

Bo Hanus

Experimente mit superhellen Leuchtdioden



Superhelle LEDs in der Praxis!

- ▶ Richtige Spannungsversorgung
- ▶ Party-Deko-Beleuchtung
- ▶ KFZ- Rückfahr- und Bremswarner
- ▶ Licht-Mosaiken
- ▶ LED-Taschenlampen
- ▶ Weihnachtsdeko-Lichteffekte

Inhalt

1	Super-ultrahelle Leuchtdioden und ihre Anwendung	9
1.1	Die Leuchtkraft und der Abstrahlwinkel	14
1.2	Farben und Formen	24
1.3	Leuchtdioden mit speziellen Funktionen	29
1.4	Lebensdauer der Leuchtdioden	32
2	Stromversorgung	36
2.1	Probieren, messen oder rechnen?	40
2.2	Die Nennleistung des Vorwiderstandes	51
2.3	Spannungsreduktion mit Dioden	53
2.4	Netzgeräte und Netzteile	54
2.5	LED-Konstantstrom-Konverter	64
2.6	Batteriebetrieb	64
2.7	Praktische Tipps	67
3	Konstantes Licht	73
3.1	Mini-Spots	73
3.2	LED-Ketten	79
3.3	LED-Flächen	80
3.4	LEDs in Fahrzeugen	80
4	Blinkendes Licht	86
4.1	Multivibrator als Blinker	86
4.2	Blinker mit dem IC NE 555	92
5	Laufendes Licht	96
5.1	Mehrstufige Timer-Ketten	96
5.2	Ringzähler-ICs	99
5.3	Glücksräder	108
6	Fließendes Licht	112

Inhalt

7	Nützliche Hilfsschaltungen	119
7.1	Dämmerungsschalter	119
7.2	Funk-Türglocke als Fernschalter	119
7.3	Schalten mit dem IC 4066	122
7.4	Anwesenheitsmelder mit Relais	124
7.5	Anwesenheitsmelder mit dem IC 4066	125
7.6	Licht und Klang	128
7.7	Laser-Pointer als Fernschalter	130
8	Energieübertragung mit Licht	133
8.1	Energieübertragung zu einer Wanduhr	134
8.2	Drahtloses Nachladen von Kleinakkus	134
9	LED-Impulsbetrieb	138
10	Interessante Anwendungen	142
10.1	Quiz-Taster	142
10.2	LED-Hausnummer	145
10.3	Gehrichtungerkennende Lichtschranke	147
10.4	LED-Taschenlampe anders	148

Super- & ultrahelle Leuchtdioden und ihre Anwendung

1

„Superhelle“ oder „ultrahelle“ Leuchtdioden werden – ähnlich wie die herkömmlichen Leuchtdioden – in der Fachterminologie als „LEDs“ bezeichnet (dies ist eine Abkürzung für „*light-emitting diodes*“). Der Begriff „superhell“ oder „ultrahell“ darf dabei nur als Hinweis darauf betrachtet werden, dass diese Leuchtdioden ein wesentlich kräftigeres Licht geben als die herkömmlichen LEDs.

Es gibt aber keine technisch definierbare Grenzen zwischen den schwächer und den kräftiger leuchtenden LEDs. Welche der LEDs als „superhell“ oder als „ultrahell“ von Anbietern angepriesen oder vom Anwender betrachtet werden, hängt daher nur vom Ermessen oder von dem jeweiligen Stadium der Entwicklung ab. Aus dieser Sicht dürften auch die „Low-current-LEDs“ als superhell betrachtet werden, denn ihr Energieverbrauch liegt – bei annähernd derselben Leuchtkraft – nur bei etwa 10 bis 20% des Energieverbrauchs der „Standard-LEDs“.

Bei der Entwicklung von „echten“ superhellen oder ultrahellen Leuchtdioden wird angestrebt, dass sie kräftig leuchten und dabei

einen möglichst großen Teil der bezogenen elektrischen Energie in Licht umwandeln.

Was man sich darunter konkret vorstellen kann, geht aus Tabelle 1.1 hervor. Als Bewertungsbasis dienen hier die „guten alten“ Glühlampen, bei denen nur etwa 3 bis 5% der bezogenen Energie in Licht umgewandelt wird. Den Rest der verbrauchten Energie setzen die Glühlampen in Wärme um und fungieren aus dieser Sicht überwiegend nur als „lichterzeugende Heizkörper“. Wesentlich besser schneiden die Leuchtstofflampen ab, die in der Form von röhren- oder glühlampenähnlichen „Energiesparlampen“ hergestellt werden.

Tabelle 1.1 zeigt einen Vergleich der Effizienz einiger der gegenwärtig bekanntesten „künstlichen Lichtquellen“. Bei diesem Vergleich fungieren Glühlampen als Referenz, da sie im Wohnbereich noch häufig ihren Einsatz finden. Im Zusammenhang mit diversen Planungsüberlegungen (welche oder wie viele LEDs dürften für ein Vorhaben ausreichen?) kann man dann erst mit Hilfe einer Glühbirne (in einer Tischlampe) prüfen, ob z. B. das Licht einer 15-Watt- oder einer 25-Watt-

Lampentype	Leistungsaufnahme in Watt	Lichtstrom in Lumen
Standard-Glühlampe	10 W	48 lm
Standard-Glühlampe	15 W	90 lm
Standard-Glühlampe	25 W	230 lm
Standard-Glühlampe	40 W	430 lm
Standard-Glühlampe	60 W	730 lm
Standard-Glühlampe	75 W	960 lm
Halogenlampe	15 W	155 lm
Halogenlampe	20 W	350 lm
Energiesparlampe Osram	7 W	350 lm
Energiesparlampe Osram	10 W	500 lm
Energiesparlampe Ökolight	11 W	600 lm
Energiesparlampe Ökolight	14 W	900 lm
Leuchtstofflampe	20 W	1250 lm
Leuchtstofflampe	40 W	3000 lm
Neonlampe	10 W	485 lm
Neonlampe	15 W	780 lm
LUXEON-LED rot/orange	1 W	55 lm
LUXEON-LED rot	1 W	44 lm
LUXEON-LED grün	1 W	25 lm
LUXEON-LED weiß	1 W	18 lm
LUXEON-LED blau	1 W	5 lm
LUXEON-LED weiß	5 W	120 lm

Tab. 1.1 Übersicht der Lichtausbeute diverser gebräuchlicher „Lichtquellen“ in *Lumen* (alle aufgeführten Angaben beziehen sich auf Herstellerdaten von „guten Produkten“ und treffen u. a. auf manche „kostengünstige“ *Energiesparlampen* und *Leuchtstofflampen* nicht unbedingt zu)

Glühbirne für ein Vorhaben ausreichen dürfte.

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass auch die superhellen LEDs, vom Wirkungsgrad her, noch nicht generell den Leuchtstofflampen überlegen sind (in Bezug auf Lichtstrom pro Watt). Das dürfte sich aber ziemlich bald ändern, denn auf diesem Gebiet wird intensiv geforscht und entwickelt.

Abgesehen davon weisen Leuchtdioden viele Vorteile auf, die ihre Anwendung sehr attraktiv machen:

- a) kleine Abmessungen
- b) relativ „kaltes“ Licht
- c) hoher Wirkungsgrad (vor allem bei rot-oranger und roter Farbe)
- d) lange Lebensdauer (auch beim Blinken)
- e) Unempfindlichkeit gegen Erschütterung
- f) Leistungsdominanz bei Anwendungen, die bisher nur mit Glühlampen erfolgten

Leuchtdioden, die nur ein monochromatisches Licht – vor allem gelbes, rotes oder grünes – erzeugen, können wesentlich einfacher und kostengünstiger erstellt werden als solche, die ein weißes Licht („Tages-

Die Leuchtkraft und der Abstrahlwinkel

licht“) geben. Nur bei blauen LEDs will es mit einer kräftigeren Leuchtkraft noch nicht so richtig klappen, aber es werden zufrieden stellende Fortschritte verbucht.

In Katalogen und Datenblättern geben die Anbieter bei kräftiger leuchtenden LEDs in der Regel die farbenbezogene Leuchtkraft an (siehe hierzu auch Tab. 1.2 mit technischen Daten der LEDs). Da fällt es nicht schwer, die optimalen LEDs für ein Vorhaben zu finden, bei denen eine gehobene Leuchtkraft

erwünscht ist. Diese Tabelle stellt allerdings nur einige Beispiele von vielen dar. Umfangreichere aktuelle Informationen über das breite Angebot an superhellen LEDs können Sie am besten den Katalogen von Elektronik-Verandhäusern entnehmen, die Sie am Buchende als *Bezugsquellen-Hinweis* finden.

In elektronischen Schaltplänen werden Leuchtdioden meist mit einem der in Abb. 1.2 aufgeführten Schaltzeichen dargestellt. Beide Alternativen sind gängig,

Superhelle LEDs – Durchmesser 5 mm, Farbe rot
(Auszug aus dem Katalog von Conrad Elektronik):
Technische Daten: Betriebsstrom I_F 20 mA,
Betriebsspannung („Durchlass-Spannung“) U_F 1,6 bis 2,7 V

Bestell-Nr.	Type	Gehäuse	Lichtstärke	Abstrahlwinkel
14 31 11	L53 SRD/A	diffus	60 mcd	120°
14 31 20	L53 SRD/B	diffus	100 mcd	120°
14 31 38	L53 SRD/C	diffus	200 mcd	120°
18 43 81	L53 SRD/B	klar	500 mcd	35°
14 31 46	L53 SRC/C	klar	1000 mcd	35°
18 43 73	L53 SRC/D	klar	2000 mcd	35°
18 43 90	L53 SRC/E	klar	3000 mcd	35°

Weißes Licht mit LEDs
(Auszug aus dem Katalog von Conrad Elektronik):
Technische Daten: Betriebsstrom I_F 20 mA;
Betriebsspannung U_F typ. 3,6 V, max. 4,0 V

Bestell-Nr.	Typ	Lichtstärke	Abstrahlwinkel
15 38 81	3 mm	900 mcd	45°
15 37 37	3 mm	1270 mcd	45°
15 38 67	3 mm	2800 mcd	25°
15 38 55	5 mm	3000 mcd	22°
15 37 45	5 mm	6400 mcd	20°
15 39 08	5 mm	9200 mcd	20°

Tab. 1.2 Auf diese Weise werden technische Daten von LEDs in Katalogen und Datenblättern in Kurzform aufgeführt

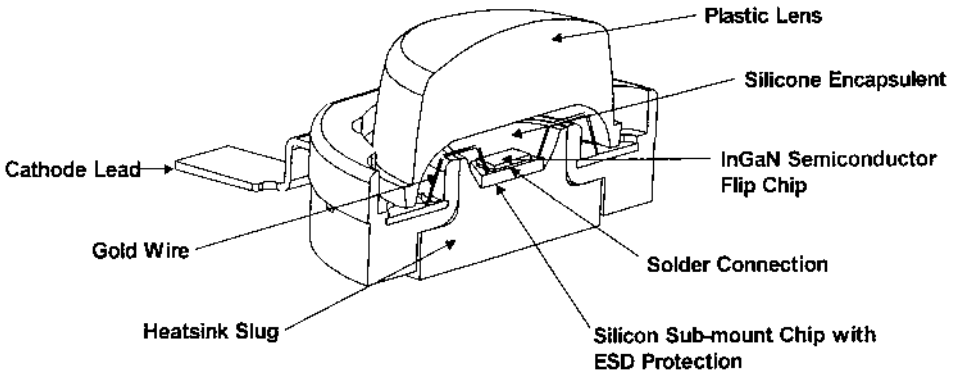
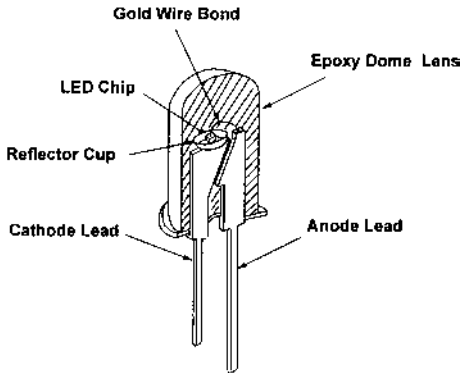


Abb. 1.1 Viele der kleineren super- oder ultrahellen Leuchtdioden unterscheiden sich äußerlich nicht von den herkömmlichen Standard-LEDs, aber einige speziellere Leuchtdioden können mehr oder weniger „aus dem Rahmen fallen“; oben: eine superhelle Leuchtdiode mit integriertem Reflektor; unten: eine „High-Power-LED“ im Schnitt (Luxeon-Werkzeichnungen)

gleichbedeutend und gelten sowohl für alle Standard- wie auch für alle superhellen oder ultrahellen Leuchtdioden, ohne Rücksicht auf ihre tatsächliche Form und Größe.

Bemerkung: In einigen unserer Beispiele, worin z. B. die optische Darstellung hervorgehoben werden soll, stellen wir die LEDs bildlich oder als Kreise dar. Das erleichtert einen schnellen Überblick und verdeutlicht die vorge-sehene Anordnung.

Die Leuchtkraft und der Abstrahlwinkel

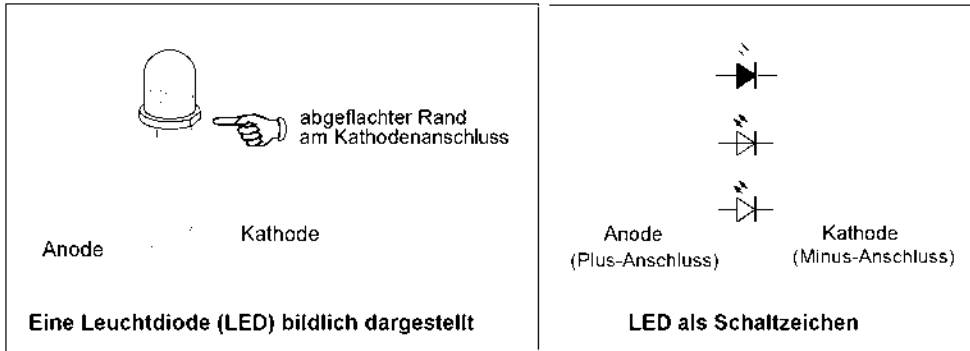


Abb. 1.2 Leuchtdiode: a) Grundausführung einer Leuchtdiode; b) Das Schaltzeichen ist für alle Leuchtdioden einheitlich (es bleibt im Ermessen des technischen Zeichners, welches der hier aufgeführten Schaltzeichen er für eine Schaltung verwendet)



Abb. 1.3 Leuchtdioden sind oft auch in Form von kompakten LED-Spots erhältlich

Sachverzeichnis

A

Abstrahlwinkel 14
Anwesenheitsmelder 124, 125
Ausgangsspannung eines Solarmoduls 67
Autobatterie 81

B

Batteriebetrieb 64
Beobachtungswinkel 15
Betriebsspannung (U_F) 38, 41
Betriebsstrom (I_F) 41
Betriebstemperatur 32
Bleiakkumulatoren 64
Blinker mit dem IC „555“ 92
Blink-LED 30
Blinklicht 86
Brückengleichrichtung 60
BUZ 103 S als Treiber 113

D

Dämmerungsschalter 119, 123
Drahtloses Nachladen von Kleinakkus 134
Duo-LEDs 29

E

Einstellbarer Spannungsregler 60
Einstellpotentiometer 42
Einstellung des LED-Stroms 67
Elektromagnetisches Relais 29
Elliptische LEDs 16
Empfohlene Vorwiderstände 39
Energiesparlampen 10
Energieübertragung mit Licht 133
Energieübertragung zu einer Wanduhr 134
Experimentier-Glücksrad 108

F

Fahrrad-Dynamo 82
Farbenbezogene Empfindlichkeit
unserer Augen 25
Farbspektrum 26
Flächenbeleuchtung 21
Fließendes Umschalten von Lichtquellen
112
Fotowiderstand 19, 123
Full-color-LED 29
Funk-Türglocke 129
Funk-Türglocke als Fernschalter 119

G

Gegurtete LEDs 27
Gehrichtungserkennende Lichtschranke
147
Germaniumdioden 53
Gesprochene Meldungen 128
Getaktete Netzgeräte 55
Gleichspannungs-Netzgeräte 55
Glücksräder 108

H

Hausnummer aus Leuchtdioden 146
Hintergrundbeleuchtung 16

I

Intervall-Melder mit Sprachausgabe 129

K

Kleindioden 106
Kondensatoren 88
Kühlkörper 33
Kühlplatte 72

L

Laser-Pointer als Fernschalter 130
Lastwiderstand 22
Laufflicht 96
Lebensdauer der Leuchtdioden 32
LED als Schaltzeichen 13
LED-Beleuchtung der PC-Tastatur 74
LED-Betriebsstrom 36
LED-Durchlassspannung 36
LED-Flächen 80
LED-Grundfarben 24
LED-Impulsbetrieb 138
LED-Ketten 80
LED-Lampen 78
LED-Mosaik-Steinchen 106
LED-Nennleistung 36
LEDs 9
LEDs in Fahrzeugen 80
LED-Schneeflocke 115
LED-Spots 13
LED-Taschenlampe 148
Leistungs-LEDs 14
Leistungs-Leuchtdioden 33
Leuchtdioden-Ketten 89
Leuchtdioden-Spielwürfel 105
Leuchtender Pfeil 106
Leuchtkraft 14
Leuchtstofflampen 10
Licht und Klang 128
Lichtstärke 14
Lichtstärken-Messung 49
Lichtstrom 10, 14
Light-emitting diodes 9
Low-current-LEDs 100
Low-drop-Spannungsregler 58
Lux 21

M

Mehrfarbige Leuchtdioden 28
Mehrstufige Timer-Ketten 96
Memory-Effekt 65
Messen der Lichtintensität 19
Messfehler 49
Metallfilm-Widerstand 62
Metallschicht-Widerstände 70
Mini-Spots 73
Mini-Verstärker mit dem TDA 7052 110
Mini-Voice-Recorder 130
Mittelpunkt-Schaltung 60
Monochromatisches Licht 10

Multimeter 21
Multivibrator als Blinker 86

N

Nennleistung des Vorwiderstandes 51
Netzgeräte 54
Netzteil für einen LED-Scheinwerfer 78
Netzteile 54, 55
NiCd-Akkumulatoren 65
NiMH-Akkumulatoren 65

O

Öffnungswinkel 15
Ohm 21
Ohmmeter 19

P

Photonen-Dichte 15
Piepser 143
Pin-Belegung des Ics 4024 101
Pin-Belegung des Ics 4066 122
Pin-Belegung des Ringzähler-Ics 4017 107
Power MOSFET-Transistoren 104

Q

Quiz-Taster 142

R

Reihenwiderstand 37
Relais-Magnetspule 30
Relaisspule 30
RESET-Schalter 119
Ringzähler-Ics 99
Ringzähler-Kette 111

S

Schalten mit dem IC 4066 122
Schaltstrom der Relaiskontakte 31
Schottky-Dioden 53
Selbstbau-Laderegelung 65
Siliziumdioden 53
SMD-LEDs 24
Solarzelle 21
Solarzellen-Spannungen 22
Sound-Modul 145
Stabilisierte Netzgeräte 58
Standard-Spannungsregler 58
Stromstoßrelais 121
SuperFlux-LEDs 15
Superhelle LEDs 11

Sachverzeichnis

Superhelle SMD-LEDs 26
Supperhelle Leuchtdioden an einer
Brille 77

T

Taktgeber 99
Tongenerator (Doppel-T-Oszillator) 109
Transistoren 88
Treiber-IC 7407 102
Treiber-Transistoren 103, 106

U

Unstabilisierte Netzgeräte 58

V

Versorgungsspannung 40
Voice-Module 130
Vorwiderstand 37

W

Wechselspannungs-Netzgeräte 55
Wechselspannungs-Versorgung 50
Weißes Licht 11
Wirkungsgrad 10

Z

Zenerdioden 53
Zenerspannung 63