

Bo Hanus

LED-Beleuchtungen im Haus selbst planen und installieren



Leicht gemacht, Geld und Ärger gespart!

- ▶ Die optimale Beleuchtung mit LEDs planen
- ▶ Leuchtdioden in Haus und Garten richtig installieren
- ▶ LED-Selbstbauprojekte

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Hinweis

Alle Angaben in diesem Buch wurden vom Autor mit größter Sorgfalt erarbeitet bzw. zusammengestellt und unter Einschaltung wirksamer Kontrollmaßnahmen reproduziert. Trotzdem sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Der Verlag und der Autor sehen sich deshalb gezwungen, darauf hinzuweisen, dass sie weder eine Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für Folgen, die auf fehlerhafte Angaben zurückgehen, übernehmen können. Für die Mitteilung etwaiger Fehler sind Verlag und Autor jederzeit dankbar. Internetadressen oder Versionsnummern stellen den bei Redaktionsschluss verfügbaren Informationsstand dar. Verlag und Autor übernehmen keinerlei Verantwortung oder Haftung für Veränderungen, die sich aus nicht von ihnen zu vertretenden Umständen ergeben. Evtl. beigefügte oder zum Download angebotene Dateien und Informationen dienen ausschließlich der nicht gewerblichen Nutzung. Eine gewerbliche Nutzung ist nur mit Zustimmung des Lizenzinhabers möglich.

© 2008 Franzis Verlag GmbH, 85586 Poing

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien. Das Erstellen und Verbreiten von Kopien auf Papier, auf Datenträgern oder im Internet, insbesondere als PDF, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlags gestattet und wird widrigenfalls strafrechtlich verfolgt.

Die meisten Produktbezeichnungen von Hard- und Software sowie Firmennamen und Firmenlogos, die in diesem Werk genannt werden, sind in der Regel gleichzeitig auch eingetragene Warenzeichen und sollten als solche betrachtet werden. Der Verlag folgt bei den Produktbezeichnungen im Wesentlichen den Schreibweisen der Hersteller.

Satz: DTP-Satz A. Kugge, München

art & design: www.ideehoch2.de

Druck: L.E.G.O. S.p.A., Vicenza (Italia)

Printed in Italy

Inhaltsverzeichnis

1	LED-Beleuchtung im Wohnbereich	9
2	Technische Eigenheiten der LEDs	13
2.1	Strapazierfähigkeit der LEDs	15
2.2	Abstrahlwinkel und Lichtstärke	20
2.3	Farbe und Wellenlänge des Lichts	25
3	Leuchtdioden als Bausteine	27
3.1	Standard-LEDs	28
3.2	Low-Current-LEDs	33
3.3	Superhelle und ultrahelle LEDs	35
3.4	Hochleistungs(High-Power)-LEDs	43
3.5	Blinkende LEDs (Blink-LEDs)	52
3.6	Zwei- und mehrfarbige LEDs	53
3.7	SMD- und Chip-LEDs	55
3.8	LED-Streifen	57
3.9	Infrarotdioden	58
4	LED-Leuchtmittel und Leuchten als Fertigprodukte	59
4.1	LED-Leuchtmittel und Strahler (Spots)	65
4.2	LED-Wandleuchten	69
4.3	LED-Schrank- und Vitrinen-Einbauleuchten	70
5	Selbstbauprojekte	75
5.1	Selbstbau-Deckenleuchte	76
5.2	LED-Treppenbeleuchtung	79
5.3	Hintergrundbeleuchtung für den Fernseher	81
5.4	LED-Hausnummer	82

Inhaltsverzeichnis

6	Anschluss der LED-Leuchten an das 230-Volt-Hausnetz	83
6.1	Die Einteilung der Stromleitungen im Hausnetz	86
6.2	Leuchte auswechseln?	91
6.3	Lichtschalter auswechseln?	95
7	Einfache Elektroinstallationen	111
7.1	Installationszonen für Unterputzleitungen	118
7.2	Verbindungs- und Gerätedosen	122
	Stichwortverzeichnis	127

1 LED-Beleuchtung im Wohnbereich

Leuchtdioden gewinnen als Lichtquellen an Beliebtheit. Sie verbrauchen wenig Strom, können bei winzigen Abmessungen ein verblüffend starkes Licht erzeugen und benötigen dazu nur sehr niedrige Versorgungsspannungen. Die meisten der kleineren Leuchtdioden wärmen sich zudem während des Betriebs kaum auf und eignen sich daher auch für einfachere Selbstbau-Leuchten aus wärmeempfindlichen Materialien.

LED-Leuchtmittel, die als Fertigprodukte erhältlich sind, haben gegenüber den meisten handelsüblichen

Energiesparlampen unter anderem den großen Vorteil, unmittelbar nach dem Einschalten mit voller Leuchtkraft zu leuchten.

Mit der Anpassung „kahler“ Leuchtdioden an die Versorgungsspannung verhält es sich etwas anders als bei allen anderen herkömmlichen Lampen, denn sie richtet sich nicht nach den üblichen Nennspannungen der etablierten Spannungsquellen. Zudem ist für die optimale Funktion einer LED nicht die Spannung, sondern der Strom wichtig, den sie typenbezogen aus einer Spannungsquelle bezieht und der für sie optimal einge-

1 LED-Beleuchtung im Wohnbereich

stellt werden sollte. Dies gilt zwar nicht für Fertigprodukte, dafür aber um so mehr bei Anwendungen von Leuchtdioden die als kahle Bausteine für den Selbstbau in großer Auswahl erhältlich sind und eine kreative Gestaltung interessanter Lichtquellen aller Art ermöglichen.

Für die meisten Hochleistungs-LEDs oder LED-Leisten (LED-Strips) sind diverse *LED-Konverter* als Fertigbausteine bzw. Einbaugeräte erhältlich, aus denen die LEDs einen fest vorgegeben Strom beziehen können. Diese Geräte sind jedoch nicht für jedes Vorhaben passend.

Die Auswahl an LED-Fertigleuchten aller Art nimmt ständig zu. Viele dieser Leuchten sind für einen Anschluss an die normale 230-Volt-Netzspannung ausgelegt. Sie können dann ähnlich problemlos wie z. B. herkömmliche Glühlampen an das elektrische Hausnetz angeschlossen werden. Alternativ gibt es auch LED-

Leuchtmittel (Abb. 1.2b), die als Ersatz für herkömmliche 230-Volt-Glühlampen oder 12-Volt-Halogenlampen vorgesehen sind und für 12-Volt-Wechselspannung entwickelt sind, die über Halogentransformatoren von der Netzspannung bezogen wird.

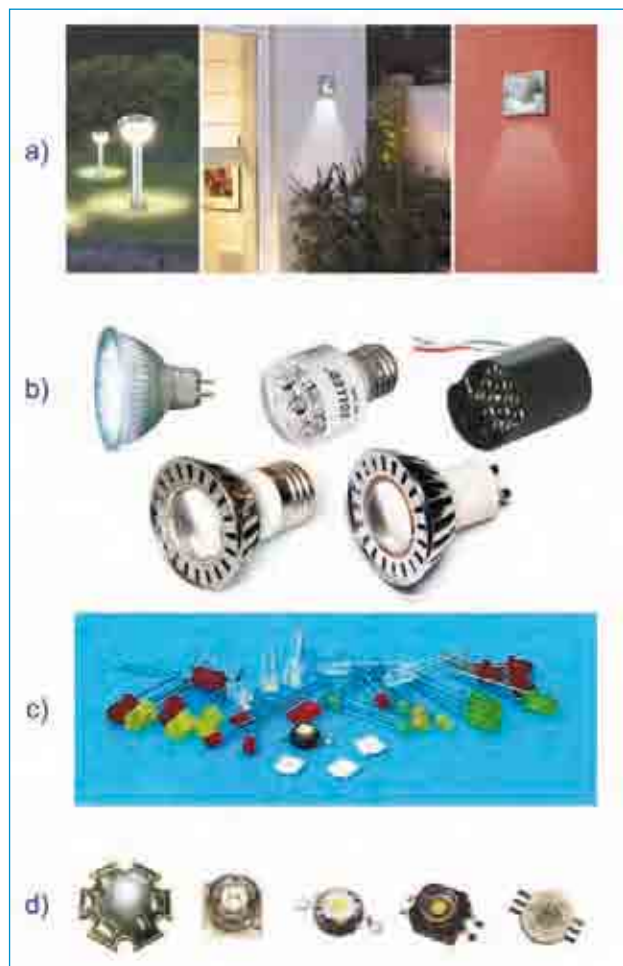
Bei diesem Anwendungsbereich müssen die LED-Leuchtmittel – wie alle anderen *netzbetriebenen* Leuchten auch – in das elektrische Hausnetz integriert werden. Hier wird der Anwender zwangsläufig mit der Integration der LEDs ins Hausnetz – und so auch mit Arbeiten an den 230- oder 400-Volt-Hausnetzleitungen konfrontiert.

Seitens des Gesetzgebers gibt es keine Vorschriften, die ein Heimwerker in Bezug auf die Arbeit mit LEDs beachten müsste. Lediglich ein paar nützliche Ratschläge gilt es zu beachten, die Sie in diesem Buch noch finden werden. Wir haben in diesem Buch die Kapitel 6



Abb. 1.1 – Leuchtdiode (Standard-Radialform) in natura und als Schaltzeichen

1 LED-Beleuchtung im Wohnbereich



und 7 den praktischen Arbeiten an der Netzspannung und den Elektroinstallationsarbeiten gewidmet.

Da Lichtinstallationen im Haus weitgehend als Unterputzleitungen ausgeführt werden, werden auch diesem Thema Beschreibungen und Erklärungen gewidmet. So werden jene, die mit solchen Arbeiten noch keine Erfahrung haben, erfolgreich ihr Ziel erreichen. Diese Anleitungen sind auch dann nützlich, wenn man nur kahle LEDs als Bausteine verwendet und die erstellten Leuchten z. B. nur mit dem Strom aus einem Steckernetzgerät versorgt. Mit der Zeit werden erfahrungsgemäß doch aufwendigere Projekte in Angriff genommen.

Es ist nicht sinnvoll, LED-Beleuchtung mit Batterien zu betreiben – nicht zuletzt, weil Batterien zu den mit Abstand teuersten Energiequellen gehören. Es lohnt sich, als Energiequelle den Strom aus dem Hausnetz zu beziehen. In vielen Fällen kann man ihn direkt der

Abb. 1.2 – LED-Leuchtmittel aller Art gibt es in zunehmend großer Auswahl. Viele von ihnen können ohne zusätzlichen Aufwand einfach anstelle einer Glühlampe oder Halogenlampe in die bestehende Leuchtenfassung eingeschraubt bzw. eingesteckt werden: **a)** Fertiglampen; **b)** LED-Leuchtmittel als Ersatz für herkömmliche Glühlampen oder Halogenlampen; **c)** kleine LEDs als kahle Bausteine für den Selbstbau; **d)** Hochleistungs-LEDs als Bausteine mit hoher Leuchtkraft.

1 LED-Beleuchtung im Wohnbereich



Abb. 1.3 – Es gibt kaum ein Vorhaben, das sich nicht eigenhändig realisieren lässt. Man muss sich lediglich die Zeit nehmen, sich gut über das Projekt zu informieren: z. B. eine attraktive LED-Beleuchtung hinter Glaselementen und an den Wänden im Bad. Aber Vorsicht bitte: Für eine solche Installation benötigt man Fachwissen, denn sie sollte aus Sicherheitsgründen mit 12-Volt-Leuchtmitteln ausgelegt sein. Die Spannungsversorgung muss über einen ausreichend sicheren Trafo erfolgen. (Quelle: Lumitronix)

Steckdose entnehmen. Das ist einfach, reicht aber oft nur für kleinere Selbstbauprojekte mit kahlen (und oft sehr preiswerten) LEDs. Solche einfacheren Anwendungen der kahlen LEDs erleichtern den Einstieg in die „geheimnisvolle Welt“ der Leuchtdioden und helfen später bei der richtigen Auswahl teurerer LED-Leuchten.

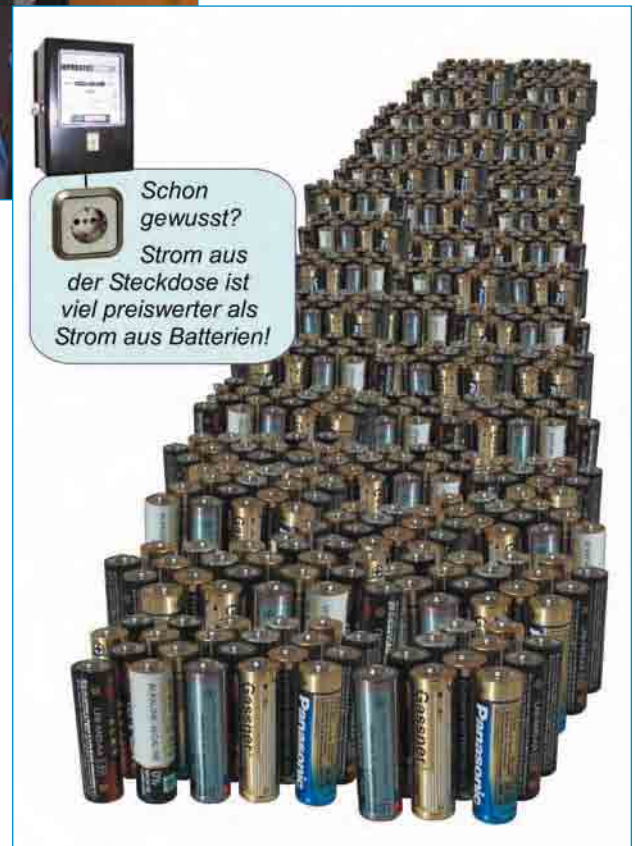


Abb. 1.4 – Schon gewusst? Um beispielsweise aus Mignon(AA)-Batterien die elektrische Leistung einer einzigen Kilowattstunde beziehen zu können, werden bis zu 600 Stück solcher Batterien benötigt. Eine Kilowattstunde, die Sie aus dem öffentlichen elektrischen Netz beziehen, kostet momentan etwa 18 bis 20 Cent. Da lohnt sich der Vergleich mit den Kosten für 600 Batterien!

3.3 Superhelle und ultrahelle LEDs

Superhelle und ultrahelle Leuchtdioden, die auch als *hyperhelle* LEDs bezeichnet werden, haben eine vielfach höhere Lichtstärke als die Standard-LEDs und sind als „echte“ Leuchtmittel ausgelegt. Sie sind u. a. auch in der Farbe Weiß oder Warmweiß erhältlich (siehe Tabelle 3.2 in Kapitel 3.4).



Die Lichtstärke dieser LEDs bewegt sich zwischen ca. 100 und 18.000 mcd und hängt sowohl von der jeweiligen Type als auch von dem Abstrahlwinkel ab. Die eigentliche Bezeichnung (superhell, ultrahell u. ä.) bezieht sich nicht auf einen technisch definierbaren Bereich, sondern weist nur darauf hin, dass es sich hier um kräftige Lichtquellen handelt. In diesem Buch wird künftig ausschließlich die Bezeichnung „superhell“ verwendet.

Anders als bei den Standard- oder Low-Current-LEDs wird bei der Anwendung superheller LEDs angestrebt, dass sie ein möglichst intensives Licht erzeugen. Um dies zu erzielen, ist es wichtig, dass solche LEDs den (zumindest annähernd) vollen Strom (I_F) beziehen, denn die Lichtintensität fällt mit sinkendem LED-Strom steil ab.

Weißer, superhelle LEDs

U_F : 3,6 V, max. 4,0 V
 I_F : 20 mA



Gehäuse-durchmesser	Licht-stärke I_V	Ausführung	Abstrahl-winkel
3 mm	1100 mcd	diffus	70 °
3 mm	2070 mcd	wasserklar	60 °
3 mm	3200 mcd	wasserklar	25 °
5 mm	690 mcd	diffus	70 °
5 mm	2500 mcd	wasserklar	50 °
5 mm	6400 mcd	wasserklar	30 °
5 mm	9200 mcd	wasserklar	20 °
5 mm	18000 mcd	wasserklar	15 °

Weißer, ultrahelle LEDs

Gehäusedurchmesser ϕ 5 mm



Licht-stärke I_V	Abstrahl-winkel	Spannung U_F	Strom I_F
1600 mcd	20 °	3,6 V	30 mA
1100 mcd	20 °	3,1 V	20 mA
3000 mcd	50 °	3,1 V	20 mA
7000 mcd	20 °	3,1 V	20 mA
120 mcd	120 °	3,1 V	20 mA
12000 mcd *	20 °	3,4 V	20 mA
14000 mcd	75 °	3,5 V	100 mA

* warm-weiß

Table 3.1 – Superhelle LEDs (Katalogauszüge von Conrad Electronic und Lumitronix)

3.3 Superhelle und ultrahelle LEDs

Die optimale Einstellung des LED-Stroms erfolgt auf die gleiche Weise, die bereits im Zusammenhang mit Abb. 3.4. detailliert beschrieben wurde. Theoretisch wäre zwar eine elektronische Stromregelung vorteilhafter, aber diese ist bei einfacheren Anliegen nicht zwingend erforderlich.

Es gibt zwar in Form von Kleingeräten oder Einbauplatten einige praktische Konstantstromquellen, aber

sie sind nicht immer für den Strom der angewendeten LEDs ausgelegt. Zu den interessantesten Konstantstromquellen gehört die preiswerte 20-mA-Konstantstromquelle von Lumitronix (Abb. 3.8). Sie eignet sich somit für die Stromversorgung aller LEDs, die für einen Strom (I_F) von 20 mA ausgelegt sind.

Für den Netzspannungsbetrieb benötigt diese Konstantstromquelle, die als „Miniplatine“ von 17 x 9,4 x

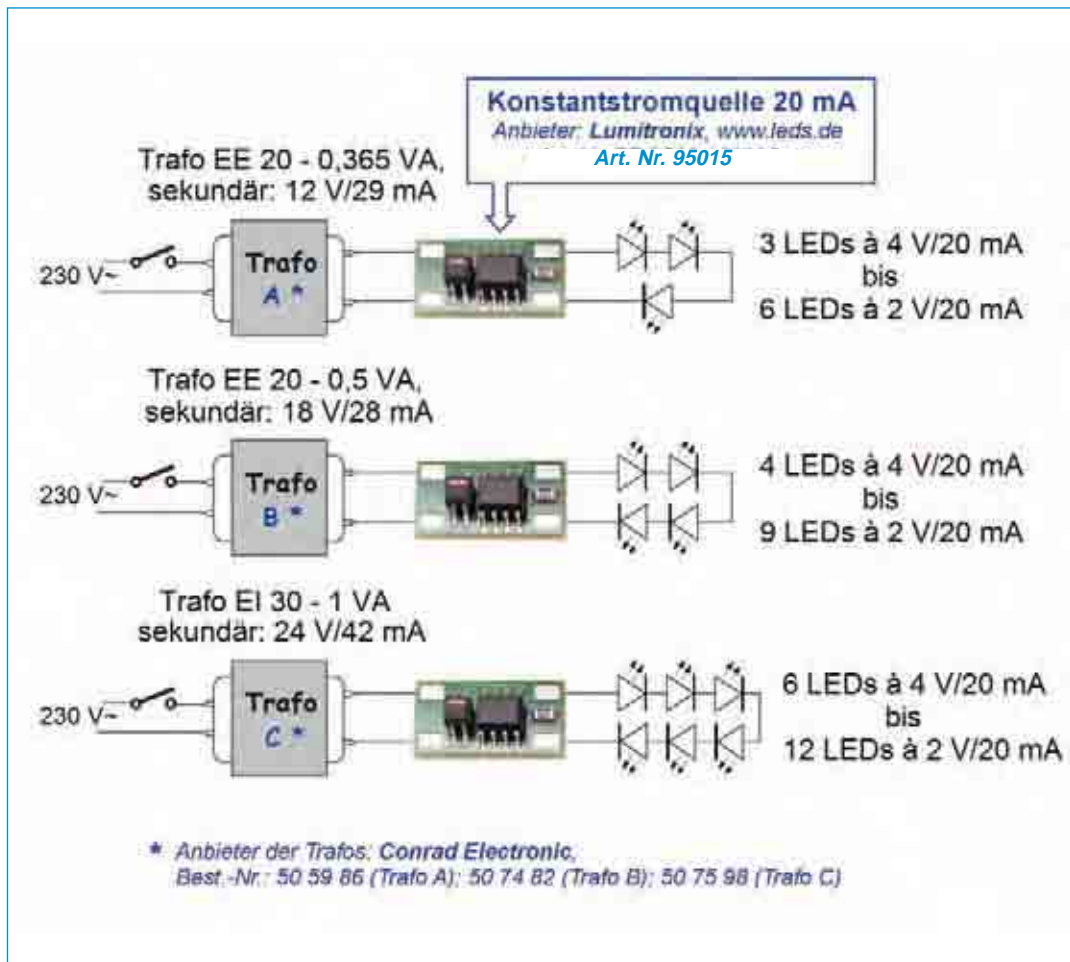


Abb. 3.8 – Die Sekundärspannung des Netztransformators für die Konstantstromquellen-Platine muss jeweils auf den Spannungsbedarf der angeschlossenen LEDs abgestimmt sein.

3.3 Superhelle und ultrahelle LEDs

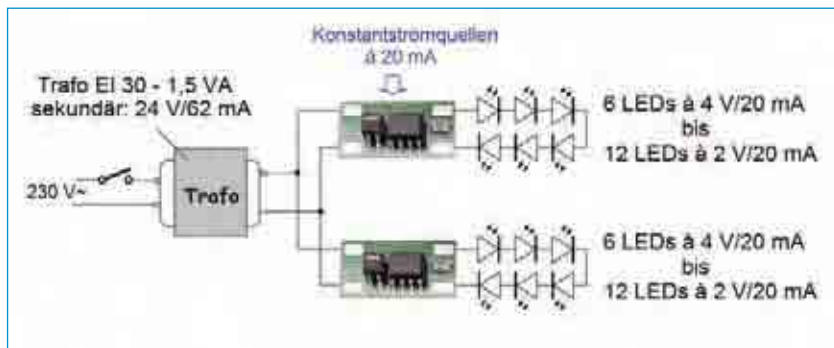


Abb. 3.9 – Bei Bedarf können auch zwei oder mehrere Konstantstromquellen-Platinen parallel an einen gemeinsamen Transformator angeschlossen werden.

3,5 mm erhältlich ist, noch einen zusätzlichen kleinen Netztransformator (Print-Trafo), dessen Ausgangsspannung zwischen 6 und 26 V~ liegen darf. Von der Höhe der Trafo-Ausgangsspannung hängt die maximale Anzahl der LEDs ab, die an diese Konstantstromquelle in Reihe angeschlossen werden können. Abb. 3.8 zeigt drei Beispiele der Anpassung des Trafos an die Anzahl und somit an den Spannungsbedarf der angewendeten LEDs. Die in der Abbildung aufgeführten Sekundärspannungen der Trafos beruhen auf den marktüblichen Standardspannungen, müssen jedoch nicht exakt eingehalten werden. Genaugenommen dürften diese Spannungen bis auf etwa 26 V~ erhöht werden. Ein zu großer Spannungsunterschied zwischen der Eingangsspannung der

Stromquellenplatine und der von den LEDs beanspruchten Spannung hat jedoch zur Folge, dass sich diese Platine zu sehr erwärmt (aufheizt).

Benötigt eine Selbstbau-Leuchte mehr LEDs, als eine einzige Stromversorgung bewältigen würde, können zwei oder auch mehrere Konstantstromquellen-Platinen nach Abb. 3.9 parallel an einen gemeinsamen Transformator angeschlossen werden.

Leider ist die Auswahl an Konstantstromquellen-Platinen noch nicht allzu groß und so kann es vorkommen, dass für manch interessante LEDs die Stromversorgung individuell errichtet werden muss. Das lässt sich am einfachsten bewerkstelligen, indem man die LED-Versorgungsspannung nach dem Beispiel in Abb. 3.10 stabilisiert und fest auf den erforderlichen I_F abge-

stimmt wird. Dann bleibt auch die Stromabnahme konstant bzw. verringert sich bei sehr aufgeheizten LEDs nur geringfügig, was man als Schutzmaßnahme für die LED(s) sehen kann.

Man kann daher auf den Bau einer aufwendigen elektronischen Schaltung, die den LED-Strom regelt, verzichten. Stattdessen schließt man die LED(s) einfach an eine stabilisierte Spannungsquelle an, die automatisch eine konstante Stromabnahme der LED(s) garantiert. Diese Lösung ist kostengünstig, erprobt zuverlässig und ermöglicht eine wirklich perfekte Einstellung des LED-Stroms nach eigenem Ermessen.

Man kann also den LED-Strom etwa 3 bis 5 % unterhalb des vom Hersteller vorgegebenen I_F einstellen, damit die Lebenserwartung der LED nicht überstrapaziert wird. Der LED-Strom muss allerdings bei der Inbetriebnahme des stabilisierten Netzteils mithilfe eines Multimeters möglichst optimal eingestellt werden – was bei dieser Lösung nur durch die erforderliche Einstellung der stabilisierten Versorgungsspannung erfolgt. Sie werden in diesem Buch noch diverse Tipps und Tricks finden, mit denen der LED-Strom mittels eines Festspannungsreglers ausreichend genau eingestellt werden kann. Al-

3.3 Superhelle und ultrahelle LEDs

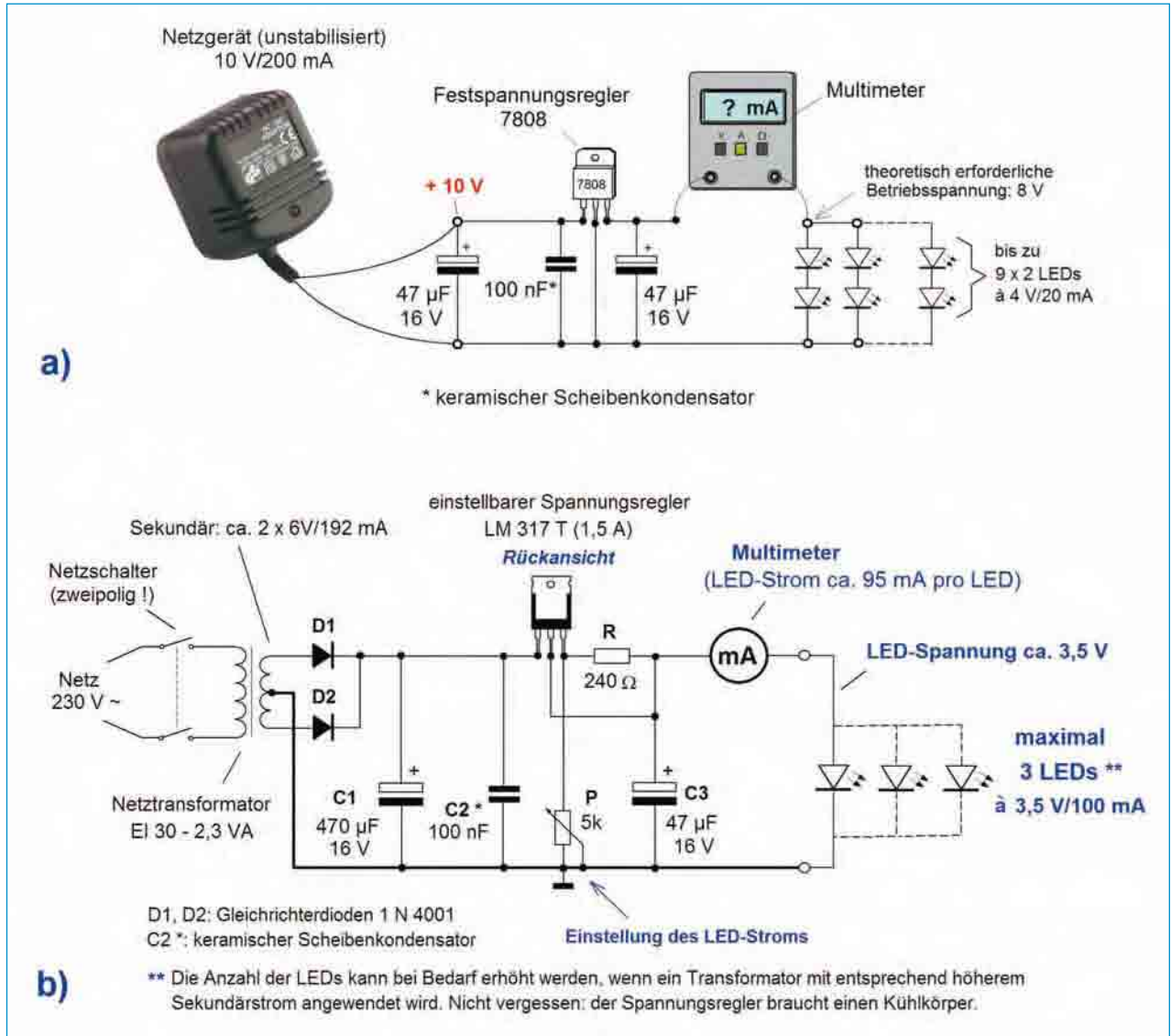


Abb. 3.10 – Mittels eines zusätzlichen Spannungsreglers und einiger weniger Bauteile kann ein einfaches AC/DC-Netzgerät zu einem stabilisierten Netzgerät aufgerüstet werden: **a)** Lösungsbeispiel mit einem Festspannungsregler und einem Steckernetzgerät; **b)** Lösungsbeispiel mit einem einstellbaren Spannungsregler und einem marktüblichen Transformator.

3.3 Superhelle und ultrahelle LEDs

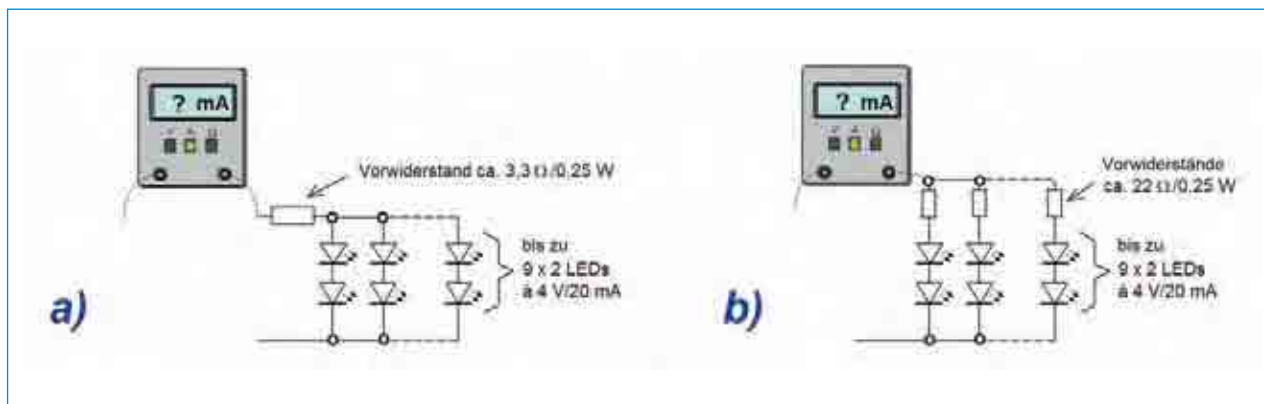


Abb. 3.11 – Mittels Vorwiderständen kann die LED-Spannung (und damit auch der LED-Strom I_F) auf den erforderlichen Wert gedrosselt werden: **a)** ein gemeinsamer Vorwiderstand für alle LEDs; **b)** separate Vorwiderstände vor jedem LED-Duo.

ternativ kann anstelle eines Festspannungsreglers ein einstellbarer Spannungsregler verwendet werden, der eine genaue Einstellung des LED-Stroms ermöglicht. Einstellbare Spannungsregler sind preiswert geworden und ihre Anwendung beinhaltet keine Stolpersteine.

Erhöhte Aufmerksamkeit verdient bei der Wahl superheller LEDs der Vergleich des Lichtstroms mit dem Abstrahlwinkel (siehe hierzu auch Kap. 2.2). Da mit zunehmendem Abstrahlwinkel die Lichtstärke jeder LED stark sinkt, ist es wichtig, dass hier bei jedem Projekt gut überlegt wird, was Priorität hat.

Für eine einfache Beleuchtung mit diesen LEDs genügt als Spannungsversorgung wahlweise ein

stabilisiertes Netzgerät als Fertigprodukt oder ein einfaches Selbstbau-Netzgerät, das auf den vorgesehenen Spannungs- und Strombedarf abgestimmt ist.

Stabilisierte Netzgeräte sind ziemlich teuer. Bei einigen ist die Ausgangsspannung stufenlos einstellbar, was vor allem für schnelles Experimentieren von Vorteil ist. Kleinere, nicht getaktete AC/DC-Netzgeräte sind vor allem als Steckernetzgeräte mit einer einzigen Ausgangsspannung preiswert. Wird an sie ein ebenfalls preiswerter Festspannungsregler nach Abb. 3.10 angehängt, ergibt es eine perfekte Spannungsversorgung für die LEDs.

Die Spannungen und Leistungen der marktüblichen Festspannungsregler liegen in einem

Bereich, der für diese Zwecke fast jedem Anliegen gerecht wird. Dies gilt hier, bis auf Ausnahmen, auch für die Festspannungsregler, die für Spannungen von 3 V, 3,3 V, 5 V, 6 V, 7,5 V, 8 V, 9 V, 10 V, 12 V, 15 V, 18 V und 24 V erhältlich sind. Für superhelle LEDs, die für Spannungen (U_F) von 4 Volt ausgelegt sind, lässt sich z. B. eine stabilisierte Ausgangsspannung nach Abb. 3.10 leicht realisieren.

Da es keine 4-Volt-Festspannungsregler gibt, wurde in Abb. 3.10 eine stabilisierte 8-Volt-Spannung erstellt. An diese wurden jeweils zwei 4-Volt-LEDs in Reihe angeschlossen. Das hier eingezeichnete Multimeter diente beim Test des erstellten Spannungsreglers zur Kontrolle des LED-Stroms

3.3 Superhelle und ultrahelle LEDs

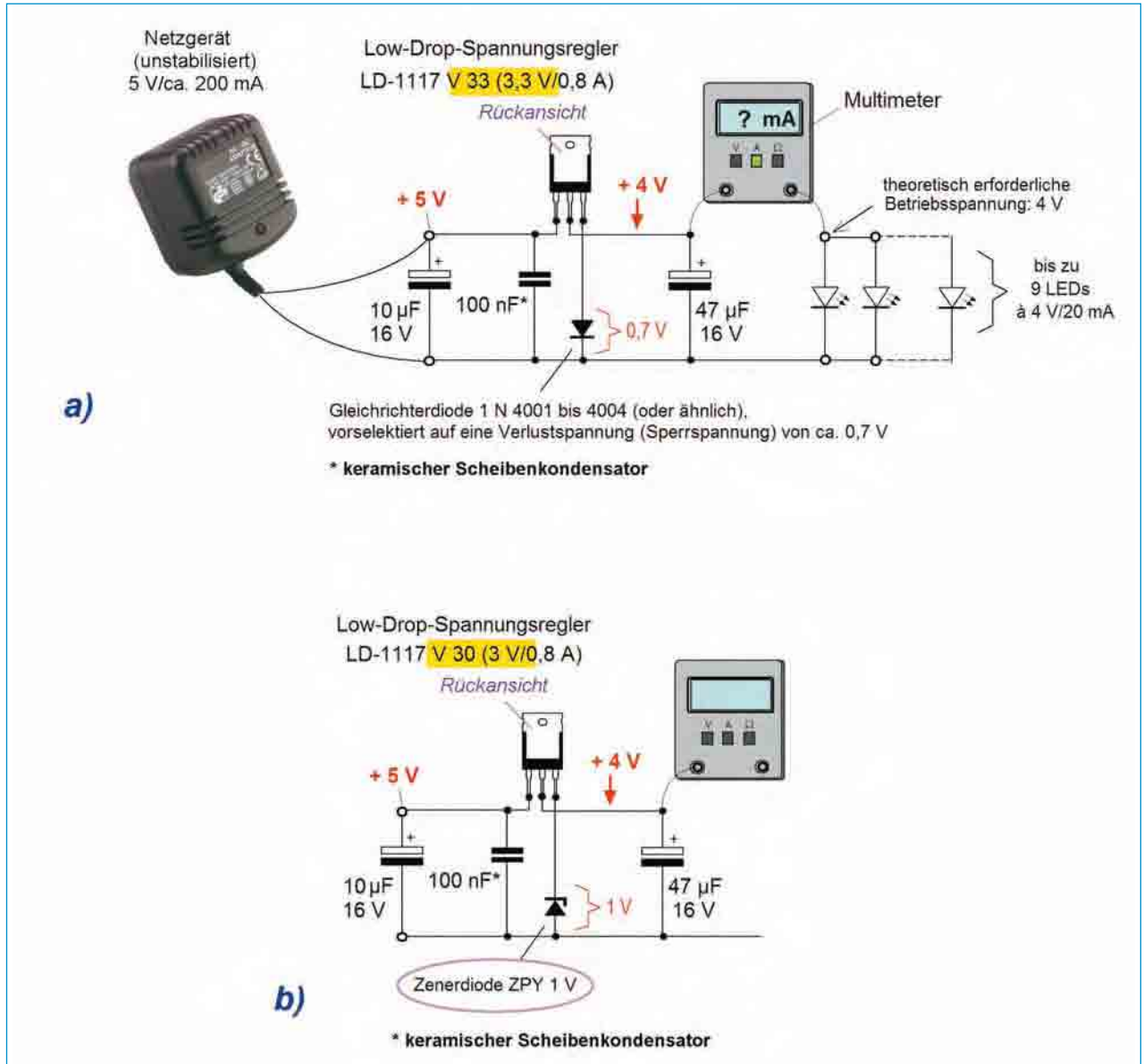


Abb. 3.12 – Ein stabilisiertes 4-Volt-Netzteil mit einem Low-Drop-Spannungsregler, der für die Spannungsversorgung superheller 4-Volt-LEDs geeignet ist: Die Erhöhung der stabilisierten Ausgangsspannung kann wahlweise mit einer Gleichrichterdiode (Beispiel **a**) oder einer Zenerdiode (Beispiel **b**) erzielt werden.

3.3 Superhelle und ultrahelle LEDs

(I_F). Dieser sollte ca. 19,5 mA pro LED-Duo betragen. Werden beispielsweise an diese Spannungsquelle 8 x 2 LEDs angeschlossen, dürfte der mit Multimeter (Milliamperemeter) ermittelte LED-Strom

ca. 156 mA nicht überschreiten (8 x 19,5 mA = 156 mA).

Stellt sich heraus, dass die stabilisierte Spannung etwas zu hoch ist und daher der von den LEDs bezogene Strom (I_F) das Maximum (in diesem Fall 8 x 19,5 mA) überschreitet, muss die Spannung angemessen reduziert werden. Dies kann am einfachsten entweder mit einem gemeinsamen Vorwiderstand nach Abb. 3.11a oder mit separaten Vorwiderständen (pro LED-Duo) nach Abb. 3.11b erzielt werden.

Wir können alternativ auch eine stabilisierte 4-Volt-Spannung nach Abb. 3.14 mit bekannten Tricks erhalten: Entweder wird die Spannung eines 3,3-Volt-Spannungsreg-

lers mit einer zusätzlichen Gleichrichterdiode um ca. 0,7 Volt auf 4 Volt nach Abb. 3.12a oder mit einer zusätzlichen 1-Volt-Zenerdiode ZPY 1 V um ein Volt auf 4 Volt nach Abb. 3.12b erhöht.

Die Sperrspannung (Verlustspannung) an den Gleichrichterdioden bewegt sich typenbezogen zwischen ca. 0,6 und 0,9 Volt. Es sollte daher einfach probeweise eine Diode gefunden werden, deren Sperrspannung die stabilisierte Ausgangsspannung auf den benötigten Wert erhöht.

In einem Low-Drop-Spannungsregler entsteht ein interner Spannungsverlust von nur ca. 0,5 bis 1 V. Deshalb kann man sich hier

Tipp

Vergessen Sie beim Kauf eines Spannungsreglers nicht, dass er auch einen Kühlkörper benötigt! Wenn ein Spannungsregler nur zu etwa 20 bis 40 % belastet wird, gibt er sich auch mit einem Stückchen Aluminiumblech zufrieden, dessen Fläche nur etwa 4-mal größer ist als der Spannungsregler selbst.

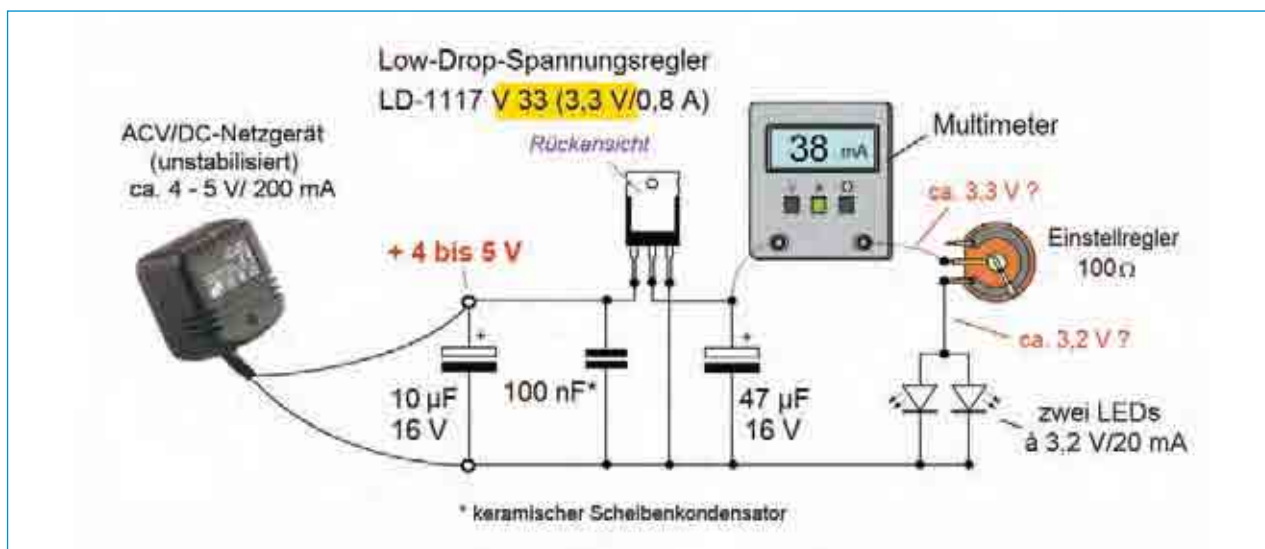


Abb. 3.13 – Stabilisierung einer unstabilierten Gleichspannung: ein 3,3-Volt-Netzteil im Selbstbau

3.3 Superhelle und ultrahelle LEDs

erlauben, nur ein 5-Volt-Netzgerät anzuwenden. Bei einem Standardspannungsregler kann der Spannungsverlust hingegen mehr als 1,5 V betragen. Daher muss bei seiner Anwendung (wie in Abb. 3.10/3.14) die unstabilierte Eingangsgleichspannung um ca. 2 Volt höher sein als die benötigte stabilisierte Ausgangsspannung. Sie darf zwar auch noch viel höher sein, aber das hat höhere Leistungsverluste im Spannungsregler zur Folge, durch die sich der Spannungsregler mehr aufheizt. In dem Fall ist ein guter Kühlkörper am Spannungsregler unerlässlich.

Die hier aufgeführten Beispiele der Spannungsregelung – und somit der optimalen Stromeinstellung für die LEDs – können nach Belieben modifiziert werden. Die Spannung und die Leistung des Netztransformators bzw. des unstabilierten Netzteils sowie auch die Spannungsregelung lassen sich auf den jeweiligen Bedarf mit verschiedensten Tricks anpassen, die z. B. auch in Abb. 3.14 angewendet werden.

Als Alternative zur Stromversorgung mehrerer 3,2-Volt-LEDs bietet sich eine Lösung an, bei der (nach Abb. 3.14) jeweils drei LEDs in Reihe an ein 9,6-Volt-Netzteil angeschlossen werden. Hier muss – ähnlich wie in dem Beispiel aus Abb. 3.12a – die Spannungserhöhung von 9 auf 9,6 Volt mit einer zusätzlichen ausgesuchten Gleichrichterdiode (z. B. der Type 1 N 4001 oder einer beliebigen Restposten-Siliziumdiode) erzielt werden. Dabei wird bei der Vorselektion dieser Diode nicht gezielt die optimale Ausgangsspannung, sondern nur der optimale Strom (I_F) der LEDs auf den Bedarf eingestellt. Werden z. B. nur 3 x 3 LEDs in Reihe betrieben, dürfte der Strom auf ca. 56 bis 58 mA eingestellt werden. Bei 2 x 3 LEDs wäre der LED-Strom auf etwa 39 mA ($2 \times 19,5 \text{ mA} = 39 \text{ mA}$) einzustellen usw. Die Anzahl der LEDs, die an das Netzteil maximal angeschlossen werden können, hängt nur von den max. Leistungen des Transformators, des Gleichrichters und des Spannungsreglers ab.

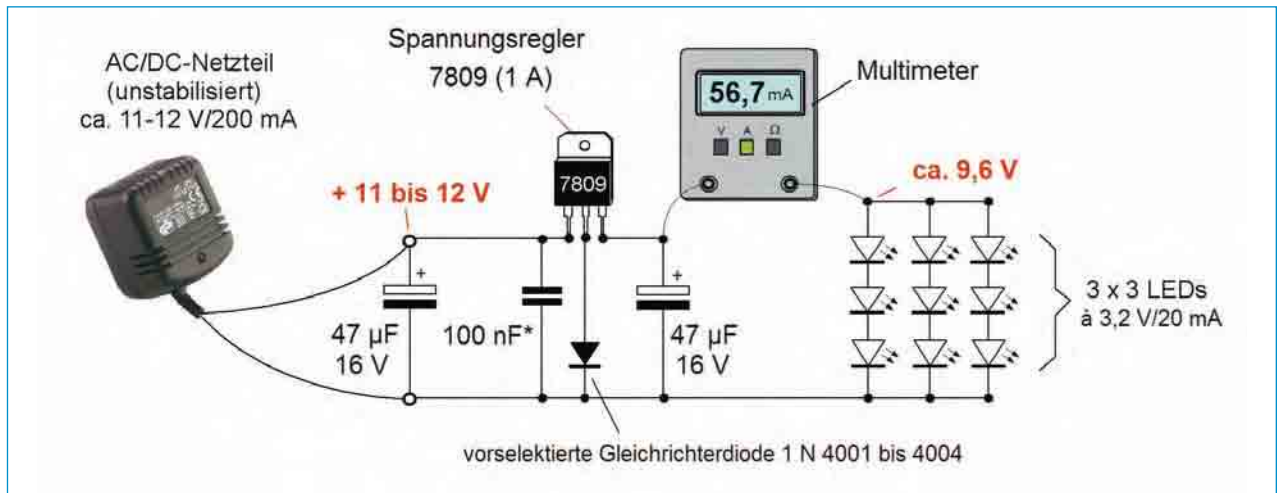


Abb. 3.14 – Stabilisiertes 9,6-Volt-Netzteil im Selbstbau

4.2 LED-Wandleuchten

Das Angebot an LED-Wandleuchten wird immer interessanter. Man kann aber auch jede Wandleuchte umfunktionieren, indem man in ihre Fassung anstelle der ursprünglichen Glühlampe ein LED-Leuchtmittel einschraubt. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Lichtabstrahlung (der *Abstrahlwinkel*) einer LED nicht identisch mit dem einer normalen Glühlampe oder Energiesparlampe ist (siehe Abb. 4.3). Dieser Aspekt verdient auch beim Kauf einer kompakten LED-Wandleuchte besondere Aufmerksamkeit, denn viele LED-Wandleuchten strahlen das Licht nicht rundum, sondern nur segmentweise aus (Abb. 4.12).



Abb. 4.12 – Einige Anwendungsbeispiele von LED-Wandleuchten (Fotos: Conrad Electronic)

4.3 LED-Schrank- und Vitrinen-Einbauleuchten

Unter den handelsüblichen LED-Schrank- und Einbauleuchten gibt es sowohl solche, die für die Netzspannung (Abb. 4.13) als auch solche, die nur für den Batteriebetrieb (Abb. 4.14) ausgelegt sind. Letztere flattern oft als Geschenkartikel in unsere Haushalte oder sind als preiswerte Schnäppchen erhältlich und können leicht zu netzbetriebenen Schrank- und Einbauleuchten umfunktioniert werden.

Das folgende Beispiel der kleinen LED-Leuchte aus Abb. 4.14 zeigt, wie bei ihrer Umrüstung auf Netzbetrieb vorgegangen wird:

Als Erstes ist festzustellen, wie hoch die ursprüngliche Batteriespannung ist. Nachdem man sich



Abb. 4.13 – Schrank- und Einbauleuchten sind in verschiedenen Ausführungen und Größen erhältlich. (Foto: Conrad Electronic)



Abb. 4.14 – Kleinere, batteriebetriebene LED-Leuchten können bei Bedarf leicht für den Netzbetrieb umfunktioniert werden.

Zugang zu den Batterien der Leuchte (nach Abb. 4.15) verschafft hat, zeigt sich: In der Leuchte befinden sich drei Batterien „AAA“ à 1,5 Volt in Serie angeordnet. Die Leuchte benötigt also eine 4,5-Volt-Versorgungsspannung – und es sollte eine stabilisierte oder zumindest geregelte Gleichspannung sein. Man muss daher entweder ein stabilisiertes Netzgerät als Fertigprodukt verwenden oder es nach Abb. 4.18 selbst herstellen.

4.3 LED-Schrank- und Vitrinen-Einbauleuchten



Abb. 4.15 – Für die Spannungsversorgung der LED-Leuchte aus Abb. 4.14 sind drei Alkalibatterien à 1,5 V zuständig (Rückseitenansicht).



Abb. 4.16 – Anstelle der Batterien kann ein kleines stabilisiertes Netzgerät die Stromversorgung übernehmen.

4.3 LED-Schrank- und Vitrinen-Einbauleuchten



Abb. 4.17 – Ermittlung des Stromverbrauchs der LED-Leuchte mit einem Multimeter.

Hinweise zu Abb. 4.18

Der Netztransformator und die Gleichrichterioden stellen eine Standardschaltung dar, der Sie in diesem Buch im Zusammenhang mit weiteren Selbstbauanleitungen wiederholt begegnen werden. Da es keine 4,5-Volt-Spannungsregler gibt, wurde hier ein 3,3-Volt-Spannungsregler verwendet. Seine *Ausgangsspannung* wird auf die erforderlichen 4,5 V um einen *Spannungsverlust* (Sperrspannung) von ca. 1,5 V erhöht, der auf den Dioden D1/D2 (insgesamt) entsteht. Die Schottky-Diode D2 sollte optimal eine Sperrspannung von maximal 0,3 Volt haben. Damit würde die LED-Versorgungsspannung etwa 4,6 Volt betragen. Das ist im Limit. Es könnte sich evtl. herausstellen, dass die LEDs auch dann ausreichend kräftig leuchten, wenn D2 ganz entfällt. Einige Zenerdioden weisen nämlich eine etwas höhere Sperrspannung auf, als ihre Bezeichnung andeutet, wodurch sich die stabilisierte Ausgangsspannung möglicherweise bis über von 4,4 Volt erhöht.

4.3 LED-Schrank- und Vitrinen-Einbauleuchten

Mit einem stabilisierten Netzgerät nach Abb. 4.16 lässt sich das Vorhaben am schnellsten realisieren. Offen bleibt hier nur die Frage, welchen Strom eine solche Leuchte bezieht und wie viele Leuchten man auf diese Weise parallel betreiben

möchte. Die Antwort darauf lässt sich durch Messen des Stromverbrauchs an einer der LED-Leuchten ermitteln (siehe Abb. 4.17). Die hier gezeigte Leuchte bezieht einen Strom von 58,2 mA (aufgerundet ca. 60 mA).

Das stabilisierte Selbstbau-Netzgerät aus Abb. 4.18 reicht für den Parallelbetrieb dreier solcher LED-Leuchten aus. Durch eine entsprechende Erhöhung der Leistung oder der Sekundärspannung des verwendeten Transformators kann

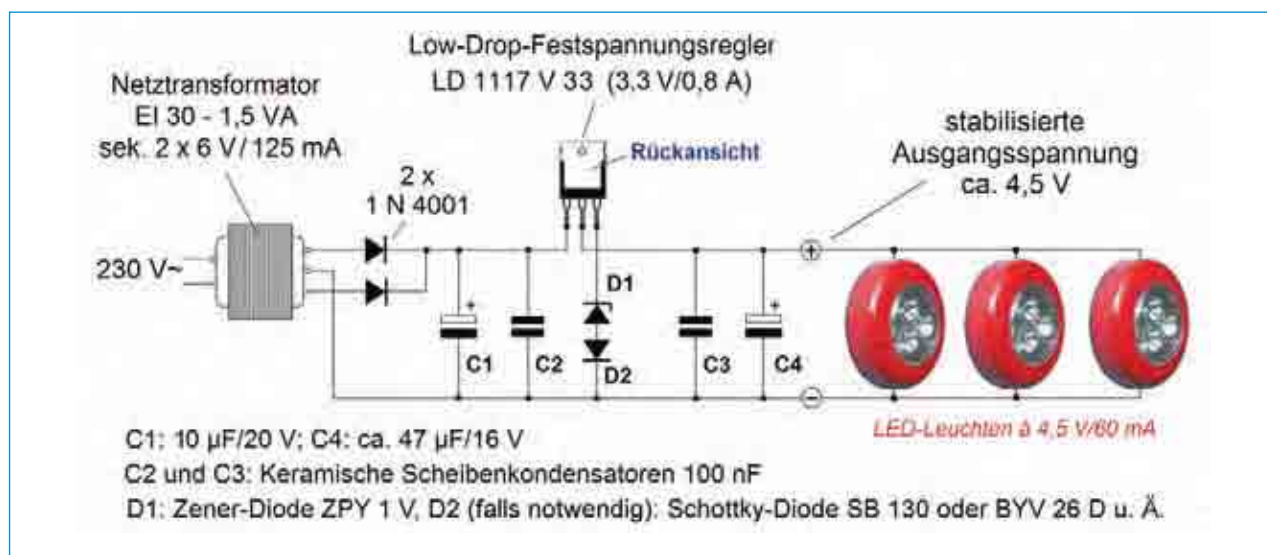


Abb. 4.18 – Ein kleines Selbstbau-Netzgerät für bis zu 3 LED-Leuchten à 4,5 V/60 mA reicht aus.

4.3 LED-Schrank- und Vitrinen-Einbauleuchten

ein solches Netzgerät auch für andere LED-Leuchten (= für andere Spannungen und Ströme) modifiziert werden.

Ist es erwünscht, dass sich eine solche LED-Beleuchtung beim Öffnen einer Schranktür oder einer Schrankklappe automatisch einschaltet, kann zu diesem Zweck ein handelsüblicher *Truhenschalter* (Abb. 4.19) verwendet werden. Dieser Schalter ist speziell für solche Zwecke vorgesehen.

Falls bereits eine Schrank- oder Vitrinenbeleuchtung besteht, aber mit herkömmlichen Glühlampen arbeitet, können diese einfach durch kleine LED-Leuchten ersetzt werden, die ein entsprechendes Gewinde (meist E14) haben und für 230 V~ ausgelegt sind (Abb. 4.20). Auch für Neuinstallationen können diverse herkömmliche Schrankleuchten verwendet werden, die für 230 V~ ausgelegt sind und in die eine 230-Volt-LED-Leuchte passt. Diese Lösung hat den Vorteil, dass hier das Netzgerät entfällt, für das nicht immer der erforderliche Platz zur Verfügung steht.



Abb. 4.19 – Ein *Truhenschalter* ist speziell als Möbellichtschalter konzipiert.



Abb. 4.20 – Herkömmliche Schrankleuchten-Glühlampen können oft durch passende (230 V~)-LED-Leuchtmittel ersetzt werden.

5.2 LED-Treppenbeleuchtung

Im Gegensatz zu dem vorhergehenden Projekt können für die Treppenbeleuchtung Ferticleuchten verwendet werden, die entweder an die Wand montiert oder vertieft in das Mauerwerk eingelassen werden. Praktische Auskünfte zu einem einfachen Anschluss der Wandleuchten an bereits vorinstallierte Stromzuleitungen finden Sie in Kapitel 7. Eine etwas komplizierte, aber sehr beliebte Lösung ist eine Treppenbeleuchtung mit LED-Leuchten, die nach Abb. 5.3a) oberhalb der Treppen im Mauerwerk eingelassen sind. Die passenden LED-Leuchten (Abb. 5.3b) bis d)) sind für eine 12-Volt-Betriebsspannung und mit einer internen Elektronik ausgelegt, die wahlweise einen Anschluss an



12-Volt-Wechsel- oder Gleichspannung erlaubt. Bei einer Kombination mit dem Wechselspannungsnetz genügt es, wenn die Leuchten ihre 12-Volt-Spannung über einen beliebigen Transformator beziehen, dessen Sekundär-

Abb. 5.3 – a) Beispiel einer LED-Treppenbeleuchtung; **b) bis d)** flache LED-Wandleuchten (Fotos/Anbieter: Conrad Electronic)

5.2 LED-Treppenbeleuchtung

strom dem typenbezogenen Bedarf der Leuchte gerecht wird. Es liegt im persönlichen Ermessen, ob dabei jede LED-Leuchte ihren eigenen Transformator erhält, oder ob sich mehrere Leuchten einen gemeinsamen teilen, wie das Beispiel aus Abb. 5.4 zeigt. Näheres zu der eigentlichen Elektroinstallation finden Sie in den Kapiteln 6 und 7.

Abb. 5.4 – Viele der handelsüblichen LED-Leuchten sind für eine 12-Volt-Betriebsspannung ausgelegt und können ihren Strom über beliebige kleine Transformatoren beziehen: **a)** Zwei LED-Leuchten teilen sich einen gemeinsamen Transformator; **b)** die Abnahmeleistung dieser Leuchten beträgt nur 1 Watt, daher können jeweils 2 x 2 Leuchten parallel an jede Sekundärwicklung des Transformators angeschlossen werden.



Abb. 5.5 – Kleine Transformatoren passen gut in eine Unterputz-Gerätedose, die wahlweise entweder nahe der Raumdecke oder auch hinter der Leuchte in der Mauer untergebracht werden können.

5.3 Hintergrundbeleuchtung für den Fernseher

Eine einfache Hintergrundbeleuchtung für den Fernseher kann in Form einer selbsttragenden Konstruktion nach Abb. 5.6a/b erstellt werden. Sehr gut eignen sich auch SuperFlex-Leisten für diesen Zweck.

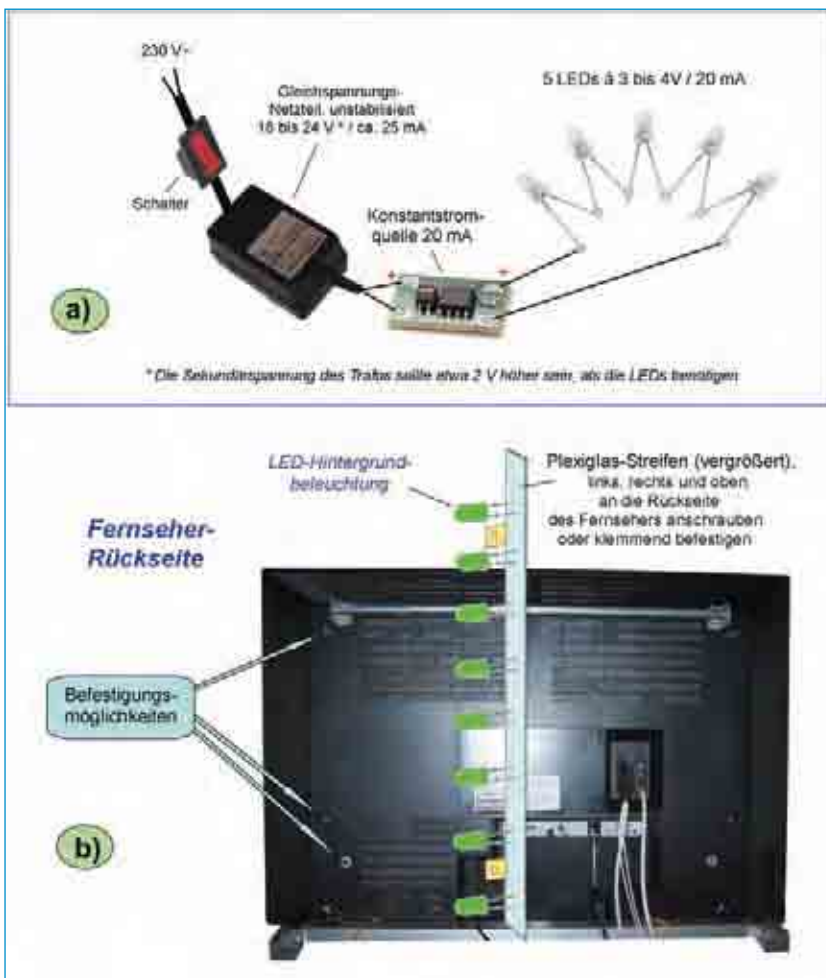


Abb. 5.6 – a) Beispiel einer einfachen, selbsttragenden Konstruktion einer Fernseher-Hintergrundbeleuchtung mit superhellen LEDs; **b)** Detail einer alternativen LED-Hintergrundbeleuchtung, bei der die LEDs an Plexiglasstreifen angebracht sind, die an die Fernseher-Rückwand fest angeschraubt werden können (eingezeichnet wurde hier nur einer der erforderlichen drei LED-Streifen)

LED-Beleuchtungen im Haus selbst planen und installieren

Leuchtdioden verdrängen die herkömmlichen Glühbirnen im Haus immer mehr.

Sie sparen nicht nur Energie, sondern haben auch eine längere Lebensdauer und sind im Vergleich zu Energiesparlampen nicht träge.

Obwohl in den Abmessungen sehr winzig, erzeugen sie ein verblüffend starkes Licht und sind eine faszinierende Spielfläche für kreative Gestaltungen interessanter Lichtquellen im Haus.

Dieses Buch informiert Sie über viele praktische Nutzungsmöglichkeiten von Leuchtdioden in Haus und Garten.

Den Schwerpunkt bilden konkrete Bauvorschläge sowie Schritt-für-Schritt-Anleitungen.

Zu den wichtigsten „speziellen Eigenheiten“ der Leuchtdioden (LEDs) und kompakten LED-Leuchtkörper gehören unter anderem die Art der Spannungsversorgung, die Form des ausgestrahlten Lichtkegels sowie die Farbnuancen des „weißen“ Lichts und vieles mehr. Konnte man bisher eine Decken- oder Wandleuchte als Einrichtungsgegenstand kaufen, muss nun bei einer LED-Leuchte auf viele Kleinigkeiten geachtet werden.

Leuchtdioden eignen sich auch hervorragend für den Selbstbau zur Beleuchtung der Wohn- und Arbeitsräume oder für kleine Lichtquellen, die eine dekorative Funktion haben. Die Elektroinstallation selbst gebauter Leuchten stellt nur geringe Ansprüche an das handwerkliche Können. Wie man sie durchführt und worauf dabei zu achten ist, lesen Sie ebenfalls in diesem Buch. Sie werden staunen, wie einfach alles geht!

Aus dem Inhalt

- Technische Eigenschaften
- Leuchtdioden als Bausteine
- Selbstbauprojekte
- Installationshinweise

Zum Autor

Bo Hanus zählt zu den erfahrensten Autoren von „DO-IT“-Büchern. Mit seinen über 50 Ratgebern zu den verschiedensten Themen hat er wohl manchem aus der sprichwörtlichen Patsche geholfen.

Leicht gemacht, Geld und Ärger gespart!

Besuchen Sie uns im Internet: www.franzis.de