



Diese praktische und sehr schnell aufzubauende Schaltung kann zum Schalten und Dimmen von LEDs bzw. LED-Stripes oder anderen LED-Beleuchtungen eingesetzt werden. Der Dimmer wird einfach in die Zuleitung montiert und erlaubt dann mittels eines Tasters das bequeme Ein-/Ausschalten bzw. das Dimmen von LED-Beleuchtungen.

LED-Beleuchtungen universell einsetzen

Moderne LEDs erreichen ja heute bereits beachtliche Leuchtstärken, die man bei manchen Anwendungen, wie bei den Glühlampen, nicht immer benötigt. Deshalb sind auch hier Dimmer das Mittel der Wahl, um die Leuchtstärke einzustellen. Die bisherigen Dimmer und einstellbaren Stromquellen des ELV-Programms sind von der Konzeption her eher nicht dafür geeignet, im täglichen Betrieb etwa durch Familienmitglieder benutzt zu werden, hier erfolgt in der Regel eine einmalige Einstellung und dann eine (auch örtliche) Einbindung in die LED-Installation. Will man allerdings einen Dimmer im täglichen Betrieb für jedermann benutzen, muss dieser bequem erreichbar und bedienbar und natürlich Wohnumfeld-kompatibel



Bild 1: Kompakt und einfach bedienbar – der LED-Kabeldimmer

Vorteile des Kabeldimmers:

- kompaktes Gehäuse
- kann direkt in die Zuleitung montiert werden – ähnlich einem Schnurdimmer
- letzter Helligkeitswert wird auch bei Stromausfall gespeichert
- schaltet bis zu 36 W (24 V/1,5 A)

sein. Genau das ist unser kleiner Kabeldimmer (Abbildung 1). Untergebracht in einem kompakten Gehäuse, wird er, wie die bekannten Glühlampen-„Schnurdimmer“, einfach in das Zuleitungskabel zur Leuchte eingeschleift und ist bequem in Reichweite platzierbar. Mit nur einem Taster kann man LED-Anordnungen ein- und ausschalten oder aber in der Helligkeit einstellen. Der aktuelle Helligkeitswert wird dabei auch ohne Betriebsspannung, d. h., bei ausgeschalteter Beleuchtung, in einem EEPROM gespeichert, so dass die einmal gewählte Helligkeitsstufe bei jedem Einschalten sofort wieder eingestellt ist – man muss also

Technische Daten: LKD1	
Spannungsversorgung:	12–24 V _{DC}
Stromaufnahme (Leerlauf):	8 mA
Ausgang:	max. 1,5 A
Schaltmöglichkeiten:	Ein/Aus/Dimmen
Abmessungen (Gehäuse):	31 x 56 x 24 mm

nicht jedes Mal die gewünschte Helligkeit neu einstellen, z. B. bei einer Fernseh- oder einer anderen Ambiente-Beleuchtung. Auf diese Weise kann man auch LED-Leuchten für mehrere Zwecke nutzen – gedimmt als Hintergrund- oder Allgemeinbeleuchtung, mit voller Leistung als Leseleuchte.

Schaltung

Das Schaltbild des Kabeldimmers ist in Abbildung 2 dargestellt. Die Helligkeitseinstellung der an KL 2 angeschlossenen LED(s) wird durch eine Pulsweitenmodulation (PWM) realisiert. Die Helligkeit ergibt sich durch die Einschaltdauer, also durch das Puls-Pausen-Verhältnis, der Versorgungsspannung. Hierzu ist ein Rechtecksignal mit veränderbarem Tastverhältnis erforderlich. Dieses Signal wird von einem kleinen Mikrocontroller (IC 3) vom Typ ATtiny15 generiert. Zum Ein- bzw. Ausschalten des Ausgangs wird ein MOSFET (T 1) verwendet, der durch seinen niedrigen Einschaltwiderstand (RDS-ON) ein fast verlustfreies Schalten erlaubt und somit eine Erwärmung der Schaltung verhindert.

Die Bedienung erfolgt über den Taster TA 1 (ON/OFF/DIM). Jeweils ein kurzer Tastendruck genügt, um die Last ein- bzw. auszuschalten (Toggle-Funktion). Die Dimm-Funktion wird durch einen längeren Tastendruck ausgelöst (>1 Sek.). Als op-

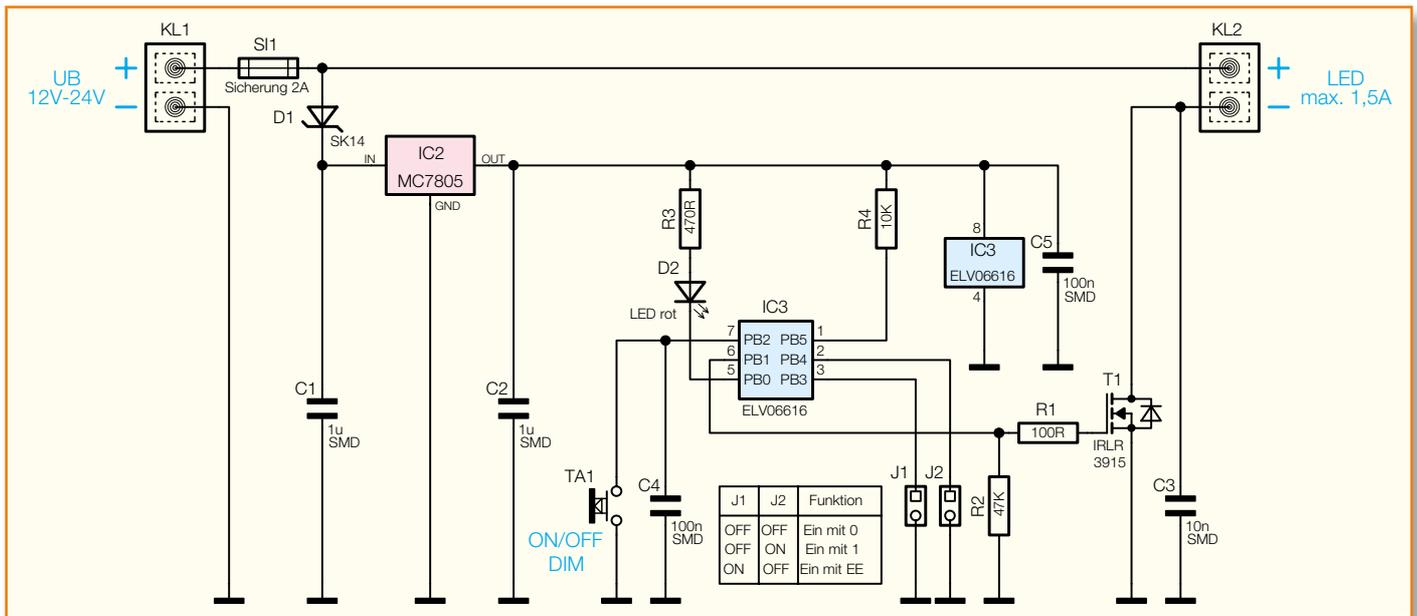


Bild 2: Schaltbild des Kabeldimmers

tische Kontrolle, ob der Ausgang aktiv ist oder nicht, dient die LED D 2. Ein Blinken der LED signalisiert den Dimm-Vorgang.

Mit den beiden Jumpern J 1 und J 2 wird festgelegt, wie sich der Ausgang nach dem Anlegen der Betriebsspannung (Reset) verhalten soll. Dabei gibt es folgende Optionen:

- Ausgang ist ausgeschaltet,
- Ausgang ist auf volle Helligkeit (100 %) geschaltet oder
- der letzte im EEPROM gespeicherte Helligkeitswert wird ausgegeben.

Die Speicherung des Helligkeitswertes im EEPROM erfolgt automatisch, sobald die Helligkeit verändert wird.

Der Spannungsregler IC 2 erzeugt aus der Spannungsversorgung an KL 1 eine stabile Betriebsspannung von 5 V für den Controller. Die Schaltung ist mit einer SMD-Sicherung (SI 1) gegen Überlastung abgesichert. Die Diode D 1 schützt den Spannungsregler vor Verpolung der Betriebsspannung.

Nachbau

Die Platine wird bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, so dass nur die bedrahteten Bauteile bestückt werden müssen und der mitunter mühsame Umgang mit den kleinen SMD-Bauteilen somit entfällt. Hier ist lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig.

Lediglich die beiden Stiftleisten für die Jumper, die Anschlussklemmen sowie der Taster sind zu bestücken. Die Bauteile werden jeweils auf der gegenüberliegenden Platineseite verlötet, wobei darauf zu achten ist, dass die Bauteile plan auf der Platine aufliegen, um eine hohe mecha-

nische Stabilität im späteren Betrieb zu erreichen. So werden mechanische Kräfte, etwa beim Betätigen des Tasters, nicht auf die empfindlichen Lötkontakte, sondern auf die Platine übertragen.

Nachdem die Platine so weit aufgebaut ist, erfolgt der Einbau in das Gehäuse. Im Gehäuseoberteil wird zunächst der Lichtleiter mit etwas Kleber befestigt. Durch die beiden Bohrungen in der Platine, die sich jeweils vor den Anschlussklemmen befinden, werden nun Kabelbinder gefädelt, mit denen später die Anschlussleitungen gegen Zug gesichert werden. Die Platine ist so einzusetzen, dass sich die LED genau unterhalb des Lichtleiters befindet.

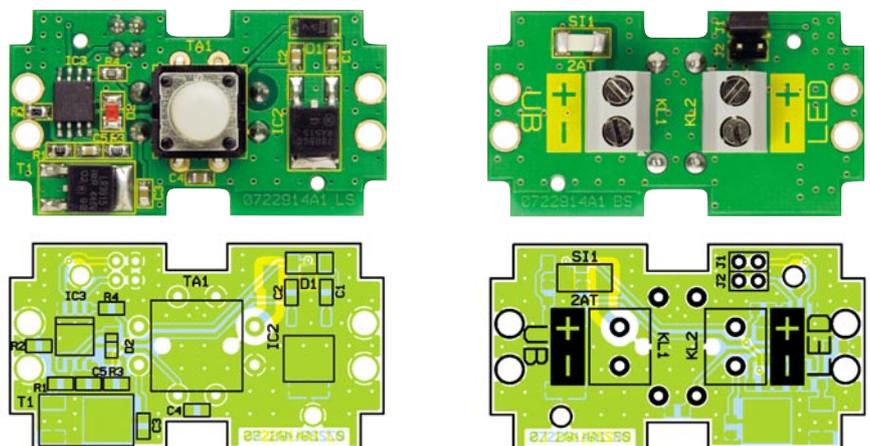
Anschließend wird die Platine mit zwei Schrauben befestigt. Als Knickschutz für die beiden Zuleitungen dienen die Gummidurchführungen, die in die seitlichen Gehäuseaussparungen eingesetzt werden.

Das Zusammensetzen der beiden Gehäusehälften geschieht durch einfaches Zusammendrücken der beiden Gehäusehälften.

Installation

In Abbildung 3 ist das Anschlussschema für den Dimmer dargestellt. Als Versorgungsspannung kann eine Gleichspannung zwischen 12 V und 24 V gewählt werden, die in erster Linie von den verwendeten LEDs abhängt. Natürlich muss das Netzteil auch die erforderliche Leistung liefern können.

Beim Anschluss der LED(s) sollte man einige Punkte beachten. LEDs dürfen niemals ohne entsprechenden Vorwiderstand betrieben werden. Ob man jedoch einen Vorwiderstand einsetzen muss oder nicht, hängt von den verwendeten LEDs bzw. LED-Anordnungen ab. Bei handelsüblichen LED-Stripes ist in den allermeisten Fällen kein zusätzlicher Vorwiderstand (R_V) erforderlich, da sich diese Vorwiderstände schon auf den LED-Platinen befinden. Beim Anschluss einzelner bzw. in Gruppen zusammengefasster LEDs ist jedoch



Ansicht der fertig bestückten Platine des Kabeldimmers mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

**Stückliste:
LED-Kabeldimmer LKD1**

Widerstände:

100 Ω/SMD/0805	R1
470 Ω/SMD/0805	R3
10 kΩ/SMD/0805	R4
47 kΩ/SMD/0805	R2

Kondensatoren:

10 nF/SMD/0805	C3
100 nF/SMD/0805	C4, C5
1 µF/SMD/0805	C1, C2

Halbleiter:

MC7805CDT/SMD	IC2
ELV06616/SMD	IC3
IRLR3915/SMD.....	T1
SK14/SMD.....	D1
LED, SMD, Rot, low current.....	D2

Sonstiges:

- Schraubklemmleiste, 2-polig, print..... KL1, KL2
- Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein..... TA1
- Tastkappe, 10 mm, Grau..... TA1
- Sicherung, 2 A, träge, SMD..... SI1
- Stiftleiste, 1 x 2-polig, gerade, print..... J1, J2
- 1 Jumper, geschlossene Ausführung
- 1 Lichtleiter
- 2 Kabel-Durchführungstüllen
- 2 Kabelbinder, 90 mm
- 2 Kunststoffschrauben, 2,2 x 6 mm
- 1 Gehäuse, komplett, Schwarz, bearbeitet und bedruckt

immer ein entsprechender Vorwiderstand einzusetzen. Der Widerstandswert von R_v ist zum einen von der Betriebsspannung U_B und zum anderen von der Anzahl der in Reihe geschalteten LEDs bzw. von deren Flussspannung abhängig. Es hat sich gezeigt, dass ein LED-Strom von ca. 15 bis 20 mA optimal ist, abhängig natürlich von

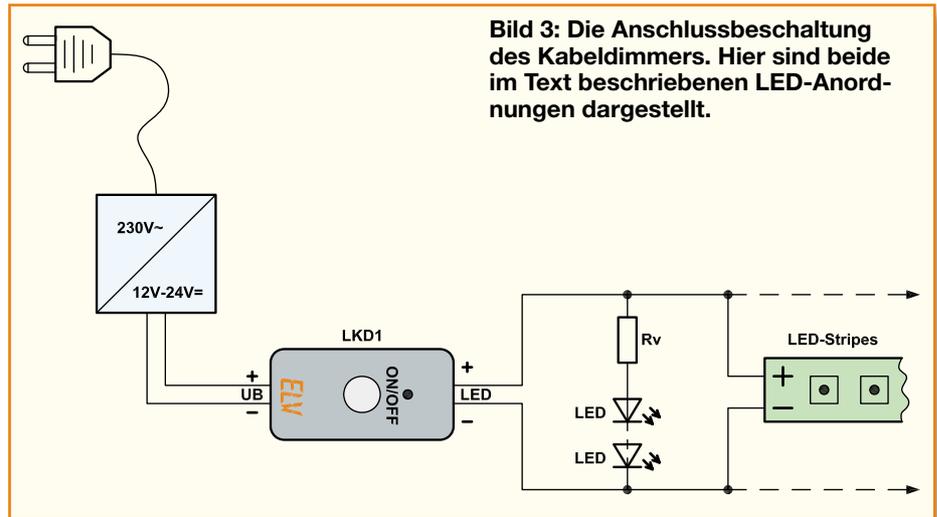


Bild 3: Die Anschlussbeschaltung des Kabeldimmers. Hier sind beide im Text beschriebenen LED-Anordnungen dargestellt.

den Herstellerangaben für den maximalen Flussstrom. In der Tabelle 1 sind für verschiedene Kombinationen aus Anzahl der LEDs und Betriebsspannung U_B die Widerstandswerte für R_v angegeben. Hierbei wird auch unterschieden, ob es sich um LEDs mit relativ niedriger Flussspannung (1,8 V) handelt, wie es bei „normalen“ farbigen LEDs der Fall ist, oder ob die Flussspannung im Bereich von 3 V bis 3,5 V liegt wie bei superhellen LEDs oder bei den LED-Farben Weiß, Blau oder Supergrün. Im Zweifelsfall sollte man die technischen Daten der LEDs heranziehen.

Es können natürlich mehrere solche Kombinationen aus LEDs und Vorwiderstand wiederum parallel geschaltet werden, bis der maximale Ausgangsstrom von 1,5 A erreicht ist. Bei einer Betriebsspannung von 24 V können somit maximal 50 LEDs angeschlossen werden, was auch den Anschluss von mehreren LED-Clustern oder Streifenmodulen möglich macht.

Bedienung

Das einzige Bedienelement der Schaltung ist die Taste TA 1. Durch kurzes Drücken des Tasters wird die Last ein- bzw. durch

nochmaliges Drücken wieder ausgeschaltet (Toggle-Funktion).

Soll die Dimm-Funktion genutzt werden, ist die Taste länger als 1 Sekunde zu drücken. Solange die Taste gedrückt bleibt, wird die Helligkeit herauf- bzw. herabgedimmt. Dies wird durch Blinken der LED signalisiert. Sind die Min./Max.-Werte erreicht, geht das Blinken der LED in Dauerleuchten über. Möchte man die Dimmrichtung ändern, lässt man die Taste kurz los und drückt sie dann erneut. Die Dimmrichtung wird bei jedem „Loslassen“ der Taste geändert.

Mit den Jumpers J 1 und J 2 wird festgelegt, wie sich die Schaltung nach dem Anlegen der Betriebsspannung verhalten soll. In Tabelle 2 sind die Zuordnungen dargestellt. ELV

Tabelle 2: Zuordnung der Jumperstellungen zu den Funktionen

J 1	J 2	Ausgangszustand nach Anlegen von U_B
OFF	OFF	Ausgang abgeschaltet
OFF	ON	Ausgang eingeschaltet
ON	OFF	Letzter gespeicherter Helligkeitswert wird wiederhergestellt

Tabelle 1: Vorwiderstände entsprechend LED-Typ und Betriebsspannung

Anzahl der LEDs in Reihe	Widerstand R_v bei $U_B = 12 V$ ($I_F = 15 mA$)		Widerstand R_v bei $U_B = 24 V$ ($I_F = 15 mA$)	
	$U_F = 1,8 V$ bis 2,3 V Farbe: Rot/Gelb/Grün	$U_F = 3 V$ bis 3,5 V Farbe: Weiß/Blau/Supergrün	$U_F = 1,8 V$ bis 2,3 V Farbe: Rot/Gelb/Grün	$U_F = 3 V$ bis 3,5 V Farbe: Weiß/Blau/Supergrün
1	680 Ω	560 Ω	1,5 kΩ	1,3/1,5 kΩ
2	470 Ω	390 Ω	1,2 kΩ	1,2 kΩ
3	330 Ω	150 Ω	1,0 kΩ	910 Ω
4	180 Ω	nicht möglich	910 Ω	750 Ω
5	nicht möglich	nicht möglich	820 Ω	470 Ω
6	nicht möglich	nicht möglich	680 Ω	270 Ω
7	nicht möglich	nicht möglich	560 Ω	nicht möglich
8	nicht möglich	nicht möglich	390 Ω	nicht möglich
9	nicht möglich	nicht möglich	220 Ω	nicht möglich