computeranlage Robbe Futaba 6 EX Kanal | 86 |
| 12 | Tipps für die richtige Kaufentscheidung | 93 |
| 12.1 | Budget, Flugzeugtyp und andere Fragen | 93 |
| 13 | Verbände: Dachorganisationen der Vereine | 95 |
| 13.1 | DMFV | 95 |
| 13.2 | DAeC | 96 |
| 14 | Lexikon des RC-Flugsports | 97 |
| 15 | Modellflugplätze | 119 |
| | Bildnachweis | 126 |
| | Index | 127 |

6 Wichtige Einstellungen, die Sie beachten müssen

Beim Flugmodell gibt es bei Weitem nicht so viele Einstellungsmöglichkeiten wie etwa beim Automodell. Hier zunächst die wichtigsten Punkte, die beachtet werden sollten:

- Neutralstellung der Servos.
- Einstellen der Rudergestänge.
- Schwerpunkt und Ruderausschläge justieren.
- Abstimmung der Luftschraube auf den Antrieb hin.
- Einstellung des Flugreglers beim Elektroflug.
- Abstimmung von Motor, Regler und Akku.
- Den Verbrennungsmotor einlaufen lassen.
- Einbau in das Modell.
- Einstellung des Vergasers.
- Einstellungen am Sender.

6.1 Neutralstellung der Servos

Das Servo ist das letzte Glied in der Übermittlung von Steuerbefehlen vom Sender der Fernsteuerung bis hin zur Ruderbewegung am jeweiligen Leitwerk. Der Ablauf sieht wie folgt aus: Vom Sender aus werden über die Steuerknüppel Impulse an den Empfänger im Modell gesendet. Der Sender gibt diese Befehle an die am Empfänger angeschlossenen Servos weiter. Diese wiederum wandeln die elektronischen Impulse in mechanische Bewegungen am jeweiligen Leitwerk um.

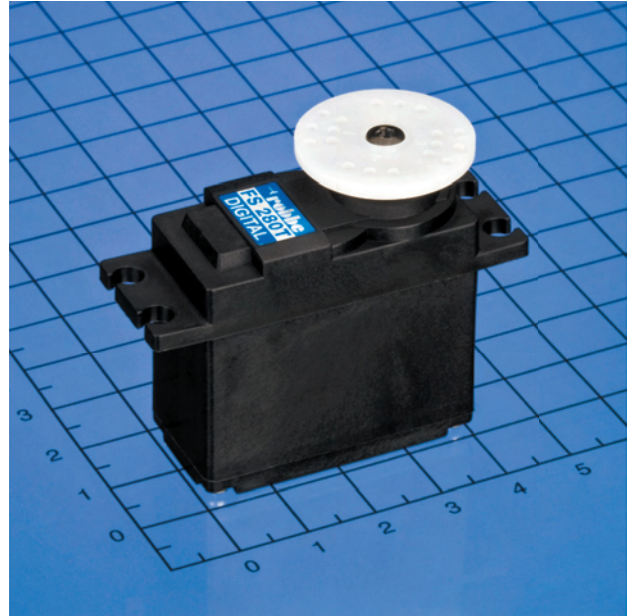


Abb. 6.1 – Robbe Digitalservo FS 280T.



Abb. 6.2 – Unter dem Servodeckel kommt ein starkes Metallgetriebe zum Vorschein.

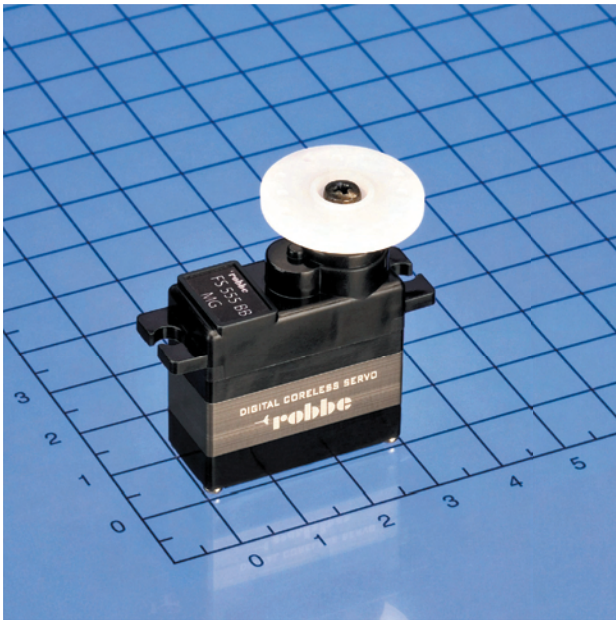


Abb. 6.3 – Digitalservo mit Metallgetriebe und Aluminiumgehäuse zur besseren Wärmeableitung.



Abb. 6.4 – Hochleistungsservos sind selbstverständlich kugelgelagert.

Um sich hinterher viel Arbeit beim Nachjustieren zu ersparen, sollten Sie vor dem Einbau der Fernsteuerungsteile in ein Modell die Servo-

arme in die Neutralstellung bringen. Die Neutralstellung ermöglicht die Nutzung des optimalen Ruderausschlags in beide Richtungen.

Dazu müssen Sie die Fernsteuerung mit geladenen Akkus versehen und die Servos an den Empfänger anschließen. Schalten Sie nun die Anlage ein. Bei den modernen Anlagen von heute können Sie natürlich die Knüppel in unterschiedlicher Art und Weise belegen. Das richtet sich ganz nach Ihren Vorlieben. Besonders im Bereich der Gaswahl gibt es unterschiedliche Ansichten darüber, ob der rechte oder der linke Kreuzknüppel geeigneter ist.

Angenommen, Sie haben sich für den rechten Steuerknüppel zum Bedienen des Seitenruders entschieden. In diesem Fall sollte das Flugzeug, wenn es in Flugrichtung steht, durch Betätigen des Knüppels nach rechts auch nach rechts fliegen bzw. nach links, wenn Sie den Knüppel nach links bewegen. Damit nun das Ruder für beide Seiten gleich weit ausschlägt, muss das Servo in die Neutralstellung gebracht werden. Dazu schrauben Sie den Servoarm vorsichtig ab und bringen das entsprechende Trimmraster für diesen Kanal auf die Mittelstellung. Die Fernsteuerung muss natürlich dafür eingeschaltet sein. Nun schrauben Sie den Servosteuerarm wieder auf. Damit ist die Mittelstellung eingestellt. Wiederholen Sie diesen Vorgang mit den anderen zu benutzenden Servos und bauen Sie dann die Servos ein.

6.1.1 Tipps zum Einbau von Servos

Die Servos führen eine mechanische Bewegung aus. Dies muss aus einer stabilen Position heraus geschehen, da bei der Ausführung der Befehle auch gewisse Kräfte auftreten. Das Servo benötigt Kraft, um den Steuerbefehl auszuführen, also das Ruder in eine bestimmte Richtung zu bewegen, aber es benötigt ebenfalls Kraft, um

diese Stellung für eine bestimmte Zeit zu halten. Schlecht wäre es, wenn sich das Servo aufgrund einer instabilen Befestigung mitbewegen und somit die Effektivität des Ruderwegs einschränken würde. Auch würde es die Manövrierbarkeit des Modells beeinträchtigen. Die Steuerung würde schwammig und ungenau.

Genau dies hängt vom Einbau bzw. von der Einbauart des Servos ab. Es gibt sicherlich verschiedene Methoden, von denen jede ihre Vor- und Nachteile hat.

Die gebräuchlichste ist das Verschrauben des Servos in einem Holzrahmen mit Schrauben. Dabei wird das Servo noch zusätzlich in Gummistülpen gelagert, die die im Modell auftretenden Schwingungen abfangen.

Vibrationen im Flugmodell sind nicht auszuschließen, aber durch gewisse Maßnahmen herabzusetzen. Dieses Thema wird uns auch bei der Nutzung von Verbrennungsmotoren in Flugmodellen noch einmal begegnen.

Was ist zu tun, wenn der Platz für einen Rahmen nicht da ist, das Servo aber eine bestimmte Größe haben muss?

Dann bleibt nur das Kleben. Von beispielsweise doppelseitigem Klebeband ist jedoch abzuraten. Diese Befestigungsart wird nach kurzer Zeit instabil. Das Servo hebt sich aus der Befestigung heraus. Passiert das während eines Flugs, ist der Absturz vorprogrammiert. Bleibt nur die Einharzung mit Zweikomponentenkleber. Hierbei ist das Servo zunächst einmal richtig fest, aber eigentlich zu fest. Durch die Vibration kann das Klebematerial herausbrechen und das Servo löst sich. Wenn Sie eine solche Verklebung mit Kleber wählen, sollten Sie nach und vor jedem Einsatz das Material an der Klebestelle prüfen. Sind Risse entstanden, reicht es nicht aus, weiteren Kle-



Abb. 6.5 – Servo mit Brushless-Motor.



Abb. 6.6 – Blick in das Brushless-Motorservo.

ber aufzutragen. Der komplette Kleber muss neu aufgetragen werden und die Reste müssen sorgfältig entfernt werden.

6.2 Einstellen der Rudergestänge

Nachdem Sie die Servos eingebaut haben, können Sie nun die Rudergestänge auf die richtige Länge hin einstellen. Die Rudergestänge haben jeweils am Ende ein Gewinde, auf das ein Metall- oder Plastikclip aufgedreht ist. Dadurch können Sie nun die Länge der Gestänge einstellen. Haben Sie die richtige Länge gefunden, können Sie die Clips an Ruderanlenkung und Servohorn befestigen. Wie beim Servoarm gibt es auch an den Ruderanlenkungen mehrere Positionen, meist drei oder vier. Bedenken Sie, dass, wenn Sie das innere Loch am Ruder wählen, der Ausschlag des Ruders weitaus geringer ist als beim äußeren. Beim Servoarm verringert sich ebenfalls die Ruderwirkung, wenn Sie das innere Loch wählen. Dadurch wird der Ruder-ausschlag kleiner.

6.3 Justierung der Ruderklappen

Nun können Sie die Ruderklappen justieren. Das heißt, das Seitenruder muss vollkommen gerade nach hinten weglaufen und darf in der Neutralstellung auf keinen Fall nach links oder rechts abweichen. Das Gleiche gilt für Höhen- und Querruder. Das wäre der optimale Fall. Meistens werden Sie jedoch geringfügige Abweichungen feststellen. Diese kann man nun mit den Trimmrastern an der Fernsteuerung ausgleichen. Die Raster sind nicht dafür gedacht, grobe Bau- und Einstellfehler auszugleichen. Eine endgültige Justierung kann erst nach den ersten Flügen erfolgen. Stellen Sie etwa fest, dass in der Startphase das Modell zu wenig oder zu stark steigt,

können Sie das durch Geben von mehr oder weniger Höhenruder am Sender korrigieren.

6.4 Abstimmung der Luftschraube

Darüber brauchen Sie sich bei Fertig-Modellen keine Gedanken zu machen. Die Luftschrauben sind genau auf den Antrieb abgestimmt. Ersetzen Sie bei einem Bruch diese immer durch die Originalluftschraube. Haben Sie jedoch ein Modell aus einzelnen Komponenten, achten Sie bitte darauf, dass die Luftschraube genau auf den verwendeten Motor abgestimmt ist. Eine Luftschraube wird definiert durch die Größe und die Steigung. Diese beiden Werte sind voneinander abhängig. Wählen Sie eine zu große Luftschraube oder eine zu große Steigung, um etwa die Leistung Ihres Modells zu steigern, kann die Antriebseinheit – ob nun Elektro oder Verbrenner – stark überlastet und beschädigt werden.

6.5 Einstellung des Flugreglers bei Elektromotoren

Der Flugregler hat die Aufgabe, den Elektromotor stufenlos zu regeln. In früheren Zeiten arbeitete man mit mechanischen Reglern oder Schaltern. Der mechanische Regler hat den Nachteil, dass die nicht benötigte Energie des Motors am Regler in Hitze umgewandelt wurde, was bedeutete, dass der Stromverbrauch aus dem Akku immer der gleiche war. Die hohen Temperaturen konnten dazu führen, dass in den Modellen ein Brand

entstand. So konnte man nur kurze Zeit im unteren Drehzahlbereich fahren.

Vorteile der elektronischen Flugregler

- Arbeiten mit hoher Taktfrequenz.
- Sind sehr feinfühlig steuerbar.
- Nehmen sehr wenig Platz im Modell ein.
- Folgende Parameter sind programmierbar:
 - Unterspannungsabschaltung: Fällt der Spannungszustand des Akkus unter einen Wert ab, schaltet der Regler ab, das Modell bleibt dennoch steuerbar.
 - Bremse ein oder aus.
 - Umkehr der Motordrehrichtung.
 - Motorabschaltart: geringere Leistung oder aus.
- Motoranlaufverhalten: Soft oder Standard. Timing automatisch oder manuell. Umschaltbare Taktfrequenz von 8- auf 16-kHz-Betrieb: Betrieb aus dem Flugakku heraus auch bei hoher Zellenzahl.
- Startersicherheitssystem: verhindert ungewolltes Anlaufen.
- Motorabschaltung bei massiven Funkstörungen oder fehlendem Sendersignal.

Die Programmierung moderner Regler ist heute sehr einfach. Eine Methode ist, die Einstellungen am Regler direkt vorzunehmen, eine andere, diese am Sender mithilfe des Gasknüssels durchzuführen. Pieptöne signalisieren dabei den Status der Programmierung und bestätigen die jeweiligen Einstellungen. Alle veränderbaren Parameter werden Schritt für Schritt durchlaufen. Die Auswahl der gewünschten Programmoption erfolgt über die Stellung des Gasknüssels, der entweder in die Vollgas- oder Ausstellung gebracht wird. Ein Zurückgehen in die Mittelstellung führt zum nächsten programmierbaren Parameter.

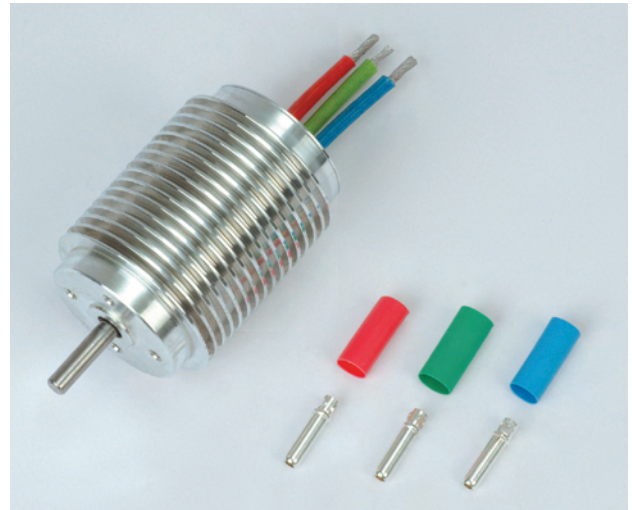


Abb. 6.7 – An den drei Motorkabeln sofort als Brushless-Motor zu erkennen.



Abb. 6.8 – Brushless-Außenläufer.

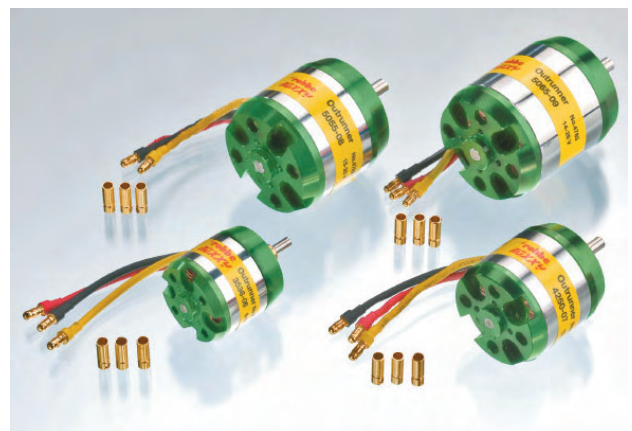


Abb. 6.9 – Diverse Außenläufer.

Abb. 6.10 –
Kleiner Regler
für Brushless-
Motoren,
ausgelegt bis
30 Ampere.

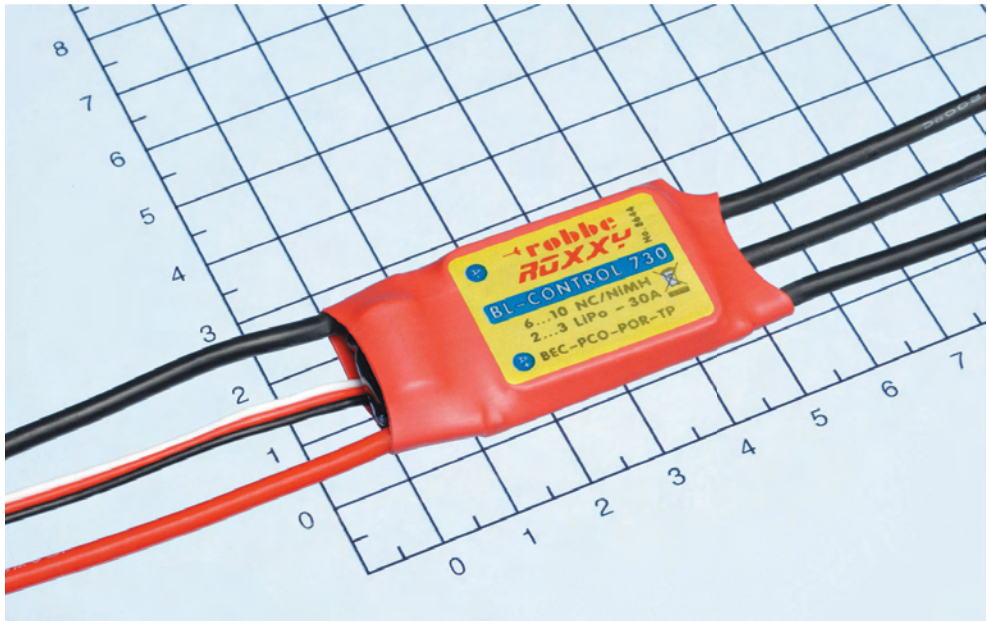
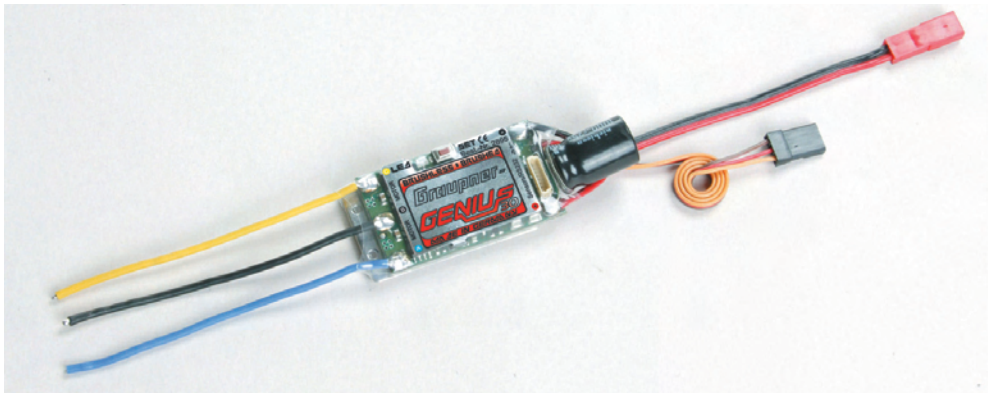


Abb. 6.11 –
Graupner-
Flugregler der
Serie Genius.



Die Ausstattung der Regler ist natürlich leistungs- und preisabhängig. Auch die Art der Programmierung unterscheidet sich manchmal von Hersteller zu Hersteller. Achten Sie daher genau auf die Bedienungsanleitung und folgen Sie dieser Schritt für Schritt. Es ist nicht zwingend notwendig, alle Komponenten der Elektronik von einem Hersteller zu nutzen. Dennoch hat es entscheidende Vorteile, insbesondere im Bereich der Steckverbindungen. Da hat jeder sein eigenes System. Nachteil ist

hier allerdings: Bei Änderung des Steckersystems erlischt die Garantie.

6.6 Abstimmung: Akku, Regler, Motor

Haben Sie ein Komplettmodell erworben, brauchen Sie sich über die Abstimmung der Antriebskomponenten Akku, Regler und

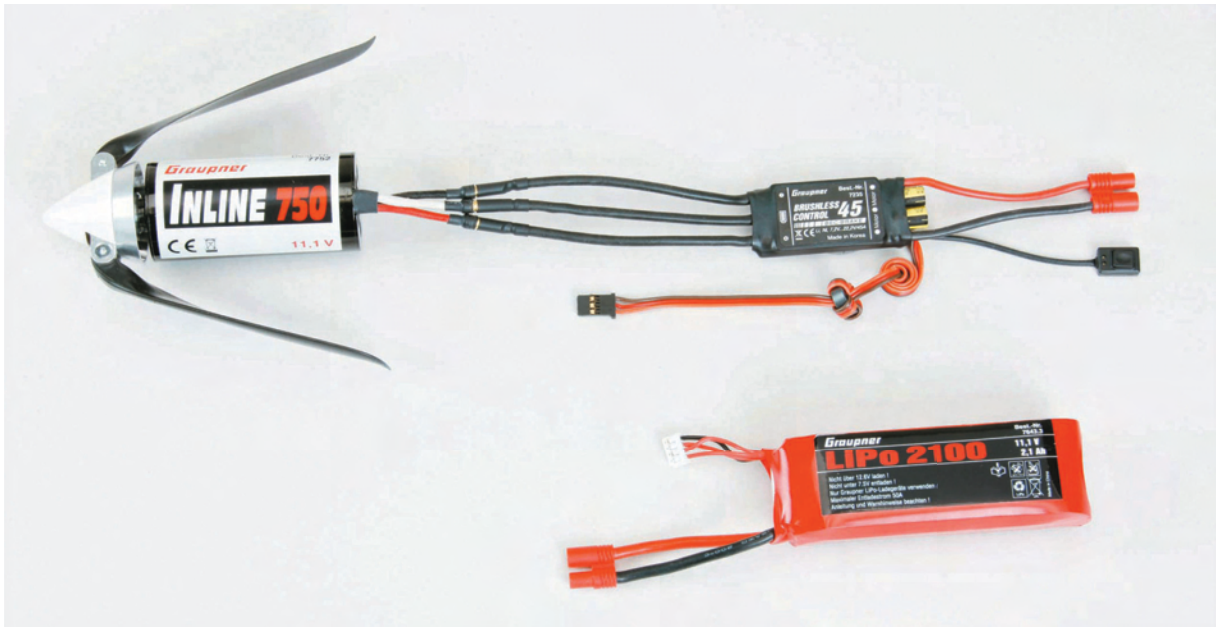


Abb. 6.12 – Antriebsset der Firma Graupner.

Motor keine Gedanken zu machen. Diese sind bereits aufeinander abgestimmt. Auch wenn Sie ein entsprechendes Antriebsset zu Ihrem Modell nach Herstellerangabe kaufen, ist die Abstimmung bereits erfolgt. Wollen Sie dies jedoch selbst aus Einzelkomponenten zusammensetzen, müssen Sie auf bestimmte Punkte achten.

Ein Superregler bringt nichts, wenn Sie nur einen einfachen Motor betreiben möchten. Ein Superakku bringt nichts, wenn Sie nicht auch einen entsprechenden Regler haben, der die Energie dem Motor in der benötigten Form zuführt. Der Topmotor wird seine Leistung nicht entfalten können, wenn zum Beispiel der Akku nicht in der Lage ist, gewünschte Stromstärken abzugeben.

Beispiel:

Der Motor benötigt einen Laststrom von 30 Ampere und kann mit einer Zellenzahl von vier bis zehn NiMH-Akkus oder zwei bis drei

So geht's richtig

Ausgangspunkt ist Ihr Modell, das ausreichend motorisiert sein muss, also auch gewisse Leistungsreserven aufweisen sollte. Ein ständiger Betrieb an der Volllastgrenze ist nicht sinnvoll. Achten Sie auch hier auf die Motorempfehlungen der Hersteller.

Der in den Herstellerangaben empfohlene Motor weist gewisse Leistungsdaten auf. Diese finden Sie dem Motor beigefügt. Hier ist besonders auf die Zellenzahl zu achten, mit der der Motor betrieben werden kann. Daraus ergibt sich auch die Spannung. Achten Sie weiterhin auf die maximale und Dauerstromaufnahme in Ampere. Diese Angabe ist wichtig für den einzusetzenden Regler.

LiPo-Akkus betrieben werden. Viele der heutigen Antriebe bieten die Möglichkeit, sowohl herkömmliche NiMH-Akkus als auch LiPos einzusetzen. Diese Akkutypen haben aber vollkommen unterschiedliche Daten. Darauf ist unbedingt zu achten. Während NiMH-Zellen

in Sub-C-Größe eine Spannung von 1,2 Volt haben, verfügt eine LiPo-Zelle über eine Spannung von 3,7 Volt.

Somit haben in unserem Beispiel zehn NiMH-Zellen eine Nennspannung von 12 Volt, drei LiPo-Zellen hingegen eine Nennspannung von 11,1 Volt. Somit liegt hier bereits eine Angabe vor, die den einzusetzenden Akku, egal welcher Art, bestimmt, aber auch die Auswahl des Reglers. Der Regler muss in der Lage sein, 30 Ampere als Dauerstrom zu liefern. Kurzzeitige Spitzenströme von 40 Ampere wird er ebenfalls verkraften, aber nur kurzzeitig. Ausschlaggebend ist hier die Dauerstromangabe. Der verwendete Akku, egal ob NiMH oder LiPo, muss nun in der Lage sein, dauerhaft 30 Ampere zu liefern, damit das Modell die gewünschte Leistung erreicht.

Den angegebenen Spannungsbereich des Motors sollte man in der Regel, wenn überhaupt, nur geringfügig überschreiten. Man erhöht zwar die Leistung, aber das geht auch zulasten des Materials.

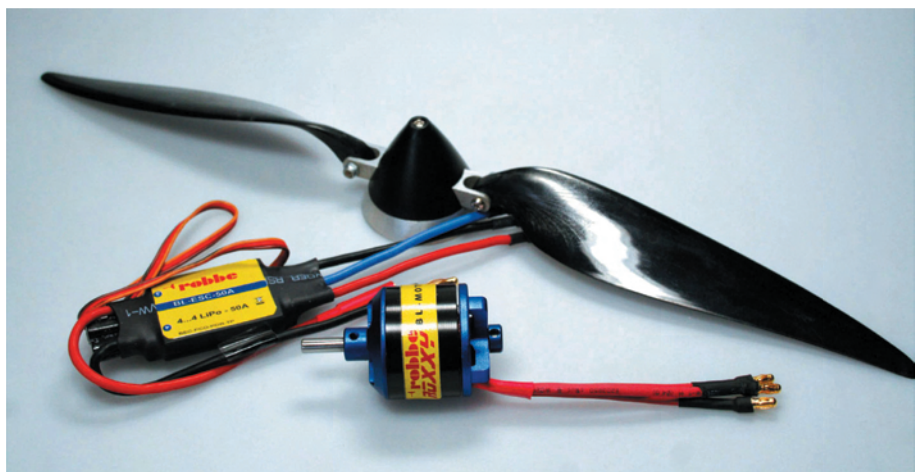
Lösen Sie nun einen Parameter aus der Kette Motor – Regler – Akku heraus und ersetzen Sie diesen durch einen stärkeren, hat das Ein-

fluss auf die anderen beiden, und es muss eine erneute Abstimmung vorgenommen werden. Seit Aufkommen der Brushless-Motoren stellt sich natürlich immer häufiger die Frage, ob es ein Bürsten- oder bürstenloser Motor sein soll. Die Brushless-Motoren haben einen deutlich höheren Wirkungsgrad als Bürstenmotoren. In Verbindung mit LiPo-Akkus spart man Platz und Gewicht im Modell. Diese beiden Faktoren wiederum verleihen dem Modell noch mehr Leistung, als schon durch den höheren Wirkungsgrad des Motors zur Verfügung steht. Heute steht ein Brushless-Antrieb einem Verbrenner in nichts mehr nach, er ist sogar bisweilen in bestimmten Drehzahlbereichen noch agiler. Achten Sie aber bitte darauf, dass dann auch ein Brushless-geeigneter Regler zum Einsatz kommt.

6.7 Verbrennungsmotoren

Obwohl sich der Elektroantrieb weitgehend etabliert hat, gibt es nach wie vor RC-Flugzeuge, die mit Verbrennungsmotoren arbeiten.

Abb. 6.13 –
Antriebsset eines
Elektroreglers mit
Klappluftschaube,
Brushless-Motor und
Regler.



6.7.1 Funktionsweise eines Zweitakters

Ein Gemisch aus Luft und Treibstoff gelangt über eine Öffnung in der Kurbelwelle in das Kurbelgehäuse. Dies geschieht bei sich nach oben drehendem Kolben durch den im Kurbelgehäuse entstehenden Unterdruck. Dieser ist verantwortlich für das erneute Ansaugen von Frischluft durch den Vergaser. Die Frischluft wird mit einer entsprechenden Menge Treibstoff angereichert. Nach der Zündung des Verbrennungsgases bewegt sich der Kolben nach unten. Wird nun die Öffnung in der Kurbelwelle durch die Drehbewegung geschlossen, entsteht ein Überdruck im Kurbelgehäuse. Durch die Bewegung des Kolbens nach unten werden die Überströmkanäle freigegeben, und das vorverdichtete Gemisch strömt aus dem Kurbelgehäuse in den Verbrennungsraum ein. Es kommt zu einer Verdichtung der Gase unterhalb des Zylinderkopfs, während sich der Kolben nach oben bewegt. Ist er an seinem oberen Totpunkt angekommen, kommt es zu einer Zündung und der explosionsartigen Verbrennung des Gemischs. Bei der Ausdehnung des Gases wird der Kolben wieder nach unten bewegt. Es kommt zu einer erneuten Vorverdichtung von Luft und Treibstoff. Hat der Kolben seinen unteren Totpunkt erreicht, gelangen die verbrauchten Gase durch die Auslassschlitze nach draußen.

6.7.2 Der Treibstoff

Basiskomponente im Treibstoff ist die Alkoholverbindung Methanol. Dieser Verbindung wird ein synthetisches Öl beigemischt, das für eine rückstandslose Verbrennung sorgt. Früher benutzte man dazu Rizinusöl, das zwar sehr temperaturstabil ist, aber den Motor auch verharzt und Verbrennungsrückstände hinterlässt. Betreiben Sie einen mit Rizinus gelau-



Abb. 6.14 – OS-Zweitaktmotor im Vertriebs von Graupner Modellbau.

fenen Motor nicht mit einem synthetischen Kraftstoff! Die Verbrennungsrückstände insbesondere auf dem Kolben würden sich lösen und wie Schmirgel die Laufgarnitur zerstören. Als Zündbeschleuniger enthalten die Treibstoffe noch Nitromethan. Dieser ist jedoch außer bei Rennmaschinen gering zu halten.

6.7.3 Einlaufen lassen von Verbrennungsmotoren: Jeder sagt was anderes

Vom Betrieb eines Flugmodells mit einem Verbrennungsmotor geht eine besondere Faszination aus. Mit kernigem Sound die Maschine in den Himmel zu schrauben, begeistert nicht nur einen selbst, sondern auch die Zuschauer. Doch bevor es so weit ist, sollte man sich mit den kleinen Trieblingen etwas genauer beschäftigen. Zum Einsatz kommen meist Zweitaktmotoren, aber auch Viertakter, deren Sound noch realistischer ist.



Abb. 6.15 – OS-Benzinmotor mit Zündanlage.



Abb. 6.16 – OS-Viertakter mit blauem Ventildeckel.

Allerdings benötigt der Viertakter mehr Platz beim Einbau, da er mit dem gleichen Hubraum wie der Zweitakter nicht dessen Leistung erreicht und daher durch eine Ausführung mit

mehr Hubraum ersetzt werden muss. Beispiel: Möchte ich mit einem Viertaktmotor die gleiche Leistung wie mit einem Zweitakter mit 4,5 ccm haben, muss der Viertakter schon einen Hubraum von mindestens 7,5 ccm haben.

6.7.4 Warum müssen Motoren einlaufen?

Die Herstellungstechniken von Motoren erfordern diese Maßnahme. Um einen Motor über lange Zeit in unterschiedlichen Drehzahlbereichen bis hin zum Volllastbetrieb einsetzen zu können, müssen sich die Teile im Inneren des Motors quasi aufeinander einschleifen. Daher ist ein Einlaufvorgang, der den Verhältnissen im späteren Betrieb sehr nahekommt, unbedingt erforderlich.

Zweitaktmotoren sind in der Regel sehr robust, und gerade Flugmodellmotoren arbeiten in anderen Leistungsbereichen als etwa Automotoren. Hier werden gern Drehzahlen von bis zu 38.000 U/min erreicht. Bei Flugmodellmotoren liegt die Grenze bei 17.000 U/min bis 18.000 U/min.

Früher war man der Meinung, man müsse den Motor auf einem Prüfstand einlaufen lassen. Heute geht man davon aus, dass das direkt im Modell passieren kann.

Aufgrund der vielen unterschiedlichen Methoden haben wir uns dazu entschlossen, hier die wichtigsten Prinzipien, die für alle Motoren gelten, aufzuzeigen. Dennoch sollten Sie auch hierbei genau den Anweisungen der Hersteller folgen. Beim Einbau des Motors in das Modell achten Sie bitte genau auf die Angaben aus der Anleitung, denn die geben Ihnen die richtigen Informationen zu Motorseitenzug und -sturz. Der Einbau in das Modell darf aufgrund der Drehrichtung des Motors nicht genau gerade sein, da der Motor in diese Richtung ziehen würde. Dieses muss durch eine Verlagerung

auf die Gegenseite verhindert werden. Da der Motor in seiner Grundstellung bereits für eine Steigleistung des Modells sorgen soll, muss er so eingebaut werden, dass die Nase leicht nach oben zeigt. Die Bauanleitung und die Baupläne machen dazu genaue Gradangaben. Achten Sie auch auf die Herstellerangaben zur Luftschraube.

Es ist wichtig, dass der Treibstoff einen ca. 20%igen synthetischen Ölanteil hat. Von Rizinusöl ist Abstand zu nehmen. Die Motoren verharzen, und es bildet sich Ölkohle als Verbrennungsrückstand auf dem Kolben. Der Markt bietet heute eine Vielzahl an bereits fertig gemischten Treibstoffen an. Ein gewisser Anteil an Nitromethan als Zündbeschleuniger ist durchaus sinnvoll, da der Motor leichter anspringt. Dieser sollte aber 10 % nicht übersteigen. Verhältnisse wie im Automodellsport mit Mischungen von 40 % Nitromethananteil sind nicht zu empfehlen und absolut nicht erforderlich.

Nehmen Sie nun die Grundeinstellung des Vergasers wie in Ihrer Anleitung beschrieben vor. Wenn die Anleitung nur eine Einstellung für den Betrieb angibt, drehen Sie die Hauptdüsenadel etwas weiter auf, um so zu einem fetteren Gemisch zu kommen. Nun geben Sie ein paar Tropfen Treibstoff in den Vergaser und schließen den Glükerzenstecker zum Heizen der Kerze an.

Wenn Sie vor dem Flugmodell sitzen, werfen Sie nun den Motor mit einem kräftigen Schwung nach links an. Passen Sie auf Ihre Finger auf, um Verletzungen zu vermeiden. Natürlich können Sie auch einen Elektrostarter benutzen. Dieser wird vorn auf den Spinner aufgesetzt und dreht, von einer 12-Volt-Batterie betrieben, den Motor kräftig in die Laufrichtung. Doch Vorsicht, sitzt der Starter nicht exakt gerade auf dem Spinner, kann es

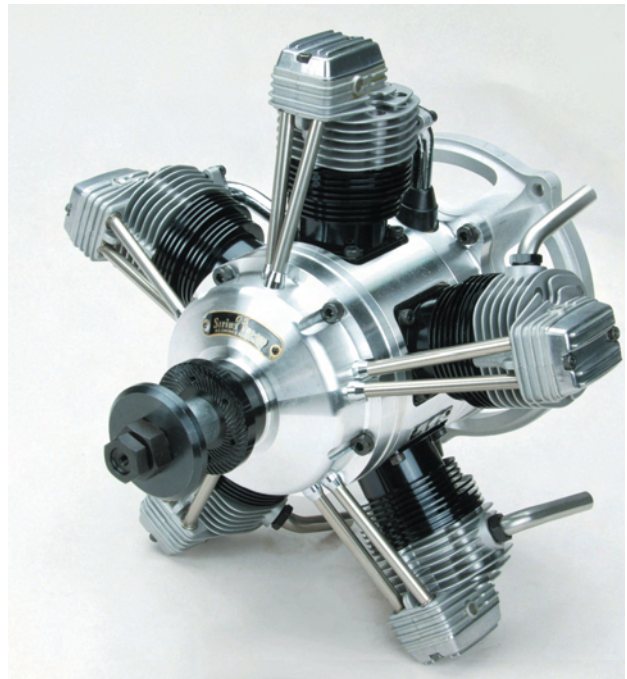


Abb. 6.17 – 5-Zylinder-OS-Sternmotor – eine Augen- und Ohrenweide.

durch die enorme Kraft zu Kurbelwellenschäden kommen.

Lassen Sie nun den Motor für ca. 20 Minuten laufen. Das Modell bleibt natürlich am Boden und eine zweite Person ist dabei sehr hilfreich. Geben Sie abwechselnd etwas Gas und nehmen Sie es wieder zurück. Der Einlaufvorgang soll dem späteren Betrieb ähneln. Angenommen, Sie würden den Motor im Einlaufvorgang nur in einem Drehzahlbereich betreiben, dann würde er die optimale Leistung nur in diesem einen Drehzahlbereich erreichen. Der Motor muss aber später in einem weiten Drehzahlbereich (ca. 2.000 bis 18.000 U/min) arbeiten. Läuft der Motor nach diesen Einstellungen am Boden sauber durch, können Sie erste Starts durchführen. Dabei ist darauf zu achten, dass Sie nur kurzzeitig, in immer länger werdenden Intervallen, auch das Gas erhöhen. Drehen Sie

nach jedem Flug die Hauptdüsenadel weiter zu, um das Gemisch weiter abzumagern. Gehen Sie dabei nicht unter die in der Anleitung angegebene Stellung.

6.7.5 LeerlaufEinstellung

Die LeerlaufEinstellung sorgt dafür, dass Ihr Modell ohne Probleme im Stand durchläuft und der Motor nicht ausgeht. Das Modell sollte dabei auch in der Neutralstellung des Gasknüppels nicht bereits anlaufen. Feineinstellungen nehmen Sie mit den Trimmrastern vor. Die LeerlaufEinstellung wird an einer kleinen

Schraube am Vergaser vorgenommen (siehe hierzu Angaben zum jeweiligen Motor).

Besonders bei Kunstflugmaschinen ist es wichtig, dass der Motor auch in extremen Fluglagen mit Treibstoff versorgt wird. Dazu nehmen Sie das Modell senkrecht nach oben und lassen einen Helfer Vollgas geben. Der Motor muss sauber durchziehen und keine Aussetzer haben. Diese würden darauf hinweisen, dass in Extremlagen keine optimale Treibstoffversorgung gewährleistet ist. Bei einfachen Flugmodellen ist das nicht erforderlich, da diese nicht für Kunstflug mit extremen Flugfiguren gedacht sind.

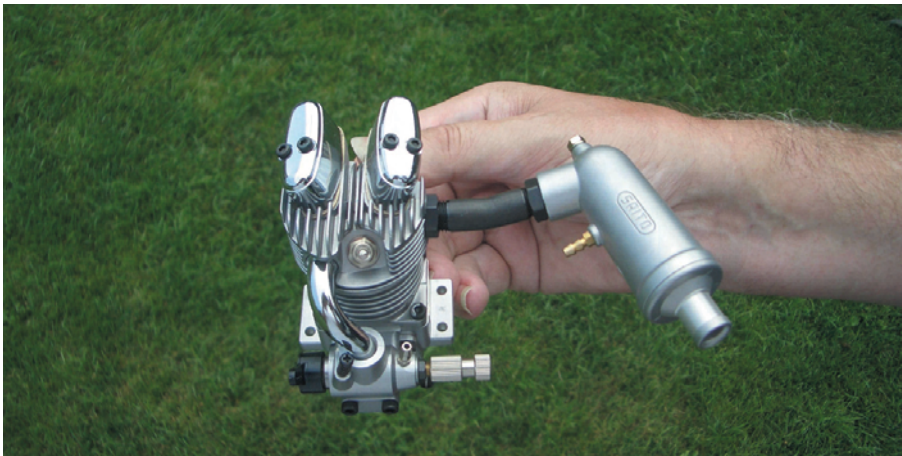


Abb. 6.18 – Saito-Viertakter mit hinten liegender Kerze.



Abb. 6.19 – Auch bei Viertaktern kommen relativ einfache Schalldämpfersysteme zum Einsatz.

6.8 Elektromotoren

Elektromotoren gibt es in allen Größen und Leistungsklassen. Selbst schwere und große Modelle bringen sie mit Leichtigkeit in die Luft. Im Vergleich zu Verbrennungsmotoren sind sie flüsterleise und weitgehend unhörbar.

6.8.1 Bürstenmotoren

Bei den in Flugmodellen eingesetzten Motoren handelt es sich um Bürsten- oder bürstenlose Motoren. Grundsätzlich sind es Gleichstrommotoren, die mit Permanentmagneten ausgestattet sind. Diese können aus Ferriten bestehen oder bei hochwertigen Motoren aus Cobalt-Samarium. Es kommen aber auch Neodym-Eisen-Bor-Legierungen zum Einsatz. Im Inneren des Motorengehäuses, das man auch Polrohr oder Stator nennt, befinden sich Magnethalbschalen, die sich gegenüberliegen. Zwischen diesen liegt der Anker oder Rotor, ein drehbar gelagerter und vom durchflossenen Strom erregter Elektromagnet.



Abb. 6.20 – Bürstenmotor für den Parkflyer-Einsatz.

Während sich die Polarität der Magnethalbschalen nicht ändert, erfährt der Elektromagnet je nach Stromdurchflussrichtung eine Polaritätsänderung. Der Anker besteht aus

einer Anzahl dünner Bleche einer Silicium-Eisen-Legierung. In diese Bleche sind Nuten eingeschnitten, die die Wicklung aufnehmen. Diese Ankerwicklung besteht aus isoliertem Kupferdraht. Die Art der Wicklung ist entscheidend verantwortlich für die Laufcharakteristik des Motors und damit auch maßgebliches Kriterium für den Einsatzzweck. Die Drahtenden sind mit einzelnen Segmenten des Kommutators verquetscht oder verlötet. Dabei müssen genauso viele Kollektor- oder Kommutatorsegmente vorhanden sein wie Nuten. Dies eröffnet dem Motor die Möglichkeit, anzulaufen.

Die Stromzuführung erfolgt über den hinteren Lagerschild. Hier sind die Motoranschlüsse verlötet. Der Strom wird über die Kohlen, die mit Federkraft auf den Kollektor gedrückt werden, geleitet. Die Ankerwicklung wird durchflossen und es entsteht eine Drehbewegung vom Südpol des Elektromagneten hin zum Nordpol des Permanentmagneten. Diese Bewegung würde aber direkt wieder enden, wenn die Stromrichtung in der Ankerschleife nicht umgepolt würde. Dies erfolgt durch den Kommutator, den man auch Stromwender nennt. Der Kollektor polt im geeigneten Moment den Strom um und die Bewegung wird weitergeführt.

6.8.2 Brushless-Motoren

Im Gegensatz zum Bürstenmotor kommutiert der BL-Motor nicht über mechanische Kontakte, sondern die Phasen werden wie beim Drehstromsynchronmotor (rotierend) von außen auf die Spulen geschaltet. Bei BL-Motoren werden Permanentmagnete verwendet, es handelt sich also um Synchronmotoren; daher muss die Schaltung abhängig von der Rotorposition sein. Ein BL-Motor kann also nicht direkt an Gleichspannung betrieben werden, sondern er

Index

A

Akku 34, 48
Akkupflege 52
Antriebskomponenten 34
Aufbau, Checkliste 24
Außenläufer 42

B

Bauen nach Plan 14
Baukasten 14
Bodenstarts 70
Brushless-Motoren 41
Bürstenmotoren 41

C

Carbon 20
Cuttermesser 25

D

DAeC 96
Deutscher Aero Club 96
Deutscher Modellflieger Verband 95
Digitalschieblehre 25
DMFV 95

E

Easy Star 71
Einlaufen lassen 37, 42
Elektromotoren 41
Epoxid-Harze 22
EPP 19

F

Fachhändler 23

Fernsteuerungen 45, 85
Fertig-Modell 12
Flight Chart 27
Flug, erster 69
Flugfeld 67
Flugmodelle 9
Flugmodelltypen 71
Flugregler 32
Flugsimulator 63
Freiflugmodelle 10

G

GFK 17
Glasfaserverstärkter Kunststoff 17
Graupner 84
Grunau Baby 82

H

Heißsiegelkleber 22
Holzleim 21

I

Inbusschlüssel 25
Innenläufer 42

K

Kaufen 23
Kaufentscheidung, Tipps 93
Kerzenschlüssel 26
Kleber 21
Komponenten-Epoxy-Kleber 22
Krick Modellbau 81
Kröpfzange 25
Kunststoffe 15

L

Ladegeräte 53
Lademethode 55
Landung 70
LeerlaufEinstellung 40
Lieferzustand 12
LiPo-Akkus 49, 59
Looping 70
Luftschraube 32

M

Materialien 15
Methanol 37
Mister Mulligan Pylon Racer 76
Modellflugplätze
 Deutschland 119
 Italien 126
 Niederlande 126
 Österreich 125
 Schweiz 126
Motor 34
Motorflugmodelle 11
Motorsegler 11

N

Netz 23
NiMH-Akkus 48

O

Öl 37

P

Parkflyer 10, 77
Piper Cherokee 84
Platzrunde 70

R

RC-Fluglexikon 97
Regler 34

Reparaturen 64
Robbe Modellsport 79
Rudergestänge 32

S

Schäden beheben 65
Schlüsselseilen 25
Schraubendreher 26
Seabee 79
Sekundenkleber 21
Sender, Einstellungen 43
Servo 29, 30, 47
Slowflyer 10
Stabilit Express 22
Start 69
Startphase 69
Styropor 18
Sub-C-Zelle 48

T

Thunder Tiger 76
Treibstoff 37

U

Übung 63
UHU hart 22

V

Verbände 95
Verbrennungsmotoren 36

W

Werkzeuge 63
Werkzeuge, Checkliste 25
Werkzeugkiste 63

Z

Zangenset 26
Zubehör 45

Michael Seebacher

ARF-Flugmodelle richtig bauen, einstellen, abstimmen und tunen

Schritt für Schritt vom Anfänger zum Piloten

Der Modellflug fasziniert Menschen schon länger, als es Flugzeuge gibt: Er gehört neben dem Schiffsmodellbau zu den ältesten Modellbausparten und wurde bereits im 19. Jahrhundert ausgeübt. 90 Prozent der heute am Markt vertretenen Modelle kommen vorgefertigt in den Handel – entweder komplett zusammengebaut oder „almost ready to fly“ (ARF), also in Varianten, die noch mit Zurüstteilen wie Antrieb oder Fernsteuerung versehen werden müssen. Diese Modelle erfreuen sich besonderer Beliebtheit: Sie lassen sich mit geringem Zeitaufwand erstellen, bieten aber zugleich genügend Freiheit, die zu ergänzenden Teile individuell auszusuchen.

Dem ARF-Piloten steht mittlerweile eine fast unüberschaubare Modellauswahl zur Verfügung. Die eingesetzten Materialien werden immer vielfältiger, und die Fernsteuerungstechnik hat Dimensionen erreicht, die vor noch wenigen Jahren wie Science Fiction anmuteten. Antriebe werden von Jahr zu Jahr leistungsfähiger, elektronische Bauteile immer kleiner. Betrachtet man allein die Größe von Servos, so wird klar, welche Fortschritte die Technik hier gemacht hat.

Dieses Buch wird beim ARF-Hobby Ihr Fluglotse sein: Als praktischer Ratgeber hilft es Ihnen, das richtige Modell inklusive Zubehör zu finden und es fachgerecht zu betreiben. Und sollten mal Probleme oder Schäden auftreten, finden Sie hier außerdem unterschiedlichste Ansätze zum schnellen und einfachen „Troubleshooting“.



Aus dem Inhalt:

- **Typisierung: Auswahl eines geeigneten Flugmodells**
- **Alles über verwendete Materialien im Flugmodellbau**
- **Auf den richtigen Kleber kommt es an: Sekundenkleber, Holzleim, Epoxy u. a.**
- **Tipps für die richtige Kaufentscheidung: Fachhändler oder Internet**
- **Wichtige Einstellungen, die Sie beachten müssen**
- **Unverzichtbares Zubehör: Fernsteuerung, Servos, Akkus und Ladegeräte**
- **Jede Stunde zählt: Ohne Übung geht nichts**
- **Instruktionen vor dem ersten Flug: Start, Platzrunde, Landung**
- **Flugmodelltypen und Schwierigkeitsgrad**
- **Universell einsetzbare Fernsteuerungen**
- **Verbände: Dachorganisationen der Vereine**
- **Lexikon des RC-Flugsport und Modellflugplätze**



9 783645 650984

24,95 EUR [D]

ISBN 978-3-645-65098-4

Besuchen Sie unsere Website
www.franzis.de

FRANZIS