

NE555-Grundsaltungen

Anwendungs-schaltungen mit dem Prototypenadapter-Professional-Experimentierset PAD-PRO-EXSB

Teil 3

Im dritten Teil der Serie mit Anwendungsschaltungen für das PAD-PRO-Experimentierset beschäftigen wir uns mit Grundsaltungen für den Timerbaustein NE555 (ICM7555). Der Timerbaustein NE555 bzw. die CMOS-Variante ICM7555 gehören zu den Klassikern, wenn es um integrierte Schaltungen für die Elektronik geht. Die Einsatzmöglichkeiten sind vielfältig und die Handhabung ist relativ einfach, darum findet dieses Bauteil auch nach über 60 Jahren immer noch Verwendung. Hauptanwendungsbereiche sind Oszillator- und Zeitverzögerungsschaltungen.

Grundsaltungen

Im ersten Teil unserer Serie [1] haben wir die grundlegende Funktion dieses elektronischen Bauteils erklärt. Nun wollen wir uns die wichtigsten Grundsaltungen im Detail anschauen und zeigen, wie man diese mithilfe des PAD-PRO-Experimentiersets [2] aufbaut. Zu den Grundsaltungen gehören die Oszillatorschaltung, das Monoflop und ein PWM-Generator. Als Plattform zum Aufbauen der Schaltungen können die beiden Experimentierboards EXSB1 und EXSB-Mini oder ein gewöhnliches Steckboard verwendet werden.

Oszillatorschaltung

Mit dem Timerbaustein NE555 (ICM755) lässt sich auf einfachste Weise ein Oszillator (Oszillator = schwin-

nungsfähiges System) realisieren. Die maximale Frequenz hängt vom verwendeten Typ und vom Hersteller des Bauteils ab. Die in unserem PAD-Modul verwendete CMOS-Version ICM7555 garantiert eine Frequenz von 0,5 MHz.

Bild 1 zeigt, wie die externe Beschaltung für einen Rechteckoszillator aussieht. Zum besseren Verständnis sind an markanten Stellen in der Schaltung Messpunkte platziert, deren Signalverläufe in Bild 2 dargestellt sind.

Schauen wir uns nun im Detail an, wie dieser Oszillator arbeitet. Zur Demonstration ist am Ausgang (Out/Pin3) eine LED angeschlossen. Die gewählte Ausgangsfrequenz ist so niedrig gewählt, dass die LED im Takt der Ausgangsfrequenz blinkt.

Gehen wir von dem Fall aus, dass der Kondensator C1 entladen ist. In diesem Fall ist die Spannung an C1 (MP 1) gleich 0 V. Da der Kondensator C1 mit dem Eingang (Trigger) des unteren Komparators verbunden ist und die Spannung an C1 (MP1) unterhalb $1/3$ der Betriebsspannung

Die Leitungsendstufe einer PWM arbeitet daher nicht im Linearbetrieb, sondern digital, d.h., die Last wird immer nur ein- und ausgeschaltet. Hierbei entsteht an der Leistungsendstufe nur eine geringe Verlustleistung. Im Linearbetrieb müsste die überschüssige Energie in der Endstufe in Wärme umgewandelt werden, was dann zu einer hohen Verlustleistung führen würde.

Wie man im Schaltbild (Bild 4) erkennt, ist die Schaltung für den PWM-Generator weitestgehend identisch mit der Oszillatorschaltung. Darum beschränken wir uns bei der Beschreibung auf die wesentlichen Unterschiede. In der Oszillatorschaltung fließt der Lade- und Entladestrom für den Kondensator C1 immer durch die gleichen Widerstände. Mithilfe der beiden Dioden D1 und D2 geht nun der Lade- und Entladestrom von C1 unterschiedliche Wege. Über die Diode D2 fließt der Ladestrom und über D1 der Entladestrom. Über den Trimmer P1 wird das Verhältnis von Lade- und Entladestrom zueinander eingestellt. Den Widerstand R1 vernachlässigen wir bei dieser Betrachtung, da dessen Widerstandswert im Verhältnis zu P1 viel kleiner ist.

Stellt man den Trimmer P1 auf Mittelstellung ist der Strom für die Lade- und Entladephase gleich und es ergibt sich ein gleiches Puls-Pausen-Verhältnis. Sobald der Trimmer in eine Richtung gedreht wird, ergeben sich unterschiedliche Widerstandswerte für Lade- und Entladestrom. In der Summe ergeben diese beiden Widerstände den Widerstandswert von P1, wodurch die Frequenz nicht verändert wird. Mit P1 kann also das Puls-Pausen-Verhältnis stufenlos verändert werden, ohne dass sich die Frequenz ändert. In unserer Schaltung beträgt die Frequenz ca. 1 kHz.

Bei der Helligkeitssteuerung von z. B. LEDs muss die Frequenz so gewählt werden, dass das menschliche Auge diese nicht mehr wahrnehmen kann, was bei einer Frequenz ab ca. 60 Hz der Fall ist. In unse-

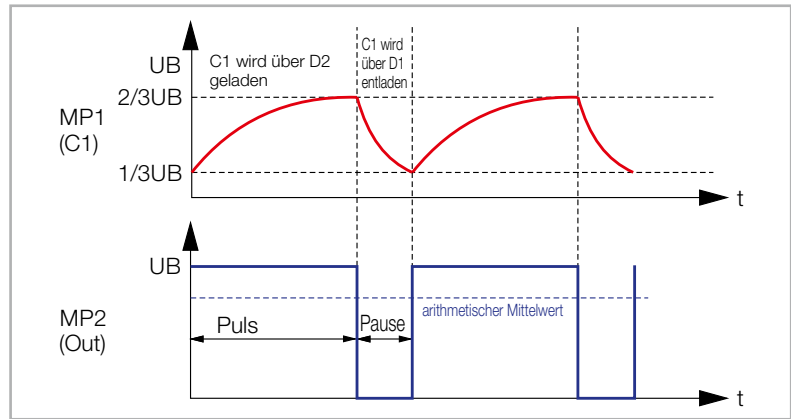


Bild 3: Diagramme für Messpunkte in der PWM-Schaltung

rer Schaltung dient die an Pin 3 (Out) angeschlossene LED als Ausgabebereinheit. Es gilt zu beachten, dass LEDs niemals ohne Vorwiderstand betrieben werden dürfen. Das CM-DL-R01 ist eine fertige LED-Platine, auf der ein Vorwiderstand integriert ist. Die Farbe kann dabei frei gewählt werden.

Monoflop

Eine weitere Grundschiung ist das sogenannte Monoflop. Diese Schaltungsvariante wird als monostabile Kippstufe, kurz Monoflop, bezeichnet. Durch einen Triggerimpuls oder Pegelsprung wird ein in der zeitlichen Länge bestimmtes Signal erzeugt, und zwar nur ein Impuls, daher der Begriff „Mono“. Diese Grundschiung entspricht dem Anwendungsbeispiel „Treppenlichtautomat“ aus dem ersten Teil dieser Serie [1].

Wir haben die Schaltung noch universeller gemacht, indem man auch durch eine positive Spannung eine Triggerung auslösen kann. So kann die Schaltung z. B. auch als Nachlaufsteuerung genutzt werden. Zudem gibt es zur besseren Verständlichkeit auch die Signalverläufe an markanten Schaltungspunkten (Bild 5).

Um einen zeitlich definierten Impuls zu erzeugen, nutzen wir die Ladekurve eines Kondensators. Dies ist in unserem Fall der Kondensator C1. Hat die Spannung am Kondensator einen bestimmten Spannungswert ($2/3 UB$) erreicht, wird das Zeitsignal gestoppt. Da je nach Größe

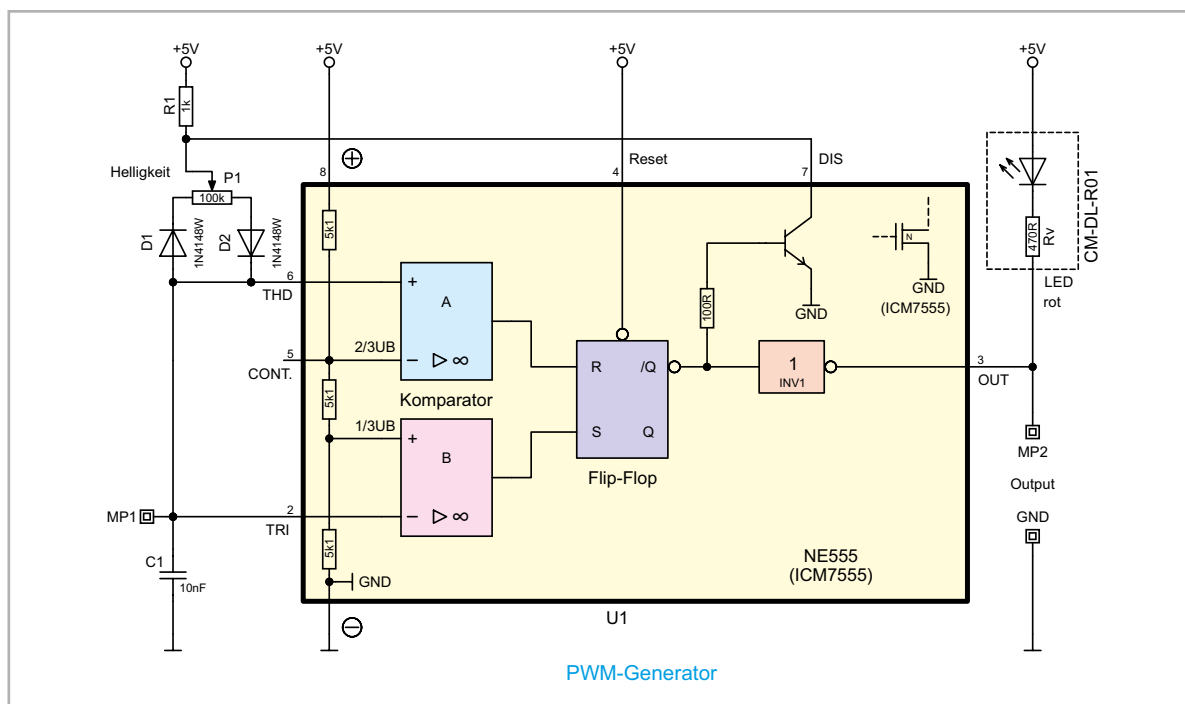


Bild 4: Schaltbild des PWM-Generators

des Kondensators und des Vorwiderstandes der Ladevorgang eine bestimmte Zeit in Anspruch nimmt, wird hiermit ein zeitliches Ereignis erzeugt.

In Bild 6 ist das Schaltbild des Monoflops zu sehen. Durch Betätigen des Tasters TA1(Start) werden zwei Vorgänge ausgelöst. Zum einen schaltet durch das Low-Signal am Triggereingang (TRI) der Komparator B und setzt das interne Flip-Flop, wodurch der Ausgang (Pin 3) auf High wechselt, und zum anderen wird der Kondensator C1 über D1 und R2 entladen. Dieser Vorgang ist in Bild 5 an den zeitlichen Diagrammen gut zu erkennen.

An MP1 zeigt sich nun, dass der Kondensator C1 langsam über P1 und R1 aufgeladen wird. Dies geschieht aber erst, wenn der Taster gelöst wird. Solange der Taster TA1 gedrückt gehalten wird, findet noch keine Aufladung statt. Erreicht die Kondensatorspannung den Wert 2/3 der Betriebsspannung (UB), schaltet der obere Komparator A, dessen Ausgang dann das interne Flip-Flop zurücksetzt. Der Ausgang „Out“ (Pin 3) wechselt daraufhin von High auf Low. Die am Ausgang angeschlossene LED zeigt diesen Zustand optisch an. Der Kondensator lädt sich aber weiterhin bis auf die Betriebsspannung auf, ohne dass dies Auswirkungen auf das Ausgangssignal hat.

Mit dem Trimmer P1 kann die Ladegeschwindigkeit von C1 und somit die Länge des Ausgangsimpulses verändert werden.

In unserem Beispiel beträgt der Einstellbereich 1,1 bis 111 Sekunden. Durch Verkleinern des Kondensators C1 können auch kürzere Zeiten generiert werden. Die Impulslänge kann mit folgender Formel errechnet werden:

$$T = 1,1 \times (R1 + P1 + R2) \times C1$$

$$T = 1,1 \times (1 \text{ k}\Omega + 0 \Omega + 10 \text{ k}\Omega) \times 100 \mu\text{F} = 1,1 \text{ s minimale Zeit}$$

$$T = 1,1 \times (1 \text{ k}\Omega + 1 \text{ M}\Omega + 10 \text{ k}\Omega) \times 100 \mu\text{F} = 111 \text{ s maximale Zeit}$$

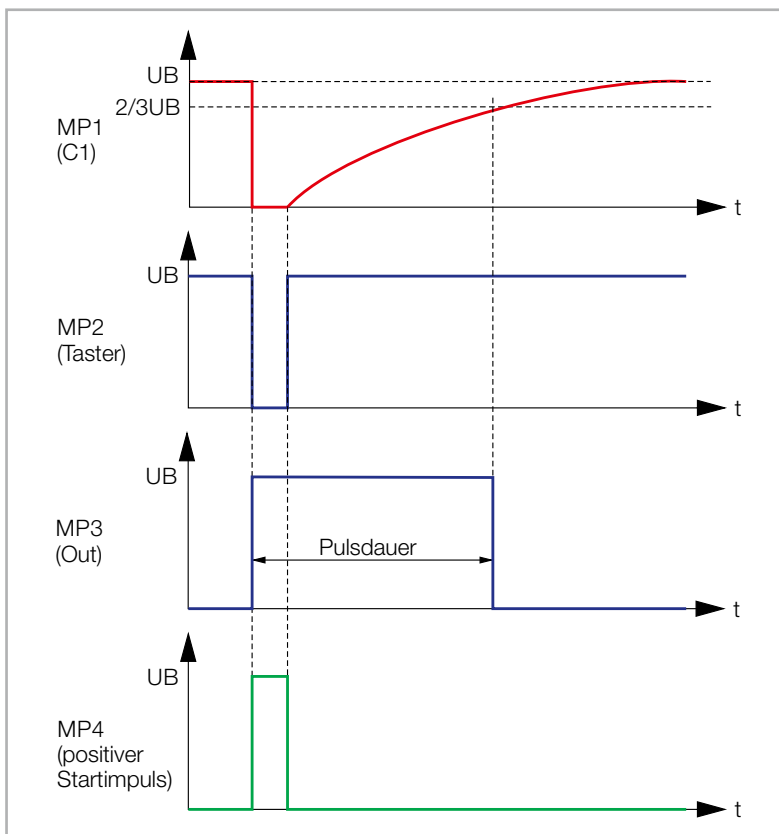


Bild 5: Diagramme für Messpunkte in der Monoflop-Schaltung

Möchte man den Startvorgang nicht über einen Taster auslösen, sondern über eine Spannung, muss in der Schaltung noch ein Transistor hinzugefügt werden (siehe Bild 6 links). Dieser Transistor Q1 arbeitet als Schalter und ersetzt den Taster TA1. Die Basis des Transistors darf nicht direkt mit einer Spannung beaufschlagt werden. Aus diesem Grund ist der Widerstand R4 vorgeschaltet. Der Widerstand R5 ist notwendig, damit die Basis des Transistors definiert an Masse liegt, falls keine Steuerspannung anliegt. An MP3 kann eine Spannung von 1,5 V bis ca. 24 V eingespeist werden. In unserer Schaltung wird dies durch den Taster TA2 simuliert.

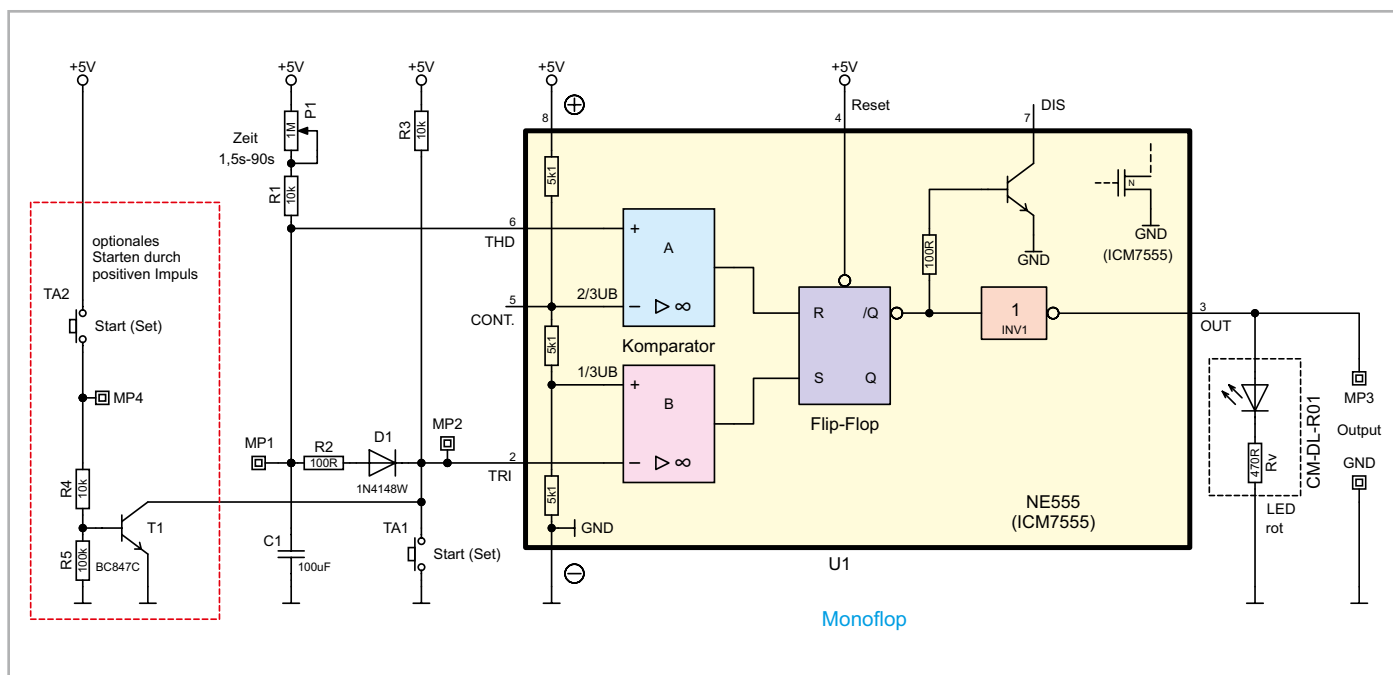


Bild 6: Schaltbild des Monoflops

Aufbau der Schaltungen

Für alle gezeigten Grundschaltungen gibt es Aufbauvorschlage unter Zuhilfenahme der PAD-PRO-Experimentierkits (Bild 7, [1]). Zum Set, das alle notwendigen Bauteile enthält, wird zusätzlich noch eine Aufbauplattform benötigt. Dies können die beiden Experimentierplattformen EXSB1 und EXSB-Mini sowie ein „normales“ Steckboard sein.



Bild 7: Das Experimentierkit PAD-PRO-EXSB

Für jede Grundschaltung gibt es somit drei Varianten, die bildlich dargestellt sind. Zusätzlich zu den Fotos sind auch Verdrahtungsplane mit den entsprechenden Prototypenadapter-Modulen (PAD-Modulen) vorhanden.

Die Kontakte der Steckboards sind in der Regel nummeriert und in Spalten, also von links nach rechts mit 1 bis 63, und in Reihen mit den Buchstaben A bis F geordnet. Dies kann sich aber je nach Hersteller geringfügig unterscheiden. Anhand der Nummerierung kann man die Position der Bauteile und Brücken in den Bildern abzählen und auf die eigene Schaltung übertragen.

Die elektrischen Verbindungen werden mit starren und flexiblen Steckbrücken hergestellt.

Spannungsversorgung

Die Spannungsversorgung für diese Schaltung sollte minimal 5 V betragen. Der NE555 bzw. ICM7555 sind für Betriebsspannungen von bis zu 16 V ausgelegt. Die Versorgungsspannung sollte aber 10 V nicht übersteigen, da der in unserer Schaltung verwendete Kondensator mit dem Wert 100 μF nur bis zu einer Spannung von 16 V zugelassen ist und ein gewisser Sicherheitsabstand eingehalten werden muss.

Die beiden Experimentierboards EXSB1 und EXSB-Mini verfügen über eigene Spannungsversorgungseinheiten, auf die wir hier nicht weiter eingehen wollen, da dies in der jeweiligen Bauanleitung beschrieben ist.

Auf einem Steckboard können unterschiedliche Spannungsquellen genutzt werden. Über eine USB-Buchse (Bild 8) kann ein normales Smartphone-Ladegerät mit Micro-USB-Stecker als Spannungsquelle genutzt werden. Wie man in Bild 8 erkennt, kann auch die 2-polige Klemmleiste als Eingang für die Spannungsversorgung genutzt werden. Hier kann dann z. B. eine 9-V-Batterie oder ein Netzteil angeschlossen werden. Dabei muss unbedingt auf die richtige Polung geachtet werden. Bei den 9-V-Anschlussclips ist das rote Kabel immer der Plus-Anschluss.

Messpunkte

In einigen Schaltbildern sind Messpunkte angegeben, die auch in der Schaltungsbeschreibung erwähnt werden. Die Messpunkte zeigen an, wo man z. B. ein Oszilloskop (falls vorhanden) anschließen kann. Die beiden ELV-Experimentierboards (EXSB-Mini und EXSB1) haben spezielle Anschlussstellen für solche Messpunkte, von wo aus man bestimmte Schaltungspunkte kontaktieren kann, wie im Beispiel vom EXSB-Mini zu sehen ist (Bild 9). Diese Verbindungskabel sind mit Ausnahme von Bild 11 nicht in den Nachbaufotos vorhanden, da dies die Uberblicklichkeit beeinträchtigen würde.

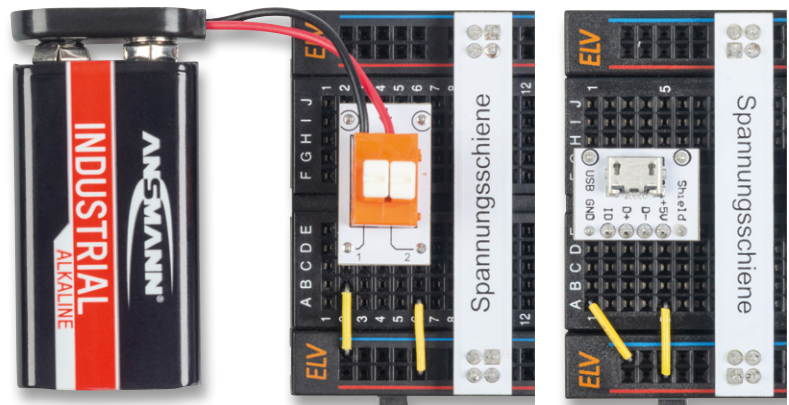


Bild 8: So kann die Spannungsversorgung bei einem Steckboard erfolgen: Mittels 9-V-Batterie (oben) oder per 5-V-Ladegerät (unten).

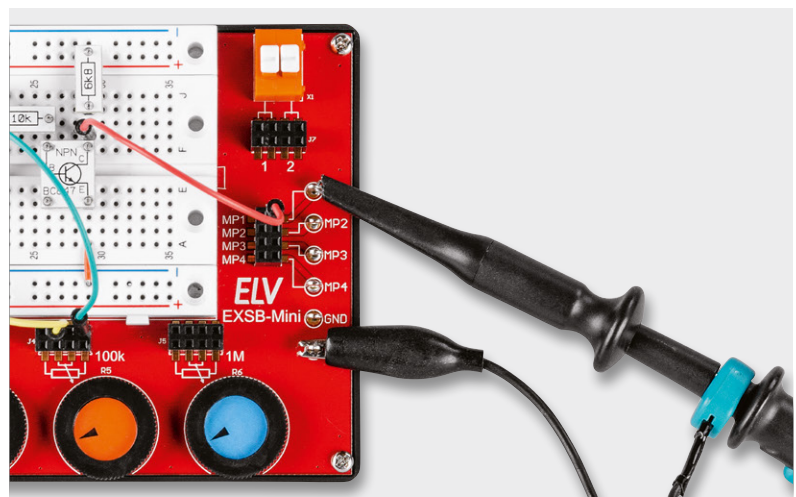


Bild 9: So werden die Messpunkte (Stifte) für den Anschluss eines Tastkopfes genutzt (Beispiel EXSB-Mini).

Aufbau Oszillatorschaltung

In Bild 10 ist ein Verdrahtungsplan mit PAD-Modulen dargestellt, Tabelle 1 listet die enthaltenen Bauteile auf. Im Prinzip entspricht dieser Verdrahtungsplan dem Schaltbild, mit dem Unterschied, dass hier die Bauteile im PAD-Format gezeigt werden.

Die einzelnen unterschiedlichen Aufbauvarianten sind in Bild 11 bis Bild 13 dargestellt. Bild 11 zeigt den Aufbau auf einem EXSB-Mini, bei dem die Messpunkte in der Schaltung kontaktiert sind.

Stückliste für die Oszillatorschaltung

Menge	Bezeichnung	Modul
1	NE555 (ICM7555)	CM-IC-ICM7555-B
1	LED-Modul (rot, orange oder grün)	CM-DL-X01
1	Widerstand 1 kΩ	CM-RF-102
1	Widerstand 10 kΩ	CM-RF-103
1	Trimmer 100 kΩ	CM-RA-104
1	Kondensator 10 µF	CM-CF-106
1	Spannungsschiene	CM-BB1
1	USB-Buchse Micro (bei Bedarf)	CM-FC-USB
	Steckbrücken/Steckkabel	

Tabelle 1

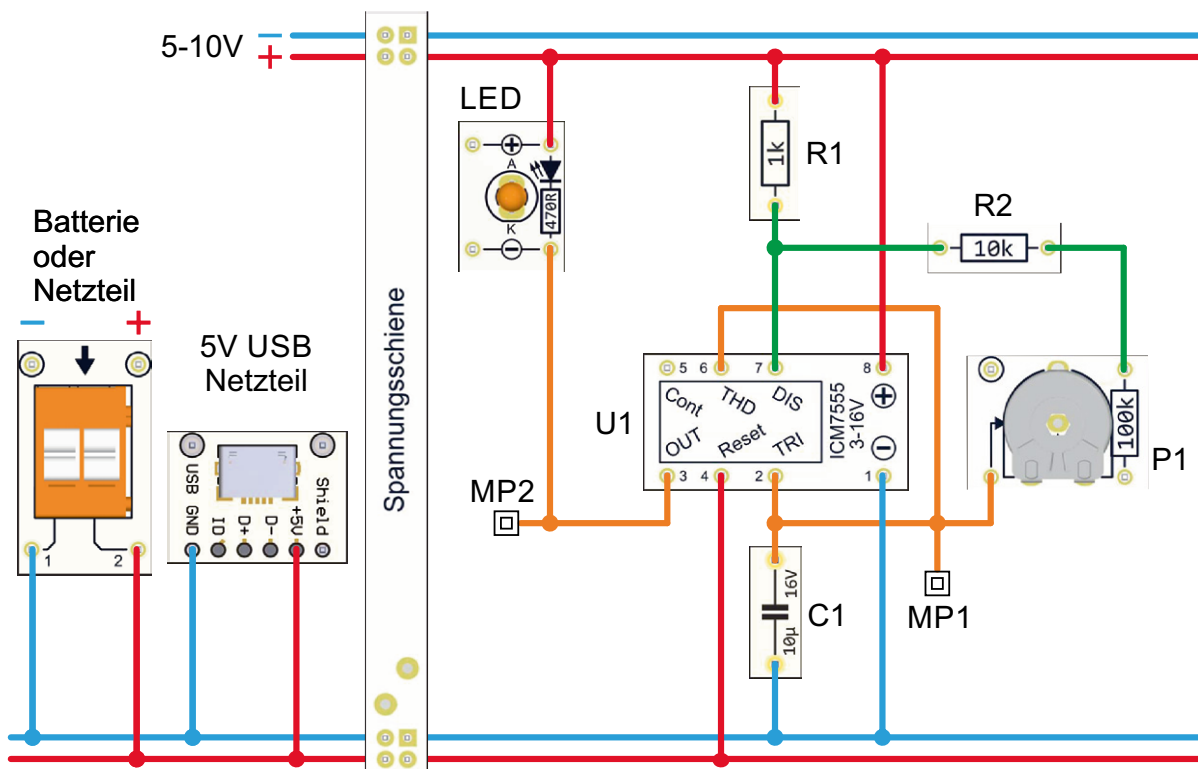


Bild 10: Verdrahtungsplan für die Oszillatorschaltung

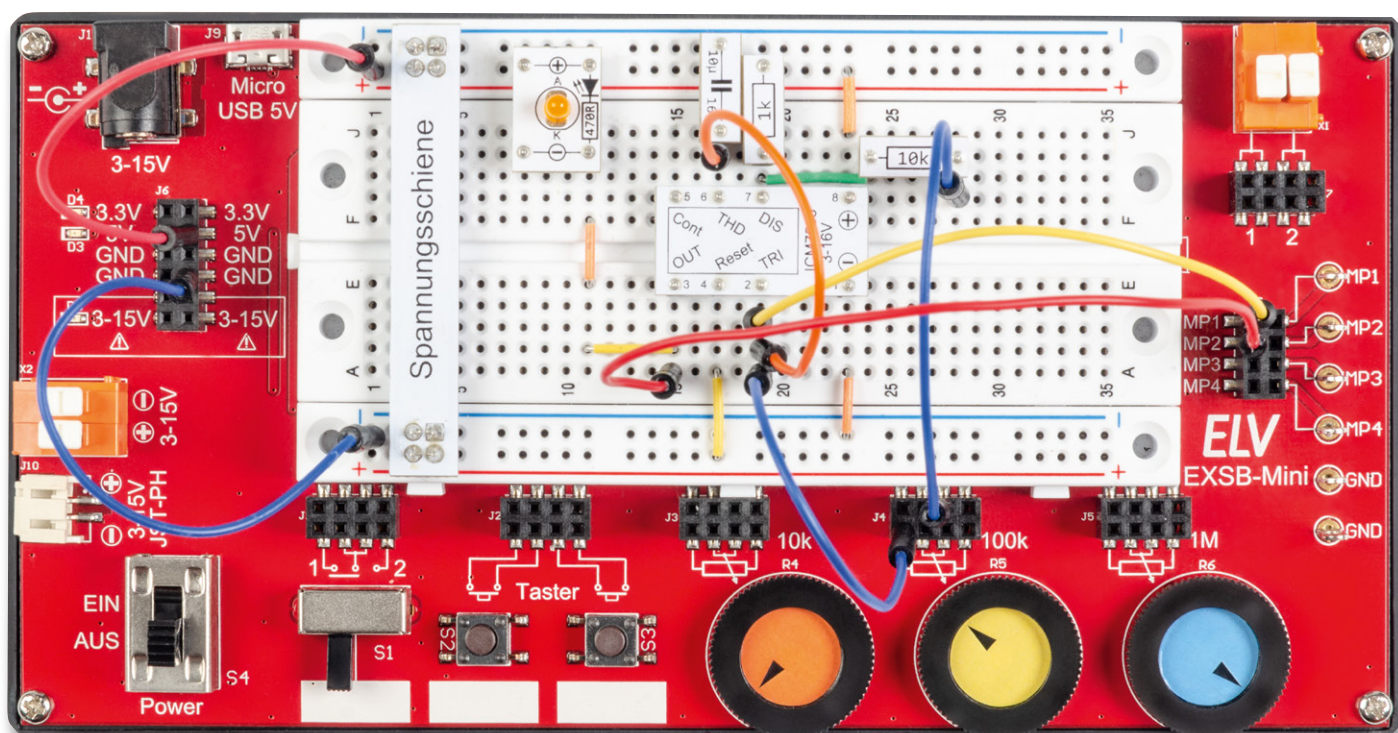


Bild 11: Oszillatorschaltung, aufgebaut auf einem EXSB-Mini

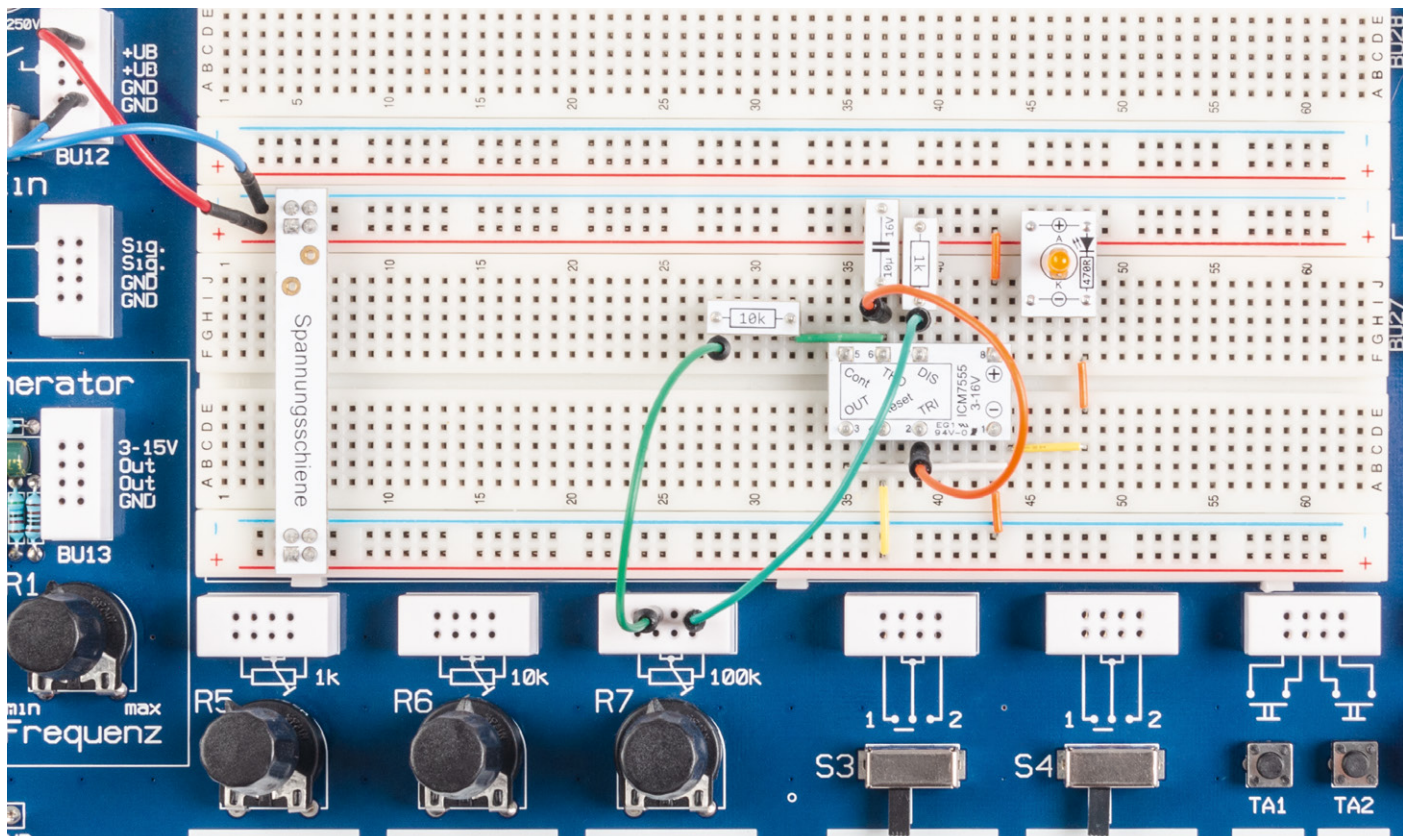


Bild 12: Oszillatorschaltung, aufgebaut auf einem EXSB1 (Ausschnitt des wesentlichen Teils)

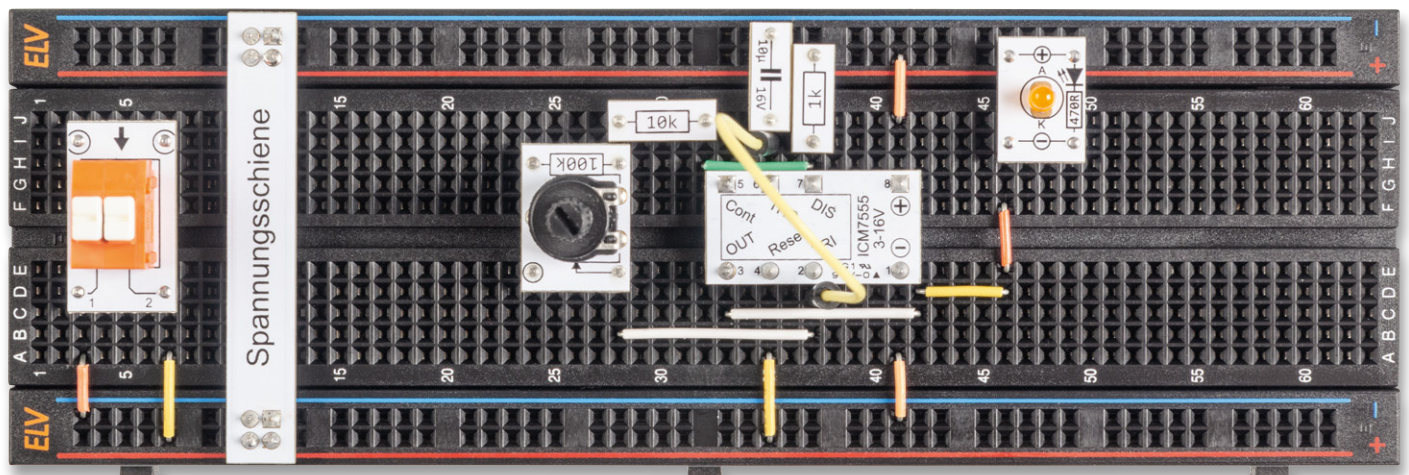


Bild 13: Oszillatorschaltung, aufgebaut auf einem Breadboard

Aufbau PWM-Generator

In Bild 14 ist ein Verdrahtungsplan mit PAD-Modulen dargestellt, Tabelle 2 zeigt die verwendeten Bauteile.

Die einzelnen unterschiedlichen Aufbauvarianten sind in Bild 15 bis 17 dargestellt.

Stückliste PWM-Generator

Menge	Bezeichnung	Modul
1	NE555 (ICM7555)	CM-IC-ICM7555-B
1	LED-Modul (rot, orange oder grün)	CM-DL-X01
1	Widerstand 1kΩ	CM-RF-102
1	Kondensator 10nF	CM-CF-103
2	Diode 75 V/0,15 A	CM-DG-151-A
1	Spannungsschiene	CM-BB1
1	USB-Buchse Micro (bei Bedarf)	CM-FC-USB
	Steckbrücken / Steckkabel	

Tabelle 2

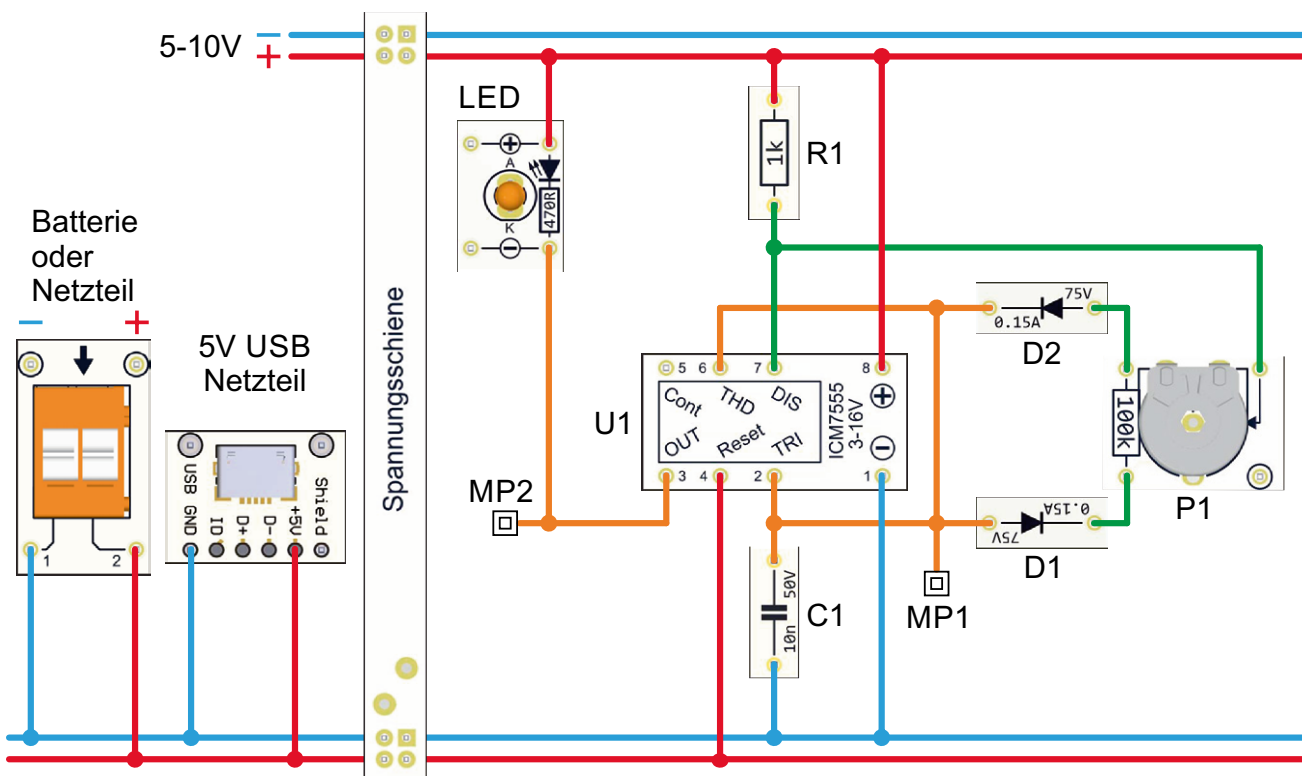


Bild 14: Verdrahtungsplan für den PWM-Generator

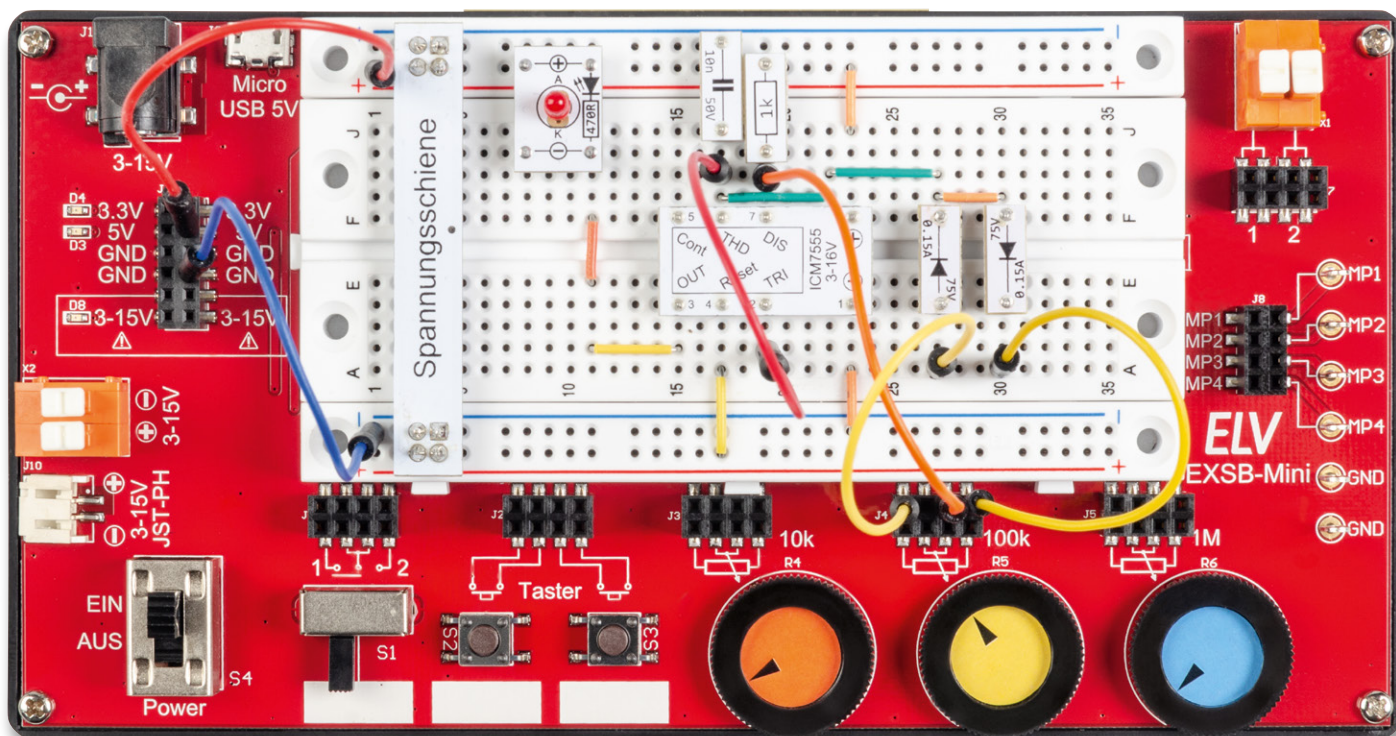


Bild 15: PWM-Generator, aufgebaut auf einem EXSB-Mini

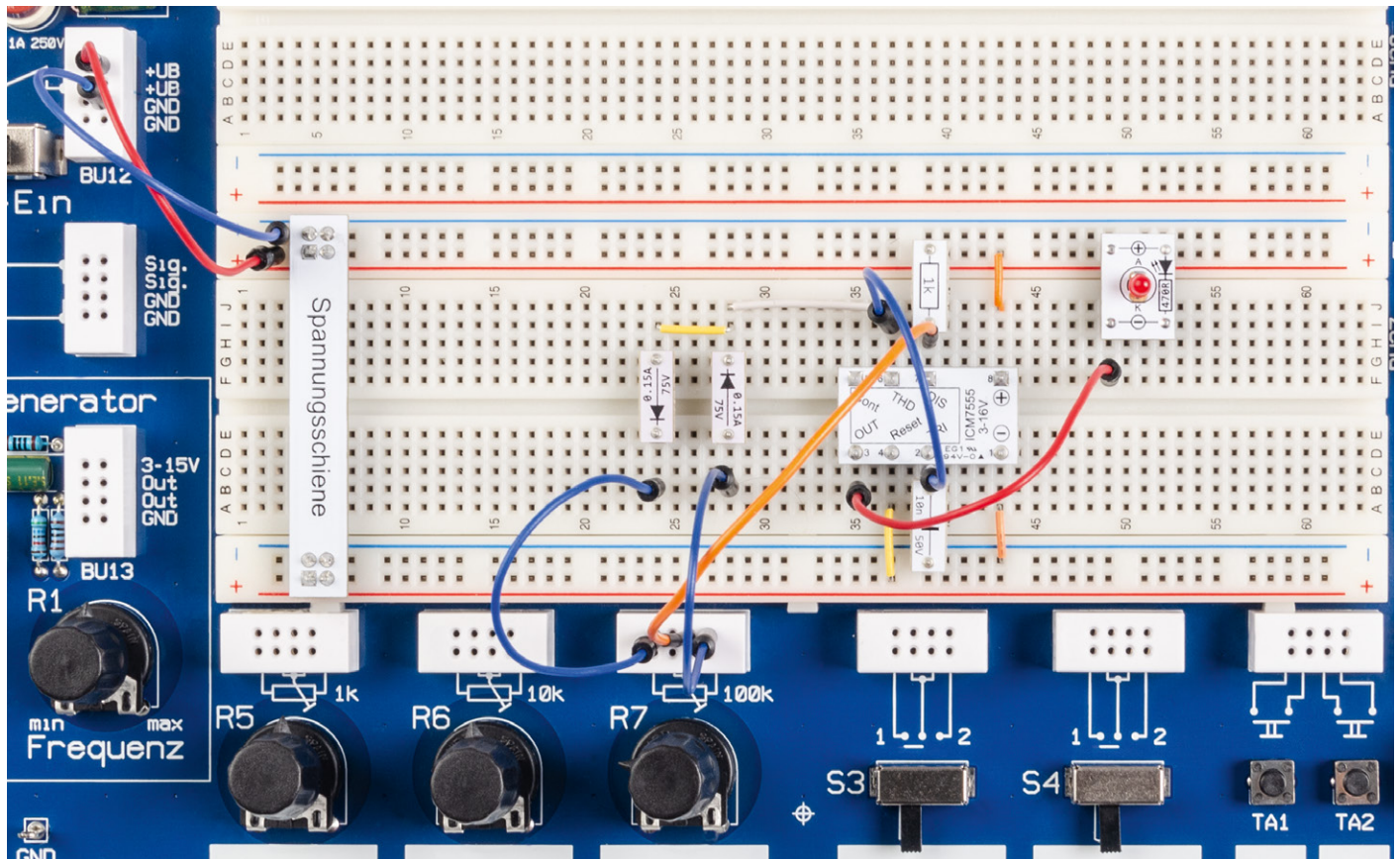


Bild 16: PWM-Generator, aufgebaut auf einem EXSB1 (Ausschnitt des wesentlichen Teils)

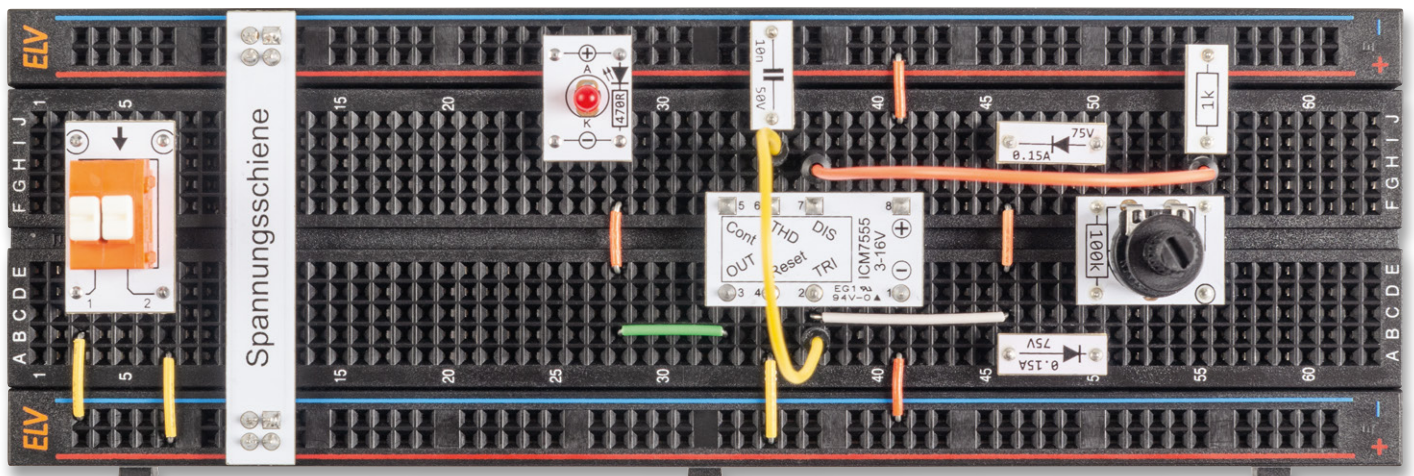


Bild 17: PWM-Generator, aufgebaut auf einem Breadboard

Aufbau Monoflop

Der Verdrahtungsplan für das Monoflop ist in Bild 18 dargestellt, die verwendeten Bauteile sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Die einzelnen unterschiedlichen Aufbauvarianten sind in Bild 19 bis 21 dargestellt. **ELV**

Tabelle 3

Stückliste Monoflop

Menge	Bezeichnung	Modul
1	NE555 (ICM7555)	CM-IC-ICM7555-B
1	LED-Modul (rot, orange oder grün)	CM-DL-X01
1	Transistor NPN	CM-TB-BC847C-A
1	Diode 75 V/0,15 A	CM-DG-151-A
1	Widerstand 100 Ω	CM-RF-101
3	Widerstand 10 kΩ	CM-RF-103
1	Widerstand 100 kΩ	CM-RF-104
1	Trimmer 1 MΩ	CM-RA-105
1	Kondensator 100 µF	CM-CF-106
2	Taster 1x ein	CM-PB-1101
1	Spannungsschiene	CM-BB1
1	USB-Buchse Micro (bei Bedarf)	CM-FC-USB
	Steckbrücken/Steckkabel	

Bild 18: Verdrahtungsplan für die Monoflop-Schaltung

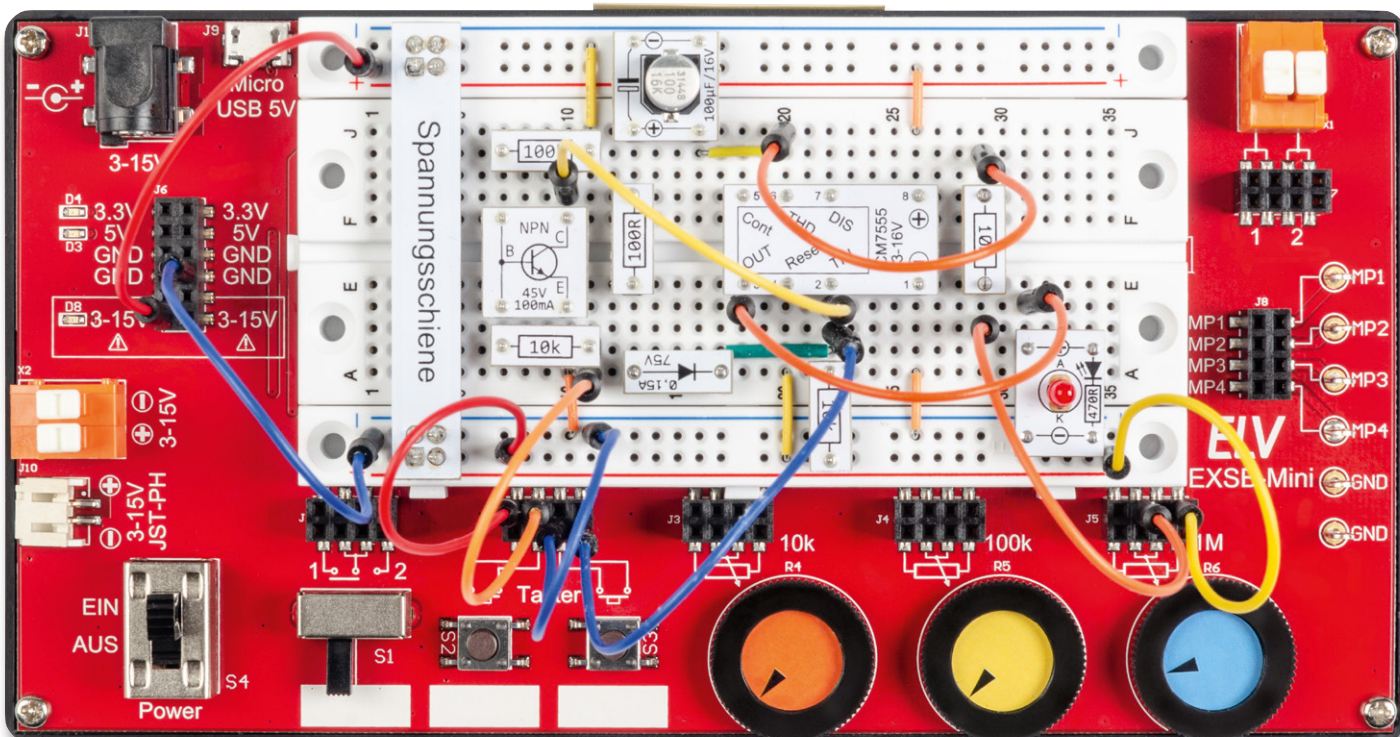
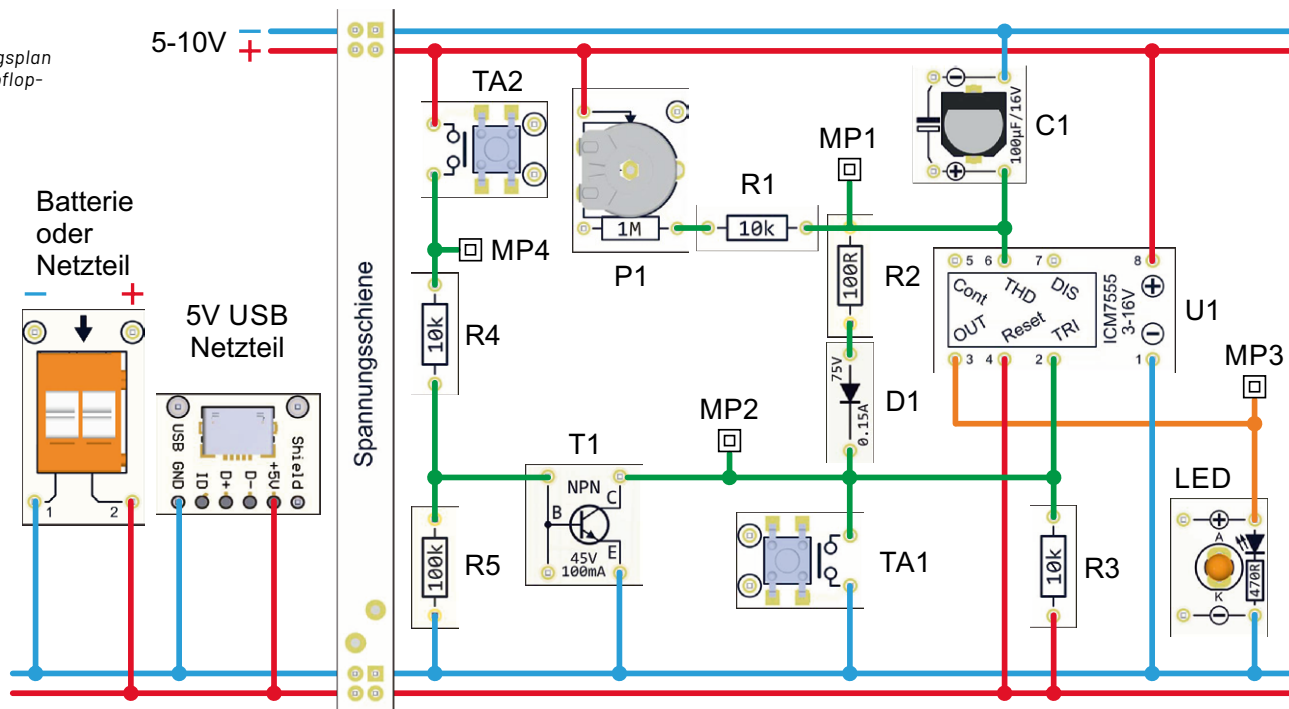


Bild 19: Monoflop-Schaltung, aufgebaut auf einem EXSB-Mini

