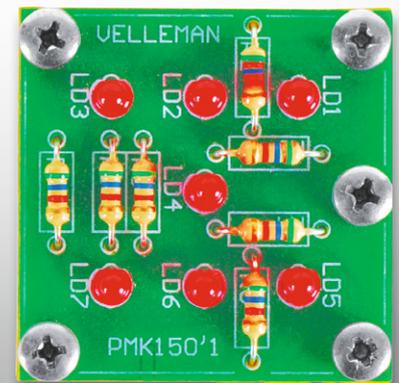


Bauzeit: ca. 45 min

velleman®



Mini-LED-Schüttelwürfel

Kleiner Bausatz – großer Spaß

Es ist eines DER Objekte für den Elektronik-Einsteiger – klein, übersichtlich und besonders einfach aufzubauen: der LED-Würfel, der nicht wie üblich durch einen einfachen Taster, sondern durch eine Schüttelbewegung wie bei einem echten Würfel gestartet wird. Durch den kompletten Einsatz bedrahteter Bauteile ist der Würfel ein leicht beherrschbares Einsteigerprojekt, das sich hervorragend auch für die Ausbildung, Ferienfreizeit usw. eignet. Deshalb wendet sich dieser Artikel auch bezüglich einiger Grundlagen besonders an Einsteiger, ist aber auch sehr gut für die Heranführung des Nachwuchses an die praktische Elektronik geeignet.

Angestoßen

Das Arbeitsprinzip des Würfels ist einfach: Auslöser ist ein kleiner Bewegungsschalter, der in seinem Innern eine frei bewegliche Metallkugel birgt, die beim Bewegen je nach Lage einen Kontakt öffnet oder schließt. Das Schließen des Kontakts startet jedes Mal einen kleinen Mikrocontroller, der ein Ablaufprogramm für die Ansteuerung der 7 LEDs enthält, die schließlich das originale Würfelbild bilden. Das Programm realisiert auch einen Ausrolleffekt des Würfelbildes, bis dieses schließlich final erscheint und blinkt. Beim Schütteln des Würfels entsteht ein für den Bediener unkalkulierbarer Startzeitpunkt für das Mikrocontrollerprogramm. Dieses selbst verfügt

über eine zusätzliche Zufallsfunktion, so dass eine Manipulation ausgeschlossen ist.

Nach Abschluss des Ablaufs bleibt das Würfelbild noch kurz stehen, danach geht der Mikrocontroller in den stromsparenden Schlafmodus, aus dem er durch den nächsten Schüttelvorgang wieder „aufgeweckt“ wird. Durch den Einsatz einer kompakten Knopfzelle bleibt der gesamte Würfel auch kompakt.

Die Schaltung

Betrachtet man die Schaltung in [Bild 1](#), so erkennt man schnell den dank des Mikrocontrollers sehr einfachen Aufbau.

Die Spannungsversorgung erfolgt durch eine 3-V-Lithium-Batterie. Im Ruhezustand ist der Mikrocontroller IC1 zwar immer noch eingeschaltet, nimmt aber weniger als ein Mikroampere auf. C1 und C2 puffern bzw. entstören die Betriebsspannung. SW1 ist der beschriebene Bewegungsschalter, er ist an den Reset-Eingang von IC1 angeschlossen und startet IC1 durch einen High-Impuls. R8 sorgt für definierte Pegelverhältnisse, denn würde Pin 4 von IC1 bei nicht geschlossenem SW1 frei bleiben, könnten sich hier Störungen bilden, die den Mikrocontroller undefiniert starten.

An die Portausgänge des Mikrocontrollers sind über strombegrenzende Vorwiderstände die Anzeige-LEDs LD1 bis LD7 angeschlossen. Da nur

Daten

Betriebsspannung:	3 V
Spannungsversorgung:	Lithiumzelle CR2032 oder CR2025
Ruhestromaufnahme:	< 1 μ A
Abmessungen (B x H x T):	36 x 36 x 32 mm

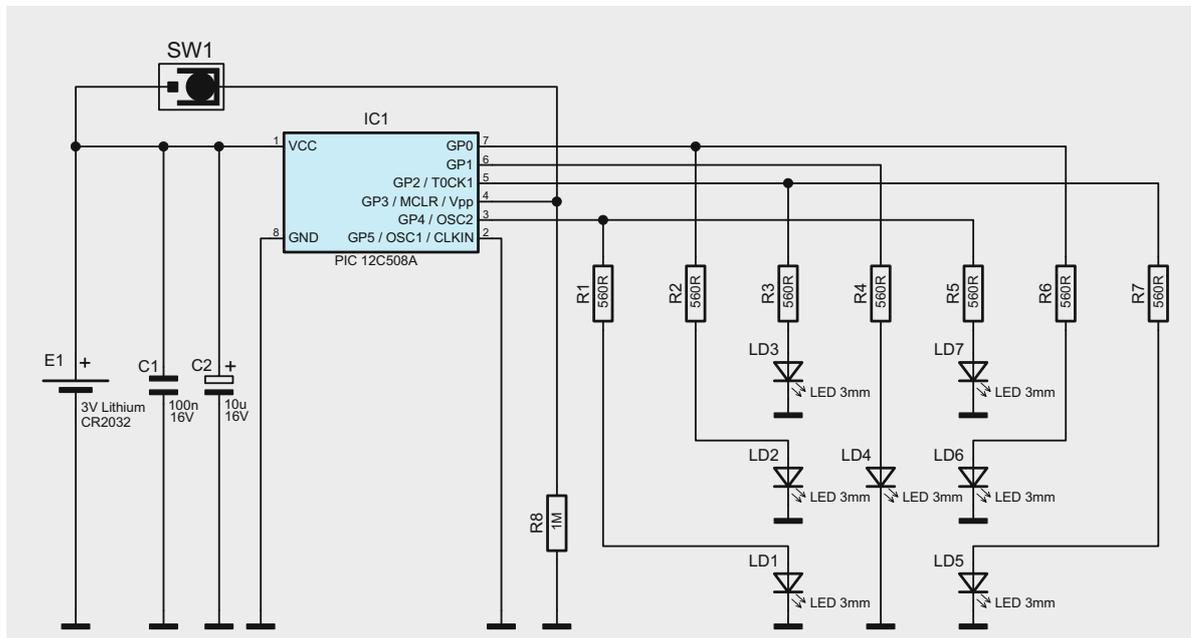


Bild 1: Die Schaltung des Schüttelwürfels. Zentrales Bauteil ist der Mikrocontroller IC1.

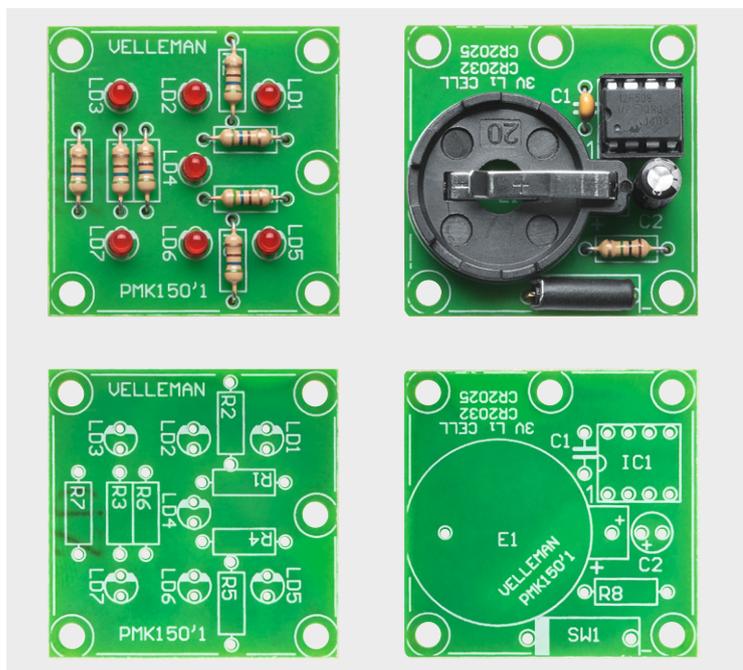


Bild 2: Die Bestückungspläne des Schüttelwürfels mit zugehörigen Platinenfotos der bestückten Platinen, links die LED-Platine, rechts die Prozessor-Platine



Bild 3: Der Schalter SW1 ist leicht geneigt einzubauen. Die oben herausstehende Fahne muss auf der angehobenen Seite liegen.

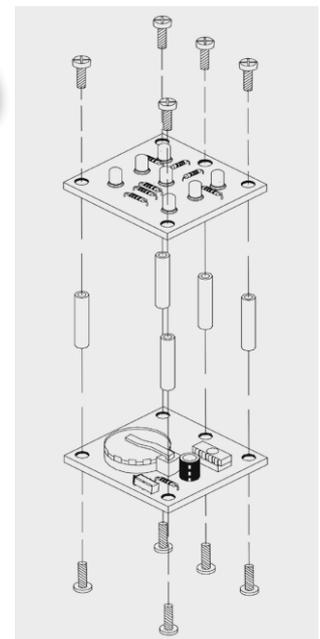


Bild 4: Die Explosionszeichnung zeigt das Zusammensetzen der Platinen.



Bild 5: Die mit den Abstandshaltern versehene Prozessor-Platine

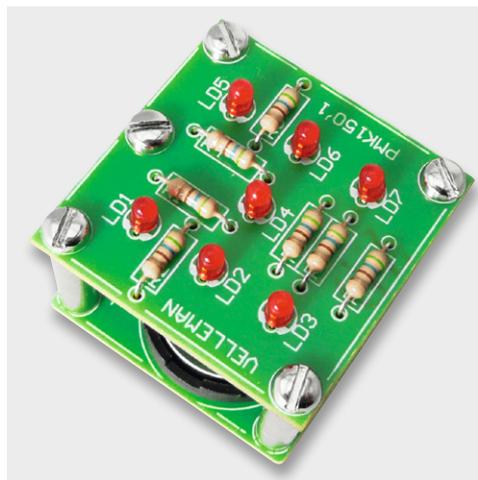


Bild 6: Die auf die Abstandshalter aufgesetzte und verschraubte LED-Platine

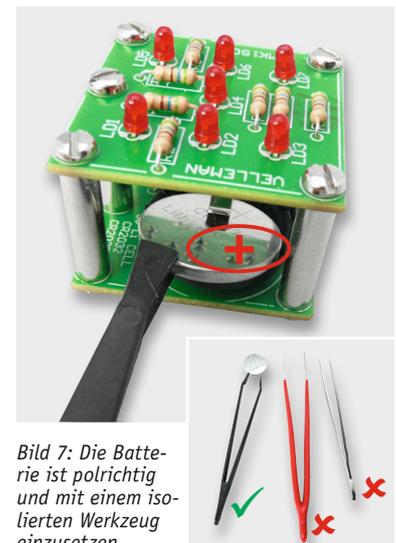


Bild 7: Die Batterie ist polrichtig und mit einem isolierten Werkzeug einzusetzen.

4 freie Ports zur Verfügung stehen, ist hier zu einem kleinen Schaltungstrick gegriffen worden. 6 LEDs sind paarweise angeschlossen und nur LD4 belegt allein einen Port. Zusammen mit der entsprechenden Anordnung der LEDs kann man so auf einfache Weise alle Würfelbilder von 1 bis 6 erzeugen.

Nachbau

Da der Aufbau allein auf bedrahteten Bauteilen beruht, ist die Bestückung der beiden Platinen des Bausatzes unkompliziert, wenn man nur wenigen Regeln folgt.

Es werden nur wenige Werkzeuge benötigt: ein Lötkolben bzw. eine Lötstation im Leistungsbereich bis 60 W, eine spitze Elektronikpinzette, eine Kunststoffpinzette, ein Schlitzschraubendreher, eine Elektronik-Spitzzange und ein Elektronik-Seitenschneider.

Die Bestückung erfolgt laut Stückliste, Schaltung sowie Platinenfotos und Bestückungsplänen, die in [Bild 2](#) abgebildet sind.

Wir beginnen mit der LED-Platine und hier mit der Bestückung der Widerstände R1 bis R7. Deren Anschlüsse werden abgewinkelt durch die zugehörigen Löcher in der Platine geführt, bis der Widerstand auf der Platine aufliegt, und dann auf der Unterseite verlötet. Nach dem Verlöten ist der überstehende Anschlussdraht mit einem Seitenschneider abzuschneiden, ohne dabei jedoch die Lötstelle selbst zu beschädigen.

Nun folgen die Leuchtdioden. Diese sind polrichtig einzusetzen. Die Anschlüsse der LED sind unterschiedlich lang, der längere ist die Anode. Der kürzere Anschluss, die Katode, gehört in das mit einer Strichmarkierung gekennzeichnete Loch. Auch hier sind nach dem Verlöten die überstehenden Anschlussdrähte wie zuvor wieder abzuschneiden.

Als Nächstes bauen wir die Prozessor-Platine auf. Hier werden zunächst R8 und C1 bestückt. Dem folgt das Einsetzen der IC-Fassung entsprechend Bestückungsplan (Einkerbung an der Stirnseite zeigt zu C1), danach der Neigungsschalter SW1. Dieser ist, wie in [Bild 3](#) zu sehen, etwas geneigt einzubauen, damit er im Ruhezustand sicher ausgeschaltet bleibt.

Schließlich folgt der Elko C2, der ebenfalls polrichtig einzusetzen ist. Dieser ist am Minuspol mit einem hellen Balken bedruckt. Auf der Platine ist jedoch der Pluspol markiert. Dies ist beim polrichtigen Einsetzen zu beachten.



Bild 8: Der betriebsfertig aufgebaute Schüttelwürfel

Farbcodierung von Widerständen

Widerstände sind meist mit einem Code in Form von 4 (Reihen E6/12/24) oder 5 (E48/E96) Farbringen bedruckt, der sich nach der folgenden Aufstellung bestimmen lässt. Die Zählung beginnt immer von links, wo sich der erste Farbring auf dem Rand des Widerstands befindet:



Codierung mit 4 Ringen:

Rot – Violett – Gelb – Silber: 270 k Ω , 10 % Toleranz

Der 3. Ring stellt den Multiplikator in Ω , der 4. Ring die Toleranz (%) dar.

Ringfarbe	1. Ring	2. Ring	3. Ring	4. Ring
Schwarz	0	0	1	-
Braun	1	1	10	1 %
Rot	2	2	100	2 %
Orange	3	3	1 k	-
Gelb	4	4	10 k	-
Grün	5	5	100 k	0,5 %
Blau	6	6	1 M	0,25 %
Violett	7	7	10 M	0,1 %
Grau	8	8	-	-
Weiß	9	9	-	-
Gold	-	-	0,1	5 %
Silber	-	-	0,01	10 %

Letztes Bauteil ist IC1. Der Mikroprozessor ist ebenfalls unbedingt polrichtig in die IC-Fassung einzusetzen. Dabei orientiere man sich an der Bestückungszeichnung, dem Platinenfoto sowie der Kerbe an der Stirnseite des IC1.

Nach der Bestückung werden nochmals alle Bauteile auf richtige Bestückung und saubere Lötstellen kontrolliert.

Jetzt erfolgt die Montage der Platinen entsprechend [Bild 4](#). Dazu sind zunächst die fünf Abstandshalter mit fünf Schrauben auf der Prozessor-Platine zu befestigen ([Bild 5](#)), danach die LED-Platine in der richtigen Lage (ergibt sich aus der Lage der Abstandshalter) mit 5 Schrauben auf den Abstandshaltern zu befestigen ([Bild 6](#)).

Inbetriebnahme

Zur Inbetriebnahme ist die mitgelieferte Lithium-Batterie polrichtig in den Batteriehalter einzulegen. Polrichtig heißt: Pluspol nach oben! Sowohl zum Einlegen als auch zum Herausnehmen der Batterie bei einem Batteriewechsel darf nur nichtleitendes Werkzeug eingesetzt werden, wie es in [Bild 7](#) zu sehen ist.

Vorsicht: Ein leitendes Werkzeug schließt die Batterie kurz, es kann zu einem Brand bzw. sogar zu einer Explosion der Batterie kommen!

[Bild 8](#) zeigt das betriebsfertige Gerät mit eingesetzter Batterie. **ELV**

Stückliste

Mikroprozessor PIC 12C508A	IC1
7 Leuchtdioden, 3 mm, rot	LD1–LD7
1 Kondensator, 100 nF	C1
1 Elko, 10 μ F/16 V	C2
7 Widerstände, 560 Ω	R1–R7
1 Widerstand, 1 M Ω	R8
1 Neigungsschalter	SW1
1 DIL-IC-Fassung, 8-polig	
1 Lithium-Batterie CR2032	E1
1 Prozessor-Platine	
1 LED-Platine	
5 Abstandshalter 20 mm, mit Gewinde M2,5	
10 Schlitzkopfschrauben 5 mm, M2,5	