

PC & Elektronik

# Schaltungssammlung LEDs und LCDs

von  
Frank Sichla

1. Auflage

Franzis Verlag, Poing 2010

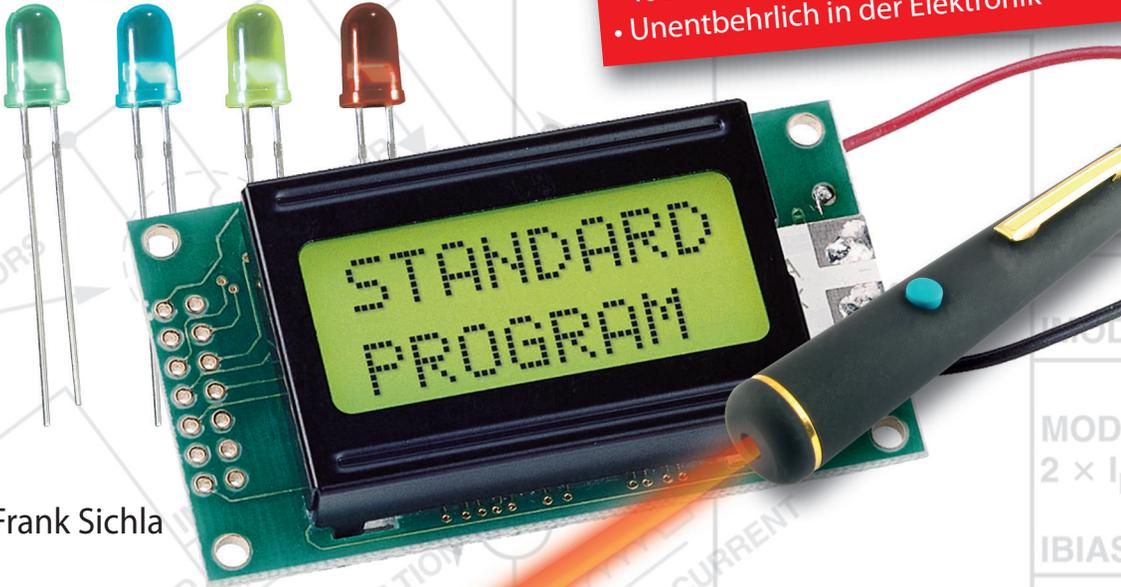
Verlag C.H. Beck im Internet:  
[www.beck.de](http://www.beck.de)

ISBN 978 3 7723 4277 6

**Sonderausgabe**  
**29,95 €**

**FRANZIS**  
ELEKTRONIK

- 360 Seiten Umfang
- Über 350 neue Schaltungen
- 400 Schaltpläne und Zeichnungen
- Unentbehrlich in der Elektronik



Frank Sichla

# Schaltungssammlung LEDs, LCDs und Lasertechnik

Über 350 erprobte Schaltungen für Labor, Entwicklung,  
Anwendung und Ausbildung

- Blitzer-/Flasher/Pulser-Schaltungen
- Laufflicht- und Leuchtbalken / Leuchtbandschaltungen
- Farbwechsler-Schaltungen
- Schaltungen für Blink- und Dual-LEDs
- Mess-, Prüf- und Indikatorschaltungen
- Dimmerschaltungen
- Schaltungen aus der Allgemeinelektronik
- Schaltungen mit Siebensegment-Anzeigen
- Schaltungen mit LCD-Punktanzeigen
- Schaltungen mit Grafik-LCDs
- Schaltungen mit Laserdioden

# Vorwort

Jeder kennt sie, die Leucht- oder Lumineszenzdioden (auf Englisch: Light Emitting Diodes, LEDs, Licht emittierende Dioden). Sie sind überall in der modernen Elektronik anzutreffen und für Anzeigezwecke unentbehrlich. Durch beständige Entwicklungsarbeit wurde die Lichtausbeute kontinuierlich erhöht und Weißlicht möglich gemacht, sodass das elektronische Leuchtmittel LED gerade dabei ist, die Lichtbranche zu revolutionieren.

Bevor die Hochleistungs-Lumineszenzdioden kamen, gab es interessante Neuigkeiten aus dem Bereich der kleinen LEDs. Diese zeigten sich auch als Dual-LEDs (Zweifarb-LEDs), kamen mit einer integrierten Blinkerschaltung daher oder begannen endlich, auch blau zu leuchten. Damit war die Basis für die weiße LED geschaffen.

Seit kurzer Zeit sind Leuchtdioden, auf organischer Basis hergestellt, in Displays anzutreffen, welche keine Hintergrundbeleuchtung benötigen. So präsentierte ein führender Messgerätehersteller vor Kurzem das weltweit erste Handmultimeter mit OLED-Display. Und Physikern ist es Anfang 2009 gelungen, die Lichtausbeute der OLEDs so zu steigern, dass sie die von Leuchtstoffröhren übertrifft.

Auch die LCD-Anzeigen (Liquid-Crystal Display, Flüssigkristall-Bildschirm) haben in den letzten Jahren – insbesondere durch die Entwicklung von Flachbildschirmen – einen enormen Aufschwung erlebt. Hier dominiert jetzt die Punktmatrix, und man hat die Wahl zwischen konventionellen Ausführungen (grün) und solchen mit weißen Zeichen auf blauem Grund (mit Hintergrundbeleuchtung).

LCDs finden Verwendung in vielen elektronischen Geräten der Unterhaltungselektronik, aber auch in Messgeräten, Mobiltelefonen, Digitaluhren und Taschenrechnern. Head-up-Displays und Videoprojektoren arbeiten mit dieser Technik.

Hier drei konkrete Beispiele dafür, dass auch die LCD-Entwicklung noch in Schwung ist:

Die EA-eDIP-Serie vereinigt diverse Grafik-LCDs mit integrierter Intelligenz. Neben acht eingebauten Schriften bietet sie eine ganze Reihe ausgefeilter Grafikfunktionen. Die Ansteuerung erfolgt über eine RS-232-, SPI- oder I2C-Schnittstelle. Die Programmierung erfolgt mit hochspracheähnlichen Grafikbefehlen. Die zeitraubende Programmierung von Zeichensätzen und Grafikroutinen entfällt völlig.

Das Zero-Power-LCD zeigt, was in letzter Zeit bei diesen Bildschirmanzeigen möglich wurde. Es beruht auf einer bistabilen Flüssigkristalltechnik, die ein Bild auch ohne eine angelegte Spannung halten kann. Solche Displays eignen sich hervorragend für batteriebetriebene, tragbare Geräte, die keine große Bildwiederholfrequenz benötigen.

Dank ihrer Reflexionseigenschaften ermöglicht diese Technologie breite Sichtwinkel, hohe Helligkeits- und Kontrastwerte sowie gute Lesbarkeit bei Sonnenlicht.

Die PIC18F87J90-Familie von Microchip vereint neue 8-Bit-Mikrocontroller zur direkten LCD-Ansteuerung. Sie sind die ersten 8-Bit-Controller in Nanowatt-Technologie, die über Echtzeituhr und Kalender sowie eine Schaltung zur Ladezeitmessung verfügen. Die softwaregesteuerte Kontrastregelung des integrierten LCD-Moduls passt den Bildschirm an die unterschiedlichen Licht- oder Temperaturverhältnisse an, und die Nanowatt-Technologie sorgt für einen geringen Leistungsbedarf.

Ständige Weiterentwicklungen gibt es auch in der Lasertechnologie. Heute ist der Laser zu einem bedeutenden Instrument der Industrie, Kommunikation, Wissenschaft und Unterhaltungselektronik geworden.

Die kleinen Laserdioden sind heute schon die mit Abstand am häufigsten benutzten Laserbauelemente und schicken sich an, die Lasertechnik und ihre möglichen Einsatzgebiete genauso zu revolutionieren wie einst die Transistoren die Elektronik. Die Vorteile von Laserdioden sind Kompaktheit, geringe Herstellungskosten, guter Wirkungsgrad und einfache Stromversorgung sowie einfache Modulierbarkeit.

All diese Bauelemente werden auch in Zukunft ständig weiterentwickelt. Weniger spektakulär als die Kreation völlig neuer Varianten verläuft die Verbesserung der Wirkungsgrade und der Darstellungsmöglichkeiten. Auch die Preise werden immer attraktiver, obwohl sie zum Teil schon verblüffend niedrig sind.

Nicht nur der Entwicklungsingenieur ist an einer Schaltungssammlung bewährter und moderner optoelektronischer Lösungen mit LEDs, Displays sowie Laserdioden interessiert, um Zeit zu sparen. Auch den Hobbyelektroniker interessieren solche Schaltungen besonders, da sie sich ideal für den Einstieg in die Elektronik eignen. Deshalb hat der Autor neben aktuellen professionellen auch bewährte einfache Schaltungen aufgenommen und einen großen allgemeinen Praxisteil hinzugefügt.

Ing. Frank Sichla

# Inhaltsverzeichnis

## Teil A: Schaltungen mit Leuchtdioden (LEDs) und Siebensegment-Anzeigen 17

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Begriffe, Definitionen und technische Daten</b> | <b>19</b> |
| 1.1      | Strahlungsphysikalische und lichttechnische Größen | 19        |
| 1.2      | Der Lichtstrom                                     | 19        |
| 1.3      | Die Lichtstärke                                    | 19        |
| 1.4      | Die Lichtstärke-Verteilungskurve                   | 20        |
| 1.5      | Die Beleuchtungsstärke                             | 20        |
| 1.6      | Die Belichtung                                     | 20        |
| 1.7      | Die Leuchtdichte                                   | 20        |
| 1.8      | Der Halbstreuwinkel                                | 20        |
| 1.9      | Vorwiderstandsberechnung                           | 21        |
| 1.10     | LED-Flussspannungen                                | 21        |
| 1.11     | Beleuchtungsstärke-Umrechnungen                    | 22        |
| 1.12     | Anschlusslage                                      | 23        |
| 1.13     | Sicherheitshinweis                                 | 24        |
| <b>2</b> | <b>Blinkerschaltungen</b>                          | <b>25</b> |
| 2.1      | Einfacher Blinker mit Timer 555                    | 25        |
| 2.2      | Wechselblinker mit Timer 555                       | 26        |
| 2.3      | Wechselblinker mit CMOS-IC                         | 26        |
| 2.4      | CMOS-Wechselblinker mit zwei LEDs                  | 27        |
| 2.5      | CMOS-Blinker als Auswerteschaltung                 | 28        |
| 2.6      | „Ruhiger“ Blinker mit Transistor                   | 28        |
| 2.7      | Wechselblinker für Jumbo-LEDs                      | 29        |
| 2.8      | Dämmerungsblinker mit superhellen LEDs             | 30        |
| 2.9      | Alarmblinker mit „Zwischenspur“                    | 30        |
| 2.10     | Acht LEDs blinken scheinbar zufällig               | 31        |
| 2.11     | Wechselblinker mit 2 x 20 LEDs                     | 32        |
| 2.12     | Helligkeit schwillt an und ab                      | 33        |
| 2.13     | Helligkeitsabhängiger Blinker                      | 33        |
| 2.14     | Blinkender Weihnachtsstern                         | 34        |
| 2.15     | Blinker mit Zweipol-Oszillator                     | 35        |
| <b>3</b> | <b>Blitzer/Flasher/Pulser-Schaltungen</b>          | <b>36</b> |
| 3.1      | Einstellbarer Blitzer mit Timer 555                | 36        |
| 3.2      | Blitzer mit komplementären Transistoren            | 37        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 3.3      | Wechselblitzer mit Timer 555                              | 38        |
| 3.4      | Doppel-Blitzlicht für Modellfahrzeuge                     | 39        |
| 3.5      | Marathon-Blitzlicht                                       | 40        |
| 3.6      | 1,5-V-Blitzer mit vier Transistoren                       | 41        |
| 3.7      | Blitzer mit drei Jahren Batterielebensdauer               | 42        |
| 3.8      | Blitzer mit Taktgenerator und CMOS-IC                     | 43        |
| 3.9      | Blitzer mit drei Transistoren                             | 43        |
| 3.10     | Blitzer mit Unijunction-Transistor                        | 44        |
| 3.11     | Dualer 1,5-V-Blitzer                                      | 45        |
| 3.12     | Sicherheits-Blitzer für Radfahrer oder Jogger             | 45        |
| 3.13     | Flackerschaltung (Feuer-Imitation)                        | 47        |
| 3.14     | Wechsel-Flasher mit 1,5 V Betriebsspannung                | 48        |
| 3.15     | Sehr heller 3-V-Blitzer                                   | 48        |
| 3.16     | Mini-Blitzer mit Druckschalter                            | 49        |
| 3.17     | Sicherheits-Blinker für Personen                          | 50        |
| 3.18     | Leuchtturm-Signalgeber                                    | 51        |
| 3.19     | 3-V-Transistor-Flasher                                    | 53        |
| 3.20     | 1,5-V-Flasher mit CMOS-IC                                 | 53        |
| 3.21     | 1,5-V-Flasher mit CMOS-IC und FET                         | 54        |
| 3.22     | Ultra-stromarmer 3-V-Blitzer                              | 55        |
| 3.23     | Programmierbarer Flasher in zwei Varianten                | 56        |
| 3.24     | Der einfachste Blitzer der Welt?                          | 57        |
| 3.25     | Alarmanlagen-Simulator                                    | 58        |
| 3.26     | 1,5-V-Flasher für weiße LED mit Low-Voltage-Gatter        | 59        |
| 3.27     | Schneller, portabler Pulser                               | 59        |
| 3.28     | 1,5-V-Flasher für weiße LED mit fünf Transistoren         | 60        |
| 3.29     | Drei-LED-Flasher  | 61        |
| 3.30     | Blitzlicht mit dem TPS61054                               | 61        |
| <b>4</b> | <b>Lauflicht- und Leuchtbalken/Leuchtband-Schaltungen</b> | <b>63</b> |
| 4.1      | Einfachstes Lauflicht der Welt?                           | 63        |
| 4.2      | Lauflicht mit vier LEDs                                   | 64        |
| 4.3      | Leistungsfähige Wechsellichtband-Schaltung                | 65        |
| 4.4      | Knight-Rider-Lauflicht für 5 V                            | 66        |
| 4.5      | Knight-Rider-Lauflicht für 8...16 V                       | 67        |
| 4.6      | Knight-Rider-Lauflicht mit CMOS-ICs                       | 68        |
| 4.7      | Knight-Rider-Lauflicht mit Schweiß                        | 69        |
| 4.8      | Lauflicht mit einem Ringzähler 4017                       | 71        |
| 4.9      | Lauflicht mit kaskadierten Zählern 4017                   | 71        |
| 4.10     | Lauflicht mit kaskadierten Schieberegistern               | 72        |
| 4.11     | Lauflicht mit Transistor-Monoflops                        | 73        |
| 4.12     | Mini-Lauflicht mit CMOS-ICs                               | 74        |
| 4.13     | Hin- und Her-Lauflicht mit Schweiß                        | 75        |
| 4.14     | Duale Lichtbandsteuerung                                  | 75        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 4.15     | Lichtband mit Blinkeffekt .....                       | 77        |
| 4.16     | Intelligentes Blinklicht .....                        | 77        |
| 4.17     | Blitzlauflicht .....                                  | 79        |
| 4.18     | Doppellauflicht .....                                 | 80        |
| 4.19     | Mikroprozessor zaubert LED-Muster .....               | 81        |
| 4.20     | Einfaches Knight-Rider-Lauflicht .....                | 81        |
| 4.21     | Stern aus Laufbändern .....                           | 82        |
| 4.22     | Inkrementelles Lauflicht .....                        | 83        |
| 4.23     | 555-Lauflicht .....                                   | 85        |
| <b>5</b> | <b>Farbwechsler-Schaltungen .....</b>                 | <b>86</b> |
| 5.1      | Umschaltender Wechsler mit sieben Farben .....        | 86        |
| 5.2      | Einstellbarer RGB-Farbwechsler .....                  | 87        |
| 5.3      | Farbwechsler mit Vierfach-Operationsverstärkern ..... | 88        |
| 5.4      | Farbwechsler ohne Pause .....                         | 89        |
| 5.5      | Fading-Farbwechsler .....                             | 90        |
| 5.6      | Langsam laufender Farbwechsler .....                  | 90        |
| 5.7      | Fading-Farbwechsler mit TTL-IC .....                  | 90        |
| 5.8      | Ökonomische Farbenerkennung .....                     | 93        |
| 5.9      | Farbwechsel-Display mit Duo-LEDs .....                | 94        |
| 5.10     | Regenbogen-LED .....                                  | 94        |
| 5.11     | LED-Farbregler .....                                  | 96        |
| <b>6</b> | <b>Schaltungen mit Blink- und Dual-LEDs .....</b>     | <b>97</b> |
| 6.1      | Pegelindikator mit Dual-LED .....                     | 97        |
| 6.2      | Lauflicht mit Blink-LED .....                         | 98        |
| 6.3      | Blink-LED lässt Einfach-LEDs mitblinken .....         | 99        |
| 6.4      | Kleines Lichtspiel mit Blink-LEDs .....               | 100       |
| 6.5      | Operationsverstärker steuert Blink-LED .....          | 100       |
| 6.6      | Blink-LED am TTL-Ausgang .....                        | 101       |
| 6.7      | CMOS-IC steuert Blink-LED .....                       | 102       |
| 6.8      | Blink-LED an über 5 V .....                           | 102       |
| 6.9      | Anzeigeschaltung mit zwei Dual-LEDs .....             | 103       |
| 6.10     | Einfacher Impulsindikator mit Dual-LED .....          | 104       |
| 6.11     | Dual-LED an Netzspannung .....                        | 104       |
| 6.12     | Ein Bauelement – vier Farben .....                    | 105       |
| 6.13     | Magische Lichter .....                                | 105       |
| 6.14     | Tester für Audioleitungen .....                       | 107       |
| 6.15     | Optischer Transistortester .....                      | 107       |
| 6.16     | Steuerschaltung für 16-mm-Duo-LEDs .....              | 108       |
| 6.17     | Interessanter Wechselblinker .....                    | 110       |
| 6.18     | Blinkender Farbwechsler mit Doppeltimer .....         | 110       |
| 6.19     | Duo-LED am einpoligen Mikroprozessor-Ausgang .....    | 111       |
| 6.20     | Temperatur-Monitor .....                              | 112       |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 6.21     | Übertemperatur-Indikator                       | 112        |
| 6.22     | Programmierbare LED                            | 113        |
| <b>7</b> | <b>Mess-, Prüf- und Indikatorschaltungen</b>   | <b>115</b> |
| 7.1      | Anzeige für Gleich- und Wechselspannung        | 115        |
| 7.2      | Balkenanzeige mit Transistoren                 | 116        |
| 7.3      | Einfacher Spannungsprüfer                      | 117        |
| 7.4      | Einfache Spannungsüberwachung                  | 117        |
| 7.5      | Versorgungsspannungs-Überwachung mit Timer 555 | 118        |
| 7.6      | Überwachung eines 12-V-Akkus                   | 119        |
| 7.7      | VU-Meter mit acht LEDs                         | 120        |
| 7.8      | Leitungssucher mit Operationsverstärkern       | 121        |
| 7.9      | Mini-Leitungssucher mit CMOS-IC                | 122        |
| 7.10     | Vielseitiger Verdrahtungstester                | 123        |
| 7.11     | Tester für mehradrige Leitungen                | 124        |
| 7.12     | Logiktester mit Operationsverstärkern          | 126        |
| 7.13     | Logiktester mit CMOS-ICs                       | 126        |
| 7.14     | Autobatterie-Tester mit Transistoren           | 127        |
| 7.15     | Indikatoren mit LED-Anzeige                    | 128        |
| 7.16     | Einfaches Stroboskop mit Timer 555             | 128        |
| 7.17     | Stroboskop mit CMOS-ICs                        | 129        |
| 7.18     | Niederfrequenzmesser mit LED-Anzeige           | 130        |
| 7.19     | Aussteuerungsanzeige                           | 131        |
| 7.20     | Detektor für Nanosekunden-Impulse              | 132        |
| 7.21     | Passiver LED-Bargraph-Power-Indikator          | 133        |
| 7.22     | Audio-Clipping-Indikator                       | 134        |
| 7.23     | Dreistufiger Audio-Leistungsindikator          | 135        |
| 7.24     | Alarm bei zu hoher Geschwindigkeit             | 137        |
| 7.25     | Auto-Bordspannungs-Indikator                   | 138        |
| 7.26     | Test und Anschlussermittlung von Transistoren  | 139        |
| 7.27     | Indikation einer Frequenzdifferenz             | 141        |
| 7.28     | Impuls-Überwachungsschaltung                   | 143        |
| 7.29     | Impulsfrequenz-Detektor                        | 143        |
| 7.30     | Logikastkopf für CMOS und TTL                  | 145        |
| 7.31     | Mobiltelefon-Detektor                          | 146        |
| 7.32     | IR-Fernsteuerungs-Tester                       | 147        |
| 7.33     | Wasser-Füllstandsanzeige                       | 147        |
| 7.34     | Zweibereichs-Stroboskop                        | 149        |
| 7.35     | Digitester                                     | 149        |
| 7.36     | Isolationstester                               | 150        |
| 7.37     | Tastatur-Detektiv                              | 151        |
| 7.38     | Gewitter-Entfernungsmesser                     | 152        |
| 7.39     | Schonender Batterietester                      | 154        |
| 7.40     | Three-State-Indikator                          | 154        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 7.41     | Schalt-Indikator .....                                    | 155        |
| 7.42     | Impuls-Fühler .....                                       | 156        |
| 7.43     | Logiktester .....   | 158        |
| 7.44     | Tendenz-Indikator .....                                   | 158        |
| 7.45     | Polaritätsanzeige .....                                   | 160        |
| 7.46     | Spannungsindikator mit fünf LEDs .....                    | 160        |
| 7.47     | Bipolare Pegelanzeige .....                               | 162        |
| 7.48     | Batterietest ohne Voltmeter .....                         | 162        |
| 7.49     | Low-Bat-Indikator mit Shut-Down-Möglichkeit .....         | 165        |
| 7.50     | Hocheffizienter Low-Bat-Indikator .....                   | 165        |
| 7.51     | Tester für hohe Spannungen .....                          | 166        |
| 7.52     | Oszilloskop für Demonstrationszwecke mit 100 LEDs .....   | 167        |
| 7.53     | LED als Fotodiode .....                                   | 168        |
| 7.54     | Bargraph-Anzeige am Mikrocontroller .....                 | 169        |
| 7.55     | In-Circuit-Transistortester .....                         | 169        |
| 7.56     | Tester für die Kfz-Elektrik .....                         | 171        |
| 7.57     | Wasserindikator .....                                     | 171        |
| 7.58     | LED-VU-Meter ohne Spezial-IC .....                        | 172        |
| 7.59     | Universaltester .....                                     | 174        |
| 7.60     | Kfz-Ladekontrolle .....                                   | 174        |
| 7.61     | Nachleuchtende Übersteuerungsanzeige .....                | 176        |
| 7.62     | NF-Frequenzanalysator .....                               | 176        |
| 7.63     | Dreistufiger Spannungsdetektor .....                      | 178        |
| 7.64     | CPU-Lüfterüberwachung .....                               | 178        |
| <b>8</b> | <b>Dimmerschaltungen .....</b>                            | <b>180</b> |
| 8.1      | Komplementäre Fading-Schaltung .....                      | 180        |
| 8.2      | Drei-LED-Wechseldimmer .....                              | 181        |
| 8.3      | Fade-in/out-Schaltung .....                               | 182        |
| 8.4      | Digital steuerbarer LED-Dimmer .....                      | 182        |
| 8.5      | Logarithmischer digitaler Dimmer .....                    | 184        |
| 8.6      | DAC steuert Dimmer-IC .....                               | 184        |
| 8.7      | Kopfhörerverstärker steuert Dimmer-IC .....               | 186        |
| 8.8      | Lineare Helligkeitseinstellung in 64 Schritten .....      | 186        |
| 8.9      | Dimmer mit Transistoren und Operationsverstärkern .....   | 187        |
| 8.10     | Effizienter LED-Betrieb an Schaltregler-IC .....          | 189        |
| <b>9</b> | <b>Schaltungen für Spiel, Spaß und Unterhaltung .....</b> | <b>190</b> |
| 9.1      | Tanzende LEDs .....                                       | 190        |
| 9.2      | Lichtspiel-Schaltung .....                                | 191        |
| 9.3      | Hypnotisierende LED-Spirale .....                         | 192        |
| 9.4      | Münzen-Flipper .....                                      | 194        |
| 9.5      | Elektronisches Roulette .....                             | 194        |
| 9.6      | Elektronisches Glücksrad mit akustischem Effekt .....     | 196        |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 9.7       | Reaktionszeit-Tester .....                           | 197        |
| 9.8       | Maus im Labyrinth .....                              | 198        |
| 9.9       | Orakel .....   | 199        |
| 9.10      | Geschicklichkeitsspiel .....                         | 199        |
| 9.11      | Taschenflipper „Good Luck“ .....                     | 201        |
| 9.12      | Kaffeethermometer .....                              | 202        |
| 9.13      | Müdigkeitstester .....                               | 202        |
| 9.14      | LED-Spiel .....                                      | 203        |
| 9.15      | Launische LED .....                                  | 204        |
| 9.16      | Laufender Pfeil .....                                | 205        |
| 9.17      | Münzwurf-Imitation mit Berührungssensor .....        | 207        |
| 9.18      | Tanzende Lichter mit Transistoren .....              | 207        |
| 9.19      | Fernbedienungs-Blockierer .....                      | 208        |
| 9.20      | „Erster!“-Schaltung .....                            | 209        |
| 9.21      | Regenbogen mit 13 LEDs .....                         | 211        |
| 9.22      | Quiz-Timer .....                                     | 211        |
| <b>10</b> | <b>Schaltungen aus der Allgemeinelektronik .....</b> | <b>213</b> |
| 10.1      | LED als Stabilisierungsdiode .....                   | 213        |
| 10.2      | LED-Spannungswandler mit PR4401/4402 .....           | 213        |
| 10.3      | Automatisches Nachtlicht mit MOSFETs .....           | 215        |
| 10.4      | Count-Down-Schaltung mit neun LEDs .....             | 216        |
| 10.5      | Berührungssensor mit zwei Transistoren .....         | 216        |
| 10.6      | Berührungssensor mit Tondecoder-IC .....             | 217        |
| 10.7      | LED-Betrieb an 1,5 V .....                           | 218        |
| 10.8      | Einparkhilfe auf IR-Basis .....                      | 219        |
| 10.9      | Fünf bis acht LEDs an 1,5 V .....                    | 220        |
| 10.10     | Leistungsfähige Konstantstromquelle .....            | 221        |
| 10.11     | Cluster für 24 LEDs .....                            | 221        |
| 10.12     | Sich aufbauender LED-Pfeil .....                     | 222        |
| 10.13     | LED-Lampe mit Tast-Flipflop .....                    | 223        |
| 10.14     | Weißer LED an 1,5 V mit drei Bauteilen .....         | 224        |
| 10.15     | Weißer LED an 3 V ohne Spule .....                   | 225        |
| 10.16     | Weißer LED an 1,5 V ohne Spule .....                 | 225        |
| 10.17     | Präzise LED-Ansteuerschaltung .....                  | 226        |
| 10.18     | LED mit großem Versorgungsspannungsbereich .....     | 227        |
| 10.19     | Zeitschalter mit Count-Down-Anzeige .....            | 228        |
| 10.20     | Elektronischer Tastensatz .....                      | 228        |
| 10.21     | Fensterkomparator mit drei LEDs .....                | 229        |
| 10.22     | LED-Umschalter .....                                 | 230        |
| 10.23     | Unterbrechender Umschalter .....                     | 230        |
| 10.24     | LED-Zeiger .....                                     | 232        |
| 10.25     | Eier-Timer mit blitzender LED .....                  | 232        |
| 10.26     | Konstantstromquelle für Low-Current-LEDs .....       | 233        |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 10.27     | 30-Sekunden-Einschaltverzögerung                     | 234        |
| 10.28     | Schubladen-Überwachungsschaltung                     | 234        |
| 10.29     | Verzögerte Einschaltung mit Count-Down               | 235        |
| 10.30     | Automatisches Nachtlicht mit CMOS-Timer              | 236        |
| 10.31     | Sich aufbauender Schriftzug                          | 236        |
| 10.32     | Versorgung mehrerer LEDs durch Aufwärtswandler       | 238        |
| 10.33     | LED-Array-Ansteuerung durch FET                      | 238        |
| 10.34     | Weißer LED an 1,5 V mit improvisiertem Trafo         | 239        |
| 10.35     | Blaue LED an 3 V                                     | 240        |
| 10.36     | Effizienter LED-Betrieb mit Buck-Konverter           | 240        |
| 10.37     | Weißer LED an 1,2 V                                  | 242        |
| 10.38     | 20 bis 30 LEDs in Reihe an 4,5 V                     | 242        |
| 10.39     | Buzzer lässt weißer LED leuchten                     | 243        |
| 10.40     | High-Power-LED-Betrieb mit MAX1685                   | 244        |
| 10.41     | High-Power-LED-Betrieb mit LM3404(HV)                | 245        |
| 10.42     | Weißer LEDs an Spannungen ab 1,8 V                   | 245        |
| 10.43     | LED-Betrieb mit hoher Effizienz                      | 246        |
| 10.44     | Drei weißer LEDs an 3 V                              | 247        |
| 10.45     | Weißer LED effizient an 2,7...16,5 V                 | 247        |
| 10.46     | Zehn weißer LEDs an 12 V                             | 248        |
| 10.47     | 20 LEDs an fünf Mikroprozessor-Ports                 | 249        |
| 10.48     | Netzbetrieb von High-Power-LEDs über Treiber-IC      | 249        |
| 10.49     | LED in Doppelfunktion als Foto- und Leuchtdiode      | 250        |
| 10.50     | Geschaltete leuchtende Schrift                       | 251        |
| 10.51     | Sieben weißer LEDs an 3...6 V                        | 253        |
| 10.52     | Portabler Betrieb von mindestens acht weißen LEDs    | 253        |
| 10.53     | Treiber-ICs für weißer LEDs                          | 255        |
| 10.54     | High-Side-Stromfühler sorgt für konstanten LED-Strom | 255        |
| 10.55     | Pseudo-Code-Schloss                                  | 257        |
| 10.56     | Metronom   | 257        |
| 10.57     | LED mit variabler Betriebsspannung                   | 258        |
| 10.58     | Vier, sechs oder acht LEDs am TPS61042               | 259        |
| 10.59     | Vier weißer LEDs an 2,7 V                            | 260        |
| 10.60     | Acht weißer LEDs an 3 V                              | 261        |
| <b>11</b> | <b>Schaltungen mit Siebensegment-Anzeigen</b>        | <b>262</b> |
| 11.1      | Testschaltung für Siebensegment-Anzeige              | 262        |
| 11.2      | Würfel mit drei TTL-ICs                              | 263        |
| 11.3      | Würfel mit vier CMOS-ICs                             | 263        |
| 11.4      | Vierstellige LED-Anzeige an Zeitgeber-Baustein       | 264        |
| 11.5      | Neunkanalschalter mit Zifferanzeige                  | 265        |
| 11.6      | Einfacher „Hallo“-Blinker                            | 267        |
| 11.7      | Vor- und/oder Rückwärtszähler                        | 267        |
| 11.8      | Abgastester  | 269        |

|   |   |            |
|---|---|------------|
| 11.9  | Zehn-Stufen-Lautstärkeeinsteller                              | 270        |
| 11.10   | Tester für Gatterschaltungen                                  | 271        |
| 11.11   | Punktezähler  | 273        |
| 11.12   | High-Low-Tester   | 275        |
| 11.13   | Vielseitiger Zähler   | 276        |
| 11.14   | Ein Leuchtsegment fährt Karussell                             | 276        |
| 11.15   | Punktesammeln   | 277        |
| 11.16   | Kontaktloser Netzspannungsindikator                           | 278        |
| 11.17   | Just-a-Minute-Schaltung                                       | 278        |
| 11.18   | Zähler von 00 bis 99  | 279        |
| 11.19   | PC-basiertes Siebensegment-Rolling-Display                    | 280        |
| 11.20   | Tagezähler  | 281        |
| 11.21   | Universelles Zählmodul  | 283        |
| 11.22   | Standard-Voltmeter mit ICL7106                                | 283        |
| 11.23   | Multiplexbetrieb mit Mikrocomputer                            | 284        |
| 11.24   | Einfache Digitaluhr   | 286        |
| 11.25   | Pegel- und Flankenindikator                                   | 287        |
| <b>Teil B: Schaltungen mit Liquid-Crystal Displays (LCDs)</b> |   | <b>289</b> |
| <b>1</b>  | <b>LCDs in Frage und Antwort</b>                              | <b>291</b> |
| 1.1   | Wie funktioniert ein LCD im Prinzip?                          | 291        |
| 1.2   | Wie ist ein LCD aufgebaut?                                    | 291        |
| 1.3   | Wie verhindert man das Zersetzen der Flüssigkeit?             | 291        |
| 1.4   | Welche Grundtypen gibt es?                                    | 291        |
| 1.5   | Was zeichnet ein Textdisplay aus?                             | 292        |
| 1.6   | Wie kennzeichnet man Textdisplays?                            | 292        |
| 1.7   | Was ist ein Grafikdisplay?                                    | 292        |
| 1.8   | Wie erfolgt die LCD-Ansteuerung?                              | 292        |
| 1.9   | Was bedeutet Multiplexbetrieb?                                | 292        |
| 1.10  | Wie wird die Ansteuerung bewerkstelligt?                      | 293        |
| 1.11  | Welche Vorteile hat ein On-Board Controller?                  | 293        |
| 1.12  | Was bedeutet Positiv- und Negativmodus?                       | 293        |
| 1.13  | Was ist bei LCDs mit Hintergrundbeleuchtung zu beachten?      | 293        |
| 1.14  | Gibt es verschiedene Hintergrundbeleuchtungs-Methoden?        | 293        |
| 1.15  | Welchen Vorteil haben einfache Displays?                      | 294        |
| 1.16  | Was versteht man unter einem Passiv-Matrix-Display?           | 294        |
| 1.17  | Was versteht man unter einem Aktiv-Matrix-Display?            | 294        |
| 1.18  | Welche Vorteile bietet ein Aktiv-Matrix-Display?              | 295        |
| 1.19  | Wie verhalten sich Pixel-Anzahl und Diagonale zueinander?     | 295        |
| 1.20  | Was sind STN-Displays?  | 295        |
| 1.21  | Was ist ein Zero-Power-LCD?                                   | 295        |
| 1.22  | Welche preiswerten LCD-Typen sind derzeit am Markt?           | 296        |
| 1.23  | Welche sind die wichtigsten Meilensteine der LCD-Entwicklung? | 296        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>2 Schaltungen mit Siebensegment-LCDs</b>                 | <b>297</b> |
| 2.1 Grundschialtung für die Ansteuerung                     | 297        |
| 2.2 Ansteuerung mit Decoder-IC 4543                         | 298        |
| 2.3 Ansteuerung mit Decoder-ICs 4054, 4055 und 4056         | 300        |
| 2.4 Einfache Zählerschialtung bis 99                        | 302        |
| 2.5 Standard-Voltmeter mit ICL7106                          | 303        |
| 2.6 Logarithmisches Voltmeter mit ICL7106                   | 304        |
| 2.7 Druckmesser mit ICL7106                                 | 304        |
| 2.8 Frequenzmesser 0...20 kHz                               | 306        |
| 2.9 Interface für vierstelliges Siebensegment-LCD           | 306        |
| 2.10 Dreistelliger Ultra-Low-Power-Indikator                | 307        |
| 2.11 LCD-Stoppuhr   | 308        |
| <b>3 Schaltungen mit LCD-Punktanzeigen</b>                  | <b>310</b> |
| 3.1 Standardbeschaltung zur Kontrasteinstellung             | 311        |
| 3.2 Einfaches LCD-Interface                                 | 312        |
| 3.3 Serielles Interface für 2x16-Display                    | 312        |
| 3.4 RS-232-zu-LCD-Konverter mit automatischem Zeilenumbruch | 314        |
| 3.5 LCD-Anzeige am COM-Port                                 | 314        |
| 3.6 RC5-Fernbedienungstester                                | 316        |
| 3.7 Füllstandsmessung mit LCD                               | 316        |
| 3.8 Füllstandsanzeige-LCD-Modul mit vielen Möglichkeiten    | 317        |
| 3.9 Kapazitätsmessung mit LCD & PIC                         | 318        |
| 3.10 USB-LCD-Interface                                      | 319        |
| 3.11 Steuerschialtung für Hintergrundbeleuchtung            | 321        |
| 3.12 LCD-Testboard  | 321        |
| 3.13 USB-LCD-Interface mit CH341A-Modul                     | 322        |
| <b>4 Schaltungen mit Grafik-LCDs</b>                        | <b>324</b> |
| 4.1 Grundlagen der Ansteuerung                              | 324        |
| 4.2 Ansteuerung eines Notebook-LCDs                         | 324        |
| 4.3 Grafik-LCD-Betrieb über USB                             | 326        |
| 4.4 Ansteuerung von Grafik-LCDs ohne Controller             | 327        |
| 4.5 Signalformdarstellung auf einfache Weise                | 328        |
| <b>Teil C: Schaltungen mit Laserdioden</b>                  | <b>329</b> |
| <b>1 Lasertechnik in Frage und Antwort</b>                  | <b>331</b> |
| 1.1 Was bedeutet der Begriff Laser?                         | 331        |
| 1.2 Was versteht man unter stimulierter Emission?           | 331        |
| 1.3 Wie wird die stimulierte Emission herbeigeführt?        | 331        |
| 1.4 Welche Stoffe eignen sich als Medium?                   | 331        |
| 1.5 Wie kommt die Lichtverstärkung zustande?                | 331        |
| 1.6 Wie erfolgt die Abstrahlung?                            | 332        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 1.7      | Geht es auch ohne Resonator? .....                               | 332        |
| 1.8      | Welche Wellenbereiche sind möglich? .....                        | 332        |
| 1.9      | Was unterscheidet Laserquellen von klassischen Lichtquellen? ... | 332        |
| 1.10     | Was bedeutet Kohärenz? .....                                     | 332        |
| 1.11     | Was bestimmt die Strahleigenschaften des Lasers? .....           | 333        |
| 1.12     | Was ist ein CW Laser? .....                                      | 333        |
| 1.13     | Wie funktioniert die Laserdiode? .....                           | 333        |
| 1.14     | Wie unterscheiden sich Laserdioden von LEDs? .....               | 333        |
| 1.15     | Warum sind Laserdioden so klein? .....                           | 334        |
| 1.16     | Wie erfolgt das Pumpen bei Laserdioden? .....                    | 334        |
| 1.17     | Was sollte der Praktiker bei Laserdioden beachten? .....         | 334        |
| 1.18     | Wo werden Laser angewandt? .....                                 | 334        |
| 1.19     | Welche Lichtleistungen werden erzielt? .....                     | 335        |
| 1.20     | Wie verlief die Entwicklung der Laser? .....                     | 335        |
| 1.21     | Wie gefährlich ist Laserstrahlung? .....                         | 336        |
| <b>2</b> | <b>Schaltungen mit Laserdioden .....</b>                         | <b>337</b> |
| 2.1      | Grundschialtung der Laserdiode .....                             | 337        |
| 2.2      | Leistungsregler für Laserdioden .....                            | 338        |
| 2.3      | Laserdiodenbetrieb mit 1,5 V .....                               | 340        |
| 2.4      | Experiment zur Nachrichtenübertragung .....                      | 340        |
| 2.5      | Stromversorgung mit Konstantstromquelle .....                    | 341        |
| 2.6      | Schaltung zur Ausgangsleistungs-Anzeige .....                    | 342        |
| 2.7      | Impulsansteuerung für Laserdioden .....                          | 342        |
| 2.8      | Treiber- und Überwachungsschaltung .....                         | 343        |
| 2.9      | Treiber für vierpoligen Anschluss .....                          | 343        |
| 2.10     | Betrieb mit Treiber-IC AD9660 .....                              | 343        |
| 2.11     | 20-MHz-Tester für VCSEL-Laserdioden .....                        | 346        |
| 2.12     | 0,5/5/50-MHz-Tester für GaAlAs-Laserdioden .....                 | 347        |
| 2.13     | Leistungsregler mit digitalem Widerstand .....                   | 348        |
| 2.14     | Einfaches Lasertelefon .....                                     | 349        |
| 2.15     | Einfacher Laserdiodentreiber .....                               | 351        |
| 2.16     | Laserdiodentreiber mit geringer Betriebsspannung .....           | 351        |
|          | <b>Stichworte .....</b>  | <b>353</b> |

# **Teil A: Schaltungen mit Leuchtdioden (LEDs) und Siebensegment- Anzeigen**

# 1 Begriffe, Definitionen und technische Daten

## 1.1 Strahlungsphysikalische und lichttechnische Größen

Man unterscheidet zwischen strahlungsphysikalischen Größen, die sich auf Strahlung beliebiger Wellenlänge beziehen, und lichttechnischen Größen, die das sichtbare Licht, bezogen auf die spektrale Empfindlichkeit des menschlichen Auges, betreffen.

Für den sichtbaren Bereich verwendet man zur Bewertung von Lichtstrom und Lichtstärke die fotometrischen Einheiten Lumen (lm) und Candela (cd). Diese bauen auf der Strahlungsbewertung durch das menschliche Auge auf.

Für andere Wellenlängen werden strahlungsphysikalische Einheiten benutzt. Der strahlungsphysikalischen Größe Strahlungsfluss in Watt entspricht die lichttechnische Größe Lichtstrom in Lumen.

Der Mensch sieht tagsüber am besten bei etwa 555 nm (gelb-grün). Nachts reagieren andere Rezeptoren des menschlichen Auges; diese sind im blauen Bereich am empfindlichsten.

## 1.2 Der Lichtstrom

Als Lichtstrom bezeichnet man den von einer Lichtquelle abgegebenen Strahlungsfluss, wenn er nach der von der Internationalen Beleuchtungskommission (CIE) festgelegten spektralen Hellempfindlichkeit  $v(\lambda)$  bewertet wird.

Der Lichtstrom hat als Formelzeichen das griechische Phi und als Einheit Lumen (lm).

Die Nennlichtströme von LEDs findet man in den Datenblättern.

## 1.3 Die Lichtstärke

Der vom Leuchtmittel abgestrahlte Lichtstrom breitet sich in einem bestimmten Winkelbereich aus. Der Lichtstrom, dividiert durch diesen Raumwinkel, ergibt die Lichtstärke.

Die Lichtstärke hat das Formelzeichen  $I$  und die Einheit Candela (cd).

## 1.4 Die Lichtstärke-Verteilungskurve

Da die meisten Lichtquellen das Licht in verschiedene Richtungen unterschiedlich stark abstrahlen, muss zur vollständigen Beschreibung des Lichtfeldes die Lichtstärkeverteilung in alle Richtungen angegeben werden.

Die Darstellung in einer Ebene (rotationssymmetrische Ausbreitung) oder in einem Polarkoordinatensystem wird als Lichtstärke-Verteilungskurve (LVK) bezeichnet.

## 1.5 Die Beleuchtungsstärke

Der auf eine beliebig geneigte Fläche auftretende Lichtstrom, geteilt durch die Fläche, wird als Beleuchtungsstärke bezeichnet. Diese ist die Bewertungsgröße für das Beleuchtungsniveau.

Die Beleuchtungsstärke hat das Formelzeichen  $E$  und die Einheit Lux (lx) und wird mittels sogenannter Isolux-Kurven dargestellt.

## 1.6 Die Belichtung

Die Beleuchtungsstärke, bezogen auf die Zeit, wird als Belichtung bezeichnet. Die Belichtung hat das Formelzeichen  $H$  und die Einheit lx/s.

Sie wird vor allem für fotografische und biologische Zwecke verwendet.

## 1.7 Die Leuchtdichte

Die subjektiv für den Helligkeitseindruck maßgebliche Größe ist die Leuchtdichte. Sie ergibt sich aus dem gerichteten Lichtstrom, bezogen auf die senkrecht durchstrahlte Fläche des erfassten Raumwinkels.

Die Leuchtdichte hat das Formelzeichen  $L$  und die Einheit  $\text{cd}/\text{m}^2$ .

## 1.8 Der Halbstreuwinkel

Bei Strahlern wird als lichttechnische Größe der Halbstreuwinkel angegeben. Dies ist der Winkel, bei dem die Lichtstärke des Strahlers auf die Hälfte der maximalen Lichtstärke zurückgegangen ist.

Der Halbstreuwinkel hat als Formelzeichen den griechischen Buchstaben Alpha und als Einheit das Grad (°).

## 1.9 Vorwiderstands Berechnung

Wird die LED nicht aus einer Stromquelle gespeist, dann ist ein Vorwiderstand R nötig, um den Strom I zu begrenzen. Je nach gewünschter Helligkeit wählt man diesen im Bereich 2...25 mA. Für den Vorwiderstand gilt folgende Formel:

$$R = (U_B - U_F) / I$$

R ... Vorwiderstand in kOhm

$U_B$  ... Betriebsspannung in V

$U_F$  ... Flussspannung in V

I ... Strom in mA

Die Flussspannung ist von der Farbe der LED abhängig und kann im Bereich von 1,6 bis 3,2 V liegen. Ist die Betriebsspannung deutlich größer, z. B. 9 V, kann man pauschal mit 2,4 V als Standardwert rechnen.

Ein Strom von 2...5 mA ist nur bei Low-Current-LEDs sinnvoll.

Berechnungsbeispiel:

gegeben:  $U_B = 12 \text{ V}$ ,  $I = 20 \text{ mA}$

$$R = (12 \text{ V} - 2,4 \text{ V}) / 20 \text{ mA} = 0,48 \text{ kOhm}$$

Man setzt einen Widerstand von 470 Ohm / 5 % / 0,125 W ein.

## 1.10 LED-Flussspannungen

Leuchtdioden gibt es in allen Spektralfarben, angefangen beim (unsichtbaren) Infrarot mit einer Wellenlänge um 1000 nm über Rot, Gelb, Grün hin bis zu Blau. Seit Kurzem gibt es auch LEDs, die im ultravioletten Spektrum jenseits von 400 nm strahlen. Die Flussspannung hängt von der Farbe ab:

| Farbe        | Halbleiter | Wellenlänge               | Spannung |
|--------------|------------|---------------------------|----------|
| rot          | GaAsP      | 660...700 nm              | 1,8 V    |
| rot          | InGaAlP    | 640...700 nm              | 1,8 V    |
| orange-rot   | GaP        | 620...635 nm              | 2,3 V    |
| orange       | GaAsP/GaP  | 605...610 nm              | 2,1 V    |
| orange       | InGaAlP    | 610...620 nm              | 2,2 V    |
| amber        | InGaAlP    | 595...605 nm              | 2 V      |
| gelb         | GaP        | 585...595 nm              | 2 V      |
| gelb-grün    | InGaAlP    | 585...570 nm              | 2,4 V    |
| gelb-grün    | GaP/GaP    | 565 nm                    | 2,1 V    |
| grün         | GaAsP      | 555...575 nm              | 2 V      |
| türkis       | InGaN      | 495...505 nm              | 3,2 V    |
| blau         | SiC/GaN    | 460 nm                    | 3,4 V    |
| blau         | SiC/GaN    | 465 nm                    | 3,4 V    |
| blau         | SiC/GaN    | 470 nm                    | 3,4 V    |
| pink         | -          | 440 nm                    | 3,6 V    |
| ultraviolett | GaN        | 400 nm                    | 3,5 V    |
| warmweiß     | InGaN+Ph   | ganzes<br>Spektrum/4000 K | 3,6 V    |
| weiß         | InGaN+Ph   | ganzes<br>Spektrum/6500 K | 3,6 V    |

## 1.11 Beleuchtungsstärke-Umrechnungen

Für Lichtmesswerte gibt es mehrere Einheiten. Es ist daher sinnvoll, die Zusammenhänge zu kennen.

Beleuchtungsstärke („Helligkeit“, messbar mit Luxmeter):

$$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$$

$$100 \text{ lux} = 1,464 \text{ W/m}^2$$

Hinweis: Die Umrechnung in Watt ist nur für monochromatisches Licht bei etwa 555 nm Wellenlänge definiert. Bei anderen Wellenlängen ergeben sich abweichende Ergebnisse.

1000 lux = 92,9 fc (footcandle, gebräuchlich im amerikanischen Raum)

Vom Lichtstrom zur Beleuchtungsstärke:

$$E = \Phi / 12,56 \times (\text{Abstand in m})^2$$

Berechnungsbeispiel:

gegeben:  $E = 20 \text{ lm}$ , Abstand = 3 m

$$E = 20 \text{ lm} / 12,56 \times 9 \text{ m}^2 = 0,177 \text{ lm/m}^2 = 0,177 \text{ lx}$$

Das Umrechnen der Einheiten Candela, Lumen und Lux in Abhängigkeit vom Strahlungswinkel und von der Entfernung wird beispielsweise in der Online-Enzyklopädie Wikipedia erläutert. Dabei gilt folgender allgemeine Grundsatz: Eine punktförmige Lichtquelle mit der Lichtstärke X Candela erzeugt auf einer senkrecht beleuchteten Fläche im Abstand von einem Meter genau X Lux.

## 1.12 Anschlusslage

Die Anschlusslage im Schaltbild ist so, dass der Pfeil (das Dreieck) im Schaltbild in Durchlassrichtung in die technische Stromrichtung zeigt. Da das Dreieck Ähnlichkeit mit dem Buchstaben A hat, kann man sich diesen Anschluss als Anode gut merken (*Abb. 1.1*).

Bei den bedrahteten LEDs haben die Anschlüsse unterschiedliche Längen. Der kürzere Anschluss ist immer die Kathode (*Abb. 1.2*) – auch hier gibt es also eine „Eselsbrücke“ über den Buchstaben K.

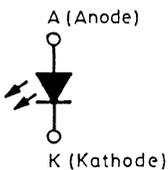


Abb. 1.1

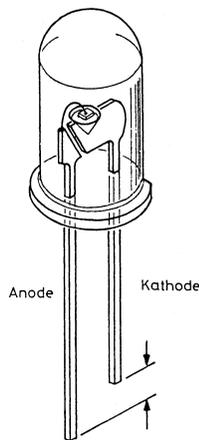


Abb. 1.2

## 1.13 Sicherheitshinweis

In letzter Zeit stehen besonders leuchtstarke LEDs zur Verfügung. Ab einer Leuchtkraft von 100 mcd sollte man niemals direkt auf die Leuchtdiode schauen, auch nicht kurzzeitig. Sonst besteht die Gefahr der Netzhautschädigung. Solche starken LEDs sind nicht als Kinderspielzeug geeignet.

## 2 Blinkerschaltungen

Blinker sind typische Einsteigerprojekte: Mit geringem Aufwand und hoher Nachbausicherheit wird ein eindrucksvoller (optischer) Effekt erzeugt. Außerdem eignen sich diese Schaltungen gut, um Erfahrungen beim Dimensionieren zu sammeln. Anhand der Helligkeit und des Schaltverhaltens kann man sofort die Änderung im „Benehmen“ der Schaltung erkennen, ein Messgerät ist zunächst nicht erforderlich.

Da billige Elektrolytkondensatoren Toleranzen von  $-20\%$  bis  $+100\%$  haben können, sind damit entsprechende Abweichungen bei der Frequenz möglich.

### 2.1 Einfacher Blinker mit Timer 555

Die Schaltung nach *Abb. 2.1* weist keine Besonderheiten auf. Die Gleichheit von R1 und R2 führt allerdings zu einem Impuls-Pause-Verhältnis, das stark von 1 abweicht. Sollen Ein- und Ausschaltzeit etwa gleich sein, so wählt man R2 mit  $100\text{ k}\Omega$  und C1 mit  $10\text{ }\mu\text{F}$ . Das Tastverhältnis (Einschaltzeit / Periodendauer) liegt dann entsprechend bei 0,5.

Bei  $9\text{ V}$  Betriebsspannung fließen durch die LED etwa  $40\text{ mA}$ . Bei  $4,5\text{ V}$  Betriebsspannung geht der LED-Strom auf etwa  $10\text{ mA}$  zurück; das Schaltverhalten bleibt gleich. Eine weitere mögliche Änderung ist die Verwendung eines Einstellwiderstands mit Vorwiderstand für R2. Dann lässt sich die Blinkfrequenz einstellen.

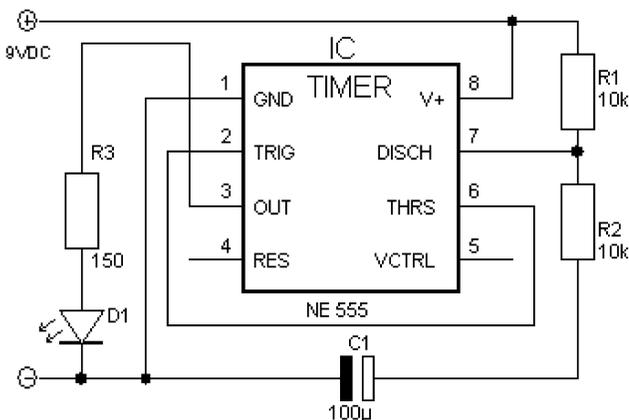


Abb. 2.1: Quelle: René Bader, [www.bader-frankfurt.de](http://www.bader-frankfurt.de)

## 2.2 Wechselblinker mit Timer 555

Die Schaltung nach Abb. 2.2 wirkt gegenüber der eben gezeigten nur größer, weil das Innenleben des Timers (Blockaufbau) mit dargestellt ist. Beschaltet ist der Timer als Standard-Multivibrator mit einem Tastverhältnis von praktisch 0,5. Da der Ausgang jedoch relativ hohe Ströme sowohl liefern (treiben) als auch aufnehmen kann, ist ein Wechselblinker mit dem Timer kein Problem. Abwechselnd blinken die LEDs praktisch mit je folgender Zeit:

$$\text{Einschaltzeit in ms} = 0,7 \times C_i \times R_2$$

$$\text{Einschaltzeit in ms} = 0,7 \times 4,7 \mu\text{F} \times 220 \text{ k}\Omega = 724 \text{ ms}$$

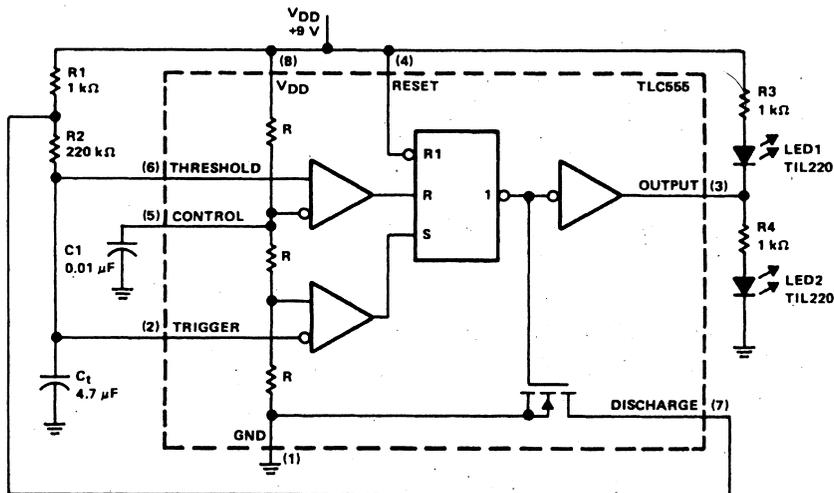


Abb. 2.2: Quelle: René Bader, [www.bader-frankfurt.de](http://www.bader-frankfurt.de)

## 2.3 Wechselblinker mit CMOS-IC

Standard-CMOS-Gatter können bei 5 V Betriebsspannung mindestens 5 mA liefern bzw. aufnehmen. Daher lassen sich insbesondere Low-Current-LEDs direkt daran betreiben.

Abb. 2.3 schlägt Möglichkeiten vor. Da ein solches Gatter invertiert, leuchten LED1 und 4 sowie LED2 und 3 gemeinsam. Man kann übrigens CMOS-Gatter des gleichen Schaltkreises parallel schalten und somit den Ausgangsstrom verdoppeln oder verdreifachen. Im 4001 sind ja noch zwei Gatter frei, deren Eingänge bei Nichtbenutzung auf festes Potenzial (Betriebsspannung oder Masse) gehören.

Der Elektrolytkondensator C2 bestimmt die Blinkfrequenz. Direkt an Pin 7 und 14 wird ein Abblockkondensator 10...100 nF gelötet.

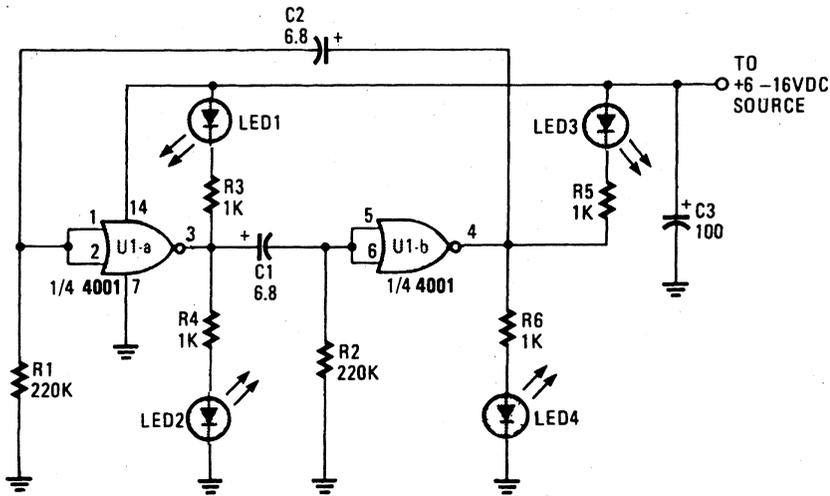


Abb. 2.3: Quelle: Hands-on Electronics

## 2.4 CMOS-Wechselblinker mit zwei LEDs

In der Schaltung nach Abb. 2.4 werden Inverter eingesetzt. Man kann einen entsprechenden CMOS- oder TTL-Schaltkreis nutzen. Bei CMOS sind die Eingänge nicht benutzter Gatter auf Betriebsspannungs- oder Massepotenzial zu legen. Ein Abblockkondensator über den Betriebsspannungs-Anschlüssen sollte nicht fehlen.

Bei dieser Multivibratorschaltung entsprechen Ein- und Ausschaltzeit etwa der Zeitkonstante aus R und C. Die Rechnung  $10 \text{ MOhm} \times 0,1 \mu\text{F}$  ergibt eine Sekunde. Die Schaltung blinkt also wechselseitig mit etwa 0,5 Hz.

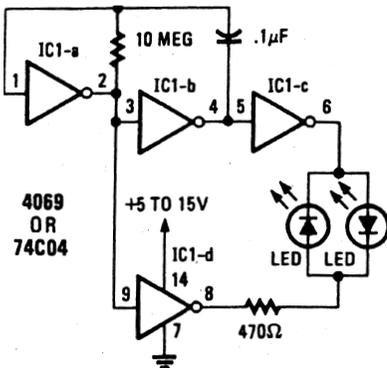


Abb. 2.4

## 2.5 CMOS-Blinker als Auswerteschaltung

Da CMOS-ICs in einem weiten Betriebsspannungsbereich arbeiten, verwendet man sie gern bei Zusatzschaltungen. Diese lassen sich meist problemlos von der eigentlichen Schaltung mitversorgen.

Ein Beispiel zeigt *Abb. 2.5*. Es handelt sich um einen „intelligenten“ optischen Signalgeber. Der Zustand der LED hängt von den an den Eingängen A1 und A2 herrschenden logischen Zuständen ab:

| A1 | A2 | LED      |
|----|----|----------|
| L  | L  | leuchtet |
| H  | L  | leuchtet |
| L  | H  | aus      |
| H  | H  | blinkt   |

Der Transistor ist völlig unkritisch. Auch hier bitte einen Abblockkondensator nicht vergessen. Die Betriebsspannung kann höher als 4,5 V sein, dann aber bitte R3 entsprechend erhöhen!

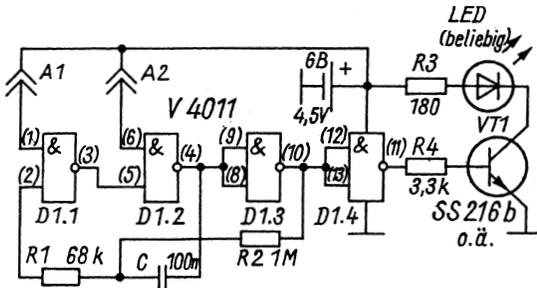


Abb. 2.5

## 2.6 „Ruhiger“ Blinker mit Transistor

Die Ausgangsspannung der Phasenkette im Rückkopplungszweig der Schaltung nach *Abb. 2.6* ist bei einer Phasendrehung von 180° auf 3,4 % abgefallen, sodass der Transistor mit mindestens etwa 30 verstärken muss. Dann ist die Schwingbedingung erfüllt.

Mit R1 lässt sich der Arbeitspunkt so einstellen, dass die Schaltung sicher anschwingt. Wegen der niedrigen Frequenz muss bei dieser Justage der Schleifer sehr langsam bewegt werden.

Wegen der „ruhigen“ LED-Betriebsart eignet sich die Schaltung vorteilhaft zur Anzeige normaler Betriebszustände (grüne LED).

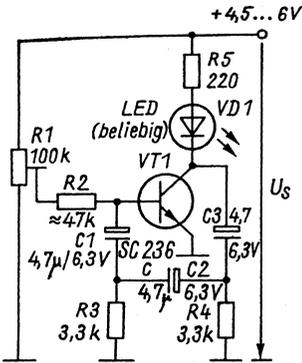


Abb. 2.6

## 2.7 Wechselblinker für Jumbo-LEDs

Jumbo-LEDs nennt man salopp besonders große LEDs mit typischerweise 16 mm Durchmesser. Klar, dass hier auch ein besonders großer Strom sinnvoll ist, um die mögliche Lichtleistung voll auszuschöpfen. Muss man deshalb einen Transistor einsetzen? Nein, man kommt mit einem CMOS-IC aus, wenn man die stromergiebigste Variante einsetzt (500 mW Verlustleistung). Und da kommt nicht nur der angegebene Typ in Frage, sondern auch viele weitere Spezifikationen (CJ, MD, MJ, UBD, UBP, UBCL oder UBCP).

Der CMOS-Analogumschalter 4007 wird vom Taktgenerator U175 oder einem beliebigen anderen Taktgenerator (z. B. auf Basis von CMOS-Gattern oder mit dem CMOS-Timer 7555) angesteuert. Der Widerstand von 47 Ohm bestimmt den LED-Strom. Da immer eine LED leuchtet, ist er praktisch konstant und liegt bei 12 V Betriebsspannung bei 25 mA.

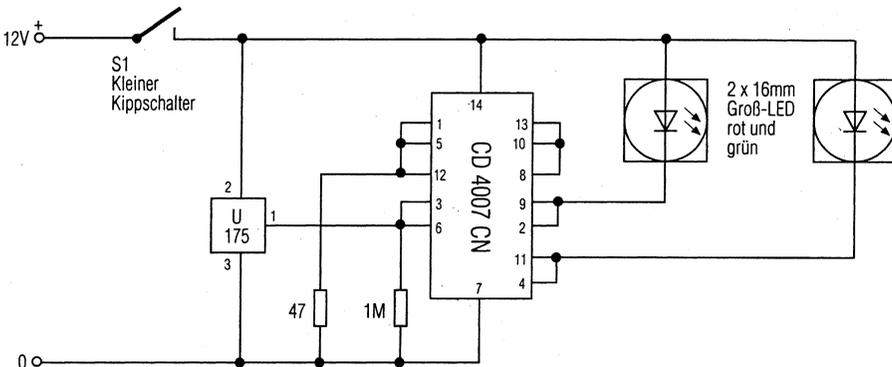


Abb. 2.7

## 2.8 Dämmerungsblinker mit superhellen LEDs

Dank der hohen Betriebsspannung für die Schaltung in *Abb. 2.8* können mehrere LEDs in Reihe betrieben werden. Für den angegebenen Verwendungszweck sollte man superhelle Ausführungen einsetzen. Diese liefern bei 20 mA beispielsweise 3 cd Lichtleistung.

Während der Ruhestrom der Schaltung bei 600  $\mu\text{A}$  liegt, erreicht der Strom durch die LEDs im Blinkbetrieb 30 mA.

Den Fotowiderstand muss man so anordnen, dass sowohl das Licht der Umgebung als auch das Licht der LEDs auf ihn fallen kann, denn nur so ergibt sich ein Blinkeffekt. Mit dem 1-MOhm-Einstellwiderstand kann man das Tastverhältnis so verkleinern, dass praktisch Blitzerbetrieb vorliegt.

Der CMOS-IC 4050 enthält sechs nichtinvertierende Gatter. Bei 10 V Betriebsspannung kann jedes Gatter typischerweise 3,6 mA liefern (Ausgang H) und 12 mA aufnehmen (Ausgang L). Damit wird klar, dass die LEDs nur gegen die Betriebsspannung betrieben werden können.

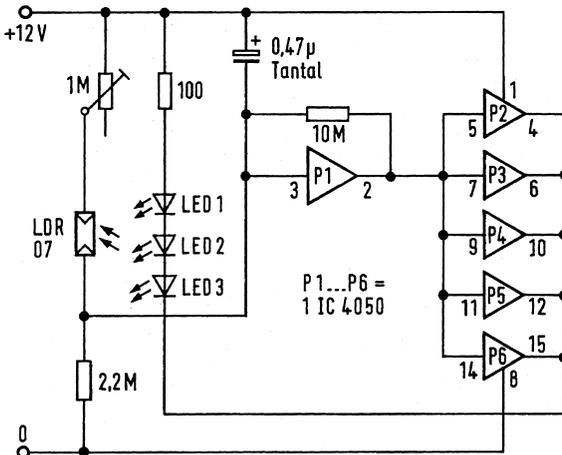


Abb. 2.8

## 2.9 Alarmblinker mit „Zwischenspur“

Diese Alarmschaltung koppelt ein akustisches und ein optisches Signal. Der Rhythmus des Aufleuchtens der LED ist recht ungewöhnlich. Exakt dadurch wird aber höchste Auffälligkeit erreicht.



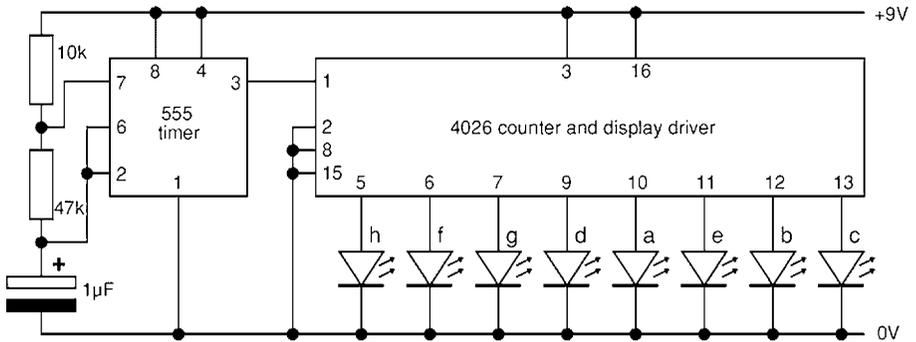


Abb. 2.10: Quelle: Flavio Dellepiane, [www.redcircuits.com](http://www.redcircuits.com)

## 2.11 Wechselblinker mit 2 x 20 LEDs

Die Schaltung nach *Abb. 2.11* bedarf keiner Erläuterung. Die ständige Stromaufnahme ist etwas höher als der zehnfache Strom durch einen „LED-Pfad“ mit zwei LEDs. Beträgt dieser beispielsweise 20 mA, so liegt die gesamte Stromaufnahme bei 210 mA. Daher sollte ein Akku oder Netzteil die Schaltung betreiben.

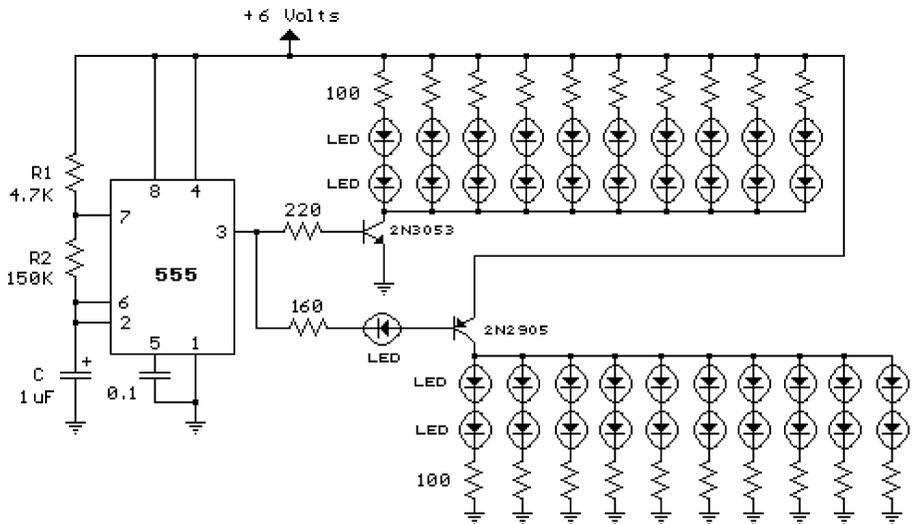


Abb. 2.11: Quelle: Bill Bowden, [www.bowdenshobbycircuits.info](http://www.bowdenshobbycircuits.info)

## 2.12 Helligkeit schwilt an und ab

In der Schaltung nach *Abb. 2.12* arbeiten zwei bistabile Multivibratoren mit Timern 555 an 6 V. Dabei liegt der IC-Ausgang jeweils über einem Widerstand an einem Kondensator, sodass an- und abschwellende Signale entstehen. Die in der Frequenz stark verschiedenen Ausgangssignale werden vom Komparator A3 verglichen. Auf diesen folgt ein kleiner FET. Es kommt zu einem an- und abschwellenden Leuchtverhalten der LED.

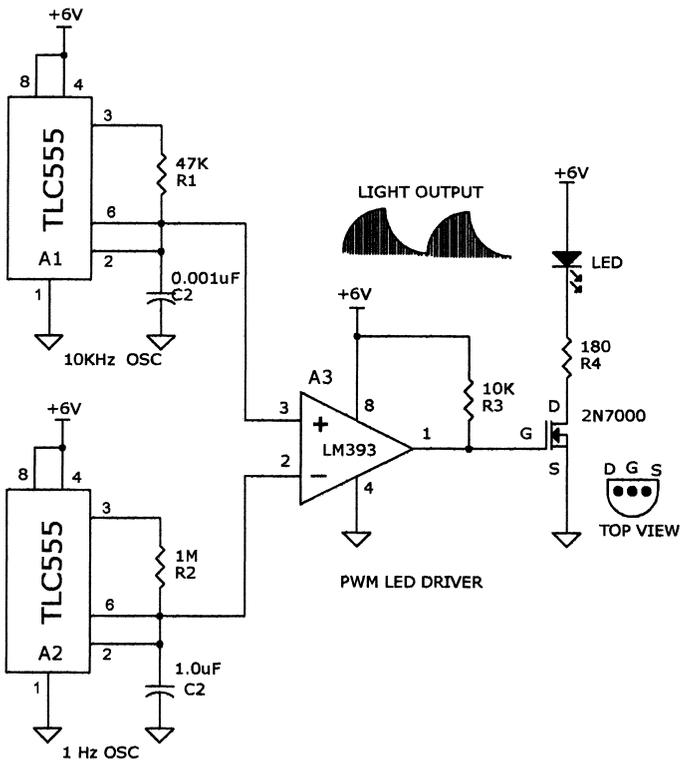


Abb. 2.12: Quelle: David A. Johnson, [www.discovercircuits.com/DJ-Circuits/daj-main.htm](http://www.discovercircuits.com/DJ-Circuits/daj-main.htm)

## 2.13 Helligkeitsabhängiger Blinker

Der IC in *Abb. 2.13* ist ein Operationsverstärker. Ähnliche Typen oder die Typen TAA761 und TAA861 können benutzt werden. Wichtig ist der Open-Collector-Ausgang.

Der Operationsverstärker arbeitet als Multivibrator. Der Fotowiderstand bestimmt die Blinkfrequenz mit. Solange es hell ist, hat diese einen niedrigen Wert. Mit zunehmender Dunkelheit erhöht sich die Blinkfrequenz.

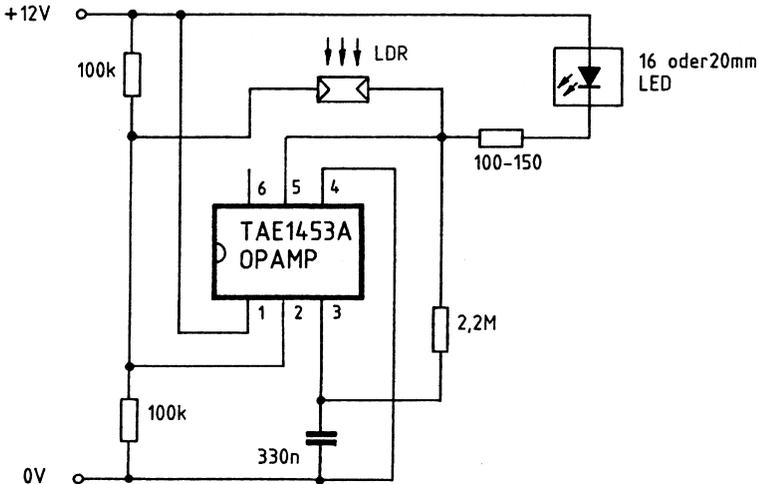


Abb. 2.13

## 2.14 Blinkender Weihnachtsstern

Achtung, die folgende Schaltung arbeitet mit Netzspannung. Daher sind alle einschlägigen Sicherheitsbestimmungen einzuhalten. Im Zweifelsfall ist ein Elektrofachmann zu konsultieren. Verlag und Autor übernehmen keine Haftung.

Das Herz der Schaltung in *Abb. 2.14* ist der CMOS-Hex-Inverter-IC CD4069. Er ermöglicht den Aufbau des Taktgenerators (unten) und die Invertierung zweier Signale, sodass zwei Stränge oder Gruppen von je 50 LEDs abwechselnd aufleuchten.

Da 200 LEDs (50 LEDs pro Kanal) vorgesehen sind, sollte man preiswerte Typen ordern.

Die Netzspannung 230 V AC wird mit vier entsprechend spannungsfesten Dioden 1N4007 gleichgerichtet. Für den CMOS-IC erfolgt eine Spannungsteilung und Glättung. Etwa 6 V DC stehen bereit. Vier High-Voltage-Transistoren 2N3440 oder 2N3439 schalten die LEDs. Die Vorwiderstände sind mit 5 W belastbar.

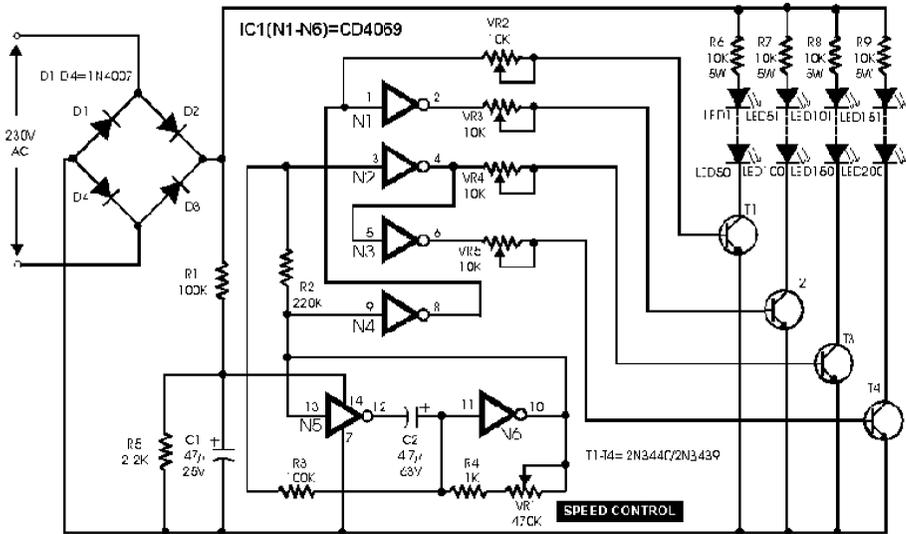


Abb. 2.14: Quelle: www.electronic-circuits-diagrams.com

## 2.15 Blinker mit Zweipol-Oszillator

Mit einem komplementären Transistorpaar (npn und pnp) lässt sich ein Zweipoloszillator aufbauen. Man kann ihn in bereits vorhandene LED-Schaltungen einfügen; die LED blinkt dann. Die Blinkfrequenz hängt von den Widerständen und dem Kondensator ab. Eine gewisse Stabilität gegen Schwankungen der Betriebsspannung kann man erreichen, wenn man parallel zum Kondensator eine Z-Diode schaltet (z. B. 3,3 V).

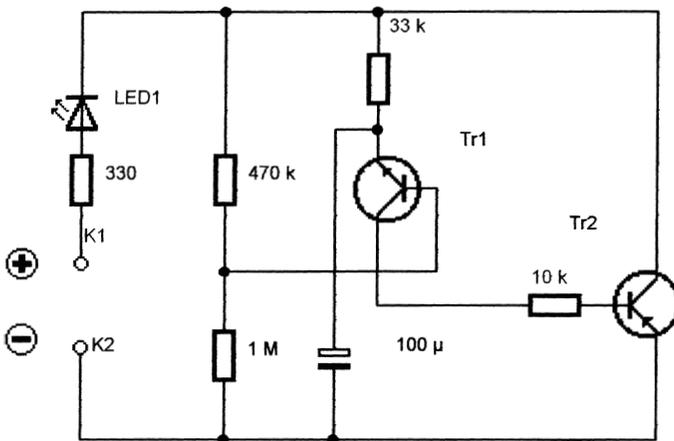


Abb. 2.15

## 3 Blitzer/Flasher/ Pulser-Schaltungen

Im Gegensatz zum Blinker, wo Ein- und Ausschaltzeit etwa gleich sind (Tastverhältnis etwa 0,5), ist beim Blitzer (englisch Flasher) oder Pulser die Einschaltzeit deutlich kürzer als die Ausschaltzeit (Tastverhältnis z. B. 0,05). Gleichzeitig wird eine hohe Helligkeit angestrebt. Diese Betriebsweise optimiert also die Beziehung zwischen Signalwirkung und Energieeinsatz. Man kann über den für Dauerbetrieb geltenden Maximalstrom hinausgehen.

Da billige Elektrolytkondensatoren Toleranzen von  $-20\%$  bis  $+100\%$  haben können, muss mit entsprechenden Abweichungen bei der Wiederholrate gerechnet werden.

### 3.1 Einstellbarer Blitzer mit Timer 555

Bei der Schaltung nach Bild 4.1 können Wiederholrate und Tastverhältnis über P1 beeinflusst werden. Es gelten folgende Formeln:

Einschaltzeit in ms =  $7 \times (R1 + P1 + R2 \text{ in kOhm})$

Ausschaltzeit in ms =  $7 \times (P1 + R2 \text{ in kOhm})$

Ist P1 ein lineares Potentiometer und befindet sich in Mittelstellung, erhalten wir folgende Werte:

Einschaltzeit in ms =  $7 \times (4,7 + 50 + 1) = 390$

Ausschaltzeit in ms =  $7 \times (50 + 1) = 357$

Die Einschaltzeit ist also länger als die Ausschaltzeit. Dies ist bei dieser Standardbeschaltung des Timers immer der Fall. Soll aus dem Blinker ein Flasher entstehen, legt man die Anode der LED an +6 V und R3 an Pin 3. P1 sollte auf 10 kOhm Endwert reduziert werden. Die LED-Leuchtdauer ist nun zwischen folgenden Zeiten einstellbar:

min. Zeit in ms =  $7 \times R2 \text{ in kOhm} = 7$

max. Zeit in ms =  $7 \times (P1 + R2 \text{ in kOhm}) = 77$

Die Wiederholrate entspricht etwa der Einschaltzeit des Ausgangs 3 (Dunkelzeit der LED) und sollte durch Erhöhen von R1 auf 120 kOhm auf etwa 1 s gebracht werden:

max. Einschaltzeit in ms =  $7 \times (R_1 + P_1 + R_2 \text{ in kOhm})$

max. Einschaltzeit in ms =  $7 \times (120 + 10 + 1) = 917$

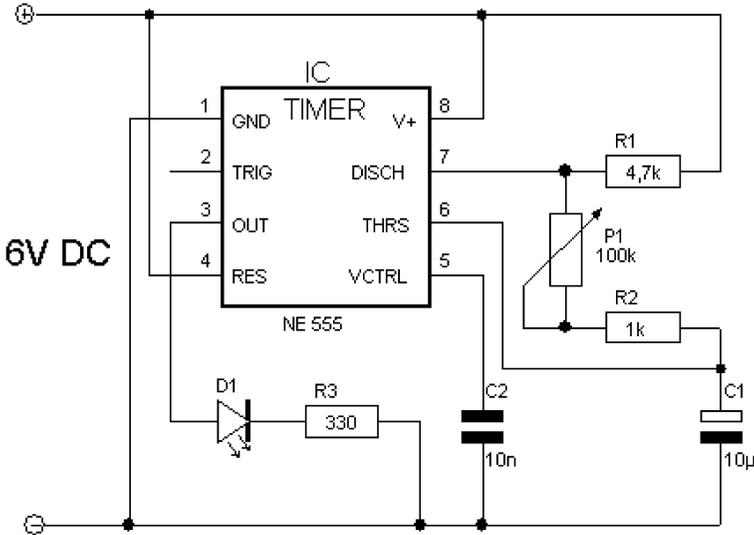


Abb. 3.1: Quelle: René Bader, [www.bader-frankfurt.de](http://www.bader-frankfurt.de)

## 3.2 Blitzer mit komplementären Transistoren

Abb. 3.2 zeigt eine Schaltung mit zwei Transistoren und ansonsten geringem Aufwand. Dies deshalb, weil komplementäre Transistoren benutzt werden (npn und pnp), was den Multivibratorkonstruktion mit geringstmöglichem Aufwand erlaubt.

Diese Multivibratorschaltung ist bewährt, aber nicht so einfach zu berechnen wie eine Timerschaltung. Daher schlägt die Tabelle auch einige weitere Möglichkeiten vor. In der ganz rechten Spalte ist die Pulsweite (Einschaltdauer der LED) in Millisekunden angegeben.

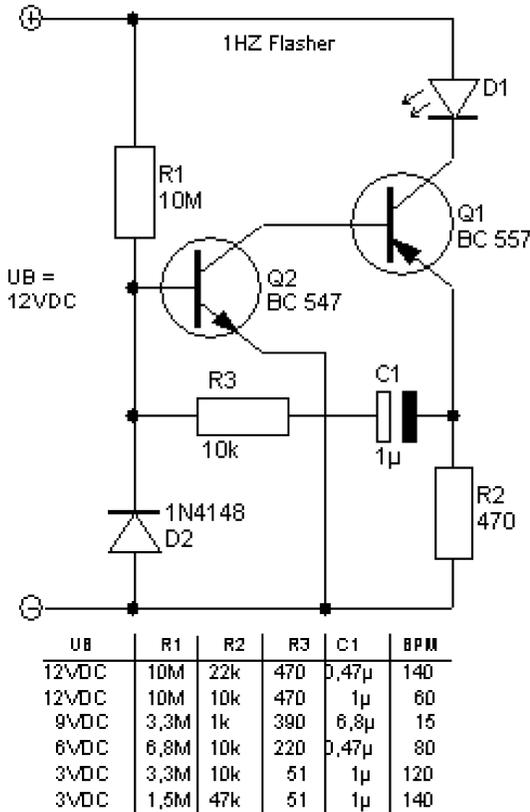


Abb. 3.2: Quelle: René Bader, [www.bader-frankfurt.de](http://www.bader-frankfurt.de)

### 3.3 Wechselblitzer mit Timer 555

Eine interessante Schaltung ist in *Abb. 3.3* zu sehen. Der Timer wird z. B. aus zwei Mignonelementen mit seiner minimalen Betriebsspannung von 3 V betrieben. Da der Ausgang bei hohem Potenzial die 3 V deutlich verfehlt und bei niedrigem Potenzial ebenfalls deutlich mehr als null Volt liefert, wurden die LEDs nicht direkt, sondern über Transistoren angeschlossen. Diese sperren konsequent und liefern im durchgesteuerten Zustand nur etwa 100 mV.

Die LEDs blitzen abwechselnd im 2-Hz-Rhythmus auf. Angenommen, an den 47-Ohm-Vorwiderständen fällt 1 V ab, so beträgt der Strom rund 20 mA. Die Schaltung läuft mit frischen Batterien mindestens 100 Stunden lang. Man kann auch drei Mignon-Akkus einsetzen, dann verdoppelt sich der LED-Strom aber ungefähr.

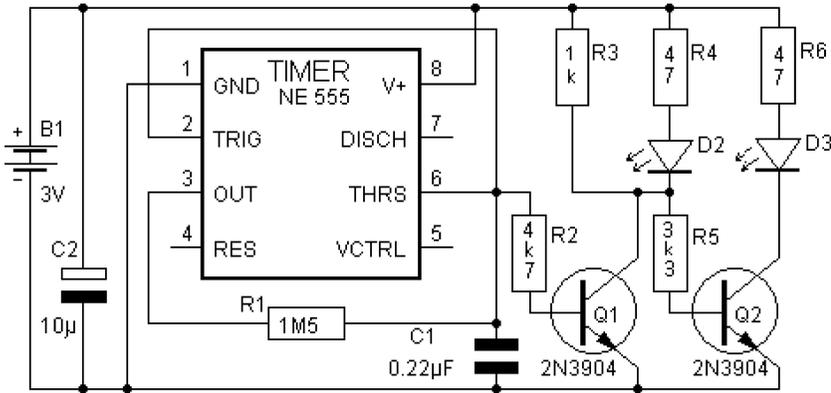


Abb. 3.3: Quelle: René Bader, www.bader-frankfurt.de

### 3.4 Doppel-Blitzlicht für Modellfahrzeuge

Mit der in *Abb. 3.4* angegebenen Schaltung gelingt es, das für die amerikanische Polizei oder für Feuerwehr und Notarzt typische blaue Doppel-Blitzlicht nachzubilden.

Man benötigt im Wesentlichen einen Timer 555 und einen CMOS-Ringzähler 4017, dessen Betriebsspannung jedoch sicherheitshalber mit einem zusätzlichen Kondensator 100 nF zwischen Pin 8 und Pin 16 direkt am IC gestützt werden sollte.

Über Vorwiderstände von 470 Ohm liegen zwei superhelle blaue LEDs in den Emitterleitungen der Ansteuertransistoren. Das bedeutet je 20 mA. Bei geringerer Betriebsspannung können die Werte abgesenkt werden. Das Zeitverhalten ändert sich dabei nicht.

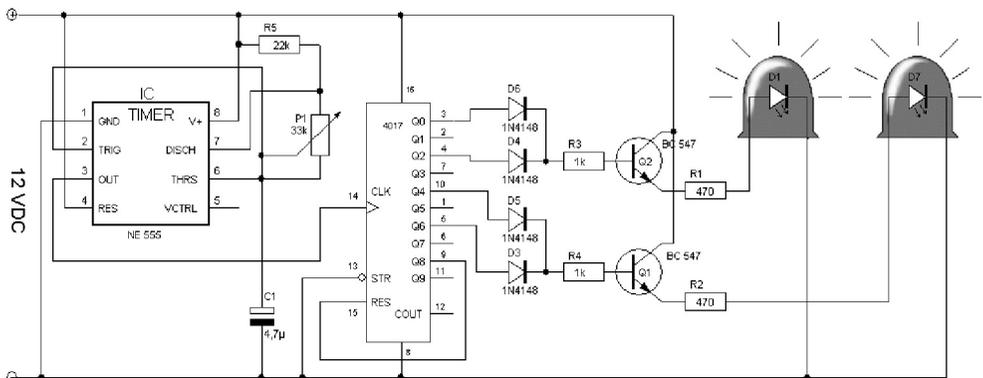


Abb. 3.4: Quelle: René Bader, www.bader-frankfurt.de

### 3.5 Marathon-Blitzlicht

Diese Schaltung (Abb. 3.5) ist ein echter Dauerläufer, daher die Bezeichnung „Marathon“: Bis zu zehn Jahre sendet sie ihre ca. eine Millisekunde langen Blitze aus, ehe die Batterie entladen ist. Und die kurze Blitzzeit ist nicht zu kurz, um nicht genügend Aufmerksamkeit zu erregen. So kann man Konsumenten auf Produkte aufmerksam machen oder eine Alarmanlage vortäuschen.

Der CMOS-Baustein 4007 trägt mit seiner extrem sparsamen Betriebsweise zu der sehr langen Lebensdauer entscheidend bei. Pin 14 kommt an Plus, Pin 7 an Minus, wie üblich. Die Pinbelegung der drei komplementären MOS-Stufen ist wie folgt:

| Stufe | Eingang | p-Seite | n-Seite | mittlere Anschlüsse   |
|-------|---------|---------|---------|-----------------------|
| A     | 6       | 14      | 7       | 8/13                  |
| B     | 3       | 2       | 4       | 1/5                   |
| C     | 10      | 11      | 9       | 12 (intern verbunden) |

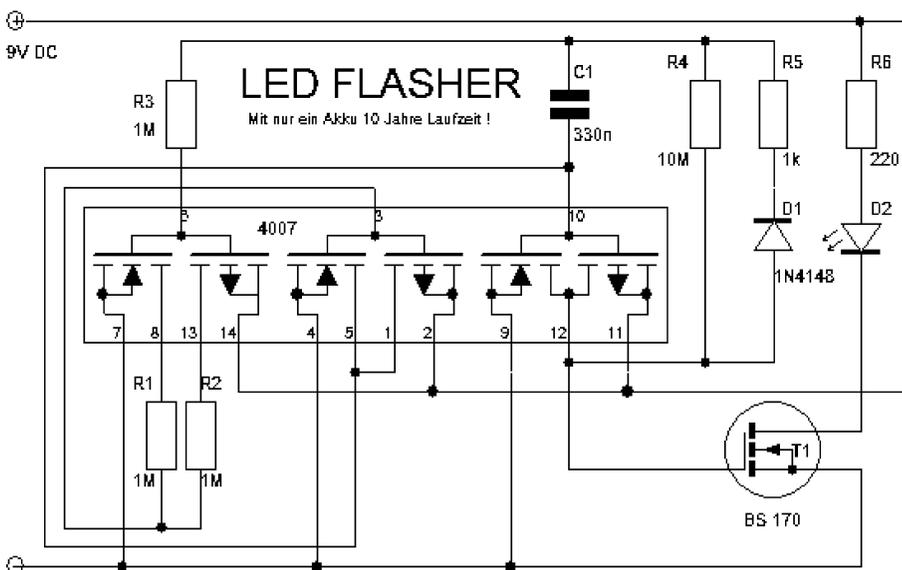


Abb. 3.5: Quelle: René Bader, [www.bader-frankfurt.de](http://www.bader-frankfurt.de)

### 3.6 1,5-V-Blitzer mit vier Transistoren

Für den Blink- und Blitzbetrieb von Leuchtdioden an 1,5 V wurde vor Jahrzehnten der Schaltkreis LM3909 entwickelt. An ihm funktionierten besonders rote LEDs mit ihrer relativ geringen Flussspannung perfekt. Eine weiße LED hat jedoch eine Flussspannung von ca. 3,6 V. Da versagt der LM3409. Seine Produktion wurde daher eingestellt.

In der Schaltung nach *Abb. 3.6* ist das Innenleben des LM3909 in etwa nachgebildet. Auch diese Schaltung eignet sich daher nur für rote LEDs.

Es werden folgende Bauelemente benötigt:

|      |                            |
|------|----------------------------|
| R1,2 | 390 Ohm                    |
| R3,5 | 22 kOhm                    |
| R4   | 10 kOhm                    |
| R6   | 100 Ohm                    |
| Q1   | BC337 (45 V, 800 mA, npn)  |
| Q2,3 | BC550C (45 V, 100 mA, npn) |
| Q4   | BC327 (45 V, 800 mA, pnp)  |

Durch Änderungen der restlichen Bauelementewerte können bestimmte Betriebsweisen hervorgerufen werden:

| Betriebsart       | Beschaltung              | Frequenz | Strom       |
|-------------------|--------------------------|----------|-------------|
| 1,5 V Flasher     | 330 $\mu$ /6,3 V, 3,3 k  | 1 Hz     | 64 $\mu$ A  |
| 1,5 V Low-Power   | 100 $\mu$ /6,3 V, 8,2 k  | 1,2 Hz   | 320 $\mu$ A |
| schneller Blinker | 330 $\mu$ /6,3 V, 1 kOhm | 2,6 Hz   | 1,2 mA      |
| 3 V Flasher       | 330 $\mu$ /6,3 V, 8,2 k  | 1 Hz     | 770 $\mu$ A |
| 6 V Flasher       | 330 $\mu$ /6,3 V, 10 k   | 1,5 Hz   | 700 $\mu$ A |

Folgende Betriebszeiten beim 1,5-V-Blitzer sind möglich:

| Batterietyp | Betriebszeit |
|-------------|--------------|
| Standard AA | 3 Monate     |
| Alkaline AA | 6 Monate     |
| Standard C  | 7 Monate     |
| Alkaline C  | 15 Monate    |
| Standard D  | 1,3 Jahre    |
| Alkaline D  | 2,6 Jahre    |

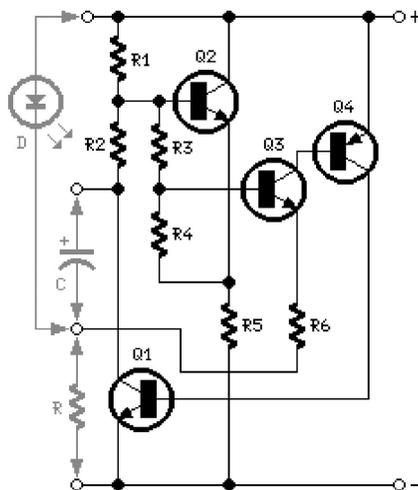


Abb. 3.6: Quelle: Flavio Dellepiane, [www.redcircuits.com](http://www.redcircuits.com)

### 3.7 Blitzer mit drei Jahren Batterielebensdauer

Je nach Qualität der eingesetzten 9-V-Blockbatterie arbeitet die Schaltung nach *Abb. 3.7* einige Jahre lang ununterbrochen. Die beiden LEDs werden von einem MOS-Transistor geschaltet. Der Strom liegt bei 30 mA. Die Einschaltzeit ist jedoch sehr gering.

Der CMOS-Schaltkreis 4007 sorgt für den entsprechenden Takt. Durch den vollständigen Einsatz von MOS-Bauelementen liegt der Stromverbrauch während der Auszeit im Bereich der Selbstentladung der Batterie.  $C_1$  sollte ungepolt sein. Die Zeitkonstante mit  $R_5$  beträgt eine Sekunde. Die Einschaltzeit wird durch  $R_6$  bestimmt und beträgt ungefähr eine Millisekunde.

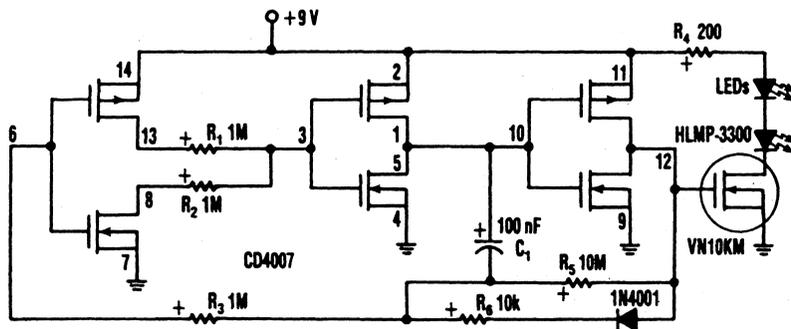


Abb. 3.7: Quelle: EDN, Ideas for Design

# Stichwortverzeichnis

4-Bit-Binärlzähler 263  
 74HC164 72  
 74HCT164 72  
 100-kHz-PWM-Konstantstrom-Steuerschalt-  
 kreis 249

## A

AD9660 343  
 Aktiv-Matrix-Display 294  
 Alarmanlage 257  
 Alarmschaltung 30  
 Analogumschalter 43  
 ASCII-Tastatur 151  
 AT90S2313 328  
 ATMEGA8015 313  
 ATTiny2313 313, 319  
 Ausrolleffekt 194

## B

Backplane-Oszillator 308  
 Balkenanzeige 116  
 Bargraph 63  
 Bargraph-Mode 223  
 Batterie-Überwachungsschaltung 165  
 BCD-Zähler 89, 264  
 BCD-zu-Siebensegment-Decoder 228, 230,  
 263, 279  
 Befehlsregister 310  
 Beleuchtungsstärke 20  
 Belichtung 20  
 Berührungsschalter 217  
 BiFET-Operationsverstärker 123  
 Bildaufbau 327  
 Blink-LEDs 97  
 Blitzer 36  
 Boost-Konfiguration 254

Boost-Schaltung 253  
 Brückenverstärker 174, 304  
 Buck/Boost-Spannungskonverter 247  
 Bucking-Mode-IC 189  
 Buck-Step-Down-Regler 187  
 Buzzer 211, 243

## C

Candela 19  
 CD4054B 300  
 CD4055B 301  
 CD4056B 301  
 CH341A 322  
 Character-LCD 292  
 C-LCD 292  
 Cluster 221  
 CMOS-BCD-zu-Siebensegment-Decoder  
 300, 308  
 CMOS-Siebensegment-Decoder 298  
 CMOS-Timer 126, 236  
 Continuous Wave 333  
 CW 333

## D

DAC 184  
 Darlingtonstufe 171  
 Datenregister 310  
 Dekadenzähler 80, 228  
 D-Flipflop 263  
 Digital-Analog Converter 184  
 Dimmen 180  
 DIP-Module 296  
 Display Controller 324  
 Display Driver 313  
 DOG-Module 296  
 Doppel-Blitzlicht 39

Doppel-RS-Flipflop 200  
 Down/Up-Zähler 68  
 Dreidraht-Interface 312  
 Dreiecksgenerator 180, 257  
 Dreiphasen-Rechteckoszillator 107  
 Dreiphasensignal 140  
 Druckmesser 304  
 DSTN-Technik 295  
 Dual-LEDs 97

**E**

EA-eDIP-Serie 5  
 Elektro-Lumineszenz 293  
 EL-Folien-Beleuchtung 294  
 EN 60825-1 336  
 Exklusiv-ODER-Gatter 141  
 EXOR-Gatter 155

**F**

Fading 180  
 Fading-Farbwechsler 90  
 Farbenerkennung 93  
 Farbwechsler-Schaltungen 86  
 Fensterkomparator 176  
 Feuer-Imitation 47  
 Flasher 36  
 Flipper 201  
 Flyback-Verhalten 253  
 Footcandle 23  
 Fotospannung 168  
 Freie-Elektronen-Laser 332  
 Frequenzanzeiger 143  
 Frequenzdifferenz 141  
 Frequenzteiler 74  
 Füllstandsmessung 316

**G**

Gefährlichkeits-Klasseneinteilung 336  
 G-LCD 292  
 Grafikdisplay 292  
 Grafik-LCD 327  
 Graphical-LCD 292  
 Grau-Modus 328

**H**

Halbleiterlaser 333  
 Halbstreuwinkel 20  
 Halleffekt-Sensor TLE4935 234  
 HD44780 310  
 HD61830 293  
 Heißeleiter 113  
 Hex-Inverter-Baustein 122  
 High-Power-LED-Systeme 245  
 High-Side 184  
 Hintergrundbeleuchtung 293  
 Howland-Stromquelle 351  
 Hysterese 101

**I**

ICL7106 283, 303, 304  
 IC LM 3578 248  
 Impulsgenerator 53, 55  
 Inkrementelles Lauflicht 83

**J**

JK-Master-Slave-Flipflop 169  
 Jumbo-LED 29

**K**

Kabelprüfer 124  
 Kaltleiter 113

Kantenstrahler 337  
Kaskade 242  
Komparator 93, 257  
Konstantstrom-LED-Treiber 245  
KS0070B 293  
KS0076B 293  
KS0108 293

## L

Labyrinth 198  
Ladungspumpe 184, 225  
Ladungspumpenschaltung 218  
LASER 331  
Laserdiode 333  
  Treiber 343  
Laser Torch 349  
Latch 49  
Lauflicht 63  
  Inkrementelles 83  
Lauflichtschaltungen 63  
Lautstärkeinsteller 270  
LCD-Zeichensatz 310  
LED-Bargraph-Anzeige 169  
LED-Beleuchtung 293  
Leuchtdichte 20  
Lichtspiel 100  
Lichtstärke 19  
Lichtstrom 19  
Liquid-Crystal Display 291  
LM35 202  
LM339 119, 120  
LM3404(HV) 245  
LM3409 41  
Logikastkopf 143  
Long-Period-Detektor 169  
Look-Funktion 267  
Low-Battery Output 165  
Low-Power-Gatter NL27WZ04 246  
Low-Power-Operationsverstärker 240  
Low-Voltage-Gatter 59  
Low-Voltage-Operationsverstärker 351  
Low-Volt-CMOS-IC 218  
LT1110 340  
LT1615 261

LT1932 260  
LT3476 255  
Lumen 19

## M

Maser 332  
MAX232 321  
MAX774 247  
MAX1698 238  
MAX3740 348  
MAX5160 183  
Messwertglättung 318  
Metronomschaltung 257  
MM74C926 283  
MM74C927 283  
MM74C928 283  
Monoflop 199  
Multiplexbetrieb 284, 292  
Multivibratorschaltung 37  
Muster 81

## N

Nachglühen 69  
Nachleuchten 75  
NCP1200A 249  
Negativmode 293  
Nullanzeige 160

## O

OLED 324  
One-Shot-Generator 267  
Open-Collector-Ausgang 123, 149

## P

Passiv-Matrix-Display 294  
Pegelanzeige 128  
PIC12C508 312

PIC16C5X 284  
PIC16C54A 287  
PIC16C84/16F84 81  
PIC16F628 314  
PIC16F876 318  
PIC18F87J90 6  
PMW 254  
Polaritätsanzeiger 128  
Positivmode 293  
PR4401/4402 213  
Puffer 131  
Pulsbreitenmodulation 90, 184  
Pulse-Width Modulation 90, 180  
Pumpen 334  
Punktmatrix 310  
PWM 90, 180

## Q

Quad-Operationsverstärker 88, 117

## R

RC5-Code-Tester 316  
Reset-Schaltung 308  
Resonator 332  
Ringzähler 68, 71, 201  
RISC Controller 324  
Rundum-Lauflicht 276

## S

SAB0529 281  
SC606 255  
Schieberegister 77, 197  
Schmitt-Trigger 54  
Schutzmaßnahmen 338  
SED 1520 293  
Sequencer 63  
Seriel-zu-parallel-Schieberegister 312  
S-FET 232  
SG1524 254  
Shut-Down-Betrieb 165

Shutdown-Möglichkeit 245  
Siebensegment-Anzeige 262  
Siebensegment-Decoderschaltkreis 191  
Siebensegment-LCD 291  
Silizium-PIN-Fotodiode 342  
Simulator 58  
Sonnenlichtfilter 220  
Spannungsindikator-Schaltung 103  
Spannungsinverter-IC NCP1729 240  
Spannungskonverter-ICs MAX1685 244  
SRAM 324  
Stepdown-Buck-Konverter 240  
Step-Up-Konverter 239, 242  
Stickstofflaser 332  
STN-Displays 295  
Stroboskop 128  
Super-Twisted-Nematic 295

## T

T6963c 293  
Tastverhältnis 36  
TC7136 306  
TC9400 306  
Telefon-Ankoppelspule 121  
Testboard 321  
Testschaltung 278  
Textdisplay 292  
Thin-Film-Transistor, TFT 294  
TL3101 234  
TPS61042 245  
TPS61054 61  
TPS61055 61  
Treiber für Laserdioden 343  
Trit-State-Ausgang 111  
TSOP 1136 316  
Tunnelodiode 57

## U

U176 235  
Ultraschallmodul 316  
Umpolung 327  
Unijunction-Transistor 44, 232, 269

Up/Down-BCD-Zähler 267  
USB-LCD 319

## V

VCSEL 337  
Vergleicher 119  
Verzerrungen 135  
Vierfachkomparator-IC 162  
VLCD-Eingang 327  
Volume Unit 120  
VU 120

## W

Warnschaltung 137  
Wasserhöhen-Anzeige 147

Wechsellichtband 63  
Wechsellichtband-Steuerung 65  
Widerstandsteiler-Kette 131  
Wiederholrate 36

## Z

Zeitbasis 281  
Zeitgeber-IC 264  
Zero-Power-LCD 5, 295  
Zufallseffekt 31  
Zweipoloszillator 35

**FRANZIS**  
ELEKTRONIK

**Sonderausgabe**  
**49,95 €**

- 552 Seiten Umfang
- Über 550 neue Schaltungen
- 580 Schaltpläne und Zeichnungen
- Unentbehrlich in der Elektronik

Frank Sichla

# Schaltungssammlung Mess- und Prüftechnik

Über 550 erprobte Schaltungen für Labor, Entwicklung und Anwendung

## Schaltungen für

- Messungen an elektrischen Gleichgrößen
- Messungen von niederfrequenten Spannungen
- Messungen von hochfrequenten Spannungen
- Messungen von Leistungen, Impedanzen und Frequenzen
- Messungen weiterer elektrischer Größen
- Messungen nicht elektrischer Größen
- Messverstärker, Filter, Wandler, Generatoren
- Allgemeine Schaltungen für die Messtechnik
- Zusatzschaltungen für Messgeräte
- Schaltungen für die Prüftechnik

Das Buch stellt über 550 ausgewählte Schaltungen aus der Mess- und Prüftechnik vor. Viele moderne und anspruchsvolle, aber auch einfache und bewährte Schaltungen sind in diesem Buch enthalten. Damit spart man nicht nur eine Menge Zeit, Arbeit und Geduld, sondern auch Geld für Eigenentwicklungen. So macht sich die Anschaffung dieser wichtigen Sammlung schon nach kurzer Zeit bezahlt.

## Schaltungssammlung Mess- und Prüftechnik

Frank Sichla ; 2009; 552 Seiten

ISBN 978-3-7723-4086-4

€ 49,95

Besuchen Sie uns im Internet – [www.elo-web.de](http://www.elo-web.de)

Frank Sichla

## Schaltungssammlung LEDs, LCDs und Lasertechnik

**Auf Leuchtdioden (LED) trifft man heute überall in der Elektrotechnik und Elektronik. Auch die LCD-Anzeigen (Liquid-Crystal Display, Flüssigkristall-Bildschirm) erleben in den letzten Jahren einen enormen Aufschwung. Sie finden Verwendung in vielen Geräten der Unterhaltungselektronik, aber auch in Messgeräten, Mobiltelefonen, Digitaluhren und Taschenrechnern.**

Ständige Weiterentwicklungen gibt es auch in der Lasertechnologie. Längst ist der Laser zu einem bedeutenden Instrument der Industrie, Wissenschaft, Kommunikation und Unterhaltungselektronik geworden, und die kleinen Laserdioden sind heute schon die mit Abstand am häufigsten benutzten Laserbauelemente.

Über 350 Schaltungen aus der LED-, LCD- und Lasertechnik werden in diesem Werk vorgestellt.

Die Schaltungssammlung wendet sich nicht nur an Entwicklungsingenieure, sondern auch an Lehrkräfte, Auszubildende und Hobbyisten. Sie wird durch einen großen allgemeinen Praxisteil abgerundet.

Sie sparen nicht nur eine Menge Zeit, Arbeit und Geduld, sondern auch Geld für Eigenentwicklungen. So macht sich die Anschaffung dieser wichtigen Sammlung schon nach kurzer Zeit bezahlt. Eine unentbehrliche Fundgrube für alle, die in ihrer täglichen Praxis Anregungen für schnelle Problemlösungen suchen.

ISBN 978-3-7723-4277-6



Euro 29,95 [D]

### Diese neue Schaltungssammlung enthält Schaltungen aus folgenden Bereichen:

- Blinker
- Wechselblinker
- CMOS-Wechselblinker
- CMOS-Blinker
- „Ruhiger“ Blinker mit Transistor
- Dämmerungsblinker
- Alarmblinker
- Wechselblinker mit 2 x 20 LEDs
- Helligkeit schwillt an und ab
- Helligkeitsabhängiger Blinker
- Blinkender Weihnachtsstern
- Blinker mit Zweipol-Oszillator
- Einstellbarer Blitzer mit Timer
- Doppel-Blitzlicht
- Marathon-Blitzlicht
- 1,5-V-Blitzer
- Sicherheits-Blitzer
- Flackerschaltung
- Wechsel-Flasher mit 1,5 V
- Leuchtturm-Signalgeber
- 3-V-Transistor-Flasher
- 1,5-V-Flasher
- Ultra-stromarmer 3-V-Blitzer
- Alarmanlagen-Simulator
- 1,5-V-Flasher für weiße LED
- Schneller, portabler Pulser
- Drei-LED-Flasher
- Blitzlicht mit dem TPS61054
- Lauflicht- und Leuchtbalken
- Lauflicht mit vier LEDs
- Wechsellichtband-Schaltung
- Knight-Rider-Lauflicht
- Lauflicht
- Duale Lichtbandsteuerung
- Lichtband mit Blinkeffekt
- Intelligentes Blinklicht
- Blitzlauflicht
- Doppellauflicht
- Farbwechsler-Schaltungen
- Pegelindikator mit Dual-LED
- Lauflicht mit Blink-LED
- Lichtspiel mit Blink-LEDs
- Blink-LED
- Einfacher Impulsindikator
- Magische Lichter
- Tester für Audioleitungen
- Optischer Transistortester
- Temperatur-Monitor
- Übertemperatur-Indikator
- Programmierbare LED
- Balkenanzeige mit Transistoren
- Einfacher Spannungsprüfer
- Spannungsüberwachung
- Überwachung eines 12-V-Akkus
- VU-Meter mit acht LEDs
- Leitungssucher
- Verdrahtungstester
- Tester für mehradrige Leitungen
- Logiktester
- Autobatterie-Tester
- Indikatoren
- Stroboskop
- Niederfrequenzmesser
- Aussteuerungsanzeige
- LED-Bargraph-Power-Indikator
- Audio-Clipping-Indikator
- Audio-Leistungsindikator
- Auto-Bordspannungs-Indikator
- Impulsfrequenz-Detektor
- Logiktestkopf für CMO
- Mobiltelefon-Detektor
- IR-Fernsteuerungs-Tester
- Wasser-Füllstandsanzeige
- Zweibereichs-Stroboskop
- Digitester
- Isolationstester
- Tastatur-Detektiv
- Gewitter-Entfernungsmesser
- Batterietester
- Three-State-Indikator
- Schalt-Indikator
- Impuls-Fühler
- Logiktester
- Tendenz-Indikator
- Polaritätsanzeige
- Spannungsindikator
- Bipolare Pegelanzeige
- Batterietest
- Tester für hohe Spannungen
- LED als Fotodiode
- In-Circuit-Transistortester
- Tester für die Kfz-Elektronik
- Universaltester
- Kfz-Ladekontrolle
- Übersteuerungsanzeige
- NF-Frequenzanalysator
- Spannungsdetektor
- CPU-Lüfterüberwachung
- Dimmerschaltungen
- Lichtspiel-Schaltung
- Hypnotisierende LED-Spirale
- Münzen-Flipper
- Elektronisches Roulette
- Elektronisches Glücksrad
- Reaktionszeit-Tester
- Maus im Labyrinth
- Orakel
- Geschicklichkeitsspiel
- Taschenflipper „Good Luck“
- Kaffeethermometer
- Müdigkeitstester
- LED-Spiel
- Fernbedienungs-Blockierer
- Regenbogen mit 13 LEDs
- Quiz-Timer
- LED als Stabilisierungsdioden
- Count-Down-Schaltung
- Berührungssensor
- LED-Betrieb an 1,5 V
- Einparkhilfe auf IR-Basis
- Fünf bis acht LEDs an 1,5 V
- u.s.w