



University of Applied Sciences

HOCHSCHULE
EMDEN·LEER

Montageanleitung

Demonstrator
für einen Schrittmotor

Autor:	Maik Theilmann
Matrikel-Nr.:	7021861
Autor:	Jannik Grönke
Matrikel-Nr.:	7022006
Autor:	Enno Stein
Matrikel-Nr.:	7021960
Autor:	Lars Hanneken
Matrikel-Nr.:	7021910
Autor:	Jan ter Veen
Matrikel-Nr.:	7022071
Studiengang:	Maschinenbau
Erstprüfer:	Prof. Dr. Elmar Wings
Abgabedatum:	22. Juni 2024

Hochschule Emden/Leer · Fachbereich Technik · Abteilung Maschinenbau
Constantiaplatz 4 · 26723 Emden · <http://www.hs-emden-leer.de>

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	iii
Tabellenverzeichnis	v
1 Vor der Montage	1
1.1 Bauteile	1
1.2 Elektrische Komponenten	2
1.3 Benötigtes Werkzeug	3
1.4 Fertigung Bauteile	5
1.5 Einsetzen der Einpressmuttern	5
1.6 Vorbereiten der elektrischen Leitungen	7
1.7 Schrauben und Muttern	10
1.8 Schaltplan	10
2 Montage	13
2.1 Erster Schritt: Montieren Schaltnetzteil, Entwicklerboard und AMS1117	13
2.2 Zweiter Schritt: Anbringen der Bodenplatte an Aluprofil	14
2.3 Dritter Schritt: Zusammenbau der Vorderplatte	15
2.4 Vierter Schritt: Zusammenbau der Hinterplatte	16
2.5 Fünfter Schritt: Teilzusammenbau des Gehäuses	17
2.6 Sechster Schritt: Anschließen der elektrischen Leitungen	18
2.7 Siebter Schritt: Montieren des Micro-Schalters und Motors	19
2.8 Achter Schritt: Zusammenbau des Gehäuses	20
2.9 Neunter Schritt: Montieren der Linearführung	21
2.10 Zehnter Schritt: Montieren des Griffes	22
2.11 Elfster Schritt: Montieren der Halter für die Welle	23
2.12 Zwölfter Schritt: Montieren der Riemenscheibe am Motor	24
2.13 Dreizehnter Schritt: Montieren des Anzeigers und des Riems	25
2.14 Vierzehnter Schritt: Montieren des Lineals	26
2.15 Abschlussarbeiten	26

Abbildungsverzeichnis

1.1	Bauteile	1
1.2	Elektrische Komponenten	3
1.3	Benötigtes Werkzeug	4
1.4	Einpressen der Einpressmuttern	6
1.5	Benötigte Leitungen	8
1.6	Schaltplan	11
2.1	Erster Schritt: Montieren Schaltnetzteil, Entwicklerboard und AMS1117	14
2.2	Zweiter Schritt: Anbringen der Bodenplatte an Aluprofil	15
2.3	Dritter Schritt: Zusammenbau der Vorderplatte	16
2.4	Vierter Schritt: Zusammenbau der Hinterplatte	17
2.5	Fünfter Schritt: Teilzusammenbau des Gehäuses	18
2.6	Schaltplan	19
2.7	Siebter Schritt: Montieren des Micro-Schalters und Motors	20
2.8	Achter Schritt: Zusammenbau des Gehäuses	21
2.9	Neunter Schritt: Montage der Linearführung	22
2.10	Dreizehnter Schritt: Montieren des Griffes	23
2.11	Elfter Schritt: Montieren der Halter für die Welle	24
2.12	Zwölfter Schritt: Montieren der Riemscheibe am Motor	25
2.13	Zwölfter Schritt: Montieren des Anzeigers und des Riemens	26

Tabellenverzeichnis

1.1	Bauteile	2
1.2	Elektrische Komponenten	3
1.3	Benötigtes Werkzeug	5
1.4	Leitungen	9
1.5	Benötigte Schrauben und Muttern	10

1 Vor der Montage

In diesem Kapitel werden die Vorbereitungen für die Montage beschrieben. Es werden alle Bauteile, die elektrischen Komponenten, die benötigten Werkzeuge, die Vorbereitung der Leitungen und das Einsetzen der Einpressmuttern beschrieben.

1.1 Bauteile

In Abbildung 1.1 werden alle Bauteile gezeigt und in der Tabelle 1.1 benannt.

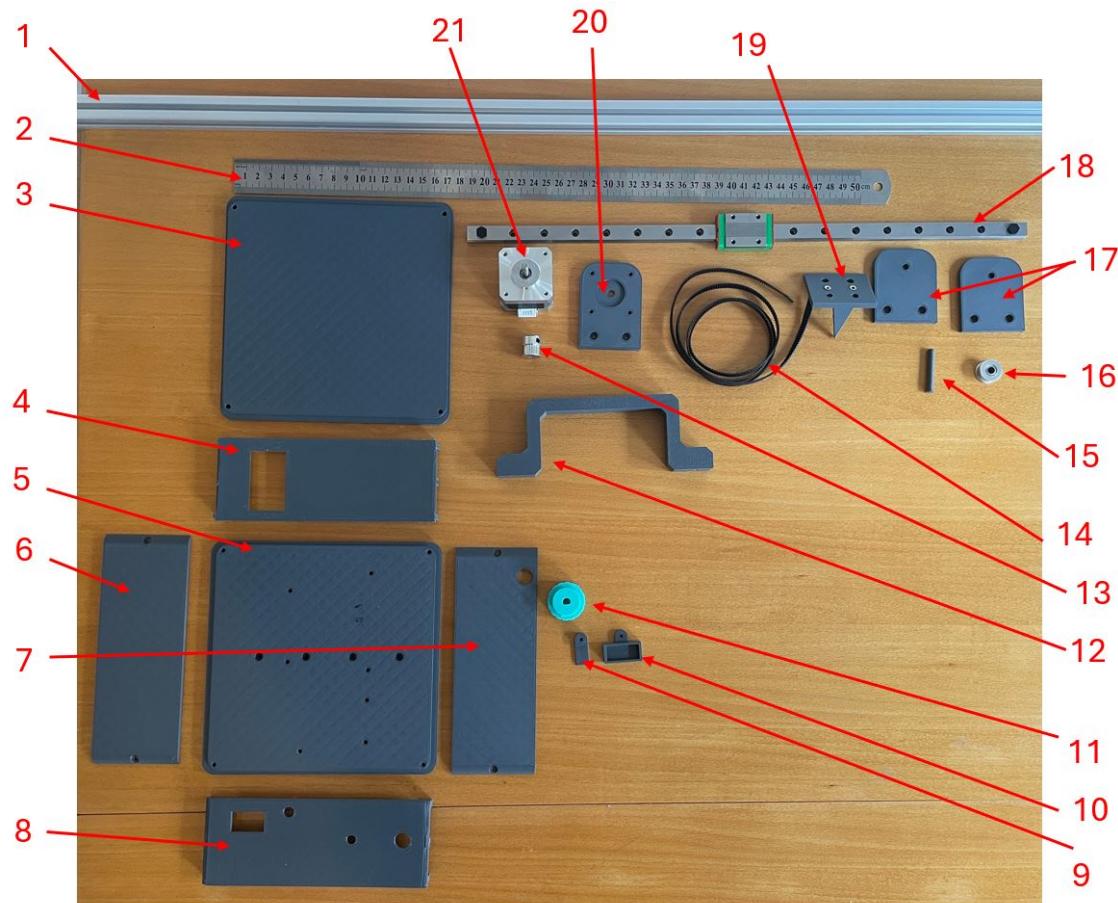


Abbildung 1.1: Bauteile

1 Vor der Montage

Pos.	Benennung
1	AluProfil
2	Linieal
3	Deckelplatte
4	Hinterplatte
5	Bodenplatte
6	Seitenplatte Links
7	Seitenplatte Rechts
8	Vorderplatte
9	Klipp
10	Halter für AMS
11	Drehknopf
12	Transportgriff
13	Riemenantriebsscheibe
14	Riemen
15	Welle
16	Riemenscheibe
17	Halterung für die Welle
18	Linearführung
19	Anzeiger
20	Halterung für den Motor
21	Nema 17 Motor

Tabelle 1.1: Bauteile

1.2 Elektrische Komponenten

In Abbildung 1.1 werden alle elektrischen Komponenten dargestellt und in Tabelle 1.2 benannt.

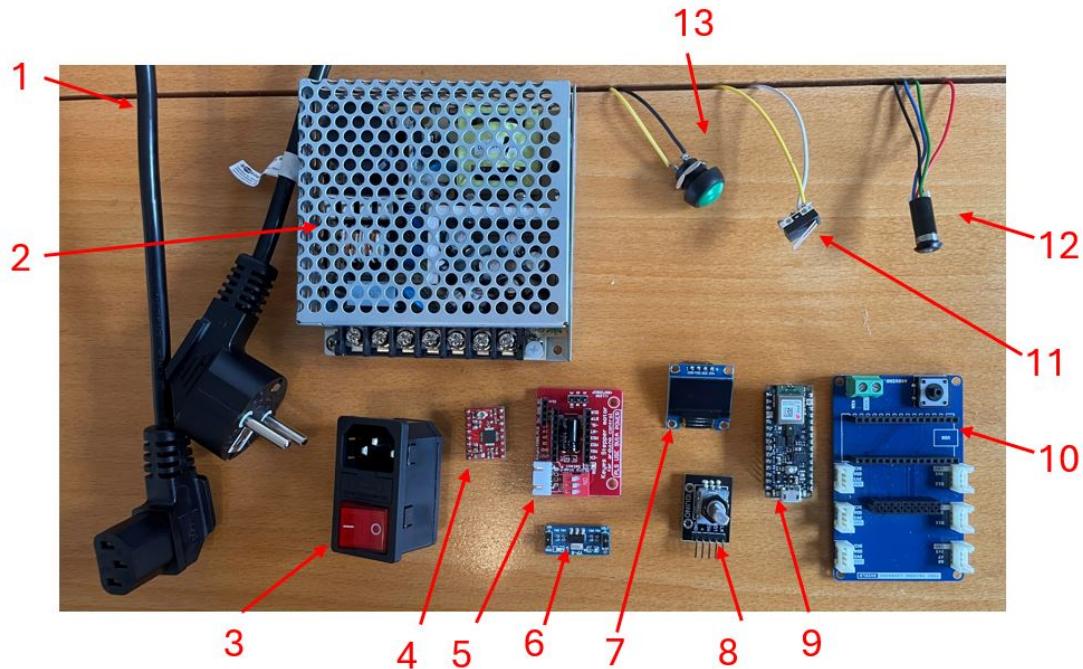


Abbildung 1.2: Elektrische Komponenten

Pos.	Benennung
1	Netzkabel
2	Schaltnetzteil
3	Kaltgeräteanschluss
4	Schrittmotorsteuerung A4988
5	Entwicklerboard Schrittmotorsteuerung A4988
6	Spannungswandler AMS1117
7	OLED-Display
8	Drehwinkel-Encoder
9	Arduino Nano Sense BLE 33 Lite
10	Arduino Tiny Maschnine Learning Shield (TMLS)
11	Micro-Schalter
12	SMD-LED
13	Drucktaster

Tabelle 1.2: Elektrische Komponenten

1.3 Benötigtes Werkzeug

In der Abbildung 1.3 sind die benötigten Werkzeuge gezeigt und in der Tabelle 1.3 erklärt.

1 Vor der Montage



Abbildung 1.3: Benötigtes Werkzeug

Pos.	Benennung	Beschreibung
1	Multimeter	Vielfachmessgerät zur Messung Elektrischer Größen z.B. Spannung, Strom und Widerstand
2	Abisolierzange	Werkzeug zum Abisolieren elektrischer Leitungen
3	Schraubendreher Schlitz 3 mm	Werkzeug zum hinein- oder herausschrauben von Schrauben
4	Seitenschneider	Werkzeug zum Trennen
5	Innensechskantschlüssel 2 mm	Werkzeug zum hinein- oder herausschrauben von Schrauben
6	Innensechskantschlüssel 2.5 mm	Werkzeug zum hinein- oder herausschrauben von Schrauben
7	Lötkolben	Gerät um Bauteile zu verlöten

Tabelle 1.3: Benötigtes Werkzeug

1.4 Fertigung Bauteile

Die aus der CAD-Software konstruierten STL-Dateien müssen mit einer Slicer-Software an den jeweiligen 3D-Drucker angepasst werden. Danach können G-Codes an den 3D-Drucker exportiert und gedruckt werden. Die STL-Dateien sind unter dem Pfad zu finden: *DemonstratorSchrittmotor | Appendix | Konstruktion | STL*. Wenn Sie den AnyCubic Model Kobra Neo 2 Drucker verwenden, finden Sie die fertigen G-Codes unter dem Pfad: *DemonstratorSchrittmotor | Appendix | Konstruktion | GCodesAnyCubicKobra2Neo*

1.5 Einsetzen der Einpressmuttern

Die Einpressmuttern werden in die Bauteile Frontplatte, Rückplatte und Anzeiger eingesetzt. In die Ø4 mm Bohrungen der Bauteile wird die Einpressmutter mit einem heißen Lötkolben eingepresst, bis sie bündig mit dem Bauteil abschließt. Dies ist in Abbildung 1.4 dargestellt.

1 Vor der Montage



Abbildung 1.4: Einpressen der Einpressmuttern

1.6 Vorbereiten der elektrischen Leitungen

Die elektrischen Leitungen werden vor der Montage vorbereitet, um die Montage zu erleichtern. Die erforderlichen Leitungen sind in Bild 1.5 dargestellt und in Tabelle 1.4 mit den entsprechenden Leitungsenden aufgelistet. Anschlussart, Länge und Bezeichnung sind ebenfalls angegeben.

1 Vor der Montage

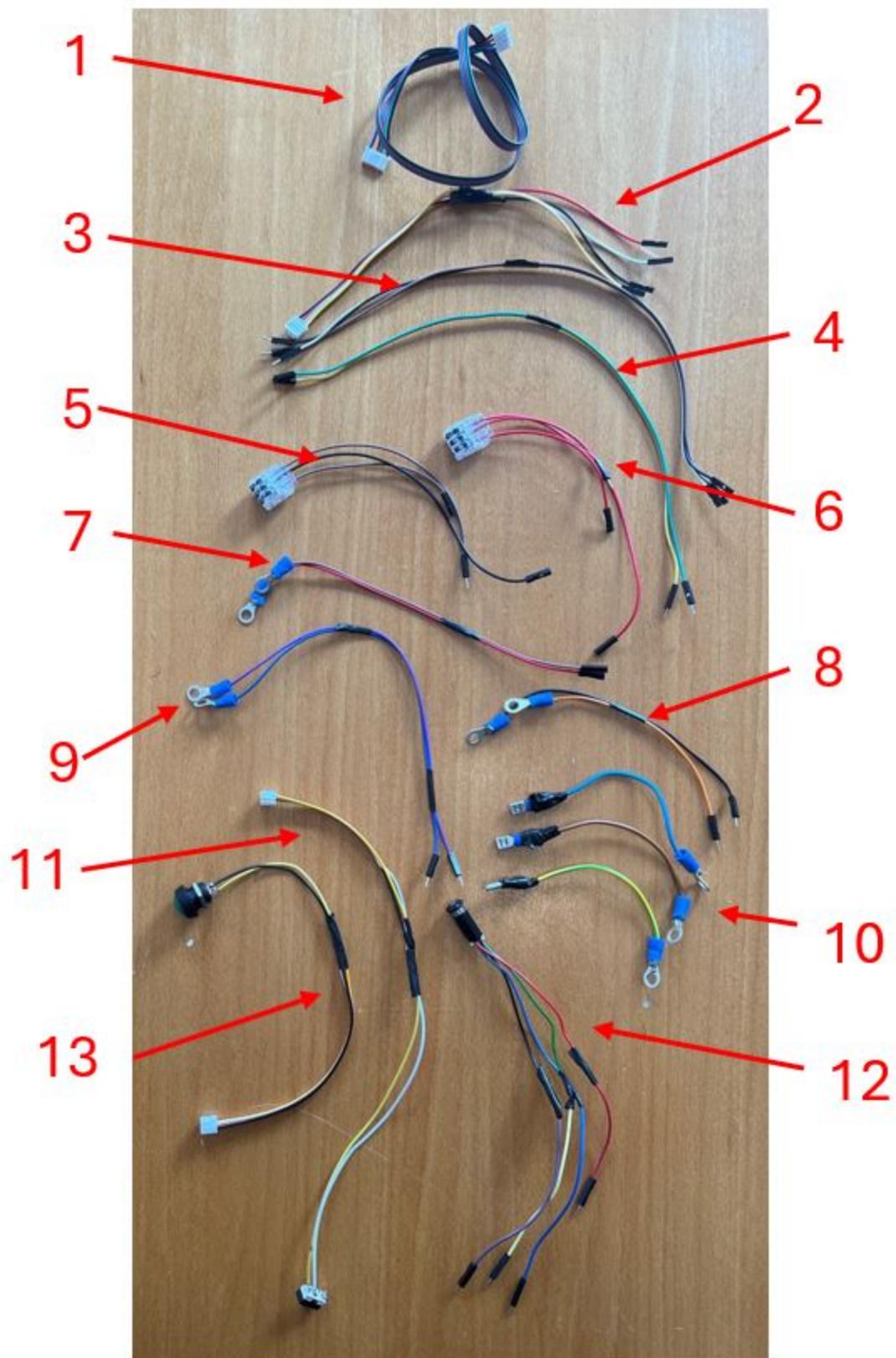


Abbildung 1.5: Benötigte Leitungen

1.6 Vorbereiten der elektrischen Leitungen

Pos.	Anz.	Leitungsende 1	Leitungsende 2	Leitungsende 3	Verbindungsart	Länge [mm]	Benennung
1	1	6 Pin PH2.0	4 Pin XH2.54	-	-	250	Entwicklerboard Schrittmotorsteuerung A4988 zu Nema 17 Motor
2	1	4 Pin HY2.0	4 x Jumper Female	-	Löten	230	TMLS auf OLED-Display
3	1	3 x Jumper Male	3 x Jumper Female	-	-	320	TMLS auf Drehwinkel-Encoder
4	1	2 x Jumper Male	2 x Jumper Female	-	-	320	TMLS auf Entwicklerboard Schrittmotorsteuerung A4988
5	1	1 x Jumper Male	1 x Jumper Female	1 x Jumper Female	Hebelklemme	190	Masse Spannungswandler AMS117 auf Drehwinkel-Encoder und Entwicklerboard Schrittmotorsteuerung A4988
6	1	1 x Jumper Male	1 x Jumper Female	1 x Jumper Female	Hebelklemme	190	3,3V Spannungswandler AMS117 auf Drehwinkel-Encoder und Entwicklerboard Schrittmotorsteuerung A4988
7	2	1 x Kabelschuh Ringform	1 x Jumper Female	-	Quetschen	210	5V/Masse Schaltnetzteil auf Spannungswandler AMS117
8	2	1 x Kabelschuh Ringform	1 x Jumper Male	-	Quetschen	250	12V/Masse Schaltnetzteil auf Entwicklerboard Schrittmotorsteuerung A4988
9	2	1 x Kabelschuh Ringform	1 x Jumper Male	-	Quetschen	170	12V/Masse Schaltnetzteil auf TMLS
10	3	1 x Kabelschuh Ringform	1 x Kabelschuh Flachsteckhülse	-	1 x Quetschen	125	Kaltgeräteanschluss auf Schaltnetzteil
11	1	1 x Pin HY2.0	2 x Micro-Schalter	-	1 x Löten	285	TMLS auf Micro-Schalter
12	1	4 x Jumper Male	SMD-LED	-	Löten	225	TMLS auf SMD-LED
13	1	1 x Pin HY2.0	2 x Druckknopf x	-	Löten	230	TMLS auf Druckknopf

Tabelle 1.4: Leitungen

1 Vor der Montage

1.7 Schrauben und Muttern

In der folgenden Tabelle 1.5 werden die benötigten Schrauben und Muttern aufgelistet

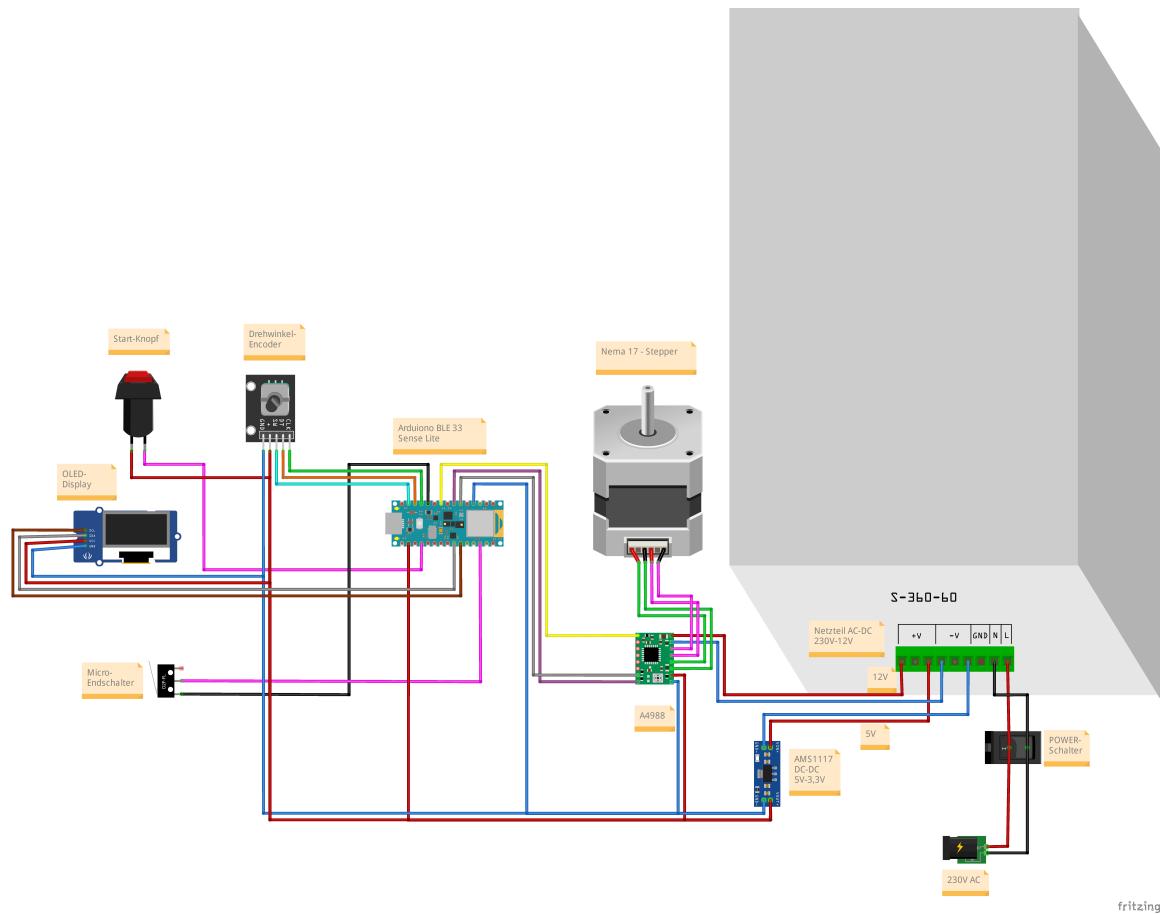
Pos.	Anzahl	Beschreibung
1	17	M3 Hammermutter T-Schlitz Nut 6
2	14	Zylinderschrauben M3 6 mm Innensechskant DIN 912
3	16	Zylinderschrauben M3 8 mm Innensechskant DIN 912
4	21	Zylinderschrauben M3 10 mm Innensechskant DIN 912
5	7	Zylinderschrauben M3 14 mm Innensechskant DIN 912
6	7	Sechskantmuttern M3 DIN 934
7	2	Senkschrauben M2.5 5 mm Kreuzschlitz Phillips

Tabelle 1.5: Benötigte Schrauben und Muttern

1.8 Schaltplan

Der Schaltplan zeigt die elektrische Verbindung der einzelnen Komponenten. Er ist in Abbildung 1.6 dargestellt.

1.8 Schaltplan



2 Montage

In diesem Kapitel wird die Montage des Demonstrators für einen Schrittmotor Schritt für Schritt erläutert. Es wird empfohlen, die Schritte in der vorgegebenen Reihenfolge zu befolgen.

2.1 Erster Schritt: Montieren Schaltnetzteil, Entwicklerboard und AMS1117

Montieren Sie die folgenden Bauteile und elektrischen Komponenten wie in Abbildung 2.1 gezeigt.

1. Befestigen Sie das Schaltnetzteil an der Bodenplatte mit $2 \times M3 \times 10 mm$ Schrauben. Die Schrauben werden von der unteren Seite der Bodenplatte eingeführt.
2. Nehmen Sie $2 \times M3 \times 14 mm$ Schrauben und kontern Sie diese mit $2 \times M3$ Muttern gegen die Bodenplatte. Die Schrauben werden von der unteren Seite der Bodenplatte eingeführt.
3. Montieren Sie das Entwicklerboard Schrittmotorsteuerung A4988 auf der Bodenplatte. Verwenden Sie $2 \times M3 \times 14 mm$ und $4 \times M3$ Muttern. Die Reihenfolge ist: Schraube - Bodenplatte - Mutter - Entwicklerboard - Mutter. Die Schrauben werden von der unteren Seite der Bodenplatte eingeführt.
4. Stecken Sie die Schrittmotorsteuerung in das Entwicklerboard und achten Sie auf die richtige Pinbelegung.
5. Setzen Sie den Spannungswandler AMS1117 in den Halter für AMS und setzen Sie den Clip auf. Befestigen Sie den Halter und den Clip mit einer $\times M3 \times 14 mm$ Schraube

2 Montage

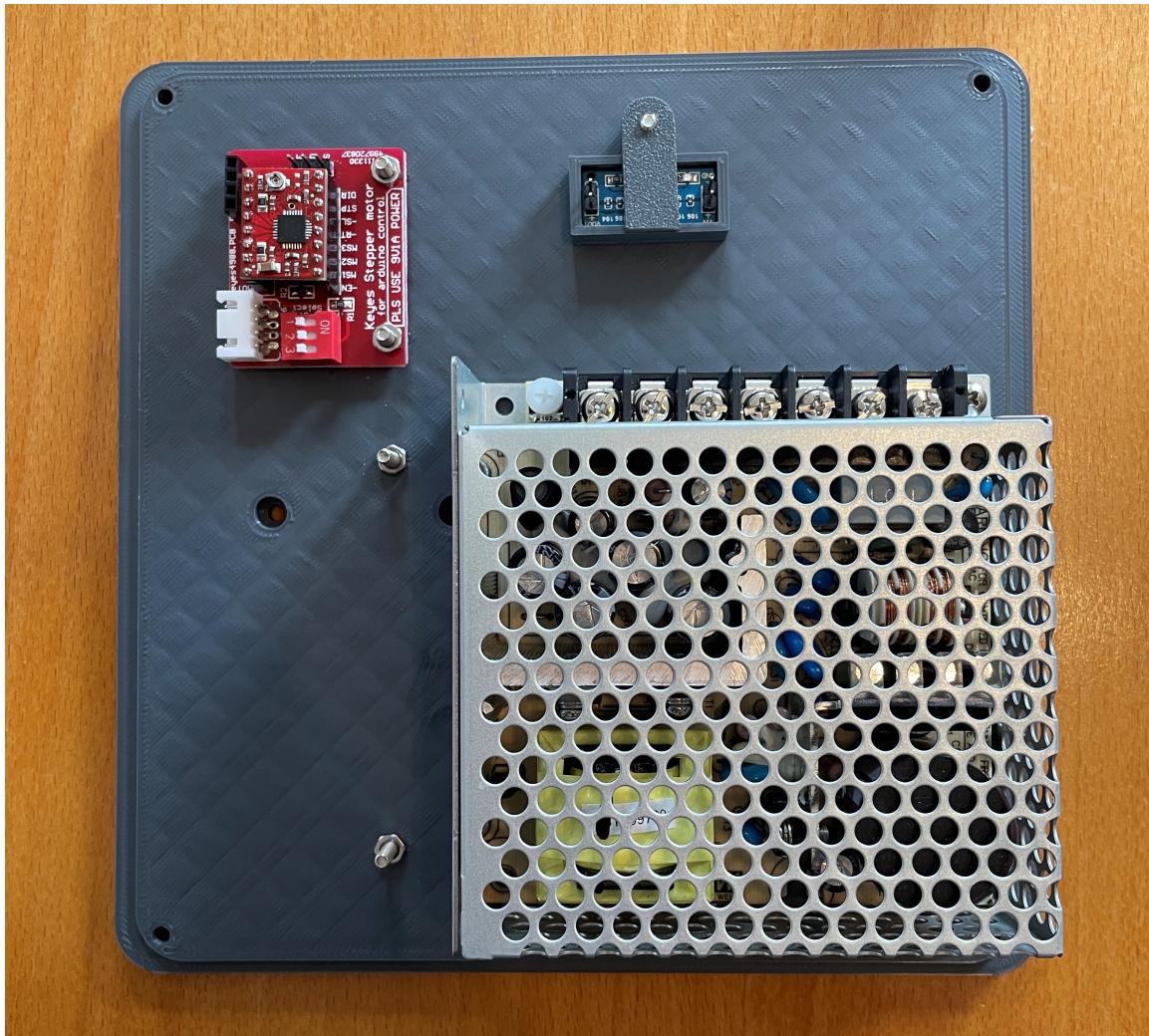


Abbildung 2.1: Erster Schritt: Montieren Schaltnetzteil, Entwicklerboard und AMS1117

2.2 Zweiter Schritt: Anbringen der Bodenplatte an Aluprofil

Montieren Sie die folgenden Bauteile und elektrischen Komponenten wie in Abbildung 2.2 gezeigt.

1. Führen Sie $2 \times M3$ Hammermutter in das Aluprofil ein.
2. Verschrauben Sie die Bodenplatte mit $2 \times M3 \times 10 \text{ mm}$ Schrauben an den Hammermuttern im Aluprofil, sodass die Bodenplatte bündig mit dem Profil abschließt.

2.3 Dritter Schritt: Zusammenbau der Vorderplatte

- Setzen Sie das Tiny Machine Learning Shield (TMLS) auf die hervorstehenden Schrauben und sichern Sie es mit $2 \times M3$ Muttern. Stecken Sie den Arduino Nano Sense BLE 33 Lite auf das TMLS und achten Sie dabei auf die Pinbelegung.

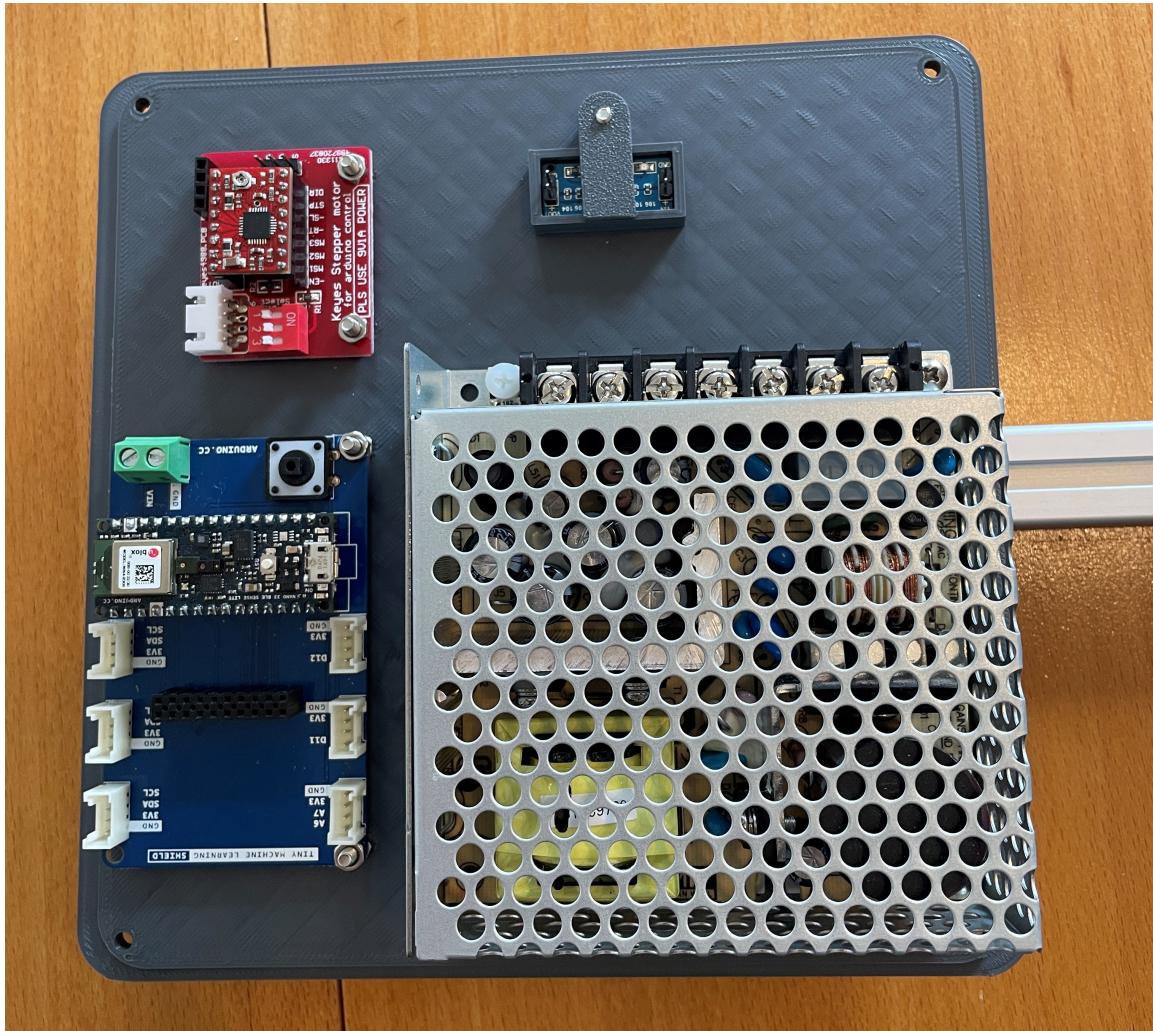


Abbildung 2.2: Zweiter Schritt: Anbringen der Bodenplatte an Aluprofil

2.3 Dritter Schritt: Zusammenbau der Vorderplatte

Montieren Sie die folgenden Bauteile und elektrischen Komponenten wie in Abbildung 2.3 gezeigt.

- Befestigen Sie das OLED-Display mit $2 \times M3 \times 6 \text{ mm}$ Schrauben in die dafür vorgesehenen $\varnothing 2,8 \text{ mm}$ Bohrungen der Vorderplatte.
- Führen Sie die SMD-LED in die $\varnothing 8 \text{ mm}$ Bohrung der Vorderen Platte ein.

2 Montage

3. Führen Sie den Drehwinkel-Encoder in die Ø7 mm Bohrung ein und kontern Sie diese mit der P-4 Mutter.
4. Führen Sie den Druckknopf in die Ø13,5 mm Bohrung und kontern Sie den mit der zugehörigen Mutter.

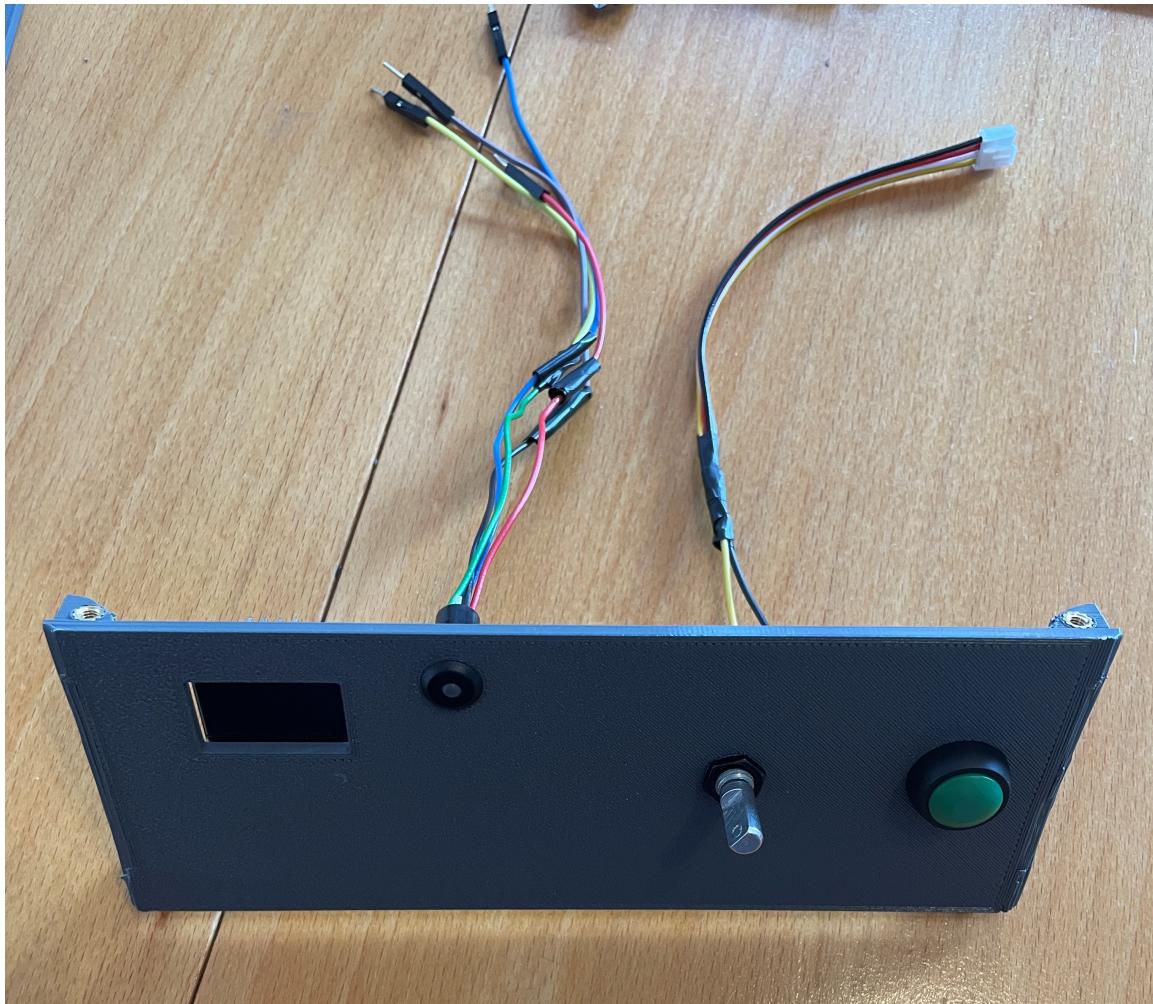


Abbildung 2.3: Dritter Schritt: Zusammenbau der Vorderplatte

2.4 Vierter Schritt: Zusammenbau der Hinterplatte

Montieren Sie die folgenden Bauteile und elektrischen Komponenten wie in Abbildung 2.4 gezeigt.

1. Montieren Sie den Kaltgeräteanschluss an der Hinterplatte. Ein Klickgeräusch bestätigt den korrekten Sitz.

2.5 Fünfter Schritt: Teilzusammenbau des Gehäuses

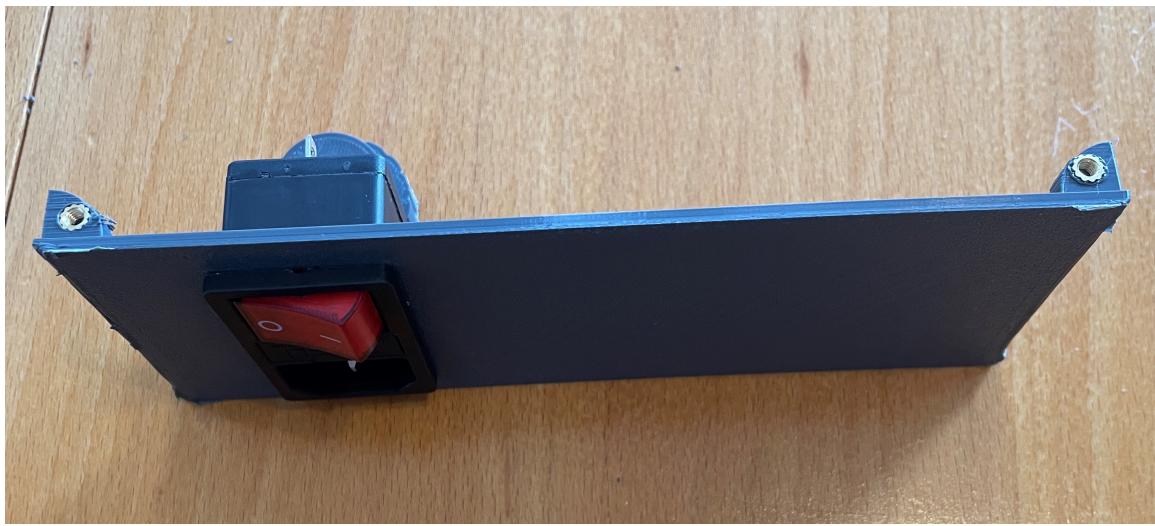


Abbildung 2.4: Vierter Schritt: Zusammenbau der Hinterplatte

2.5 Fünfter Schritt: Teilzusammenbau des Gehäuses

Montieren Sie die folgenden Bauteile und elektrischen Komponenten wie in Abbildung 2.5 gezeigt.

1. Verschrauben Sie die Vorderplatte und die Hinterplatte mit der Bodenplatte. Verwenden Sie dafür $4 \times M3 \times 10 \text{ mm}$ Schrauben.
2. Befestigen Sie die rechte Seitenplatte mit der Vorder- und Hinterplatte. Verwenden Sie dafür $2 \times M3 \times 10 \text{ mm}$ Schrauben.

2 Montage

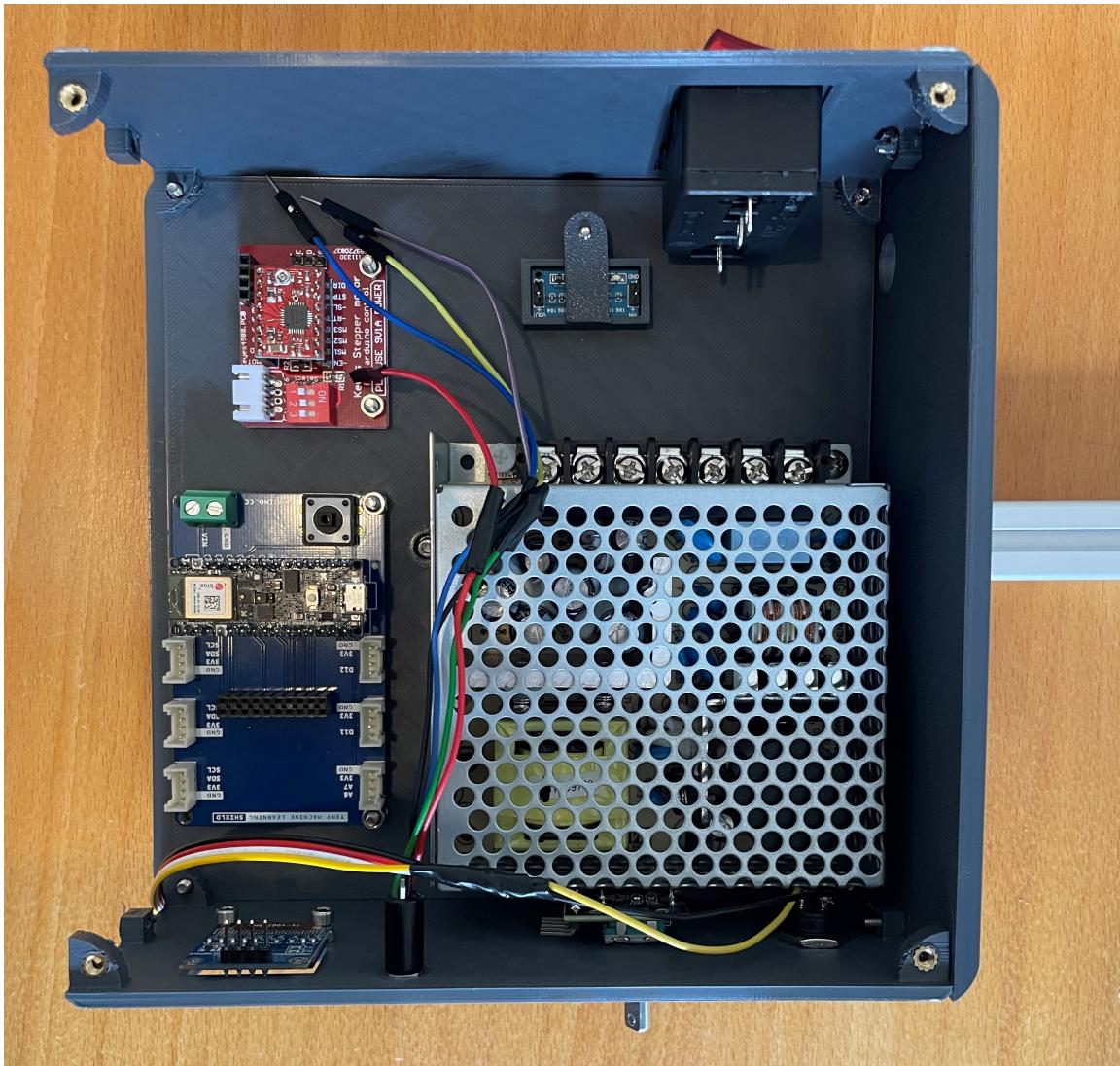


Abbildung 2.5: Fünfter Schritt: Teilzusammenbau des Gehäuses

2.6 Sechster Schritt: Anschließen der elektrischen Leitungen

1. Verbinden Sie die Leitungen gemäß dem Schaltplan (siehe Abbildung 1.6). Dieser Schritt sollte von einer Elektrofachkraft durchgeführt oder überprüft werden.
2. Führen Sie die Leitungen für den Motor und den Micro-Schalter durch die Öffnung in der rechten Seitenplatte.

2.7 Siebter Schritt: Montieren des Micro-Schalters und Motors

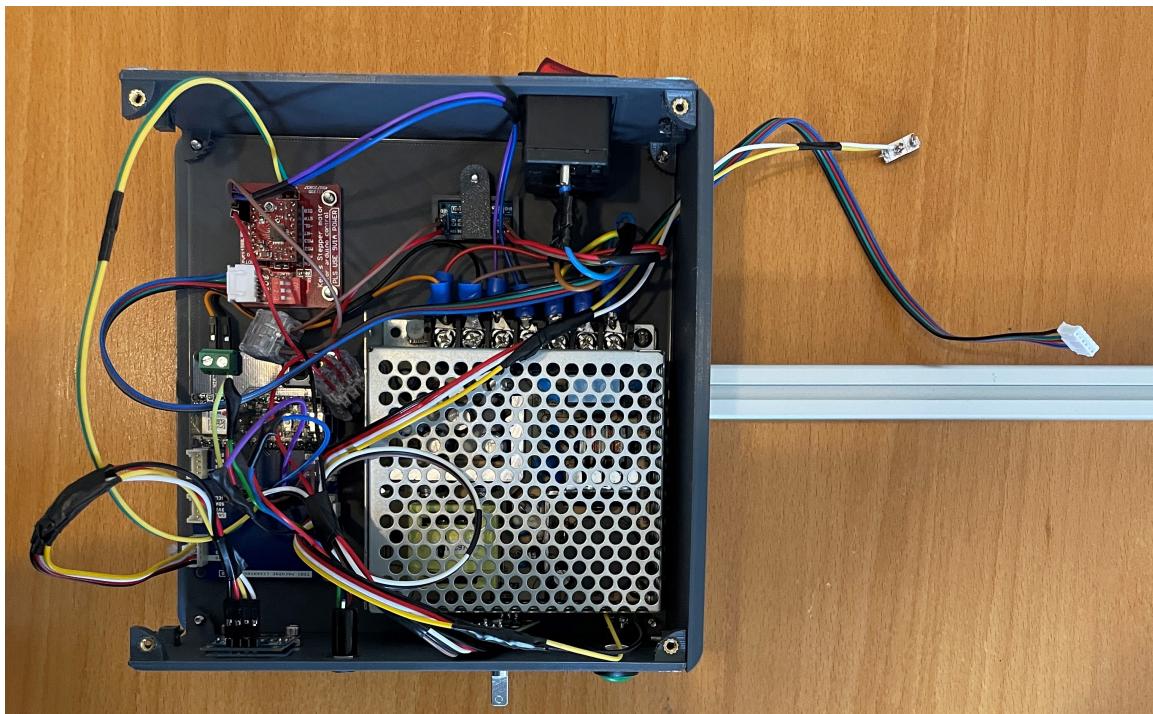


Abbildung 2.6: Schaltplan

2.7 Siebter Schritt: Montieren des Micro-Schalters und Motors

Montieren Sie die folgenden Bauteile und elektrischen Komponenten wie in Abbildung 2.7 gezeigt.

1. Befestigen Sie den Micro-Schalter mit $2 \times M2.5 \times 6 \text{ mm}$ Schrauben an der Halterung für den Motor.
2. Montieren Sie den Nema 17 Motor an der Halterung für die Welle mit $4 \times M3 \times 6 \text{ mm}$ Schrauben.
3. Führen Sie $2 \times M3$ Hammermutter in das Aluprofil ein.
4. Befestigen Sie die Halterung am Aluprofil mit $2 \times M3 \times 8 \text{ mm}$ und $2 \times M3$ Hammermuttern. Halten Sie einen Abstand vom Gehäuse von ca. 15 bis 20 mm.
5. Verbinden Sie die Leitung für den Motor an dem Motor.

2 Montage

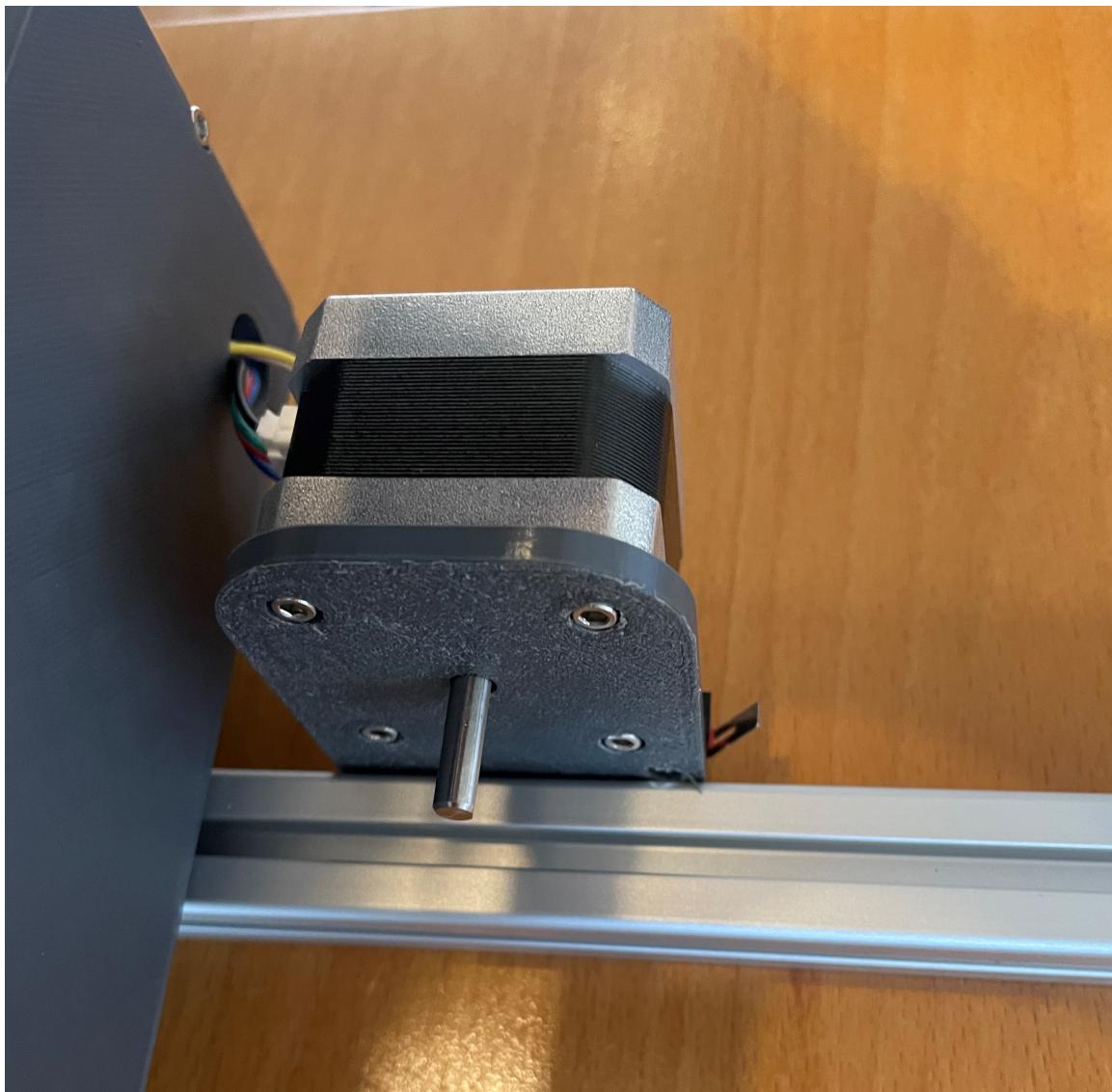


Abbildung 2.7: Siebter Schritt: Montieren des Micro-Schalters und Motors

2.8 Achter Schritt: Zusammenbau des Gehäuses

Montieren Sie die folgenden Bauteile und elektrischen Komponenten wie in Abbildung 2.8 gezeigt.

1. Verschrauben Sie die Seitenplatte Links und die Hinterplatte mit der Vorderplatte und Hinterplatte. Verwenden Sie dafür $2 \times M3 \times 10 \text{ mm}$ Schrauben.
2. Verschrauben Sie die Deckelplatte mit der Vorderplatte und Hinterplatte. Verwenden Sie dafür $4 \times M3 \times 10 \text{ mm}$ Schrauben.

2.9 Neunter Schritt: Montieren der Linearführung

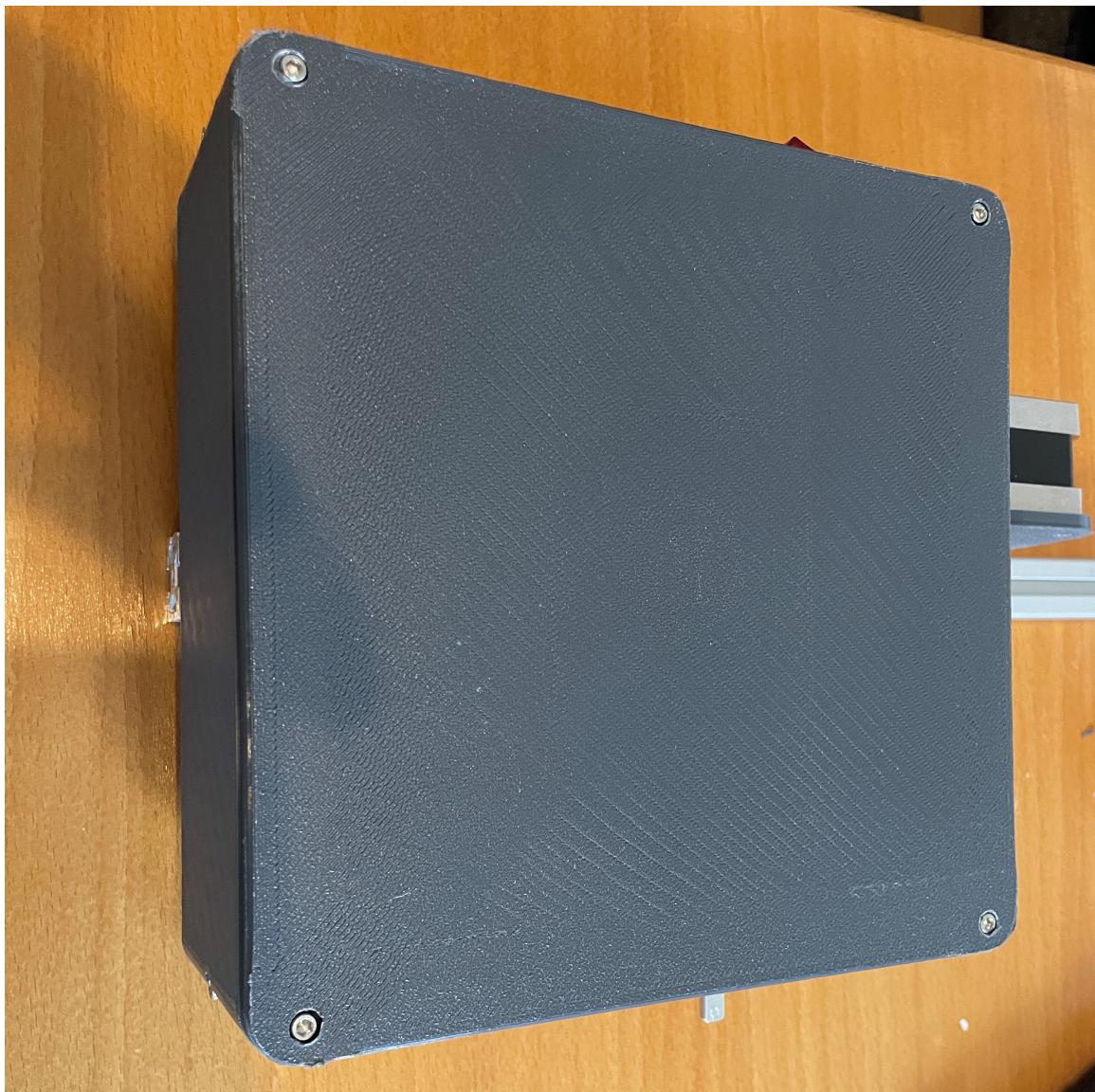


Abbildung 2.8: Achter Schritt: Zusammenbau des Gehäuses

2.9 Neunter Schritt: Montieren der Linearführung

Montieren Sie die folgenden Bauteile wie in Abbildung 2.9 gezeigt.

1. Führen Sie $5 \times M3$ Hammermutter in das Aluprofil ein.
2. Befestigen Sie die Linearführung am Aluprofil mit $5 \times M3 \times 10\text{ mm}$ und $5 \times M3$ Hammermuttern. Lassen Sie an jeder Seite eine Bohrung frei und nutzen Sie dann jede fünfte Bohrung.

2 Montage

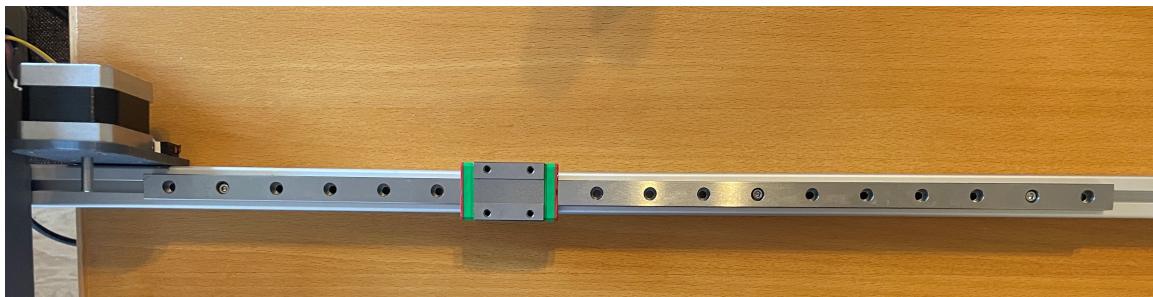


Abbildung 2.9: Neunter Schritt: Montage der Linearführung

2.10 Zehnter Schritt: Montieren des Griffes

Montieren Sie die folgenden Bauteile wie in Abbildung 2.10 gezeigt.

1. Führen Sie $2 \times M3$ Hammermutter in das Aluprofil ein.
2. Montieren Sie den Anzeiger auf den Schlitten der Linearführung mit $4 \times M3 \times 6 \text{ mm}$ Schrauben.
3. Montieren Sie den Riemen Auf den Anzeiger mit $4 \times M3 \times 6 \text{ mm}$ Schrauben.

2.11 Elfter Schritt: Montieren der Halter für die Welle



Abbildung 2.10: Dreizehnter Schritt:Montieren des Griffes

2.11 Elfter Schritt: Montieren der Halter für die Welle

Montieren Sie die folgenden Bauteile wie in Abbildung 2.11 gezeigt.

1. Führen Sie jeweils $2 \times M3$ Hammermutter gegenüberliegend in das Aluprofil ein. Führen Sie außerdem $2 \times M3$ Hammermutter an der vorderen Seite für die spätere Montage des Lineals ein.
2. Befestigen Sie die erste Halterung am Aluprofil mit $2 \times M3 \times 8\text{ mm}$ und $2 \times M3$ Hammermuttern.
3. Führen Sie die Welle in die $\varnothing 7\text{ mm}$ Bohrung der Halterung ein.
4. Stecken Sie auf die Welle die Riemscheibe.
5. Befestigen Sie die zweite Halterung gegenüberliegend der ersten Halterung am Aluprofil mit $2 \times M3 \times 8\text{ mm}$ und $2 \times M3$ Hammermuttern.

2 Montage



Abbildung 2.11: Elfter Schritt: Montieren der Halter für die Welle

2.12 Zwölfter Schritt: Montieren der Riemscheibe am Motor

Montieren Sie die folgenden Bauteile wie in Abbildung 2.11 gezeigt.

1. Montieren Sie die Riemscheibe auf die Welle des Nema 17 Motors und befestigen Sie den mit den Madenschrauben in der Riemscheibe.

2.13 Dreizehnter Schritt: Montieren des Anzeigers und des Riemens



Abbildung 2.12: Zwölfter Schritt: Montieren der Riemenscheibe am Motor

2.13 Dreizehnter Schritt: Montieren des Anzeigers und des Riemens

Montieren Sie die folgenden Bauteile wie in Abbildung 2.13 gezeigt.

1. Montieren Sie den Anzeiger auf den Schlitten der Linearführung mit $4 \times M3 \times 6 mm$ Schrauben.
2. Montieren Sie den Riemen Auf den Anzeiger mit $4 \times M3 \times 6 mm$ Schrauben.

2 Montage

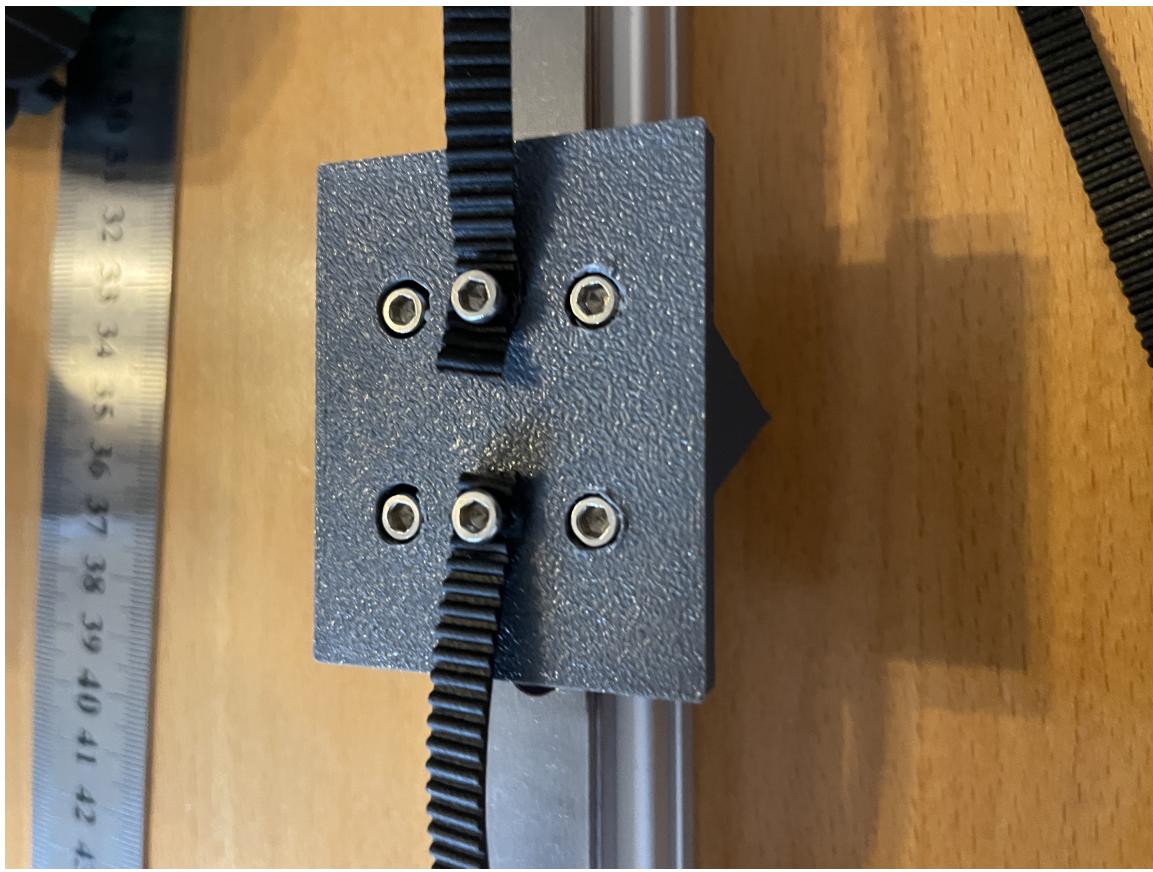


Abbildung 2.13: Zwölfter Schritt: Montieren des Anzeigers und des Riems

2.14 Vierzehnter Schritt: Montieren des Lineals

1. Montieren Sie das Lineal auf den Schlitten der Linearführung mit $4 \times M3 \times 6 mm$ Schrauben mit dem im Schritt 11 eingesetzten $2 \times M3$ Hammermutter.

2.15 Abschlussarbeiten

1. Überprüfen Sie alle Verbindungen und Schrauben auf festen Sitz.
2. Testen Sie Mithilfe des Manuals die Funktionsfähigkeit des Demonstrators.