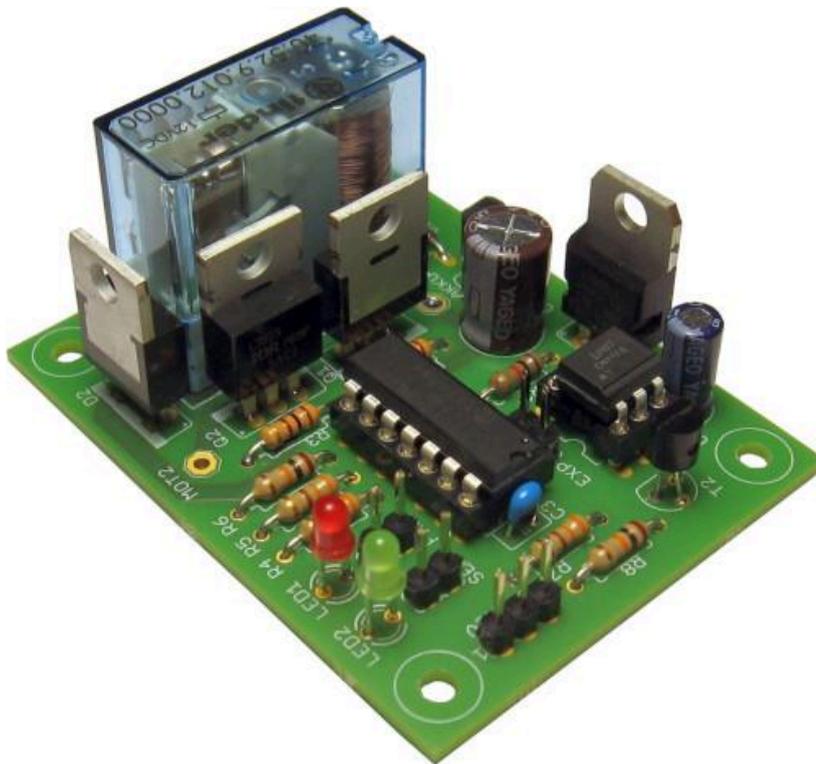


# Elektronischer Drehzahlsteller mit Umpolung (Relais)

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 12 V und einer max. Stromaufnahme von 8 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 Relais, Relaisversorgung aus Fahrakku
- Belastbarkeit: max. 8 A Dauerstrom in beide Richtungen
- Betrieb mit 6 V oder 12 V Akkus
- galvanische Trennung vom Empfängerstromkreis (Optokoppler)
- 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 Lötten 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 8 A
3	FRQ, EXP, SET		Stiftleiste 2-pol, RM 2,54 mm mit Steckbrücke (Jumper)
1	C1	680 µF/25 V	Elko low ESR
1	C2	47 µF/16 V	Elko
1	C3	100 nF	Keramik-Kondensator RM 2,5 mm
1	D1	1N 4148	Si-Universaldiode
1	D2	MBR 1645	Schottky-Diode, 16 A
1	IC1	7805	Spannungsregler TO 220 bei 12 V: 7805 Standardtyp bei 6 V: Low Drop Typ
1	IC2	PIC 16F684	programmierter Mikrocontroller
1			IC-Fassung 14-pol.
1	K1	G2R2	Relais, 2xUM, 8 A, 6 V bzw. 12 V Spulenspannung
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.
2	Q1, Q2	IRL 3803	N-Kanal MOSFET
1	R1	1 kΩ	Kohleschicht-Widerstand
2	R2, R3	220 Ω	Kohleschicht-Widerstand
3	R4, R5, R7	330 Ω	Kohleschicht-Widerstand
2	R6, R8	10 kΩ	Kohleschicht-Widerstand
1	R9	100 kΩ	Kohleschicht-Widerstand
1	T1	BC337	NPN Transistor
1	T2	BC 547B	NPN Transistor
1	SV1		3-pol. Stiflleiste RM 2,54 mm
4			Lötstifte 1,3 mm mit Steckschuhen zum Anschluss von Akku und Motor

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.

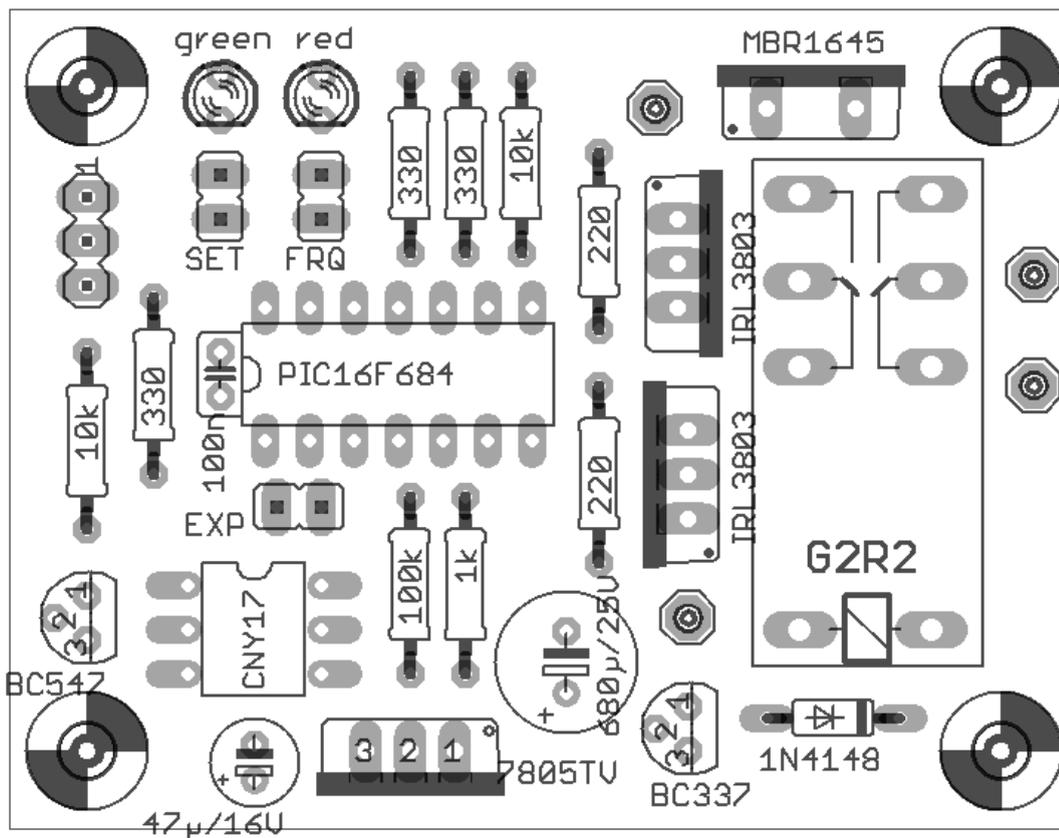


Abb. 1: Bestückungsplan

## Widerstände

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

Die Widerstandswerte sind über Farbringe codiert:

- 220  $\Omega$ : rot-rot-braun-gold
- 330  $\Omega$ : orange-orange-braun-gold
- 1 k $\Omega$ : braun-schwarz-rot-gold
- 10 k $\Omega$ : braun-schwarz-orange-gold
- 100 k $\Omega$ : braun-schwarz-gelb-gold

## Diode D1

Die Diode D1 vom Typ 1N4148 hat einen Glaskörper. Eine Seite ist mit einem Ring gekennzeichnet (Kathode). Löten Sie die Diode so ein, dass die Seite mit dem Ring zur Leiterplattenaußenseite zeigt.

## Fassung für IC2

Die 14-pol. Fassung für den Mikrocontroller hat auf einer Stirnseite eine kleine Kerbe. Diese Kerbe muss in Richtung des Kondensators C3 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 C3

Der Keramik-Kondensator C3 hat 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.

## Lötstifte

Akku und Motor werden über Kabel mit Steckschuhen über Lötstifte an der Leiterplatte angeschlossen. Löten Sie die vier 1,3 mm Lötstifte ein, wie im Bestückungsplan gezeigt.

## 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 T2

Die Transistoren haben drei Anschlussbeine und ein schwarzes Gehäuse. Eine Seite ist abgeflacht. Löten Sie den Transistor T1 (BC 337) so ein, dass die abgeflachte Seite in Richtung D1 zeigt. Löten Sie T2 (Aufschrift: BC 547) so ein, dass die abgeflachte Seite in Richtung OK1 zeigt.

## Elkos C1, C2

Elektrolytkondensatoren sind gepolt, der Minus-Pol ist auf dem Gehäuse gekennzeichnet. Das längere der beiden Anschlussbeine ist der Plus-Pol. Löten Sie die Elkos so ein, wie auf dem Bestückungsplan gezeigt (im Bestückungsplan ist der Plus-Pol gekennzeichnet).

## Leistungstransistoren Q1, Q2

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.

## Schottky-Diode D2

Die Diode D2 hat das gleiche Gehäuse wie die Leistungstransistoren, aber nur mit zwei Anschlussbeinen. Löten Sie die Diode so ein, dass die metallische Gehäusesseite zur Leiterplattenaußenseite zeigt.

## Relais

Löten Sie das 8 A Relais ein wie im Bestückungsplan gezeigt. Das Relais passt nur in einer Orientierung auf die Leiterplatte.

## 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

Beachten Sie bei allen Anschlüssen auf die richtige Polung! In Abb. 3 ist die Anschlussbelegung für den Empfänger, den Akku und den Motor gezeigt. Die Entstörung des Motors nicht vergessen!

Läuft der Motor in der falschen Richtung, so können die Motoranschlüsse vertauscht werden. *Die Akku-Anschlüsse dürfen nicht vertauscht werden!*

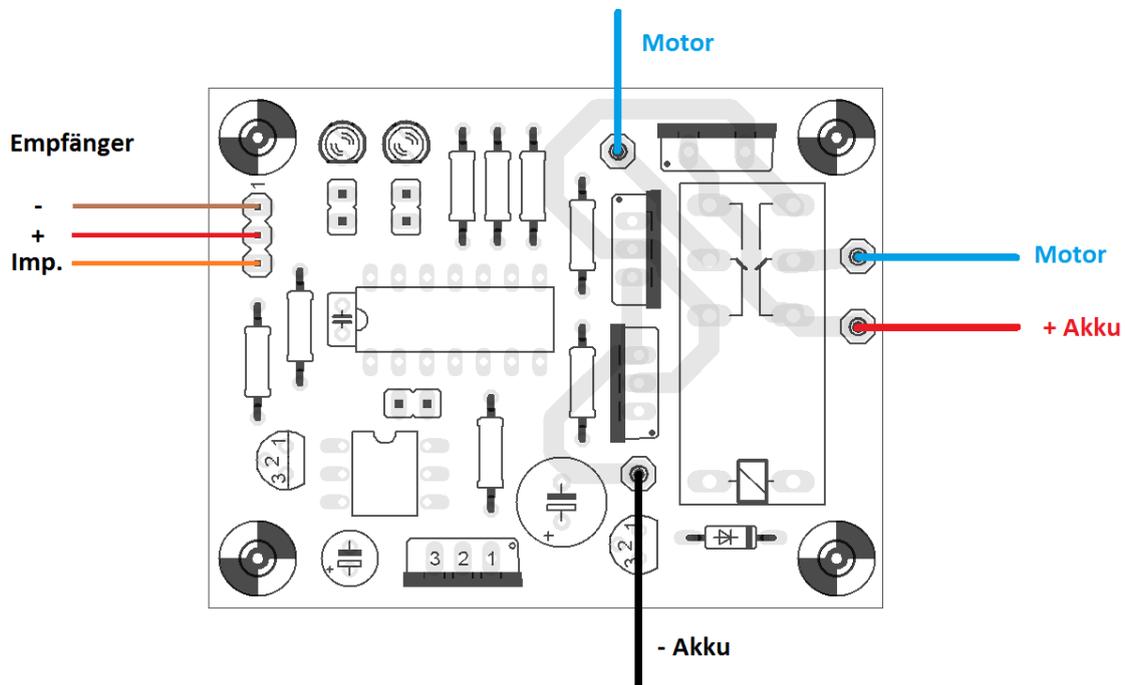


Abb. 2: Anschlussbelegung

Hinweise zum Anschluss von Motor und Akku:

- Verwenden Sie zum Anschluss flexible Litze mit einem Querschnitt von mindestens 2,5 mm<sup>2</sup>
- Halten Sie die Anschlusskabel so kurz wie möglich und nicht länger als 50 cm.
- Verwenden Sie jeweils zwei einadrige verdrehte Leitungen

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

### 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. Verlischt 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 eingelernte 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.

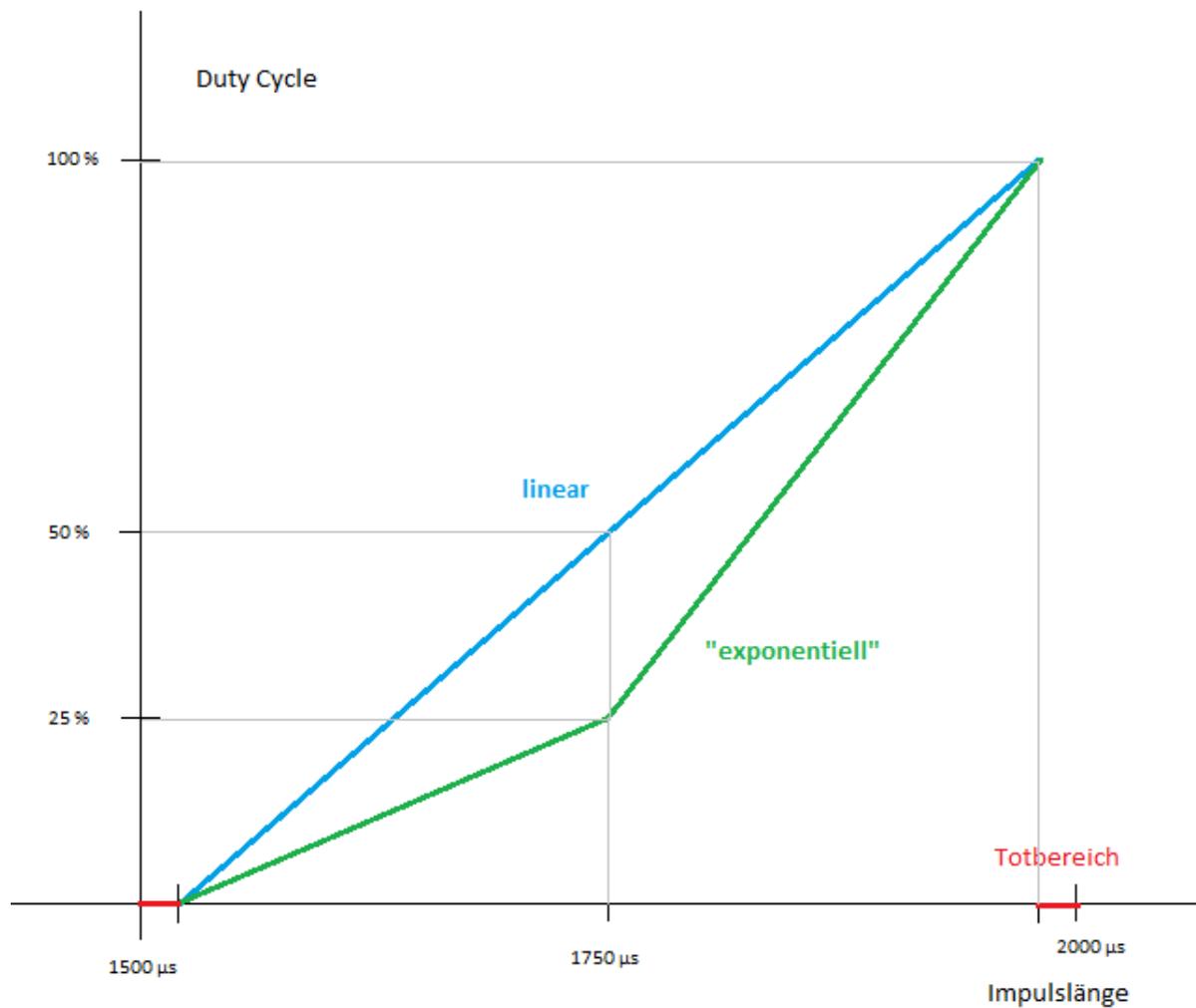


Abb.4: Steuercharakteristik

## Anlaufschutz

Nach dem Einschalten leuchtet zunächst die grüne LED für 2 Sekunden. In dieser Zeit muss sich der Steuerknüppel in der Neutralposition befinden, anderenfalls wird der Motorausgang nicht aktiviert (Anlaufschutz). Verlischt 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	61 mm x 47 mm
Gewicht o. Anschlusskabel	43 g
Spannung Fahrakku	6 ... 12 V
max. Dauerstrom (beide Richtungen)	8 A
Taktfrequenz	2,5 kHz bzw. 9 kHz
Betriebsspannung (Empfänger)	4,8 ... 6 V

## 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: 03.11.2024. Änderungen vorbehalten.