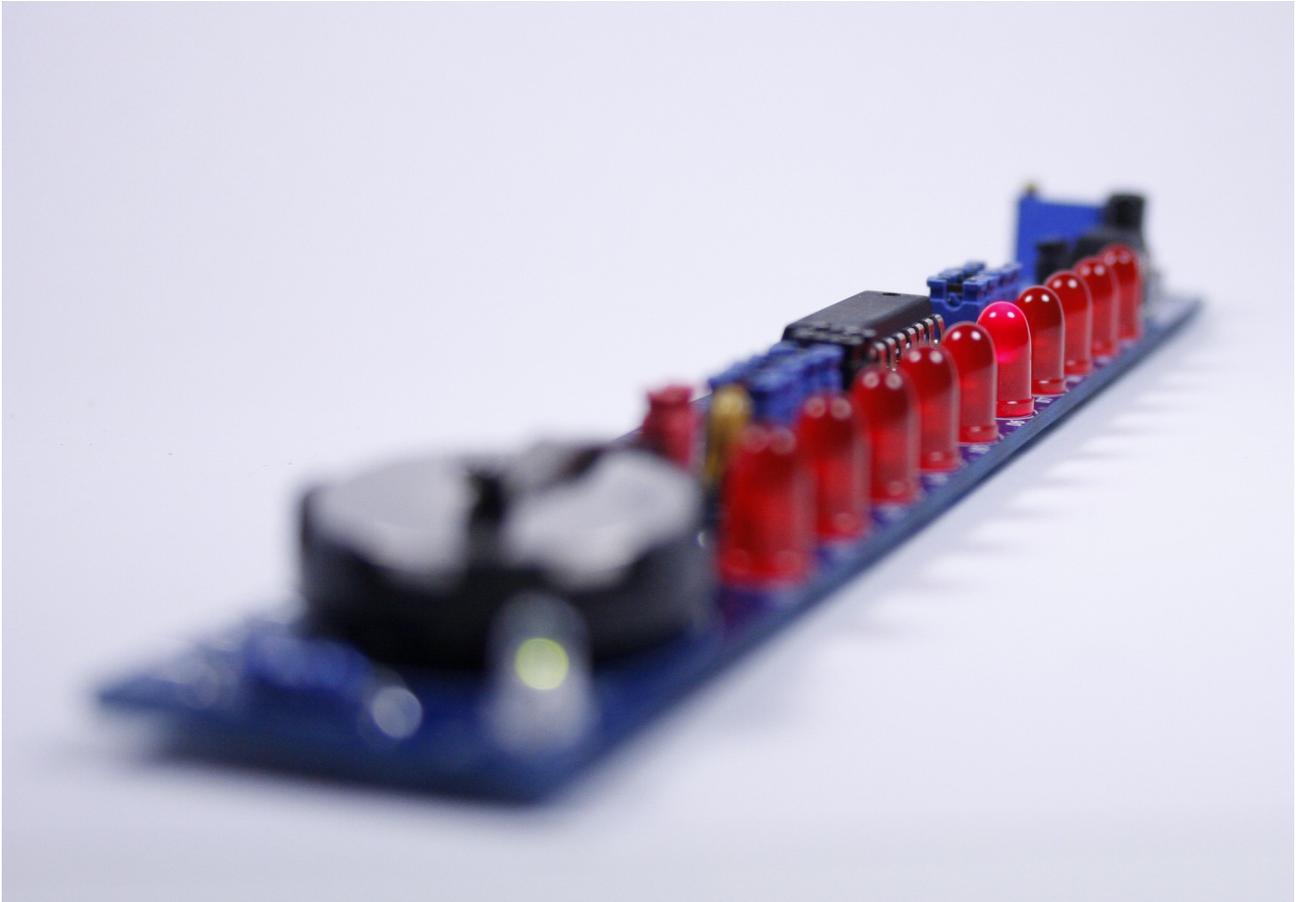


Lauflicht – Das Elektrotechniklineal



Aufbauanleitung
Stand 01.02.2019



go.upb.de/ETrules

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeine Hinweise.....	3
1.1 Lizenz.....	3
1.2 Sicherheitshinweise.....	3
1.3 Eigenschaften der Schaltung.....	4
1.3.1 Technische Parameter.....	4
1.3.2 Kurzbeschreibung.....	4
1.3.3 Anschluss.....	4
1.3.4 Einstellung.....	4
1.3.5 Schwierigkeitsgrad.....	4
2 Die Schaltung.....	5
2.1 Spannungsversorgung.....	5
2.2 Taktgeber.....	6
2.3 Lauflicht (Zähler).....	7
3 Aufbauanleitung.....	8
3.1 Platine.....	8
3.2 Bauteile.....	9
3.2.1 Hinweise zur Schreibweise von Einheiten und Größenangaben.....	10
3.2.2 Verwendete Bauteile mit Polarität.....	11
Leuchtdiode (LED).....	11
Integrated Circuit (IC).....	11
Elektrolytkondensator („Elko“).....	12
3.3 Werkzeug.....	12
3.4 Bestückung und Inbetriebnahme.....	12
3.4.1 Montage der Bauteile.....	13
3.4.2 Inbetriebnahme.....	14
Spannungsversorgung.....	14
Taktgeber und Lauflicht.....	14
Einstellen der Lauflichtgeschwindigkeit.....	15
4 Erweiterter Betrieb.....	15
4.1 Ein-/Ausschalter.....	15
4.2 Externer Takt.....	15
4.3 Zählererweiterung (Kaskadierung).....	15

1 Allgemeine Hinweise

1.1 Lizenz

Dieses Dokument wird veröffentlicht unter der „Creative Commons (CC) License Attribution + Sharealike“ (CC BY-SA).

1.2 Sicherheitshinweise

Die gegebenen technischen Daten und Vorgaben müssen bei Betrieb und Bedienung des Gerätes zu jeder Zeit eingehalten werden.

Das Gerät nicht direkter Sonneneinstrahlung oder Feuchtigkeit aussetzen.

Für den Zusammenbau bzw. bei der Montage werden Lötgeräte benötigt. Diese sind mit besonderer Vorsicht zu handhaben, die dabei notwendigen Sicherheitsvorgaben zu erfüllen.

Die Unter- und Oberseite und alle metallischen (nicht isolierten) Bereiche des Gerätes bzw. der Schaltung dürfen nicht mit leitenden Flächen in Kontakt kommen.

1.3 Eigenschaften der Schaltung

- Ansteuerung von 10 Leuchtdioden (LED)
- Einstellbare Lauflichtgeschwindigkeit
- Batterieversorgung

1.3.1 Technische Parameter

Versorgungsspannung: $U_B = 3\text{ V}$

Betriebsstrom: $I_B = 20\text{ mA}$

Platinenmaße = 160 x 25 mm

1.3.2 Kurzbeschreibung

- 10-Kanal-Lauflichtmodul mit Batterie.
- Möglichkeit der erweiterten Nutzung als Zähler und Erweiterung mit weiteren Modulen (siehe Kapitel 4 *Erweiterter Betrieb*).

1.3.3 Anschluss

Für den Betrieb sind keine externen Anschlüsse notwendig.

1.3.4 Einstellung

Die Schaltung wird durch setzen des Jumpers JP12 in Betrieb genommen bzw. eingeschaltet.

Die Geschwindigkeit des Lauflichtes kann an dem Potentiometer = Poti = einstellbarer Widerstand (manchmal auch: Trimmer) RV1 eingestellt werden.

1.3.5 Schwierigkeitsgrad

Die Schaltung kann von Interessierten mit geringer oder keiner Löterfahrung aufgebaut werden. Dennoch wird für diesen Fall empfohlen, die Schaltung zusammen mit einem Elektronik-Erfahrenen aufzubauen.

Wer Hilfe sucht, findet diese sicher bei den verschiedenen Maker Spaces, Freunden, in der Schule oder kommt zu einem der im Institut Elektrotechnik und Informationstechnik organisierten Löt- und Elektronikworkshops.

Informationen zu den Workshops findest du unter go.upb.de/ETrules.

2 Die Schaltung

Die Schaltung besteht aus drei wesentlichen Funktionsgruppen:

1. Spannungsversorgung (Batterie)
2. Taktgeber (Takt)
3. Lauflicht (Zähler)

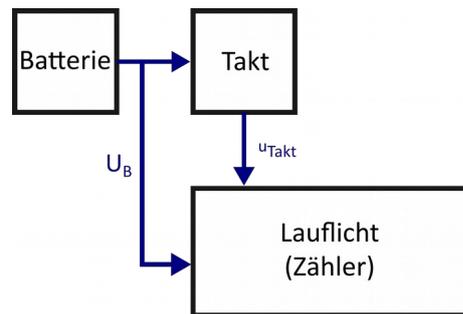


Abbildung 2.1: Blockschaltbild der Schaltung

Dieses Kapitel (Kapitel 2) ist dann für dich wichtig, wenn du die Schaltung verstehen oder modifizieren möchtest. Der Zusammenbau der Schaltung sollte dir auch ohne diese Informationen gelingen.

2.1 Spannungsversorgung

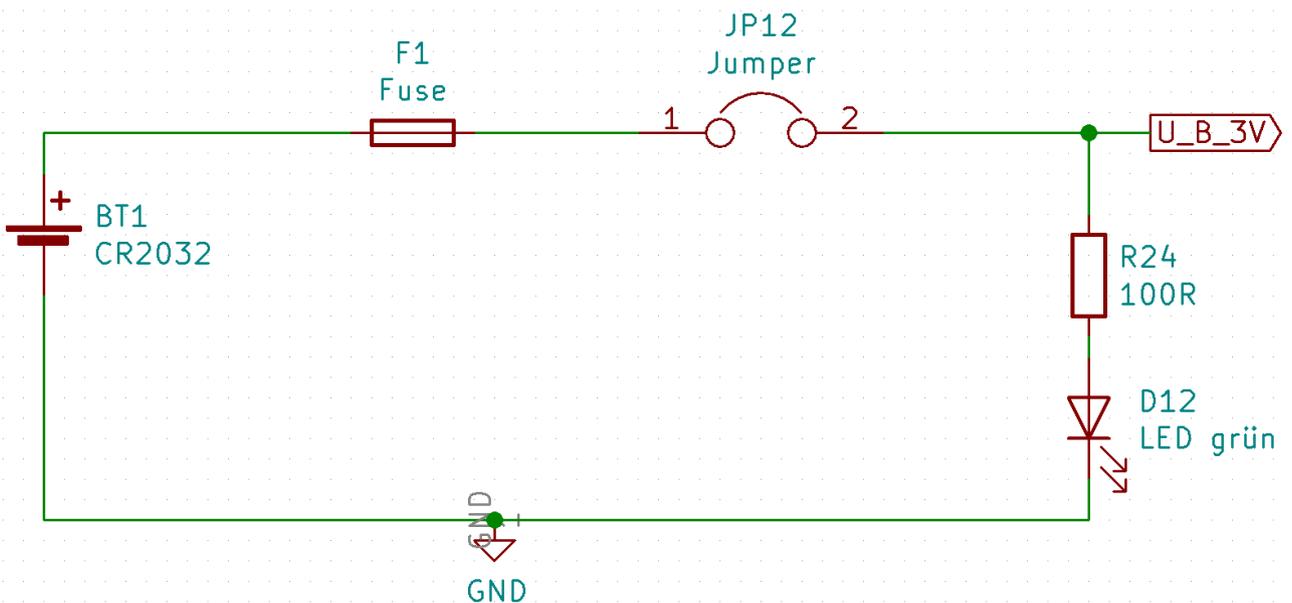


Abbildung 2.2: Schaltplan der Spannungsversorgung

Die Spannungsversorgung erfolgt durch die Batterie BT1. Wird der Jumper JP12 eingesetzt, wird der Stromkreis geschlossen und es fließt ein Strom durch die Sicherung F1.

Auch der Widerstand R24 (mit dem Widerstandswert „100R“ = 100 Ω) wird durch einen Strom durchflossen, der auch durch die LED D12 fließt. Die LED leuchtet. Der Widerstand R24 dient als Vorwiderstand zur Strombegrenzung. Wenn du mehr darüber wissen möchtest, findest du dazu reichlich Informationen im Netz, z. B. bei www.elektronik-kompodium.de.

2.2 Taktgeber

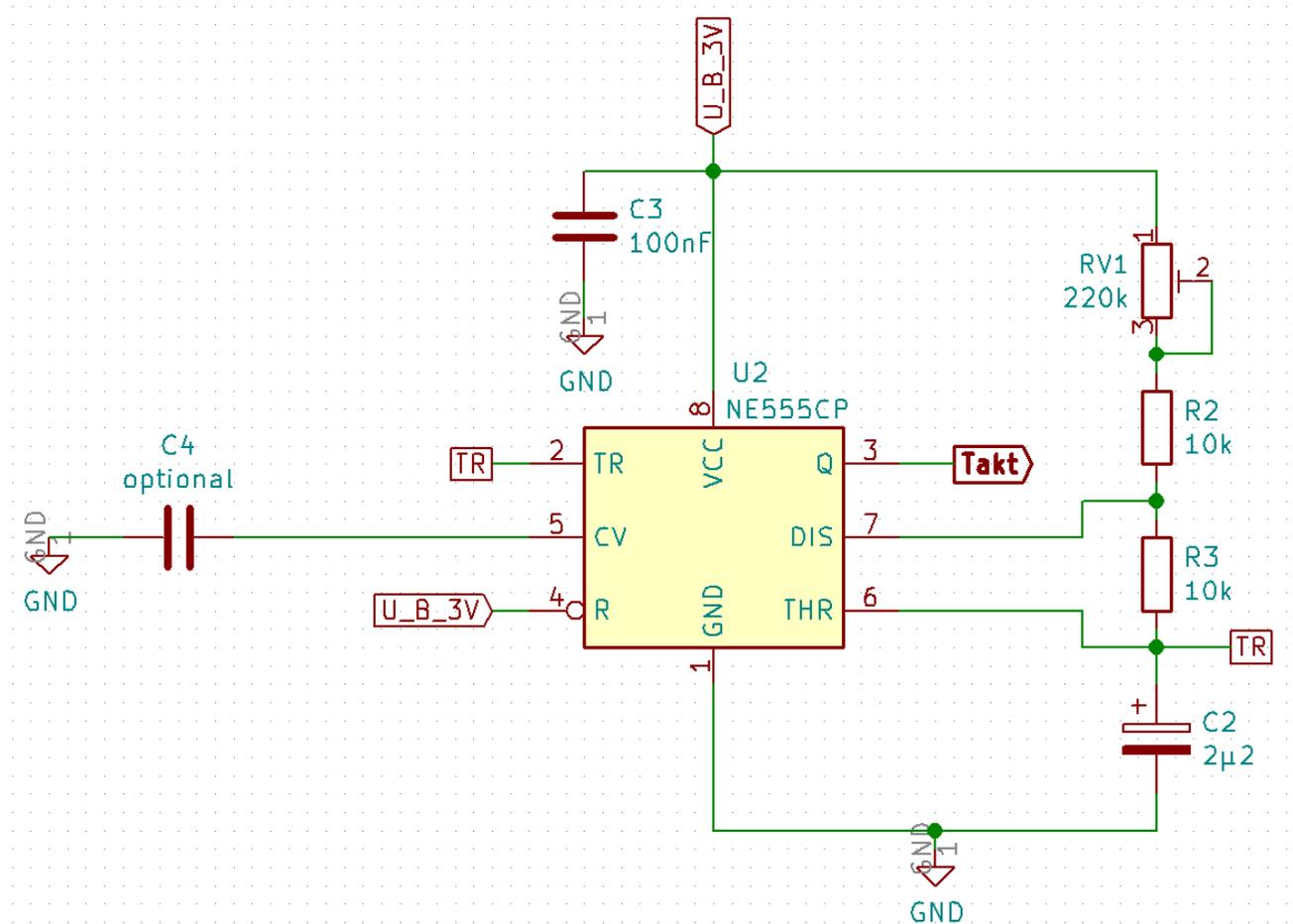


Abbildung 2.3: Schaltplan des Taktgenerators (Takt)

Das Bauteil U2 ist ein Timerbaustein-IC vom Typ NE555 (hier: NE555CP). In dieser Schaltung ist er so angeschlossen, dass mit dem veränderbaren Widerstand (Trimmer RV1) der Takt am Ausgang Q (Pin 3) verstellt werden kann.

2.3 Laufflicht (Zähler)

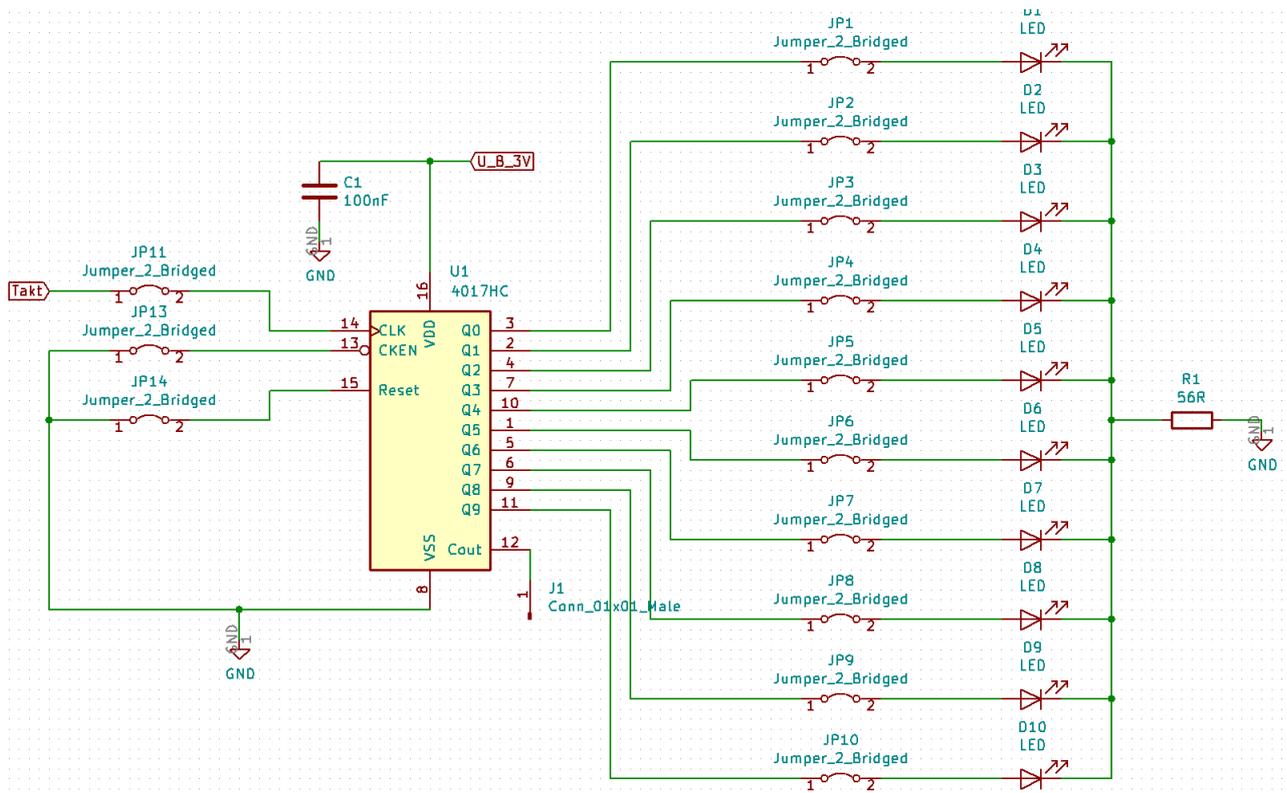


Abbildung 2.4: Schaltplan des Laufflichts (Zähler)

Das Laufflicht wird mit einem Zähler des Typs 4017 (hier: 4017HC) realisiert.

Jumper JP11 leitet das Taktsignal des Taktgebers an den Zähler weiter, der dann im anliegenden Takt die LEDs D1 bis D10 der Reihe nach einschaltet und wieder ausschaltet. Es leuchtet somit immer nur eine der LEDs.

Wenn man jede der LEDs der Reihe nach eine Ziffer von 0 bis 9 zuordnet, erhält man einen Zähler, der von 0 aufwärts bis 9 zählt.

Jumper JP13 und JP14 und der Kontakt J1 sind für Modifikationen und Erweiterungen vorgesehen, Hinweise dazu findest du im Abschnitt 4 *Erweiterter Betrieb*.

3 Aufbauanleitung

Für den Aufbau des Lauflichtes benötigst du:

- Platine
- Bauteile
- Werkzeug

3.1 Platine

Auf der Platine werden die Bauteile befestigt. Die elektrische Verbindung der Bauteile untereinander erfolgt über Leiterbahnen. Diese sind unter dem blauen Lötstopplack sichtbar.

Die Platine hat zwei Seiten mit unterschiedlichen Funktionen.

Auf der Vorderseite (Bestückungsseite) werden die Bauteile platziert. Die Zuordnung der Bauteile zu den Montageplätzen kann dem Bestückungsdruck (in weiß auf der Platine) entnommen werden. Dieser zeigt die ungefähren Maße des Bauteils und dessen Form. Weiterhin ist jedes Bauteil mit einer Kennzeichnung in Form von Buchstabe und Nummer versehen.



Abbildung 3.1 Platine: Bestückungsseite

Gelötet wird auf der Rückseite.

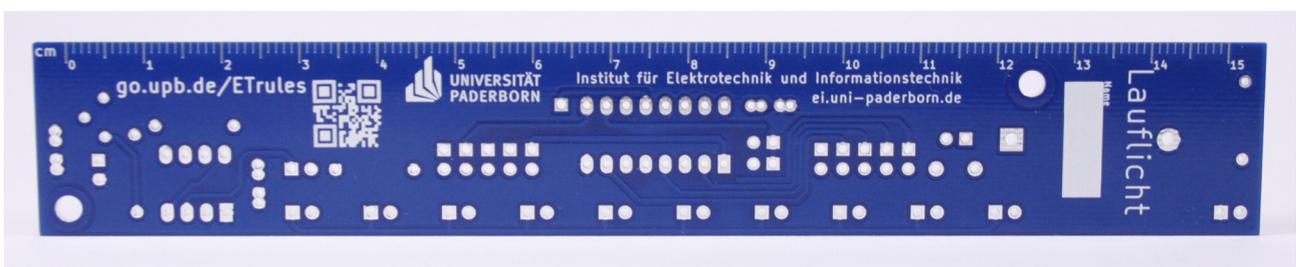


Abbildung 3.2 Platine: Lötseite

3.2 Bauteile

Bei dem Entwurf der Schaltung wurden leicht erhältliche Bauteile verwendet. Die Stückliste enthält die Artikelbezeichnungen der Firma *reichelt elektronik GmbH & Co. KG* (reichelt.de). Du solltest die Bauteile aber auch bei jedem anderen Elektronikhändler bekommen.

Zu den meisten Bauteilen findest du dort auch Datenblätter. In den Datenblättern werden alle technischen Details des Bauteils beschrieben, teilweise auch mit Beispiel-Schaltungen.

Tabelle 3.1: Stückliste

Bauteilnummer	Typ oder Wert	Artikelnummer	Funktionsgruppe
BT1	Knopfzellenhalter	KZH 20-1	Spannungsversorgung
BT1.1	CR2032	Batterie (Knopfzelle 3V)	Spannungsversorgung
D12	LED grün, 3 mm	EVL 1224-10SYGC	Spannungsversorgung
JP12	Jumper, rot	MPE 149-1-002-F1	Spannungsversorgung
R24	100R	K-O SFCN1000T52	Spannungsversorgung
F1	Fuse	LITT 60R020XPR	Spannungsversorgung
C1	100nF	Z5U-5 100N	Lauflicht
D1	LED rot, 5mm	EVL 383-2SDRD/S5 oder RND 135-00032	Lauflicht
D2	LED rot, 5mm	EVL 383-2SDRD/S5 oder RND 135-00032	Lauflicht
D3	LED rot, 5mm	EVL 383-2SDRD/S5 oder RND 135-00032	Lauflicht
D4	LED rot, 5mm	EVL 383-2SDRD/S5 oder RND 135-00032	Lauflicht
D5	LED rot, 5mm	EVL 383-2SDRD/S5 oder RND 135-00032	Lauflicht
D6	LED rot, 5mm	EVL 383-2SDRD/S5 oder RND 135-00032	Lauflicht
D7	LED rot, 5mm	EVL 383-2SDRD/S5 oder RND 135-00032	Lauflicht
D8	LED rot, 5mm	EVL 383-2SDRD/S5 oder RND 135-00032	Lauflicht
D9	LED rot, 5mm	EVL 383-2SDRD/S5 oder RND 135-00032	Lauflicht
D10	LED rot, 5mm	EVL 383-2SDRD/S5 oder RND 135-00032	Lauflicht
J1	Conn_01x01_Male		Lauflicht
JP1	Jumper, blau	MPE 149-1-002-F3	Lauflicht
JP2	Jumper, blau	MPE 149-1-002-F3	Lauflicht
JP3	Jumper, blau	MPE 149-1-002-F3	Lauflicht
JP4	Jumper, blau	MPE 149-1-002-F3	Lauflicht
JP5	Jumper, blau	MPE 149-1-002-F3	Lauflicht
JP6	Jumper, blau	MPE 149-1-002-F3	Lauflicht
JP7	Jumper, blau	MPE 149-1-002-F3	Lauflicht
JP8	Jumper, blau	MPE 149-1-002-F3	Lauflicht
JP9	Jumper, blau	MPE 149-1-002-F3	Lauflicht

Bauteilnummer	Typ oder Wert	Artikelnummer	Funktionsgruppe
JP10	Jumper, blau	MPE 149-1-002-F3	Lauflicht
JP11	Jumper, schwarz	MPE 149-1-002-F0	Lauflicht
JP13	Jumper, schwarz	MPE 149-1-002-F0	Lauflicht
JP14	Jumper, schwarz	MPE 149-1-002-F0	Lauflicht
R1	56R	K-O SFCN56ROT52	Lauflicht
U1	4017HC	74HC 4017	Lauflicht
U1.1	IC-Sockel 16 pol	GS 16P	Lauflicht
C2	2 μ 2	RAD 105 2,2/100	Takt
C3	100nF	Z5U-5 100N	Takt
C4	optional		Takt
R2	10k	Metall 10,0K	Takt
R3	10k	Metall 10,0K	Takt
RV1	220k	64Y-200K	Takt
U2	NE555CP	TLC 555 CP	Takt
U2.2	IC-Sockel 8 pol	GS 8P	Takt
	Stiftleiste 36 pol	SL 1X36G 2,54	Stifte für Jumper

Anmerkungen:

Die zweipoligen Stiftleisten (JP1 bis JP12), auf die die Jumper gesteckt werden und der einzelne Stift (J1) müssen aus der 36-poligen Stiftleiste entnommen werden. Dazu kannst du die jeweils benötigte Menge von dem Streifen abbrechen.

Der Kondensator C4 wird nicht benötigt. Der Platz auf der Platine ist für spätere Experimente bzw. Erweiterungen vorgesehen.

3.2.1 Hinweise zur Schreibweise von Einheiten und Größenangaben

Aus der Schule sind dir vermutlich einige der bisher benutzten Größen und Einheiten bekannt, z. B. die elektrische Spannung (U) mit der Einheit Volt (V) oder der elektrische Widerstand (R) mit der Einheit Ohm (Ω).

Häufig kommt es vor, dass in den Schaltungen auf die Angabe der Einheit verzichtet wird, so wie in Tabelle 3.2: Verwendete Widerstände und ihre Farbcodierung.

Für R24 steht dort als Wert 100R oder für R2 ist der Wert 10k angegeben.

In diesem Fall steht R für Ω und k für kilo = 1000, der Faktor mit dem die Zahl multipliziert wird. D.h. R24 hat den Wert 100 Ω und R2 den Wert 10000 Ω .

- k = kilo = 1.000

- M = Mega = 1.000.000

Ähnliches gilt für die Kondensatoren, deren Kapazität in Farad (F) angegeben wird.

Übliche Faktoren sind:

- m = milli = 0,001 = 10^{-3}
- μ = mikro = 0,000.001 = 10^{-6}
- n = nano = 0,000.000.001 = 10^{-9}

Steht der Buchstabe zwischen zwei Zahlen, so wird er als Komma interpretiert, z. B. $2\mu 2 = 2,2 \mu\text{F}$. Dies gilt für Widerstände als auch für Kondensatoren gleichermaßen.

Überprüfe vor den nun folgenden Schritten die Vollständigkeit der Bauteile und mache dich mit einigen Besonderheiten vertraut.

So gibt es z. B. neben Bauteilen ohne Polarität (kein Pluspol und kein Minuspol) auch Bauteile mit Polarität. Diese Bauteile dürfen nicht verpolt, d. h. falsch herum eingebaut werden.

Außerdem gibt es optisch ähnliche Bauteile mit unterschiedlicher Funktion, wie die Kondensatoren C1 und C3, die ähnlich aussehen wie die Sicherung F1. Die Bauteile kannst du anhand ihrer Größe und Beschriftung unterscheiden.

Die Kondensatoren C1 und C3 sind kleiner als F1 und haben den Aufdruck „104“ und „K5W“. Die Sicherung F1 ist mit „LE60 020X NM21“ beschriftet.

3.2.2 Verwendete Bauteile mit Polarität

Leuchtdiode (LED)

Bei unserer Schaltung werden zwei verschiedene Typen LED benutzt, die sich in Farbe (grün mit klarem Gehäuse und rot mit durchfärbten Gehäuse) und Größe (Durchmesser: 3 mm und 5 mm) unterscheiden.

Das längere Beinchen einer LED ist die Anode (Pluspol), das kürzere die Kathode (Minuspol).

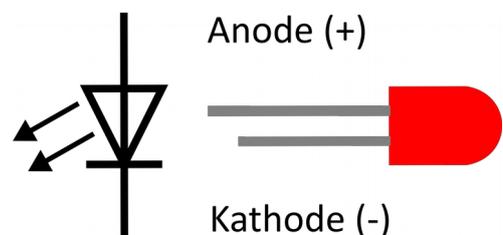


Abbildung 3.3: LED, Schaltzeichen, Bauform und Polarität

Integrated Circuit (IC)

ICs sind die kleinen schwarzen Bauteile mit vielen (bei uns 8 oder 16) Anschlussbeinchen. Am Gehäuse befindet sich eine Markierung (Halbrunde Vertiefung auf der Seite ohne Kontakte oder runde Vertiefung in der Nähe von Kontakt 1) für die korrekte Montage. Die Anschlüsse sind nummeriert. Es wird von oben auf das Bauteil schauend gegen den Uhrzeigersinn gezählt.

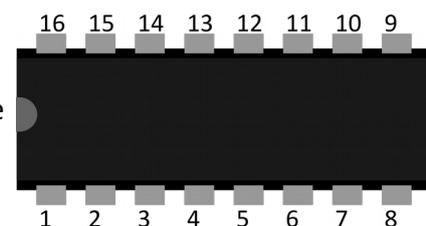


Abbildung 3.4 IC

Da diese Bauteile keine langen Lötzeiten vertragen, sollte sie auch nicht durch ungeübte Bastler

eingelötet werden. Darum lötet man IC-Sockel ein, in die dann später (bei der Inbetriebnahme) die ICs eingesetzt werden.

In unserer Schaltung kommen ICs einer bestimmten Bauart (CMOS) zum Einsatz, die mit einer niedrigen Versorgungsspannung von $U = 3\text{ V}$ funktionieren.

Allerdings sind diese Bauteile empfindlich bezüglich elektrostatischer Aufladung. Darum sollten die ICs bis sie eingesetzt werden auf dem schwarzen (leitfähigen) Schaumstoff verbleiben.

Im Umgang mit den ICs solltest du beachten, die Anschlussbeinchen nach Möglichkeit nicht zu berühren.

Elektrolytkondensator („Elko“)

In der Schaltung wird ein Elko (C2) eingesetzt. Wert und Polarität sind aufgedruckt. Und auch hier gilt wie bei der LED, das längere Beinchen ist der Pluspol.

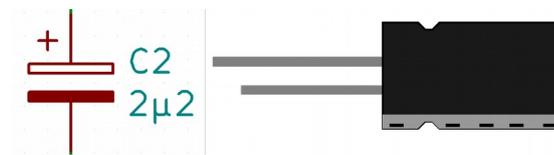


Abbildung 3.5: Kondensator C2

Beim Einsetzen des Kondensators in die Platine kannst du dich an dem Bestückungsaufdruck orientieren.

Der Pluspol ist mit einem „+“ gekennzeichnet und die Kreishälfte ist leer. Der Minuspol ist durch eine weiß gefüllte Kreishälfte gekennzeichnet.

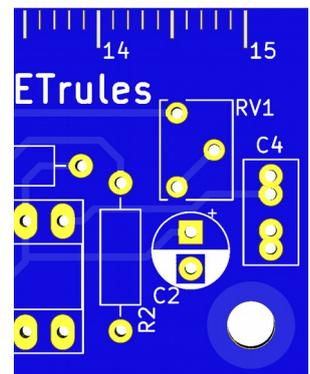


Abbildung 3.6: Kondensatorposition

Gefahrenhinweis: Ein Elko sollte niemals falsch herum angeschlossen werden, C2 da dieser sonst platzen könnte.

3.3 Werkzeug

Für das Bestücken und Löten reichen ein paar einfache Werkzeuge aus:

- Seitenschneider
- Lötkolben (mit Lötzinn und Reinigungsmöglichkeit der Lötspitze)
- Schlitzschraubendreher, klein
- Spitzzange (bei Bedarf)
- Arbeitsunterlage

3.4 Bestückung und Inbetriebnahme

Für Lötanfänger oder als Auffrischung empfehlen wir die Anleitung „Löten ist einfach“ (Übersetzung von: „Soldering Is Easy“ von Mitch Altman). Diese findest du im Netz oder auf unseren Seiten (go.upb.de/ETrules).

3.4.1 Montage der Bauteile

Lege dir die Bauteile bereit.

ICs, Jumper und Batterie werden noch nicht benötigt.

Du solltest mit den niedrigen Bauteilen (Widerstände) beginnen und diese nacheinander wie folgt montieren und löten:

1. Ermittle den benötigten Widerstand anhand der folgenden Tabelle oder mit Hilfe eines Vielfachmessgerätes.

Tabelle 3.2: Verwendete Widerstände und ihre Farbcodierung

Bauteilnummer	Wert in Ω	Ring 1	Ring 2	Ring 3	Ring 4	Ring 5
R1	56	Grün	Blau	Schwarz	Gold	Braun
R2, R3	10.000 = 10k	Braun	Schwarz	Schwarz	Rot	Braun
R24	100	Braun	Schwarz	Schwarz	Schwarz	Braun

2. Biege den Widerstand rechtwinklig ab und platziere ihn an der vorgesehenen Stelle auf der Platine.

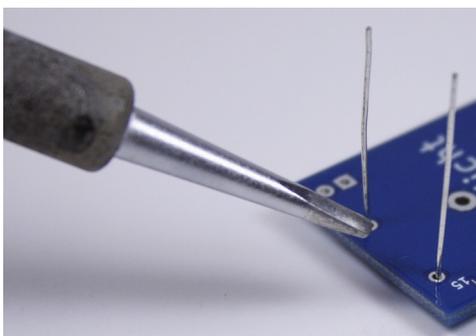


*Abbildung 3.7
Widerstand
gebogen*



*Abbildung 3.8
Widerstand
eingesetzt*

3. Löte den Widerstand fest und achte darauf, dass er beim Festlöten plan aufliegt.



*Abbildung 3.9 Ansetzen der
Lötspitze*

4. Schneide die überstehenden Anschlüsse mit einem Seitenschneider ab.
5. Prüfe die Bauteilpositionen und die Qualität der Lötstellen.
6. Fahre mit dem Einlöten der nächst höheren Bauteile fort bis alle Bauteile eingelötet sind.

3.4.2 Inbetriebnahme

Die Schaltung besitzt keinen Schalter zum Ein- bzw. Ausschalten. Dies wird durch Setzen eines Jumpers auf zwei Metallstifte realisiert. Falls du gerne einen Schalter benutzen möchtest, findest du dazu Hinweise im Abschnitt 4 *Erweiterter Betrieb*.

Die Inbetriebnahme kann in mehreren Schritten erfolgen.

Spannungsversorgung

1. Setze die Batterie BT1.1 in die Halterung BT1 ein.
2. Setze den roten Jumper auf die Stifte JP12, die grüne LED D12 sollte jetzt leuchten.

Der Jumper JP12 dient hier quasi als Schalter, d. h. damit wird die Schaltung ein- und ausgeschaltet.

Wichtig: Vor den nächsten Schritten auf jeden Fall den roten Jumper (JP12) entfernen. Die Schaltung muss spannungsfrei ($U_B = 0\text{ V}$) sein.

Wenn du ganz sicher gehen willst, nimmst du die Batterie wieder aus der Halterung.

Taktgeber und Lauflicht

Für die beiden Funktionsgruppen müssen die ICs U1 und U2 und weitere Jumper eingesetzt werden.

Üblicherweise sind die Beinchen der ICs nicht passend auf den IC-Sockel ausgerichtet und müssen darum leicht nach innen gebogen werden. Wenn du darauf achtest, dass du nicht elektrostatisch aufgeladen bist, kannst du die Beine berühren und vorsichtig biegen.

Setze die ICs in die passenden Sockel, achte dabei auf die Ausrichtung (Kerbe oder Punkt, siehe Abschnitt Integrated Circuit (IC)):

1. Das Bauteil U2 (NE555CP) an die Stelle U2.
2. Das Bauteil U1 (4017HC) an die Stelle U1.

Abschließend setzt du die (blauen) Jumper JP1 bis JP10 und die (schwarzen) Jumper JP11 bis JP13.

Danach kannst du wieder die Spannungsversorgung einschalten.

Jetzt sollte das Lauflicht funktionieren.

Einstellen der Lauflichtgeschwindigkeit

Durch Verstellen des Trimmers RV1 kannst du die Geschwindigkeit ändern.

Setze einen kleinen Schraubendreher oben auf die kleine Schraube auf und drehe in eine beliebige Richtung. Sollte sich die Geschwindigkeit nicht ändern, drehe in die andere Richtung. Die Schraube lässt bei Endanschlag 25 mal in die andere Richtung drehen. Der Endanschlag ist an einem leisen „Klicken“ zu erkennen (hörbar).

4 Erweiterter Betrieb

Einige der Bauteile und Anschlüsse ermöglichen weitere Funktionen der Schaltung. Einige Möglichkeiten stellen wir folgend vor.

4.1 Ein-/Ausschalter

Möchtest du die Schaltung mit einem Schalter ein- und ausschaltbar machen, kannst du die (beiden) Schaltkontakte eines externen Schalters mit Leitungen an den Stiften von JP12 anbringen.

Wenn du sie anlötetest, musst du darauf achten, die Kontakte nicht versehentlich zu verbinden (Kurzschluss). Wenn du sicher gehen willst, isolierst du nach dem Löten mindestens eine der Lötstellen mit Isolierband oder Schrumpfschlauch.

Mit Buchsenleisten (wie RND 205-00642 (RND Buchsenleiste, 2-pol, RM 2,54 mm), reichelt.de), an die du die Leitungen lötest, kannst du die Verbindung auch steckbar machen.

4.2 Externer Takt

Wenn du bei laufendem Lauflicht den Jumper JP11 entfernst, bleibt das Lauflicht stehen. Eine der LEDs leuchtet dauerhaft.

Schließt du an PIN 2 von JP11 ein (externes) Taktsignal („Takt“ bzw. weil es eine Spannung ist $U_{\text{Takt,extern}}$) bestimmter Form und Spannung an, wird das Lauflicht davon gesteuert.

Das IC (U1) reagiert bei einer Änderung der Spannung $U_{\text{Takt,extern}}$ an PIN14 (CLK) von

$U_{\text{Takt,extern}} = U_B = 3 \text{ V}$ auf $U_{\text{Takt,extern}} = U_B = 0 \text{ V}$.

4.3 Zählererweiterung (Kaskadierung)

Über den Ausgang Cout (PIN12) des ICs U1 kann ein weiteres Lauflicht extern angesteuert werden. Damit erhält man einen Zähler, der von 0 bis 99 zählt.

Der erste Zähler repräsentiert die Zahlen von 0 bis 9, der zweite die Zehner.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Blockschaltbild der Schaltung.....	5
Abbildung 3.1 Platine: Bestückungsseite.....	6
Abbildung 3.2 Platine: Lötseite.....	6
Abbildung 3.3 LED.....	8
Abbildung 3.4 IC.....	9
Abbildung 3.5 Widerstand gebogen.....	10
Abbildung 3.6 Widerstand eingesetzt.....	10
Abbildung 3.7 Ansetzten der Lötspitze.....	11

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Stückliste.....	8
Tabelle 3.2: Widerstände.....	10