



Aufbau- und Bedienungsanleitung

Felix Pflaum

Teil I.

Aufbauanleitung

1. Vorbemerkungen

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, weiß, 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 (insg. vier Kabel)
- Ein Paar Deans-Steckverbinder (Buchse für Anschluss an Batterie, Stecker an PCB)
- Vier Gewindeschrauben M3x16 mit Muttern
- Zwei Gewindeschrauben M3x10 mit Muttern
- Zwei Gewindeschrauben M2x6 mit Muttern
- Sechs Blechschrauben 3x10
- Vier Distanzhülsen der Länge 11 mm
- Schrumpfschlauchabschnitte in 26 mm, 6,4 mm und 3,2 mm
- Isolationsabdeckung für Lötkontakte

1.1. Benötigtes Werkzeug

Für den Aufbau braucht man:

- LötKolben
- Lötzinn
- Seitenschneider

1. Vorbemerkungen

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

1.2. Wichtige Hinweise

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

- Beim Löten gewissenhaft und gründlich arbeiten. Auf eine saubere Trennung der Lötstellen achten, speziell bei enger Nachbarschaft (Stift- und Buchsenleisten, integrierte Schaltungen, ...).
- 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 keine 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, 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.

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 Farbzurordnung lautet:
 - ARMED: rot
 - DATA: gelb
 - 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:

Dreheschalter 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). Anschließend 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.

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!

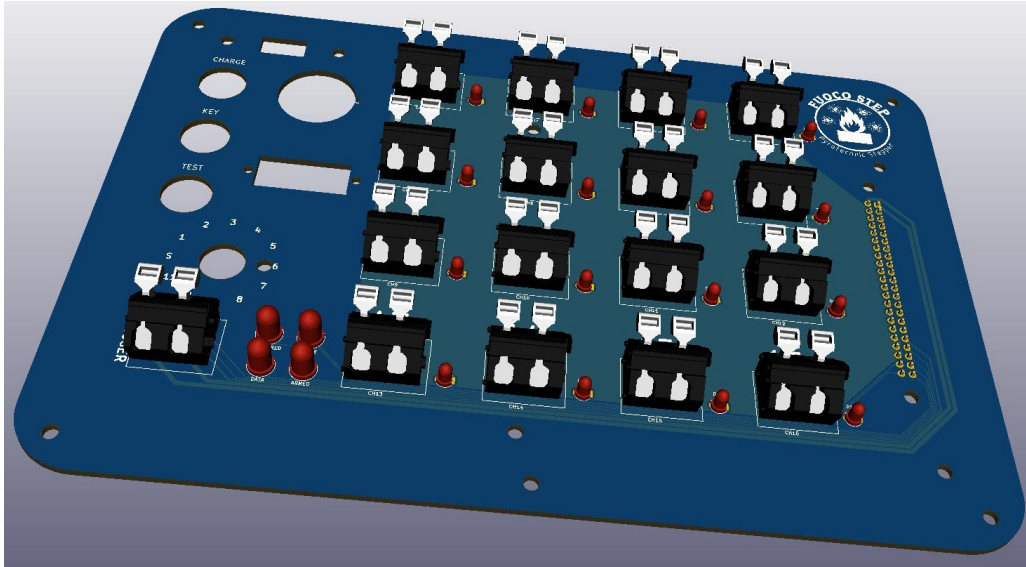


Abbildung 2.1.: Gelötetes Panel

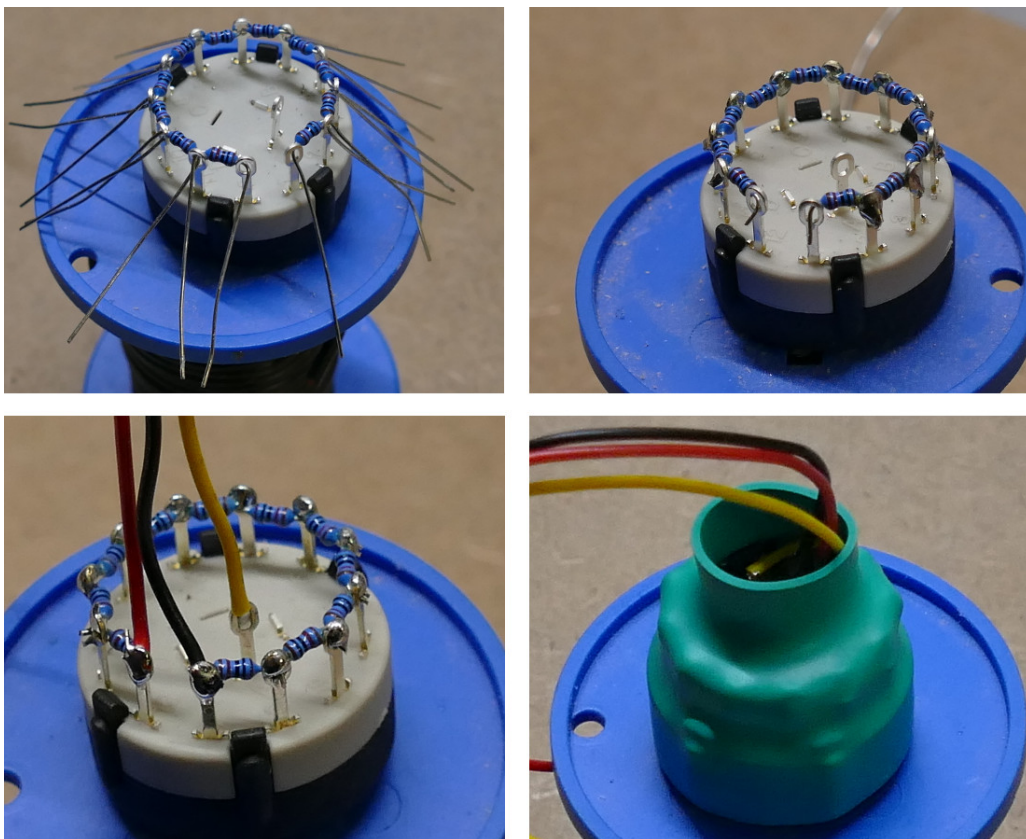


Abbildung 2.2.: Konfektionierung des Drehschalters: Stecken der Widerstände, Verlöten der Widerstände, Verlöten der Kabel, Isolierung mittels Schrumpfschlauch (von links oben nach rechts unten)

2. Aufbau

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

Hauptschalter In die Platine stecken, bis er einrastet

Micro-USB-Anschluss Mit den zugehörigen Schrauben festschrauben

Abdeckung der Lötstellen Mit den beiden M3x10-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.

Beim dreipoligen Crimpgehäuse zunächst Schrumpfschlauchstücke des Durchmessers 6,3 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 losen Kabelenden 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. Das dünne blaue Kabel muss mit den beiden inneren Kontakten des Displays verbunden werden, das dünne schwarze Kabel mit dem Außenkontakt (siehe Bild):

Die beiden violetten Kabel an den Schlüsselschalter, die beiden gelben Kabel an den Testschalter löten. Kontakte anschließend mit Schrumpfschlauch isolieren.

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 unterscheiden (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 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), der Punkt auf dem schwarzen Gehäuse muss jeweils am quadratischen Lötpad liegen
- Die drei Transistoren Q17, Q19 und Q20 im Package TO-92. Auf korrekte Zuordnung achten, da Q20 trotz gleichem Gehäuse ein anderes Modell ist als die beiden anderen, ebenso korrekte Orientierung sicherstellen und nicht mit Gewalt in die Platine drücken. Es sollen ruhig noch ein paar Millimeter Draht auf der Oberseite herauschauen, das schwarze Gehäuse soll nicht aufliegen. Drähte nach dem Einlöten kürzen.
- Die Molexkonnectoren 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.

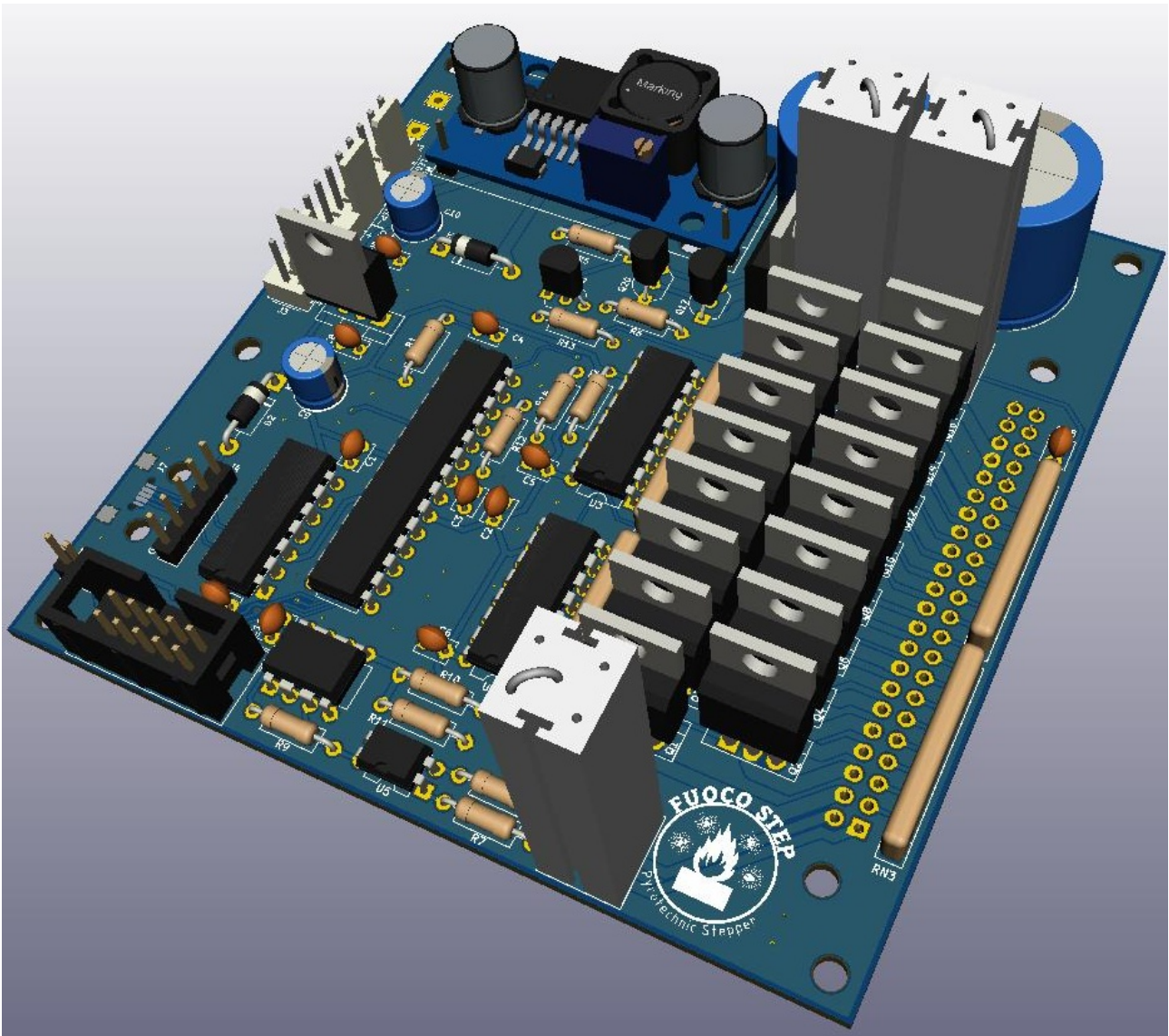


Abbildung 2.3.: 3D-Modell der bestückten Basisplatine

10. Die Elektrolytkondensatoren **C9** und **C10**, der Draht an der weißen Markierung am Gehäuse 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. Drähte nach dem Einlöten kürzen.
14. Die großen 4700- μ F-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.

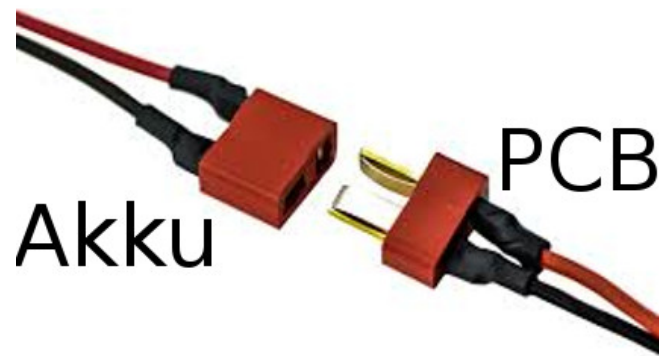


Abbildung 2.4.: Korrekte Verwendung des Deans-Verbinderpaares

2.3. Batterie

Schrumpfschlauch 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 Kabel mit schwarzem 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 über die Kabelschuhe schieben, Kabelschuhe an den passenden Batteriekontakten befestigen (rot an +, schwarz an -) 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 Basisplatte befestigen.

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.

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, wird er mit einem langen Streifen Gewebeband in seiner Position fixiert (siehe Abbildung 2.5), die beiden Teile des Deans-Steckverbinders zusammenstecken und das Panel mit den sechs 3x10-Spaxschrauben am Koffer befestigen.

Der Stepper ist nun einsatzbereit!

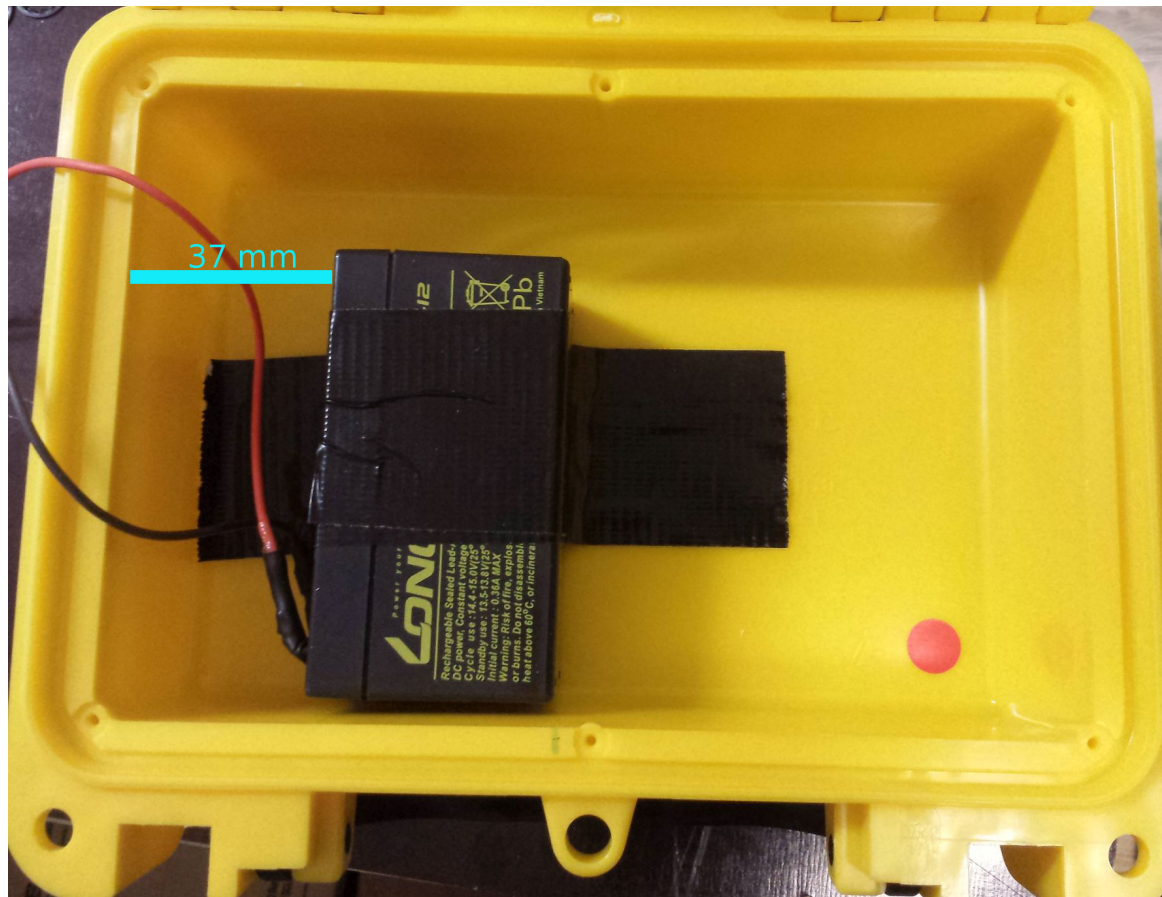


Abbildung 2.5.: Orientierung und Position des Akkus im Koffer

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.

FUOCO STEP - Einstellungen

COM-Port:

Schalterposition:

Stepper-Modus:

Intervall 1/Festintervall:

Intervall 2:

Intervall 3:

Intervall 4:

Intervall 5:

Intervall 6:

Intervall 7:

Intervall 8:

Intervall 9:

Intervall 10:

Intervall 11:

Intervall 12:

Intervall 13:

Intervall 14:

Intervall 15:

Modus setzen Intervall(e) setzen

Einstellungen auslesen Standardwerte widerherstellen

Beenden **Absolutzeiten >>**

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: | Triggered? | Resultierende Intervalle: |
|-------------------------------------|--|---------------------------|
| Absolute Startzeit Kanal 1: 0:14.3 | <input checked="" type="checkbox"/> Triggered? | |
| Absolute Startzeit Kanal 2: | <input type="checkbox"/> Triggered? | |
| Absolute Startzeit Kanal 3: | <input type="checkbox"/> Triggered? | |
| Absolute Startzeit Kanal 4: | <input type="checkbox"/> Triggered? | |
| Absolute Startzeit Kanal 5: 55 | <input type="checkbox"/> Triggered? | |
| Absolute Startzeit Kanal 6: | <input type="checkbox"/> Triggered? | |
| Absolute Startzeit Kanal 7: | <input type="checkbox"/> Triggered? | |
| Absolute Startzeit Kanal 8: | <input type="checkbox"/> Triggered? | |
| Absolute Startzeit Kanal 9: 1:21.07 | <input type="checkbox"/> Triggered? | |
| Absolute Startzeit Kanal 10: | <input type="checkbox"/> Triggered? | |
| Absolute Startzeit Kanal 11: | <input type="checkbox"/> Triggered? | |
| Absolute Startzeit Kanal 12: | <input type="checkbox"/> Triggered? | |
| Absolute Startzeit Kanal 13: 2:10 | <input type="checkbox"/> Triggered? | |
| Absolute Startzeit Kanal 14: | <input type="checkbox"/> Triggered? | |
| Absolute Startzeit Kanal 15: | <input type="checkbox"/> Triggered? | |
| Absolute Startzeit Kanal 16: | <input type="checkbox"/> Triggered? | |

Werte aus Hauptfenster Felder leeren Berechne Intervalle Werte ins Hauptfenster

Umrechnung von Absolutzeiten

| Absolute Startzeit Kanal: | Triggered? | Resultierende Intervalle: |
|---------------------------------------|--|---------------------------|
| Absolute Startzeit Kanal 1: 00:14.30 | <input checked="" type="checkbox"/> Triggered? | |
| Absolute Startzeit Kanal 2: 00:19.30 | <input type="checkbox"/> Triggered? | 00:05.00 |
| Absolute Startzeit Kanal 3: 00:23.30 | <input type="checkbox"/> Triggered? | 00:04.00 |
| Absolute Startzeit Kanal 4: 00:26.30 | <input type="checkbox"/> Triggered? | 00:03.00 |
| Absolute Startzeit Kanal 5: 00:55.00 | <input checked="" type="checkbox"/> Triggered? | Trigger |
| Absolute Startzeit Kanal 6: 00:59.00 | <input type="checkbox"/> Triggered? | 00:04.00 |
| Absolute Startzeit Kanal 7: 01:02.00 | <input type="checkbox"/> Triggered? | 00:03.00 |
| Absolute Startzeit Kanal 8: 01:04.00 | <input type="checkbox"/> Triggered? | 00:02.00 |
| Absolute Startzeit Kanal 9: 01:21.07 | <input checked="" type="checkbox"/> Triggered? | Trigger |
| Absolute Startzeit Kanal 10: 01:24.07 | <input type="checkbox"/> Triggered? | 00:03.00 |
| Absolute Startzeit Kanal 11: 01:26.07 | <input type="checkbox"/> Triggered? | 00:02.00 |
| Absolute Startzeit Kanal 12: 01:27.07 | <input type="checkbox"/> Triggered? | 00:01.00 |
| Absolute Startzeit Kanal 13: 02:10.00 | <input checked="" type="checkbox"/> Triggered? | Trigger |
| Absolute Startzeit Kanal 14: 02:12.00 | <input type="checkbox"/> Triggered? | 00:02.00 |
| Absolute Startzeit Kanal 15: 02:13.00 | <input type="checkbox"/> Triggered? | 00:01.00 |
| Absolute Startzeit Kanal 16: 02:13.00 | <input type="checkbox"/> Triggered? | 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