



# Dimmer für LED-Module

**Mit modernen LED-Anordnungen lassen sich vielerlei Leucht- und Beleuchtungseffekte erzielen. Speziell bei leuchtstarken Konfigurationen wie LED-Cluster oder LED-Stripes stellt sich schnell die Frage nach der Möglichkeit des Dimmens der Helligkeit dieser Anordnungen. Unser kleines Dimmer-Projekt löst genau diese Aufgabe. Durch die Pulsweitenregelung arbeitet die Steuerelektronik fast verlustleistungsfrei. Über einen Klemmanschluss kann zudem ein externes Potentiometer zur Helligkeitseinstellung angeschlossen werden, so dass man die Bedienung örtlich getrennt von der eigentlichen Steuerelektronik vornehmen kann.**

## Gezähmte Strahlkraft

LEDs erobern immer weitere Anwendungsbereiche, schon können sie zahlreiche Beleuchtungsaufgaben von den Glühlampen übernehmen. Dies gilt natürlich besonders in den Bereichen, wo es weniger auf die Beleuchtung im Sinne hellen Lichts als auf die Erzeugung eines bestimmten Ambientes ankommt. Hier kann man mit wenig Aufwand eine große optische Wirkung erzielen, etwa mit farbigem Licht, mit Spots, Licht-Umrahmungen usw. Und gerade da, wo ein bestimmtes Ambiente

erzeugt werden soll, erscheinen moderne LED-Anordnungen mit ihren hohen Leuchtstärken oft schon zu grell bis hin zur Aufdringlichkeit. Ergo macht ein Dimmer hier Sinn. Der soll natürlich den Vorteilen der LEDs, die u.a. im nahezu kalt erzeugten Licht liegen, entsprechen. Das heißt nicht, überschüssige Leistung durch einen Linearregler einfach vernichten, sprich Wärme erzeugen, sondern möglichst verlustlos. Dies gelingt mit der Pulsweitenregelung, für die ein so genannter Puls-Weiten-Modulator (PWM) eingesetzt wird. Hierbei erfolgt ein periodisches Ein- und Ausschalten des Verbrauchers in schneller

Folge mit einem variierbaren Verhältnis zwischen Einschaltzeit und Ausschaltzeit (Puls-/Pausen-Verhältnis, 0 bis 100 %) der angeschlossenen Last. Dies geschieht mit einer Frequenz, die das menschliche Auge nicht mehr wahrnehmen kann (ca. 150 Hz). Das so getäuschte Auge nimmt die mehr oder weniger langen Einschaltzeiten der Lichtquelle dann als mehr oder minder hohe Helligkeit wahr.

Der wesentliche Vorteil hierbei ist, dass der Schalttransistor nicht im erwähnten Linearbetrieb arbeitet, sondern als Schalter, der die Last (Verbraucher) „nur“ ein- und ausschaltet. Hierdurch bleibt die Verlustleistung am Schalttransistor sehr gering – die Schaltung arbeitet nahezu verlustfrei, erzeugt also fast keine Abwärme.



**Bild 1: LED-Cluster bestehen aus vielen Einzel-LEDs, die zusammen eine enorme Leuchtkraft entwickeln können. LED-Stripes eignen sich hervorragend zur Dekorationsbeleuchtung und für Markierzwecke**

### Technische Daten

Spannungsversorgung: .....	12 V bis 24 V / DC
Stromaufnahme (Leerlauf): .....	4 mA
Ausgangsstrom: .....	max. 1,5 A
Sonstiges: .....	externes Potentiometer (optional)
Abmessungen: .....	71 x 47 mm

Die damit verbundenen Vorteile liegen auf der Hand – man muss kaum auf Einbaorte Rücksicht nehmen, da die Wärmezeugung der Steuerschaltung vernachlässigbar gering ist.

Unsere LED-Dimmerschaltung basiert auf diesem Schaltungsprinzip. Sie arbeitet mit 12 bis 24 V Gleichspannung und kann LED-Anordnungen mit einer Gesamtstromaufnahme von bis zu 1,5 A ansteuern. Damit sind gleich mehrere der beliebten Cluster (LED-Scheinwerfer aus einer Vielzahl LEDs) oder LED-Streifen (LED-Streifenanordnungen, vorwiegend für dekorative Zwecke) gleichzeitig in der Helligkeit steuerbar, etwa die gesamte Effektbeleuchtung einer Vitrine. Abbildung 1 zeigt einige Beispiele für derartige LED-Anordnungen.

Die Helligkeitseinstellung erfolgt mit einem Potentiometer auf der Steuerplatine. Meist wird man die Schaltung jedoch so installieren wollen, dass sie sich räumlich direkt in die Gesamtverkabelung einfügt. Um dennoch in diesem Falle bequem die Helligkeit einstellen zu können, ist ein externes Potentiometer anschließbar, das man dann bequem erreichbar platzieren kann.

Aufgrund des unkomplizierten Nachbaus ohne Einsatz von SMD-Bauelementen eignet sich das Dimmer-Projekt hervorragend als Einsteigerprojekt.

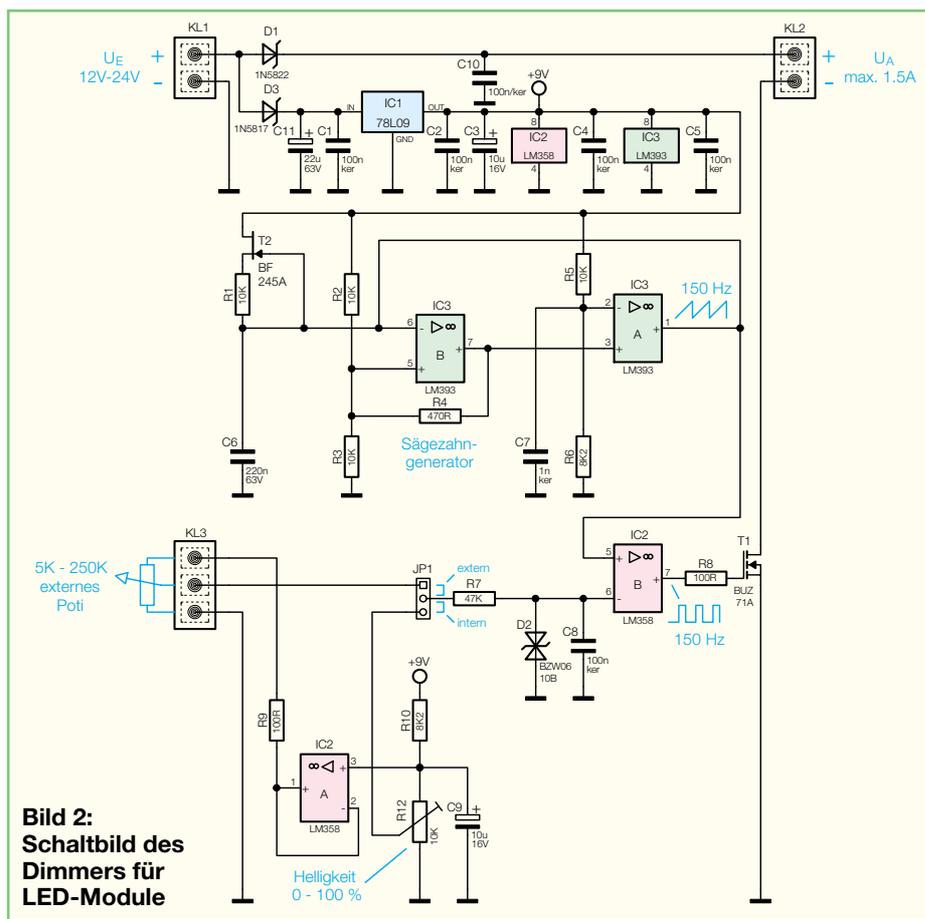
## Schaltung

Die Schaltung des LED-Dimmers ist in Abbildung 2 dargestellt.

Wesentlicher Bestandteil des PWM-Modulators ist der Sägezahn-Oszillator, der mit den beiden OPs IC 3 A und IC 3 B und entsprechender Peripherieschaltung aufgebaut ist. Der Transistor T 2 und der Widerstand R 1 bilden eine einfache Stromquelle, die einen konstanten Ladestrom in den Kondensator C 6 schickt. Durch den konstanten Ladestrom steigt die Spannung am Kondensator linear an.

Der Komparator IC 3 B vergleicht die Spannung am Kondensator C 6 mit der durch den Spannungsteiler R 2 und R 3 vorgegebenen Spannung von 4,5 V (Schwelle) an Pin 5 (IC 3 B). Ist die Spannung an C 6 höher als 4,5 V, schaltet der Ausgang (Pin 7) des Komparators auf Low-Pegel. Hierbei muss gesagt werden, dass dieser Ausgang ein Open-Collector-Ausgang ist und somit nur nach Masse schalten kann. Sobald also der Komparator-Ausgang nach Masse schaltet, wird der Widerstand R 4 parallel zu R 3 geschaltet. Die Schwellenspannung des Komparators IC 3 B ändert sich hierdurch auf etwa 0,4 V.

Das Ausgangssignal (Pin 7) vom ersten Komparator gelangt auf den nachgeschalteten zweiten Komparator IC 3 A. Bei diesem Komparator liegt die Schwellenspanne



**Bild 2:**  
Schaltbild des Dimmers für LED-Module

bei ca. 4 V, sie wird von R 5 und R 6 bestimmt. Der Ausgang dieses Komparators wechselt praktisch zeitgleich mit IC 3 B auf Low (Masse). Der Kondensator C 6 wird nun schlagartig über den internen Transistor (Open-Collector) an Pin 1 entladen. Die beiden Komparatoren wechseln nun wieder in den am Anfang beschriebenen Zustand zurück, wodurch der Ladevorgang von C 6 wieder von Neuem beginnt.

An Pin 1 von IC 3 A steht damit eine Sägezahnspannung mit einer Frequenz von ca. 150 Hz an, die auf den Komparator IC 2 B geführt wird. Je nach Stellung des Jumpers JP 1 kann nun mittels des Trimmers R 12 oder eines externen Potentiometers die Spannung am Minus-Eingang Pin 6 des Komparators IC 2 B verändert werden. Hierdurch verändert sich, bedingt durch die Sägezahnspannung an Pin 5, das Puls-Pausenverhältnis am Ausgang Pin 7 (IC 2). Über den Widerstand R 8 gelangt das so generierte Schaltsignal auf den Schalttransistor T 1, der dann den angeschlossenen Verbraucher schaltet.

Der als Spannungsfolger geschaltete OP IC 2 A erzeugt eine gepufferte Spannung für das externe Potentiometer, welches über die Anschlussklemme KL 3 angeschlossen wird.

Im oberen Teil des Schaltbildes ist die Spannungsversorgung der Schaltung zu sehen. An KL 1 wird die Betriebsspannung

zugeführt, die je nach LED-Anwendung zwischen 12 V und 24 V DC liegen kann.

Die beiden Dioden D 1 und D 3 schützen die Schaltung bzw. den Transistor T 1 vor Verpolung. Mit dem Spannungsregler IC 1 wird eine stabile Betriebsspannung von 9 V für die Schaltung erzeugt.

## Nachbau

Der Aufbau der Schaltung erfolgt auf einer doppelseitigen, jedoch einseitig zu bestückenden Platine mit den Abmessungen 71 x 47 mm. Durch die ausschließliche Bestückung mit bedrahteten Bauelementen ist der Nachbau auch für den Einsteiger einfach zu realisieren.

Die Bestückung erfolgt anhand der Stückliste und des Bestückungsplanes, wobei man mit den niedrigen Bauteilen, also hier den Widerständen und Dioden, beginnt. Deren Anschlussdrähte werden entsprechend dem Rastermaß abgewinkelt, in die dafür vorgesehenen Bohrungen gesteckt und anschließend auf der Platinenunterseite verlötet. Die überstehenden Drahtenden schneidet man mit einem Seitenschneider ab, ohne die Lötstelle selbst zu beschädigen. Bei den Halbleitern und den Elkos ist auf richtige Polung bzw. Einbaulage zu achten: Die Dioden (außer D 2) sind an der Katode mit einem Farbring gekennzeichnet, die Elkos tragen eine Markierung am Minuspol, und die Einbaulage der Transis-

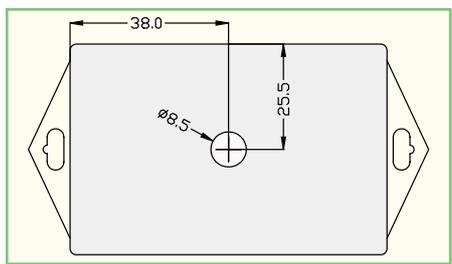
toren ergibt sich aus der Anordnung der Bestückungslöcher und dem Platinendruck.

Bevor der Transistor T 1 bestückt wird, sind seine Anschlüsse im Abstand von 2,5 mm zum Gehäusekörper um 90° nach unten abzuwinkeln (siehe auch Platinenfoto). So vorbereitet, ist T 1 dann liegend zu bestücken und mit einer Schraube M3 x 8 mm, Fächerscheibe und Mutter auf der Platine festzuschrauben, bevor man die Anschlüsse verlötet.

Zum Schluss sind die drei Schraubklemmen, der Trimmer R 12 sowie die 3-polige Stiftleiste einzusetzen.

Damit ist der Aufbau der Schaltung beendet.

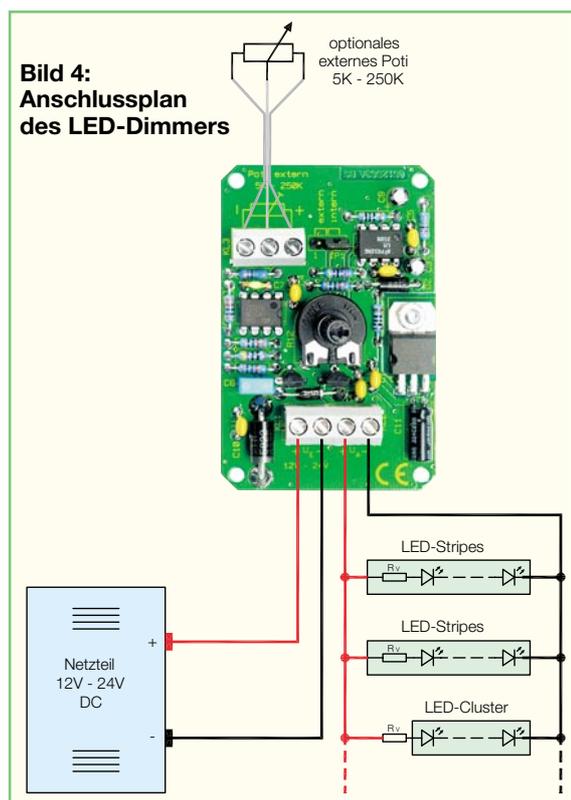
Die Stiftleiste ist mit einem Jumper in der Stellung „Intern“ zu bestücken.



**Bild 3: Maßzeichnung für die Gehäusebohrung**

#### Gehäuseeinbau

Für den Gehäuseeinbau steht ein unbearbeitetes Gehäuse zur Verfügung. Hier sind noch die Bohrungen für den Trimmer und die seitlichen Kabelzuführungen einzubringen. Die genaue Position der Bohrung ( $\varnothing 8,5$  mm) ist in der Abbildung 3 dargestellt.



**Bild 4: Anschlussplan des LED-Dimmers**

#### Ansicht der fertig bestückten Platine des Dimmers mit zugehörigem Bestückungsplan



#### Hinweise zur Inbetriebnahme

Die Betriebsspannung der Schaltung richtet sich nach den verwendeten LEDs bzw. LED-Einheiten. LED-Cluster sind in der Regel für 12 Volt ausgelegt, während es LED-Stripes sowohl in 12-V- als auch in 24-V-Ausführungen gibt.

#### Wichtig!

Einer LED bzw. einer Reihenschaltung aus mehreren LEDs muss immer ein Widerstand zur Strombegrenzung vorgeschaltet sein (Ausnahme: Betrieb an einer Konstantstromquelle). Bei den LED-Stripes befinden sich diese Widerstände in den meisten Fällen bereits auf der Platine, so dass man hier keine Vorkehrungen treffen muss. Anders sieht es bei den LED-Clustern aus. Hier wird fast immer ein Vorwiderstand ( $R_v$ ) benötigt, dessen Wert im Datenblatt des Clusters angegeben ist.

In der Abbildung 4 ist ein Anschlussplan des Dimmers mit Netzteil und verschiedenen Verbrauchern (inklusive deren Vorwiderständen) dargestellt.

Soll die Helligkeitseinstellung nicht mit dem auf der Platine befindlichen Trimmer, sondern mit einem von der Platine abgesetzten Potentiometer (Trimmer) vorgenommen werden, ist dieses Potentiometer, wie in Abbildung 4 dargestellt, an die Anschlussklemme KL 3 anzuschließen. Die Zuleitung sollte dabei nicht länger als 3 Meter sein. Der Widerstandswert des Potentiometers kann im Bereich von 5 bis 250 k $\Omega$  liegen. Der Jumper ist in diesem Fall auf die Position „Extern“ zu stecken.

#### Stückliste: Dimmer für LED-Module

##### Widerstände:

100 $\Omega$ .....	R8, R9
470 $\Omega$ .....	R4
8,2 k $\Omega$ .....	R6, R10
10 k $\Omega$ .....	R1–R3, R5
47 k $\Omega$ .....	R7
PT15, liegend, 10 k $\Omega$ .....	R12

##### Kondensatoren:

1nF/ker .....	C7
100 nF/ker .....	C1, C2, C4, C5, C8, C10
220 nF/63 V/MKT .....	C6
10 $\mu$ F/16 V .....	C3, C9
22 $\mu$ F/63 V .....	C11

##### Halbleiter:

78L09 .....	IC1
LM358 .....	IC2
LM393 .....	IC3
BUZ71A .....	T1
BF245A .....	T2
1N5822 .....	D1
BZW06-10B .....	D2
SB120 (1N5817) .....	D3

##### Sonstiges:

- Schraubklemmleiste, 2-polig .....
- Schraubklemmleiste, 3-polig .....
- Stiftleiste, 1 x 3-polig, gerade, print .....
- Jumper .....
- 1 Trimmer-Steckachse, 11,7 mm
- 1 Aufsteckdrehknopf, 16,5 mm, schwarz
- 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm
- 1 Mutter, M3
- 1 Fächerscheibe, M3