Perfekt ausgeleuchtet – LED-Kamera-Ringleuchte

Die Kamera-Ringleuchte ist ein wertvolles Instrument für den Hobbyfotografen, wenn es darum geht, Motive im Makrobereich auszuleuchten. Die aus 28 weißen LEDs bestehende Leuchte wird mit Hilfe eines Adapterrings vor das Kameraobjektiv geschraubt. Durch den Abstrahlwinkel der LEDs ergibt sich im Bereich von ca. 10 cm bis 25 cm vor der Leuchte eine optimale Ausleuchtung.

Schön hell

Will man, vorausgesetzt, die Kamera ist dafür geeignet, Bilder kleiner Gegenstände im unmittelbaren Nahbereich aufnehmen (Makrofotos), so hat man, sofern nicht helles und schattenfreies Tages- oder Studiolicht zur Verfügung steht, bei der Ausleuchtung des Fotoobjekts ein Problem: Blitzen, zumal mit dem internen Blitz, entfällt aufgrund der geringen Entfernung und vor allem deswegen, weil das Licht z. B. durch das Objektiv abgeschattet wird. So kommt nur eine externe (Studio-)Beleuchtung in Frage, die allerdings nicht unerheblichen Aufwand bedeutet und damit für den Gelegenheitsfotografen entfällt. Außerdem sind derartige Beleuchtungseinrichtungen kaum in kompakter Form zu transportieren, und vor allem sind sie abhängig vom Stromnetz, was etwa das Detailfoto unterwegs auf der Modellbahnausstellung unmöglich macht.

Eine Lösung ist eine kleine, leicht zu transportierende und vor allem netzunabhängige Kameraleuchte. Solche Leuchten gibt es auch als stromsparende LED-Zusatzleuchten, sie sind allerdings recht teuer und erleichtern auch nicht immer die optimale Objektbeleuchtung bei Makroobjekten.

Wie wäre es also, wenn man die Objektbeleuchtung quasi in die Kamera integriert? Das war die Grundidee der Kamera-Ringleuchte. Sie wird einfach mittels eines handelsüblichen Adapterrings auf das Objektiv aufgesetzt und bietet im interessierenden Nahbereich bis 25 cm ein recht homogenes Licht, das zudem der Lichtfarbe Tageslicht eher ähnelt als normales Lampenlicht, das der Hobbyfotograf wohl meist einsetzt.

Durch den relativ schmalen Abstrahlwinkel der Leuchtdioden ist das Licht deutlich vorausgerichtet, Streulichteinfall ins Objektiv tritt nicht auf. Durch die sich überlappenden Leuchtbereiche der Leuchtdioden ergbit sich in der Entfernung von

Technische Daten: LED-RL 1

Versorgungsspannung:	3–4,5 V (3 x Mignon-Batterie, LR6/AA)
Stromaufnahme:	400 mA bei UB = 4,5 V/650 mA bei UB = 3 V
LED-Strom:	15 mA
LEDs:	28 x Weiß
Ausleuchtungsabstand:	10–30 cm (optimal)
Wirkungsgrad:	max. 85 %
Abmessungen:	Basisgerät: 93 x 56 x 24 mm LED-Platine: ø außen 71 mm/ø innen 53 mm

10 bis 25 cm vor dem Objektiv ein homogenes Leuchtfeld ohne Abschattungen.
Die Befestigung der Leuchte erfolgt, wie bereits erwähnt, mittels eines handelsüblichen Adapterrings (72 ↔ 58 mm). Vom 58-mm-Gewinde kann bei Bedarf wieder auf ein anderes (kleineres) Gewinde gewechselt werden. So ist die Ringleuchte an allen Kameras einsetzbar, die über ein Objektiv mit Objektivgewinde verfügen.
Die Spannungsversorgung erfolgt durch eine kleine, batterie- oder akkubetriebene Stromversorgungseinheit, die mit nur 3 Batteriezellen auskommt und so recht kompakt ausfällt. Sie wird über eine handelsübliche Kameraschiene mit der Kamera verbunden. Möglich wird diese kompakte Spannungsversorgung durch den Einsatz eines Step-up-Spannungswandlers, der zum einen den Betrieb der weißen Leuchtdioden aus nur drei 1,2- bis 1,5-V-Zellen sichert und zum anderen dafür sorgt, dass man die Zellenkapazität wirklich weitgehend ausnutzen kann, indem er das Ausgangsspannungsniveau über einen weiten Eingangsspannungsbereich konstant hält.

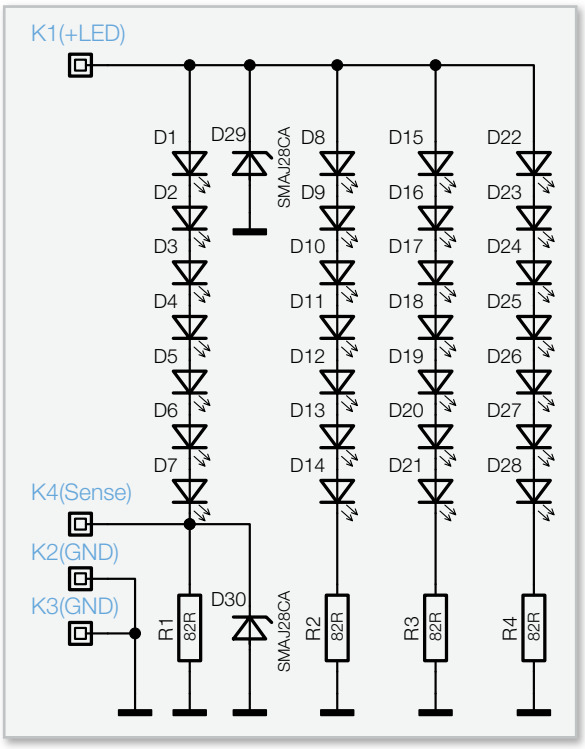


Bild 1: Die Schaltung der Leuchteneinheit

Schaltung

Die Schaltung der LED-Ringleuchte besteht zum einen aus der LED-Platine (Abbildung 1), auf der lediglich die LEDs und die entsprechenden Vorwiderstände untergebracht sind, und zum anderen aus der Steuerplatine (Abbildung 2). Zur LED-Platine braucht nicht viel gesagt zu werden. Hier befinden sich insgesamt 28 LEDs, die in vier Gruppen mit je 7 in Reihe geschalteten LEDs aufgeteilt sind. Legt man eine LED-Flussspannung von 3,25 V und einen Strom von ca. 15 mA zugrunde, ergibt sich rechnerisch eine Betriebsspannung von 24 V (7 x 3,25 V + 1,25 V) für die LEDs. Dabei fällt über den Vorwiderständen (R 1 bis R 4) eine Spannung von 1,25 V ab. Die Spannung über dem (Shunt-)Widerstand R 1 wird von der Steuerelektronik genutzt, um den LED-Strom zu messen. Über den Anschluss K 4 (Sense) gelangt diese Spannung, die proportional zum fließenden Strom durch einen LED-Strang ist, zur Steuerplatine. Hiermit lässt sich ein geschlossener Regelkreis realisieren, dessen Ist-Wert der LED-Strom ist. Somit ist sichergestellt, dass die Helligkeit bzw. der LED-Strom immer gleich bzw. konstant ist.

Kommen wir nun zur Steuerplatine, die in Abbildung 2 dargestellt ist. Hier erfolgt die Erzeugung der relativ hohen Betriebsspannung aus der 4,5-V-Batteriespannung. Dabei kommt ein moderner Step-up-Wandler vom Typ TPS61081 (IC 2) des Herstellers Texas Instruments zum Einsatz. Aus „nur" 4,5 V erzeugt dieser Schaltregler (IC 2) die notwendige Ausgangsspannung von ca. 24 V. IC 2 erfordert nur eine minimale Außenbeschaltung. Lediglich die Speicherspule L 1 sowie der Kondensator C 2 gehören zur direkten Peripherie von IC 2. Durch die relativ hohe Schaltfrequenz (600 kHz) kann für L 1 ein sehr kleiner Wert und die daraus resultierende kleine Baugröße zum Einsatz kommen.
Folgende Features von IC 2 sollten noch erwähnt werden: Softstart, kurzschlussfest, Überspannungsschutz, Abschaltung bei zu kleiner Eingangsspannung oder bei thermischer Überlastung. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die automatische Abschaltung, wenn keine Last vorhanden ist. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn der Stecker zur LED-Platine gezogen wird.
Das Ein- und Ausschalten erfolgt nicht durch Unterbrechung

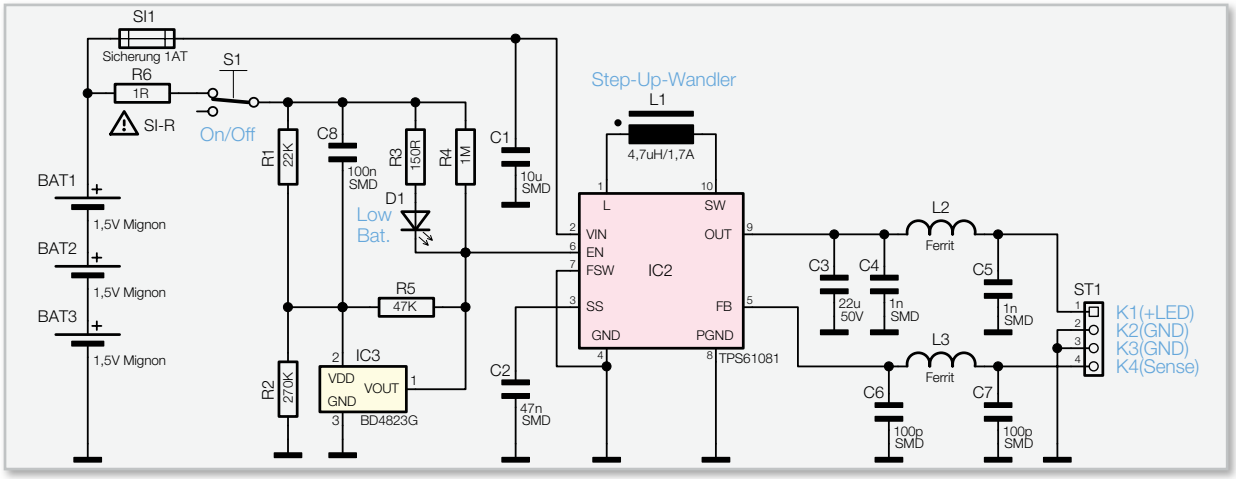
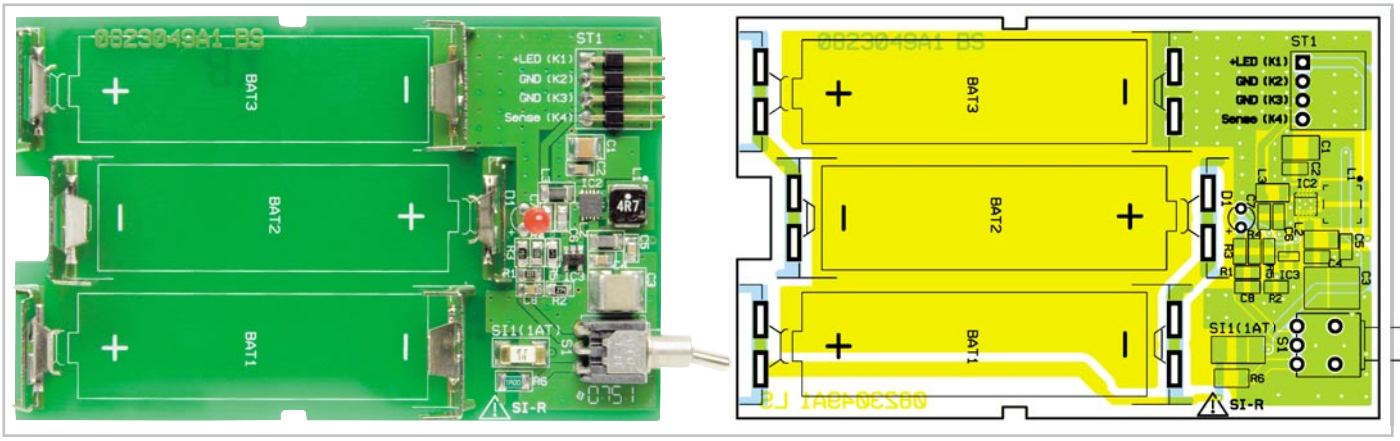


Bild 2: Die Schaltung des Step-up-Spannungswandlers

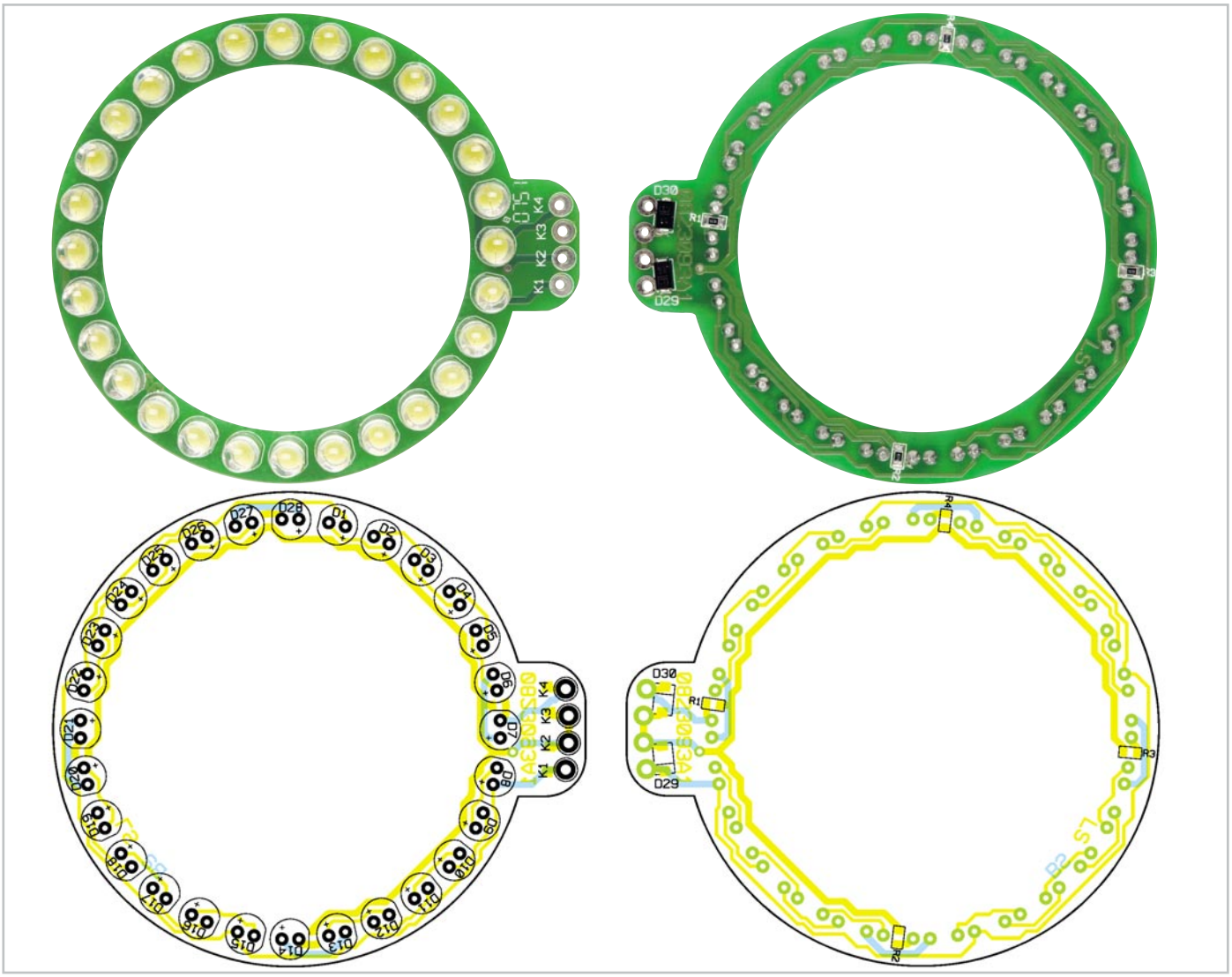


Ansicht der fertig bestückten Steuerplatine mit zugehörigem Bestückungsplan

der Batteriezuleitung, sondern mittels Schalter S 1 über den Enable-Eingang von IC 2. Dies hat den Vorteil, dass der Ein-Aus-Schalter keine hohe Schaltleistung aufweisen muss, sondern lediglich einige Milliampere schaltet. Zudem entfällt ein eventueller Spannungsabfall über dem Schalter, da der Betriebsstrom auf bis zu 750 mA ansteigen kann.

Mit IC 3 und den Widerständen R 1, R 2, R 4 und R 5 ist eine Low-Bat-Erkennung (Anzeige) realisiert. Beim Unterschreiten einer Batteriespannung von 2,6 V schaltet der Ausgang von IC 3 auf Masse, wodurch zum einen die LED „Low-Bat" aufleuchtet und zum anderen der Schaltregler IC 2 abgeschaltet wird. Durch eine Hysterese (bedingt durch R 5) schaltet sich die Spannungserzeugung erst wieder ein, wenn die Batteriespannung über einen Wert von 3 V ansteigt.

An die Anschlussleiste ST 1 wird über eine Buchsenleiste (K 1 bis K 4) die LED-Platine angeschlossen. Die Spulen L 2 und L 3 in den Zuleitungen dienen der Unterdrückung von Störsignalen.



Fertig bestückte LED-Einheit mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

Stückliste: LED-Kamera-Ringleuchte Basiseinheit

Widerstände:

Sicherungswiderstand 1 Ω/SMD/1206	R6
150 Ω/SMD/0805	R3
22 kΩ/SMD/0805	R1
47 kΩ/SMD/0805	R5
270 kΩ/SMD/0805	R2
1 MΩ/SMD/0805	R4

Kondensatoren:

100 pF/SMD/0805	C6, C7
1 nF/SMD/0805	C4, C5
47 nF/SMD/0805	C2
10 µF/SMD/1210	C1
22 µF/35 V/SMD	C3

Halbleiter:

BD4823G/SMD	IC1
TPS61081	IC2
LED, 3 mm, Rot	D1

Sonstiges:

Speicherdrossel, SMD, 4,7 µH/1,7 A	L1
Chip-Ferrit, 1206	L2, L3
Mini-Kippschalter, 1 x um, liegend, print	S1
Sicherung, 1 A, träge, SMD	SI1
Stiftleiste, 1 x 4-polig, winkelprint	ST1
Mignon-Batteriekontakt, „+"-Kontakt, print	BAT1–BAT3
Mignon-Batteriekontakt, „-"-Kontakt, print	BAT1–BAT3
2 Kunststoffschrauben, 2,2 x 6 mm	
1 Zylinderkopfschraube mit Innensechskant, M4 x 10 mm	
1 Mutter, M4	
1 Unterlegscheibe, M4	
1 Kunststoffbefestigungsplatte, bearbeitet, Grau	
1 Profilgehäuse, I-Mac-Blau-Struktur, komplett, bearbeitet und bedruckt	

Nachbau

Wir beginnen den Nachbau mit der Steuerplatine. Die Platine wird bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, so dass nur die mechanischen bzw. bedrahteten Bauteile bestückt werden müssen. Somit umgeht man eventuelle Handling- und Bestückungsprobleme auf der Platine. Hier ist lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig.

Die Polung der LED ist durch den etwas längeren Anschluss (Anode, +) gekennzeichnet. Der kurze Anschluss ist somit die Katode (-). Die Einbauhöhe der LED beträgt 18 mm (gemessen zwischen LED-Oberkante und Platine). Nach dem Verlöten der LED-Anschlüsse auf der Platinenunterseite werden die überstehenden Drahtenden abgeschnitten.

Als Nächstes werden die mechanischen Bauteile eingesetzt und verlötet. Bei den Batteriekontakten ist darauf zu achten, dass Plus- und Minuspol unterschiedliche Bauformen aufweisen. Am Platinenaufdruck ist die jeweilige Bauform erkennbar. Die Haltewinkel der Kontakte müssen unbedingt auf der Platine aufliegen, da diese sich sonst beim Einsetzen der Batterien verbiegen! Zum Schluss sind der Schalter und die Stiftleiste zu bestücken und sorgfältig zu verlöten.

Kommen wir nun zum Aufbau der LED-Platine. Wie bei der Steuerplatine sind auch hier die SMD-Bauteile schon vorbestückt.

Zuerst werden alle LEDs in die Platine eingesetzt, ohne diese zu verlöten. Die Polung der LEDs ist an der abgeflachten Gehäuseseite (Katode, -) bzw. dem längeren Anschluss (Anode, +) erkennbar. Erst wenn man das obere Kunststoffteil (mit den LED-Bohrungen) aufgesetzt hat, können die LEDs auf der Platinenunterseite verlötet werden. Jetzt lässt sich die Kunststoffabdeckung problemlos wieder entfernen, um die vier Anschlussleitungen des fertig konfektionierten Kabels (K 1 bis K 4) anzulöten.

Wichtig: Auf das Anschlusskabel wird zuvor ein Ferritring, wie es Abbildung 3 zeigt, montiert. Dieser dient der Störunterdrückung und ist aus EMV-technischen Gründen erforderlich. Die farbliche Zuordnung der Kabel ist wie folgt: K 1 = Rot / K 2 und K 3 = Schwarz / K 4 = Blau. Die Kabelenden werden abisoliert und dann rückseitig durch die entsprechenden Bohrungen in der Platine geführt und verlötet. Es ist eine maximale Länge von ca. 35 cm für die einzelnen Leitungen vorgesehen, die man bei Bedarf aber auch kürzen kann.

Nun ist die obere Kunststoffabdeckung wieder aufzusetzen. Die Abdeckung verhindert ein Berühren der LED-Anschlusskontakte im späteren Betrieb. Dieser Berührungsschutz verhindert eine Zerstörung der einzelnen LEDs durch elektrische Entladungen. Die Zuleitung muss ebenfalls vor ESD (elekt-

Stückliste: LED-Kamera-Ringleuchte LED-Einheit

Widerstände:

82 Ω/SMD/0805	R1–R4

Halbleiter:

SMAJ28CA/SMD	D29, D30
LED, 5 mm, Weiß, 7500 mcd	D1–D28

Sonstiges:

1 Kunststoffabdeckung oben für LED-Platine, bearbeitet
1 Kunststoffabdeckung unten für LED-Platine, bearbeitet
1 Ferrit-Ringkern, ø 10 (6) x 4 mm
1 flexible Leitung mit 1 Buchse, 4-polig, 40 cm

Bild 3: So ist der Ferritkern auf die Zuleitung aufzubringen.

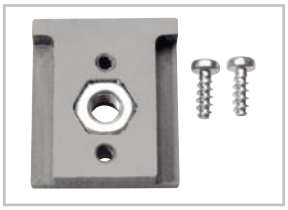


Bild 4: Die Befestigungsplatte für die Befestigung auf einer Blitzschiene

rischen Entladungen) geschützt werden. Dies erfolgt durch die beiden Transildioden (D 29 und D 30), die sich auf der Platinenunterseite befinden. Die Platinenunterseite und somit die Lötanschlüsse der LEDs werden später ebenfalls mit einem Kunststoffring abgedeckt.
Damit ist der Aufbau der beiden Platinen beendet, und wir können uns der Inbetriebnahme und Montage widmen.

Bild 5: Die Befestigung des Stromversorgungsgerätes an der Blitzschiene

Inbetriebnahme und Montage

Nach dem polrichtigen Einsetzen der Batterien und der Kontaktierung der LED-Platine kann die Schaltung auf Funktion geprüft werden. Nach dem Einschalten sollten alle LEDs in gleicher Intensität aufleuchten.
Nach dem erfolgreichen Funktionstest erfolgt der Einbau der Steuerplatine in das Gehäuse. Hierzu wird die Platine einfach in das Gehäuseoberteil gelegt, so dass die Gehäusenuten in die Platine fassen, und anschließend das Gehäuseunterteil aufgesetzt bzw. geschoben.
Zur Befestigung des Gehäuses z. B. auf einer Blitzschiene kann auf der Unterseite eine zusätzliche Befestigungsplatte angebracht werden. Durch die in dieser Befestigungsplatte befindliche M4-Mutter (siehe Abbildung 4) und eine entsprechende M4-Schraube ist eine universelle Befestigungsmöglichkeit gegeben (Abbildung 5). Die Befestigungsplatte wird mit zwei Schrauben am Gehäuseunterteil (siehe Abbildungen 4 und 5) festgeschraubt.

Montage der LED-Platine

Die Abmessungen der Platine sind so ausgelegt, dass eine Montage auf einem handelsüblichen Adapterring (72<-> 58) möglich ist. Dieser Adapter bietet genügend Platz, die LED-Platine aufzunehmen. Die Platine wird nicht direkt auf dem Adapter befestigt, sondern zuerst auf einen Kunststoffring geklebt. Da der Adapter aus Metall (Alu) besteht, wäre die Kurzschlussgefahr durch die Lötpunkte der LEDs sonst zu groß. Der Kunststoffadapter hat eine spezielle eingefräste Nut für die Lötstellen der LEDs. Die einzelnen Komponenten sind in Abbildung 6 dargestellt. Zum Verkleben kann herkömmlicher Haushaltskleber, Heißkleber oder auch entsprechend zugeschnittenes, doppelseitiges Klebeband verwendet werden. Abbildung 6 zeigt auch den bereits erwähnten Abdeckring, der zum Schluss auf die LED-Platine aufzusetzen ist.

Low-Bat-Anzeige

Sinkt die Spannung der Batterien unter einen Wert von 2,6 V, leuchtet die LED „Low-Bat“ und die LEDs werden abgeschaltet. Erst wenn die Batteriespannung über 3 V ansteigt bzw. neue Batterien eingelegt werden, lässt sich das Gerät wieder einschalten.
Hinweis: Bedingt durch den Innenwiderstand der Batterien bzw. Akkus (abhängig von Hersteller und Zustand) kann es dazu kommen, das die LEDs im Wechsel mit der „Low-Bat“-LED wieder aufleuchten. Dies erklärt sich dadurch, dass bei einer Low-Bat-Erkennung die LEDs abgeschaltet werden, hierdurch die Leerlaufspannung der Batterien ansteigt, da kein Strom mehr fließt. Ist eine Leerlaufspannung von 3 V erreicht, schaltet die Elektronik die LEDs wieder an. Bedingt durch den jetzt fließenden Laststrom sinkt die Batteriespannung aber wieder ab, bis der Low-Bat-Level wieder unterschritten wird. LEDs werden abgeschaltet usw. Hier sind also die Batterien zu wechseln.

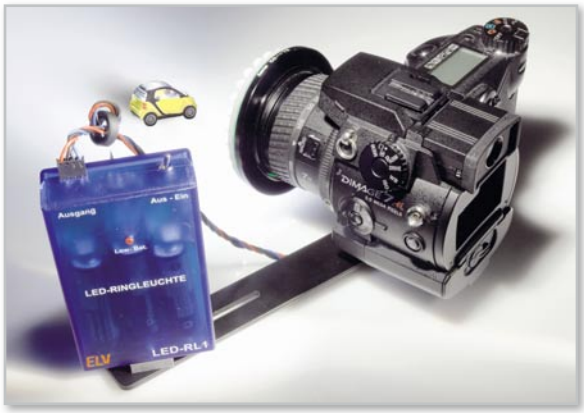


Bild 7: So sieht die Einheit fertig montiert aus.

Die fertig montierte Leuchte ist nun einsatzbereit. Abbildung 7 zeigt die Anordnung im Einsatz. Natürlich muss sich die Kamera zur Makrofotografie eignen. Die meisten Kameras haben hierfür sogar eine besonders anzuwählende Makro-Betriebsart.
Derart ausgestattet ist also das Fotografieren kleiner Gegenstände kein Problem mehr. Die gesamte Anordnung sollte in jeder Fototasche noch Platz finden. ELV

Bild 6: Die Bestandteile der Ringleuchte: LED-Platine, Metalladapter, Kunststoffadapter, LED-Abdeckung