



Best.-Nr.: 85272
Version 3.2
Stand: Juli 2018

4 x 4 x 4-LED-Cube LC444

Technischer Kundendienst

Für Fragen und Auskünfte stehen Ihnen unsere qualifizierten technischen Mitarbeiter gerne zur Verfügung.

ELV · Technischer Kundendienst · Postfach 1000 · 26787 Leer · Germany
E-Mail: technik@elv.de

Telefon: Deutschland 0491/6008-245 · Österreich 0662/627-310 · Schweiz 061/8310-100

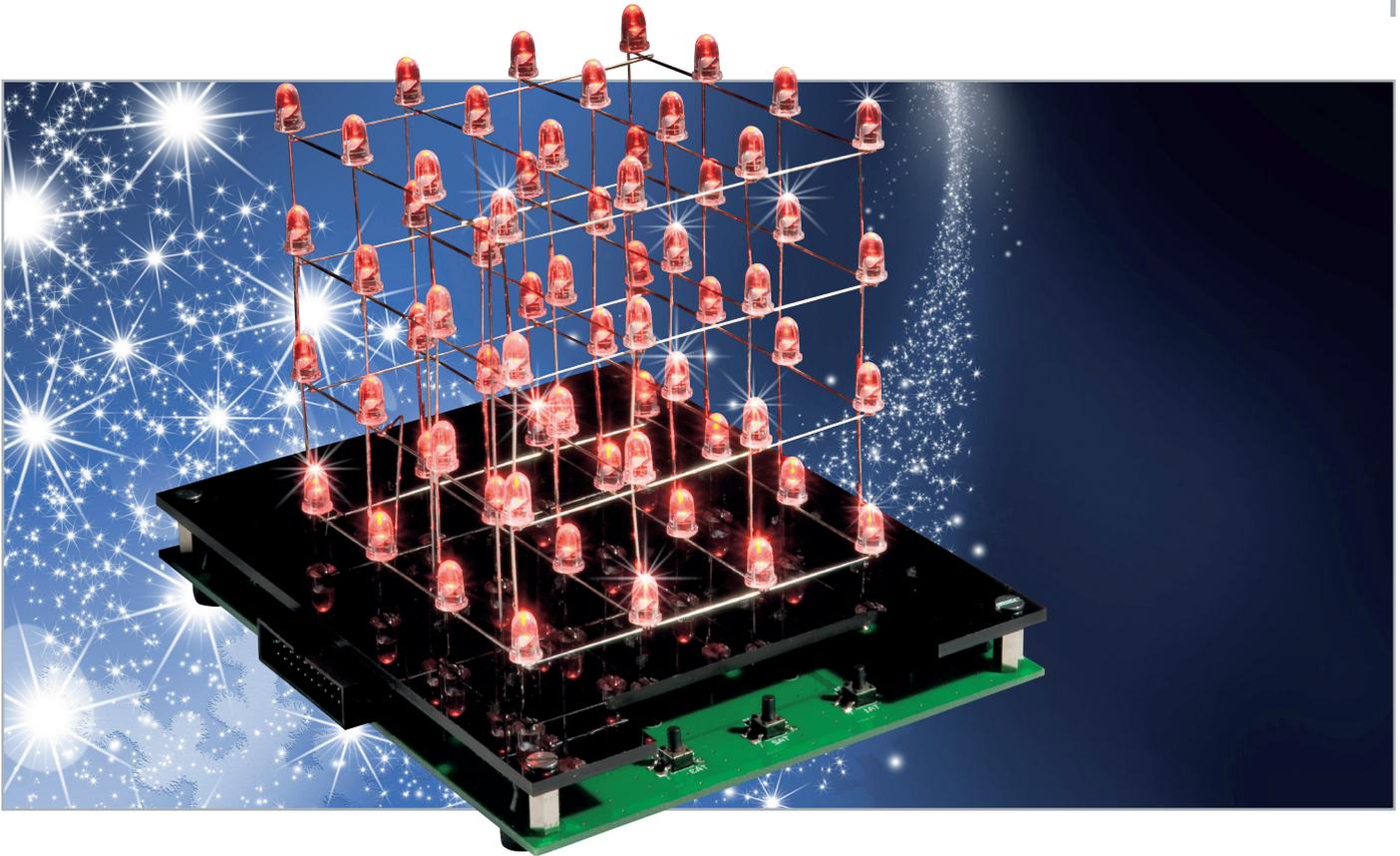
Häufig gestellte Fragen und aktuelle Hinweise zum Betrieb des Produktes finden Sie bei der Artikelbeschreibung im ELV Shop: www.elv.de ...at ...ch

Nutzen Sie bei Fragen auch unser ELV Techniknetzwerk: www.netzwerk.elv.de

Reparaturservice

Für Geräte, die aus ELV Bausätzen hergestellt wurden, bieten wir unseren Kunden einen Reparaturservice an. Selbstverständlich wird Ihr Gerät so kostengünstig wie möglich instand gesetzt. Im Sinne einer schnellen Abwicklung führen wir die Reparatur sofort durch, wenn die Reparaturkosten den halben Komplettbausatzpreis nicht überschreiten. Sollte der Defekt größer sein, erhalten Sie zunächst einen unverbindlichen Kostenvoranschlag.

Bitte senden Sie Ihr Gerät an: **ELV · Reparaturservice · 26787 Leer · Germany**



Lichteffekt in der dritten Dimension – 4 x 4 x 4-LED-Cube LC444

Ein 3D-Lichteffekt der Extraklasse – 64 LEDs sind dreidimensional in einem Würfel so angeordnet, dass sie einzeln und in der Helligkeit steuerbar sind. Die Ansteuerungsmuster sind sehr einfach über ein PC-Programm erstellbar, sie werden stromausfallsicher in einem Flash-Speicher des LC444 abgelegt und über den Steuerprozessor des LED-Würfels aufgerufen.

3D-Lichteffekt selbst gemacht

Betrachtet man Lichteffekte im Show- oder professionellen Dekobereich, kann man beobachten, dass diese (natürlich) immer trickreicher und ausgefeilter werden. Der aktuellste Trend sind räumliche Effekte, die man etwa an Gebäuden, Werbetafeln, an Spielautomaten und natürlich im Show- und TV-Bereich bewundern kann. Und so manchen dieser Lichteffekte wünscht man sich vielleicht zu Hause als kleine (erschwingliche) Dekoration.

Die Idee ist an sich nicht neu und auch nicht von uns erfunden. Gibt man bei den einschlägigen Internet-Suchdiensten oder Filmportalen einmal das Stichwort „LED-Cube“ ein, trifft man auf eine sehr aktive Community, die die verschiedensten Cube-Anordnungen in fleißiger Heimarbeit entwickelt und gebaut hat. Das beginnt beim ultrakompakten 3 x 3 x 3-Würfel und endet bei enormen Anordnungen mit RGB-LEDs, die auf raffinierte Weise sogar farbige Bilder erzeugen.

In diese Effektgeräte-Klasse fällt unser 4 x 4 x 4-LED-Cube, mit dem wir einen kompletten Bausatz eines solchen Gerätes, allerdings in einfarbiger Version, zur Verfügung stellen.

Er ist ein dreidimensionaler LED-Würfel, dessen 64 LEDs einzeln in der Helligkeit ansteuerbar sind. Die Ansteuerung der LEDs erfolgt über Musterketten, die als Datei von einem PC aus eingelesen und in einem separaten Flash-Speicher abgelegt werden. Per Tastendruck sind dann diese Befehlsketten aufrufbar. Der eingesetzte Mikrocontroller liest sie aus und generiert daraus Lichteffekte und Lichtmuster. Im weitesten Sinne entspricht der LC444 der Idee eines 3D-Displays, das eben nicht nur in zwei Ebenen Leuchtpunkte in unterschiedlichen Helligkeitsstufen darstellt, sondern auch noch in der dritten Ebene, der Tiefe. Dabei bleibt der technische Aufwand erstaunlich gering, eben weil Software und Mikrocontroller die Hauptarbeit des „Sortierens“ erledigen.

Technische Daten: LC444

Spannungsversorgung:	9–15 Vdc
Stromaufnahme:	maximal 1 A
Anschlüsse:	Hohlstecker Außen- \varnothing 3,5 mm, Innen- \varnothing 1,3 mm
Abmessungen (B x T):	110 x 140 mm (Platine)

Für kreative Nachbauer enthält die Platine des LC444 noch einen Steckverbinder, der die Möglichkeit der Realisation einer zweidimensionalen 8x8-Matrix bietet, mit der dann sogar komplette Zeichen darstellbar sind. Eine Matrix-Schaltung dazu findet sich in unserem Download-Angebot zu diesem „ELVjournal“.

Aber auch der Aufbau der Würfel-Anordnung bietet mehrere Möglichkeiten – so kann man ganz nach Gusto (und Geschicklichkeit beim Löten) drei verschiedene Würfelgrößen realisieren.

Die Arbeitsweise des LC444

Um die 64 LEDs des LC444 anzusteuern, ohne 64 einzelne Leitungen verwenden zu müssen, haben wir hier das Multiplexverfahren genutzt. Durch eine geschickte Verbindung der LED-Anschlüsse werden nur 20 Leitungen zu deren Ansteuerung benötigt. Dabei sind die 64 LEDs des Würfels in 4 Ebenen zu je 16 LEDs (jeweils als 4x4-Matrix geschaltet) eingeteilt.

In jeder Ebene sind die Anodenanschlüsse der dort befindlichen 16 LEDs, wie in Abbildung 1 zu sehen, miteinander verbunden.

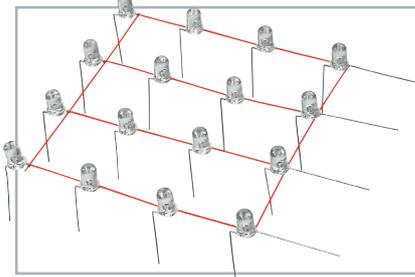


Bild 1: Aufbau einer Ebene des LED-Cubes

Dadurch verfügen alle LEDs dieser Ebene über einen gemeinsamen Anodenanschluss. Die 16 Katodenanschlüsse einer Ebene werden mit den 16 Katodenanschlüssen der nächsten Ebene verbunden. Durch diesen Aufbau teilen sich am Ende die vier übereinanderliegenden LEDs aus den vier Ebenen einen „Massekontakt“ (siehe Abbildung 2).

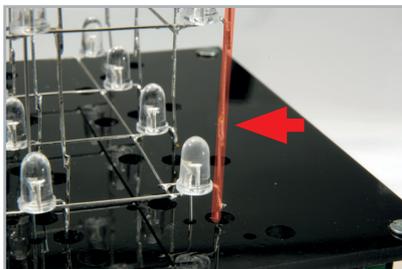


Bild 2: Die vier jeweils übereinanderliegenden LEDs des Cubes teilen sich einen Massekontakt.

So ist es nun möglich, über vier Ebenenkontakte EK1 bis EK4 und 16 Massekontakte MK1 bis MK16 die 64 LEDs anzusteuern. Dazu ist an einem Ebenenkontakt EKX eine jeweils für die Versorgung einer Ebene zuständige Konstantstromquelle anzuschließen und ein Massekontakt MKX mit dem Massepotential der Schaltung zu verbinden. Die am Kreuzungspunkt befindliche LED leuchtet nun. Hierbei entspricht der Ebenenkontakt EK1 der obersten Ebene und der Kontakt EK4 der untersten Ebene.

Um einen der 16 Massekontakte MK X mit dem Massepotential verbinden zu können, werden zwei Low-Side-Treiber vom Typ ULN2803 (siehe Schaltung in Abbildung 3) verwendet. Jeder ULN2803 verfügt über acht Darlingtons-Transistoren. Die Ansteuerung der einzelnen Darlingtons-Transistoren in den Treibern wird mithilfe zweier 8-Bit-Schieberegister und dem eingesetzten Mikrocontroller realisiert. Sobald der Ausgang eines Schieberegisters einen High-Pegel ausgibt, schaltet der entsprechende Darlington-Transistor im ULN2803 durch und verbindet einen Massekontakt MK X mit dem Massepotential der Schaltung.

Wird z. B. der Massekontakt MK 1 über den Treiberbaustein IC8 mit dem Massepotential verbunden, können nun die vier übereinanderliegenden LEDs über die Ebenenkontakte EK1 bis EK4 gleichzeitig mit Strom versorgt werden. Dieser Zustand bleibt für 625 µs erhalten, danach wird an den Schieberegistern zyklisch zum nächsten Ausgang gewechselt, wobei immer nur ein Ausgang einen High-Pegel ausgibt. Ein kompletter Durchlauf dauert somit 10 ms.

Da die LEDs nicht dauerhaft betrieben werden, sondern, bedingt durch das Multiplexen, gepulst werden, ist die maximale Helligkeit der LEDs gemindert. Um diese Helligkeitsminderung zu kompensieren, ist der Betriebsstrom der LEDs anzupassen. Dies erfolgt über die Emitterwiderstände R5, R6, R9, R12 der Transistoren T1, T3, T5 und T7. Durch diese Widerstände werden die Stromquellen für jede Ebene eingestellt. Dem Bausatz liegen fünf verschiedene bedrahtete

Tabelle 1: Mögliche Konstantströme anhand der beigefügten Widerstände

Rx / Ohm	Ic / mA
2,7	218
6,8	84
8,2	69
12	46
27	18

Widerstände für jede Ebene bei, mit denen sich ein Konstantstrom gemäß der Tabelle 1 einstellen lässt.

Passend zum Bausatz wird ein Paket aus 64 LEDs angeboten, die für den Einsatz im LC444 bestimmt sind. Bei diesen LEDs empfiehlt sich eine Einstellung der Stromquellen auf ca. 84 mA, gemäß der Tabelle 1 entspricht dies einem Widerstandswert von 6,8 Ohm.

Mit der nachfolgenden Formel können weitere Emitterwiderstände berechnet werden. Dies ist hilfreich für die Einstellung eines individuellen Konstantstroms bei der Verwendung anderer LEDs:

$$R_X = \frac{U_X}{I_X} = \frac{U_{D1} + U_{D2} - U_{EB}}{I_C + I_B} \quad | I_B \approx 4 \text{ mA}$$

Die Diodenspannungen U_{D1} und U_{D2} an den Dioden D1 und D2 betragen jeweils 0,6 V. Ebenfalls 0,6 V beträgt die Spannung zwischen dem Emitter- und dem Basisanschluss des Transistors T1. Somit ergibt sich am Widerstand R_X eine Spannung U_X von 0,6 V.

Nun wird für die Berechnung nur noch der Strom I_x benötigt. Dieser setzt sich aus dem Basisstrom I_B und dem Kollektorstrom I_C zusammen, wobei I_C der Strom ist, der dann durch die LED fließen soll. Als Basisstrom kann ca. 4 mA angesetzt werden.

Schaltungsbeschreibung

Abbildung 3 zeigt die Gesamtschaltung des LC444. Die Spannungsversorgung erfolgt über die Hohlsteckerbuchse BU2, wo mit dem Spannungsregler IC4 aus der Eingangsspannung die Betriebsspannung von +5 V erzeugt wird. Der PTC-Widerstand R22 schützt die Schaltung vor einem eventuellen Kurzschluss. Um die Schaltung im Verpolungsfall zu schützen, wird mit dem MOSFET T9, dem Widerstand R21 und der Zener-Diode D10 ein Verpolungsschutz realisiert. Mit der erzeugten Betriebsspannung von +5 V werden der Mikrocontroller IC1 sowie die Schieberegister IC5 und IC6 versorgt. Der Flash-Speicher IC3 wird über den separaten Spannungsregler IC9 mit 3,3 V versorgt. Der Schnittstellenwandler IC2, der für die Kommunikation zwischen dem Mikrocontroller und der PC-Software zuständig ist, wird separat über die USB-Buchse versorgt. Die Diode D9 realisiert eine Stromentkoppelung des Schnittstellenwandlers zum Rest der Hardware. Der Widerstand R19 dient als zusätzlicher Pull-up-Widerstand.

Die Bedienung des LC444 erfolgt über die drei Taster TA1 bis TA3, die diesen parallel liegenden Kondensatoren C21 bis C23 blocken eventuelle Störspannungen ab. Die komplette Steuerung des LC444 übernimmt der Mikrocontroller IC1. Er wird mit einem 16-MHz-Keramikschwinger betrieben und verfügt somit über genügend Leistung zum Darstellen der Muster. Die einzelnen Musterfolgen sind im Flash-Speicher IC3 gespeichert, der über die SPI-Schnittstelle mit dem Mikrocontroller verbunden ist. Über die Chip-Select-Leitung (Pin 11) wird der Speicher aktiviert und ist dann über die Kommunikationsleitungen (Pin 13 und 14) ansprechbar. Der benötigte Takt wird vom Mikrocontroller am Pin 17 erzeugt. Eine zusätzliche Ready-Busy-Leitung (Pin 1) zeigt an, ob der Flash-Speicher für die weitere Kommunikation bereit ist.

Um die Massekontakte MK1 bis MK16 zyklisch mit dem Massepotential zu verbinden, steuert der Mikrocontroller ebenfalls die beiden 8-Bit Schieberegister IC5 und IC6. Dazu ist der Controller über vier Steuerleitungen mit den Schieberegistern verbunden. Ein vom Mikrocontroller erzeugter High-Pegel wird über Pin 23 an den „Data In“ des Schieberegisters IC8 angelegt und durch eine steigende Flanke am „SCK“ übernommen. Im Anschluss wechselt der Zustand des Pegels wieder auf Low. Durch weitere positive Flankensignale auf der „SCK“-Leitung wird diese „digitale 1“ innerhalb der Schieberegister weiterschoben und durch eine positive Flanke an „RCK“ am gewünschten Ausgang ausgegeben. Dieses High-Signal am Schieberegisterausgang lässt den daran angeschlossenen Low-Side-Treiber von IC7 oder IC8 durchschalten und schließt so eine Verbindung zwischen einem Massekontakt MKX und dem Massepotential der Schaltung. Dies geschieht, wie schon erwähnt, für 625 μ s, anschließend wird der nächste Massekontakt mit dem Massepotential für 625 μ s verbunden.

Neben diesen „schaltbaren Massepunkten“ wird zum Betrieb der LEDs eine Stromquelle benötigt. In unserem Fall besitzt der LC444 sogar vier Stromquellen, eine separat für jede Ebene. Diese Stromquellen bestehen aus den Dioden D1 bis D8, den PNP-Transistoren T1, T3, T5 und T7 sowie den Emitterwiderständen R5, R6, R9 und R12. Die beiden in Reihe geschalteten Dioden erzeugen eine Spannung von ca. 1,2 V. Diese Spannung teilt sich auf in die Spannung U_{R_x} , sowie die Emitter-Basis-Spannung am Transistor von ca. 0,6 V. Wie schon zuvor erwähnt, lässt sich mit der Wahl des Emitterwiderstands der Konstantstrom definieren, welcher die maximale Helligkeit der LEDs bestimmt.

Um die LEDs jedoch einzeln in ihrer Helligkeit variieren zu können, erfolgt die Steuerung der Stromquellen mittels einer Pulsweitenmodulation (PWM). Dazu werden die Basisanschlüsse der PNP-Transistoren über vier NPN-Transistoren (T2, T4, T6 und T8) gegen Massepotential geschaltet. Sobald sich der Basisanschluss der PNP-Transistoren auf Massepotential befindet, ist die jeweilige Stromquelle aktiv. Die vier NPN-Transistoren wiederum werden direkt vom Mikrocontroller IC1 über die vier intern erzeugten PWM-Signale gesteuert. Der Mikrocontroller unterstützt insgesamt 16 Helligkeitsstufen.

Die PC-Software

Zum Bausatz gehört eine PC-Software, mit der das Erstellen der für die Ansteuerung benötigten Musterketten erfolgt. Nach einiger Übung kann dies übrigens auch mit einem ganz normalen Texteditor erfolgen, da die Zusammensetzung der Effektmuster lediglich aus einer bestimmten Aneinanderreihung von ASCII-Zeichen besteht. Eine simple perspektivische Darstellung des LED-Cubes auf der Software-Oberfläche der mitgelieferten Software ermöglicht eine schnelle Zusammenstellung der Lichtmuster. Die Software erlaubt auch das Erstellen und Speichern mehrerer Musterketten-Dateien. Auf eine weitere Beschreibung der Software wollen wir an dieser Stelle nicht eingehen, eine ausführliche Software-Anleitung befindet sich auf der Software-CD.

Bedienung des LC444

Kommen wir nun zur Bedienung des LC444. Die manuell oder mithilfe der beigefügten PC-Software erzeugten Musterketten werden über die Software in den externen Flash-Speicher abgelegt. Jede Kette bekommt durch die PC-Software eine Indexnummer zugewiesen. Mit der Taste TA 2 (Auswahl) kann nun eine der abgespeicherten Musterketten ausgewählt werden. Dazu zeigt der LED-Cube die Indexnummer der momentan ausgewählten Kette durch die Position einer leuchtenden LED an. Leuchtet die LED in der obersten Ebene hinten links, wurde die Indexnummer 1 ausgewählt. Ein weiterer Druck auf die Taste TA 2 lässt die LED rechts daneben aufleuchten, womit dann Indexnummer 2 dargestellt wird. Indexnummer 4 entspricht der LED in der obersten Ebene hinten rechts. Mit Druck auf die Taste TA 3 geht man eine Indexnummer zurück.

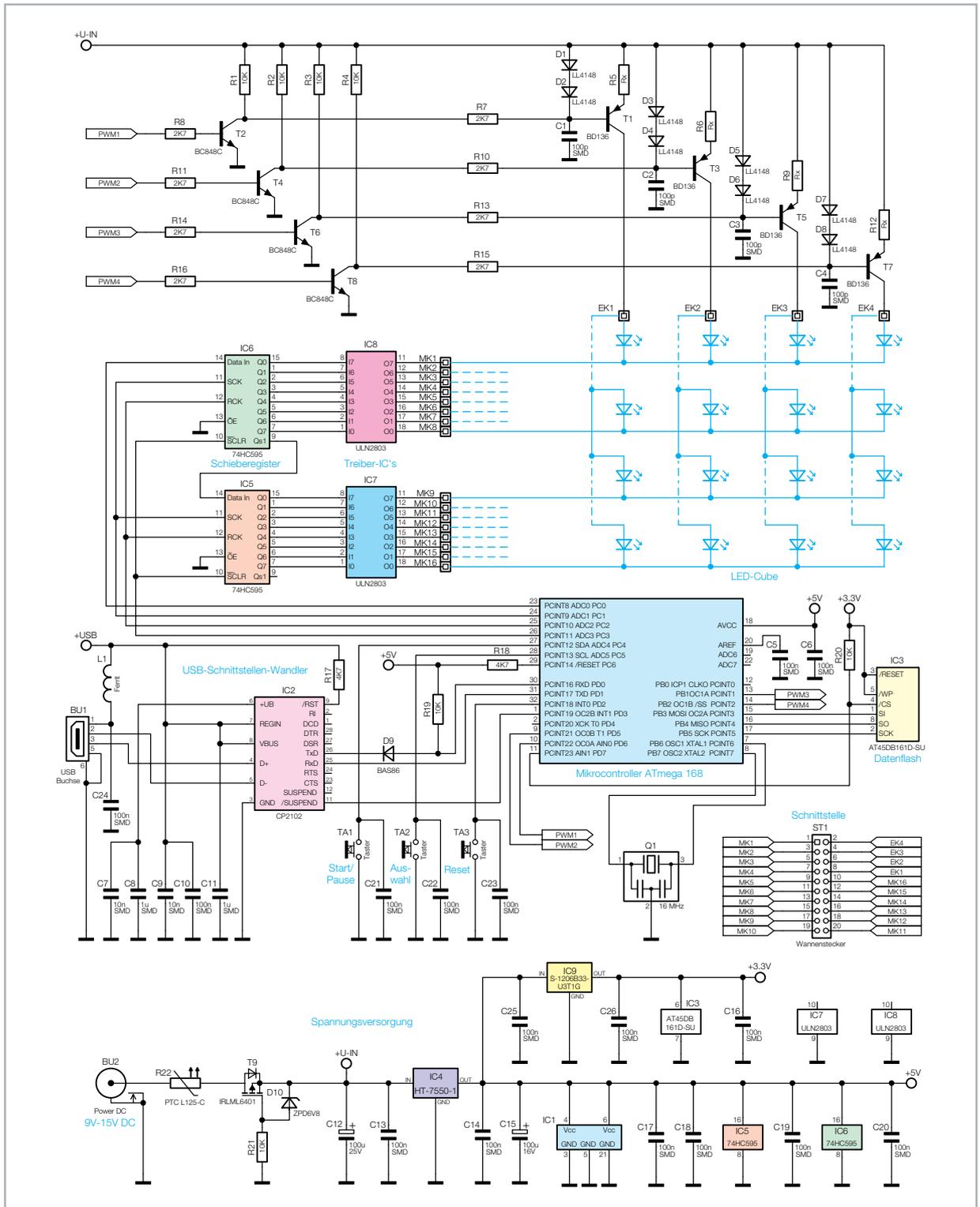


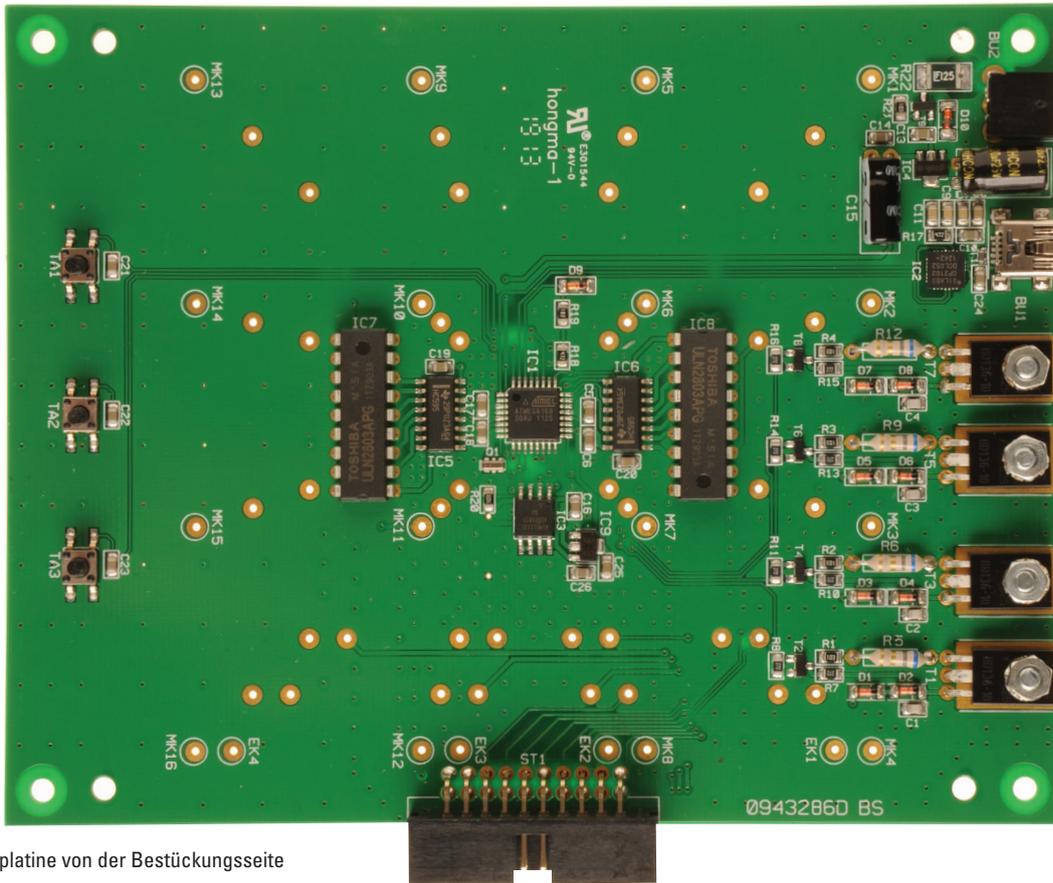
Bild 3: Die Gesamtschaltung des LED-Cubes

Nach der Auswahl der Musterkette kann mit der Taste TA 1 (Start/Pause) das „Abspielen“ des Musters gestartet und pausiert werden. Im Pausenmodus können über die Tasten TA 2 und TA 3 nun die einzelnen Bilder der Musterkette angesteuert werden. Die Taste TA 2 springt zum nächsten Bild, die Taste TA 3 zum vorherigen. Um eine schon gestartete Musterkette von Neuem beginnen zu lassen, reicht es, die Taste TA 3 (Reset) zu betätigen. Ein betätigen der Taste TA 2 im Abspielmodus zeigt wieder die aktuelle Indexnummer der ausgewählten Musterkette an.

Nachbau des LED-Cubes

Um Probleme hinsichtlich des Nachbaus zu vermeiden, sollte die Beschreibung zunächst komplett gelesen werden. Damit kommen wir zum Nachbau des LC444. Dieser unterteilt sich in zwei Abschnitte: das Bestücken der Platine und der eigentliche Nachbau des LED-Cubes. Wir beginnen mit der Bestückung der Platine.

Durch die Vorbestückung aller SMD-Bauteile sind nur noch wenige Bauteile zu verarbeiten. Zuerst sind die beiden Trei-



Elektronikplatine von der Bestückungsseite

berbausteine IC7 und IC8 aufzulöten, eine Markierung im Bestückungsdruck gibt die Bauteilausrichtung vor. Im Anschluss sind die vier Emitterwiderstände (R5, R6, R9, R12) zu bestücken. Hierbei ist auf die richtige Wahl der Widerstände entsprechend Tabelle 1 zu achten, damit der resultierende Konstantstrom nicht zu hoch eingestellt wird.

Nach den Emitterwiderständen sind die beiden Elektrolytkondensatoren C12 und C15 und die Buchse BU2 einzusetzen. Dabei ist neben dem polrichtigen Einsetzen (am Elko ist üblicherweise der Minuspol markiert) die notwendige liegende Montage zu beachten, die Anschlüsse sind also um 90 Grad abzuwinkeln.

Als Nächstes sind die PNP-Transistoren T1, T3, T5 und T7 zu montieren und anzulöten. Dazu sind zunächst die Anschlüsse der Transistoren in 3 mm Abstand zum Gehäuse um 90° nach hinten abzuwinkeln und durch die zugehörigen Lötäugen zu stecken. Daraufhin sind die M3x10-mm-Zylinderkopfschrauben von der Platinenunterseite her durch die entsprechenden Bohrungen zu führen und mit den beiliegenden Zahnscheiben und M3-Muttern zu befestigen. Nachdem die Schrauben angezogen wurden, erfolgt erst jetzt das Verlöten der

Anschlüsse. Schließlich ist noch die abgewinkelte Stift-Kontaktleiste einzusetzen und so zu verlöten, dass der Kunststoffkörper plan auf der Platine aufliegt, gefolgt von den drei Bedientasten. Im letzten Schritt sind die vier Gummifüße in die dafür vorgesehenen Bohrungen einzusetzen.

Widmen wir uns nun dem Nachbau des eigentlichen LED-Cubes. Das kann, wie am Anfang bereits erwähnt, in drei Größen erfolgen. Die kleinste gestaltet sich von der erforderlichen Fertigkeit beim Löten am einfachsten, die größte ist im Betrieb die attraktivste. Zur Unterstützung des Aufbaus befindet sich eine gebohrte Kunststoffplatte im Bausatz, die zum einen die exakte Positionierung der LEDs in jeder Ebene erlaubt, zum anderen später als Abdeckung der Steuerplatine dient und die optische Abgrenzung der LED-Matrix gegen diese realisiert. Das Herstellen der Matrix gestaltet sich einfacher, als man zunächst annehmen mag.

Als Erstes sind die Anschlüsse aller LEDs, wie in Abbildung 4 gezeigt, komplett und vorsichtig direkt am LED-Gehäuse gegeneinander um 90 Grad abzubiegen. Die Zeichnung in Abbildung 4 gibt vor, in welche Richtung die Anschlüsse abzubiegen sind. Abbildung 5 zeigt den nächsten Schritt: Alle Kato-



Bild 4: Im ersten Schritt werden die LED-Anschlüsse um 90 Grad abgebogen.

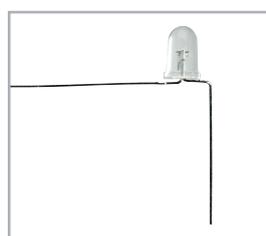


Bild 5: Schritt 2: Die Kathodenanschlüsse sind abzuwinkeln.

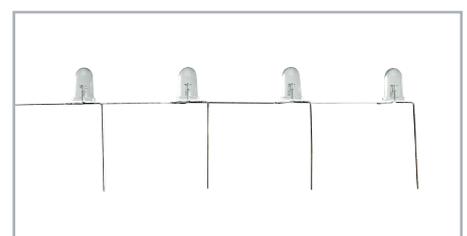
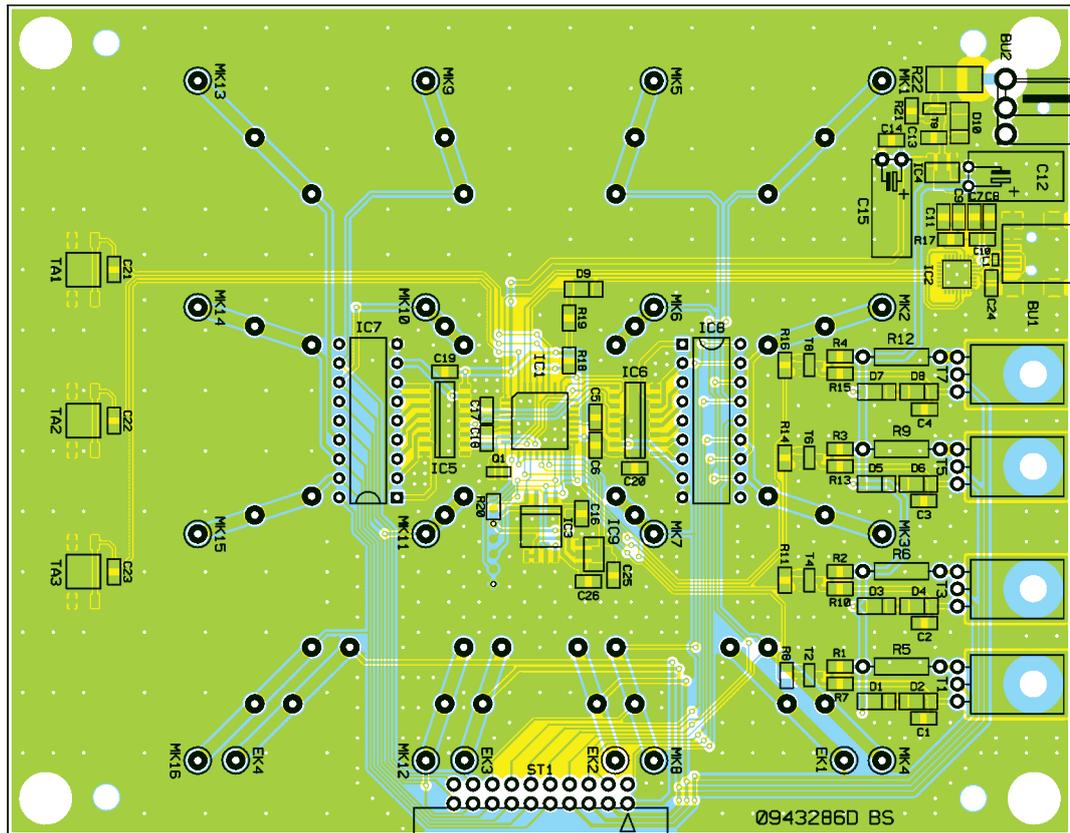


Bild 6: Im dritten Schritt werden jeweils 4 LEDs an den Anoden zusammengelötet.



Bestückungsplan der Elektronikplatine von der Bestückungsseite

den (die kürzeren Anschlüsse) sind so wiederum um 90 Grad nach unten abzubiegen, dass die Biegestelle leicht (1,5 bis 2 mm) außerhalb des LED-Gehäuses liegt. Denn hier werden

die einzelnen Etagen später miteinander verlötet. Im dritten Schritt werden die Anoden von jeweils 4 LEDs wie in Abbildung 6 gezeigt, miteinander verlötet. Zur genauen Positionie-

Stückliste: LC444

Widerstände:

2,7 Ω	R5, R6, R9, R12
6,8 Ω	R5, R6, R9, R12
8,2 Ω	R5, R6, R9, R12
12 Ω	R5, R6, R9, R12
27 Ω	R5, R6, R9, R12
2,7 k Ω /SMD/0805	R7, R8, R10, R11, R13–R16
4,7 k Ω /SMD/0805	R17, R18
10 k Ω /SMD/0805	R1–R4, R19–R21
Polyswitch, 15V, 1,25A, SMD, 1812	R22

Kondensatoren:

100 pF/SMD/0805	C1–C4
10 nF/SMD/0805	C7, C9
100 nF/SMD/0805	C5, C6, C10, C13, C14, C16–C26
1 μ F/SMD/0805	C8, C11
100 μ F/16 V	C15
100 μ F/25 V	C12

Halbleiter:

ELV09864/SMD/Hauptcontroller	IC1
ELV09865/SMD/USB-Controller	IC2
AT45DB161D-SU/SMD	IC3
HT7550/SMD	IC4
74HC595/SMD	IC5, IC6
ULN2803	IC7, IC8

S-1206B33-U3T1G/SMD	IC9
BD136	T1, T3, T5, T7
BC848C/Infineon	T2, T4, T6, T8
IRLML6401/SMD	T9
LL4148	D1–D8
BAS86	D9
ZPD 6,8V/SMD	D10

Sonstiges:

Keramikschwinger, 16 MHz, SMD	Q1
Chip-Ferrit, 0603, 1 k Ω m bei 100 MHz	L1
USB-B-Buchse, mini, 5-polig, winkelprint, liegend, SMD	BU1
DC-Buchse, print	BU2
Wannen-Steckleiste, winkelprint, 2 x 10-polig	ST1
Mini-Drucktaster, 1 x ein, 2,1 mm Tastknopflänge	TA1–TA3
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 5 mm	
4 Senkkopfschrauben, M3 x 6 mm	
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 10 mm	
4 Muttern, M3	
4 Fächerscheiben, M3	
4 Abstandsbolzen mit M3 Innengewinde, 10 mm	
4 Gehäuse-GummifüÙe, zylindrisch (8 x 5 mm), schwarz	
1 Abdeckplatte, bearbeitet, schwarz	
1 CD Software LC444	
160 cm Schaltdraht, blank, versilbert	

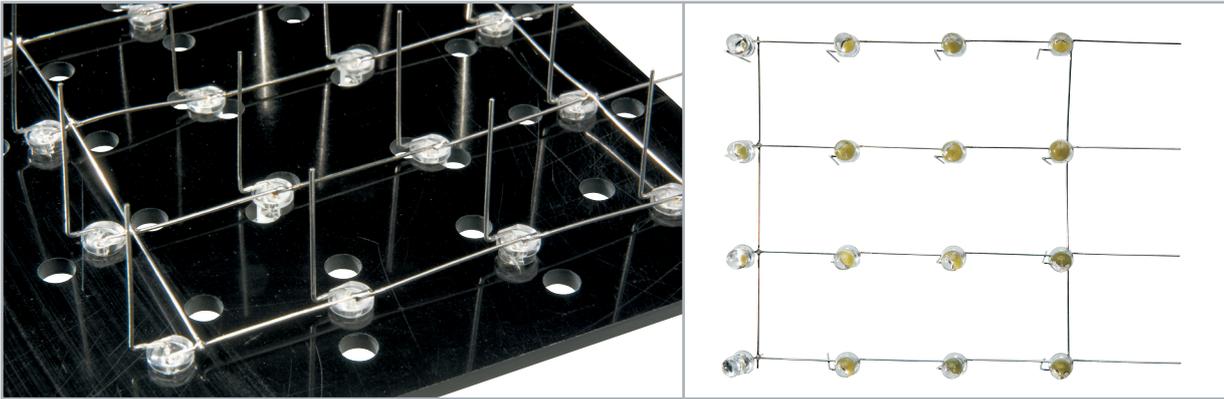


Bild 7: Mithilfe der Montagehilfsplatte gelingt das Verdrahten der 4x4-Matrix problemlos.

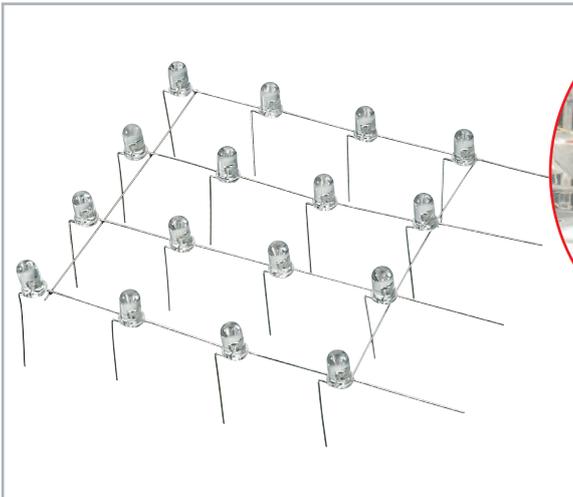


Bild 8: Die fertige 4x4-Matrix einer Ebene

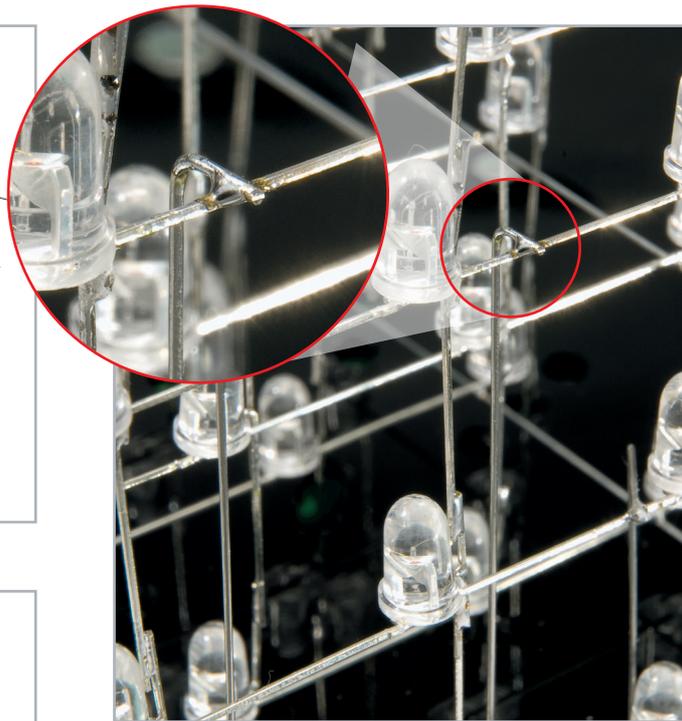


Bild 11: Die Anodenanschlüsse der höheren Ebenen sind über abgewinkelte Silberdrahtstücke mit der Platine zu verbinden.



Bild 9: Ein Beispiel für das Verlöten der Katodenanschlüsse. Hier sind Silberdraht-Stücke eingefügt, um eine exakte Würfelform realisieren zu können.

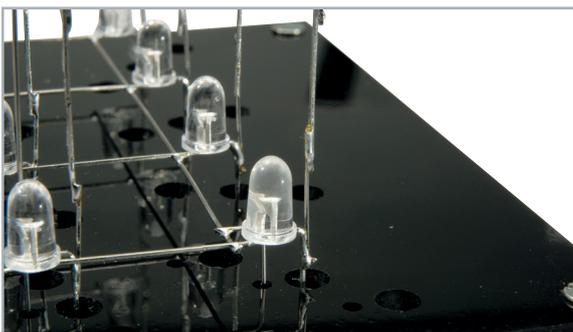


Bild 10: Das Einsetzen des fertigen LED-Cubes in die Montagehilfsplatte. Hier erkennt man auch die Lage der Anodenanschlüsse der unteren Matrix.

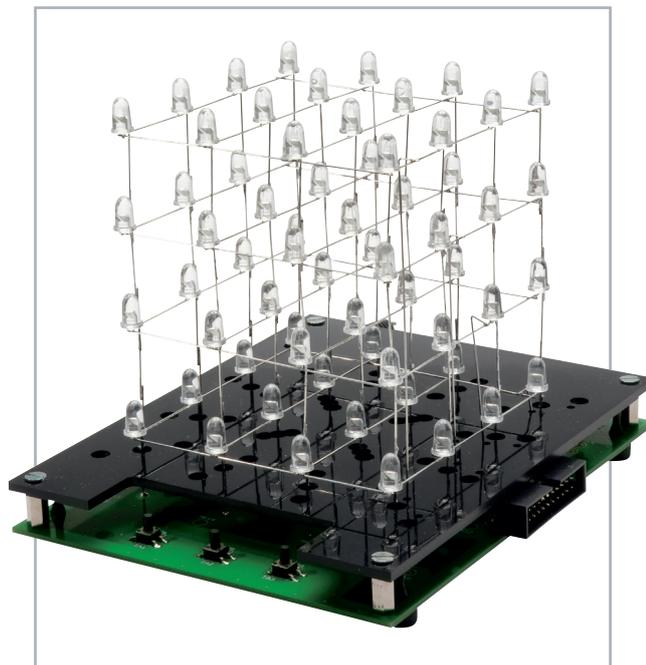


Bild 12: Der fertig aufgebaute LED-Würfel

rung der Lötunkte kann man die LEDs jetzt schon kopfüber in die erwähnte Montagehilfsplatte legen und ausrichten. Die leistet auch beim nächsten Arbeitsgang gute Dienste, hier werden, wie in Abbildung 7 zu sehen, die 4x4-Anordnungen hergestellt, indem man die Anoden über zwei Silberdrahtstücke miteinander verbindet. Dazu werden die Anoden und Silberdrahtstücke an den Kreuzungspunkten verlötet. Jetzt sind alle Anoden der Ebene miteinander verbunden, während die Katoden einzeln nach unten geführt sind (Abbildung 8). Die seitlich überstehenden Anodenanschlüsse sind abzuschneiden.

Nun geht es an das Verbinden der einzelnen Ebenen. Hier verlötet man zunächst die jeweils 16 Katoden der Ebenen miteinander. Je nach Wunsch (und gewählter Würfelgröße) kann man die Katodenanschlüsse direkt oder über kurze Silberdrahtstücke miteinander verbinden, was bei den großen Versionen sichert, dass man zum Schluss tatsächlich einen Würfel mit gleich langen Seiten erhält. Es empfiehlt sich, das Verlöten der Ebenen so zu beginnen, indem man zuerst die vier äußeren Katoden miteinander verlötet und dann genau kontrolliert, ob die Ebenen sauber und ringsum im gleichen Abstand übereinander stehen. Spätere Korrekturen sind hier nur sehr schwer möglich. Abbildung 9 zeigt eine Beispielanordnung für die größte Variante. Hier sieht man deutlich die eingefügten Silberdrahtstücke.

Nun ist es fast geschafft! Es folgt die Montage der Kunststoffplatte. Dazu sind zuerst die beiliegenden 10-mm-Abstandhalter mit den M3x5mm-Zylinderkopfschrauben an der Elektronikplatine zu befestigen. Im Anschluss wird die Kunststoffplatte mit den M3x6mm-Senkkopfschrauben an den Abstandhaltern montiert. Die Senkkopfschrauben sollten

dabei nur leicht angezogen werden, um Risse in der Kunststoffplatte zu verhindern.

Danach setzt man die fertige Matrix durch die entsprechenden Löcher der Kunststoffplatte in die jeweiligen Lötungen der Platine ein (Abbildung 10). Hier hilft eine schlanke Pinzette. Damit die Matrix sauber parallel über der Montageplatte steht, beginnt man auch hier mit den vier Eckpunkten und verlötet die restlichen Anschlüsse erst, wenn die Matrix genau ausgerichtet ist.

Zum Schluss sind nun noch die Anodenleitungen mit der Elektronikplatine zu verbinden. Dazu sind von den entsprechenden Lötungen aus lange Silberdrahtstücke zuerst durch die Lötungen, dann die Montageplatte zu fädeln und bis in die entsprechende Ebene zu führen. Hier werden sie direkt, oder, um Kurzschlüsse zu vermeiden, mit entsprechendem Abstand um 90 Grad abgewinkelt, wie in Abbildung 11 zu sehen, mit der Anodenleitung der Ebene verlötet und die überstehenden Enden sauber abgeschnitten. Nach dem Verlöten aller Anodenleitungen auf der Platine ist der Aufbau abgeschlossen (Abbildung 12).

Nach einer sorgfältigen Kontrolle auf Kurzschlüsse und vergessene Lötstellen kann das Gerät nun in Betrieb genommen werden. Dazu ist ein Netzteil, das eine (unstabilisierte) Spannung zwischen 9–15 V_{DC} liefern muss, anzuschließen, das Gerät per USB mit dem PC zu verbinden und per Software-Programm zu initialisieren.

Wir wünschen viel Spaß beim Entdecken der vielen möglichen Lichteffekte! Die Fotostrecke in Abbildung 13 kann hier die Möglichkeiten nur ansatzweise, weil statisch, andeuten.

ELV

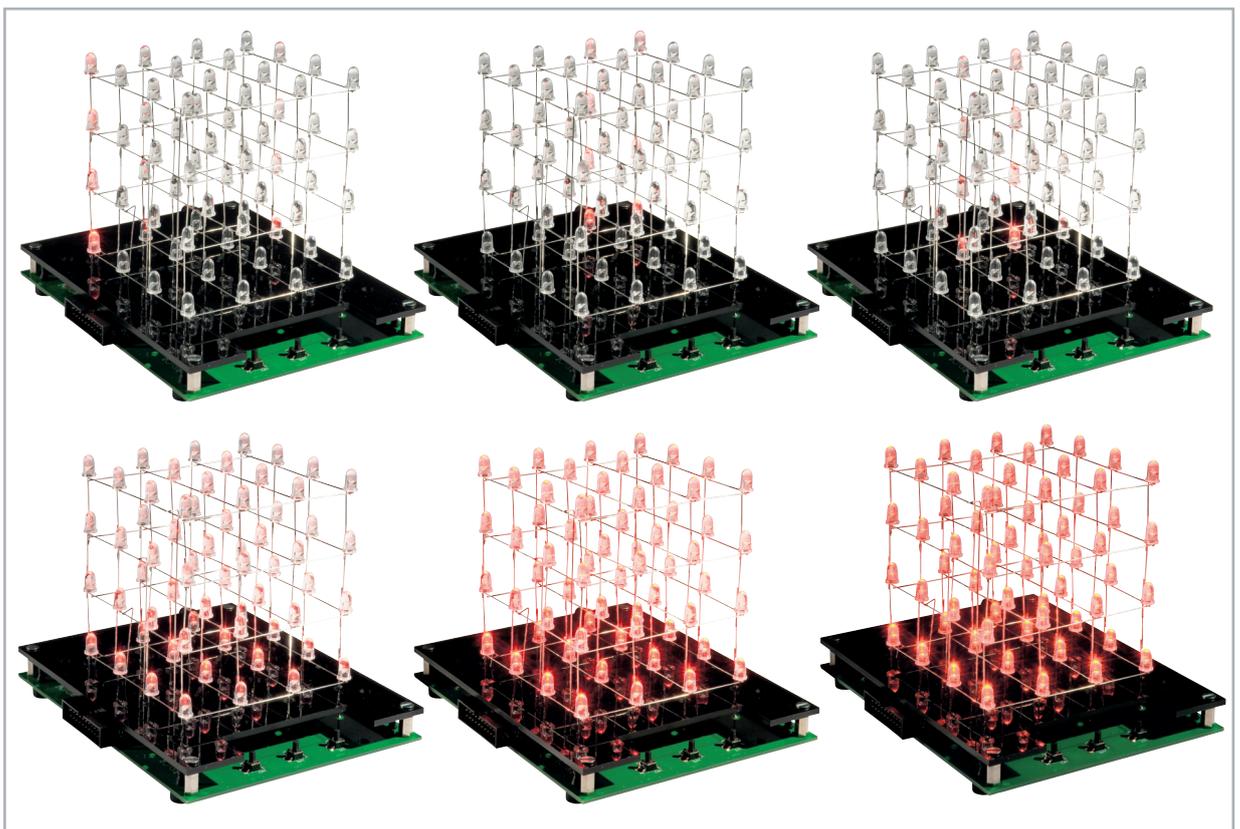


Bild 13: Ein erster Eindruck mit einem sich durch die Matrix aufbauenden Lichtmuster mit verschiedenen Helligkeitsstufen

Entsorgungshinweis**Gerät nicht im Hausmüll entsorgen!**

Elektronische Geräte sind entsprechend der Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte über die örtlichen Sammelstellen für Elektronik-Altgeräte zu entsorgen!

