

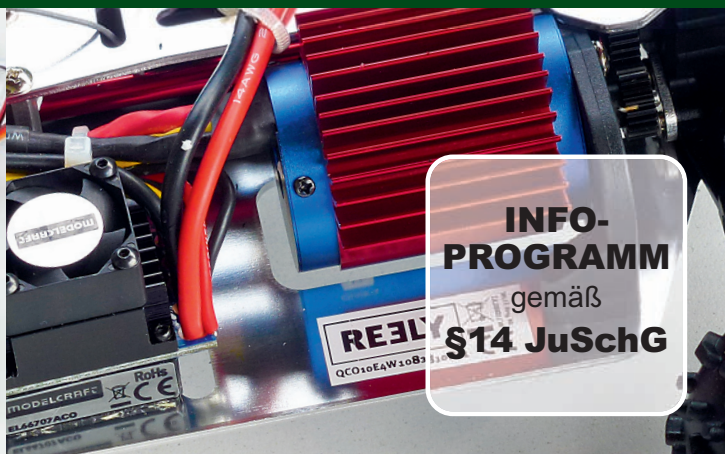
Thomas Riegler

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

- Brushless-Innenläufer
- Brushless-Außenläufer
- Spezifische Drehzahl
- Ritzelspiel einstellen
- Akku-Grundlagen

Brushless-Motoren in RC-Cars

richtig einstellen, betreiben und warten



**INFO-
PROGRAMM**
gemäß
\$14 JuSchG

FRANZIS

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

Thomas Riegler

Brushless-Motoren in RC-Cars

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 978-3-645-65157-8

Vorwort

RC-Modelle mit Verbrennungsmotoren anzutreiben – das war gestern. Heute ist »elektrisch fahren« angesagt. Kein Wunder, haben doch elektrisch angetriebene RC-Cars zahlreiche Vorteile. Der Umgang mit Zweitaktgemisch oder Nitrotreibstoff hat in der Vergangenheit viele davon abgehalten, mit ferngesteuerten Autos zu fahren. Elektrisch

angetriebene Modelle punkten, im Vergleich zum typischen Verbrennermotor, unter anderem mit wesentlich wartungsfreundlicherer Mechanik und mindestens gleichwertiger Leistung. Elektromodelle sind zudem auch leiser, was Ärger mit der Nachbarschaft vermeidet. Im RC-Modellbau gibt es zwei Arten von Elektromotoren: den Brushed- oder Bürstenmotor,



Abb. 0.1 – RC-Cars mit eingebautem Brushless-Motor sorgen für Fahrspaß in höchster Perfektion.

der heute nur noch ein Schattendasein fristet, und der Brushless- oder bürstenlosen Motor. Er 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 RC-Car gilt es, auf zahlreiche kleine Details zu achten. Sie entscheiden

darüber, wie viel Spaß man bei der Ausübung seines Hobbys haben wird. Nur bei optimal abgestimmten Einzelkomponenten ist ein störungsloser langfristiger Betrieb gewährleistet. Das erspart Ihnen Ärger und Kosten.

Dieses Buch vermittelt alle Grundlagen und Hintergrundinformationen, die man für den perfekten Umgang mit Brushless-Motoren in RC-Cars benötigt.



Abb. 0.2 – Selbst härtester RC-Buggy-Einsatz stellt den Brushless-Motor vor keine allzu große Herausforderung.

Inhalt

1	RC-Motoren	11
1.1	Bürstenmotoren	14
1.1.1	Vor- und Nachteile	14
1.1.2	Betriebszeiten bei Bürstenmotoren	15
1.2	Brushless-Motoren	15
1.2.1	Vor- und Nachteile	16
1.2.2	Betriebszeiten bei Brushless-Motoren	16
1.3	Verbrennungsmotoren	17
1.3.1	Vor- und Nachteile	18
2	Brushless-Motor – allgemeine Informationen	21
2.1	Welche Modelle eignen sich für Brushless-Motoren?	21
2.2	Aufbau	25
2.3	Wirkprinzip	26
2.4	Drehstrommotor	27
2.5	Polzahl und Motorcharakteristik	29
2.6	Nuten	30
2.7	Drehrichtung	30
2.8	Typenbezeichnung und Motordimensionierung	32
3	Arten von Brushless-Motoren	33
3.1	Innenläufer	33
3.2	Außenläufer	34
3.3	Innen- oder Außenläufer?	35
3.4	Sensorloser Brushless-Motor	37
3.5	Sensorgesteuerte Brushless-Motoren	38
3.6	Scharfer Motor	39
4	Kennwerte von Brushless-Motoren	43
4.1	Turns	43
4.1.1	Wicklungsdrähte	43
4.1.2	Windungszahl, Drehmoment und Drehzahl	45
4.2	Welcher Motor für welches Einsatzgebiet?	45
4.3	Drehzahlen	46
4.4	Geschwindigkeit	47

4.5	Pol- und Nutenzahl	48
4.5.1	Pole oder Polpaare?	48
4.5.2	Anzahl der Nuten	49
4.6	Spezifische Drehzahl	49
4.6.1	Vergleichskriterium	50
4.7	Theorie und Praxis	50
4.8	Innenwiderstand	51
4.9	Drehmoment	51
4.10	Schaltungsarten	52
4.10.1	Sternschaltung.....	52
4.10.2	Dreieckschaltung	53
4.10.3	Stromaufnahme	53
4.11	Leerlauf- und Dauerstrom	54
4.11.1	Dauerleistung	56
4.12	Wirkungsgrad und Erwärmung	56
5	Brushless-Motor vor Überhitzung schützen	59
5.1	Richtig kühlen	59
5.2	Falsche Untersetzung	63
6	Timing	65
6.1	Timing bei Brushless-Motoren	65
6.1.1	Timing einstellen	65
6.1.2	Winkel einstellen	66
6.1.3	Timing im Regler einstellen	67
6.1.4	Timing für nur eine Drehrichtung.....	68
7	Brushless-Motor warten	69
8	Fahrtregler	71
8.1	Abstimmen auf den Motor	72
8.2	Cogging	74
8.3	Belastbarkeit	74
8.4	Stromstärken	74
8.5	Taktfrequenz	75
8.5.1	Verschiedene Taktfrequenzen.....	76
8.6	BEC	77
8.7	Externer Lüfter	78
8.8	Anlaufverzögerung	78
8.9	Auswahlkriterien	79

8.10	Fahrtregler programmieren	80
8.10.1	Programmierbox im Detail	80
8.10.2	Programmieren	81
9	Der Akku	93
9.1	Nickel-Metallhydrid-Akku	93
9.1.1	NiMH-Akkus richtig pflegen	94
9.2	Lithium-Polymer-Akku	95
9.2.1	LiPo-Akkus richtig pflegen	97
9.3	Der richtige Akku	98
9.4	Die Ladestation	98
10	Die Fernsteuerung	103
10.1	Gas programmieren	104
10.2	ABS	104
10.3	Failsave	106
10.4	Einstellbarer Timer	107
10.5	Wichtige Grundregel	107
11	Erstmalige Inbetriebnahme des Brushless-Motors	109
11.1	Ritzelspiel	109
11.1.1	Ritzelspiel feststellen	110
11.1.2	Ritzelspiel einstellen	110
11.2	Schraubsicherung	113
11.2.1	Welche Arten von Schraubensicherungen?	114
11.3	Weitere Überprüfungen am Modell	114
11.4	Brushless-Motor starten	114
12	RC-Car mit Kamera ausrüsten	117
12.1	Montage der Kamera	117
12.2	Action!	117

2 Brushless-Motor – allgemeine Informationen

2.1 Welche Modelle eignen sich für Brushless-Motoren?

Noch vor nicht allzu langer Zeit fand man Elektromotoren nur in Kinderspielzeugen. Im RC-Modellbau rauchte und qualmte es damals noch gewaltig. Außerdem sorgten ferngesteuerte Autos, Flugzeuge usw. für die entsprechende Lärmkulisse.

Seit damals hat sich viel geändert. Verbrennungsmotoren fristen nur noch ein Nischendasein, und es wird wohl nicht mehr allzu lange dauern, bis sie vollständig vom Markt verschwunden sind. Das ist nicht weiter erstaunlich, schließlich sind Brushless-Motoren längst zu wahren Kraftpaketen geworden, die dem alten Verbrennungsmotor in nichts nachstehen. Wegen ihres weitaus höheren Wirkungsgrads sorgen Brushless-Motoren zudem für mehr Kraft, Power und Dynamik – egal ob beim Fahren oder Fliegen.

Neben Verbesserungen an den Motoren selbst haben vor allem neue Akkutypen entscheidend zur rasch steigenden Verbreitung von Brushless-Motoren im Modellbau beigetragen. Moderne Lithium-Polymer(LiPo)-Akkus, bieten auf kleinstem Raum sehr hohe Energiedichten und lassen auch ein sehr schnelles Wiederaufladen zu. Damit kann man einen einzigen Akku an einem Tag ohne Weiteres mehrmals benutzen. Die hohen Kapazitäten der Akkus sind Grundlage dafür, dass man mit einem voll aufgeladenen Akkupack ausreichend langen Fahr- oder Flugspaß mit dem RC-Modell hat.

Heute ist der Brushless-Motor aus dem gesamten RC-Modellbau nicht mehr wegzudenken. Er löst auch bei den ferngesteuerten Autos nach und nach den Verbrennungsmotor ab. Während er sich bei RC-Cars in den Maßstäben 1 : 10 und 1 : 8 bereits bestens etabliert hat, erobert er nun auch die Großmodelle. Selbst in der Königsklasse, den RC-Buggys im Maßstab 1 : 6 oder gar 1 : 5, zeigt der Brushless-Motor eindrucksvoll, dass es keinen Grund mehr gibt, weiter auf den Verbrennungsmotor zu setzen. Selbst wenn dies die letzte Domäne der mit Benzinmotor angetriebenen Modelle ist, werden hier zunehmend selbst allradgetriebene RC-Buggys mit Brushless-Motoren angetrieben.

Auch im Truck-Modellbau und RC-gesteuerten Panzern arbeiten Brushless-Motoren. Für den entsprechenden Sound sorgen spezielle Generatoren, die die Fahrgeräusche originalgetreu wiedergeben. Ferngesteuerte Motorräder, z. B. im Maßstab 1 : 5, sind eine weitere Brushless-Domäne. Hier sprechen allein schon die mehr als beengten Platzverhältnisse für den Einsatz eines Brushless-Motors. In Schiffsmodellen ist der Brushless-Motor ebenso längst zu Hause, wobei sein Einsatzgebiet vom kleinen, langsam tuckernden Kahn bis zu extraschnellen Speedbooten reicht. Größe spielt bei Schiffsmodellen zudem keine Rolle, denn in großen Schiffsrümpfen finden auch sehr große und leistungsstarke Akkupacks Platz. Damit ist nicht zu befürchten, dass der Fahrspaß bereits nach wenigen Minuten zu



Abb. 2.1 – Ferngesteuerte Flugzeuge werden heute bis auf wenige Ausnahmen nur noch elektrisch geflogen.



Abb. 2.2 – Brushless-Motoren sind bei RC-Hubschraubern allgemein üblich. Heute fliegen selbst RC-Helikopter-Kunstflugprofis »elektrisch«.

Ende geht oder dass das Modell nach einem vorzeitig ausgegangenen Akku mitten im See liegen bleibt. Ferngesteuerte U-Boote wurden mit dem Elektromotor überhaupt erst möglich, denn ein Verbrennungsmotor arbeitet

nur, wenn er ausreichend Luft zur Verfügung hat. Und die gibt es bekanntlich unter Wasser nicht.

Brushless ist die englische Bezeichnung für »bürstenlos«. Die Rede ist also von einem büs-

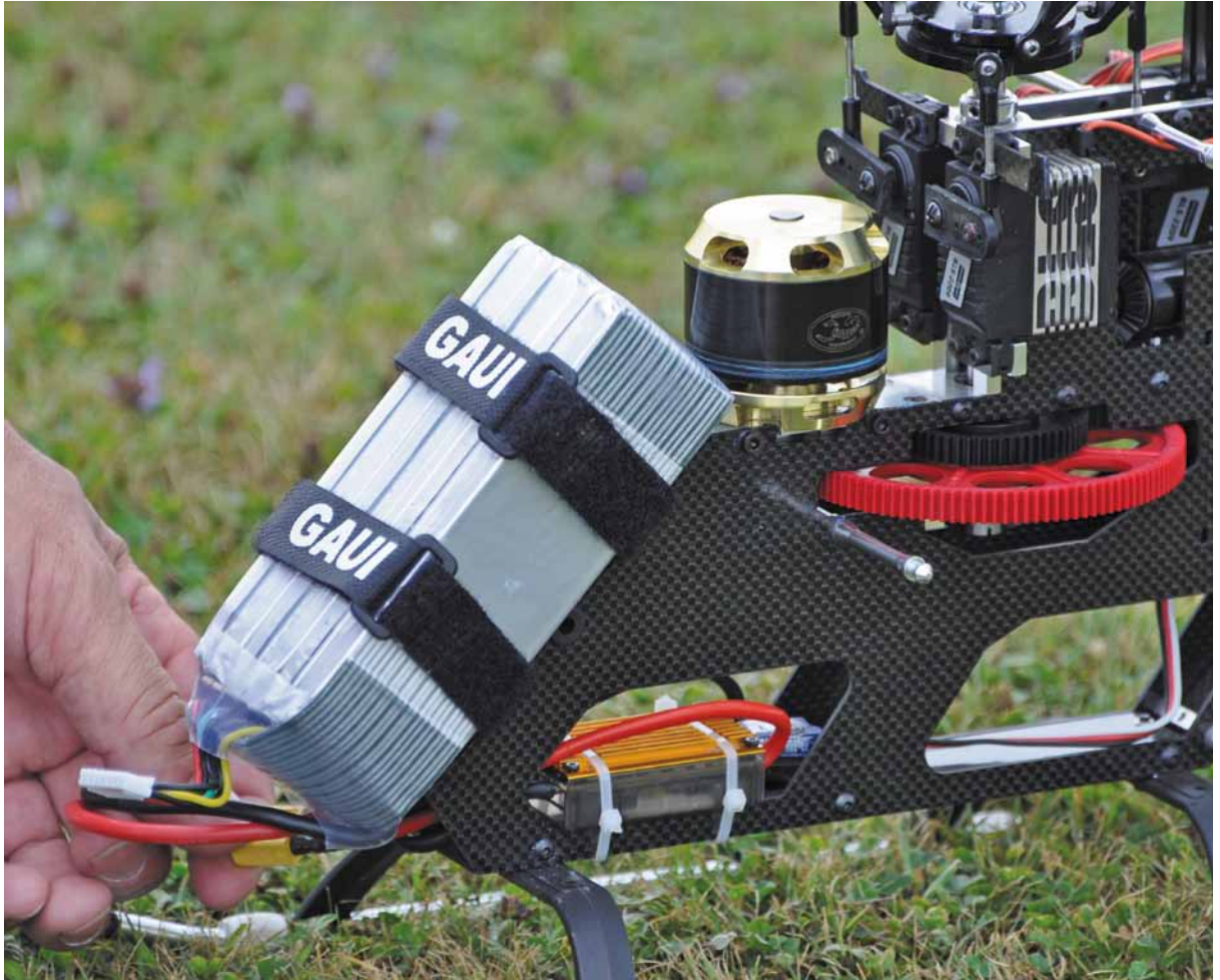


Abb. 2.3 – Da für den Flugbetrieb reichlich Power benötigt wird, werden entsprechend große Akkus benötigt. Sie sorgen zudem auch für ein ausreichend langes Flugvergnügen am Stück.



Abb. 2.4 – Der Brushless-Motor löst auch bei den ferngesteuerten Autos nach und nach den Verbrennungsmotor ab.



Abb. 2.5 – In Truck-Großmodellen ist der Verbrennungsmotor längst passé.



Abb. 2.6 – In Booten aller Art und Größe gelten Brushless-Motoren längst als Standardantriebsart.

tenlosen Drehstrom-Synchronmotor. Dieser ist im Aufbau und in seiner Funktionsweise ein naher Verwandter des bürstenlosen Gleichstrommotors.

2.2 Aufbau

Der Brushless-Motor besteht aus einem fest stehenden Stator und einem drehbar gelagerten Rotor. Der Stator setzt sich aus zahlreichen dünnen, gegeneinander isolierten

Eisenblechen zusammen. Man spricht auch von *Elektroblech*. Diese Bleche verhindern das Auftreten sogenannter Wirbelströme, die eine Form von Verlustenergie darstellen und den Motor erhitzen würden.

Der Stator ist mit Kupferdraht umwickelt. Am Rotor, er ist in seiner Verlängerung die Motorwelle, sind Magnete aufgebracht. Die einfachsten Brushless-Motoren haben zumindest einen Magneten mit zwei Polen auf dem Rotor. Deshalb spricht man von einem *zweipoligen Motor*. Außerdem hat sein Stator mindestens drei Spulen.



Abb. 2.7 – Brushless-Innenläufer stellen heute die überwiegende Antriebsart elektrisch betriebener RC-Cars dar.

2.3 Wirkprinzip

Das Wirkprinzip des Brushless-, aber auch des Bürstenmotors besteht auf der Ablenkung eines stromdurchflossenen Leiters in einem Magnetfeld. Jeder Magnet hat einen Nord- (rot) und Südpol (grün). Von seinem Nordpol gehen magnetische Feldlinien in Richtung Südpol. Diese Feldlinien sind stets in sich geschlossen.

Wird ein elektrischer Leiter von Strom durchflossen, bilden sich um ihn ebenfalls magneti-

sche Feldlinien in Form konzentrischer Kreise. Fließt der Strom von uns weg, sozusagen in das Bild hinein, wird dies, wie in der Grafik zu sehen, mit einem Kreuzzeichen im Leiter gekennzeichnet. Diese Stromrichtung bewirkt im Uhrzeigersinn verlaufende magnetische Feldlinien.

Wird ein stromdurchflossener Leiter in das Magnetfeld eines Magneten gebracht, überlagern sich beide Magnetfelder. An der Seite des Leiters, an der das um ihn verlaufende Magnetfeld in die gleiche Richtung wie das

zwischen den beiden Polen des (Dauer-) Magneten wirkt, kommt es zu einer Feldverstärkung. An der gegenüberliegenden Seite, also dort, wo die Magnetfelder des Magneten und des stromdurchflossenen Leiters in entgegengesetzte Richtung wirken, kommt es zu einer Feldschwächung. Dabei entsteht eine Kraftwirkung auf den Leiter. Er wird von der in der Grafik rechts zu sehenden Feldverstärkung in Richtung Feldschwächung aus dem Magnetfeld des Dauermagneten ausgelenkt. Damit bewegt sich der Leiter nach links aus dem Magneten. Diese Kraftauswirkung auf den Leiter ist umso stärker, je stärker das Magnetfeld des Dauermagneten oder je stärker das Magnetfeld des Leiters ist. Daraus folgt, dass die Stärke des Magnetfelds auch von der Stromstärke abhängt. Je mehr Strom durch den Leiter fließt, umso stärker wirkt die Kraft.

Auf dieser Grundlage basiert jeder Elektromotor. Es wird auch *Motorprinzip* genannt.

2.4 Drehstrommotor

Die im RC-Modellbau eingesetzten Brushless-Motoren sind Drehstrommotoren und werden mit dreiphasigem Wechselstrom betrieben. Er wird aus dem Gleichstrom des Akkus gewonnen, indem dieser vom Brushless-Regler, im RC-Flug auch *Flugregler* genannt, umgewandelt wird.

Das Funktionsprinzip der RC-Brushless-Motoren ist das gleiche wie auch das größerer Drehstrommotoren, die im Haushalt Verwendung finden, z. B. der Motor der Waschmaschine. Brushless-Motoren gibt es in zwei verschie-

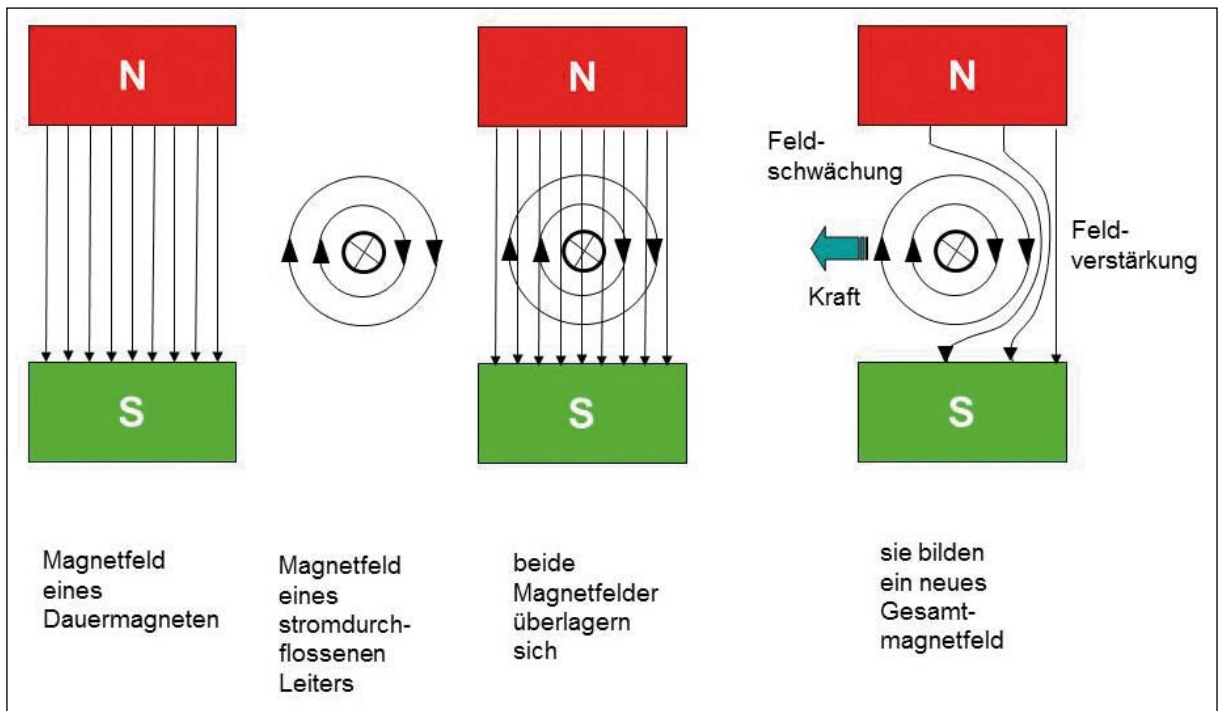


Abb. 2.8 – Wirkprinzip eines stromdurchflossenen Leiters in einem Magnetfeld.

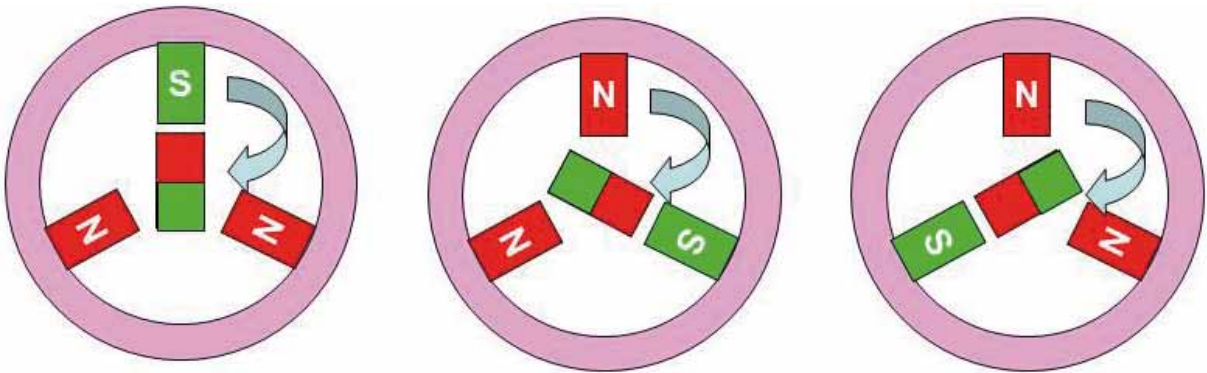


Abb. 2.9 – Die Grafik zeigt, wie die Dauermagnete des Rotors der sich ständig ändernden Polung des Stators entsprechend dem Drehfeld folgen. Das ist die Grundlage, nach der sich der Brushless-Motor dreht.

denen Bauformen, nämlich als Innen- und Außenläufer. Beiden Bauarten ist gemeinsam, dass auf dem sich drehenden Teil Dauermagneten, auch Permanentmagneten genannt, montiert sind. Im fest stehenden Ständer sind die stromdurchflossenen Wicklungen eingebaut. Sie werden durch den Fahrtregler so mit

Spannung versorgt, dass sich der Rotor zu drehen beginnt.

Drehstrom hat drei Phasen, woraus sich auch die drei Anschlüsse des Brushless-Motors ergeben. Sie werden mit $L1$, $L2$ und $L3$ bezeichnet. Jeder Phase ist in der einfachsten Motorausführung ein Wicklungsblock im Stator vorgesehen. Man findet in ihm also drei solche Wicklungsblöcke. Sie sind jeweils um 120° zueinander verschoben eingebaut.

Wechselstrom hat die Form einer Sinuskurve. Sie hat zwei Nulldurchgänge bei einem Winkel von 0° und 180° sowie je ein positives Signalmaximum bei 90° und ein negatives bei 270° . Drehstrom besteht aus drei um 120° verschobene Wechselströme. Durch diese drei Spulen fließt der Strom der Reihe nach jeweils abwechselnd in einer Drehrichtung. Damit bildet sich auf den drei mit Windungen umwickelten Polschuhen des Stators entsprechend der Stromflussrichtung durch die Wicklungen ein Magnetfeld aus. Seine Polarität ändert sich laufend im Sinne des Drehfelds. Erreicht der Stromfluss in einer der drei Wicklungen gerade ihr positives Maximum der Sinuskurve, bildet sich hier ein Südpol aus. Entsprechend bilden



Abb. 2.10 – Im Stator dieses Außenläufers sind drei Wicklungen zu erkennen.

die beiden anderen Wicklungen einen Nordpol. Im Magnetismus ziehen sich ungleichnamige Pole an und gleichnamige stoßen sich ab. Entsprechend ist der Dauermagnet des Rotors bestrebt, seinen Nordpol zu der Wicklung zu drehen, die gerade der Südpol ist. Da sich das Magnetfeld in den drei Statorspulen im Sinne des Drehfelds ändert, wird der Rotor quasi mitgenommen und gedreht.

2.5 Polzahl und Motorcharakteristik

Selbstverständlich können Brushless-Motoren auch mit mehreren Polen und Spulen ausgestattet sein. Die Polzahl ist aber stets geradzahlig, da zu jedem Nord- auch ein Südpol benötigt wird. Mehrere Spulen müssen stets ein Mehrfaches von »drei« ausmachen. Pro Phase (Anschlussdraht) sind immer gleich viele Spulen erforderlich.

Die Anzahl der Pole wirkt sich auf die Laufeigenschaften des Motors aus. Mit wenigen Polen liefert er eine hohe Drehzahl bei gleichzeitig geringem Drehmoment. Mit steigender Polzahl nimmt das Drehmoment zu. Die Drehzahl nimmt dabei aber ab. Zur Vergrößerung des Motordrehmoments muss auch der Stator angepasst werden.

Außerdem wirkt sich die Qualität der Magnete auf die Leistung eines Motors aus. Je höher seine Magnetkraft, umso mehr Power darf erwartet werden. Zuletzt wirkt sich auch die Windungszahl auf die Laufeigenschaften aus. Bei gleichbleibender Anzahl an Spulen und steigender Polzahl dreht sich das elektrische Feld im Inneren des Motors immer gleich schnell. Bei einem zweipoligen Motor folgt der auf dem Rotor montierte Magnet dem

Drehfeld mit dessen Geschwindigkeit. Dreht sich das elektrische Feld mit 20.000 Umdrehungen pro Minute, dreht sich der zweipolige Motor ebenfalls mit 20.000 Umdrehungen pro Minute. Sein Untersetzungsverhältnis ist 1 : 1. Ein vierpoliger Motor dreht sich indes nur mehr halb so schnell, da er schließlich je zwei Nord- und Südpole am Rotor hat. Seine Untersetzung liegt bei 2 : 1. Ein achtpoliger Motor würde sich nur mehr mit 5.000 U/min drehen. Seine Untersetzung wäre 4 : 1. D. h., dass auch bei ihm die Drehzahl des elektrischen Felds mit 20.000 U/min gleich ist – wie beim zweipoligen Motor.



Abb. 2.11 – Zerlegter Innenläufer



Abb. 2.12 – Statorwicklungen eines Brushless-Innenläufers

2.6 Nuten

Unter den Nuten versteht man die Schlitzze in den Statorblechen, in denen die Wicklungen der Spulen untergebracht werden. D. h., dass die drei Spulen des Stators in einer bestimmten Reihenfolge auf die Nuten aufgeteilt werden. Für den Regler spielt es übrigens keine Rolle, ob der Motor drei oder beispielsweise zwölf Nuten hat. Die Aufteilung der drei Spulen auf mehrere Teilsegmente sorgt dafür, dass die Magneten des Rotors quasi eingebremst werden. Sie folgen dem umlaufenden elektrischen Drehfeld nicht mehr im Verhältnis 1 : 1, sondern abhängig von der Anzahl der Pole und Nuten stets nur mit einem Bruchteil. Damit sinkt die Drehzahl zwangsläufig. Gleichzeitig gewinnt der Brushless-Motor an Kraft, was sich im höheren Drehmoment zeigt. So wird erreicht, dass die Drehbewegung des Motors während einer vollen Umdrehung eine gleichmäßigere Kraft an der Antriebswelle bereitstellt. Er läuft damit nicht nur ruhiger,

sondern sorgt auch dafür, dass das RC-Car jederzeit auf die Power zugreifen kann, die es gerade braucht, um eine bestimmte Fahrsituation zu meistern.



Abb. 2.14 – An der Innenseite der sich drehenden Motorglocke des Außenläufers sind die Dauermagnete angeklebt. Die Rotoren der Innenläufer gewähren auf sie keinen Blick.

2.7 Drehrichtung

Der Brushless-Motor kann in beide Drehrichtungen betrieben werden. Die Drehrichtung lässt sich umkehren, indem man zwei der drei Brushless-Motoranschlusskabel am Fahrtregler ausgekreuzt einsteckt. Diese einfache Art der Drehrichtungsumkehr funktioniert jedoch nur bei sensorlosen Brushless-Motoren. Bei Motoren mit Hallsensoren ist eine Drehrichtungsumkehr nicht in jedem Fall möglich. Die Drehrichtung lässt sich komfortabler auch ohne Umstecken ändern. Dazu ist lediglich der Fahrtregler entsprechend zu programmieren. Am leichtesten funktioniert das mithilfe einer



Abb. 2.13 – Am besten sind die Nuten am Stator eines Brushless-Außenläufers zu erkennen, wie er üblicherweise bei RC-Flugmodellen zum Einsatz kommt.

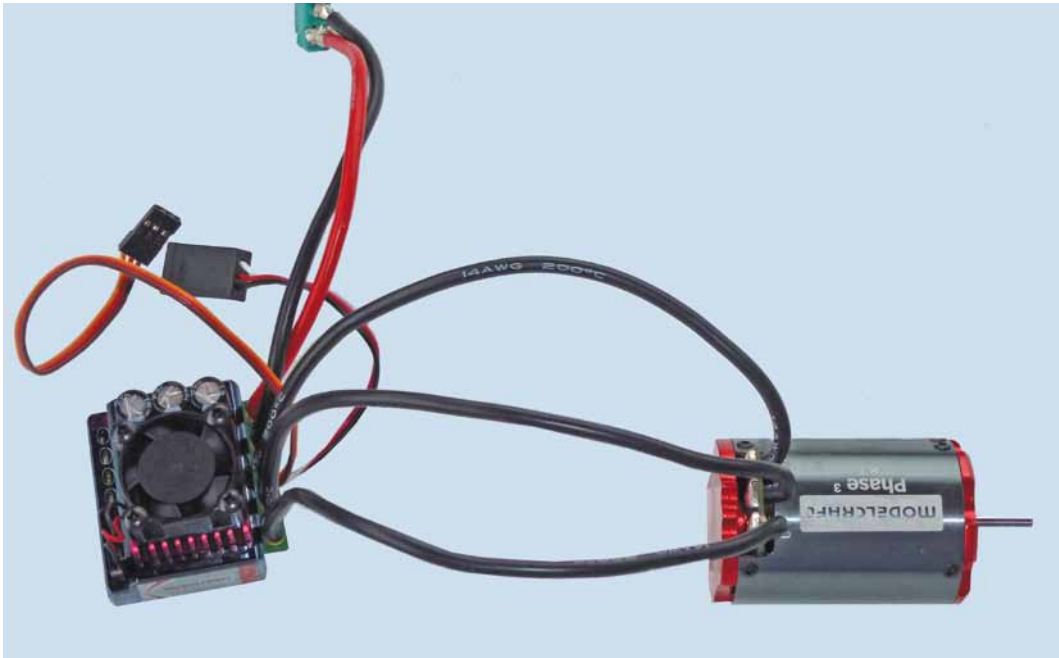


Abb. 2.15 – Die Motordrehrichtung ist bei Modellen, die bereits gemeinsam mit dem Regler ausgeliefert werden, durch die feste Verkabelung vorgegeben. Sie kann aber im Fahrtregler umprogrammiert werden.



Abb. 2.16 – Vor- und Zurückfahren ist eine der Grundfunktionen von RC-Cars.

Programmierkarte. Selbstverständlich können Brushless-Motoren in beiden Drehrichtungen betrieben werden, was beim Vorwärts- und Rückwärtsfahren auch üblich ist.

2.8 Typenbezeichnung und Motordimensionierung

Eine einheitliche und herstellerübergreifende Typenbezeichnung von Brushless-Motoren gibt es leider nicht. Soll ein Motor durch ein Modell eines anderen Anbieters ersetzt werden, sind deshalb die Datenblätter der alten und der infrage kommenden Modelle genau zu studieren.

Zumindest bei den Baugrößen hat sich so etwas wie ein Standard durchgesetzt. Als Ausgangsbasis dient dabei der Modellmaßstab, z. B.: 1 : 10. Mit ihm ist auch die Größe des einzubauenden Motors vorgegeben. Bei 1 : 10-Modellen hat sich das sogenannte 540er-Gehäuse etabliert. Amerikanische Hersteller weichen davon mitunter leicht ab und bezeichnen 540er-Motoren einfach als Motoren der Größe 05.

»540« bezieht sich auf die Gehäuselänge des Motors, die rund 54 mm beträgt. 540er-Motoren haben zudem einen Durchmesser von etwa 36 mm. Außerdem sind die Abmessungen der Motorwelle in engem Rahmen festgelegt. Die Wellenlänge beträgt rund 12 mm, ihr Durchmesser 3,17 mm.

Bei den größeren RC-Cars im Maßstab 1 : 8 kommen mehrere Motorgrößen zum Ein-

satz. Je nachdem, von welchem Hersteller das Modell ist, findet darin ein Motor mit einem Durchmesser von 36 mm und einer Länge von rund 62 mm oder 71 mm oder ein etwas größerer mit einem Durchmesser von rund 43 mm und einer Gehäuselänge von 75 mm Platz. Lediglich der Wellendurchmesser ist bei allen mit 5 mm einheitlich.



Abb. 2.17 – Eine einheitliche Typenbezeichnung gibt es bei Brushless-Motoren leider nicht. Ihre technischen Daten sind deshalb den Datenblättern zu entnehmen.

Brushless-Motoren in RC-Cars

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 will trotzdem gelernt sein. Schließlich gibt es mehrere Bauarten, etwa den Brushless-Innenläufer, der hauptsächlich im RC-Car-Bereich Verwendung findet. Auch die Leistungsfähigkeit des Motors wird von zahlreichen Einflussgrößen bestimmt – darunter seine spezifische Drehzahl sowie die Anzahl seiner Wicklungen und der in ihm verbauten Magnete. Ein wichtiger Aspekt ist auch der Fahrtregler, 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 Innenläufer geeignet? Welcher Fahrtregler 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 ihrer Pflege, zu Ladestationen und der Fernsteuerung runden den Inhalt ab. Damit sind Sie für den erfolgreichen Betrieb eines Brushless-Motors in RC-Cars bestens gerüstet.



Aus dem Inhalt:

- Der Brushless-Motor
- Arten von Brushless-Motoren
- Kennwerte von Brushless-Motoren
- Pol- und Nutenzahl
- Spezifische Drehzahl
- Schaltungsarten
- Timing
- Fahrtregler
- Fahrtregler programmieren
- Der Akku
- Erstmalige Inbetriebnahme des Brushless-Motors
- Die Ladestation
- Die Fernsteuerung



19,95 EUR [D]

ISBN 978-3-645-65157-8

Besuchen Sie unsere Website
www.franzis.de

FRANZIS