



Aufbau- und Bedienungsanleitung

Felix Pflaum

Teil I.

Aufbauanleitung

1. Vorbereitung

FUOCO STEP besteht aus zwei Platinen (=PCBs), der Basis (kleine Platine) und dem Panel (große Platine), zum Lieferumfang des Bausatzes gehören neben den Platinen und ihren Lötteilen, die in den Tabellen in den jeweiligen Unterkapiteln aufgeführt wurden:

- Koffer Seahorse SE-120
- Blei-Gel-Akku 12 V/1,2 A h
- Hauptschalter mit blauer LED
- Spannungsanzeige
- Micro-USB-Anschluss für Gehäusemontage
- Schlüsselschalter
- Druckschalter für Durchgangstest
- Drehschalter mit elf Widerständen und drei Kabeln (rot, gelb, schwarz)
- Crimpbuchse mit drei Kabeln (rot, weiß, grau)
- Crimpbuchse mit acht Kabeln (blau, schwarz, rot, schwarz, violett, violett, gelb, gelb)
- Je ein rotes und ein schwarzes Kabel mit und ohne Kabelschuh (also insg. vier Kabel)
- Ein Paar Deans-Steckverbinder (Buchse für Anschluss an Batterie, Stecker an PCB)
- Isolationsabdeckung für Lötkontakte auf der Paneloberseite
- Vier Distanzhülsen der Länge 11 mm als Abstandshalter zwischen Basis und Panel
- Vier Gewindeschrauben M3x16 mit Muttern zur Verschraubung der beiden Platinen
- Zwei Gewindeschrauben M3x6 mit Muttern zur Befestigung der Lötstellenabdeckung am Panel
- Zwei Gewindeschrauben M2x6 mit Muttern zur Befestigung der Spannungsanzeige im Panel
- Sechs Blechschrauben 3x10 zur Verschraubung des Panels mit dem Koffer
- Schrumpfschlauchabschnitte der Durchmesser 26 mm (grün), 6,4 mm (blau), 4,8 mm (schwarz) und 3,2 mm (blau)

1.1. Benötigtes Werkzeug

Für den Aufbau braucht man:

- Lötkolben
- Lötzinn
- Seitenschneider

1. Vorbereitung

- Cuttermesser
- Kreuzschraubendreher PH1 oder PZ1
- Zange oder Maulschlüssel zum Festhalten/Drehen von Muttern
- Heißluftfön zum Schrumpfen von Schrumpfschläuchen
- Gewebeband
- Maßband/Meterstab
- Multimeter, Entlötlitze und -pumpe können sich für die Fehlerkorrektur als hilfreich erweisen, sind aber nicht zwingend notwendig

1.2. Wichtige Hinweise

Wenig ist frustrierender als umsonst verrichtete harte Arbeit, vom im wahrsten Sinne des Wortes verbrannten Geld bei Zerstörung von Platine oder Bauteilen ganz zu schweigen. Daher bitte beachten:

- Beim Löten Zeit lassen, gewissenhaft und gründlich arbeiten. Auf eine saubere Trennung der Lötstellen achten, speziell bei enger Nachbarschaft (Stift- und Buchsenleisten, integrierte Schaltungen, ...). Ein sehr gutes, wenn auch leider englischsprachiges Lehrvideo zum korrekten Löten gibt es unter <https://www.youtube.com/watch?v=IpkkfK937mU>, bei der die Löttemperatur sollte bei Verwendung von bleihaltigem Lötzinn nicht höher als 350 °C liegen¹.
- Den Arbeitsbereich übersichtlich halten. Beim Lötkolben ist nicht nur die Spitze heiß, daher alles so arrangieren, dass man auch wirklich nur die Lötstelle berührt und nicht unbeabsichtigt frei hängenden Kabel oder andere Bauteile anbrennt/schmilzt.
- In der Elektronik ist es üblich, identische Gehäuse für unterschiedliche Bauteile zu verwenden, in unserem Fall beispielsweise für die Transistoren Q19 und Q20 oder die drei Zementwiderstände, welche optisch nur anhand der Beschriftung auf dem Gehäuse unterscheidbar sind. Daher erst genau schauen, dann löten, denn gerade bei den integrierten Schaltungen mit vier oder mehr Kontakten ist ein nachträgliches Auslöten ziemlich kompliziert und führt häufig zu Schäden an Bauteil und/oder Platine. Immer genau die Bezeichnung überprüfen, damit alles seinen korrekten Platz findet, um eine funktionsfähige Schaltung zu garantieren.
- Was für den Bauteiltyp gilt, gilt auch für die Orientierung. Mit wenigen Ausnahmen muss diese entweder aus Platz- oder Funktionsgründen beachtet werden. Verpolte Elektrolytkondensatoren können zudem sehr spektakulär explodieren und das wollen wir doch lieber den pyrotechnischen Gegenständen überlassen!
- Vor dem Anschließen des Akkus an die Platine noch einmal kritisch prüfen, dass man keine unerwünschten Verbindungen hergestellt hat. Der Akku liefert für einige Sekunden problemlos Strom im zweistelligen Amperebereich, für die manche Bauteile und Leiterzüge nicht ausgelegt sind.

¹Der Grund dafür ist, dass das Flussmittel, welches im Lötzinn enthalten ist und Oxidation in der Lötstelle verhindern soll, bei höheren Temperaturen zu schnell verdampft und seine Aufgabe nicht mehr erfüllen kann.

2. Aufbau

2.1. Panel

Bauteilindex

Die in der Platine zu verlötenden Teile sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Reference	Value/Name	Package
CH		
CH1	CH	LMZFL_7-2-135-3.5
CH2	CH	LMZFL_7-2-135-3.5
CH3	CH	LMZFL_7-2-135-3.5
CH4	CH	LMZFL_7-2-135-3.5
CH5	CH	LMZFL_7-2-135-3.5
CH6	CH	LMZFL_7-2-135-3.5
CH7	CH	LMZFL_7-2-135-3.5
CH8	CH	LMZFL_7-2-135-3.5
CH9	CH	LMZFL_7-2-135-3.5
CH10	CH	LMZFL_7-2-135-3.5
CH11	CH	LMZFL_7-2-135-3.5
CH12	CH	LMZFL_7-2-135-3.5
CH13	CH	LMZFL_7-2-135-3.5
CH14	CH	LMZFL_7-2-135-3.5
CH15	CH	LMZFL_7-2-135-3.5
CH16	CH	LMZFL_7-2-135-3.5
D		
D1	LED	LED_D3.0mm
D2	LED	LED_D3.0mm
D3	LED	LED_D3.0mm
D4	LED	LED_D3.0mm
D5	LED	LED_D3.0mm
D6	LED	LED_D3.0mm
D7	LED	LED_D3.0mm
D8	LED	LED_D3.0mm
D9	LED	LED_D3.0mm
D10	LED	LED_D3.0mm
D11	LED	LED_D3.0mm
D12	LED	LED_D3.0mm
D13	LED	LED_D3.0mm
D14	LED	LED_D3.0mm
D15	LED	LED_D3.0mm
D16	LED	LED_D3.0mm
D17	ACTIVE	LED_D5.0mm
D18	TRIGGERED	LED_D5.0mm
D19	ARMED	LED_D5.0mm
D20	DATA	LED_D5.0mm

2. Aufbau

Reference	Value/Name	Package
J		
J1	Conn_02x22_Odd_Even	PinHeader_2x22_P2.54mm_Vertical
TR		
TR1	CH	LMZFL_7-2-135-3.5

Vorgehensweise

Die Bauteile sollten von klein nach groß eingelötet werden und jeweils bündig auf der Platine aufliegen:

1. Die 3-mm-LEDs, hierbei ist auf korrekte Polarität zu achten: Der kürzere Draht an der abgeflachten Seite der LED gehört ins quadratische Lötpad, der längere Draht ins runde. Drähte nach dem Einlöten kürzen.
2. Die 5-mm-LEDs, hier hinsichtlich Polarität analog zu den 3-mm-LEDs vorgehen. Die Farbzuordnung lautet:
 - ARMED: rot
 - DATA: geld
 - ACTIVE: orange
 - TRIGGERED: grün

Drähte nach dem Einlöten kürzen.

3. Die Klemmen, welche logischerweise mit ihren Öffnungen nach vorne zeigen sollen
4. Die Stiftleiste, die im Gegensatz zu den anderen Bauteilen von der Unterseite zu stecken und von der Oberseite zu löten ist

Der Zwischenstand sollte dann in etwa so aussehen wie in Abbildung 2.1, wobei die LEDs nicht farbecht dargestellt sind.

Anschließend müssen die restlichen Löcher in der Platine gefüllt werden:

Drehschalter Die Schritte zur Konfektionierung des Drehschalters sind in Abbildung 2.2 illustriert. Den Schalter hierzu kopfüber positionieren, um bequem an der Unterseite arbeiten zu können.

Zunächst müssen die elf kleinen Widerstände von innen nach außen zwischen den Kontakten 1 und 2, 2 und 3, 3 und 4, ..., 11 und 12 gesteckt werden, nur die Lücke zwischen 1 und 12 bleibt frei (Bild links oben). Anschließend werden die Drahtpaare an den Pins 2 bis 11 gelötet; 1, 12 noch nicht verlöten, erst Kabel anbringen (Bild rechts oben). Am Pin 1 ist das kurze schwarze, am Pin 12 das kurze rote und zusätzlich am inneren Pin das kurze gelbe Kabel anzulöten (Bild links unten). Falls ein Multimeter zur Verfügung steht, sollte jetzt kontrolliert werden, ob zwischen rotem und schwarzem Kabelende ein Widerstand im Bereich von 110 kΩ gemessen wird. Falls nicht, alle Lötstellen noch einmal genau überprüfen bzw. nacharbeiten und neu messen. Liegt der Widerstand schließlich im angestrebten Bereich, kann man abschließend den grünen Schrumpfschlauch auf den Schalter ziehen und per Fön erhitzen, wobei die Kabel noch herausstehen sollen (Bild rechts unten).

Nun den Schalter in die Platine stecken, festschrauben und die Schalterkappe befestigen. Am Ende müssen dann die drei Kabel auf der Platine festgelötet werden. Hierzu zunächst die Pads kräftig mit Lötzinn vorverzinne, die Kabel am Ende der Isolierung abknicken, Pad erhitzen und Kabelende in den Zinn drücken: rot bei Pad „3,3V“, gelb bei Pad „ADC“ und schwarz bei Pad „GND“.

Testschalter In die Platine stecken und festschrauben

Schlüsselschalter In die Platine stecken und festschrauben, dabei darauf achten, dass der rote Punkt am Schalter bei „Inactive“, der grüne bei „Armed“ liegt.

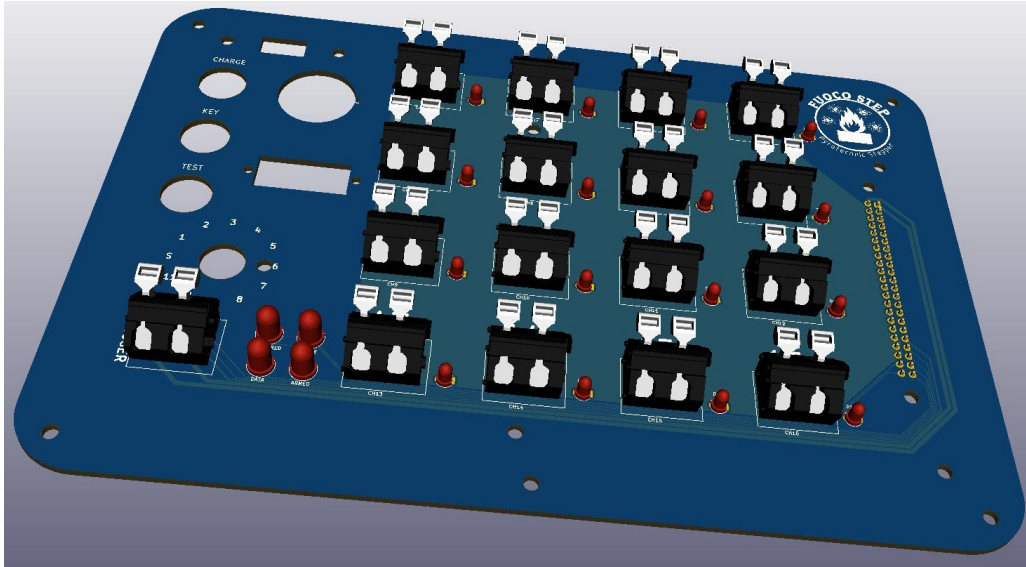


Abbildung 2.1.: Gelötetes Panel

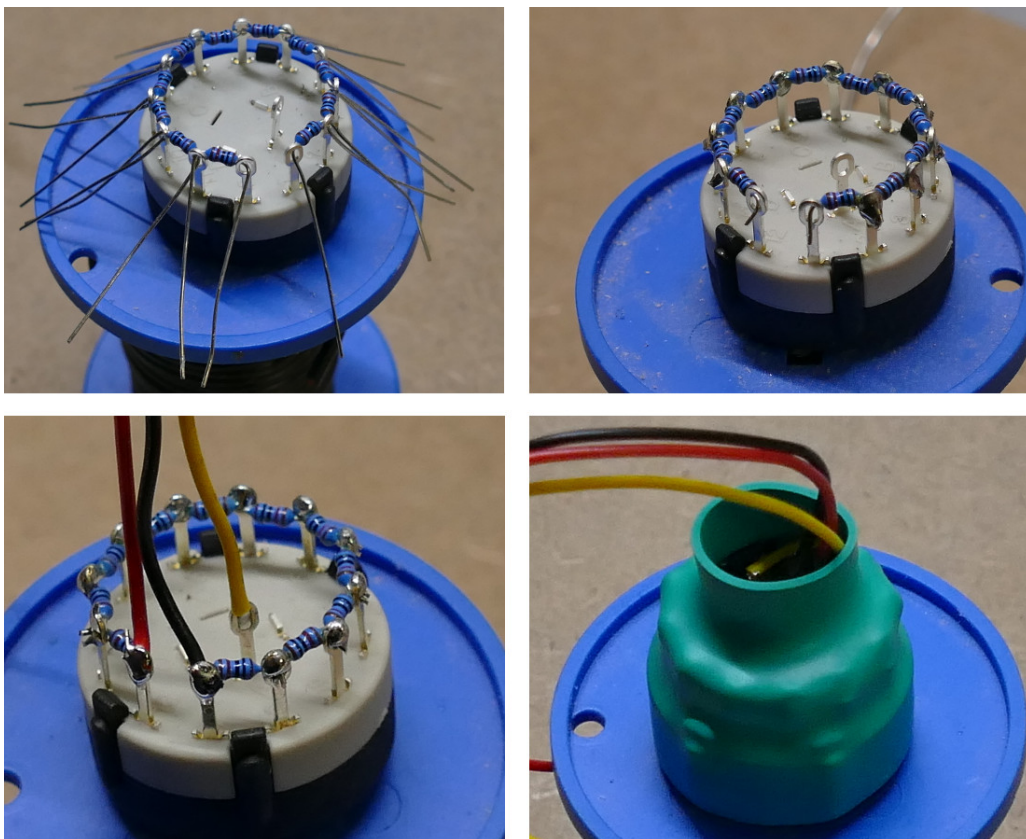


Abbildung 2.2.: Konfektionierung des Drehschalters: Stecken der Widerstände, Verlöten der Widerstände, Verlöten der Kabel, Isolierung mittels Schrumpfschlauch (von links oben nach rechts unten)

2. Aufbau

Ladebuchse Den mittleren Kontakt auf der Unterseite abzwicken, dann in die Platine stecken und festschrauben. Vor dem späteren Löten (siehe weiter unten) die Gummiabdeckung öffnen, damit der Gummi durch die Hitze keinen Schaden nimmt!

Spannungsanzeige In die Platine stecken und mit den M2-Schrauben und zugehörigen Muttern festschrauben

Hauptschalter In die Platine stecken, bis er einrastet (erfordert mehr als nur sanften Druck)

Micro-USB-Anschluss Mit den zugehörigen Schrauben festschrauben

Abdeckung der Lötstellen Mit den beiden M3x6-Schrauben und passenden Muttern befestigen

Die Bedien- und Anzeigeelemente, welche in der Platine verschraubt sind, müssen nun noch mit den entsprechenden Kabeln verbunden werden, die später den Kontakt zur Steuerplatine herstellen.

Hierfür zunächst die Schrumpfschlauchabschnitte vorbereiten:

- Vom Schrumpfschlauch mit 6,4 mm Durchmesser drei Teile mit je 15 mm Länge abschneiden (für die Hauptschalterkontakte), den Rest in zwei gleiche Hälften zerschneiden (für die Befestigung am Akku).
- Aus dem Schrumpfschlauch mit 4,8 mm Durchmesser vier gleichlange Teile herstellen (für die Deans-Verbinder)
- Aus dem Schrumpfschlauch mit 3,2 mm Durchmesser sechs gleichlange Teile herstellen (für Ladebuchse, Schlüssel- und Testschalter)

Beim dreipoligen Crimpgehäuse zunächst die drei kurzen Schrumpfschlauchstücke des Durchmessers 6,4 mm über die losen Kabelenden bis zum Gehäuse schieben und folgendermaßen verlöten: Rotes Kabel an den äußeren silbernen Kontakt des Hauptschalters, weißes Kabel an den Mittelkontakt und graues Kabel an den goldenen Kontakt. Kontakte danach mit den vorher aufgeschobenen Schrumpfschläuchen isolieren.

Beim achtpoligen Crimpgehäuse zunächst Schrumpfschläuche des Durchmessers 3,2 mm über die gelben, violetten sowie das dicke rote und schwarze Kabel bis zum Gehäuse schieben und folgendermaßen verlöten: Rotes dickes Kabel an den L-förmigen Kontakt der Ladebuchse, welcher mit dem Stift verbunden ist, schwarzes dickes Kabel an den Außenkontakt. Die beiden violetten Kabel gehören an den Schlüsselschalter, die beiden gelben Kabel an den Testschalter. Kontakte anschließend mit Schrumpfschlauch isolieren.

Das dünne blaue Kabel muss mit den beiden inneren Kontakten des Displays verbunden werden, das dünne schwarze Kabel mit dem Außenkontakt (siehe Abbildung REFERENZ).

2.2. Basis

Bauteilindex

Die in der Platine zu verlötenden Teile sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Reference	Value/Name	Package
C		
C1	100n	C_Disc_D3.8mm_W2.6mm_P2.50mm
C2	100n	C_Disc_D3.8mm_W2.6mm_P2.50mm
C3	100n	C_Disc_D3.8mm_W2.6mm_P2.50mm
C4	100n	C_Disc_D3.8mm_W2.6mm_P2.50mm
C5	100n	C_Disc_D3.8mm_W2.6mm_P2.50mm
C6	100n	C_Disc_D3.8mm_W2.6mm_P2.50mm
C7	100n	C_Disc_D3.8mm_W2.6mm_P2.50mm
C8	100n	C_Disc_D3.8mm_W2.6mm_P2.50mm
C9	10u	CP_Radial_D6.3mm_P2.50mm
C10	10u	CP_Radial_D6.3mm_P2.50mm
C11	100n	C_Disc_D3.8mm_W2.6mm_P2.50mm
C12	100n	C_Disc_D3.8mm_W2.6mm_P2.50mm
C13	4m7	CP_Radial_D18.0mm_P7.50mm
C14	4m7	CP_Radial_D18.0mm_P7.50mm
C15	100n	C_Disc_D3.8mm_W2.6mm_P2.50mm
D		
D1	1N4001	D_DO-41_SOD81_P10.16mm_Horizontal
D2	1N4001	D_DO-41_SOD81_P10.16mm_Horizontal
J		
J1	Conn_02x22_Odd_Even	PinSocket_2x22_P2.54mm_Vertical
J2	Conn_01x03	Molex_KK-254_AE-6410-03A_1x03_P2.54mm_Vertical
J3	Conn_01x08	Molex_KK-254_AE-6410-08A_1x08_P2.54mm_Vertical
J4	Conn_01x05	PinHeader_1x05_P2.54mm_Vertical
J5	Conn_02x05_Odd_Even	IDC-Header_2x05_P2.54mm_Vertical
J6	Conn_01x02	PinHeader_1x02_P2.54mm_Vertical
J7	USB_B_Micro	MIUSB-F5MX-BB-U
Q		
Q1	IRF3708	TO-220-3_Vertical
Q2	IRF3708	TO-220-3_Vertical
Q3	IRF3708	TO-220-3_Vertical
Q4	IRF3708	TO-220-3_Vertical
Q5	IRF3708	TO-220-3_Vertical
Q6	IRF3708	TO-220-3_Vertical
Q7	IRF3708	TO-220-3_Vertical
Q8	IRF3708	TO-220-3_Vertical
Q9	IRF3708	TO-220-3_Vertical
Q10	IRF3708	TO-220-3_Vertical
Q11	IRF3708	TO-220-3_Vertical
Q12	IRF3708	TO-220-3_Vertical
Q13	IRF3708	TO-220-3_Vertical
Q14	IRF3708	TO-220-3_Vertical
Q15	IRF3708	TO-220-3_Vertical
Q16	IRF3708	TO-220-3_Vertical
Q17	BC337	TO-92_Inline_Wide

2. Aufbau

Reference	Value/Name	Package
Q18	IRF4905	TO-220-3_Vertical
Q19	BC337	TO-92_Inline_Wide
Q20	BC327	TO-92_Inline_Wide
R		
R1	10k	R_Axial_DIN0207_L6.3mm_D2.5mm_P10.16mm_Horizontal
R2	4k7	R_Axial_DIN0207_L6.3mm_D2.5mm_P10.16mm_Horizontal
R3	150	R_Radial_Power_L9.0mm_W10.0mm_Px2.90mm_Py2.40mm
R4	2R2	R_Radial_Power_L9.0mm_W10.0mm_Px2.90mm_Py2.40mm
R5	1k5	R_Axial_DIN0207_L6.3mm_D2.5mm_P10.16mm_Horizontal
R6	270	R_Axial_DIN0207_L6.3mm_D2.5mm_P10.16mm_Horizontal
R7	1k0	R_Axial_DIN0207_L6.3mm_D2.5mm_P10.16mm_Horizontal
R8	1k0	R_Axial_DIN0207_L6.3mm_D2.5mm_P10.16mm_Horizontal
R9	330	R_Axial_DIN0207_L6.3mm_D2.5mm_P10.16mm_Horizontal
R10	150k	R_Axial_DIN0207_L6.3mm_D2.5mm_P10.16mm_Horizontal
R11	47k	R_Axial_DIN0207_L6.3mm_D2.5mm_P10.16mm_Horizontal
R12	1k0	R_Axial_DIN0207_L6.3mm_D2.5mm_P10.16mm_Horizontal
R13	1k0	R_Axial_DIN0207_L6.3mm_D2.5mm_P10.16mm_Horizontal
R14	1k0	R_Axial_DIN0207_L6.3mm_D2.5mm_P10.16mm_Horizontal
R15	1k0	R_Axial_DIN0207_L6.3mm_D2.5mm_P10.16mm_Horizontal
R16	47	R_Radial_Power_L9.0mm_W10.0mm_Px2.90mm_Py2.40mm
RN		
RN1	10k	R_Array_SIP9
RN2	10k	R_Array_SIP9
RN3	4k7	R_Array_SIP9
RN4	4k7	R_Array_SIP9
U		
U1	ATmega328P-PU	DIP-28_W7.62mm
U2	74HC595	DIP-16_W7.62mm
U3	74HC595	DIP-16_W7.62mm
U4	LM1084-3.3	TO-220-3_Vertical
U5	SFH620A-3	DIP-4_W7.62mm
U6	MCP6002-xP	DIP-8_W7.62mm
U7	MCP2221_IP	DIP-14_W7.62mm
U8	XL6009_Module	XL6009_STEP-UP-MODULE

Vorgehensweise

Die Bauteile sollten auch hier von klein nach groß eingelötet werden und jeweils bündig auf der Platine aufliegen, sofern nichts anderes vermerkt ist:

1. Die kleinen Widerstände R1, R2, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15 in der Bauform 0207. Hier spielt die Polarität keine Rolle, allerdings ist auf die Werte zu achten, die anhand der Farbringe festgestellt werden können¹. Tabelle 2.3

¹Falls sich jemand genauer für die Kennzeichnung der Widerstände interessiert: jede Farben symbolisiert eine Zahl, nämlich schwarz=0, braun=1, rot=2, orange=3, gelb=4, grün=5, blau=6, violett=7, grau=8, weiß=9. Der Widerstandswert in Ohm ist bei fünf Ringen folgendermaßen zu lesen: $(100 \cdot \text{Ring1} + 10 \cdot \text{Ring2} + \text{Ring3}) \cdot 10^{\text{Ring4}}$ mit einer Toleranz von Ring5, wobei bei Ring 5 braun=1 %, rot=2 %, grün=0,5 %, blau=0,25 %, violett=0,1 %, gold=5 % und silber=10 % bedeutet. Gold und silber können auch als Farben des Toleranzrings 4 auftreten, gold=-1, silber=-2. Der kleinste darstellbare Widerstandswert größer 0 Ω mit 1-%-Toleranz wäre also die Kombination schwarz-schwarz-braun-silber-braun, dies entspricht 0,01 Ω, der größte so darstellbare Wert wäre weiß-weiß-weiß-weiß-braun, also 999 GΩ.

Wert	1. Ring	2. Ring	3. Ring	4. Ring	5. Ring
270 Ω	rot	violett	schwarz	schwarz	braun
330 Ω	orange	orange	schwarz	schwarz	braun
1 k Ω	braun	schwarz	schwarz	braun	braun
1,5 k Ω	braun	grün	schwarz	braun	braun
4,7 k Ω	gelb	violett	schwarz	braun	braun
10 k Ω	braun	schwarz	schwarz	rot	braun
47 k Ω	gelb	violett	schwarz	rot	braun
150 k Ω	braun	grün	schwarz	orange	braun

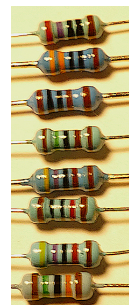


Tabelle 2.3.: Identifizierung der Widerstandswerte

Der „erste“ Ring ist derjenige, der am weitesten außen am Gehäuse angebracht ist, ansonsten den Widerstand so drehen, dass die Farbreihenfolge einer in der Tabelle genannten entspricht, rechts muss immer ein brauner Ring sein.

Besondere Vorsicht ist bei den Werten geboten, die sich nur um Zehnerpotenzen, also nur im vierten Ring unterschieden (1 k Ω und 10 k Ω , 1,5 k Ω und 150 k Ω sowie 4,7 k Ω und 47 k Ω). Hier darauf achten, dass bei den jeweils kleineren Werten der vierte und fünfte Ring dieselbe Farbe besitzen.

Drähte nach dem Einlöten kürzen.

- Die beiden Dioden D1 und D2, wobei die Orientierung wichtig ist. Drähte nach dem Einlöten kürzen.
- Die kleinen 100-nF-Kondensatoren C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C11, C12, C15, Orientierung spielt keine Rolle. Drähte nach dem Einlöten kürzen.
- Den ATmega328P-PU, die beiden 74HC595, den SFH620A-3, den MCP6002 und den MCP2221-I-P, dabei unbedingt auf korrekte Orientierung achten. Die größeren Gehäuse besitzen an einer der kurzen Seiten eine halbkreisförmige Vertiefung, die im Bestückungsdruck auf der Platine nachempfunden ist, beim Optokoppler (U5) ist Pin 1 durch einen Punkt auf dem Gehäuse markiert und gehört ins quadratische der vier Pads.
- Die Buchsenleiste, die im Gegensatz zu den anderen Bauteilen von der Unterseite zu stecken und von der Oberseite zu löten ist
- Die Widerstandsnetzwerke (RN). Wichtig: Der Punkt auf dem schwarzen Gehäuse muss jeweils am quadratischen Lötpad liegen. Aufschrift beachten, die beiden Netzwerke mit der Aufschrift „A472G“ gehören an den Rand der Platine neben der Buchsenleiste, die Netzwerke mit der Aufschrift „A103G“ neben die Schieberegister.
- Die drei Transistoren Q17, Q19 und Q20 im Package TO-92. Auf korrekte Zuordnung achten, da Q20 trotz gleichem Gehäuse ein anderes Modell, nämlich ein BC327 ist als die beiden anderen, bei denen es sich um BC337 handelt. Ebenso korrekte Orientierung sicherstellen und nicht mit Gewalt in die Platine drücken. Es sollen ruhig noch ein paar Millimeter Draht auf der Oberseite heraus schauen, das schwarze Gehäuse soll nicht aufliegen. Drähte nach dem Einlöten kürzen.
- Die Molexkonnektoren J2 und J3, die Plastikwand muss jeweils zur Platinenmitte weisen
- Das Boost-Modul U8: Zunächst die Stiftleiste in vier einzelne Pins zerlegen, indem mit dem Cuttermesser an den verjüngten Stellen der Stiftleiste Druck ausgeübt wird, und diese von der Oberseite in die vier vorgesehenen Löcher in der Platine stecken, so dass der längere Teil des Stifts nach oben zeigt. Beschriftung auf dem Modul mit Beschriftung auf der Platine abgleichen, das Boost-Modul korrekt orientiert in die vier Stifte einfädeln und auf der Oberseite des Moduls verlöten. Anschließend noch die kurzen Enden der Pins auf der Unterseite der Platine anlöten.

2. Aufbau

10. Die Elektrolytkondensatoren **C9** und **C10**. Äußerst wichtig: Der Draht an der weißen Markierung am Gehäuse (kennzeichnet den Minus-Pol) muss jeweils in das Loch im weißen Bereich. Drähte nach dem Einlöten kürzen.
11. Die Feldeffekttransistoren **Q1** bis **Q16** und **Q18** (Vorsicht, Q18 ist ein anderes Modell als die 16 anderen Transistoren!), auf korrekte Orientierung und Beschriftung achten. Beinchen nach dem Einlöten kürzen.
12. Der Spannungsregler **U4**, auf korrekte Orientierung achten. Beinchen nach dem Einlöten kürzen.
13. Die großen Zementwiderstände – die Werte der Widerstände sind auf dem Gehäuse aufgedruckt; darauf achten, die richtigen Werte an der richtigen Stelle einzulöten. Orientierung ist durch verfügbaren Platz und Bestückungsdruck vorgegeben, auch wenn die Polarität bei Widerständen keine Rolle spielt. Die Drähte nehmen nahe am Gehäuse Lötzinn nicht so leicht auf, daher geduldig sein und Lötzinn nachführen, bis sich eine schöne kegelförmige Lötstelle bildet. Drähte nach dem Einlöten kürzen.
14. Die großen 4700-µF-Kondensatoren **C13** und **C14**, der Draht an der weißen „-“-Markierung am Gehäuse muss jeweils in das Loch im weißen Bereich. Drähte nach dem Einlöten kürzen.

Die Micro-USB-Buchse **J7** sollte bereits vorbestückt gewesen sein, die beiden Stiftleisten **J4** und **J6**, müssen nicht bestückt werden. Auch der Wannenstecker **J5** wird im Normalfall nicht benötigt. Keineswegs verbunden werden dürfen die Kontakte von **JP1**, da man sonst Ein- und Ausgang des Step-Up-Konverters kurzschließt!

Abbildung 2.3 zeigt auch die korrekte Orientierung der Bauteile.

2.3. Batterie

Schrumpfschlauchstück mit Durchmesser 4,8 mm über das offene Ende des roten Kabels mit Kabelschuh schieben, Kabel an den oberen T-Balken der Deans-Buchse löten, Lötstelle mit Schrumpfschlauch isolieren. Analog geht man mit dem schwarzen Kabel mit Kabelschuh und dem zweiten Kontakt der Deans-Buchse vor und wiederholt die Prozedur mit den Kabeln ohne Kabelschuhe und dem Deans-Stecker, so dass es folgendermaßen aussehen sollte wie in Abbildung 2.4.

Nun noch das rote mit dem Stecker verbundene Kabel an **BATTERY+** und das schwarze an **BATTERY-** anlöten. Schrumpfschlauch mit Durchmesser 6,4 mm über die Kabelschuhe schieben, Kabelschuhe auf die passenden Batteriekontakte aufschieben (rot an +, schwarz an -), mit etwas Lötzinn fixieren und Kontakte mit Schrumpfschlauch isolieren. Die beiden Deans-Verbinder-Teile jetzt noch nicht zusammenstecken!

2.4. Zusammenbau

Nun werden die Einzelteile verbunden, dazu zunächst die Stiftleiste des Panels mit der Buchsenleiste der Basis zusammenstecken.

Anschließend unter Verwendung der 11-mm-Distanzhülsen die beiden Platinen über die vier Löcher an den Ecken der Basis mit M3x16-Schrauben und zugehörigen Muttern verschrauben. Die Schrauben aus optischen Gründen von der Panelseite stecken, so dass die Muttern später im Gehäuse verschwinden und auf dem Panel die Schraubenköpfe zu sehen sind.

Nachdem eine stabile mechanische Verbindung besteht, die beiden Crimpbuchsen und den USB-Stecker an der Basisplatine befestigen. Beim USB-Kabel darauf achten, dass möglichst wenig Zug auf die Platinenbuchse ausgeübt wird.

Die Batterie in den Koffer legen, so dass die Kontakte auf der linken Seite an der vorderen Wand liegen und die verbundenen Platinen passend eingelegt werden können. Die Position des Akkus bezogen auf den Koffer ist in Abbildung 2.5 zu sehen. Zwischen Wand und Akku beträgt der Abstand 37 mm.

Es ist nicht allzu viel Platz zwischen der Steckerleiste auf der rechten und dem Unterbau des Drehschalters auf der linken Seite, welche den „Kanal“ für den Akku begrenzen. Ist die korrekte Position für den Akku gefunden,

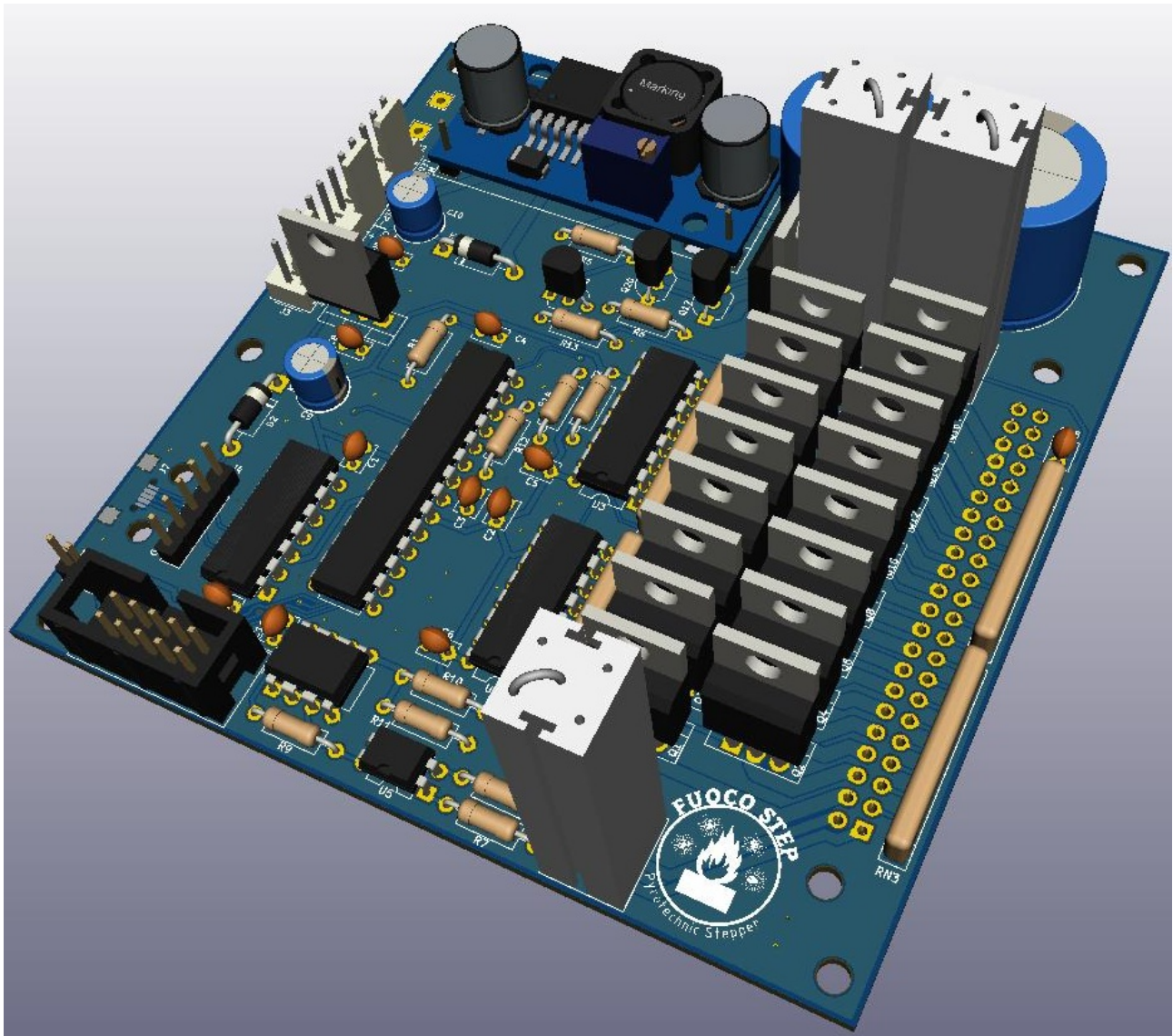


Abbildung 2.3.: 3D-Modell der bestückten Basisplatine

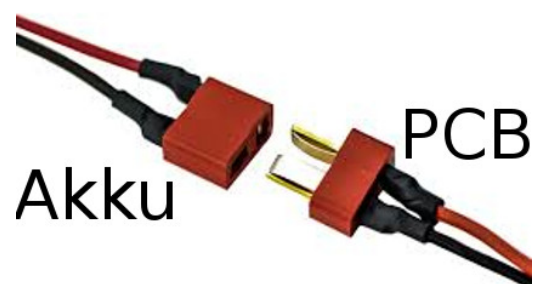


Abbildung 2.4.: Korrekte Verwendung des Deans-Verbinderpaares

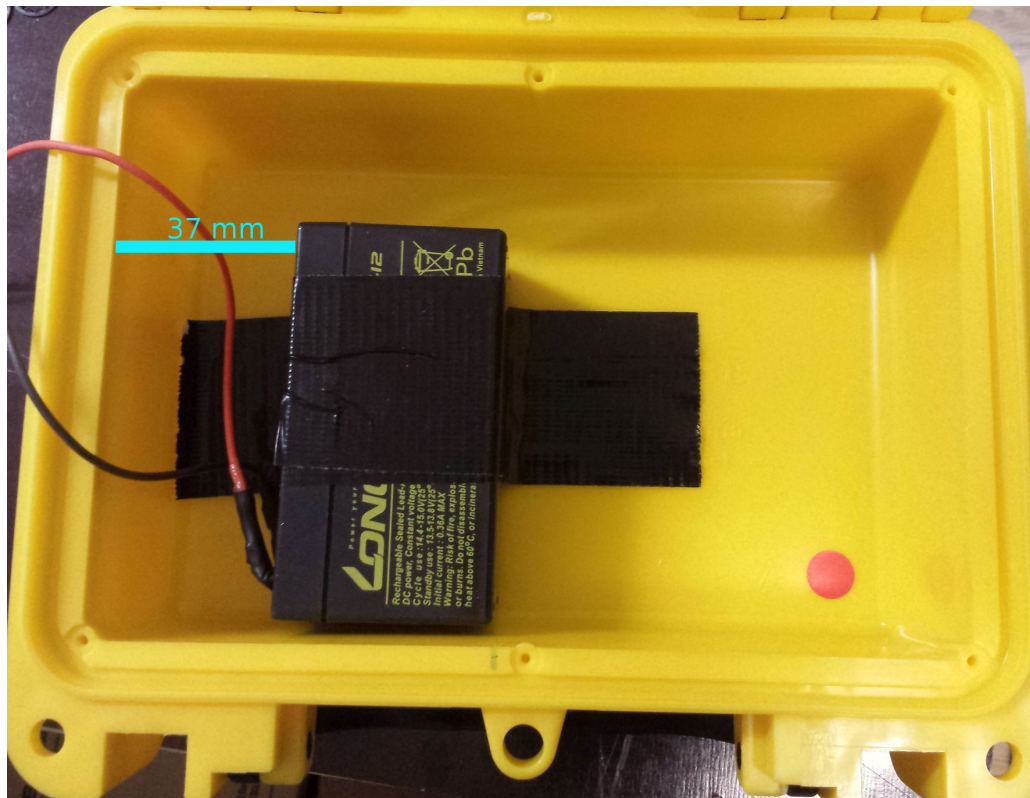


Abbildung 2.5.: Orientierung und Position des Akkus im Koffer

wird er mit einem langen Streifen Gewebeband in seiner Position fixiert (siehe Abbildung 2.5), wer auf Nummer sicher gehen will, kann den Akku auch auf der Unterseite noch mit Teppichklebeband sichern.

Nun die beiden Teile des Deans-Steckverbinders zusammenstecken, die Kabel der Crimpbuchsen zwischen Akku und oberer Wand hindurch führen und das Panel vorsichtig absenken, bis es komplett auf dem Rand zum Liegen kommt und keine Kabel zwischen Panel und Rand eingeklemmt sind. Nun das Panel mit den sechs 3x10-Spaxschrauben am Koffer befestigen.

Der Stepper ist nun einsatzbereit!

Teil II.

Bedienungsanleitung

3. Funktionsübersicht

FUOCO STEP ist ein programmierbarer Stepper/Sequencer/Portexpander mit 16 Kanälen, der während der Show von einem anderen Device über seinen Trigger-Eingang gesteuert wird.

Im einfachsten Modus fungiert das Device einfach als Portexpander, stellt also dem triggerenden Zündsystem zusätzliche Kanäle zur Verfügung, indem bei jedem Trigger ein Kanal ausgelöst wird. Beim ersten Aufruf des mit dem Trigger verbundenen Zündkanals wird dann Kanal 1 am Stepper gezündet, beim zweiten Kanal 2, usw.

Zusätzlich können elf verschiedene Pattern im System hinterlegt werden, bei denen nach dem Trigger die Kanäle zeitgesteuert gezündet werden. Die möglichen Intervalle kann man auf Hundertstel genau zwischen 0,00 Sekunden (gleichzeitige Zündung mehrerer Kanäle) und 9:59,99 Minuten festlegen. Es ist möglich, ein festes Intervall zwischen allen Kanälen zu nutzen, man kann aber auch jedes Intervall einzeln konfigurieren und hat sogar die Möglichkeit, die Sequenz bis zu einem erneuten Trigger zu unterbrechen.

Die Wahl des aktuellen Patterns erfolgt über einen Drehschalter am Device, die Programmierung sowie eventuelle Firmwareupdates werden via PC, den man via Micro-USB-Kabel an den Stepper anschließt, erledigt. Hierzu kann ein simples Terminal-Programm wie PuTTY genutzt werden, ein graphisches User-Interface, welches in Kapitel 4 genauer beschrieben wird, dazu existiert ebenfalls.

Der Formfaktor des Geräts wurde für einen Seahorse-SE120-Koffer ausgelegt, Spannungsversorgung erfolgt über einen Blei-Gel-Akku (12 V/1,2 A h), die Zündspannung beträgt 22,5 V ($\pm 2\%$), so dass auch längere



Abbildung 3.1.: Übersicht über Bedienoberfläche

Reihenschaltungen kein Problem darstellen. Der Triggereingang ist galvanisch vom Rest der Platine getrennt, eine gegenseitige Beeinflussung von Zündanlage und Stepper ist daher ausgeschlossen.

Weiterhin existieren eine Spannungsanzeige zur Darstellung des aktuellen Batterieladestandes, ein Testschalter, um die Durchgangsprüfung der 16 Kanäle über die kleinen grünen LEDs darzustellen sowie ein Schlüsselschalter zum separaten Scharfschalten des Steppers. Der Akku kann über die integrierte Ladebuchse ohne Aufschrauben mit einem passenden Ladegerät für Blei-Gel-Akkus geladen werden.

Die Bedienoberfläche unterteilt sich wie in Abbildung 3.1 gezeigt. Auf die einzelnen Funktionen wird in den folgenden Abschnitten eingegangen.

3.1. Hauptschalter

Hiermit wird FUOCO STEP ein- und ausgeschaltet. Im eingeschalteten Zustand leuchtet die in den Schalter integrierte LED. Zu beachten ist, dass auch bei ausgeschaltetem Hauptschalter bei gleichzeitig verbundenem USB-Kabel der Logikteil des Steppers mit Strom versorgt, die Zündspannung aber nicht generiert wird. Für die Programmierung muss also der Hauptschalter nicht zwingend eingeschaltet sein.

3.2. Batterieanzeige

Bei eingeschaltetem Hauptschalter aktiviert sich die Spannungsanzeige und zeigt nach kurzer Wartezeit die gemessene Batteriespannung des Blei-Gel-Akkus an. Für einen stabilen Betrieb sollte der Wert stets im Bereich von 12 V oder höher liegen, ansonsten sollte die Batterie nachgeladen werden.

3.3. Ladebuchse

Der innere Stift ist unmittelbar mit dem Pluspol des Akkus, der äußere Ring mit dem Minuspol des Akkus verbunden. Um das Ladegerät, z.B. ein H-TRONIC AL800, ungestört arbeiten zu lassen, sollte nur im ausgeschalteten Zustand geladen werden.

3.4. Durchgangstest

Ist dieser Schalter gedrückt, versucht die Anlage, einen geringen Strom, der sicher nicht zur Auslösung der Anzünder führt, auf allen Kanälen fließen zu lassen. Das Leuchten der zugehörigen grünen 3-mm-LED signalisiert, dass auf dem entsprechenden Kanal ein Strom fließen kann. Auf diese Weise können Kabelbrüche oder nicht-leitende Verbindungen detektiert werden, eine echte Widerstandsmessung des Kanals findet jedoch nicht statt. Der Testschalter hat keinen Einfluss auf den Zündvorgang, es kann also mit gedrücktem oder ungedrücktem Testschalter gezündet werden.

3.5. Scharfschalten

Als zusätzliche Sicherheitsmaßnahme muss der Stepper mit dem Schlüsselschalter separat scharfgeschaltet werden. Wenn das System scharf ist, wird dies durch die dauerhaft leuchtende rote Status-LED (Armed) signalisiert.

3.6. Modusauswahl

Der Drehschalter besitzt zwölf Positionen, den Single-Trigger-Modus „S“ sowie die programmierbaren Positionen 1-11. Die Schalterposition wird erfasst, wenn der Schlüsselschalter auf scharf geschaltet wird, eine nachträgliche Drehung hat zunächst keine Wirkung. Über die Bedienoberfläche können jeweils für die aktuell eingestellte Drehschalterposition der Intervallmodus (fest/variabel) sowie die Intervallzeiten festgelegt werden. Näheres dazu in Kapitel 4.

3.7. Triggereingang

Über diese Klemme wird der Stepper gestartet, sofern er zuvor scharfgeschaltet wurde. Die Polarität am Eingang spielt keine Rolle, das triggernde Gerät muss mindestens 200 mA über 47 Ω liefern können, um den Stepper auszulösen.

3.8. Kanalklemmen

Hier werden die Anzünder für die einzelnen Kanäle angeschlossen. Die Reihenfolge der Kanäle kann nicht beeinflusst werden, es wird also immer zuerst Kanal 1, dann Kanal 2, usw. ausgelöst. Aufgrund der Zündspannung von 22,5 V sind längere Reihenschaltungen bis zu zehn Anzündern in Reihe pro Kanal möglich. Die rechts neben den Klemmen befindlichen LEDs signalisieren Durchgang auf dem jeweiligen Kanal, sofern der Testschalter gedrückt ist.

3.9. Status-LEDs

Diese vier LEDs signalisieren wesentliche Zustände des Systems.

Gelb/Data Diese LED leuchtet, während Daten über USB mit dem Rechner ausgetauscht werden

Rot/Armed Durch diese LED wird signalisiert, dass der Stepper scharfgeschaltet ist

Grün/Triggered Diese LED zeigt an, dass das System getriggert wurde und aktuell eine Sequenz läuft

Orange/Active Diese LED leuchtet, solange mindestens ein Kanal aktiv ist

3.10. Programmieranschluss

Durch Anschließen eines Micro-USB-Kabels kann der Stepper über diese Schnittstelle programmiert werden. Dies ist im Detail im Kapitel 4 genau beschrieben. Auch Firmware-Updates sind über diesen Anschluss durchführbar.

4. Programmierung

4.1. Treiberinstallation

Idealerweise erkennt Windows beim Anschließen das Gerät von selbst, installiert einen Treiber und stellt es als COM-Port (Seriell USB-Gerät) zur Verfügung.

Sofern kein Treiber installiert werden kann und das Gerät als „MCP2221 USB-I2C/UART Combo“ unter andere Geräte einsortiert wird und das Ausrufezeichen auf gelbem Grund signalisiert, dass es nicht korrekt funktioniert, muss der entsprechende Treiber einmalig folgendermaßen manuell installiert werden:

1. Die gepackten Treiber von http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/MCP2221_WindowsDriver2014-10-09.zip herunterladen und in einen bekannten Ordner entpacken, den man sich merken sollte
2. Den Geräte-Manager mit Administratorrechten öffnen
3. Einen Rechtsklick auf „MCP2221 USB-I2C/UART Combo“ tätigen und „Treibersoftware aktualisieren“ wählen.
4. Option „Auf dem Computer nach Treibersoftware suchen“ wählen
5. Auf „Aus einer Liste von Gerätetreibern auf dem Computer auswählen“ klicken
6. Falls sich nun ein Fenster öffnet, welches sagt „Wählen Sie den Gerätetyp aus der Liste aus.“, einfach „Alle Geräte anzeigen“ wählen und „Weiter“ klicken
7. Unten rechts auf die Schaltfläche „Datenträger...“ klicken
8. Im sich nun öffnenden Fenster auf „Durchsuchen...“ klicken und zum Ordner, welcher die beiden Treiberdateien enthält, navigieren
9. Die Datei „mchpcdc.inf“ auswählen und auf „Öffnen“ klicken, im anschließenden Fenster den gewählten Pfad mit „OK“ bestätigen.
10. Jetzt den Eintrag „USB-Serial-Port“ im Fenster auswählen, auf „Weiter“ klicken und sämtliche Nachfragen bestätigen bzw. Installationen erlauben.
11. Man sollte die Meldung „Installation abgeschlossen“ erhalten und den Stepper fortan ansprechen können

4.2. Oberfläche

4.2.1. Hauptfenster

Über die Programmieroberfläche „stepsetter.exe“ ist es möglich, die Steppereinstellungen zu modifizieren. Hierzu muss der passende COM-Port ausgewählt und zunächst die Einstellung des aktuell eingestellten Kanals ausgelesen werden.

Schalterposition	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Intervall (s)	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	25.0	30.0	40.0

Abbildung 4.1.: Standardintervalle des Steppers

Rücksetzen auf Standard

Es kann immer nur der Kanal bearbeitet werden, welcher gerade am Stepper per Drehschalter eingestellt ist, Ausnahme ist das Rücksetzen aller Kanäle durch Klick auf „Standardwerte wiederherstellen“. Bei dieser Aktion werden alle Kanäle zurückgesetzt auf festen Intervallmodus mit den Intervallen aus Tabelle 4.1.

Dies ist auch die einzige Änderung, die bei Schalterstellung „S“ getätigt werden kann, ansonsten werden Eingaben ignoriert, solange der Drehschalter auf „S“ zeigt.

Step-Modus einstellen

Schalterstellung „S“ repräsentiert den den Einzelschussmodus, bei dem mit jedem Triggersignal ein Kanal abgefeuert wird. Die maximale Wiederholrate ist dabei von der auslösenden Zündanlage bzw. deren Zündpulslänge abhängig. Bei Cobra dauert ein Puls typischerweise 100 ms, ein erneutes Triggern weniger als 100 ms nach dem ursprünglichen Trigger würde vom Stepper nicht erkannt und ignoriert werden!

Für alle anderen Stellungen als „S“ kann der Step-Modus auf eine der beiden Varianten „Fest“ oder „Variabel“ festgelegt werden: Bei „Fest“ ist das Intervall zwischen allen 16 Kanälen identisch, „Variabel“ bietet die Möglichkeit, jedes einzelne Intervall individuell zu konfigurieren. Über die Schaltfläche „Modus setzen“ kann zwischen den beiden Varianten umgeschaltet werden, im Modus „Fest“ bleiben die Intervalle 2 – 15 ausgegraut. Nach dem Klick auf „Modus setzen“ im Anschluss an den Schreibvorgang unmittelbar ein Auslesevorgang durchgeführt, so dass die angezeigten Daten die tatsächlichen Einstellungen wiedergeben.

Intervalle festlegen

Kanal 1 wird immer unmittelbar beim Triggersignal ausgelöst, Intervall 1 legt also fest, wie viel Zeit zwischen dem Auslösen der Kanäle 1 und 2 vergehen soll, Intervall 2 die Zeit zwischen Kanal 2 und 3, usw. Dementsprechend legt Intervall X die Pause vor Kanal X+1 fest und es ergeben sich bei 16 Kanälen 15 Intervalle.

Die Eingabe der Zeiten erfolgt typischerweise im Format „MM:SS.hh“ mit Minuten, Sekunden und Hundertsteln, wobei statt des Punktes zwischen Sekunden und -bruchteilen auch das deutsche Dezimalkomma genutzt werden kann. Zahleneingaben ohne Doppelpunkt werden als Sekunden interpretiert, die Eingabe „1:10.20“ beschreibt demnach dasselbe Intervall wie „70,2“. Bei Eingaben von mehr als zwei Nachkommastellen werden Eingaben abgeschnitten. Möchte man auf ein Triggersignal warten, schreibt man „T“ ins entsprechende Feld. Steht beispielsweise ein „T“ hinter Intervall 5, bedeutet dies, dass vor dem Abfeuern von Kanal 6 wieder auf einen Trigger gewartet wird. Hilfreich kann hier auch das Zusatzfenster „Absolutzeiten“ sein, um das es in Abschnitt 4.2.2 geht.

Ungültige Eingaben, die andere Zeichen als die Ziffern 0-9, höchstens einen Doppelpunkt, höchstens einen Punkt oder ein Koma oder das Wort „Trigger“ in allen Groß-, Klein- und Abkürzungsformen enthalten, werden ignoriert, Zeitwerte größer als 9:59.99 werden automatisch zu „Trigger“ gewandelt. Da nach jedem Schreibvorgang, den man mit „Intervall(e) setzen“ auslöst, automatisch ein Auslesevorgang durchgeführt wird, kann immer direkt nachvollzogen werden, ob die Eingabe den gewünschten Effekt hatte.

Abbildung 4.2 zeigt ein Beispiel für eine variable Stepsequenz, die immer vier Effekte in kurzer Folge auslöst, ehe für die nächste Abfolge auf einen Trigger gewartet wird. Die letzten beiden Kanäle werden gemeinsam geschossen.

Abbildung 4.2.: Beispielsequenz

4.2.2. Zusatzfenster Absolutzeiten

Das Zusatzfenster „Absolutzeiten“ soll ein bequemes Umrechnen von absoluten Zündzeiten, wie man sie in einer Software wie PyroIgnitionControl oder PYROTHEK festlegt, in die von FUOCO STEP benötigten Intervallzeiten zwischen den einzelnen Kanälen ermöglichen.

Hierzu können die Werte in der zweiten Spalte eingefügt und die Zeitabstände der einzelnen Kanäle durch Klick auf „Berechne Intervalle“ ermittelt werden. Über „Werte ins Hauptfenster“ können diese Intervallzeiten ins Hauptfenster übertragen werden. Es ist darauf zu achten, dass die aktuelle Schalterposition im passenden Modus konfiguriert sein muss. Ist der feste Intervallmodus eingestellt, wird nur der erste Intervallwert ins Hauptfenster kopiert, beim variablen Intervallmodus alle nicht-leeren Felder. Nach Übertragung ins Hauptfenster müssen die Werte noch durch „Intervalle setzen“ ins Gerät geschrieben werden, um die berechneten Intervalle nutzen zu können.

Abbildung 4.3 zeigt anhand der Intervalle aus der obigen Beispielsequenz die Funktionsweise des Absolutzeiten-Fensters. Da die Kanalreihenfolge nicht veränderbar ist, muss jeder Kanal zur selben Zeit oder später beginnen als sein Vorgänger.

Für die getriggerten Kanäle 1, 5, 9 und 13 wurden hier vor dem Klick auf „Werte aus Hauptfenster“ Zeiten vorgegeben, um die absoluten Zündzeiten mit der imaginären Showdatei abgleichen zu können. Ohne Zeitvorgabe

würde standardmäßig ein Intervall von einer Minute auf die Absolutzeit des Vorgängers addiert, was für die korrekte Intervallberechnung aber keine Rolle spielt, da Zeitabstände nur bei nicht durch Trigger ausgelösten Kanälen von Bedeutung sind und die Absolutzeiten lediglich der Veranschaulichung für den Anwender dienen.

Das Fenster „Absolutzeiten“ kann auch dazu genutzt werden, Einstellungen von einer Schalterstellung auf eine andere zu übertragen. Hierzu die Einstellungen bei der zu kopierenden Schalterposition auslesen und dann nacheinander die Buttons „Absolutzeiten“, „Werte aus Hauptfenster“ und „Berechne Intervalle“ klicken. Nun die neue Schalterposition auswählen, auslesen, falls nötig den passenden Modus setzen und schließlich durch Klick auf „Werte ins Hauptfenster“ die zu kopierenden Einstellungen setzen.

Umrechnung von Absolutzeiten

Absolute Startzeit Kanal 1:

0:14.3

☒ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 2:

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 3:

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 4:

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 5:

55

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 6:

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 7:

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 8:

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 9:

1:21.07

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 10:

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 11:

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 12:

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 13:

2:10

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 14:

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 15:

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 16:

☐ Triggered?

Resultierende Intervalle:

Werte aus Hauptfenster

Felder leeren

Berechne Intervalle

Werte ins Hauptfenster

Umrechnung von Absolutzeiten

Absolute Startzeit Kanal 1:

00:14.30

☒ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 2:

00:19.30

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 3:

00:23.30

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 4:

00:26.30

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 5:

00:55.00

☒ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 6:

00:59.00

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 7:

01:02.00

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 8:

01:04.00

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 9:

01:21.07

☒ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 10:

01:24.07

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 11:

01:26.07

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 12:

01:27.07

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 13:

02:10.00

☒ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 14:

02:12.00

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 15:

02:13.00

☐ Triggered?

Absolute Startzeit Kanal 16:

02:13.00

☐ Triggered?

Resultierende Intervalle:

00:05.00

00:04.00

00:03.00

Trigger

00:04.00

00:03.00

00:02.00

Trigger

00:03.00

00:02.00

00:01.00

Trigger

00:02.00

00:01.00

00:00.00

Werte aus Hauptfenster

Felder leeren

Berechne Intervalle

Werte ins Hauptfenster

Abbildung 4.3.: Beispiel für die Verwendung des Absolutfensters mit Zeitvorgabe und Intervallberechnung