

# Dokumentation

## Solartracker

### Automatisierter und mobiler Sonnen Folger

Nürnberg, Frühjahr 2021



*Abbildung 1: Solartracker*

#### **Projektteam:**

Michl Marcel  
Hauptstraße 27  
95469 Speichersdorf

Klemm Simon  
Seegasse 33  
91610 Insingen

#### **Auftraggeber:**

Rudolf-Diesel-Fachschule  
Äußere Bayreuther Str. 8  
90491 Nürnberg

## Inhalt

1. Einleitung .....	2
1.1. Ideenfindung .....	2
1.2. Projektziel .....	2
2. Projektplanung .....	2
2.1. Projektphasenplanung .....	2
2.2. Ressourcenplanung/Stückliste .....	3
2.3. Amortisierungsdauer .....	4
3. Durchführung .....	5
3.1. Aufbau Mechanik .....	5
3.2. Platine .....	7
3.3. Verdrahtung .....	7
3.4. Schattenmatrix .....	8
3.5. Messschaltung .....	9
3.6. Display & Joystick .....	11
3.7. Programm .....	12
3.7.1 I2C .....	12
3.7.2 Handbetrieb .....	12
3.7.3 Automatikbetrieb .....	13
4. Bedienung .....	14
4.1. Auf- und Abbau .....	14
4.2. Menüsteuerung .....	15
5. Fazit .....	16
5.1. Soll-/Ist-Vergleich .....	16
5.2. Lessons Learned .....	16
6. Quellenverzeichnis .....	17
6.1 3D Druckquellen: .....	17
7. Abbildungsverzeichnis .....	17
8. Tabellenverzeichnis .....	17
9. Anhang .....	18
9.1 Kennlinie Photowiderstände .....	18
9.2 Stromlaufpläne/Schaltpläne .....	19
9.3 3D-Drucker Zeichnungen .....	22
9.4 Anleitungen Komponenten .....	25
9.5 Aufteilung .....	26
9.6 Github-Verzeichnis_Link .....	26

## 1. Einleitung

### 1.1. Ideenfindung

Die Idee war eine wiederaufladbare durch Solarenergiebetriebene Powerbank zu bauen um mit dieser auf Festivals, Campingtrips oder längeren Natur Aufenthalten immer genug Strom zu haben um seine Handys usw. zuladen.

### 1.2. Projektziel

Aufbauen und Steuerern einer Kinematik, welche sich standortunabhängig und selbstständig nach dem Sonnenstand ausrichtet, um das maximum an erzeugter Energie aus der Photovoltaikplatte zu gewinnen. Zudem soll das System noch leicht zu transportieren sein und mit möglichst wenig Werkzeug ab- und aufbaubar sein. Desweiteren soll das System noch über einen Handbetriebsteuerung positionierbar sein und selbstständig die erzeugt und die verbrauchte Energie messen.

## 2. Projektplanung

### 2.1. Projektphasenplanung

Bei der Projektplanung haben wir erst das Projekt in seine Einzelschritte unterteilt und dann auf den Zeitraum aufgeteilt gegen Mitte des Projektverlaufes haben wir dann noch beschlossen eine Platine zu fertigen, wodurch es zu einer Planungsänderung kam (in rot dargestellt).

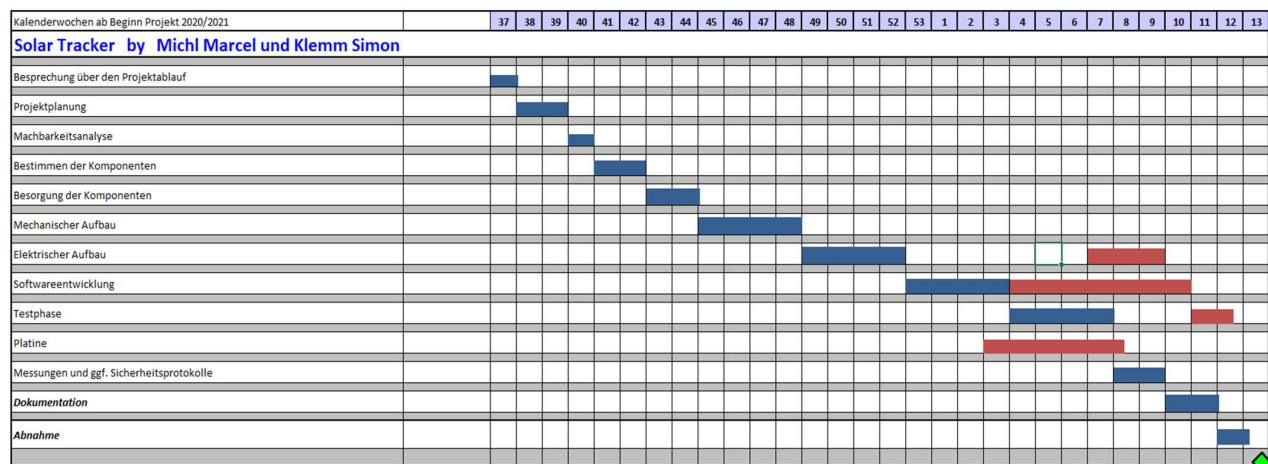


Tabelle 1: Zeitplan

## 2.2. Ressourcenplanung/Stückliste

**Für die Durchführung des Projekts sind folgende Ressourcen nötig:**

Stückliste für das Produkt	Anzahl	Ressourcen
Arduino nano	1	PC
Stahlrohrunterbau 1m	1	Büro
Aluminium Stange	1	MSOffice
Kugellager	1	Arduino (SW)
Flachstahl 1m	1	3DDrucker
AD_Wandler	2	Messgeräte
Fotowiderstand	4	Netzteil
Füße	4	Ratschen Set
Kantenschutz 20m	1	Abisolierzange
Welle 1m	1	Krimpzange (Aderendhülsen)
Klappwinkel	1	Krimpzange (Molexstecker)
Solarplatte 10W	1	Schlitzschraubendreher
Batterie 7Ah	1	Gabelschlüsselset
Laderegler 10A	1	Lötkolben
elk kleinteile/ adern	1	Winkelschleifer
kondensatoren 22nF	2	Stichsäge
kondensator 100nF	2	Imbusschlüssel
kondensatoren 15nF	2	
Widerstände 10k	1	
AZDelivery ACS712 20A Stromsensor	1	
AZDelivery ACS712 5A Stromsensor	1	
AZDelivery Joystick Modul KY023	1	
Drehgeber KY040	1	
Spannungsmesser 25V	2	
Hauptplatine	1	
Servo Motor RDS3225	1	
3D Fillament PLA Grau	1	
L6203	1	
LCD_Display HD44780	1	
Verbandskasten (gebraucht)	1	
DC_Motor MFA919D8101	1	
Kippschalter	1	

Tabelle 2:Stück & Ressourcenliste

### 2.3. Amortisierungsdauer

Da die Photovoltaikplatte immer perfekt zur Sonne ausgerichtet ist, rechnen wir mit ihrer maximalen Leistung (10W). Arbeitszeit und der Eigenverbrauch wurden bei der Berechnung nicht berücksichtigt.

Berechnung mit **35cent/KWh**.

Wie lange dauert es die Kosten von **326,21€** wieder einzusparen.

Mit Durchschnittlich **10h** Sonnenstunden pro Tag.

#### **Berechnung:**

Wie viel KWh ergeben sich aus 320,66€:

$$326,21€ / 35\text{cent/KWh} \approx 932\text{KWh}$$

Die Amortisationszeit beträgt also:

$$932000\text{Wh} / 10\text{W} = 93.200\text{h}$$

$$93.200\text{h} / 10\text{h/Tag} \approx 9.320\text{Tage} \approx 25,53 \text{ Jahre}$$

Mit einer Leistungsstärkeren Photovoltaikplatte würde sich die Zeit deutlich verkürzen.

### 3. Durchführung

#### 3.1. Aufbau Mechanik

Der Mechanischen Aufbau besteht aus einer Unterkonstruktion, welche aus einem Vierkantrohr und einem Lochblech aufgebaut ist. Das Vierkantrohr stabilisiert das Blech und kreiert mit den Füßen eine gewisse Bodenfreiheit. Das 350x350mm große Blech bietet am Ende genügend Stellfläche für die Steuerungseinheit und den Akku und verhindert zudem das Kippen der Konstruktion.

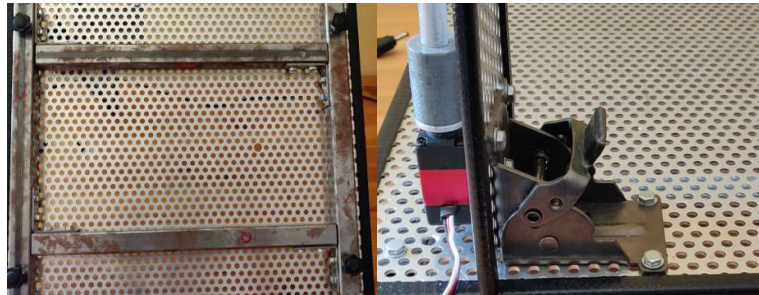


Abbildung 2: Unterkonstruktion & Klappwinkel

Die horizontale Drehachse besteht auch wieder aus einem 80x260mm großen Lochblech, an dem an der unteren Seite ein Klappwinkel und der Servomotor befestigt sind, weiter oben befindet sich noch ein Kugellager, das zur Führung der Welle dient. Die Welle besteht aus einer 230mm langen massiven Aluminiumstange und ist über ein 3D Druckteil (siehe Bild) mit einem per LötKolben eingepressten Gewinde und einer M3 Madenschraube mit der Aufnahme des Servomotors verbunden.



Abbildung 3: Aufnahme Servomotor

Die Schwenkachse, welche den Winkel der Photovoltaikplatte regelt, besteht auch aus eine 70x260mm großen Lochblech auf dessen Unterseite die Aufnahme für die vertikale Achse befestigt ist. Auf der Oberseite ist ein 12V Gleichstrommotor welcher als Antrieb der Achse dient. Der Motor hat ein 810:1 Getriebe, welches durch seine Trägheit es ermöglicht das sich die Achse im nicht gestromten Zustand nicht bewegt. Die Achse besteht aus dem Motor an dessen Welle ein 3D Druckteil angebracht und einem Gelenk welche ebenfalls gedrukt wurde. Das 3D Druckbauteil, das den Motor mit der Photovoltaikplattenhalterung verbindet, hat eine Besonderheit, und zwar sind die Gewindeeinsätze, die es ermöglichen die Motorwelle fest mit dem Bauteil verbinden mit Hilfe einer M5 Madenschraube keine 3D Druckgewindeeinsätze, sondern welche für Holz diese haben außen größere „Flügel“ haben und sich somit nicht so leicht aus dem 3D Druckteil wieder herausdrücken lassen.



Abbildung 4: Gewindeeinsatz

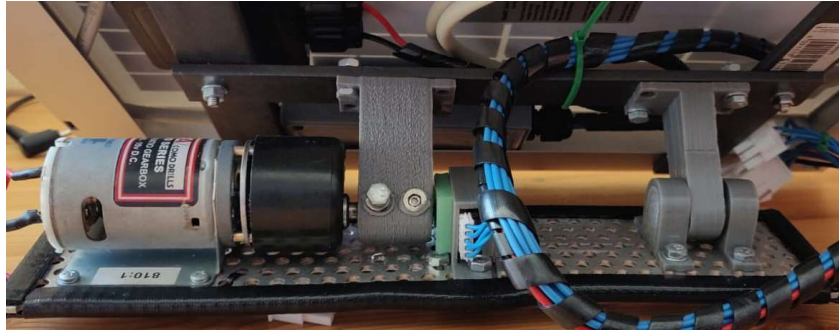


Abbildung 5: Schwenkachse

Die Photovoltaikplattenhalterung ist aus Flachstahl aufgebaut. An der Photovoltaikplatte wurde dann noch das Gehäuse für die Schattenmatrixplatine angebracht das Gehäuse wurde ebenfalls mit einem 3D Drucker maßgefertigt hergestellt.

Als letztes wurde dann noch das Gehäuse für die Hauptplatine und den Laderegler sowie Joystick und Display gebaut. Das Gehäuse selbst ist ein alter Verbandskasten, in den zuerst die Ausschnitte für die Display- und Joystickeinsätze und dem Kippschalter zum Ein und Ausschalten herausgearbeitet wurden. Dann wurden an der Seite noch Löcher gebohrt für die PG-Verschraubungen. Zuletzt wurde die Oberfläche noch abgeschliffen und alle Einsätze und Verschraubungen eingebaut.



Abbildung 6: Gehäuseeinbauten

### 3.2. Platine

Die Hauptplatine wurde von uns selbst in KI CAD entworfen und dann von der Firma Eurocircuit produziert und dann von uns bestückt. Das Herzstück der Platine ist ein Arduino Nano welcher den Solartracker steuert. Zum Regeln des 12V Gleichstrommotors der Schwenkachse wurde eine L6203 DMOS Full Bridge Driver verwendet. Dieser wird über IN1 & 2 angesteuert je nachdem welcher der beiden Eingänge mit einem PWM Signal angesprochen wird dreht der Motor mit einer bestimmten Geschwindigkeit in eine Richtung. Der Enable Eingang muss zuvor aber geschaltet sein. Alle Aus- und Eingänge der Platine wurden über Schraubklemmen zur einfachen Verdrahtung realisiert. Die Strom- und Spannungssensoren wurden mit Pinleistensockel einfach mit der Platine verbunden.

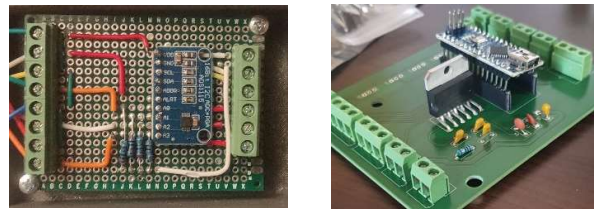


Abbildung 7: Schattenmatrixplatine: & Hauptplatine

Die Schattenmatrixplatine wurde aus Zeit und Kostengründen direkt auf einer Lochrasterplatine gelötet. Das Herzstück dieser Platinen ist ein ADS1115 Analog- Digitalwandler, welcher die Analogen Werte der Schattenmatrix in digitale Werte umwandelt und dann über I2C zur Hauptplatine schickt.

*Der Stromlaufplan ist den Anlagen zu finden die KI Cad Datei ist auf dem Githubverzeichnis hinterlegt.*

### 3.3. Verdrahtung

Die Verdrahtung wurde mit Einzeladern 0,75mm<sup>2</sup> für Motor-, Batterie- und Photovoltaikleitung in Rot für plus 12V und schwarz für 0V ausgeführt. Die restlichen Leitungen wurden mit 0,5 mm<sup>2</sup> in dunkelblau verdrahtet. Die Einzeladern wurden mit Wickelschlauch umwickelt, um sie ordentlich zu bündeln und zu schützen. Die Stecker Verbindungen welche notwendig sind, um die Photovoltaikplatte von der Unterkonstruktion zu trennen wurden mit Hilfe von Molexsteckern realisiert. Zuletzt wurden dann noch die Kabel womöglich fest mit Kabelbindern abgebunden und den Stellen, wo dies nicht möglich ist wurden Klettkabelbinder verwendet.



### 3.4. Schattenmatrix

Matrix bedeutet in der Technik, dass etwas waagerecht und senkrecht angeordnet ist.

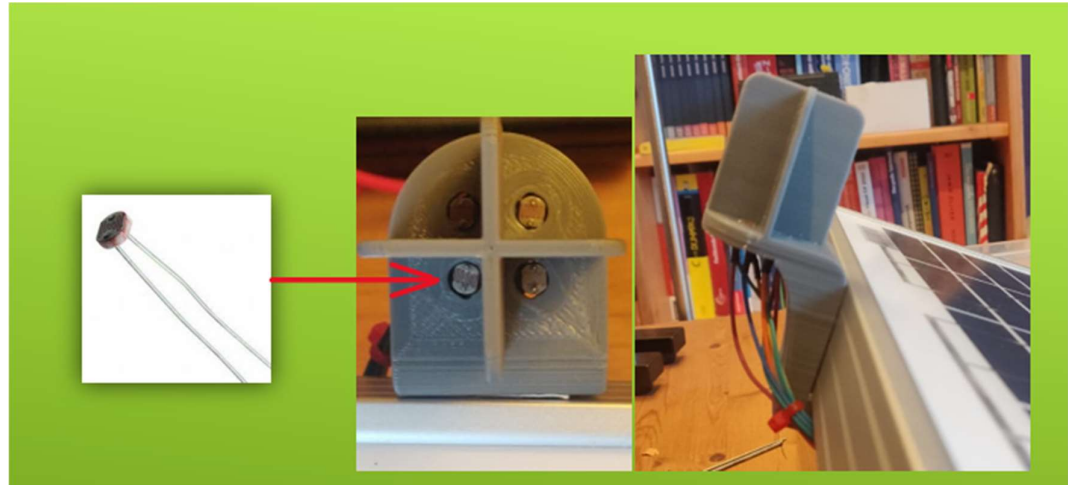


Abbildung 8: Schattenmatrix

Wie auf Abbildung 8 zu sehen, ist die Schattenmatrix so konstruiert, dass die Stege des Kreuzes waagerecht und senkrecht angeordnet sind.

Diese Stege werfen einen Schatten in die jeweiligen Ecken, welche der größten Lichtquelle (Sonne) abgewandt sind.

In jeder Ecke der Schattenmatrix befindet sich ein Widerstand, der seinen Wert nach Helligkeit ändert.

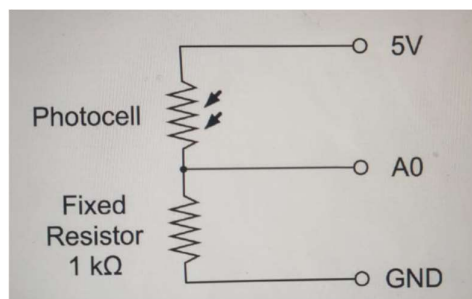


Abbildung 9: Spannungsteiler

In der Abbildung 9 ist ein Spannungsteiler zu erkennen. Der Photowiderstand ist mit einem Widerstand verschaltet, der seinen Wert nicht ändert. Diesen ist auf 2 Kilo Ohm dimensioniert, um eine bessere Auswertung bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen zu bekommen.

Die Schaltung wird mit der 5V Spannung des Arduinos gespeist.

In der gesamten Schattenmatrix werden vier Photowiderstände abgegriffen und auf vier analog Eingänge des

Arduinos gelegt. (Vier Ecken) Alle Werte werden im Programm verglichen. Gibt es Abweichungen der Werte, die größer als eingestellte Toleranz ist, wird im Automatikbetrieb nachpositioniert.

### 3.5. Messschaltung

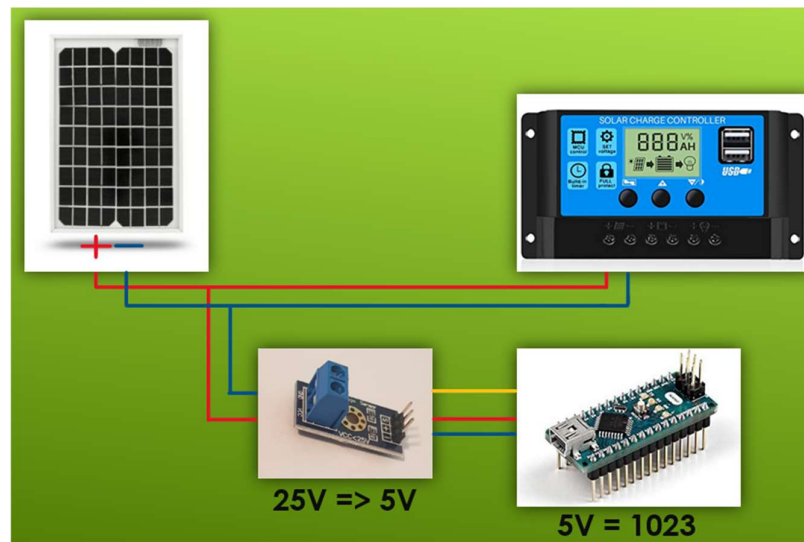


Abbildung 10: Spannungsmessschaltung

Die Spannungsmessung erfolgt mit einem Bauteil, dass die Spannung der Primärseite von maximal 25V auf eine maximale Spannung von 5V auf der Sekundärseite transformiert. Dies passiert proportional. Das Bauteil wird wie üblich für Spannungsmessungen parallel zum Panel geschaltet. Der Ausgang des Spannungssensors wird auf einen Analogeingang des Arduinos geklemmt. Der Eingang liefert dann einen Wert von 0-1023 durch die 10Bit Auflösung. In der Software wird der Wert von 0-1023 wieder proportional auf einen Wert von 0V bis 24V umgerechnet. Die gleiche Messung erfolgt auch auf der Verbrauchsseite.

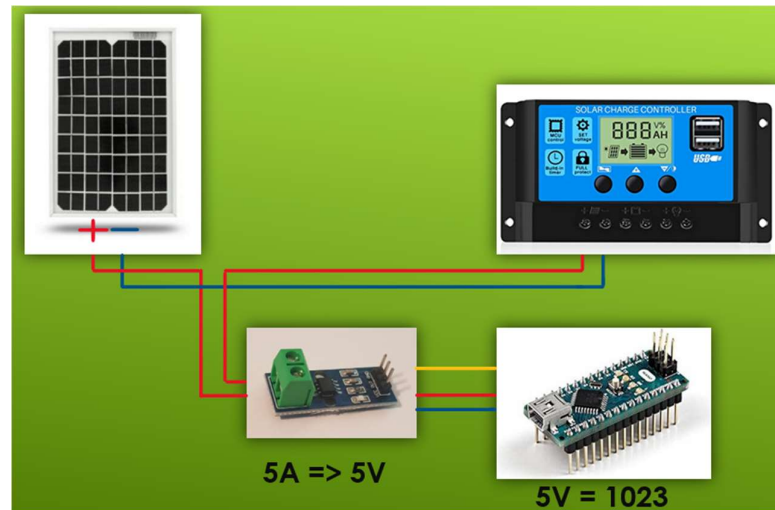


Abbildung 11: Strommessschaltung

Bei der Strommessung wird ein Stromsensor verwendet. Dieser besitzt einen Hall Sensor der durch den durchfließenden Strom eine Spannung erzeugt. Dafür muss der Strommesser in Reihe zwischen das Panel und den Laderegler geschaltet werden.

5A Version:

Spannungsversorgung: 5V | Messbereich: -5A bis +5A |

Spannungsänderung am Sensor pro 1A: 185mV

Die Sekundärseite des Strommessers wird wieder auf einen Analogeingang am Arduino gelegt.

Im Programm wird der Wert von 0-1023 wieder in zurück in Strom gerechnet.

Der Sensor kann sowohl eine positive als auch eine negative Stromstärke messen, je nachdem, wie die Kabel der gemessenen Leitung am Sensor angeschlossen werden. Solange kein Strom am Sensor fließt, gibt er Sensor eine Spannung von 2,5 Volt aus. Als eingelesener Analogwert am Arduino wird diese Spannung als Zahlenwert 512 gespeichert. Fängt der Strom in der gemessenen Leitung nun an zu fließen, dann gibt der Stromstärkesensor als Signal eine Spannung von mehr oder weniger 2,5 Volt aus, je nachdem, in welche Richtung der Strom fließt. Bei einer Signalspannung des Sensors von 3,425 Volt beträgt die Stromstärke 5 Ampere.

$$2,5V + (5A * 0,185V/A) = 3,425V$$

Des selbe Prinzip erfolgt auch wieder auf der Verbraucher Seite.

### **Leistungsberechnung der Messwerte:**

Die Messungen werden in einen 1s aufgerufen. Die 1s ist also gleichzeitig die abtastrate.

Die berechnete Leistung aus Spannung und Strom ist gleichzeitig Zeitbehaftet (1s). Spannung und Strom werden multipliziert, um die Leistung zu erhalten. Dadurch ist die Leistung auch gleichzeitig die Energie, die in dieser Sekunde erzeugt oder verbraucht worden ist. Die jeweiligen Werte aus den Sekunden werden zum Gesamtwert addiert. Dieser hat dann die Einheit Ws. Dieser wird am Ende noch durch 3600 geteilt, um die Einheit Wh zu erhalten.  
Der Wirkungsgrad wird wie üblich berechnet durch.

**Wirkungsgrad = abgegebene Energie / erzeugte Energie**

Alle drei Werte können übers Display angezeigt werden.

### **3.6. Display & Joystick**

Das LCD-Display WH1602A kann 32 Zeichen Anzeigen. Es hat zwei Zeilen. Dies bedeutet 16 Zeichen pro Zeile. Über das Display wird das Menü angezeigt. In der Software ist zu beachten, dass der lösche und der schreibe Befehl nicht zyklisch, sondern je nach Auswahl eines Menüpunkts nur einmal durchlaufen wird. Ansonsten flackert die Anzeige. Der Befehl delay oder millis, schafft zwar Abhilfe, stört aber das restliche Programm.

Der Joystick von AZ-Delivery KY-023 gibt zwei Analogwerte und einen Digitalwert aus.

Je einen Analogwert für die X-Achse und einen Analogwert für die Y-Achsen. In Mittelstellung beträgt der Wert der beiden annähernd die Hälfte von 0-1023. Toleranzen möglich. Bewegt man jetzt den Joystick nach oben oder nach rechts, werden die jeweiligen Werte größer. Bis maximal 1023. Bewegt man den Joystick nach unten, werden die jeweiligen Werte kleiner und werden bis zu 0.

Der digitale Ausgang des Joysticks ist der Enter Button. Dieser ist normal in den Zustand True(1). Drückt man ihn wird er False(0).

### 3.7. Programm

Der Code für den Arduino wurde in der Arduino IDE verfasst

#### 3.7.1 I2C

Der I2C Bus verbindet zu einem die Hauptplatine mit dem Display und mit der Schattenmatrixplatine.

```
10 Adafruit_ADS1115 ads1115(0x49);  
11 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
```

*Abbildung 12: Implantierung & Adressierung*

Die Schattenmatrixplatine wird mit der Adresse 0x49 angesprochen, das heißt der Adresseingang wird ebenfalls an den 5V Ausgang der Hauptplatine angeklemmt wird. In der folgen Programmausschnitt sieht man das Auslesen und

```
223 obenlinks = ads1115.readADC_SingleEnded(2);  
224 obenrechts = ads1115.readADC_SingleEnded(3);  
225 untenlinks = ads1115.readADC_SingleEnded(0);  
226 untenrechts = ads1115.readADC_SingleEnded(1);
```

*Abbildung 13: Werte Übergabe der Fotowiderstände*

#### 3.7.2 Handbetrieb

Beim Handbetrieb können die Achsen über den Joystick separat gesteuert werden.

In der Abbildung xx ist die Steuerung des Horizontalachse zu sehen da der im ersten Schritt wird der Servomotor initialisiert mit den „myservo.attach()“ Befehl danach wird dann der Joystick ausgelesen und je nach Position des Joysticks verfahren. Der Verfahr Bereich ist von 0-180° begrenzt da der Motor dies vorgibt das ist aber vollkommen ausreichend.

```
445 myservo.attach(3);  
446  
447 xDir = analogRead(X_pin);  
448 yDir = analogRead(Y_pin);  
449  
450 if ((xDir < 400) && (digitalRead(7))) {  
451     pos = pos + 2; //((xDir-500)/100);  
452     delay(100);  
453     if (pos > 180) {  
454         pos = 180;  
455     }  
456 }
```

*Abbildung 14: Auszug Handbetrieb Horizontalachse*

Die Steuerung der Schwenkachse ist sehr ähnlich aufgebaut. Hier wird je nach Joystickstellung der Enable freigeben und dann über den analogWrite Befehl die Verfahrsgeschwindigkeit festgelegt.

```
if (analogRead(Y_pin) < 400) {  
    digitalWrite(PIN_EnableMotor, HIGH);  
    delay(10);  
    analogWrite(PIN_Linksauf, 100);  
    analogWrite(PIN_Rechtslauf, 0);  
    rotationdirection = true;
```

*Abbildung 15: Auszug Handbetrieb Schwenkachse*

### 3.7.3 Automatikbetrieb

Der Automatikbetrieb ist durch eine Switch Case Schrittkette aufgebaut. In dem erst die horizontale Achse positioniert wird und danach die Schwenkachse ausgerichtet wird. In der Abbildung 16 ist die Bestimmung der Verfahrrichtung der Schenkachse zu sehen. Dabei wird einer der Unteren Sensoren mit einer der oberen Sensoren welcher mit einem Toleranzwert verrechnet und anschließend verglichen. Der Toleranzwert fängt minimal Veränderungen ab. Sind alle Achse dann positioniert wartet der Solartracker eine gewisse Zeit und positioniert dann wieder nach. Die letztendliche Ansteuerung der Motoren funktioniert nach dem gleichen Prinzip wie beim Handbetrieb.

```
587     case 40:
588         if (untenlinks > (obenlinks + toleranzwert))
589             vertikalachse = -100; //links drehen
590         else if (obenlinks > (untenlinks + toleranzwert))
591             vertikalachse = 100; //rechts drehen
592         else
593             vertikalachse = 0;
594
595         if (vertikalachse == 0)
596             Step_Auto = 60;
```

*Abbildung16:Auszug Automatikbetrieb*

## 4. Bedienung

### 4.1. Auf- und Abbau



Abbildung 17: Solartracker eingepackt & Aufnahme Schwenkachse

#### Aufbauanleitung:

1. Mast hoch kappen
2. Photovoltaikplatte aufsetzen und mit den Madenschrauben sichern
3. Batterie anklemmen
4. Stecker verbinden
5. Anschalten und in den Automatikbetrieb wechseln
6. Grob nach der Sonne ausrichten

#### Abbauanleitung:

1. Ausschalten
2. Stecker trennen
3. Batterie abklemmen
4. Madenschrauben lösen und Photovoltaikplatte abnehmen
5. Mast einklappen
6. Alles im Koffer verstauen

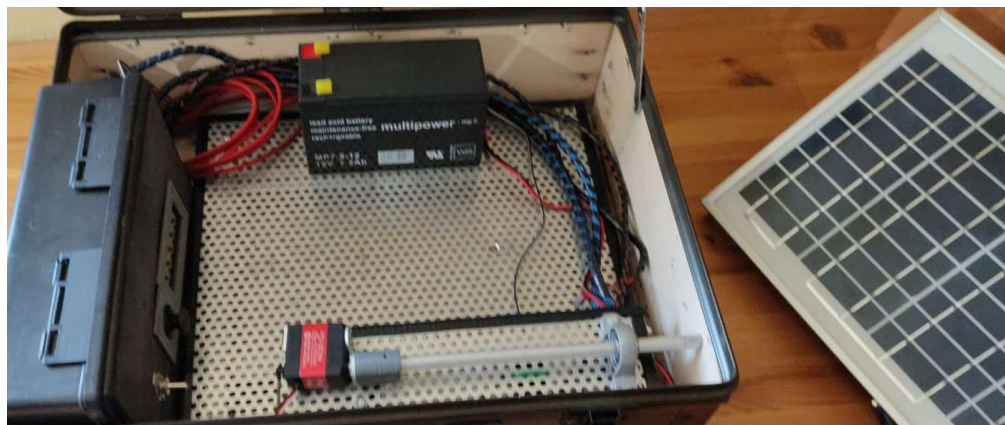


Abbildung 18: Einpacken



## 4.2. Menüsteuerung

Bedienung des Systems mit Joystick und Display.



Abbildung 19: Anzeige außerhalb des Menüs + Joystick

Durch drücken auf den Joystick



gelangt man in das Menü mit folgenden Seiten:

1. Automatikbetrieb
2. Energie erzeugt
3. Energie genutzt
4. Wirkungsgrad
5. Handbedienung X/Y-Achse
6. Exit

Durch die hoch und runter Bewegungen am Joystick blättert man durch das Menü.

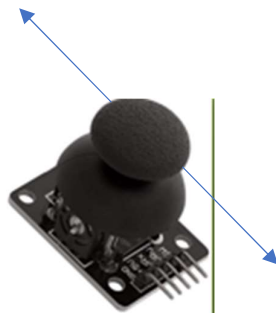


Abbildung 20: Joystick Menübedingung

Durch Betätigen des Joysticks, während man eine Seite angewählt hat, aktiviert oder deaktiviert die Betriebsart.

Durch das Drücken des Joysticks auf der Seite Exit, wird das Menü wieder verlassen.



## 5. Fazit

### 5.1. Soll-/Ist-Vergleich

Das Projektziel wurde erreicht. Die finanziellen Mittel sind eingehalten worden.  
Der Fertigstellungstermin wurde eingehalten.  
Die Anlage wurde in allen Bedienungsarten getestet. (Automatik/Hand).  
Die Auflade Funktion ist gegeben.  
Die Menüsteuerung funktioniert. Die Messschaltung funktioniert.  
Der Zeitplan hat sich wegen Änderungen der Anforderungen verändert. Siehe Anhang: Grobe Zeitplanung.  
Es sind keine Erweiterung geplant.

### 5.2. Lessons Learned

Die Zeitplanung für die Erstellung des Konzeptes muss größer ausgelegt werden.  
Es sollten Puffer in der Zeitplanung für mehr Aufwand einkalkuliert werden.  
Das Bestimmen, Suchen und Bestellen der richtigen Komponenten ist sehr zeitintensiv.

## 6. Quellenverzeichnis

### 6.1 3D Druckquellen:

<https://www.thingiverse.com/thing:651963>  
<https://www.thingiverse.com/thing:1162200>

## 7. Abbildungsverzeichnis

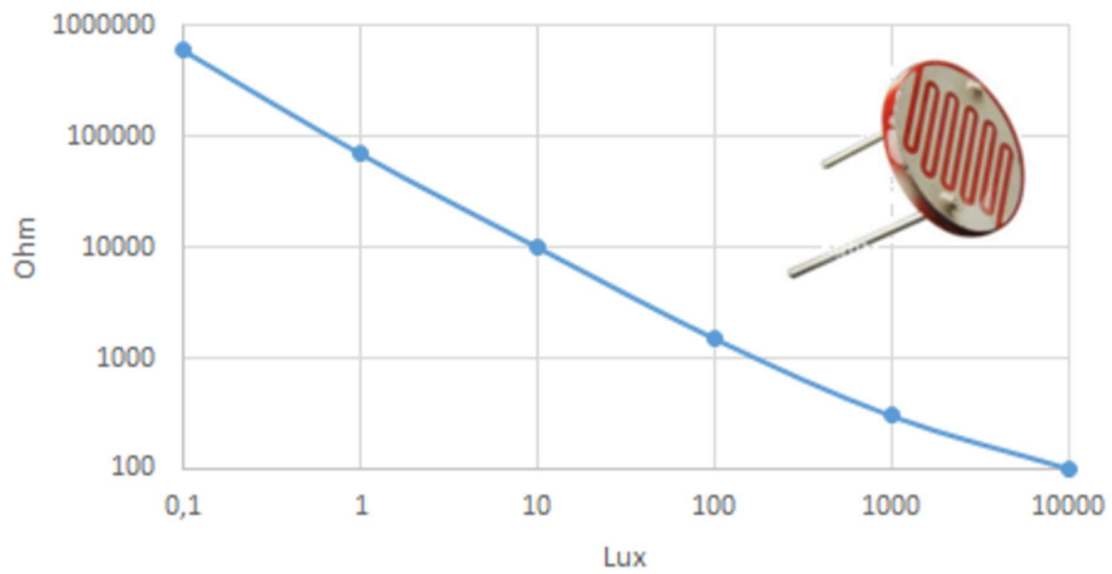
Abbildung 1:Solartracker.....	1
Abbildung 2:Unterkonstruktion & Klappwinkel .....	5
Abbildung 3:Aufnahme Servomotor.....	5
Abbildung 4:Gewindeeinsatz.....	5
Abbildung 5:Schwenkachse .....	6
Abbildung 6:Gehäuseeinbauten .....	6
Abbildung 7:Schattenmatrixplatine:& Hauptplatine .....	7
Abbildung 8:Schattenmatrix .....	8
Abbildung 9: Spannungsteiler .....	8
Abbildung 10:Spannungsmessschaltung.....	9
Abbildung 11:Strommessschaltung .....	10
Abbildung 12:Implantierung & Adressierung .....	12
Abbildung 13:Werte Übergabe der Fotowiderstände .....	12
Abbildung 14:Auszug Handbetrieb Horizontalachse.....	12
Abbildung 15: Auszug Handbetrieb Schwenkachse .....	12
Abbildung16:Auszug Automatikbetrieb.....	13
Abbildung 17:Solartracker eingepackt & Aufnahme Schwenkachse .....	14
Abbildung 18:Einpacken .....	14
Abbildung 19:Anzeige außerhalb des Menüs + Joystick.....	15
Abbildung 20:Joystick Menübedingung .....	15

## 8. Tabellenverzeichnis

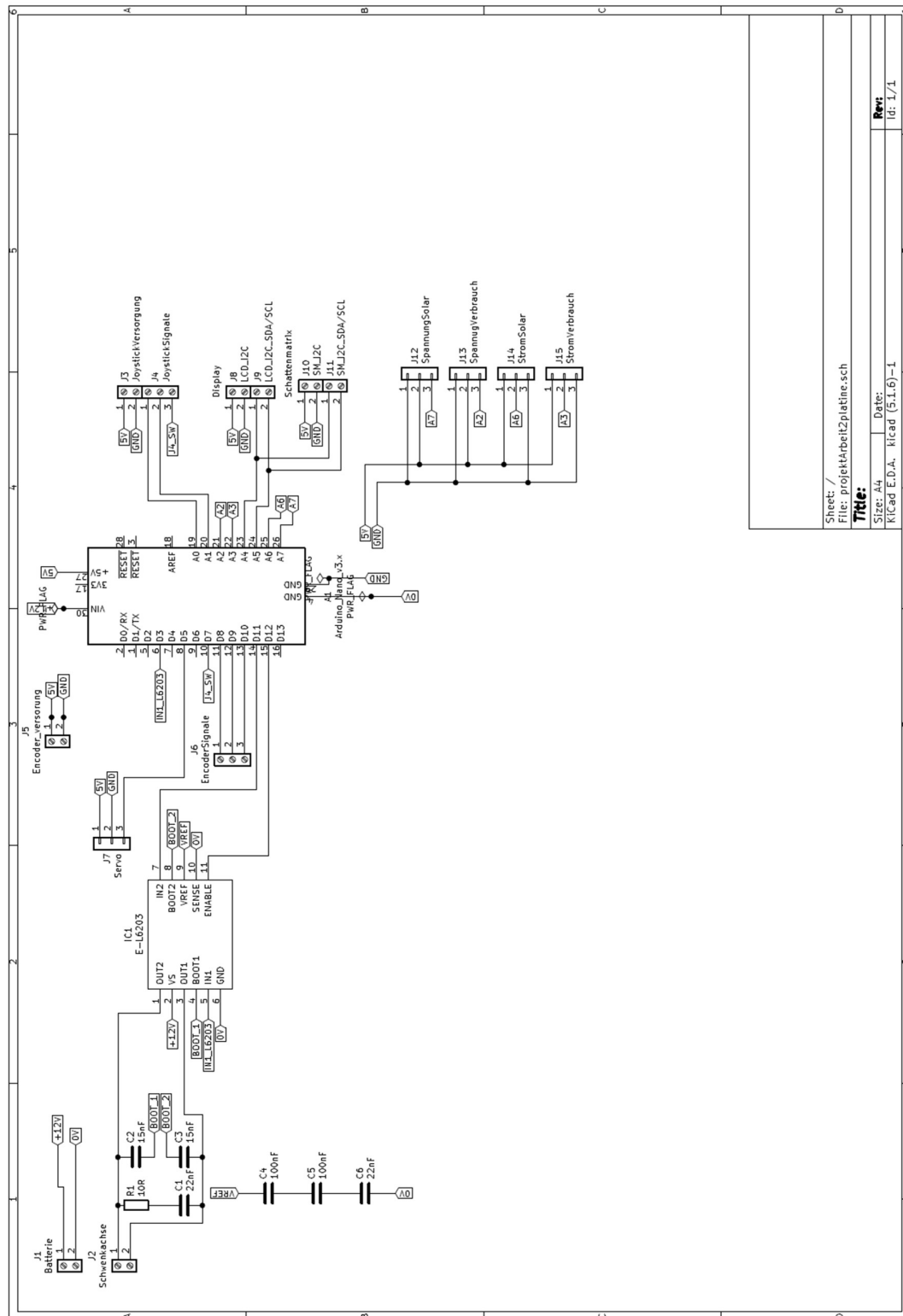
Tabelle 1:Zeitplan .....	2
Tabelle 2:Stück & Ressourcenliste.....	3

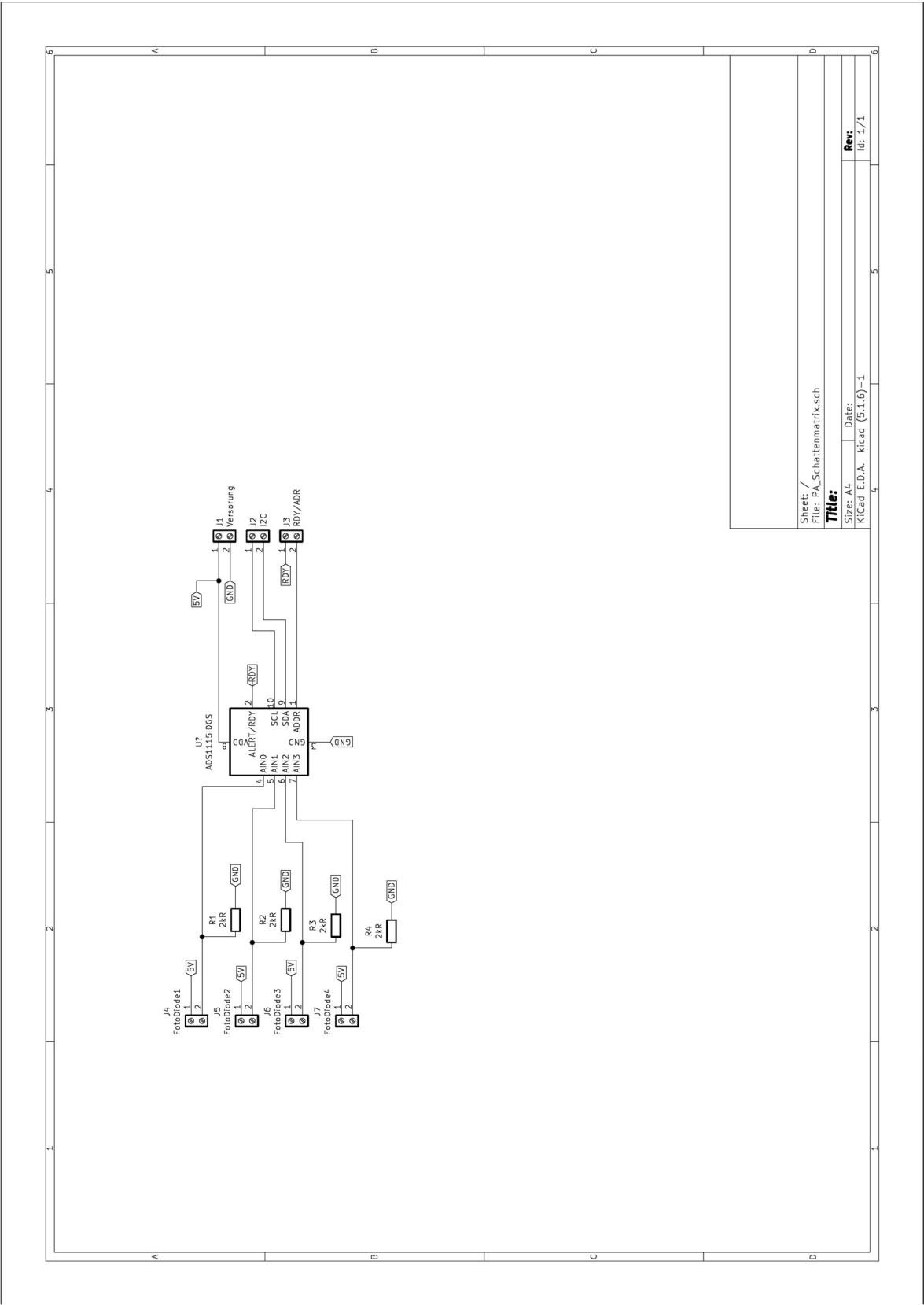
## 9. Anhang

### 9.1 Kennlinie Photowiderstände

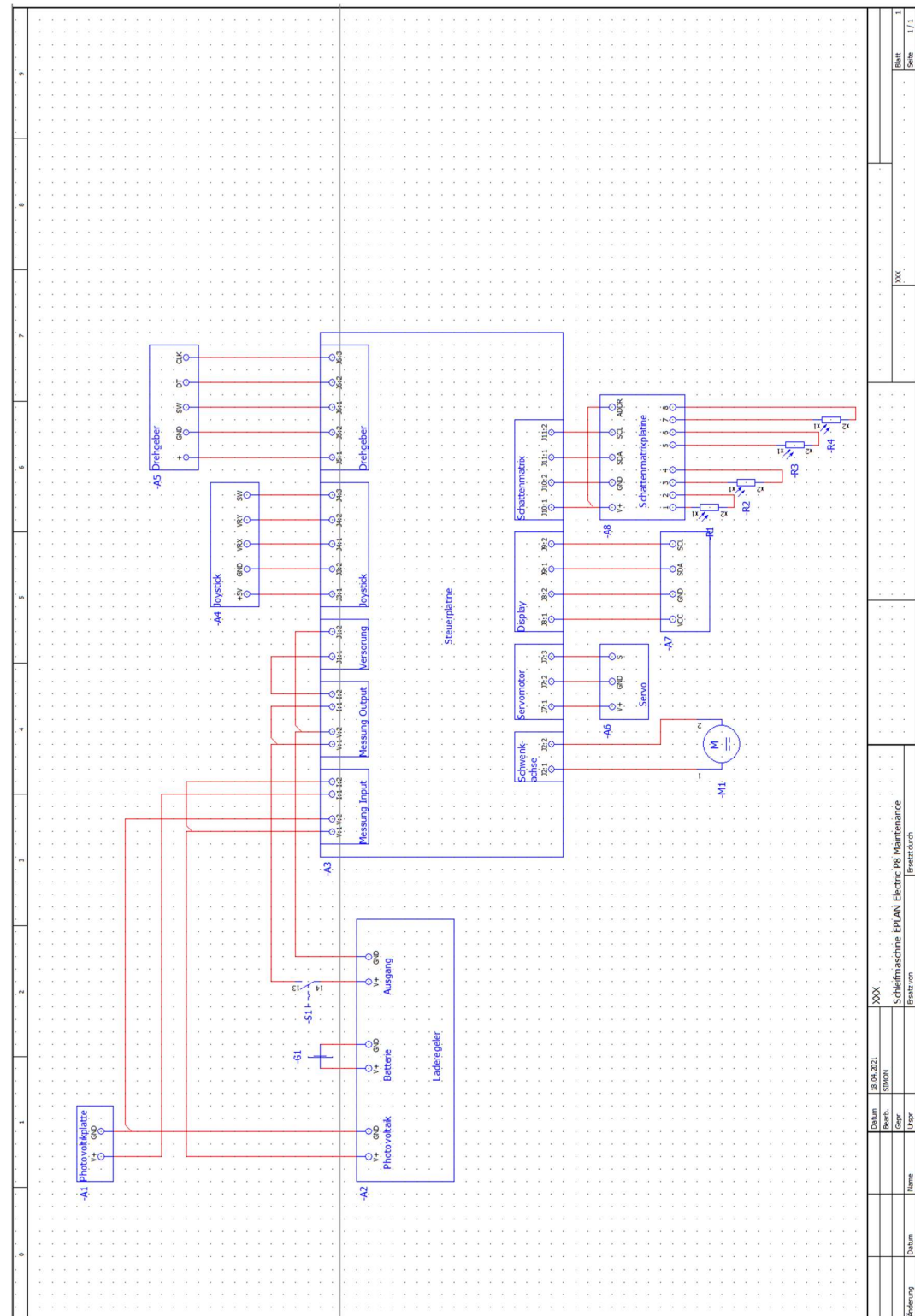


## 9.2 Stromlaufpläne/Schaltpläne

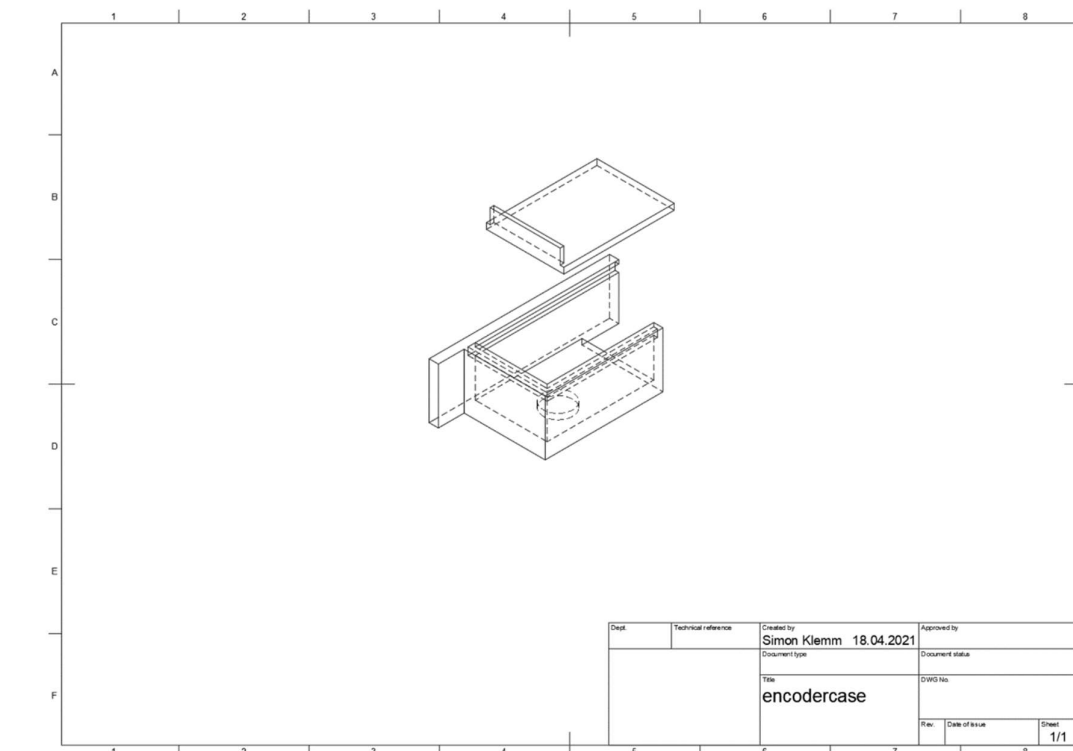
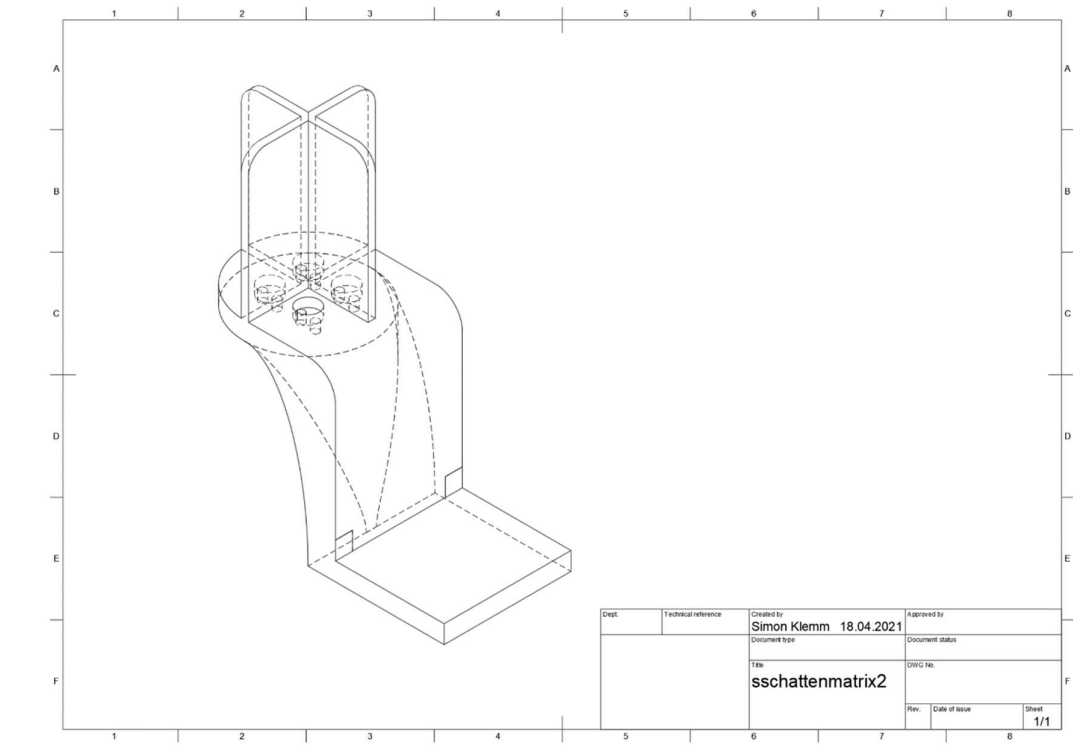


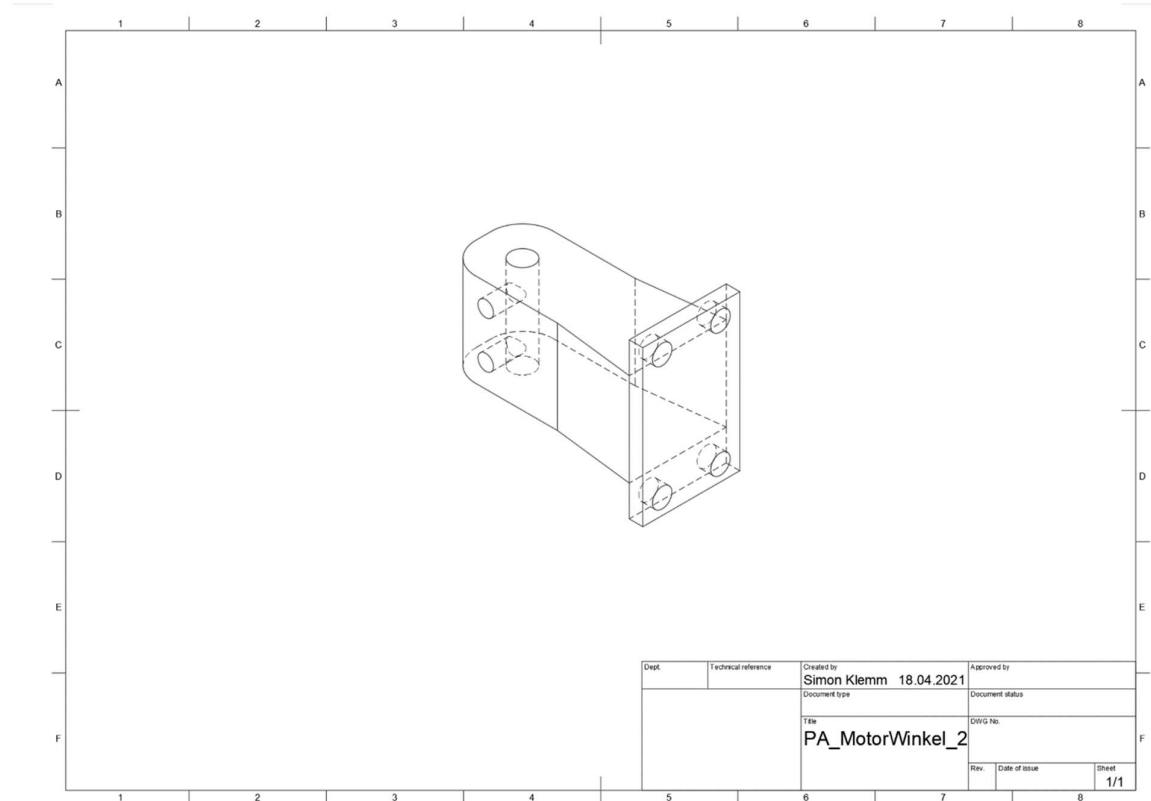
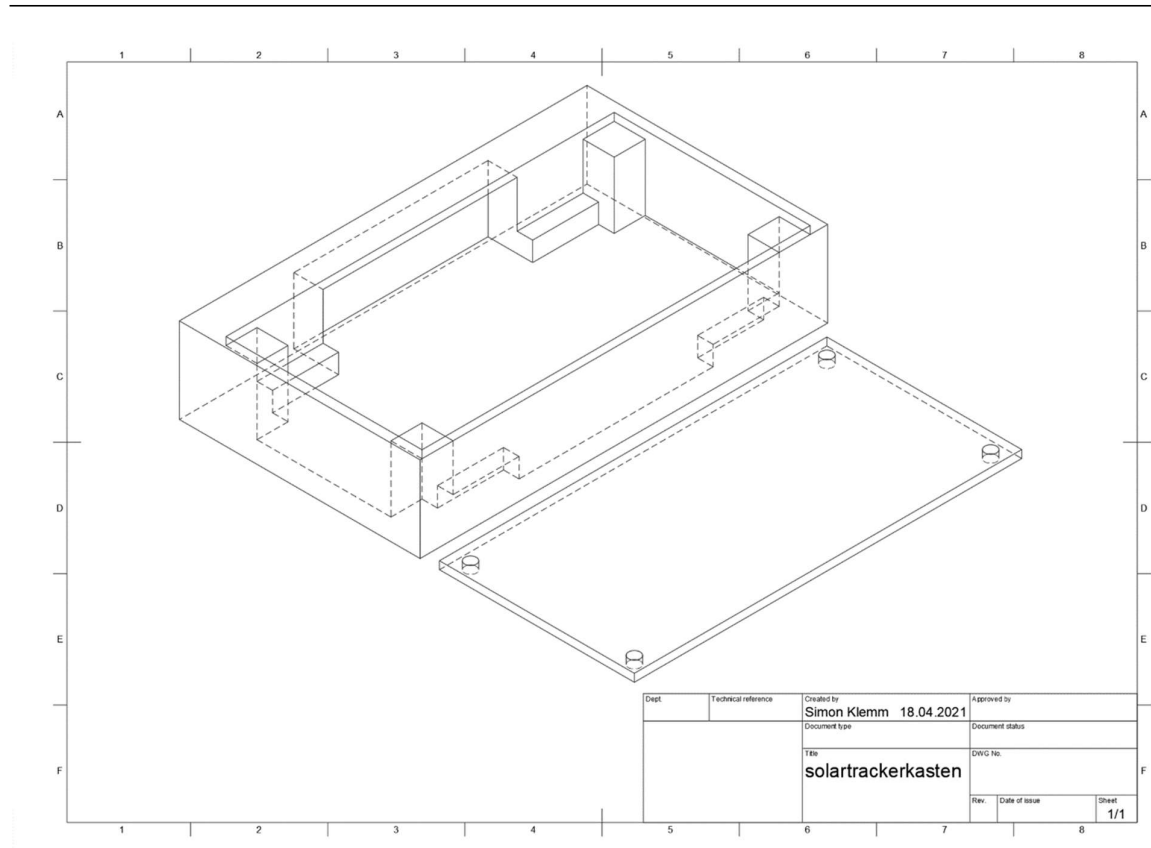


## Automatisierter und mobiler Sonnen Folger

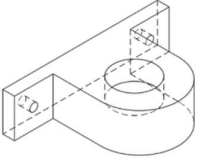


### 9.3 3D-Drucker Zeichnungen

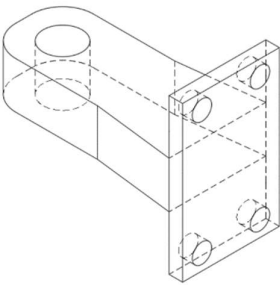




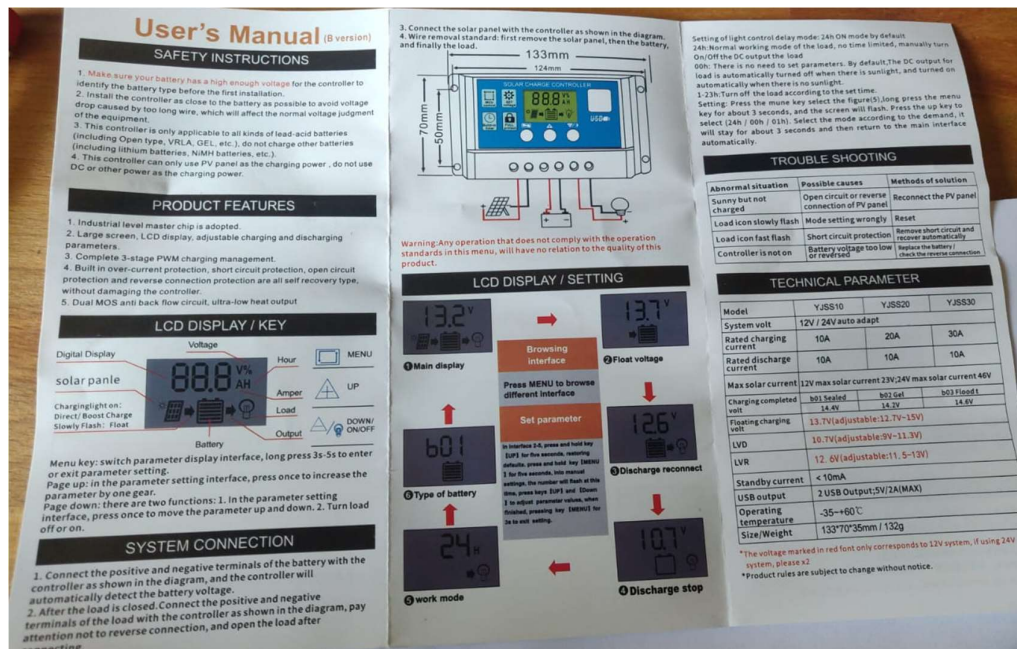


	1	2	3	4	5	6	7	8
A								
B								
C								
D								
E								
F								
					Dept.	Technical reference	Created by <b>Simon Klemm</b> 18.04.2021	Approved by
					Document type		Document status	
					Title <b>Encoder</b>		DWG No.	
					Rev.		Date of issue	Sheet <b>1/1</b>

	1	2	3	4	5	6	7	8
A								
B								
C								
D								
E								
F								
					Dept.	Technical reference	Created by <b>Simon Klemm</b> 18.04.2021	Approved by
					Document type		Document status	
					Title <b>PA_gelenk</b>		DWG No.	
					Rev.		Date of issue	Sheet <b>1/1</b>

## 9.4 Anleitungen Komponenten



## 9.5 Aufteilung

Dokumentation			
Simon Klemm:		Marcel Michl:	
Einleitung		Ressourcen & Stücklisten	
Projektphasenplanung		Amortisierungsdauer	
Aufbau Mechanik		Schattenmatrix	
Platine		Messschaltung	
Verdrahtung		Display & Joystick	
Programm		Menüsteuerung	
Auf- & Abbau		Fazit	
Stunden			
Zeit h	Klemm Simon	Aktivität	
10		Planung	
5		Aufbautreffen in der Schule	
7		Konstruktion 3D druckteile	
3		Beschaffung	
23		Mechanischer Aufbau	
9		Mechnischer Aufbau	
5		Besprechung	
1		Plannung Schattenmatrix	
10		Stromlaufplan & Platinendesign	
6		Breadboard aufbau	
3		Programmierung MotorSteuerung	
2		Schrittmotor Test	
5		umbau auf neuen Motor horizontale Achse	
3		servomotor IBM und Test( erfolgreich)	
12		Programierung Automatik	
10		Ibm Handbetrieb	
7		Doku	
4		Vorbereitungen Technikerbörse	
Gesamt=			
	125		
Zeit h	Michl Marcel	Aktivität	
3		Terminplan und Machbarkeitsanalyse	
10		Planung	
5		Aufbautreffen in der Schule	
9		Mechanischer Aufbau	
5		Besprechung	
10		Schattenmatrix	
5		Berechnungen	
2		Programmierung Schattenmatrix	
6		Komponentensuche	
3		Beschaffung	
4		Meilensteinsitzung_vorbereitung	
14		Doku	
5		Informieren über Anzeige und Joystick	
8		Inbetriebnahme und Test Anzeige, Joystick	
10		informieren über Messschaltung	
10		Inbetriebnahme Messschaltung	
6		Programmierung Menü Anzeige	
6		Sitzungen	
Gesamt=			
	121		

## 9.6 Github-Verzeichnis\_Link

<https://github.com/Sk-mcr/SolarTracker.git>