

## Elektronischer Drehzahlsteller 20 A

Aufbau- und Bedienungsanleitung



### Sicherheitshinweise

- *Lesen Sie diese Anleitung vollständig und sorgfältig durch, bevor Sie dieses Modul aufbauen oder in Betrieb nehmen. Bewahren Sie diese Anleitung zum Nachlesen auf.*
- *Das Modul darf nicht an Netzspannung (230 V) betrieben werden. Es besteht Lebensgefahr!*
- *Bei Belastung können sich die Leistungstransistoren stark erwärmen. Vorsicht bei Berührung! Verbrennungsgefahr!*
- *Bei Überlastung des Moduls besteht Brandgefahr durch hohe Wärmeentwicklung!*
- *Die gültigen VDE Vorschriften sind zu beachten.*
- *Das Modul muss vor Feuchtigkeit, Spritzwasser und Hitze geschützt werden.*
- *Das Modul ist kein Spielzeug! Halten Sie das Gerät von Kindern fern.*
- *Verwenden Sie das Modul nicht, wenn es beschädigt ist.*
- *Betreiben Sie das Modul nicht in einer Umgebung, in welcher brennbare Gase, Dämpfe oder Staub vorhanden sind.*

- *Reparaturen dürfen nur von einem Fachmann ausgeführt werden.*
- *Durch Übertragungsfehler der Fernsteuerung oder durch Software-/Hardwarefehler im Modul können fehlerhafte Funktionen niemals vollständig ausgeschlossen werden. Betreiben Sie das Modul und ihr Funktionsmodell stets so, dass durch solche Fehlschaltungen keine Gefährdung für Sie oder Dritte entstehen kann.*

## Bestimmungsgemäße Verwendung

Die bestimmungsgemäße Verwendung des Moduls ist die Steuerung der Drehzahl von elektrischen Bürstenmotoren mit einer max. Spannung von 24 V und einer max. Stromaufnahme von 20 A im Bereich des RC Modellbaus. Der Anschluss des Moduls erfolgt an einen Fernsteuerempfänger.

## Warnhinweise

- Zum Anschluss von Verbrauchern sind Grundkenntnisse der Elektrotechnik notwendig.
- Achten Sie stets auf die richtige Polung. Werden Verbraucher verpolt angeschlossen, können sowohl der Verbraucher als auch das Modul beschädigt werden (Kurzschlussgefahr - Gefahr von Brand oder Stromschlag).
- Schließen Sie das Modul nur an Fernsteuerempfänger an. Beachten Sie dabei auch hier die Polung!
- Nehmen Sie das Modul nicht in Betrieb, wenn äußerliche Schäden zu erkennen sind.

## Produktbeschreibung

Eigenschaften des Drehzahlstellers:

- Umpolung mit MOSFET H-Brückenschaltung
- Belastbarkeit: max. 20 A Dauerstrom in beide Richtungen
- Betrieb mit 12 V oder 24 V Akkus
- wahlweise galvanische Trennung vom Empfängerstromkreis (Optokoppler) oder BEC
- PWM Taktfrequenz wahlweise 2,4 kHz oder 9 kHz
- wahlweise lineare oder exponentielle Steuercharakteristik
- Setup zum Einstellen der Neutral- und Maximalposition
- 250 Geschwindigkeitsstufen pro Fahrtrichtung
- Failsafe bei Empfangsstörungen
- Motor-Anlaufschutz beim Anklemmen des Akkus

## Notwendige Grundkenntnisse

Für den Aufbau der Schaltung werden Grundkenntnisse über die richtige Behandlung der Bauteile vorausgesetzt. Außerdem sollten Sie ein wenig Übung im Löten elektronischer Bauteile haben.

*Bauteile in MOS-Technologie (Mikrocontroller, MOSFET Transistoren) sind empfindlich gegenüber statischer Elektrizität und können bei Berührung leicht zerstört werden! Vor dem Berühren dieser Bauteile sollte man sich daher erden (z.B. über eine Wasserleitung, eine Heizung oder ein mit dem Schutzleiter der Hausinstallation verbundenes Metallgehäuse eines elektrischen Geräts).*

## Aufbau

Bitte überprüfen Sie vor dem Aufbau anhand der Stückliste (Tabelle 1) den Bausatz auf Vollständigkeit. Sollte ein Bauteil fehlen, wenden Sie sich bitte an cp-elektronik (Kontaktdaten auf der letzten Seite dieser Anleitung).

## Stückliste

Anzahl	Bezeichnung	Wert	Bauteil
1			Leiterplatte Drehzahlsteller
5	9KHZ, EXP, SET, JMP1, JMP2		Stiftleiste 2-pol, RM 2,54 mm mit Steckbrücke (Jumper)
2	C1, C2	220 µF 35 V	Elko low ESR
1	C3	47 µF 16 V	Elko
3	C4, C5, C6	100 nF	Keramik-Kondensator, RM 2,5 mm
1	IC1	7805	Spannungsregler TO 220
1	IC2	PIC 16F684	programmierter Mikrocontroller
1			IC-Fassung 14-pol.
1	LED1	rot	LED 3 mm
1	LED2	grün	LED 3 mm
1	OK1	CNY17	Optokoppler IL74, MCT2 o.ä.
1			IC-Fassung 6-pol.
8	Q1-Q8	IRF 4905	P-Kanal MOSFET
2	Q9, Q10	BC 337	NPN Transistor

4	Q11- Q14	IRL 3803	N-Kanal MOSFET
2	R1, R2	200 $\Omega$ (12 V) 270 $\Omega$ (24 V)	Metallschicht-Widerstand 600 mW
2	R3, R4	47 $\Omega$ (12 V) 390 $\Omega$ (24 V)	Kohleschicht-Widerstand 250 mW Metallschicht-Widerstand 600 mW
4	R7, R8, R11, R12	220 $\Omega$	Kohleschicht-Widerstand
2	R5, R6	2,2 k $\Omega$	Kohleschicht-Widerstand
3	R9, R10, R15	330 $\Omega$	Kohleschicht-Widerstand
3	R13, R14, R16	10 k $\Omega$	Kohleschicht-Widerstand
1	R17	100 k $\Omega$	Kohleschicht-Widerstand
1	T1	BC 547B	NPN Transistor
1	SV1		3-pol. Stiftleiste RM 2,54 mm

Tabelle 1: Stückliste

Der Anschluss bzw. die Befestigung des Moduls im Modell erfolgt nach eigenem Ermessen. Folgende Bauteile (nicht im Bausatz enthalten) werden empfohlen:

Anzahl	Bezeichnung	Artikel-Nr. (shop.cp-elektronik.de)
1	3-pol. Servo-Patchkabel mit beidseitiger 2,54 mm Buchse, passend zum Empfänger	CAB-002 (Stecksystem Futaba) bzw. CAB-003 (Stecksystem Graupner/JR)
4	Zylinderkopfschrauben M3x16 incl. M3 Muttern	FIT-001
4	Distanzhülsen 5 mm	

Tabelle 2: optionales Zubehör

## Hinweise zum Aufbau

- Arbeiten Sie beim Löten und Verdrahten absolut gewissenhaft.
- Nehmen Sie sich Zeit für jede einzelne Lötstelle und achten Sie darauf, dass keine kalten Lötstellen entstehen.
- Verwenden Sie zum Löten eine regelbare Lötstation oder einen kleinen LötKolben mit einer Leistung von max. 30 Watt mit einer kleinen Lötspitze.
- Halbleiter sind hitzeempfindlich. Löten sie nicht zu lange an einem Pin (max. ca. 3 Sekunden). Lassen Sie das Bauteil ggf. zwischendurch wieder abkühlen.

- Die Verwendung bleihaltigen Lötzinns (Sn60Pb40) erleichtert das Löten für den Anfänger. Sollen die Anforderungen der RoHS Richtlinie erfüllt werden, darf ausschließlich bleifreies Lötzinn verwendet werden.
- Bei manchen Bauteilen muss auf die richtige Polung bzw. Orientierung geachtet werden. In diesen Fällen wird im Text darauf hingewiesen.

## Bedrahtete Bauteile

Die Anschlussdrähte von bedrahteten Bauteilen werden von der Seite mit dem Bestückungsaufdruck durch die entsprechenden Bohrungen der Leiterplatte gesteckt und auf der Leiterbahnseite verlötet.

Bauelemente mit axialen Anschlussdrähten wie Widerstände oder Dioden werden vorher im passenden Rastermaß abgewinkelt. Hierzu wird die Verwendung einer Biegelehre empfohlen. Sie ermöglicht das exakte Abwinkeln in den Rastermaßen 7,5/10/12,5/15/17,5 mm. Für Widerstände gilt, falls nicht anders angegeben, ein Rastermaß von 10 mm.

Nach dem Verlöten werden die überstehenden Enden der Anschlussdrähte mit einem Seitenschneider entfernt.

## Bestückung

Orientieren Sie sich beim Bestücken der Bauteile am Bestückungsplan, Abb.1 und am Bestückungsaufdruck auf der Leiterplatte. Die Bezeichnungen der Bauteile auf dem Bestückungsdruck finden sich auch in der Stückliste (Tabelle 1) wieder.

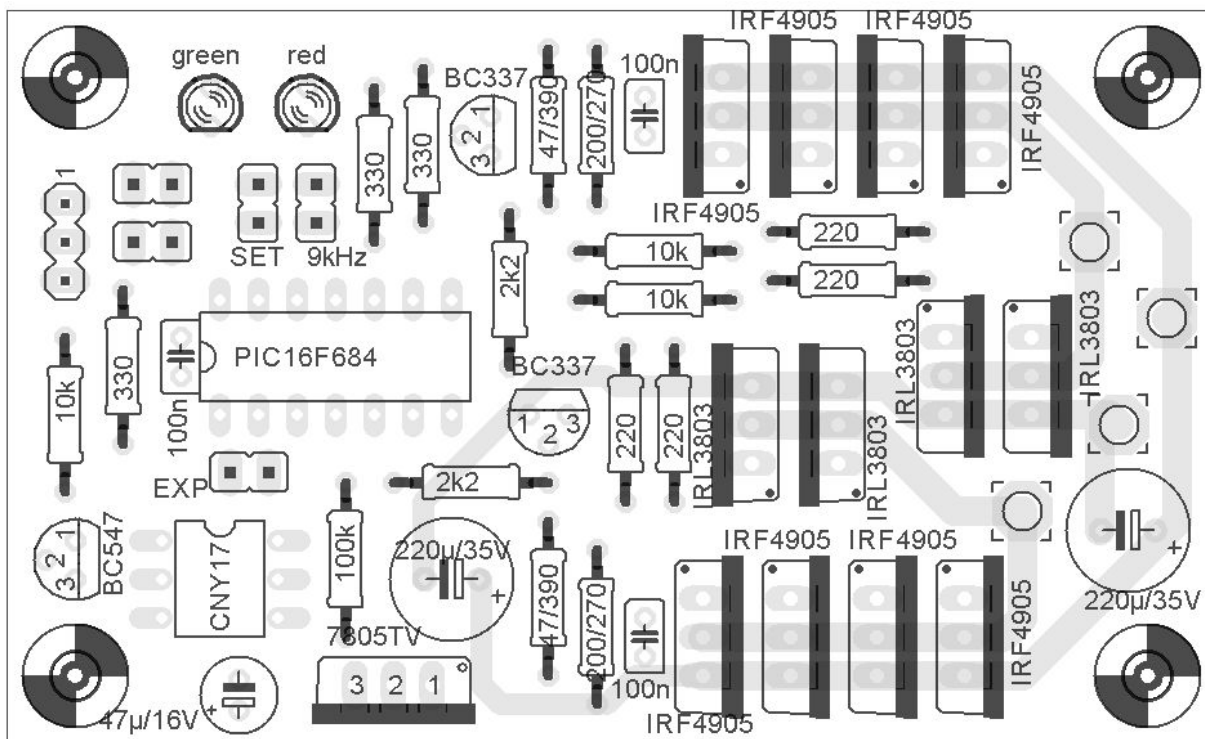


Abb. 1: Bestückungsplan

## Widerstände

Beginnen Sie die Bestückung der Leiterplatte, indem Sie die Widerstände einlöten. Das Rastermaß für die Widerstände beträgt 10 mm.

Die Widerstände R1/R2 und R3/R4 sind für den Betrieb an 12 V bzw. 24 V unterschiedlich dimensioniert. Löten Sie die entsprechenden Widerstandswerte, wie in der Stückliste (Tabelle 1) angegeben, ein.

Die Widerstandswerte sind über Farbringe codiert:

- 47 Ω: gelb-violett-schwarz-gold
- 200 Ω: rot-schwarz-schwarz-schwarz-braun
- 220 Ω: rot-rot-braun-gold
- 270 Ω: rot-violett-schwarz-schwarz-braun
- 330 Ω: orange-orange-braun-gold
- 390 Ω: orange-weiß-schwarz-schwarz-braun
- 1 kΩ: braun-schwarz-rot-gold
- 2,2 kΩ: rot-rot-rot-gold
- 10 kΩ: braun-schwarz-orange-gold
- 100 kΩ: braun-schwarz-gelb-gold

## Fassung für IC2

Die 14-pol. Fassung für den Mikrocontroller hat auf einer Stirnseite eine kleine Kerbe. Diese Kerbe muss in Richtung des Kondensators C4 zeigen.

## Fassung für OK1

Löten Sie die 6-pol. Fassung für OK1 so ein, dass die Stirnseite mit der Kerbe in Richtung IC2 zeigt.

## Kondensator C4, C5, C6

Der Keramik-Kondensatoren haben einen blauen oder gelben Körper mit der Aufschrift "104".

## Stiftleisten

Bestücken Sie die 2-pol. und die 3-pol. Stiftleisten. Fixieren Sie die Leisten u.U. mit einem Stück Klebeband und löten Sie zunächst nur einen Pin fest. Kontrollieren Sie danach, ob die Stiftleisten genau senkrecht stehen. Sie können durch Erwärmen der Lötstelle das Bauteil noch ausrichten (Achtung: Finger nicht verbrennen!). Sitzt die Stiftleiste richtig, löten Sie auch die anderen Anschlüsse der Leiste fest.

## Leuchtdioden

Beachten Sie die Orientierung! Die Anschlussdrähte der LEDs sind unterschiedlich lang.

- das längere Anschlussbein ist die Anode (Plus-Pol)
- das kürzere Anschlussbein ist die Kathode (Minus-Pol)

Löten Sie die Leuchtdioden so ein, dass das längere Anschlussbein zur Platinaußenseite zeigt und das kürzere Anschlussbein in Richtung der Stiftleisten.

## Transistoren T1 und Q9, Q10

Die Transistoren haben drei Anschlussbeine und ein schwarzes Gehäuse. Eine Seite ist abgeflacht. Löten Sie den Transistor T1 (BC 547) so ein, dass die abgeflachte Seite in Richtung OK1 zeigt. Löten Sie Q9 (Aufschrift: BC 337) so ein, dass die abgeflachte Seite in Richtung R4 zeigt. Löten Sie Q10 (Aufschrift: BC 337) so ein, dass die abgeflachte Seite in Richtung R5 zeigt.

## Elkos C1-C3

Elektrolytkondensatoren sind gepolt, der Minuspol ist auf dem Gehäuse gekennzeichnet. Das längere der beiden Anschlussbeine ist der Pluspol. Löten Sie die Elkos so ein, wie auf dem Bestückungsplan gezeigt.

## Leistungstransistoren Q1 - Q8

Die P-Kanal MOSFETs haben drei Anschlussbeine, das TO220-Gehäuse hat eine metallische Seite und die Aufschrift IRF 4905. Löten Sie die Transistoren so ein, wie im Bestückungsplan gezeigt.

## Leistungstransistoren Q11-Q14

Die N-Kanal MOSFETs haben drei Anschlussbeine, das TO220-Gehäuse hat eine metallische Seite und die Aufschrift IRL 3803. Löten Sie die Transistoren so ein, wie im Bestückungsplan gezeigt.

## 5 V Spannungsregler

Der 5 V Spannungsregler im TO220-Gehäuse trägt die Aufschrift 7805. Die metallische Seite des Gehäuses muss zur Leiterplattenaußenseite zeigen.

## Einsetzen der ICs IC2 und OK1

Zum Schluß drücken Sie den programmierten Mikrocontroller vorsichtig in die 14-pol. Fassung, dabei darf das IC nicht verkantet werden. Achten Sie auf die Kerbe am Gehäuse, die in Richtung der Kerbe der Fassung zeigen muss. Häufig stehen die Anschlussbeine des PIC etwas ab und sind nicht genau im rechten Winkel gebogen. Nehmen Sie das Gehäuse an den Stirnseiten zwischen Daumen und Zeigefinger beider Hände und biegen Sie auf einer ebenen Fläche (Tisch) die Beine einer Seite vorsichtig gemeinsam in eine senkrechte Stellung. Wiederholen Sie den Vorgang für die zweite Seite. Der PIC sollte sich nun leicht in die Fassung stecken lassen.

Verfahren Sie in gleicher Weise mit dem Optokoppler OK1.

## Anschluss

Motor und Akku werden über Litze mit mind. 1,5 mm<sup>2</sup> Querschnitt angeschlossen. Die verzinnten Enden der Litze werden durch die Bohrungen der Leiterplatte gesteckt und auf der Unterseite verlötet. Bei Strömen > 12 A sollten die motorstromführenden Leiterbahnen mit aufgelötetem Kupferdraht verstärkt werden. Diese Leiterbahnen sind vom Lötstopplack ausgenommen.

Durch den Einsatz von Sicherungen (z.B. aus dem KFZ-Bereich) kann sowohl der Regler als der Motor vor Schäden geschützt werden.

Durch Wassereintritt im Modell könnten die MOSFETS beider Zweige der H-Brückenschaltung in der Leistungsstufe durchschalten und so unter Umgehung des Motorstromkreises einen Kurzschluss verursachen. Dabei können der Akku und /oder der Regler beschädigt werden, **auch Kabelbrände sind möglich!**



**Es wird daher dringend empfohlen, den Regler über eine Sicherung (max. 20 A) zu betreiben!**

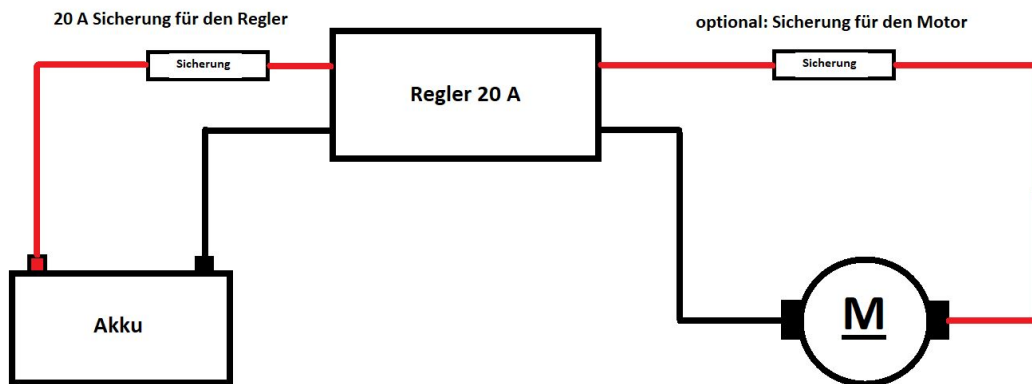


Abb.2 : Sicherungen im Regler- und Motorstromkreis

Liegt die max. Stromaufnahme des Motors (Blockierstrom) unterhalb von 20 A, kann der Motor optional mit einer weiteren Sicherung vor Überlast (Durchbrennen der Wicklung) geschützt werden. Die Belastbarkeit dieser Sicherung sollte entsprechend den Motordaten gewählt werden, aber auf jeden Fall unterhalb der max. zulässigen Stromaufnahme des Motors liegen.

Der Fahrtregler belastet den Akku auch bei ausgeschaltetem Motor mit einem geringen Ruhestrom (ca. 60 mA). Um Tiefentladungen des Akkus zu vermeiden, sollte daher der Regler vom Fahrakku getrennt werden, wenn das Modell nicht im Einsatz ist.

Beachten Sie bei allen Anschlüssen auf die richtige Polung! In Abb. 3 ist die Anschlussbelegung für den Empfänger, den Akku und den Motor gezeigt. Läuft der Motor in der falschen Richtung, so können die Motoranschlüsse vertauscht werden. **Die Akku-Anschlüsse dürfen nicht vertauscht werden!**

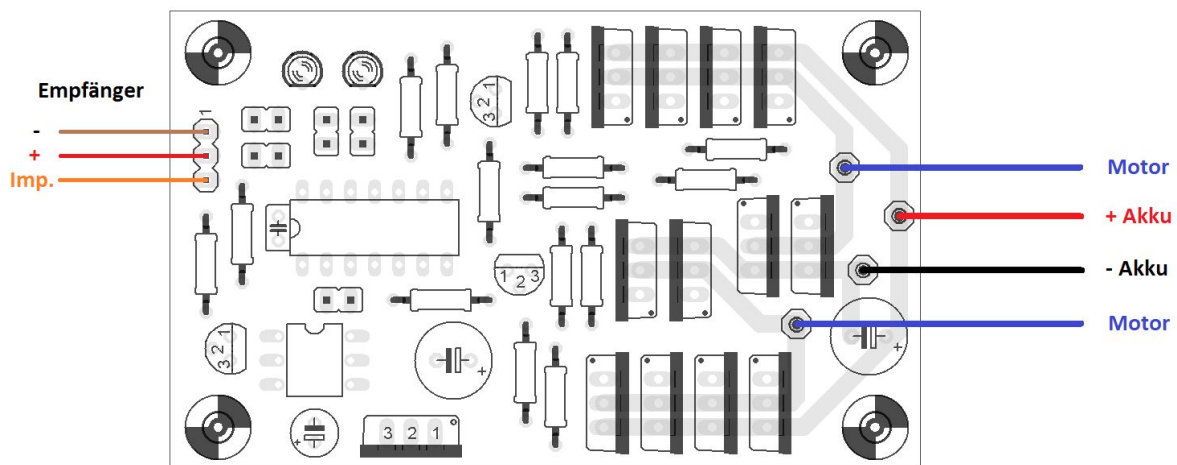


Abb. 3: Anschlussbelegung

Hinweise zum Anschluss von Motor und Akku:

- Verwenden Sie zum Anschluss flexible Litze mit einem Querschnitt von 1,5 - 2,5 mm<sup>2</sup>
- Halten Sie die Anschlusskabel so kurz wie möglich und nicht länger als 50 cm
- Verwenden Sie jeweils verdrehte Leitungen
- Führen Sie beide Motoranschlusskabel kurz vor dem Motor zwei mal durch den beigelegten Ferritring
- der Motor muss über geeignete Filter entstört werden

Das Modul wird mit einem 3-pol. Servo-Patchkabel (mit beidseitigem 3-pol. Stecker im 2,54 mm Rastermaß) am Empfänger angeschlossen. Geeignete Servo-Patchkabel sind als Zubehör bei cp-elektronik.de erhältlich. Beachten Sie beim Aufstecken des 3-pol. Steckers am Modul die richtige Polung. Je nach verwendetem Anschlusskabel kann die Farbgebung abweichen:

	Impulsleitung	Pluspol	Minuspole
System Graupner	orange	rot	braun
System Futaba	weiß	rot	schwarz

Tabelle 3: Farbcodierung bei Servokabeln

Die Leiterplatte kann im Modell mit vier Schrauben M3 und zwei 5 mm Distanzhülsen auf einem Modulträger befestigt werden. Das Modul muss vor Spritzwasser und Berührung geschützt eingebaut werden. An den Leistungstransistoren darf sich kein Wärmestau entwickeln.

## Einstellungen

### Galvanische Trennung oder BEC (Jumper "JP1" und "JP2")

Trotz Entstörmaßnahmen am Elektromotor kann es zu Störungen am Empfänger kommen, evtl. auch erst bei größerer Entfernung zwischen Sender und Empfänger. Dies äußert sich in Servozucken und unkontrollierbaren Steuerzuständen. Aus diesem Grund ist der Empfänger vom Fahrtregler mit Hilfe eines Optokopplers galvanisch getrennt. Der Steuerteil des Fahrtreglers versorgt sich somit nicht aus dem Empfängerakku, sondern über einen eigenen 5 V Regler (7805) aus dem Fahrakku.

Wer den Empfängerakku unbedingt einsparen will und nur wenig Strombedarf für den Empfänger hat (nur 1-2 Servos), kann durch Setzen der beiden Jumper JP1 und JP2 auch den Empfänger und daran angeschlossene Servos aus dem Fahrakku versorgen. Dann hat man eine sog. BEC-Schaltung (Battery Eliminating Circuit). Die max. Belastung des 7805 Spannungsreglers liegt bei ca. 1,5 A, auch sollte der Spannungsregler dann unbedingt einen Kühlkörper bekommen, da die Verlustleistung bei Betrieb mit einem 12 V Fahrakku selbst bei einem mittleren Strom von 150 mA bereits über 1 W liegt. Bei einem 24 V Fahrakku sollt man auf jeden Fall auf die BEC Funktion verzichten und einen eigenen Empfängerakku verwenden. Zu beachten ist auch, dass bei Verwendung der BEC-Funktion die galvanische Trennung natürlich wirkungslos wird.

### Setup der Neutral- und Maximalposition (Jumper "SET")

Durch ein Setup können die Werte der Neutral- und Maximalposition an die eigene Anlage angepasst werden. Dazu wird der Jumper "SET" gesteckt und die Versorgungsspannung (erst Sender, dann Empfänger, dann Fahrakku) eingeschaltet.

Nach dem Einschalten blinkt die rote LED ca. 5 s lang, in dieser Zeit muss der Steuerknüppel und die Trimmung in die Neutralposition gebracht bzw. dort gehalten werden. Erlischt die LED, wurde der entsprechende Wert im EEPROM des PIC dauerhaft gespeichert. Daraufhin blinkt die grüne LED, der Steuerknüppel muss während dieser Zeit in die Maximalposition gebracht und dort gehalten werden.

Nach erfolgreichem Setup leuchtet die grüne LED dauerhaft.

Leuchtet dagegen die rote LED dauerhaft, liegt ein Fehler vor. Mögliche Ursachen sind:

- kein Unterschied zwischen Neutral- und Maximalposition. Es ist zu prüfen, ob der Fahrtregler am richtigen Empfängerkanal angeschlossen wurde.
- die gemessene Impulslänge für die Neutralposition ist größer als die Länge für die Maximalposition. Dann muss am Sender umgesteckt bzw. ein Servo-Reverse für diesen Kanal aktiviert werden.

Im Fehlerfall muss die Ursache behoben und das Setup erneut durchgeführt werden.

Leuchtet die rote LED dauerhaft, nachdem sie geblinkt hat, d.h. die grüne LED blinkt während des Setup gar nicht, werden keine gültigen Empfängerimpulse gemessen. In diesem Fall das Anschlusskabel und die Leiterplatte auf Fehler überprüfen.

Nach Durchführen des Setup muss der Fahrtregler für ca. 30 s von der Versorgungsspannung getrennt werden (die Kondensatoren müssen sich vollständig entladen). Der Jumper wird nun entfernt.

Das Setup kann bei Bedarf erneut durchgeführt werden.

Ein Aufleuchten der roten LED im Betriebsmodus (SET Jumper entfernt) signalisiert fehlerhafte Empfängerimpulse und deutet auf Empfangsstörungen oder einen ausgeschalteten Sender.

## Taktfrequenz (Jumper "9KHZ")

Die optimale Taktfrequenz der PWM (Pulse Width Modulation) zur Steuerung von Modellbau-Elektromotoren liegt bei etwa 1-2 kHz. Je höher die Taktfrequenz ist, umso mehr Verluste für die Umschaltung fallen an den Leistungstransistoren an. Die Standard-Taktfrequenz des Fahrtreglers liegt daher bei 2,3 kHz. Anker und Motorgehäuse werden durch magnetische Kräfte aber in Schwingungen versetzt, dies ist durch einen Pfeifton hörbar, besonders bei geringen Drehzahlen. Was früher™ im Zeitalter der 50 Hz Regler noch als Qualitätskriterium galt, stört heute insbesondere die Scale-Modellbauer. Durch Setzen eines Jumpers besteht daher die Möglichkeit, die Taktfrequenz auf ca. 9 kHz zu erhöhen, somit ist kein Motorpfeifen mehr zu hören. Zu beachten ist aber, dass die Verlustleistung damit erhöht wird und sich die Transistoren stärker erwärmen!

## Steuercharakteristik (Jumper "EXP")

Das Verhältnis der Impulsdauer zur Periodendauer des PWM Signals (*Duty-Cycle*) bestimmt die Motordrehzahl und kann auf jedem Knüppel-Halbweg von 0% bis 100% variiert werden. Standardmäßig wird die angelernte Knüppelstellung linear in den Duty-Cycle umgerechnet, Motordrehzahl und Knüppelstellung sind damit direkt proportional.

Häufig will man aber gerade im unteren Drehzahlbereich feinfühligere Steuern, um besser manövrieren zu können. Falls sich am Sender eine einstellbare exponentielle Steuercharakteristik konfigurieren lässt, ist dies leicht zu erreichen. Für einfache, nicht programmierbare Sender ist eine zweite Steuercharakteristik implementiert, die eine exponentielle Charakteristik näherungsweise durch zwei lineare Bereiche approximiert. Im ersten Bereich bis zur Mitte des Knüppelwegs werden max. 25% Duty-Cycle erreicht, auf dem restlichen Knüppelweg dann die anderen 75%. Durch Setzen des Jumpers "EXP" wird diese Charakteristik aktiviert.

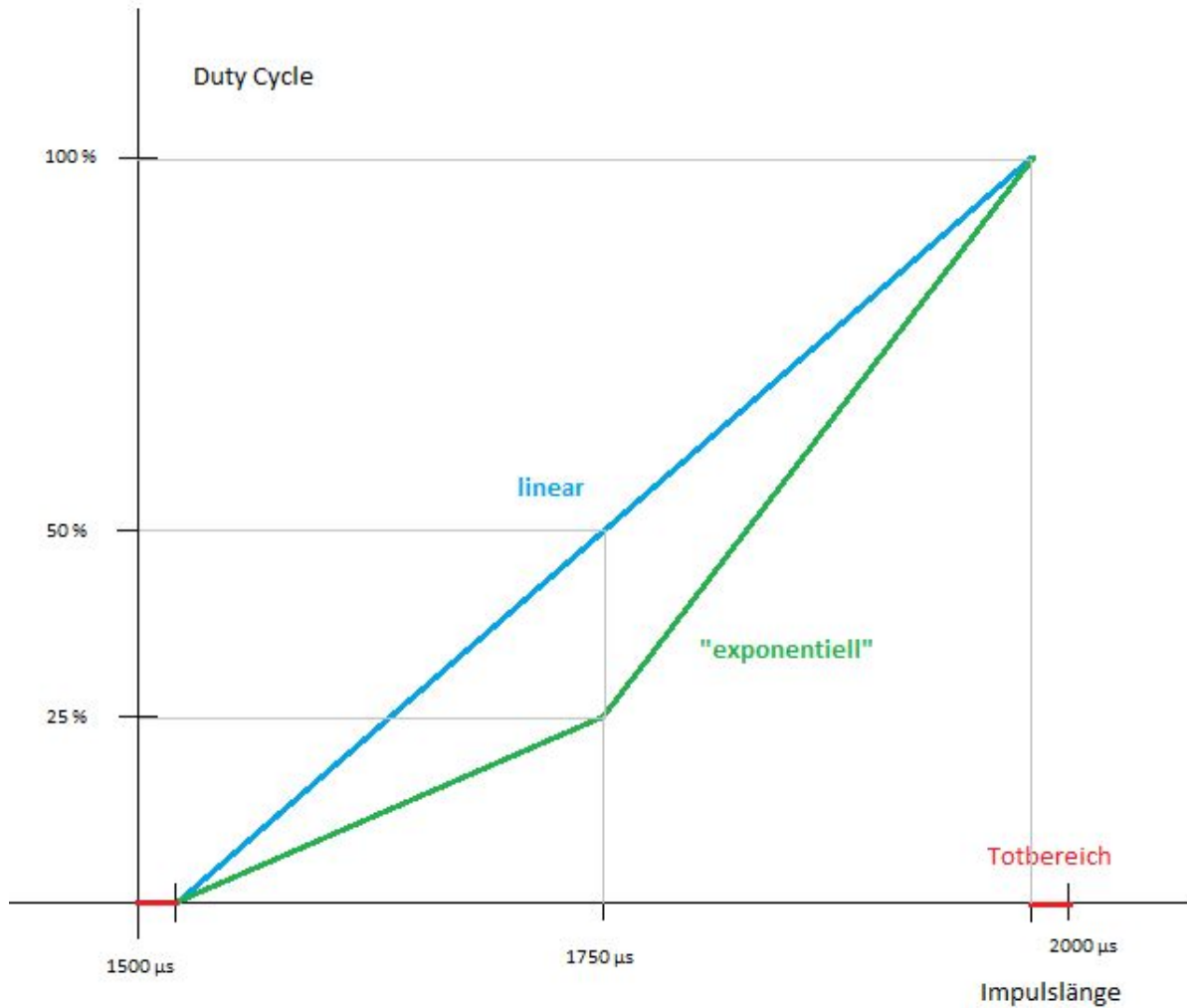


Abb.4: Steuercharakteristik

## Anlaufschutz

Nach dem Einschalten leuchtet zunächst die grüne LED für 2 Sekunden. In dieser Zeit muss sich der Steuerknüppel in der Neutralposition befinden, andernfalls wird der Motorausgang nicht aktiviert (Anlaufschutz). Erlischt die grüne LED, ist die Steuerung einsatzbereit.

## Pflege und Wartung

Schützen Sie das Modul vor Spritzwasser, Hitze und Berührung. Das Modul ist wartungsfrei.

## Störung und Reparatur

Ein dauerhaftes Aufleuchten der roten LED signalisiert fehlerhafte Empfängerimpulse und deutet auf Empfangsstörungen oder einen ausgeschalteten Sender. Überprüfen Sie ggf. den richtigen Anschluss am Empfänger und den richtigen Anschluss des Servokabels.

Eine Reparatur des Moduls darf nur von einem Fachmann ausgeführt werden. Falls Sie Hilfe bei einer Reparatur benötigen, wenden Sie sich bitte an [cp-elektronik.de](http://cp-elektronik.de) (Anschrift auf der letzten Seite dieser Anleitung).

## Technische Daten

Abmessungen	67 mm x 48,3 mm
Gewicht o. Anschlusskabel	51 g
Spannung Fahrakku	12 ... 24 V
max. Dauerstrom (beide Richtungen)	20 A
Taktfrequenz	2,5 kHz bzw. 9 kHz
Betriebsspannung (Empfänger)	4,8 ... 8,4 V (ohne BEC)
BEC Ausgang	5,0 V/1 A

## Kontakt

Claus Poltermann  
Plankensteinweg 2  
85435 Erding  
Web: <https://cp-elektronik.de>  
e-Mail: [info@cp-elektronik.de](mailto:info@cp-elektronik.de)



Das Gerät erfüllt die nationalen und europäischen Richtlinien.

## Entsorgung



Elektro- und Elektronikgeräte, die unter das ElektroG fallen dürfen nicht über den Restmüll entsorgt werden, sondern können kostenlos bei den kommunalen Sammelstellen (z.B. Wertstoffhöfen) abgegeben werden.



---

Stand: 22.08.2020. Änderungen vorbehalten.