

LED-Dummy – der LED-Simulator

Geht beim Testen einer Ansterelektronik für Power-LEDs etwas schief, ist unter Umständen die teure Power-LED kaputt. Der LED-Dummy dient als unverwüchtlicher LED-Ersatz für Power-LEDs, die Baugruppe kann zum Testen, z. B. von neuen LED-Treibern, verwendet werden, ohne dabei die wertvollen LEDs einsetzen zu müssen.

Lebensversicherung für LEDs

Power-LEDs erfreuen sich zunehmender Beliebtheit, unter anderem auch im Bereich der Hobbyelektronik. Immer höhere Leistungen erfordern aber auch zunehmend ausgefeiltere Ansterelektroniken und Kühlmaßnahmen. Die Ansterelektronik wird dabei meist selbst gebaut, sei es als fertiger Bausatz oder als Eigenbau bzw. Nachbau einer Applikation eines Chipherstellers. Kommt es hier zu einem Fehler, so können im Nu bis zu 50 Euro (etwa so viel kosten einige Exemplare) dahin sein.

Der Funktionstest dieser Elektronik kann eigentlich nur mit der vorgesehenen LED durchgeführt werden, da LEDs einen nichtlinearen Kennlinienverlauf aufweisen und somit ein ohmscher Lastwiderstand nicht zum Einsatz kommen kann. Das Problem an der ganzen Sache ist, dass LEDs nicht mit einer konstanten Spannung, sondern mit einem konstanten Strom zu betreiben sind (siehe Abbildung 1).

Dies hat zur Folge, dass die Ansterelektronik in der Regel aus einer Stromquelle besteht. Bei „kleinen“ LEDs reicht ein normaler Vorwiderstand zur Strombegrenzung aus. Bei höheren Strömen (Leistungsaufnahme >1 W) kann man keinen Vorwiderstand mehr einsetzen, da die Verlustleistung am Widerstand viel zu hoch und ein Betrieb uneffizient wäre. Deshalb setzt man hier eine Konstantstromquelle ein.

Um zum Testen einer solchen Schaltung eine LED zu simulieren, ist, wie gesagt, ein nichtlinearer Kennlinienverlauf nachzubilden. Die hier vorgestellte Schaltung ist im Prinzip eine aktive Z-Diode, deren Z-Spannung (entspricht der Flussspannung der LED) sich mit einem Stufenschalter verändern lässt. Es können einzelne 1-W- bis 5-W-LEDs, aber auch zwei oder drei in Reihe geschaltete 1-W-LEDs simuliert werden. Anhand der Helligkeit der 10-mm-LED, die sich auf der Platine befindet, lässt sich auch die Funktion von Dimmern testen. Sollte die verwendete oder zu testende Elektronik einen Fehler aufweisen, wird hier nur eine Sicherung und nicht die teure Power-LED zerstört.

In Abbildung 2 sind die Kennlinien einer Luxeon-LED und die des LED-Dummys mit unterschiedlichen Flussspannungen dargestellt. Die rote Kennlinie zeigt die einer Luxeon-LED, die blau gekennzeichnete Linie wird vom LED-Dummy „simuliert“. Wie man sieht, ist zwischen dem Verlauf dieser beiden Kennlinien kaum ein Unterschied feststellbar.

Nebenbei wird an der Kennlinie einer LED auch klar, weshalb LEDs eine Strombegrenzung benötigen, sei es durch einen

Technische Daten: LED-DY

Spannung:	wählbare Flussspannungen 2,8 V; 3,4 V; 6,8 V; 10,5 V
Maximaler Laststrom:	0,8 A
Leistung:	max. 5 W
Abmessungen Platine (L x B):	100 x 38 mm

Widerstand oder durch eine elektronisch geregelte Stromquelle. Am Beispiel einer Luxeon-LED (rote Kennlinie) wollen wir dies (nur theoretisch) beleuchten: Man stelle sich die in der X-Achse dargestellte Spannung als Ausgangsspannung eines Netzteils vor, die wir manuell verstellen können. Die LED wird direkt an den Ausgang des Netzteils angeschlossen (bitte nicht in der Praxis nachvollziehen!). Wir erhöhen langsam die Ausgangsspannung am Netzteil. Bis zu einer Spannung von ca. 2,8 V fließt kein Strom und die LED leuchtet nicht. Bei einer weiteren Spannungserhöhung beginnt die LED langsam zu leuchten. Bei 3,5 V würde ein Strom von ca. 350 mA fließen und der Nennstrom wäre damit erreicht. Und jetzt wird es gefährlich: Würde man die Ausgangsspannung weiter erhöhen, käme es zu einem schlagartigen Stromanstieg. Zieht man eine Linie von der X-Achse (bei 4 V) nach oben, stellt man fest, dass die Kennlinie (rot) der LED (in dem dargestellten Bereich) gar nicht geschnitten wird, der Strom wäre also unendlich groß. Dies hätte zur Folge, dass die LED unweigerlich zerstört wird.

Fazit: Der Helligkeitsbestimmende Parameter einer LED ist der Betriebsstrom und nicht die Flussspannung – deshalb ist eine Spannungssteuerung für LEDs nicht geeignet.

Schaltung

Die recht einfache Schaltung des LED-Dummys ist in Abbildung 3 dargestellt. Im Prinzip wird nur ein Transistor (T 1) und eine Z-Diode benötigt. Da wir jedoch verschiedene Spannungen einstellen möchten, besteht die „Z-Diode“ aus einer Kombination mehrerer Dioden, die mit Hilfe des Schalters S 1 ausgewählt bzw. kombiniert werden. Zur Funktionsbeschreibung schauen wir uns die Schalterstellung „2,8 V“ an. Wie schon erwähnt, ist der Kennlinienverlauf einer LED der einer Z-Diode ähnlich, nur mit dem Unterschied, dass die LED im

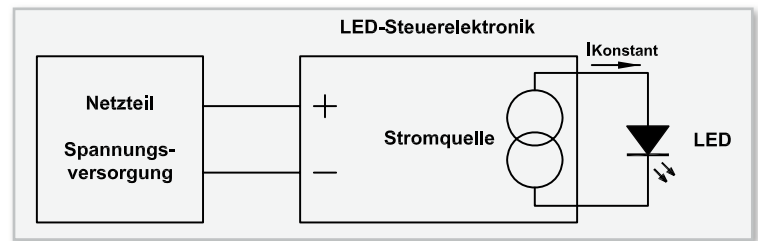


Bild 1: Typische Ansteuerung einer Power-LED

Gegensatz zur einer Z-Diode in Flussrichtung betrieben wird. Die Diode D 5 erfüllt in unserer Schaltung zwei Aufgaben: Zum einen wird die „Z-Dioden-Funktion“ genutzt und gleichzeitig dient diese LED zur optischen Kontrolle, d. h. je mehr Strom fließt, desto heller ist die LED D 5. Die Reihenschaltung von D 3 und D 5 ergibt eine Z-Spannung von insgesamt 2,3 V, die sich aus der Flussspannung der LED (ca. 1,7 V) und der Diode D 3 (0,6 V) ergibt. Die beiden Dioden liegen wiederum in Reihe mit der Basis-Emitter-Strecke von T 1. Solange die Eingangsspannung an KL 1 kleiner als die Gesamtspannung der Z-Spannung von (D 5 und D 3) + Emitter-Basis-Diode von T 1 ist (ca. 2,8 V), fließt kein bzw. ein sehr kleiner Strom. Ab 2,8 V fließt ein Strom durch T 1 und die Dioden D 3 und D 5. Durch den fließenden Basisstrom (I_B) wird der Transistor T 1 leitend und es fließt ein zusätzlicher Kollektorstrom I_C . Das Verhältnis von I_C zu I_B wird durch den Verstärkungsfaktor des Transistors bestimmt. Beim BD244C liegt dieser zwischen 50 und 100, so dass sich bei einem Gesamtstrom von z. B. 350 mA ein Basisstrom I_B von ca. 5 mA einstellt. Dieser Strom bringt dann auch die Kontroll-LED D 5 zum Leuchten. Die Gesamtspannung an der Anschlussklemme KL 1 setzt sich also wie folgt zusammen: $U_{KL1} = U_{BE(T1)} + U_{D5} + U_{D3}$. Mit dem Schalter S 1 können die Dioden D 1, D 2 und D 4 zugeschaltet werden, so dass sich insgesamt 4 verschiedene Spannungen einstellen lassen. Die Sicherung SI 1 dient zum Schutz des Transistors T 1 bei zu hohem Kollektorstrom.

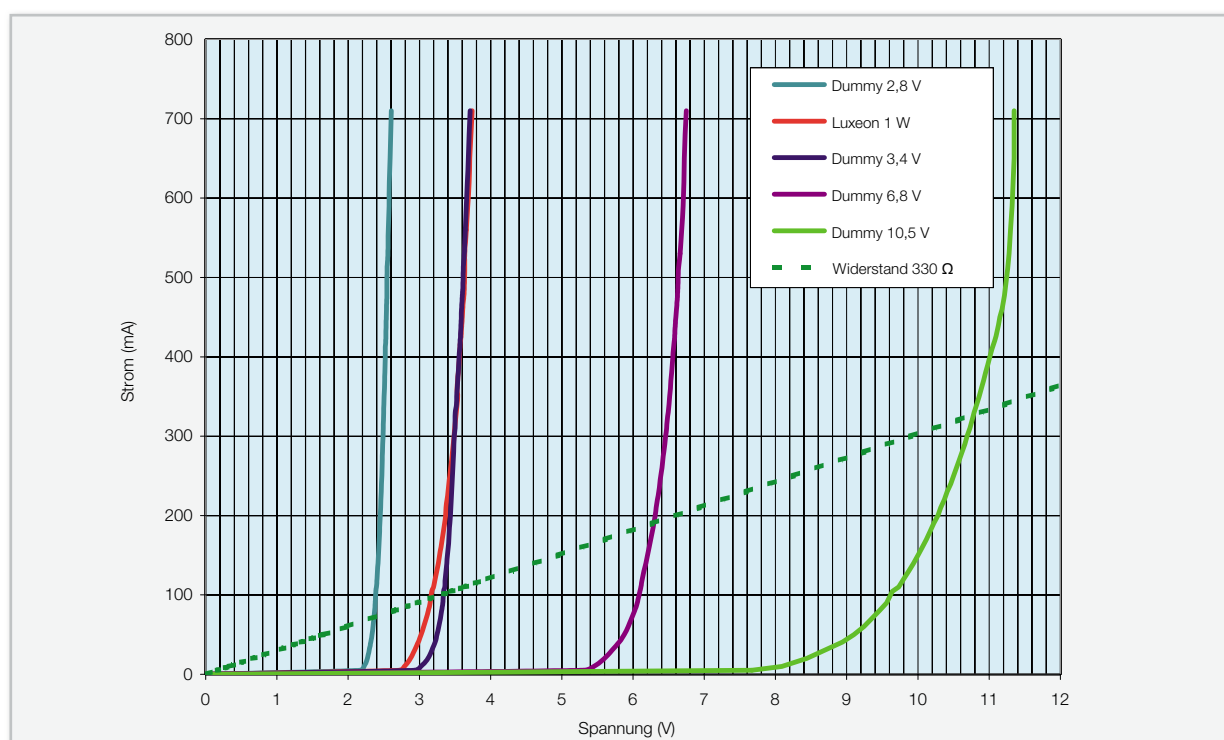


Bild 2: Kennlinien einer echten LED und der LED-Nachbildung im Vergleich

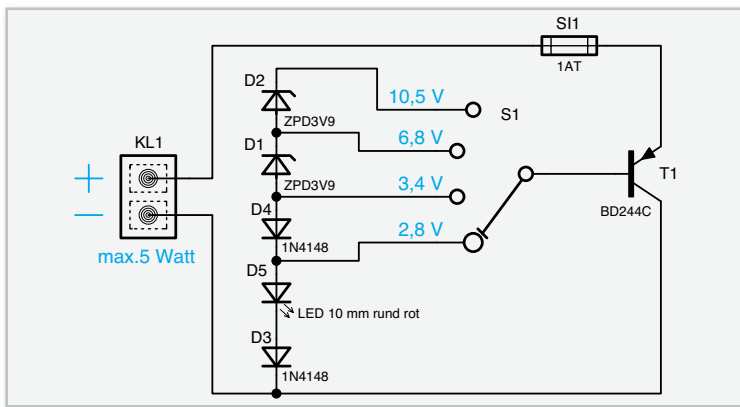
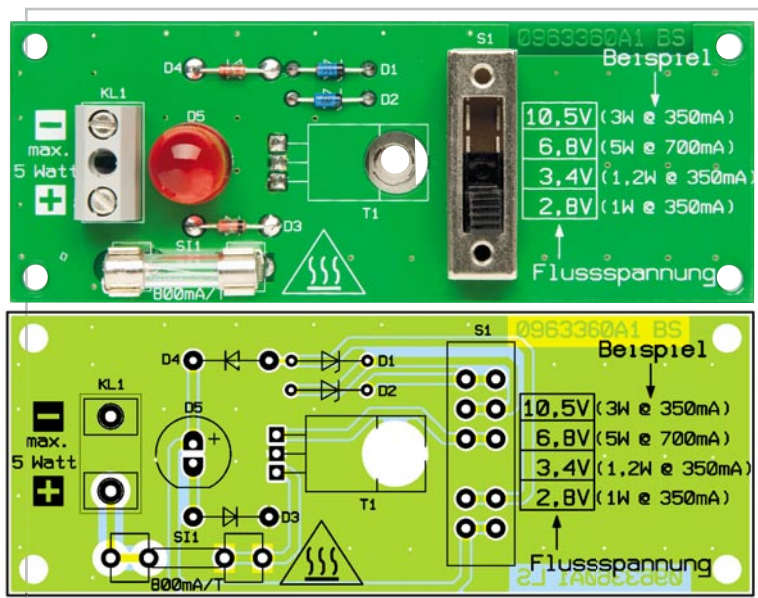


Bild 3: Schaltbild des LED-Dummys



Bild 4: 3-W-Fläche-LED mit einer Flussspannung von 10,5 V.



Platinenbild des LED-DY mit zugehörigem Bestückungsdruck

Stückliste: LED-DY

Halbleiter:

BD244C	T1
ZPD3,9 V/0,4 W	D1, D2
1N4148	D3, D4
LED, 10 mm, Rot	D5

Sonstiges:

Netzanschlussklemme, 2-polig	KL1
Schiebeschalter, 4 Stellungen, print	S1
Platinensicherungshalter (2 Hälften), print	SI1
Sicherung, 0,8 A, mittelträge	SI1
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6 mm	
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 10 mm	
1 Fächerscheibe, M3	
4 Distanzrollen, M3 x 5 mm	
1 Kühlkörper SK179, bearbeitet, Schwarz	

Nachbau

Der Nachbau erfolgt auf einer doppelseitigen Platine, wobei alle Bauteile in bedrahteter Bauform ausgeführt sind. Die Zuordnung und Platzierung der Bauteile ist der Stückliste bzw. dem Bestückungsplan zu entnehmen.

Die Bauteilanschlüsse werden dem Rastermaß entsprechend gebogen und an der entsprechend gekennzeichneten Stelle auf der Platine eingesetzt und anschließend verlötet. Die überstehenden Drahtenden auf der Platinenunterseite sind mit einem Seitenschneider abzuschneiden. Hinweis: Der Transistor wird erst ganz zum Schluss montiert und verlötet.

Beim Bestücken der Dioden ist unbedingt auf die richtige Polung zu achten. Die Katode ist durch eine Strichmarkierung auf dem Diodengehäuse erkennbar. Die richtige Einbaulage ist ebenfalls im Platinenfoto erkennbar. Die Polung (Einbaulage) der LED D 5 ist an der abgeflachten Gehäuse-seite (Katode) erkennbar. Nachdem auch die mechanischen Bauteile bestückt sind, erfolgt die Montage des Transistors T 1. Dieser wird zunächst mit einer Schraube M3 x 6 mm auf dem Kühlkörper befestigt. Die Anschlussdrähte werden um 90° nach oben gebogen, so dass diese bei der Montage der Platine durch die entsprechenden Bohrungen in der Platine zeigen. Erst wenn die Platine auf dem Kühlkörper montiert ist, werden die Anschlüsse von T 1 auf der Platinenoberseite verlötet. Die Platinenmontage erfolgt mit vier Schrauben M3 x 10 mm und 5-mm-Abstandshülsen.

Praktische Anwendung

Ein einfacher Funktionstest kann mit einem Netzteil erfolgen, vorausgesetzt, dieses verfügt über eine einstellbare Strombegrenzung. Der Ausgangsstrom am Netzteil sollte zunächst auf ca. 300 mA begrenzt werden, bevor man die Schaltung anschließt. Je nach Schalterstellung von S 1 stellt sich am Ausgang des Netzteils die gewünschte Spannung ein. Wie man an den Kennlinien (siehe Abbildung 2) erkennt, ist die Spannung, wenn auch geringfügig, vom fließenden Strom abhängig. Bei der Schalterstellung 6,8 V werden diese 6,8 V erst bei einem Strom von ca. 700 mA erreicht. LEDs mit einer U_f von 6,8 V werden in der Regel bei 5-W-Typen verwendet (z. B. Luxeon V o. a.). LED-Cluster, die mit mehreren LEDs bestückt sind, können auch schon mal eine Flussspannung von 10,5 V und mehr aufweisen (Abbildung 4). Entscheidend für die Spannungseinstellung am LED-Dummy ist die Flussspannung der zu simulierenden LED(s). Die Strombegrenzung wird von der Steuerelektronik vorgenommen, die man testen möchte. Anzumerken sei hier noch, dass die Spannungseinstellung nicht unbedingt kritisch ist. Bei einer im Datenblatt des Herstellers angegebenen Flussspannung von 3,2 V (bei 300 mA) kann natürlich die Einstellung 2,8 V oder 3,4 V gewählt werden. Entscheidend ist, dass die Steuerelektronik den Strom begrenzt. Durch Spannungserhöhung von 3,4 V auf 6,8 V (Schalterstellung „6,8 V“) am LED-Dummy kann man z. B. zwei in Reihe geschaltete LEDs simulieren. Bei drei LEDs dieser Kategorie wäre es dann eine Flussspannung von insgesamt 10,5 V. Durch Veränderung der Flussspannung lässt sich die Steuerelektronik auch dahingehend testen, wie viele LEDs man anschließen kann, wie hoch also die maximale Ausgangsspannung der Stromquelle ist.