

# Knobeln mit Elektronik

## ELV Denkspiel MMind

Unser neuer Bausatz MMind ist ein Spieleklassiker aus den 1970er-Jahren – umgesetzt mit aktueller digitaler Elektronik –, der für herausfordernden Knobelspaß sorgt. Er verspricht nicht nur spannende Unterhaltung für 1 bis 2 Spieler, sondern ist mit seinen insgesamt 84 LEDs auch eine gute Lötübung, die für den fortgeschrittenen Lötler kein Problem darstellt. Schaffen Sie es, in zehn Zügen die vom Mitspieler oder Mikrocontroller vorbestimmten Farben auf vier Positionen zu erraten?

LED-MM1

Bestell-Nr.  
155432Bausatz-  
beschreibung,  
und Preis:[www.elv.com](http://www.elv.com)

### Infos zum Bausatz LED-MM1

**Schwierigkeitsgrad:**  
mittel**Ungefähre Bauzeit:**  
1 h**Verwendung SMD-Bauteile:**  
SMD-Teile sind bereits  
komplett bestückt**Besondere Werkzeuge:**  
Elektroniker-Seitenschneider  
mit glatter Schneide  
Lötkolben mit feiner Lötspitze**Löterfahrung:**  
ja**Programmierkenntnisse:**  
nein**Elektrische Fachkraft:**  
nein

### Spannendes Denkspiel

Das Spiel ist unter vielen Namen bekannt: Superhirn, Mastermind oder Codebreaker. Wer den Spieleklassiker aus den 1970er-Jahren schon einmal gespielt hat, wird ihn auch in unserer digitalen Variante lieben. Neben der Herausforderung, einen vierstelligen Code in zehn Zügen zu erraten, gibt es für Elektronik-Begeisterte zusätzlich noch den Lötspaß beim Zusammenbau.

Der per USB-Netzteil und Micro-USB-Stecker versorgte Bausatz bietet neben dem Ein-Spieler-Modus, bei dem der zu erratende Farben- und Positionscode vom Mikrocontroller generiert wird, auch die Möglichkeit für einen Zwei-Spieler-Modus. Hierbei kann der Code manuell eingegeben werden. Durch die Anzahl an verschiedenen Farben und die Festlegung auf die Menge gleicher Farben im Code lässt sich die Schwierigkeit zusätzlich variieren.

### Aufbau

Der Bausatz ist in drei Bereiche aufgeteilt. Die fünf Tasten im unteren Bereich dienen sowohl zum Starten des Spiels, zur Eingabe des Codes im Zwei-Spieler-Modus, zur Auswahl der Farben und Positionen beim Versuch, den vorher gesetzten Code zu erraten, als auch zum Durchführen eines Set-ups.



Im mittleren Bereich befinden sich zehn Reihen mit je vier digitalen 8-mm-WS2812-LEDs, deren Farbe beim Versuch, den Code zu erraten, mithilfe der Tasten für jede Position einzeln ausgewählt werden kann.

Neben jeder dieser Reihen sind vier kleinere 5-mm-LEDs (WS2812) angeordnet, die je nach richtiger Auswahl von Farbe oder Position gelb oder grün leuchten. Grün bedeutet hier, dass sowohl Farbe als auch Position einer der gewählten LEDs stimmen, eine gelbe LED zeigt eine richtige Farbe, aber falsche Position an.

Im oberen Bereich befinden sich die vier LEDs zur Auswahl bzw. Anzeige des Codes. Diese LEDs können mit einer Abdeckkappe verborgen werden, damit im Zwei-Spieler-Modus der Code nicht erkannt werden kann. Die Anzeige ist aber nur während der Eingabe oder nach Beenden der Spielrunde aktiv.

## Bedienung

Nach Anschluss der Spannungsversorgung werden zunächst alle LEDs auf Funktion getestet und leuchten abwechselnd in den Farben Rot, Grün und Blau auf. Danach startet das Spiel automatisch im Ein-Spieler-Modus, und es kann direkt versucht werden, den vom Mikrocontroller generierten Code zu erraten.

Ein langer Tastendruck auf die Taste S5 (ganz rechts) bricht die Runde ab und zeigt den Gewinncode im oberen Bereich.

Während das Spiel den Gewinner/Verlierer anzeigt, kann mittels langem Tastendruck auf die Tasten S1 bis S4 das Set-up aufgerufen oder über kurzen Tastendruck auf die Taste S5 eine neue Runde mit automatisch generiertem Code gestartet werden.

Will man im Zwei-Spieler-Modus den Code manuell festlegen, kann dies über einen erneuten langen Druck auf die Taste S5 erfolgen.

Im Set-up (Bild 1) werden in der ersten Spalte die unterschiedlichen Farben dargestellt (einstellbar von 6 bis 9 Farben). Als neunte Farbe wird „Aus“ hinzugefügt. Mögliche Farben: Rot, Grün, Blau, Gelb, Cyan, Magenta, Weiß, Orange und Aus. In der zweiten Spalte wird die Anzahl an gleichen Farben pro Code bei automatisch generierten Codes eingestellt (1–4). In der dritten Spalte kann die Helligkeit des Spiels variiert werden. Sollte man das Spiel mal im Dunkeln spielen, kann man die Helligkeit reduzieren oder im Hellen entsprechend die Helligkeit erhöhen (1–10).

Ein langer Tastendruck auf die Taste S4 stellt den Auslieferungszustand wieder her und setzt die Einstellungen entsprechend zurück.

Das Spiel schaltet sich bei Nichtbenutzung (letzter Tastendruck) nach ca. einer Minute in einen Stromsparmodus und kann durch Drücken der Tasten S1 bis S4 wieder reaktiviert werden. Es bleibt der aktuelle Spielzustand erhalten, und das Spiel kann fortgesetzt werden.

## Spiel-Beispiel

Hat man im Ein-Spieler-Modus einen Code vom Mikrocontroller errechnen lassen, blinken zunächst die vier 8-mm-LEDs in der ersten Reihe rot. Nun folgt durch Auswahl der Farben an den jeweiligen Positionen ein erster Rateversuch. Im Folgenden eine Erklärung des Spielablaufs am Beispiel des Titelfotos bzw. Bild 14.

Wir wählen in der ersten Reihe mithilfe der Tasten S1 bis S4

rot – grün – blau – gelb

und drücken danach die Taste S5, um den Rateversuch abzuschließen.

Die vier kleinen 5-mm-„Ergebnis“-LEDs zeigen eine grüne LED und zwei gelbe LEDs an und signalisieren damit, dass zwei Farben richtig sind (grün und blau), aber die Positionen nicht stimmen, und bei einer (rot) Farbe und Position richtig sind. Gleichzeitig wird die Auswahl der ersten Reihe in die nächste Reihe übernommen.

Der nächste Rateversuch in der zweiten Reihe könnte dann folgendermaßen aussehen:

rot – blau – grün – cyan

Wir drücken wieder die Taste S5 und erhalten bei den „Ergebnis“-LEDs zwei grüne und eine gelbe LED, die zwei richtige Positionen (rot und grün) und eine richtige Farbe (blau) signalisieren.

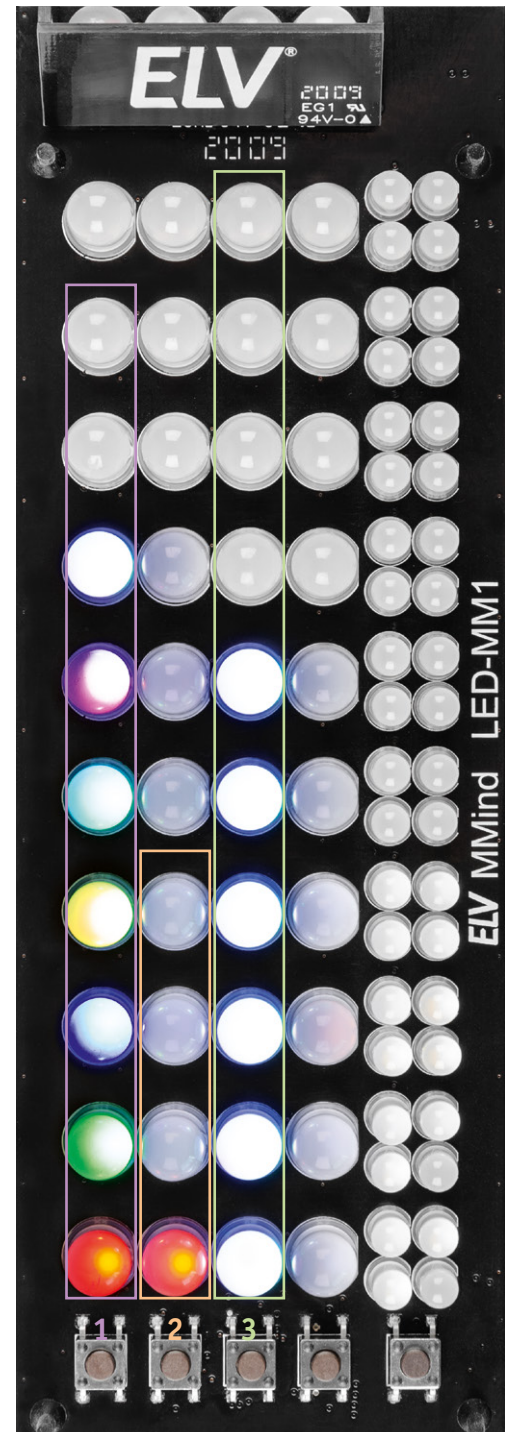


Bild 1: Darstellung im Set-up  
1. Spalte = Anzahl Farben  
2. Spalte = Anzahl gleicher Farbe pro Code  
3. Spalte = Helligkeit

Im dritten Rateversuch wählen wir:

magenta – blau – grün – rot

Nach dem Ausführen mit der Taste S5 erhalten wir eine richtige Position (grün) und drei richtige Farben (blau, magenta, rot).

So führt man das Spiel bis zum Ende fort, indem man entweder den Code errät oder die zehn Versuche aufgebraucht hat. In unserem Fall wäre der zu erratende Code

rot – magenta – grün – blau

gewesen.

Zu den verschiedenen Spielstrategien gibt es unter [1] eine Übersicht.



## Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung besteht hauptsächlich aus dem Mikrocontroller U1, den fünf Tasten S1–S5 (Bild 2) und den insgesamt 84 LEDs. Bei den LEDs werden bedrahtete WS2812-LEDs (Bild 3) eingesetzt. Diese LEDs sind digital ansteuerbar und haben den Controllerchip bereits in der LED integriert.

Angesteuert werden diese LEDs mit einem seriellen Protokoll, wobei die Daten von einer LED zur nächsten durchgeschleift werden. So erhält man eine Aneinanderreihung aller LEDs. Trotzdem kann jede einzeln in Farbe und Helligkeit beeinflusst werden. Jede LED besitzt einen kleinen Kondensator zur Spannungstabilisierung und einen Reihenwiderstand zur nächsten LED, um den Strom zu begrenzen und Störungen zu vermeiden.

Die Taster sind direkt mit dem Controller verbunden, eine Entprellung der Tasten wird über Software realisiert.

Der Controller STM32F103C8T wird mit einem Takt von 16 MHz über den Quarz Y1 getaktet, wobei intern eine Phase-Locked-Loop den Takt auf 72 MHz anhebt.

Die Versorgung der ganzen Schaltung erfolgt über die Micro-USB-Buchse J1 mit 5 V. Die LEDs werden direkt mit 5 V betrieben, der Controller mit 3,3 V.

Die 5 V für die LEDs lassen sich über den MOSFET Q1 vom Controller einschalten bzw. im Stromsparmodus abschalten. Die 3,3 V werden durch den Linearregler VR1 erzeugt, die Kondensatoren C1 bis C4 dienen zur Stabilisierung. Da der Controller nur mit 3,3 V läuft, aber die LEDs 5-V-Signalpegel erwarten, wird das Signal vom Controller über den Schmitt-Trigger (74LVC1G14) U2A auf 5 V angehoben. Der Schmitt-Trigger invertiert das Signal, weshalb die Ansteuerung der LEDs vom Controller ebenfalls invertiert ausgegeben wird. R95 und C7 bilden einen Filter, um die starken Flanken abzuschwächen und so Störungen zu vermeiden.

Die Datenleitungen der USB-Buchse sind ebenfalls auf den Controller geführt, dienen aber nur dazu, ein Update auf das Gerät spielen zu können. Im normalen Betrieb werden die Datenleitungen nicht verwendet, die USB-Buchse dient nur zur Spannungsversorgung.

Die ESD-Diode D1 schützt die Schaltung vor Überspannung auf der USB-Verbindung.



Bild 2: Schaltbild Controller



# 8 mm LEDs      5 mm LEDs

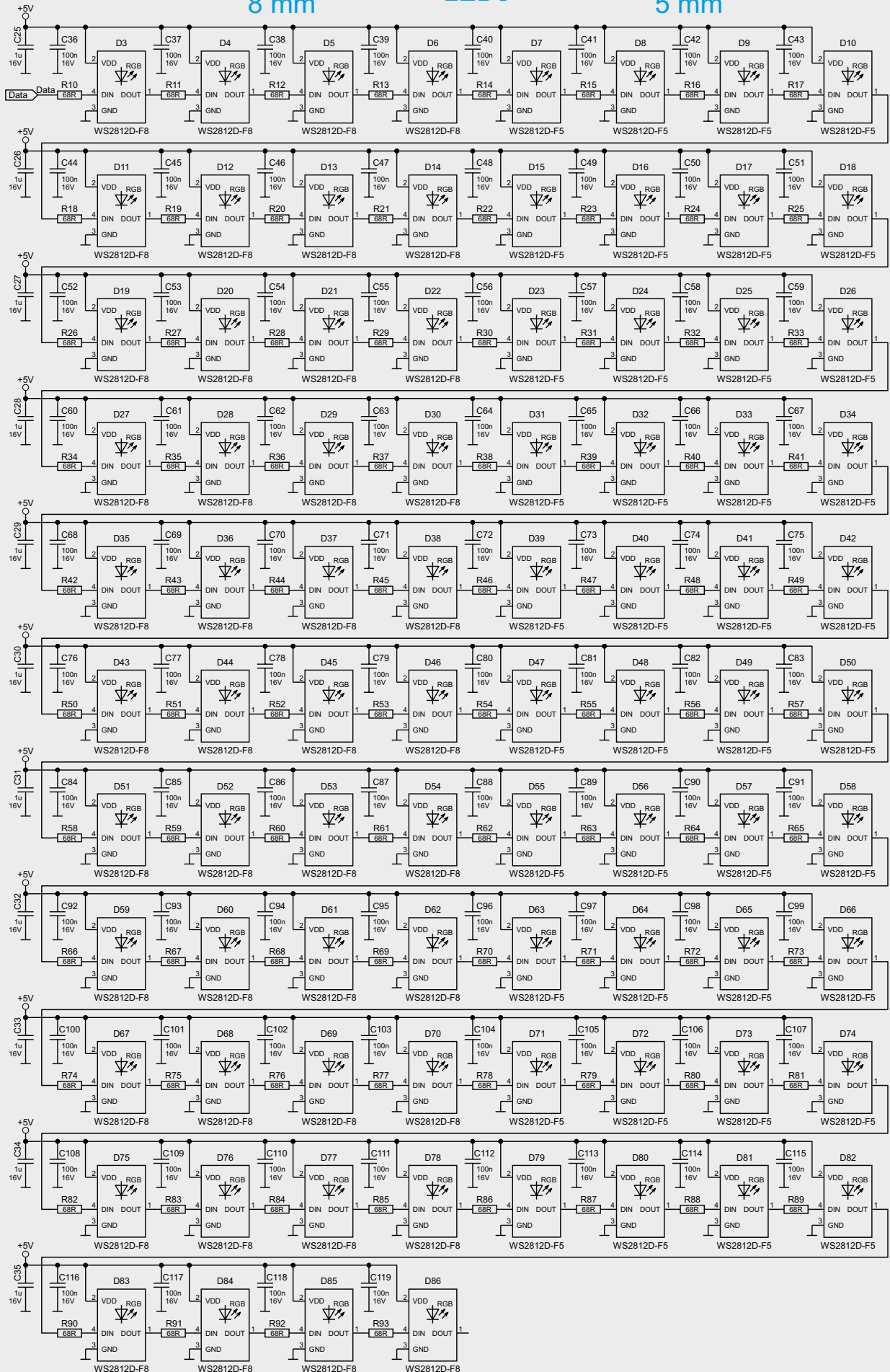


Bild 3: Schaltbild WS2812-LEDs

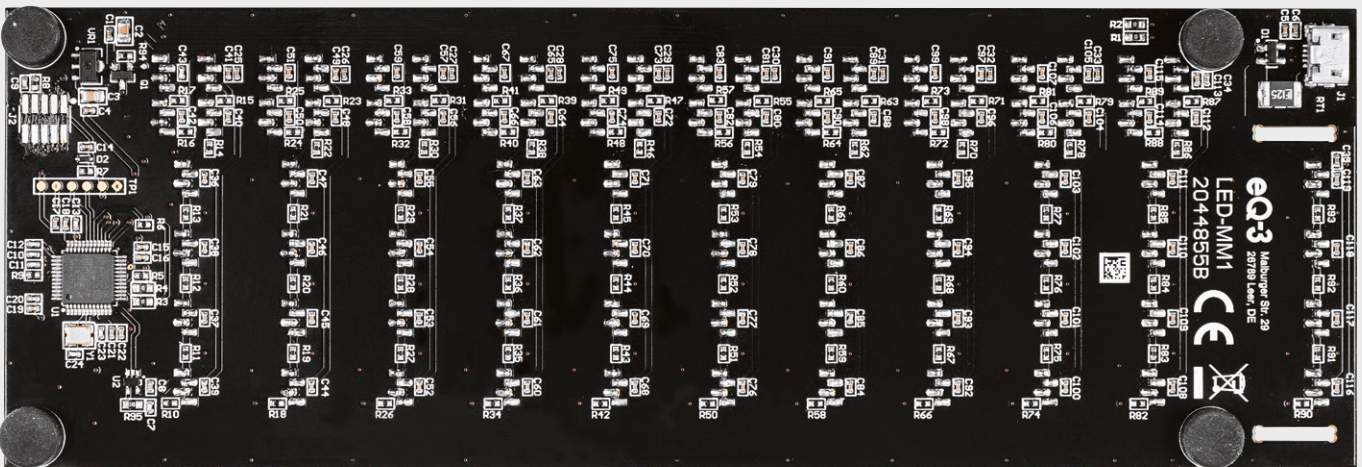
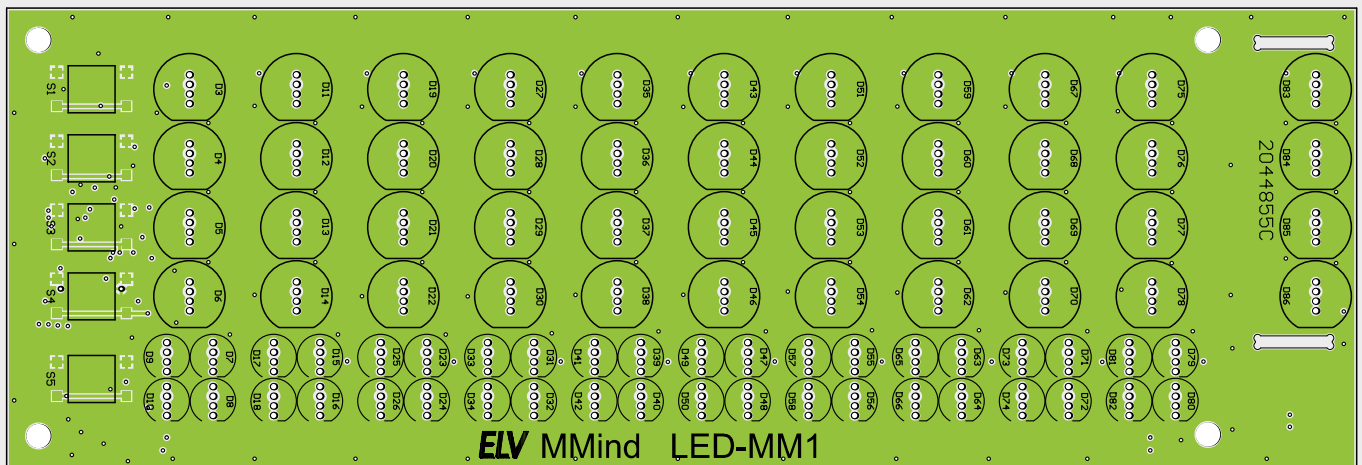
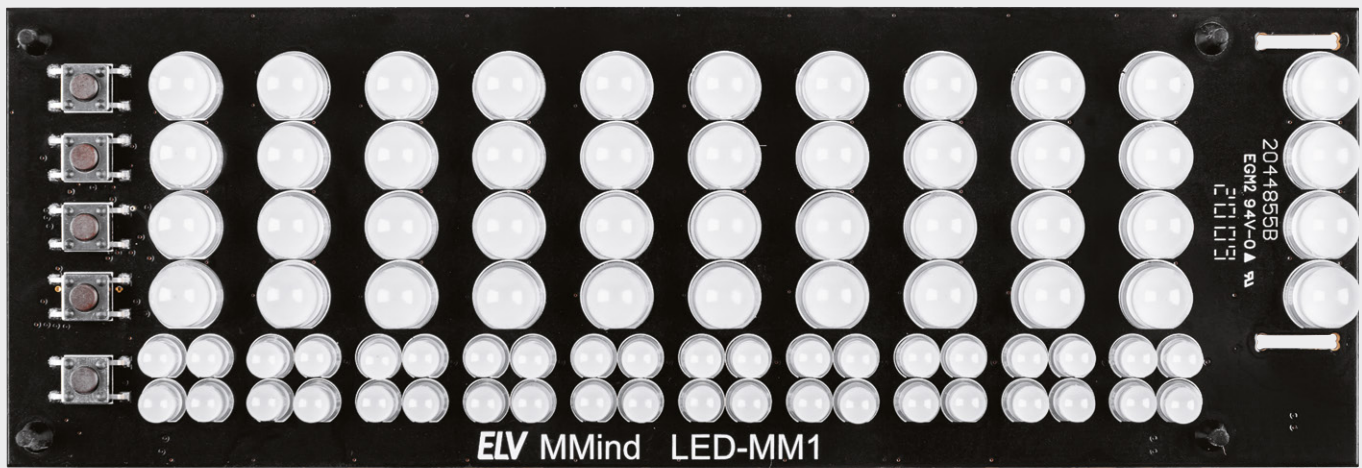


Bild 4: Platinenfotos und Bestückungspläne von der Bestückungsseite (oben) und der Lötseite (unten)



Bild 5: So sind die LED-Anschlüsse der WS2812 zu kürzen.

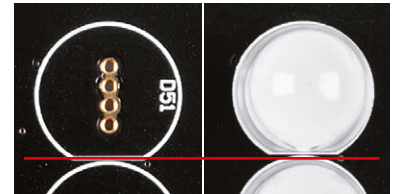


Bild 6: Ausrichtung der LEDs

## Nachbau

Da die SMD-Komponenten bereits vorbestückt sind, müssen „nur“ die LEDs bestückt werden. Die insgesamt 84 LEDs sind für den geübten Lötler kein Problem und für den Löt-Einsteiger eine schöne Lötherausforderung (Bild 4).

Die LEDs besitzen an den Beinchen eine Verdickung, diese passt je nach Bauteiltoleranzen nicht durch die Löcher der Platine. Deswegen sind die Beinchen der LEDs vor dem Bestücken gemäß Bild 5 zu kürzen und erst anschließend in die Platine einzusetzen.

Beim Bestücken muss unbedingt auf die richtige Ausrichtung der LEDs geachtet werden. Dazu haben die LEDs unten am Kragen eine abgeflachte Seite, die im Bestückungsdruck wiederzufinden ist (Bild 6).

Die LEDs sollten am besten erst nur an einem Beinchen angelötet werden, um dann die Ausrichtung zu kontrollieren und gegebenenfalls zu korrigieren. Dafür sollte man nicht Pin 3 verwenden, da dies der Masseanschluss der LEDs ist und er sich durch die Anbindung an die Massefläche schwerer löten lässt als die anderen Beinchen.

Die Pads der LEDs sind so verteilt, dass sie abwechselnd von der jeweils anderen Seite anzulöten sind, dadurch wird das Risiko auf Bildung von Brücken zwischen den einzelnen Pins reduziert. Wir empfehlen den Einsatz einer feinen Lötspitze, da die Abstände zwischen Pins sehr gering sind.

Für die Montage der Abdeckkappe müssen die einzelnen Teile voneinander getrennt werden (Bild 7). Der Rahmen und die Seitenteile lassen sich einfach abbrechen, zum Trennen des Verbindungsstegs von der Frontplatine muss eine Zange verwendet werden (Bild 8).

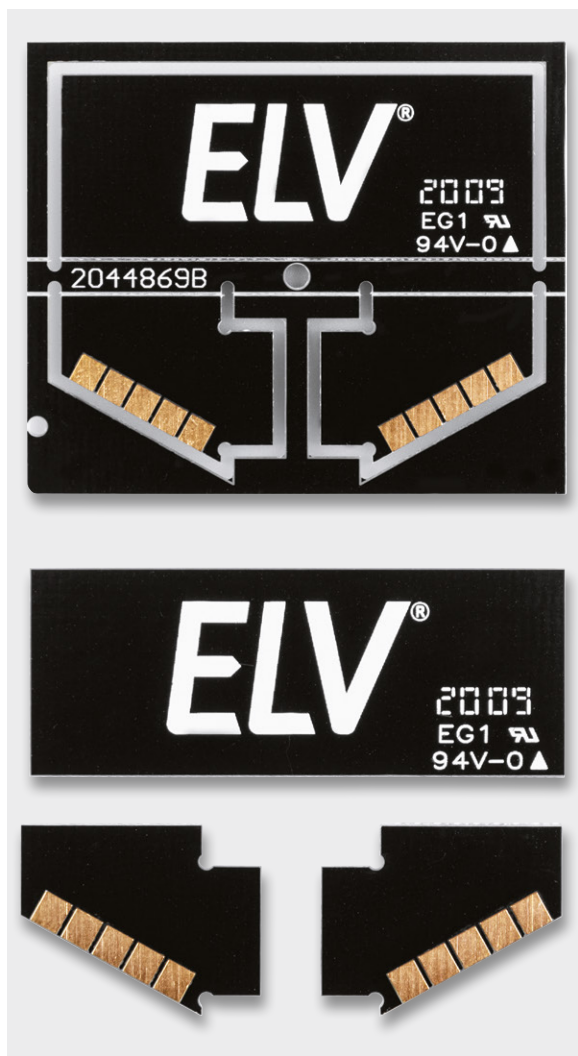


Bild 7: Oben der Platinennutzen der Abdeckkappe, unten die getrennten Seiten und Frontteile

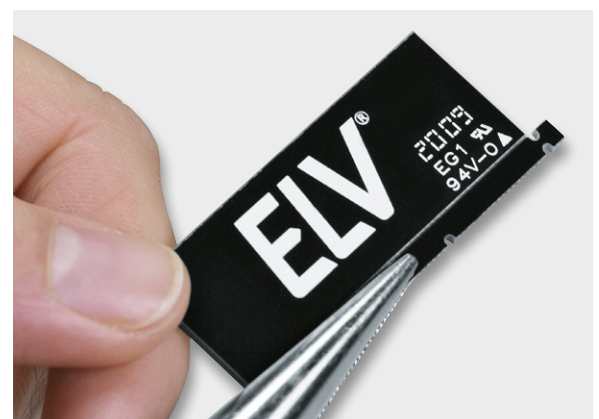


Bild 8: Trennen der Frontplatine

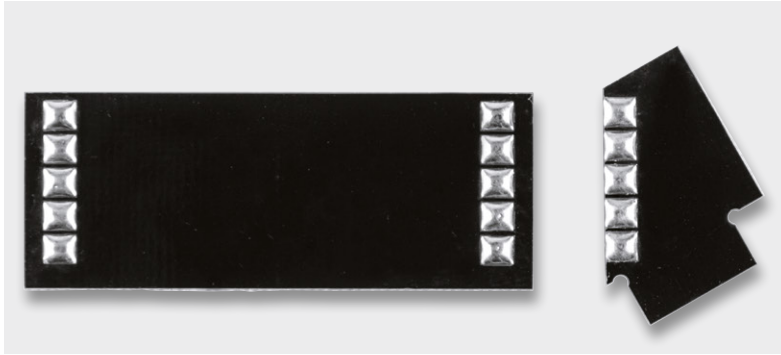


Bild 9: Die Pads vor der Montage verzinnten

Die Abdeckkappe wird zusammengelötet, dafür haben die einzelnen Stücke auf der Innenseite kleine Pads (Bild 9). Das kleinere Platinenteil sollte man zunächst auf einen flachen Untergrund legen, die Front dann senkrecht daran stellen, wie in Bild 10 dargestellt, und die beiden Teile verlöten. Am besten gelingt dies, wenn die Kontaktflächen vorher, wie in Bild 11 gezeigt, verzinnt werden. Mit der anderen Seite wird ebenso verfahren. Danach kann die Kappe aufgesetzt werden, sie sollte nun genau in die Schlitze der Platine passen.

Die fertige Abdeckkappe (Bild 12) dient als Sichtschutz beim Einstellen des Codes im Zwei-Spieler-Modus.

Zum Abschluss werden die vier GummifüÙe durch die Löcher in der Platine gezogen und die Kappe aufgesetzt.



Bild 11: Innenseite der verlötete Abdeckkappe



Bild 10: Senkrechte Ausrichtung der Platinen



Bild 12: Die fertige Abdeckkappe

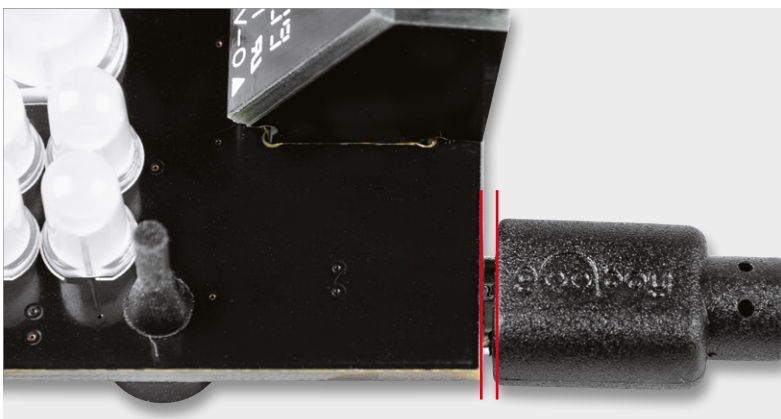


Bild 13: Vorsicht beim Einstecken des USB-Steckers



#### Achtung beim Einstecken des Netzteils

Je nach Ausführung des Steckers bleibt ein kleiner Abstand zwischen Platine und Stecker (Bild 13). Den Stecker nur soweit einstecken, wie es ohne großen Kraftaufwand möglich ist.

Damit ist der Nachbau abgeschlossen, in Bild 14 ist das betriebsfertige Gerät zu sehen.

Nach der Spannungszufuhr wird zunächst ein LED-Test durchgeführt, dabei werden alle LEDs der Reihe nach erst in Grün, dann in Rot und anschließend in Blau angesteuert. Danach kann mit dem Knobeln losgelegt werden.

**Widerstände:**

0 Ω/SMD/0603	R1–R4
68 Ω/SMD/0402	R10–R93
100 Ω/SMD/0603	R95
1,5 kΩ/SMD/0402	R5, R6
10 kΩ/SMD/0402	R8, R9
47 kΩ/SMD/0402	R7
100 kΩ/SMD/0402	R94
PTC/1,25 A/16 V/SMD/1812	RT1

**Kondensatoren:**

12 pF/50 V/SMD/0402	C23, C24
100 pF/50 V/SMD/0402	C7, C9–C13
10 nF/50 V/SMD/0402	C5, C16, C18, C20, C22
100 nF/16 V/SMD/0402	C4, C6, C8, C14, C15, C17, C19, C21, C36–C119
1 µF/16 V/SMD/0402	C1, C25–C35
10 µF/16 V/SMD/0805	C2, C3

**Halbleiter:**

ELV201715/SMD	U1
74LVC1G14/SMD	U2
S1206B33U3T1/MCP1700T-3302E/ MB/SOT89-3	VR1
IRLML6401/SMD	Q1
SP0503BAHTG/SMD	D1
PESD5V0S1UB/SMD	D2
LED/rot/grün/blau/THT/8 mm	D3–D6, D11–D14, D19–D22, D27–D30, D35–D38, D43–D46, D51–D54, D59–D62, D67–D70, D75–D78, D83–D86
LED/rot/grün/blau/THT/5 mm	D7–D10, D15–D18, D23–D26, D31–D34, D39–D42, D47–D50, D55–D58, D63–D66, D71–D74, D79–D82

**Sonstiges:**

Quarz, 16,000 MHz, SMD	Y1
USB-Buchse, Micro B, SMD	J1
Mini-Drucktaster, 1x ein, 5 mm Tastknopflänge	S1–S5
Gehäuse-GummifüÙe, zylindrisch (8 x 5 mm), schwarz	

**Weitere Infos:**

[1] Spielstrategien:  
[https://de.wikipedia.org/wiki/Mastermind\\_\(Spiel\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Mastermind_(Spiel))

Alle Links finden Sie auch online unter:  
[de.elv.com/elvjournal-links](https://de.elv.com/elvjournal-links)

Geräte-Kurzbezeichnung:	LED-MM1
Versorgungsspannung:	5 Vdc
Stromaufnahme:	400 mA max.
Umgebungstemperatur:	5–35 °C
Abmessungen (B x H x T):	178 x 60 x 20 mm
Gewicht:	90 g



Bild 14: Gewonnen nach 4 Zügen