

# Bedienungsanleitung für die 1-Tasten-Version „Single v.3“

## Firmwareversion 0.14

Hinweis zur Nutzung der aktuellen „Single v.3“-Firmware mit der 2-Tasten-Version „Duo v.2“ siehe Seite 15

Stand: 20.02.2008

Tobias Engelmann

[tobiasengelmann@gmx.de](mailto:tobiasengelmann@gmx.de)

### History:

- 0.8 30.07.07 Erste Version für den Typ „Single v.3“
- 0.10 08.09.07 Sicherheitsbestätigung bei Akkukalibrierung  
Rücksetzen der Schaltung auf Standardwerte  
Steuerung geht nach Trennen des Akkus bei eingeschalteter Lampe wieder in Dimmstufe 1  
Anschlussbeispiel für Leds hinzugefügt
- 0.11 26.11.07 zusätzlicher Lampenmodus: Konstante Spannungsausgabe über gesamten Entladeverlauf  
Statusleds dimmen im Betrieb leicht ab um nicht während der Fahrt zu blenden

### 0.12 „Einstellung PWM-Frequenz

Leds	PWM-Frequenz	Einsatzzweck
	15 khz	Led-Konstantstromquelle, HID-Ballast
	2 khz	Led-Konstantstromquelle
	250 hz	Halogen, Led-Konstantstromquelle
	60 Hz	

Die Einstellung der PWM-Frequenz betrifft immer beide Ausgänge.

Standardeinstellung ist  $f_{\text{PWM}}=250\text{Hz}$ .

Rücksetzen der Einstellungen“ ist nun im Programmiermenü nach dem Kalibrieren

Vierter Lampenmodus für Ansteuerung einer dimmbaren Konstantstromquelle

PWM auf PHASE-CORRECT umgestellt → weniger Probleme mit Funktachos und Pulsgurten

0.13 14.01.08 Fünfter Lampenmodus: Konstante Ausgangsspannung, kein Softstart

Leistungstreiber durch IRF7311 ersetzt → geringere Verlustleistung

0.14 20.02.08 Programmieroption für die PWM-Frequenz hinzugefügt

Auflösung der Spannungsmessung dank zahlreicher Codeoptimierung wieder bei 10bit

# Inhalt

1. Technische Daten .....	3
Features.....	3
Hardware.....	3
Software .....	3
2. Bedienung.....	4
Taster.....	4
Leds.....	4
Übersicht - Normalbetrieb .....	5
3. Programmiermodus .....	6
Auswahl der Programmieroption.....	6
Vorhandene Lampenmodi:.....	6
Ledanzeige bei Einstellung der Helligkeit.....	6
4. Rücksetzen der Einstellungen.....	7
5. Versionserkennung.....	7
6. Kalibriermodus .....	8
7. Erklärung zum Kalibriermodus .....	9
8. Anschlussbelegung - Halogen.....	10
Anschlussbelegung – Eine Lampe.....	10
Anschlussbelegung – Zwei Lampen .....	10
9. Anschlussbelegung für Leds .....	11
Konstantstromquelle dimmbar .....	11
Konstantstromquelle nicht dimmbar .....	11
10. Wasserdichte Verpackung der Steuerung (Vorschlag).....	12
11. Modifikationen .....	13
Low-Voltage – Geringere Betriebsspannung.....	13
Koppelung beider Lampenausgänge zu einem stärker belastbaren Ausgang .....	13
Limitierende Faktoren für die ansteuerbare Leistung .....	13
12. Beispiele für die Leistungsaufnahme einiger Halogenlampen.....	14
2 Ausgänge: .....	14
1 Ausgang: .....	14

# 1. Technische Daten

- Betriebsspannung:
  - 8 bis 19V
  - Eingang ist gegen Verpolung geschützt
- Stromaufnahme:
  - ca. 26mA Betrieb
  - ca. 5mA im Ruhemodus
- Anschlussleistung:
  - Version mit 2 Ausgängen (IRF7311): 4A je Ausgang, max. 6A für beide zusammen
  - Version mit 1 Ausgang (IRF7456): 6A

## ACHTUNG:

Es muss dafür gesorgt werden, dass die Eingangsspannung den maximalen Wert nicht überschreitet! Die Schaltung kann bei Überschreitung der angegebenen Werte beschädigt werden.

## Features

- Mikroprozessorgesteuerte Lampenregelung
- Unterstützung für 2 Lampen
- PWM-Regelung (0-100%) beider Lampen
- programmierbarer Soft-Start um Stromspitzen beim Einschalten zu vermindern
- 3 programmierbare Dimmstufen
- Messung der Akkuspannung zur Kapazitätsermittlung

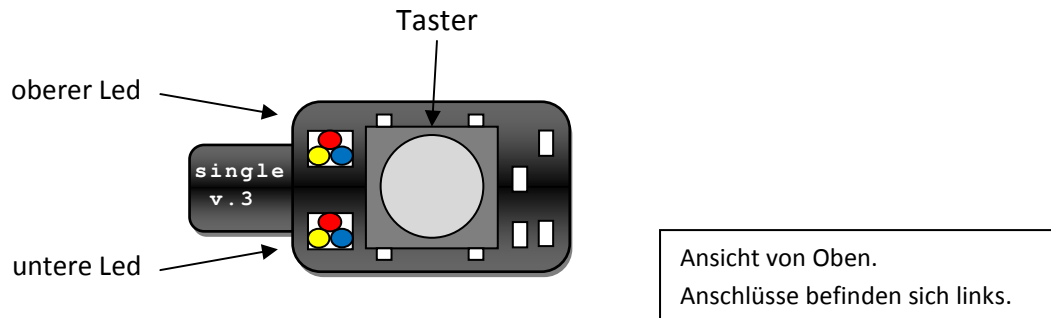
## Hardware

- Aufbau komplett in SMD
- 8bit-Mikrocontroller: Atmel AVR Tiny44
- Kompakte Platine 30x17x4mm, doppelseitig, Lötstopp, bedruckt
- PWM-Ausgänge gesteuert über Dual-N-Kanal HexFet von IRF
- 2 RGB-Leds z.B. von Osram Typ ZHGBT678-E7510
- 1 Taster 12x12mm mit fühlbarem Druckpunkt

## Software

- Programmiersprache C
- Entwicklungsumgebung AVR-Studio 4.12 von Atmel
- WinAVR als C-Compiler aus der GNU compiler-collection AVR-GCC für AVR-Mikrocontroller
- Zwei 8bit PWM-Leistungsausgänge
- Sanftanlauf für Reduktion des Einschaltstrom
- 2 RGB-Vielfarbleds, je Farbkanal 8bit Soft-PWM (120Hz), ein/aus, blinken, pulsen
- Messung der Betriebsspannung und Anzeige per Led
- Taster, entprellt, jeweils Erkennung ob kurz oder lang gedrückt mit Wiederholfunktion
- 3 Dimmstufen mit individueller Anpassung
- Leicht anpassbares Zustandsmodell für Übergänge zwischen den Dimmstufen

## 2. Bedienung



### Taster

Kurz gedrückt	Dimmstufe erhöhen, bzw. zwischen 2 und 3 wechseln
Lange gedrückt	Dimmstufe verringern, Lampe ausschalten Ist die Lampe ausgeschaltet, wird durch langes Drücken in den Programmiermodus gewechselt.

### Leds

Die untere Led zeigt die aktuelle Dimmstufe.

Die obere Led die ungefähre Restleuchtdauer für die 3. Dimmstufe.

untere Led	obere Led	Bedeutung
Aus	Aus	Ruhemodus
Aus	Leuchtet	Lampen sind ausgeschaltet
○	...	Dimmstufe 1
●	...	Dimmstufe 2
●	...	Dimmstufe 3
...	○	Leuchtdauer > 4 Stunden
...	●	Leuchtdauer > 3 Stunden
...	●	Leuchtdauer > 2 Stunden
...	●	Leuchtdauer > 1 Stunden
...	●	Leuchtdauer > 30 Minuten
...	● blinkt	Leuchtdauer < 30 Minuten

Die Werte für die Restleuchtdauer wurden mit einem 14.4V Li-Ion Akku (4s4p) mit 9,4Ah und einer Osram IRC 20W bei maximaler Helligkeit ermittelt.

### Hinweis:

Nach dem Anstecken des Akkus leuchten beide Leds für ca. 2 Sekunden weiß.

Befindet sich die Steuerung länger als 5 Minuten im Bereitschaftsmodus, geht die Steuerung in den Ruhemodus um Strom zu sparen. Beide Leds erlöschen in diesem Fall.

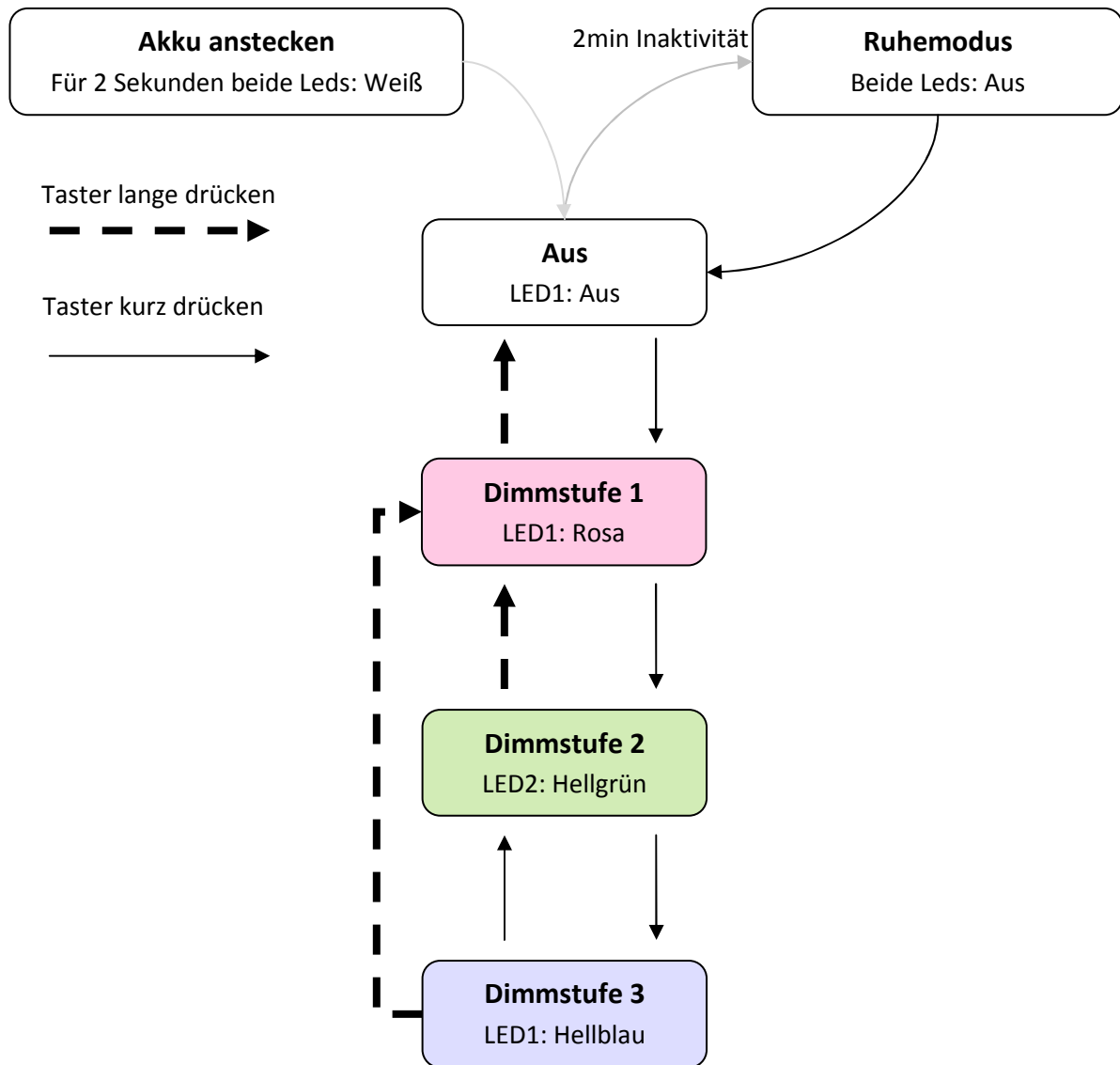
Durch einen kurzen Tastendruck wird die Schaltung reaktiviert.

### Reaktion bei möglichem Wackelkontakt in der Stromversorgung:

Wird bei eingeschalteter Lampe die Steuerung vom Akku getrennt, geht die Schaltung sofort nach wiederhergestellter Verbindung zum Akku in die erste Dimmstufe.

Wird dies nicht gewünscht, muss beim Verbinden mit dem Akku der Taster gedrückt sein und danach der Akku erneut getrennt werden.

## Übersicht - Normalbetrieb



Wird von Dimmstufe 3 zu 1 gewechselt und der Taster weiter gehalten, wird die Lampe ausgeschalten.

### 3. Programmiermodus















Die Steuerung verfügt über einen Programmiermodus.

Für beide Lampenausgänge kann jeweils der Modus geändert werden, dazu für jede Dimmstufe und Lampenausgang die Helligkeit.

Die Einstellungen werden im Festspeicher der Steuerung dauerhaft auch ohne angesteckten Akku gespeichert.






#### Auswahl der Programmieroption

1. Akku Anstecken
2. Taster drücken und halten
3. Leds blinken 10s lang blau, danach zeigen die Leds unterschiedliche Farben (siehe Tabelle)
4. Bei gewünschter Option Taster loslassen
5. Durch kurzen Tastendruck wird die Einstellung verändert
6. Durch langen Tastendruck wird die Einstellung gespeichert

untere Led	obere Led	Lampe	Bedeutung
		1	Modus/ Softstart
			Helligkeit Dimmstufe 1
			Helligkeit Dimmstufe 2
			Helligkeit Dimmstufe 3
	 (*)	2	Modus/ Softstart
	 (*)		Helligkeit Dimmstufe 1
	 (*)		Helligkeit Dimmstufe 2
	 (*)		Helligkeit Dimmstufe 3
		-	Kalibriermodus starten siehe dazu „Kalibriermodus“, Seite 8
		-	Rücksetzen aller Einstellungen siehe dazu „Rücksetzen der Einstellungen“, Seite 7.
		1 + 2	Einstellung der PWM-Frequenz





(\*) Wird nur angezeigt, wenn hardwaremäßig zwei Lampenausgänge vorhanden sind.

#### Einstellung Lampenmodi





Led	Bedeutung
	Konstantes PWM-Verhältnis (0-100%) , kein Softstart
	Konstantes PWM-Verhältnis (0-100%) , mit Softstart
	Konstantes PWM-Verhältnis (0-100%) , kein Softstart, Invertierter Ausgang
	Konstante Spannung(*), Softstart
	Konstante Spannung(*), kein Softstart

(\*) Die beim Programmieren am Ausgang anliegende Spannung wird – so lange die Akkuspannung über der Sollspannung liegt – am Ausgang über den gesamten Entladevorgang konstant gehalten.

#### Einstellung der Helligkeit

Led	Bedeutung
	Helligkeit 0%
	Helligkeit > 0%
	Helligkeit >40%
	Helligkeit 100%

## Einstellung PWM-Frequenz

Leds	PWM-Frequenz	Einsatzzweck
	15 khz	Led-Konstantstromquelle, HID-Ballast
	2 khz	Led-Konstantstromquelle
	250 hz	Halogen, Led-Konstantstromquelle
	60 Hz	

Die Einstellung der PWM-Frequenz betrifft immer beide Ausgänge.

Standardeinstellung ist  $f_{\text{PWM}}=250\text{Hz}$ .









## 4. Rücksetzen der Einstellungen

1. Schaltung wird an Akku angesteckt
2. Taster gedrückt halten bis beide Leds grün blinken
3. Loslassen
4. Taster erneut drücke bis Leds aus gehen
5. Loslassen
6. Spannungswerte für die Akkuanzeige und Dimmstufen sind alle zurückgesetzt

## 5. Versionserkennung

Bei jeder Steuerung seit dem 30.07.2007 (Version 0.8) kann die Software-Version optisch angezeigt werden.

1. Akku abstecken
2. Taster drücken und halten
3. Mit gedrücktem Taster den Akkuanstecken
4. Nach dem Anstecken Taster loslassen
5. Beide Leds leuchten in einer bestimmten Farbkombination auf (siehe Tabelle)
6. Akku wieder ab- und anstecken

Ledanzeige	Bedeutung
	0.7 (Schaltung wird durch diese Aktion zurückgesetzt)
	0.8
	0.9
	0.10
	0.11
	0.12
	0.13
	0.14



## 6. Kalibriermodus

1. Schaltung wird an den vollen! Akku angesteckt
2. Taster gedrückt halten bis beide Leds hell gelb blinken
3. Kurz Loslassen
4. Leds leuchten jetzt dauerhaft hell gelb, die Lampenausgänge werden entsprechend der dritten Dimmstufe eingeschalten
5. Taster erneut Drücken und Halten bis Leds kurz ausgehen und weiß weiterleuchten
6. Warten bis der Akku leer ist (\*)
7. Akku aufladen
8. Beim erneuten Anstecken an den Akku werden die neuen Spannungswerte für die Akkuanzeige aus der gespeicherten Entladekurve ermittelt. (\*\*)

(\*) Bei Li-Ion bis zur automatischen Abschaltung  
Bei Blei, NiCd, NiMH muss die Spannung überwacht werden und die Steuerung vom Akku getrennt werden.

(\*\*) Wird während des Ansteckens der Taster gedrückt und gehalten, erfolgt keine Auswertung der Entladekurve. Die alten Spannungswerte für die Akkuanzeige bleiben erhalten.

### Hinweis:

Der Akku sollte möglichst voll sein

Die Abschätzung der Restleuchtdauer ist nur näherungsweise, da eine echte Kapazitätsermittlung durch die Messung der Akkuspannung nicht möglich ist.

Die (Halogen-)Lampe muss möglicherweise während des Kalibrierens gekühlt werden.  
Eine 20W Halogenlampe wird ohne Luftkühlung schnell >150°C heiß!

## 7. Erklärung zum Kalibriermodus

Im unteren Diagramm sind die Entladekurven von 3 unterschiedlichen Lampen eingetragen. Wie man sieht sind die Spannungen bei den gleicher Restleuchtdauer recht unterschiedlich.

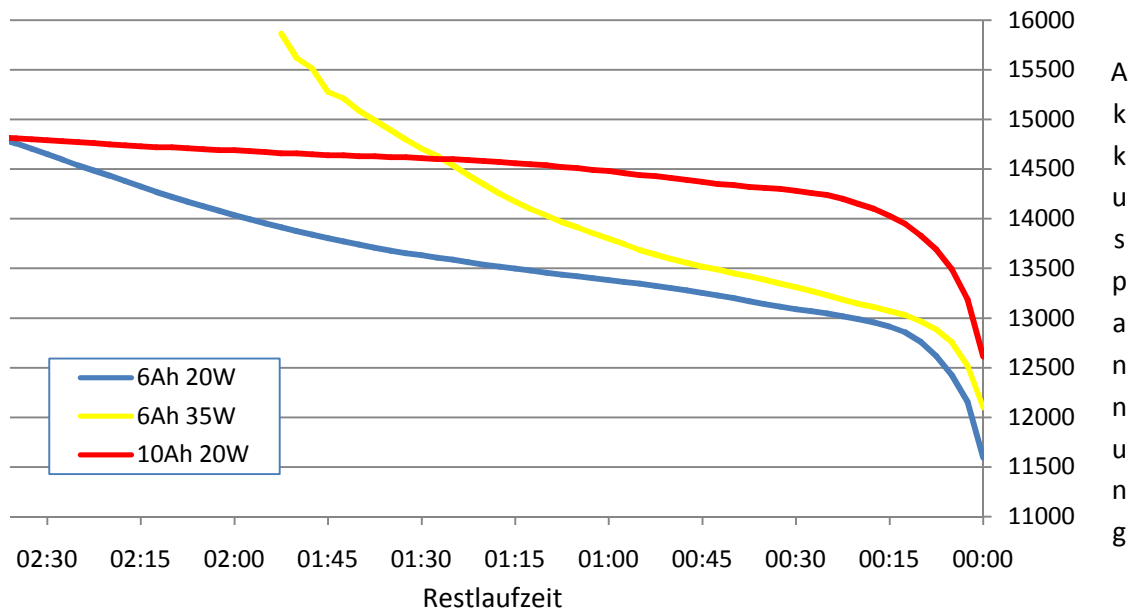


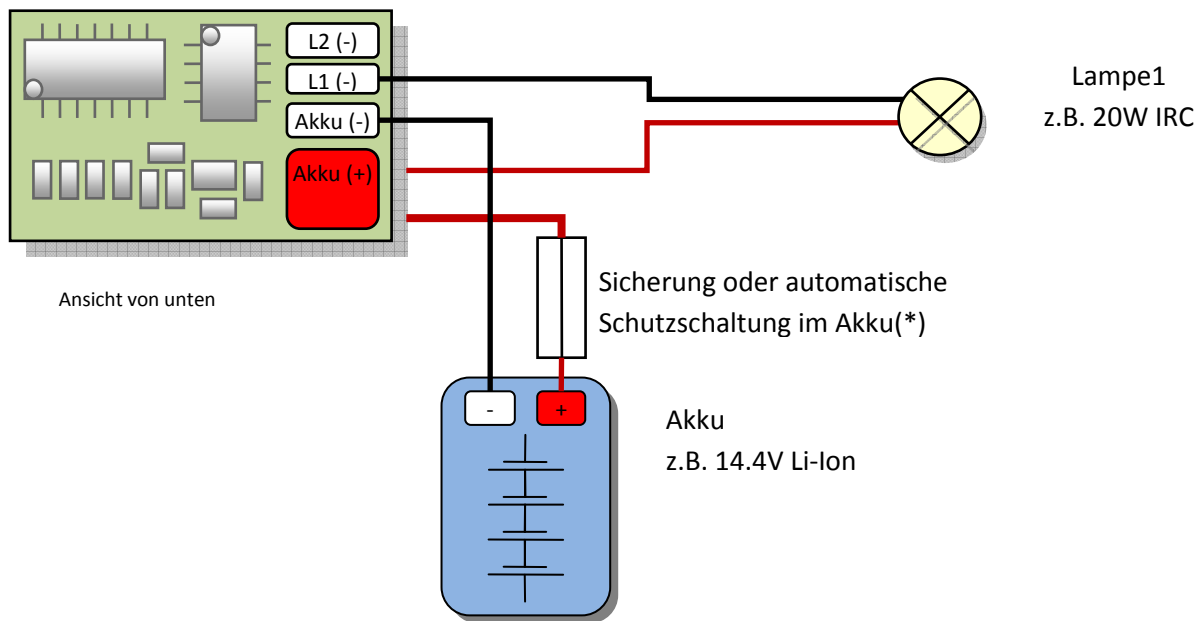
Abbildung 1 Entladekurven für 3 unterschiedliche Lampen

Über die Entladekurve eines Akkus ist die Restleuchtdauer nur ungefähr zu ermitteln. Die Ledanzeige für die Restleuchtdauer ist nur in der dritten Dimmstufe ausreichend korrekt. Für die erste und zweite Dimmstufe lässt die Akkuanzeige dennoch einen guten Rückschluß auf den aktuellen Akkustatus zu.

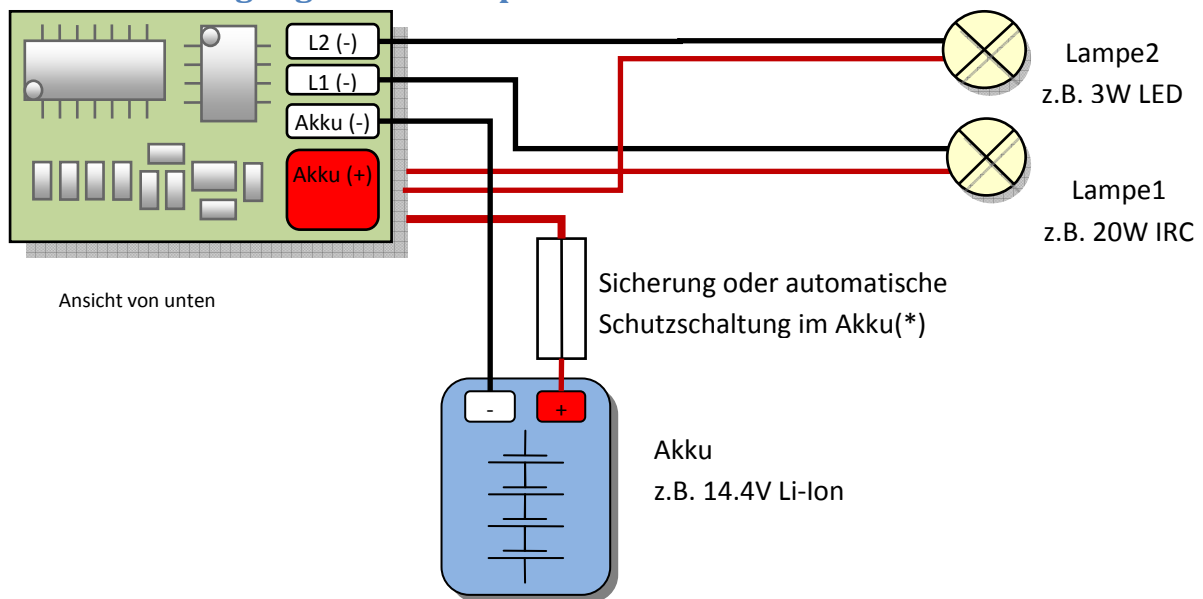
Während des Kalibriervorgangs wird die Akkuspannung alle 2.5 min ermittelt. Im Mikroprozessor wird die Entladekurve der letzten 5 Stunden gespeichert.

## 8. Anschlussbelegung - Halogen

### Anschlussbelegung – Eine Lampe



### Anschlussbelegung – Zwei Lampen



#### (\*) ACHTUNG:

Die Schaltung muss mit einer Sicherung zuverlässig vor einem Kurzschluss gesichert sein. Ein Kurzschluss in einer Zuleitung zur Lampe kann die Schaltung beschädigen und sogar zerstören.

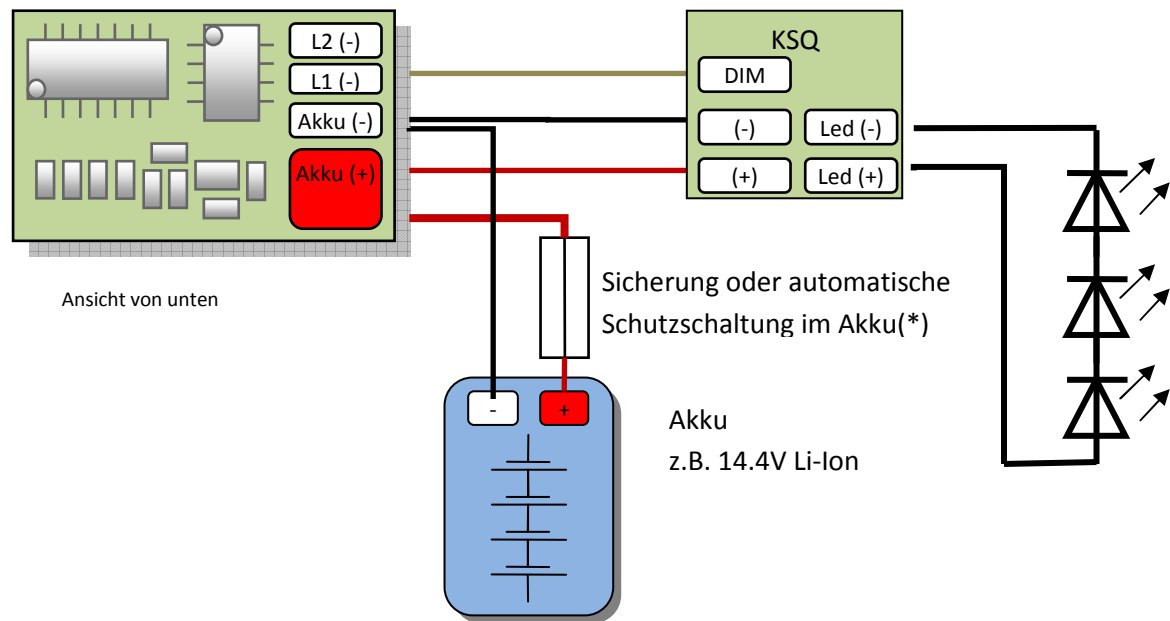
Die Sicherung kann sich im Akku befinden. Verfügt der Akku über eine Schutzschaltung mit ausreichender Überstromabschaltung, kann auf die Sicherung verzichtet werden.

#### Empfehlung:

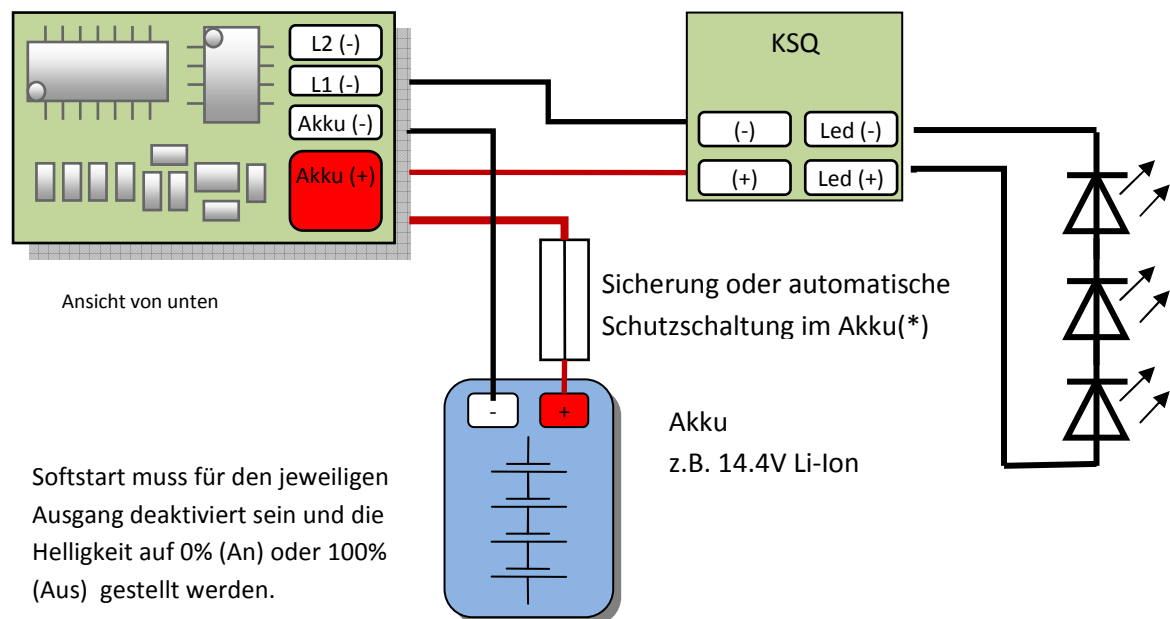
Um Spannungseinbrüche beim Einschalten zu reduzieren, kann in den Akku zusätzlich ein Kondensator mit etwa 100µF 25V (oder mehr) integriert werden.

## 9. Anschlussbelegung für Leds

### Konstantstromquelle dimmbar



### Konstantstromquelle nicht dimmbar



#### Hinweis::

Bitte auch die Hinweise zum Anschlussbeispiel für Halogenlampen beachten.

Bedingung für eine gute Funktion:

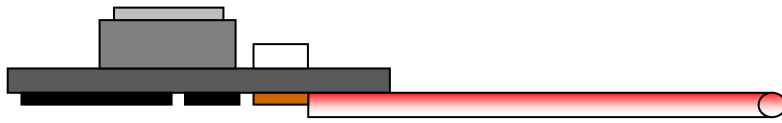
Der PWM-Pin der KSQ muss Low-Aktiv (Led aus, wenn PWM-Pin auf Masse gelegt wird) und mit einer PWM-Frequenz von ca. 250Hz) ansteuerbar sein.

Bei KSQs, die mittels Poti gedimmt werden können, muss evtl. ein Tiefpassfilter in die Ansteuerleitung, um die KSQ mit einer konstanten Ansteuerspannung zu versorgen.

Varianten mit einer Halogen und einer KSQ, oder 2 KSQs ist ohne Probleme möglich.

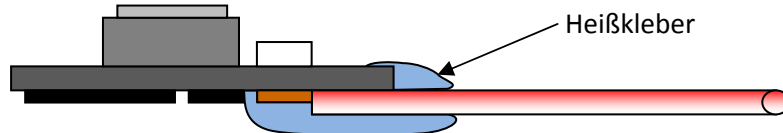
## 10. Wasserdichte Verpackung der Steuerung (Vorschlag)

1. Kabel anlöten.



Dabei darauf achten, dass die Kabelstränge möglichst kompakt zusammenliegen.

2. Kabel mit Heißkleber fixieren.



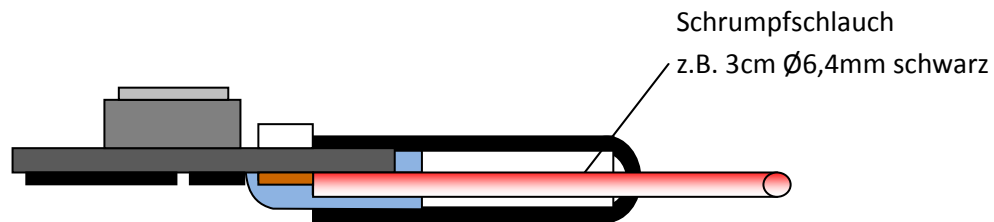
Noch während der Kleber flüssig ist, sofort mit Schritt 3 weitermachen!

3. Erste Lage Schrumpfschlauch überziehen.  
Der Heißkleber muss noch sehr weich sein, damit die Zwischenräume der Kabel dicht sind.

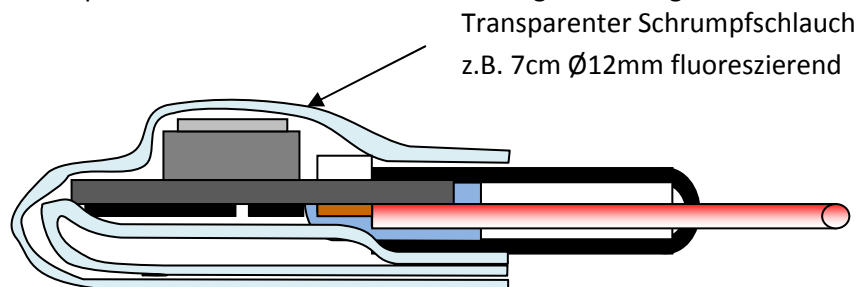
### ACHTUNG

Die erste Lage ist sehr wichtig für die Abdichtung gegen Wasser!

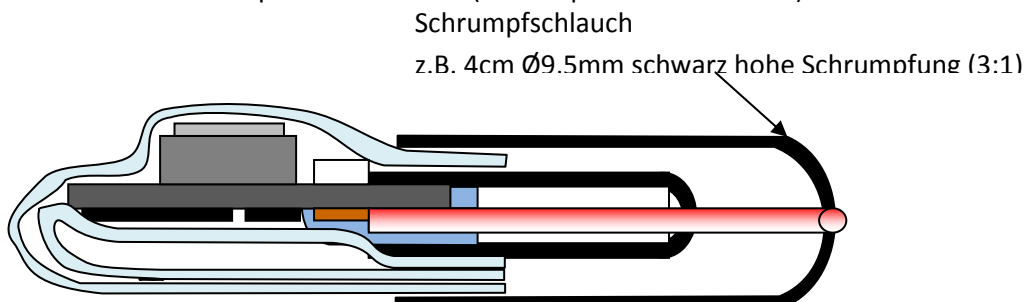
Nach dem Schrumpfen sollte kein Zwischenraum frei bleiben.



4. Transparenten Schrumpfschlauch zur Hälfte über die Schaltung ziehen.  
Zusammenschrumpfen und das Ende unter der Schaltung zurückbiegen.



5. Dritte Lage Schrumpfschlauch von der Kabelseite über die Enden des transparenten Schrumpfschlauches ziehen.  
Dabei sollte stark schrumpfender Schlauch (Schrumpfrate mind. 3 zu 1) verwendet werden.



# 11. Modifikationen

## Low-Voltage – Geringere Betriebsspannung

Durch den Ersatz des Standard-Spannungsregler durch einen Very-Low-Drop-Typ mit 5V (bspw. L4931CD50 [STM] – Drop-Spannung 0.4V) kann die Betriebsspannung auf unter 5-6V gebracht werden.

Ein stabiler Betrieb sollte bis auf 4V gewährleistet sein.

Der Mikroprozessor arbeitet bis runter auf 2.7V (programmiertes Reset durch Brown-Out-Detection).

Theoretisches Minimum liegt bei  $2.7V + U(\text{Drop\_Diode}) + U(\text{Drop\_Regler}) = \sim 3,3V$ .

Unter 3.5V erreichen die Leds ihre minimale Betriebsspannung und die Farben Blau und Grün werden sehr schwach gegenüber dem Rot.

Für eine genauere Akkuanzeige sollte der Spannungsteiler R1:R2 für die Messung der Akkuspannung angepasst werden.

Standard für Eingangsspannung bis 20V sind:  $R1 = 22K\Omega$ ,  $R2 = 68K\Omega$

Eine Anpassung sorgt für eine genauere Auflösung des internen ADC und somit eine stabilere Spannungsmessung.

Bei  $U(\text{max})=10V$  kann z.b. R2 mit ca.  $35k\Omega$  bestückt werden.

## Koppelung beider Lampenausgänge zu einem stärker belastbaren Ausgang

Wird der Dual-N-Kanal-Mosfet (Standard: IRF7313) durch einen Single-N-Kanal-Typ (z.B. IRF7456) ersetzt, wird dies durch die Steuerung erkannt und es kann eine einzelne starke Lampe angeschlossen werden.

Eine 50W Halogenlampe an einem vollen 16.8V-Akku stellt kein Problem dar und wurde ausreichend getestet.

## Limitierende Faktoren für die ansteuerbare Leistung:

- Leiterbahnbreite und -dicke:
  - Einzeln pro Ausgang:  $h=75\mu m$ ,  $d_{\min}=1,42mm$   $\rightarrow I_{\max} = 7.5A$
  - Gemeinsame Zuleitung beider Ausgänge:  $h=75\mu m$ ,  $d_{\min}=2,00mm$   $\rightarrow I_{\max} = 10A$
- Leistungsverlust des Mosfet-Ansteuerung
  - 2-Kanal: IRF7311
    - $R_{\text{dson@4.5V}} = 29m\Omega$
    - $\delta T=30K$
    - $f_{\text{pwm}}=250Hz$ ,  $T_{\text{ein}}/T_{\text{aus}}=99\%$
    - $U_{\max}=16.8V$
    - Je Ausgang 4A, Max. 6A für beide Ausgänge zusammen
  - 1 Kanal IRF7456
    - $R_{\text{dson@4.5V}} = 7,5m\Omega$
    - $\delta T=20K$
    - $f_{\text{pwm}}=250Hz$ ,  $T_{\text{ein}}/T_{\text{aus}}=99\%$
    - $U_{\max}=16.8V$
    - theoretisch 8A, zur Sicherheit nur 6A

**Diese Werte ausreichend getestet und gelten offiziell als Maximalwerte.**

Durch die Wärmeableitung über die Anschlusskabel sind in der Praxis evtl. höhere Werte möglich.

Im Versuch über mehrere Stunden war ein Betrieb mit 2x 35W @17V problemlos möglich.

Die Leistungsaufnahme lag dabei bei >100W, die Erwärmung des Mosfets (IRF7456) bei  $\delta T=35K$ .

## 12. Beispiele für die Leistungsaufnahme einiger Halogenlampen

### 2 Ausgänge:

Ausgang 1 [W]	Ausgang 2 [W]	U [V]	I [A]	P [W]
35 Nicht zulässig!	35	15,5	1,9	28,9
		15,1	3,9	59,5
		14,5	6,8	99,0
20	35	15,9	1,2	19,8
		15,3	3,1	46,8
		14,6	5,4	78,6
20	20	16,0	1,1	17,3
		15,7	2,2	35,0
		15,2	3,9	58,9
50 Nicht zulässig!		16,1	0,6	9,1
		15,6	2,6	40,6
		15,0	4,7	69,9
35		16,1	0,4	6,8
		15,6	2,0	31,1
		15,2	3,6	54,1
20		16,1	0,2	4,0
		15,9	1,1	17,7
		15,6	2,0	30,9

### 1 Ausgang:

Ausgang 1 [W]	U [V]	I [A]	P [W]
50	16,1	0,6	9,1
	15,6	2,6	40,6
	15,0	4,7	69,9
35	16,1	0,4	6,8
	15,6	2,0	31,1
	15,2	3,6	54,1
20	16,1	0,2	4,0
	15,9	1,1	17,7
	15,6	2,0	30,9

## 13. Hinweis für die 2-Tastenversion Duo V2

Die aktuelle Firmware kann auch auf die Duo V2 gespielt werden.

Es gelten folgende Einschränkungen:

- Die maximale Anschlussleistung ist auf 3A pro Ausgang und max. 4A für beide Ausgänge zusammen beschränkt
- Der zweite Taster (links, Ansicht von oben, Leds links) hat für das Wechseln zwischen den Dimmstufen fast die gleiche Funktion wie der erste.  
Alle Programmierereinstellungen werden mit dem rechten Taster getätigt.
- Auf die Abschaltung der Leds nach 5-Minütiger Inaktivität musste zwecks Speicherplatz für die Auswertung des zweiten Tasters verzichtet werden.