



Mehr Licht!

LED-RGBW-Repeater/Booster

Infos zum Bausatz

im ELV-Web-Shop

#1437

Mit diesem Verstärker (Booster) kann die Ausgangsleistung von Lichtsteuergeräten mit PWM-Ausgängen erhöht werden, um auch leistungsstarke LED-Anordnungen ansteuern zu können. Durch vier unabhängige Verstärkerstufen ist der Repeater/Booster auch in RGBW-Installationen einsetzbar. Ein RGBW-Controller kann mehrere Repeater/Booster treiben, da deren Eingänge jeweils galvanisch von der Signalleitung getrennt sind.

LED ist Standard

LED-Beleuchtungen, ob zur reinen Beleuchtung oder als Dekoration, sind stark im Kommen. Zunehmend

erobern sich die LEDs dabei die Rolle der Hauptbeleuchtung. Und da geht die Tendenz wiederum angesichts der technologischen Möglichkeiten in vielen Anwendungsbereichen zur mehrfarbigen Beleuchtung, auch in höheren Leistungsbereichen.

Auch wenn LEDs im Vergleich zu Glühlampen relativ wenig Strom verbrauchen, kommt es letztlich auf die Anzahl der LEDs an. Vor allem RGB-Stripes, bei denen für jede Grundfarbe jeweils eine LED (bzw. ein LED-Chip) verwendet wird, kommen dann leicht auf einen Leistungsverbrauch von 20 bis 30 Watt pro Meter. Will man flächendeckend beleuchten, kommen die üblichen, nur für wenige Ampere ausgelegten RGB- oder RGBW-Steuergeräte schnell an ihre Leistungsgrenze. Es ist auch nicht sinnvoll, Schaltausgänge mit mehreren Ampere pro Kanal bereitzustellen, denn die hierfür notwendigen Netzteile würden dann schnell einen Bereich von größer 150 W erreichen. Außerdem müsste man dann extrem dicke Leitungsquerschnitte verwenden.

Praktischer ist es, in solchen Fällen auf Verstärker zurückzugreifen. Solche Verstärker werden in der

Geräte-Kurzbezeichnung:	LED-RGBW-RP1
Versorgungsspannung:	12–24 Vdc
Stromaufnahme:	7,2 A max.
Leistungsaufnahme Ruhebetrieb:	< 1 W
Ausgangsstrom:	1,8 A pro Kanal
Maximale Schaltleistung:	43 W pro Kanal bei 24 V/ Konstantspannungs-LEDs (ohmsche Last)
Eingänge:	12–24 V (optisch getrennt)/ max. PWM-Frequenz 20 kHz
Ansteuerung:	Pulsweitenmodulation (PWM)
Leistungsart und -querschnitt:	starre und flexible Leitung, 0,75–1,5 mm ²
Umgebungstemperatur:	5–35 °C
Lagertemperatur:	-40 bis +85 °C
Abm. (B x T x H):	89 x 99 x 26 mm
Gewicht:	85 g

Beleuchtungstechnik auch als Repeater oder Booster bezeichnet. Aufgabe solcher Verstärker ist, das ankommende PWM-Signal derart zu verstärken, dass die Helligkeitsinformation (PWM = Pulsweitenmodulation) nicht beeinträchtigt und lediglich eine Stromverstärkung vorgenommen wird.

Der hier vorgestellte Repeater/Booster erfüllt genau diese Aufgabe. Durch den Einsatz von Optokopplern sind Ein- und Ausgänge galvanisch voneinander getrennt. Jede Erweiterungseinheit ist somit elektrisch von der Quelle und weiter folgenden Einheiten (Cluster) getrennt. Voraussetzung hierfür ist der Einsatz eines separaten Netzteils pro Cluster.

Bild 1 zeigt das Blockschaltbild einer Anordnung mit RGBW-Controller, hier ist die Funktionsweise, vor allem auch die galvanische Trennung im LED-Repeater, gut zu erkennen.

Schaltung

Das Schaltbild des LED-Repeaters ist in Bild 2 zu sehen. Auf der linken Seite befinden sich die Eingänge (KL1 und KL2). Diese sind durch Optokoppler [1] galvanisch von der restlichen Elektronik getrennt. Da alle vier Kanäle identisch aufgebaut sind betrachten wir nur einen Kanal, in diesem Fall den Kanal „Rot“.

Die Quelle (Master), die mit den Eingängen verbunden ist, gibt in der Regel eine Spannung zwischen 12 V und 24 V aus. Dieses Signal ist dann pulswidenmoduliert (Rechteckspannung). Die Eingangsseite des Optokopplers besteht aus einer LED (optischer Sender), welche optisch mit einem lichtempfindlichen Transistor als Gegenüber gekoppelt ist. Hierdurch wird eine galvanische Trennung erreicht. Im hier verwendeten Optokoppler ist eine zusätzliche Ansteuerelektronik integriert, so ist er für hohe Schaltfrequenzen optimiert. Der eingangsseitige LED-Strom wird durch einen Widerstand (R4) begrenzt. Die Transildiode D1 dient als Schutz vor Spannungsspitzen (Transienten).

Der Optokoppler generiert mithilfe einer Logik ein Rechtecksignal, welches an einem Open-Collector-Ausgang zur Verfügung steht und der Wellenform

des Ursprungssignals am Eingang entspricht. Die Anstiegs- und Abfallzeiten dieses Rechtecksignals sind relativ gering, was in Bezug auf die Verlustleistung vorteilhaft ist. Der nachfolgende Transistor T3 dient als Inverter. Für die Ansteuerung der MOSFET-Endstufe T2 wird ein Push-Pull-Treiber (siehe [Elektronikwissen](#)) verwendet, der ein sauberes Schaltsignal liefert.

Die Betriebsspannung wird der Schaltung über KL5 zugeführt, sie kann im Bereich von 12 V bis 24 V liegen. Da die Eingangsspannung relativ hoch gegenüber der benötigten Versorgungsspannung für die Elektronik ist, kommt ein Schaltregler zum Einsatz, der eine stabile Spannung von 5 V erzeugt. Der Schaltungsaufwand gegenüber einem Linearregler ist zwar deutlich höher, aber hierdurch wird die Verlustleistung auf ein Minimum reduziert und es ist ein großer Eingangsspannungsbereich von 12 V bis 24 V nutzbar. Um den Schaltregler vor Verpolung der Eingangsspannung zu schützen, ist mit der Diode D5 ein Verpolungsschutz realisiert. Der PTC-Widerstand dient als reversible Sicherung und schützt die Spannungsquelle vor Überlastung im Fehlerfall. Der nachfolgende Schaltregler IC5 (Step-down-Wandler) vom Typ TPS5430 benötigt nur wenige externe Bauteile. Die wichtigsten Elemente sind die Speicherspule L1 und die Freilaufdiode D7.

Auf die detaillierte Funktion eines Step-down-Wandlers wollen wir hier nicht eingehen, da dies in zahlreichen anderen Artikeln bereits genau beschrieben ist. Die hohe Anzahl an Kondensatoren am Ein- und Ausgang dient vorwiegend zur Unterdrückung von Störspannungen, die vom Schaltregler ausgehen können.

Für die Leistungsendstufen wird die Eingangsspannung UB direkt über die Sicherung SI1 auf die Ausgangsklemme KL4 geführt.

Nachbau

Der Aufbau erfolgt auf einer doppelseitigen Platine. Die Grundlage für den Aufbau bilden die Platinenfotos (Bild 3), Bestückungspläne, Stücklisten und die im Folgenden erläuterten Detailaufnahmen.

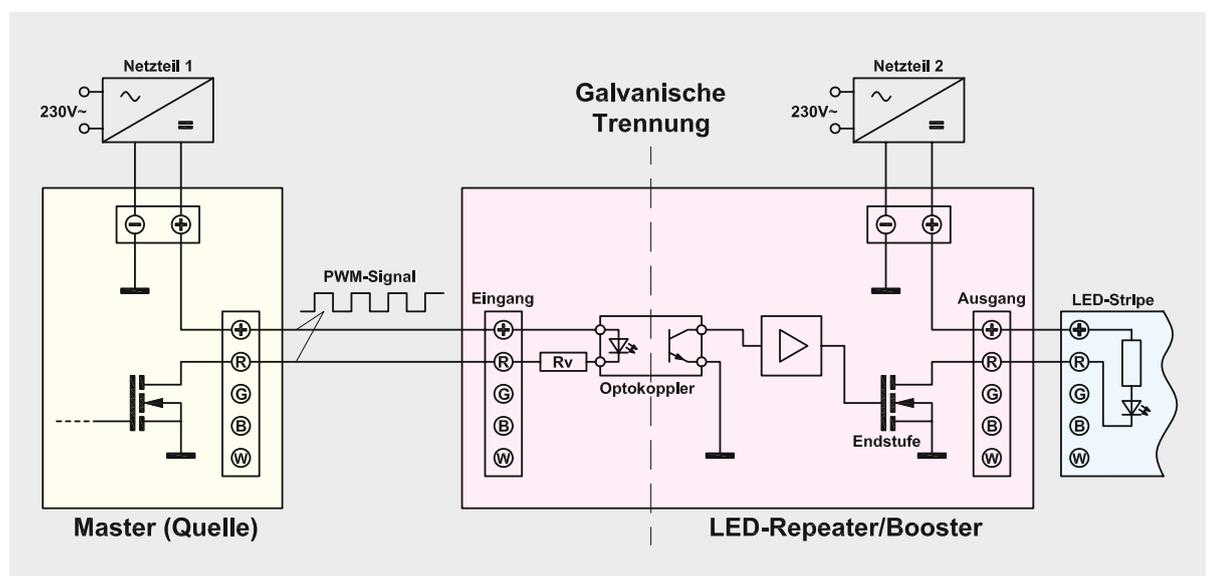


Bild 1: Im Blockschaltbild ist die Funktionsweise des RGBW-Repeaters zu erkennen.

Da alle SMD-Bauteile schon vorbestückt sind, muss man nach einer Bestückungskontrolle nur noch wenige bedrahtete Bauteile bestücken. Im ersten Arbeitsschritt werden die beiden ELKOs C6 und C10 bestückt. Hierbei ist auf die richtige Polung zu achten. Der Minusanschluss ist durch eine Strichmarkierung auf dem Gehäuseaufdruck erkennbar. Bei nicht konfektionierten Elkos ist der Pluspol durch den etwas längeren Anschlussdraht zu erkennen. Nun folgt die Bestückung der beiden Sicherungshalter (Bild 4). Diese müssen mit reichlich Lötzinn verlötet werden, damit ein möglichst niederohmiger Übergang für den relativ hohen Betriebsstrom erreicht wird. Die Anschlüsse der Widerstände R4, R8, R12 und R16 müssen auf das Rastermaß von 12,5 mm gebogen werden. Wichtig bei der Bestückung dieser Widerstände ist, dass ein

Abstand von ca. 4 mm zur Platine bleibt (Bild 5), da sich die Widerstände im Betrieb erwärmen.

Die Klemmleisten werden entsprechend des Platinenfotos eingesetzt. Hierbei ist darauf zu achten, dass KL1 und KL2 bzw. KL4 und KL5 vor dem Bestücken zusammengesteckt werden.

Beim Einsetzen der LED D1 ist deren Polung (längerer Anschluss = Anode) und die richtige Einbauhöhe zu beachten. Die Kennzeichnung auf der Platine ist durch den Aufdruck „+“ (Anode) markiert. Die Einbauhöhe ist in der Detailaufnahme (Bild 4) erkennbar.

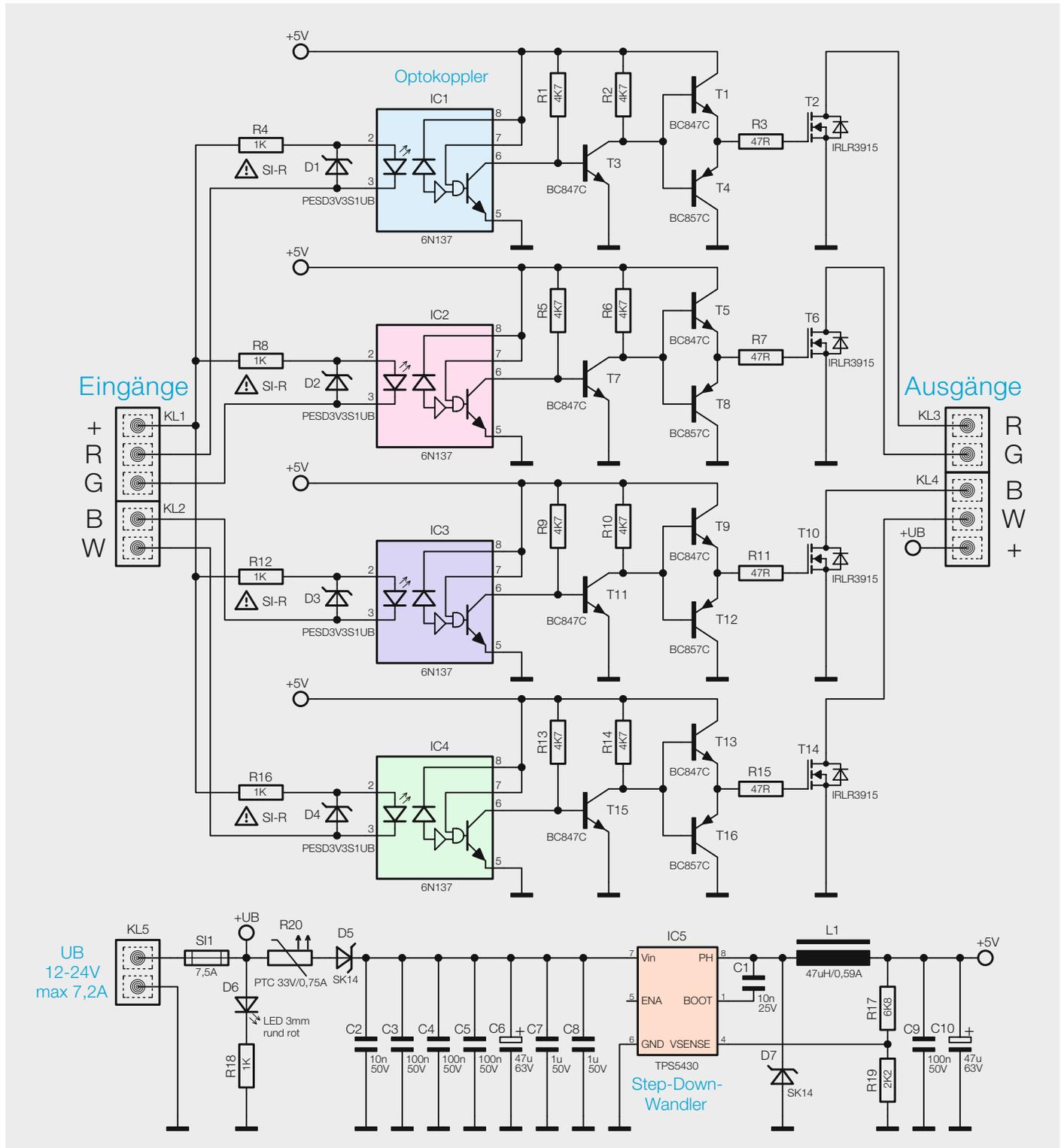


Bild 2: Das Schaltbild des Repeaters

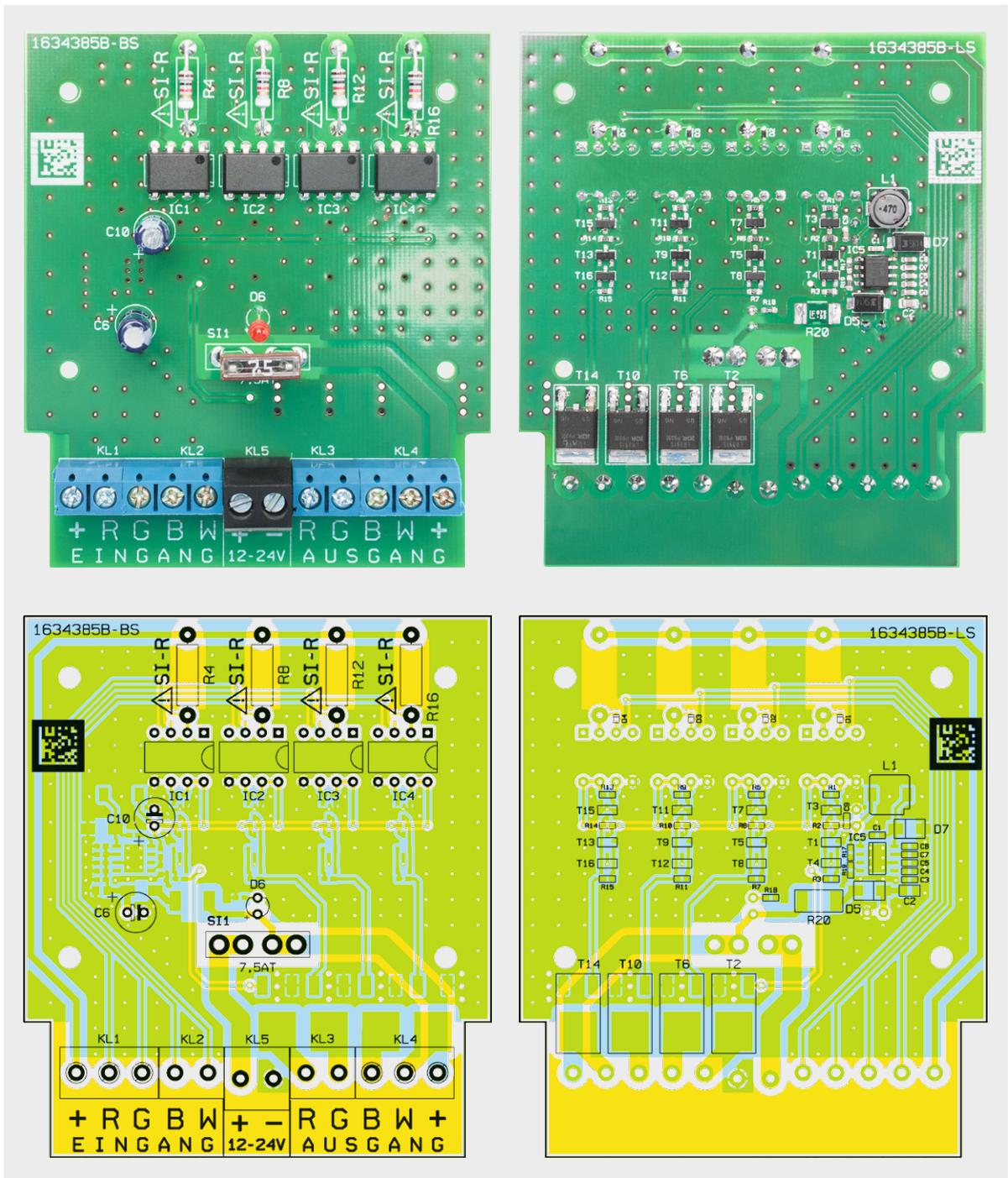


Bild 3: Die Platinenfotos der Ober- und Unterseite, darunter die zugehörigen Bestückungspläne

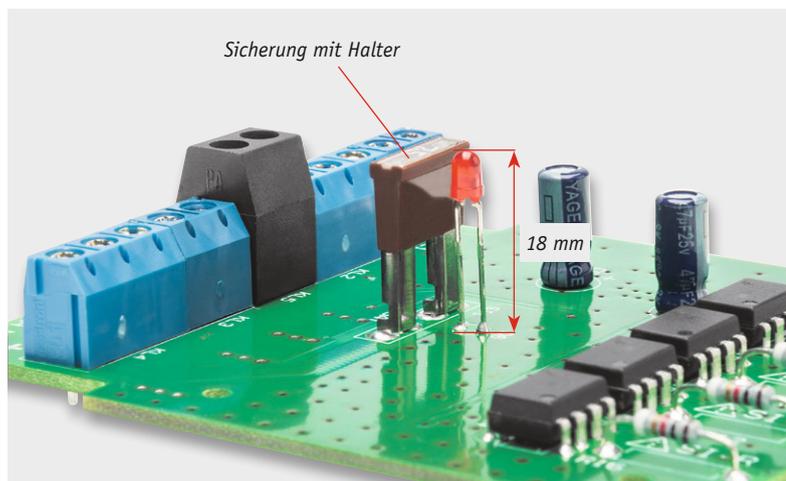


Bild 4: Die Einbauhöhe der LED beträgt 18 mm.

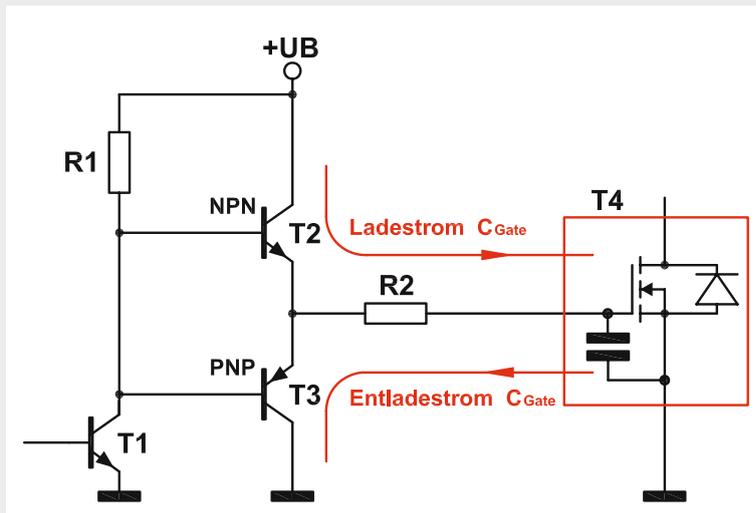
Montagevideo

#1441

QR-Code scannen oder Webcode im Web-Shop eingeben

MOSFET-Treiber (Push-Pull-Driver)

Nebenstehender Schaltungsausschnitt zeigt eine MOSFET-Treiberstufe (Englisch: Push-Pull-Driver [2, 3]). Das vereinfachte Ersatzschaltbild eines MOSFETs zeigt, dass das Gate elektrisch gesehen ein Kondensator ist, dessen Kapazität, je nach Typ, einige Nanofarad betragen kann. Damit die MOSFET-Endstufe T4 während der Schaltvorgänge nicht zu lange im Linearbetrieb arbeitet und hierdurch unnötige Verlustleistung und damit verbundene Wärme entsteht, muss C_{Gate} möglichst schnell aufgeladen und wieder entladen werden. Dies geschieht durch die beiden Transistoren T2 und T3, die jeweils als Emitterfolger geschaltet und von Transistor T1 angesteuert werden. So lange T1 sperrt, wird T2 (NPN) leitend und es fließt ein Ladestrom über T2 und R2 in das Gate des MOSFETs T4. Wird T1 wiederum leitend, sperrt T2 und der PNP-Transistor T3 wird leitend, die Spannung über



dem Gatekondensator kann sich nun über T3 und R2 entladen. Es gilt zu beachten, dass die Spannung am Gate von T4 nicht ganz der Betriebsspannung entspricht, da hier die Diodespannung (Basis-Emitter) der beiden Emitterfolger abzuziehen ist.

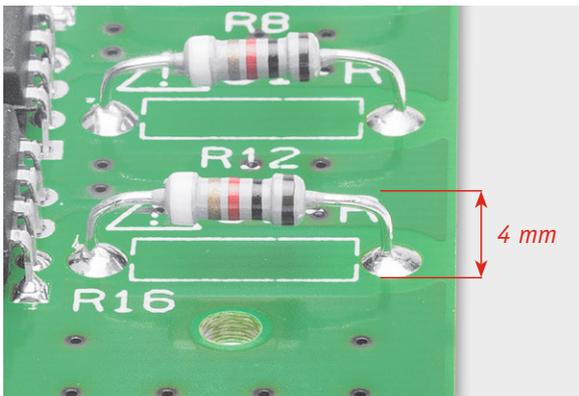


Bild 5: Die Widerstände R4, R8, R12 und R16 müssen in einem Abstand von 4 mm zur Platine montiert werden.

Nun wird die Platine in das Gehäuseunterteil eingesetzt und mit vier Schrauben 2,2 x 5 mm befestigt. Das Gehäuseoberteil wird schließlich mit zwei Schrauben 2,9 x 5 mm verschraubt.

Installation

In Bild 6 ist ein typisches Anwendungsbeispiel mit einem HomeMatic RGBW-Controller dargestellt. Als Quelle kann natürlich auch jeder andere RGB(W)-Controller zum Einsatz kommen. Es müssen auch nicht zwingend alle vier Kanäle verwendet werden. Bei RGB zum Beispiel bleibt dann ein Verstärkerkanal unbeschaltet.

Widerstände:

47 Ω /1 %/SMD/0603	R3, R7, R11, R15
1 k Ω /0,5 W/Sicherungswiderstand	R4, R8, R12, R16
1 k Ω /1 %/SMD/0603	R18
2,2 k Ω /1 %/SMD/0603	R19
4,7 k Ω /1 %/SMD/0603	R1, R2, R5, R6, R9, R10, R13, R14
6,8 k Ω /1 %/SMD/0603	R17
Polyswitch/33 V/0,75 A/SMD/1812	R20

Kondensatoren:

10 nF/SMD/0603	C1
10 nF/SMD/0805	C2
100 nF/50 V/SMD/0603	C3–C5, C9
1 μ F/50 V/SMD/0603	C7, C8
47 μ F/63 V/105 °C	C6, C10

Halbleiter:

6N137	IC1–IC4
TPS5430DDA/SMD/TI	IC5
BC847C/SMD	T1, T3, T5, T7, T9, T11, T13, T15
IRLR3915/SMD	T2, T6, T10, T14
BC857C/SMD	T4, T8, T12, T16
PESD3V3S1UB/SMD	D1–D4
SK14/SMD	D5, D7
LED/3 mm/rot	D6

Sonstiges:

Speicherdrossel, SMD, 47 μ H / 590 mA	L1
Kfz-Sicherungshalter für Mini-Flachstecksicherung, print, stehend	SI1
Mini-Flachstecksicherung für Kfz, 7,5 A	SI1
Schraubklemmleisten, 3-polig, print	KL1, KL4
Schraubklemmleisten, 2-polig, print	KL2, KL3
Schraubklemmleiste, 2-polig, print	KL5
4x Kunststoffschrauben, 2,2 x 5 mm	
Gehäuse, komplett bearbeitet und bedruckt	

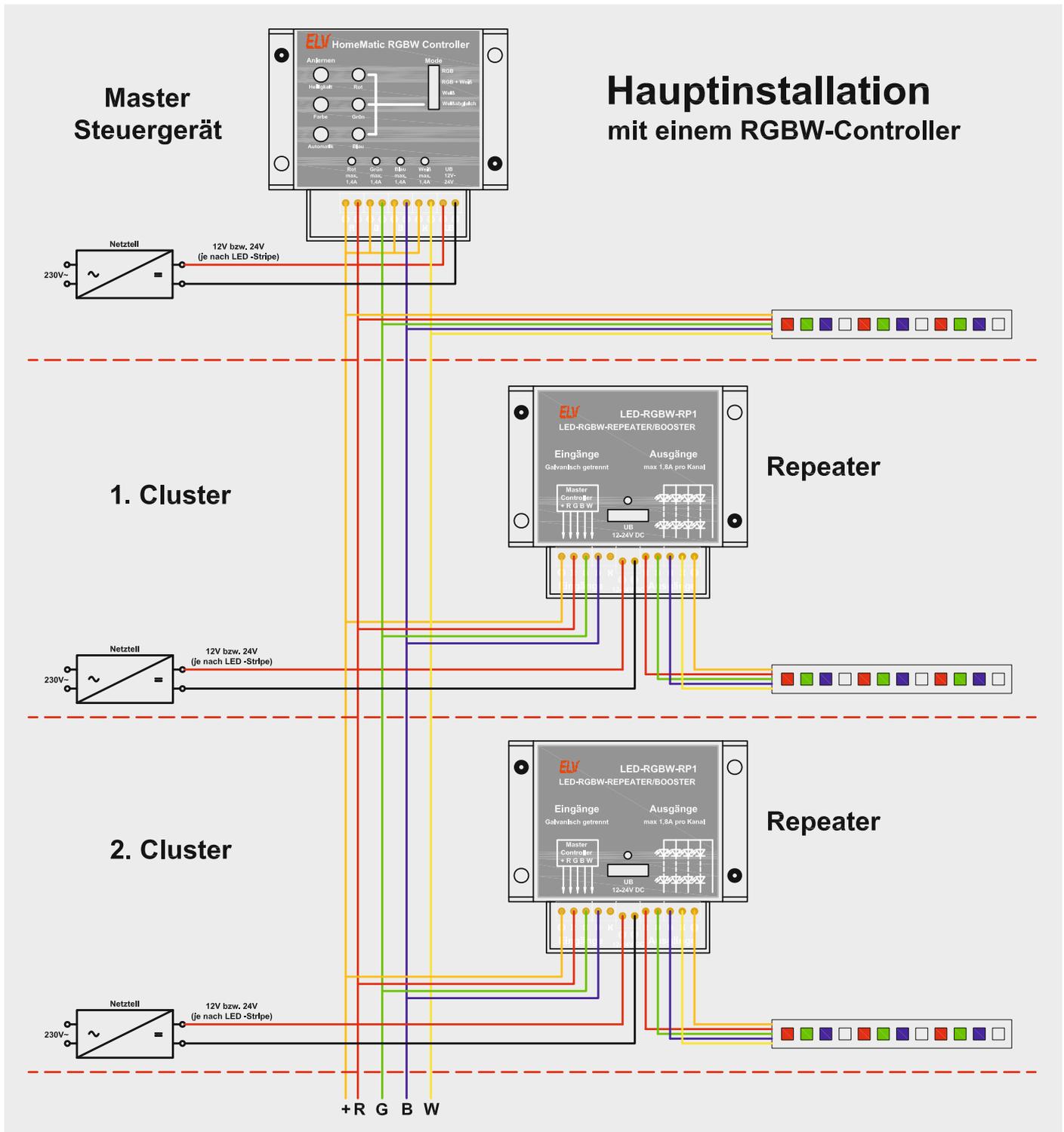


Bild 6: Die Installation des Repeaters innerhalb sogenannter Beleuchtungs-Cluster. Hier ist nochmals zu sehen, dass jeder Cluster ein eigenes Netzteil benötigt.

Wichtig: Das angeschlossene Netzteil muss entsprechend der angeschlossenen Last genügend Strom liefern können. Werden LEDs mit einer Betriebsspannung von 12 V verwendet, ist auch ein Netzteil mit einer Ausgangsspannung von 12 V, bei 24-V-Stripes entsprechend ein 24-V-Netzteil zu verwenden. Es ist außerdem auf einen genügend großen Leitungsquerschnitt (0,75–1,5 mm²) zu achten, denn es kann ein Gesamtstrom von bis zu 7,2 A fließen.

Wie man in Bild 6 erkennt, besitzt jede Erweiterungseinheit (Cluster) ein eigenes Netzteil. Eine Leistung von max. 140 W pro Cluster ist optimal, da zum einen

die Netzteile recht günstig sind und zum anderen der Leitungsquerschnitt nicht übermäßig groß wird.



Weitere Infos:

- [1] <https://de.wikipedia.org/wiki/Optokoppler>
- [2] https://en.wikipedia.org/wiki/Push-pull_output
- [3] <https://de.wikipedia.org/wiki/Gate-Treiber>