



Inhaltsverzeichnis

Bauanleitung für die ParkKli Boje	2
Komponenten	3
Komponenten aus dem 3D Drucker	3
Weitere Komponenten	6
Weitere Teile und Verbrauchsmaterial	9
Schritt für Schritt zusammen bauen	10
Boje / Gehäuse	10
Sensoren vorbereiten und einbauen	13
PCB Board bestücken	15
Einstellungen Creality Ender 5 Plus Slicer Software	20

Dokument Name	Bauanleitung für die ParKli Boje
Erstellt durch	Reiner Braun, Tobias Kanaske
Version	2
Datum	13.09.2024
Webseite	www.parkli.de

Verweis auf die Lizenz:

Dieses Dokument ist unter einer Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BYSA 4.0) License veröffentlicht. Mehr Informationen finden sich hier <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Wichtige Links:

Github Projekt PCB Board: https://github.com/os4os-repo/ParKli_WaterQualitySensor
Repository mit weiteren Bildern: <https://datahub.openscience.eu/dataset/parkli-boje>

Das Forschungsprojekt ParKli wurde durch die Baden-Württemberg Stiftung im Programm "Innovationen zur Anpassung an den Klimawandel" gefördert.

Laufzeit: 01.07.2021 - 30.06.2024

ParKli Plattform: www.parkli.de

Bauanleitung für die ParKli Boje

Das folgende Dokument dient als Schritt-für-Schritt-Anleitung für den Bau der ParKli Boje, es werden die einzelnen Komponenten beschrieben und Links zu weiterführenden Informationen gegeben. Einige der Komponenten können mit einem 3D-Drucker hergestellt werden, andere können entweder online oder vor Ort z. B. in einem Baumarkt bezogen werden.

Tabelle 1 zeigt die 3D Druckelemente, inklusive einer kurzen Beschreibung und den Namen der .stl Daten.

Wichtig: Das Dokument entwickelt sich konstant weiter und es wird empfohlen immer das aktuellste Dokument von unserer Seite zu verwenden.

Wir haben versucht so detailliert als möglich zu dokumentieren. Bei Fragen bitten wir aber eine Email an parkli@os4os.eu zu senden.

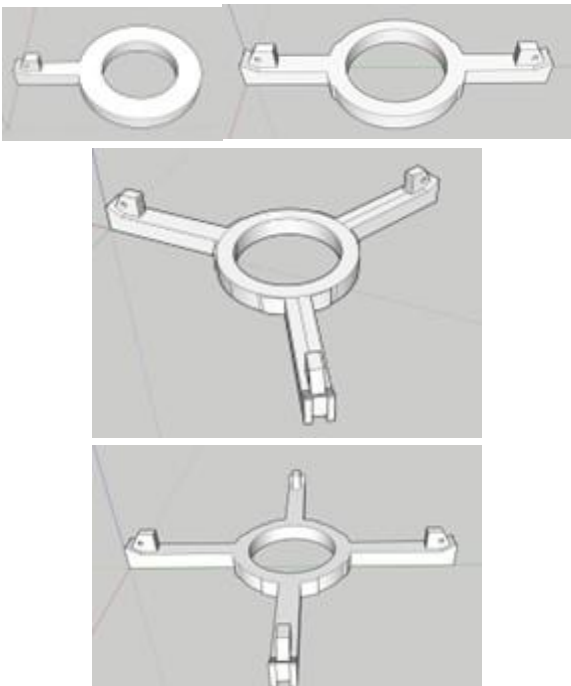


Komponenten

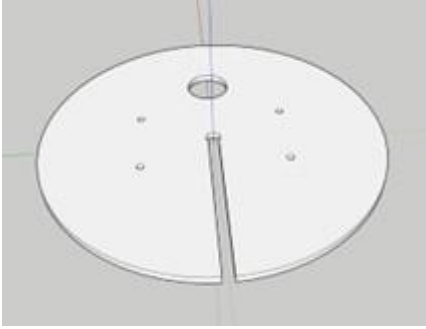
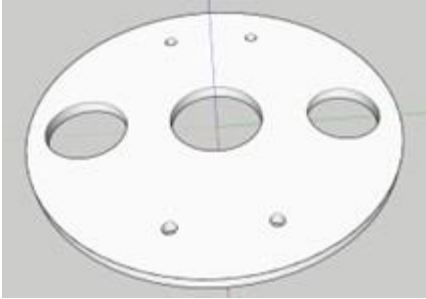

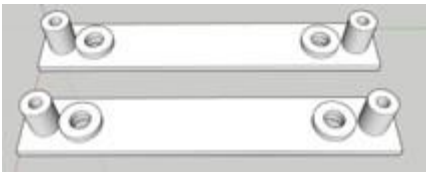
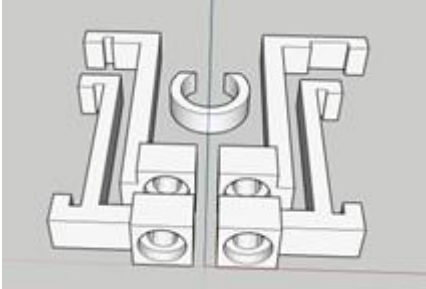
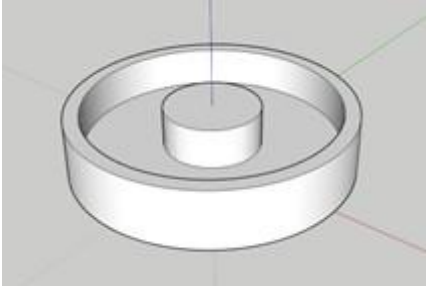
Komponenten aus dem 3D Drucker

Komponenten können in unterschiedlichen Ausführungen hergestellt werden. Die Halterung der Solarmodule kann ein, zwei oder vier Module fassen.

Tabelle 2 zeigt Druckzeit und den Materialverbrauch in Meter und Gramm für die Herstellung der 3D Druckelemente. Für Version mit vier Solarmodulen ergibt sich eine Druckzeit von 53 Stunden, ein Materialverbrauch von 82 Meter und 245 Gramm.

Tabelle 1 ID und Beschreibung der 3D Druckelemente und Bezeichnung der .stl Dateien

Bojen 3D-Drucke		
ID	Name und Bild 3D-Modell	Beschreibung der Komponenten
3D01		<p>Halterung zur Befestigung der Solarmodule an der Hauptstange der Boje. Es gibt drei Optionen, ein, zwei oder vier Solarmodule zu befestigen.</p> <p>Files:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bracket1SolarPanels.stl Druckzeit: 4 Stunden 5 Minuten Material: 6.75 Meter, 20 Gramm - Bracket2SolarPanels.stl Druckzeit: 3 Stunden 35 Minuten Material: 5.70 Meter, 17 Gramm - Bracket3SolarPanels.stl Druckzeit: 2 Stunden 34 Minuten Material: 3.85 Meter, 17 Gramm - Bracket4SolarPanels.stl Druckzeit: 6 Stunden 18 Minuten Material: 9.88 Meter, 29 Gramm
3D02		<p>Obere Halterung für die PV-Module</p> <p>File:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SolarTop.stl Druckzeit: 2 Stunden 31 Minuten Material: 4 Meter, 12 Gramm
3D03		<p>Untere Halterung für die PV-Module</p> <p>File:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SolarBottom.stl Druckzeit: 5 Stunden 1 Minuten

		Material: 7.41 Meter, 22 Gramm
3D04		<p>Obere Abdeckung für die kleine Boje mit dem pH-Sensor</p> <p>File: - TopCoverpH.stl Druckzeit: 3 Stunden 51 Minuten Material: 5.73 Meter, 17 Gramm</p>
3D05		<p>Untere Abdeckung für die kleine Boje mit dem pH-Sensor</p> <p>File: - BottomCoverpH.stl Druckzeit: 1 Stunde 16 Minuten Material: 1.93 Meter, 6 Gramm</p>
3D06		<p>Halterung Sensorbox</p> <p>File: - HolderSensorBox.stl Druckzeit: 1 Stunde 51 Minuten Material: 3 Meter, 9 Gramm</p>
3D07		<p>Montagehalter der Sensorbox</p> <p>File: - MountingSensorBox.stl Druckzeit: 2 Stunden 5 Minuten Material: 3.02 Meter, 9 Gramm</p>
3D08		<p>PCB Boardhalterungen</p> <p>File: - PCBHolders.stl Druckzeit: 1 Stunde 47 Minuten Material: 2.9 Meter, 9 Gramm</p>
3D09		<p>Abdeckung Stange</p> <p>File: - CoverBar.stl Druckzeit: 2 Stunden 18 Minuten Material: 3.68 Meter, 11 Gramm</p>

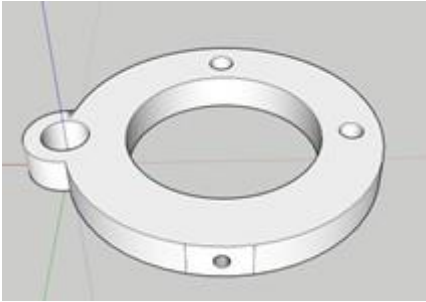
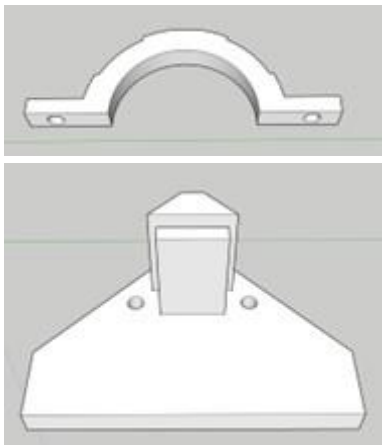

3D10		<p>Halter Sensoren</p> <p>File:</p> <ul style="list-style-type: none"> - HolderSensors.stl <p>Druckzeit: 4 Stunden 7 Minuten Material: 6.52 Meter, 19 Gramm</p>
------	---	---

Tabelle 2 Druckzeit und Materialverbrauch in Meter und Gramm für die Herstellung der 3D Druckelemente

ID	STL File	Druckzeit	Materialverbrauch in Meter	Materialverbrauch in Gramm
3D01	Bracket1SolarPanels.stl	4.08	6.75	20
	Bracket2SolarPanels.stl	3.58	5.70	17
	Bracket3SolarPanels.stl	2.57	3.85	17
	Bracket4SolarPanels.stl	6.30	9.88	29
3D02	SolarTop.stl	2.52	4.00	12
3D03	SolarBottom.stl	5.02	7.41	22
3D04	TopCoverpH.stl	3.85	5.73	17
3D05	BottomCoverpH.stl	1.27	1.93	6
3D06	HolderSensorBox.stl	1.85	3.00	9
3D07	MountingSensorBox.stl	2.08	3.02	9
3D08	PCBholders.stl	1.78	2.90	9
3D09	CoverBar.stl	2.30	3.68	11
3D10	HolderSensors.stl	4.12	6.52	19



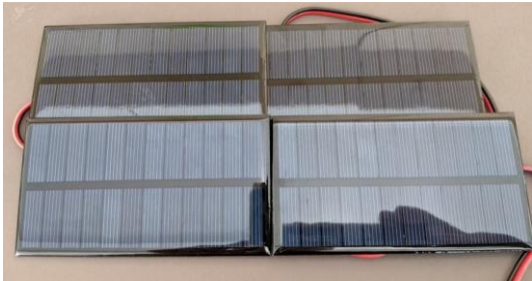
Tabelle 3 Weitere 3D Druckelemente und Bezeichnung der .stl Dateien



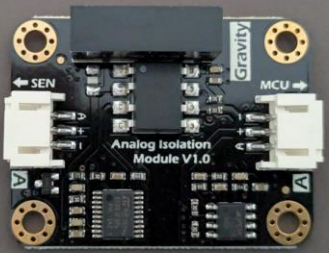

Bojen 3D-Drucke		
ID	Name und Bild 3D-Modell	Beschreibung der Komponenten
0D01		<p>Halterung zur Befestigung der Boje (Hauptstange) an einen Tisch. Dies erleichtert den Zusammenbau der Boje.</p> <p>Files:</p> <ul style="list-style-type: none"> - TableFixingSmall.stl Druckzeit: 1 Stunde 29 Minuten Material: 2.45 Meter, 7 Gramm - TableFixing.stl Druckzeit: 5 Stunden 48 Minuten Material: 9.53 Meter, 28 Gramm - TableFixingBottom.stl Druckzeit: 5 Stunden 34 Minuten




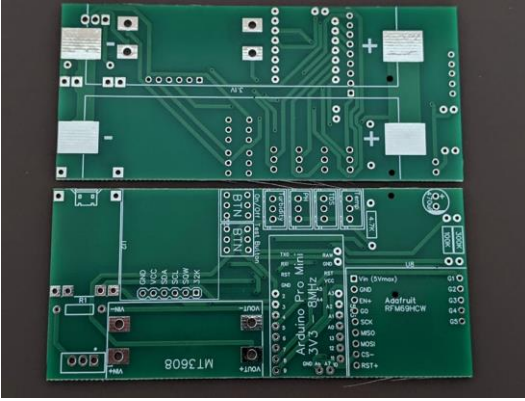
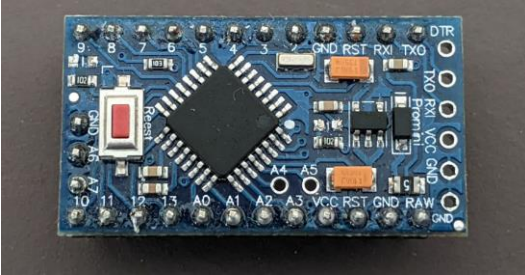
		Material: 9.38 Meter, 28 Gramm
--	---	--------------------------------





Weitere Komponenten

Tabelle 4 Benötigte Komponenten zum Bau einer Secchi Disk – 3D Komponenten

Bild	Beschreibung der Komponenten
	Boje: Boje mit Stange und Schwimmkörper. <i>Stück: 1</i>
	Spannverschlüsse: <i>Stück: 4</i>
	Solarmodule: DC 6V 1W Mini-Solarpanel Stück: 1-4 je nach Ausführungsvariante

	<p>Analoges pH-Meter Kit:</p> <p>Gravity Analog pH Meter Kit</p> <p>Analoges pH-Meter für Arduino-Controller entwickelt</p> <p>LED als Betriebsanzeige, ein BNC-Anschluss und eine PH2.0-Sensorschnittstelle sind enthalten</p> <p>Messbereich: 0-14PH</p> <p>Genauigkeit: $\pm 0,1\text{pH}$ (25°C)</p> <p>Stück: 1</p>
	<p>TDS Sensor:</p> <p>Analoger TDS-Sensor-Bausatz kompatibel mit Arduino-Mikrocontrollern. Zur Messung des TDS-Wertes und zur Anzeige der Sauberkeit des Wassers. Kann für Haushaltswasser, Hydrokulturen und andere Bereiche der Wasserqualitätsprüfung verwendet werden TDS Bereich: 0 ~ 1000ppm / TDS-Genauigkeit: $\pm 10\%$ F.S. (25 °C) 3.3~5.5V Betrieb.</p> <p>Stück: 1</p>
	<p>Gravity: Analog Signal Isolator:</p> <p>6N137, STM8S103F3P6 Isolator Schnittstelle Gravity Plattform-Evaluierung Erweiterungsboard.</p> <p>Stück: 1</p>
	<p>Temperatur-Sensoren:</p> <p>3M Kabel DS18B20 digitaler Edelstahl wasserdichter Temperatursensor für Arduino und Raspberry Pi</p> <p>Stückzahl: 3</p>

	<p>Sensorgehäuse:</p> <p>Industriehäuse aus Polycarbonat (UV stabilisiert).</p> <p>Stück: 1</p>
	<p>Kabelverschraubung und Gegenmutter:</p> <p>Kabelverschraubung, PG 16, Ø 9 - 14 mm, silbergrau, IP68.</p> <p>Stück: 1</p>
	<p>Druckausgleichsschraube:</p> <p>M6 Druckausgleichselement M6 PA66 Schwarz.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Außengewinde: M6 • mit Ring und Gegenmutter • Material: Polyamid 66 (schwarz) <p>Stück: 1</p>
	<p>PCB Board:</p> <p>Spezifisch für die Boje hergestelltes PCB Board.</p> <p>Trägerplattform für alle Mikroelektronikenelemente.</p> <p>Stück: 1</p>
	<p>Arduino Pro Mini</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mikrocontroller: ATmega328 • Betriebsspannung: 3,3 V • empfohlene Eingangsspannung: 3,35 – 12 V • Digitale Ein- und Ausgänge (I/O Pins): 14 (davon 6 PWM-Ausgänge) • Analoge Eingänge: 6 • Strom pro I/O Pin: 40 mA • SRAM 1 KB

	<ul style="list-style-type: none"> • EEPROM: 512 Bytes • Taktrate: 8 MHz <p>Stück: 1</p>
	<p>LoRaWAN Breakout:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adafruit (RFM69HCW Funk-Transceiver-Breakout, 868MHz, 915MHz, Adafruit) • DELOCK 88915 ISM Antenne • SMA BU P SMA plug connector, socket, print, gold-plated pin <p>Stück: 1</p>
	<p>Batterien</p> <p>Liitokala 18650 NCR18650B - 3,7 V 3400mAh battery (Li-Ion)</p> <p>Stück: 1</p>
	<p>Akku Lademodul:</p> <p>Lithium Battery Charger Module 5V 1A Lithium Akku Lademodul mit Micro USB mit doppelten Schutzfunktionen für 18650 Batterien.</p> <p>Stück: 1</p>
	<p>Spannungsregler:</p> <p>MT3608 DC-DC Adjustable Step-up Spannungsregler Boost Voltage Regulator 2V-24V.</p> <p>Stück: 1</p>

Weitere Teile und Verbrauchsmaterial

- SCHRUMPFSCHLAUCH M KLEBER 4:1 SW 2/8
- Löt-Stoßverbinder
- 2.54 mm JST-XH Connectoren
- Widerstände 4,7 k Ω , 100 k Ω und 300 k Ω
- Kondensator 470 μ F
- MOSFET 1 HEXFET 110 W, Logic-Level N-Kanal MOSFET (IRFZ 44N)
- Lötzin

Schritt für Schritt zusammen bauen

Es werden folgende Werkzeuge benötigt bzw. empfohlen:

Schneidematte, Lineal, Cuttermesser, Seitenschneider, Akkuschauber, Bohrer unterschiedlicher Durchmesser, Lötstation, Zangen, Schraubenzieher (Flach und Kreuzschlitz), Säge zum aufschneiden des mittleren Schwimmkörpers (z.B. Bandsäge), Heissklebepistole.

Boje / Gehäuse

Boje vorbereiten

Im ersten Schritt wird die Boje in deren Einzelteile zerlegt. Die Boje besteht aus drei Schwimmkörper, einer Stange, drei Zwischenelementen und einer Befestigungskette.



Abbildung 1 Boje zerlegt in deren Einzelteile

Es werden folgende Materialien und Werkzeuge benötigt:

- Ständerbohrmaschine
- Bandsäge
- Bohrer mit einem Durchmesser von 8, 10, 35 mm

Zum Durchführen der Kabel werden insgesamt drei Löcher in die Stange der Boje gebohrt.

1. Bohrung 15 cm von Oben bis zur Oberkante der Bohrung, Durchmesser 10 mm



- Bohrung 44 cm von Oben bis zur Oberkante der Bohrung, Durchmesser 35 mm



- Bohrung 70 cm von Oben bis zur Oberkante der Bohrung, Durchmesser 35 mm

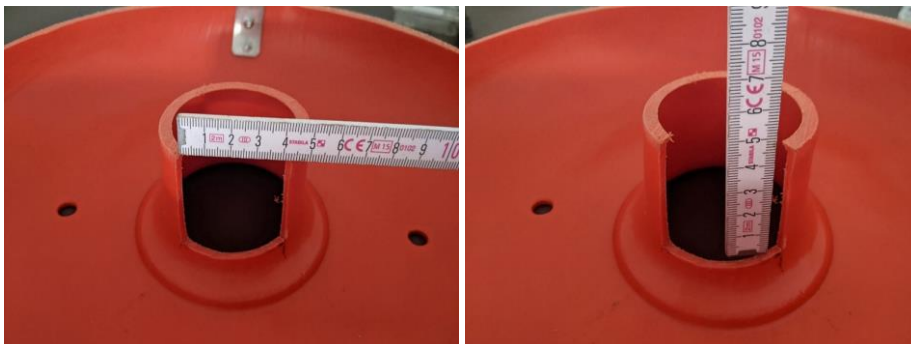


Abbildung 2 Stange der Boje inkl. Bohrungen

Der Sensorgehäuse wird im mittleren Schwimmkörper untergebracht. Hierzu wird der Schwimmkörper in zwei Hälften geschnitten. Damit eindringendes Wasser auch wieder austreten kann, werden mindestens vier Bohrungen mit einem Durchmesser von 8 mm in das Unterteil gebohrt.

Zum durchführen der Kabel wird eine Aussparung von 4 x 5 cm in das Mittelteil geschnitten.

- Aussparung 4 x 5 cm



- Vorbereiteter mittlerer Schwimmkörper

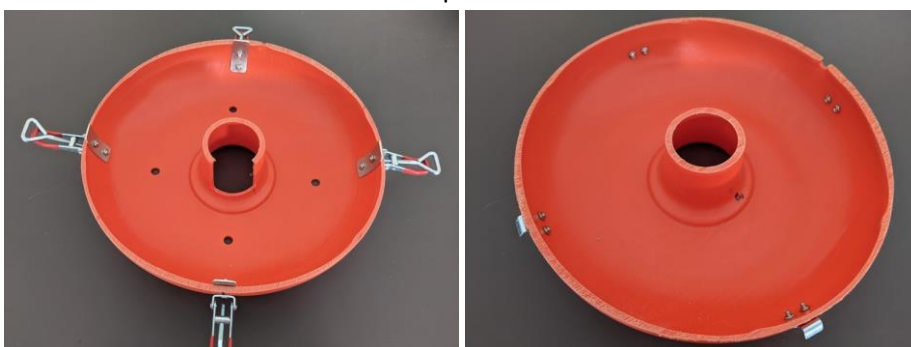


Abbildung 3 Aufgeschnittener mittlerer Schwimmkörper inkl. Bohrungen und montierte Spannverschlüsse

Sensorgehäuse vorbereiten

Das Sensorgehäuse ist ein Industriegehäuse aus Polycarbonat (UV stabilisiert). Damit das fertig bestückte PCB Board eingebaut werden kann, muss das Gehäuse zuerst vorbereitet werden.

Im ersten Schritt werden die beiden Noppen (links und rechts) mit einem Stemmeisen oder passenden Werkzeug entfernt.

Entfernen der beiden Noppen (links und rechts)



Abbildung 4 Sensorgehäuse, entfernen der Noppen

Als nächstes werden die Löcher für die Kabelverschraubung, dem pH-Sensor, der LoRaWAN Antenne und für die Druckausgleichsschraube gebohrt.

1. Bohrung für die Kabelverschraubung (Durchmesser 25 mm), mittig auf der rechten Seite des Gehäuses.



2. Bohrungen für den pH Sensor (Durchmesser 12,5 mm) und der LoRaWAN Antenne (Durchmesser 7 mm)



- Bohrung für die Druckausgleichsschraube (Durchmesser 6 mm), mittig auf der oberen Seite des Gehäuses.



Abbildung 5 Sensorgehäuse mit Bohrpunkten (links) und fertig gebohrtes Gehäuse

Anbringen der Montagehalter an die Sensorbox

Benötigte Teile:

- Vorbereitete Sensorbox
- 3D07 – gedruckte Montagehalter (siehe Tabelle 1)
- 4 Sechskantschrauben 4.8, 3 x 10
- 4 Sechskantmuttern M3



Abbildung 6 Anbringen der Montagehalter an die Sensorbox

Sensoren vorbereiten und einbauen

pH-Sensor vorbereiten

Damit der pH-Sensor an das PCB Board angeschlossen werden kann, muss das Ende des Kabels welches auf das PCB geht mit einem XH-3Y Verbinder bestückt werden. Bitte den Schaltplan beachten (siehe Abbildung 12), die Datenleitung wird auf den mittleren Pin gelegt.

Benötigte Teile:

- Analoges pH-Meter Kit
- 1 x 2.54 mm XH-3Y Connector, Buchse, gerade
- 3 x 2.54 mm Pins

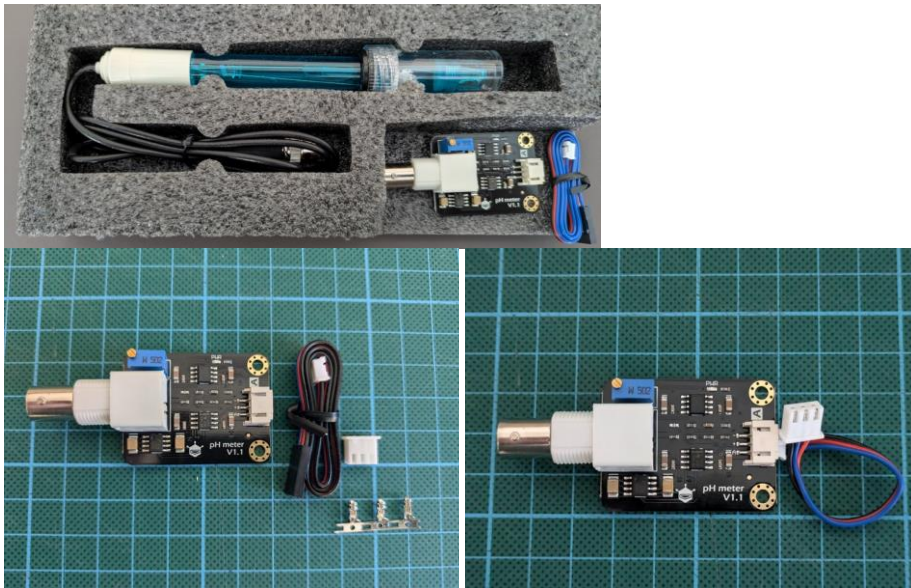


Abbildung 7 pH-Sensor und Platine

TDS und Analog Signal Isolator

Damit der TDS-Sensor an das PCB Board angeschlossen werden kann, muss das Ende des Kabels welches auf das PCB geht mit einem XH-3Y Verbinder bestückt werden. Da pH als auch TDS Spannungen messen, wird am TDS Sensor zusätzlich noch ein Signal Isolator angebracht. Die beiden Platinen werden dann mit den beiden Schrauben miteinander verbunden.

Benötigte Teile:

- TDS Sensor
- Analog Signal Isolator
- 1 x 2.54 mm XH-3Y Verbinder
- 3 x 2.54 mm Pins
- 2 x M3 6 mm Edelstahlschrauben
- 2 x M3 Sechskantmuttern Edelstahl

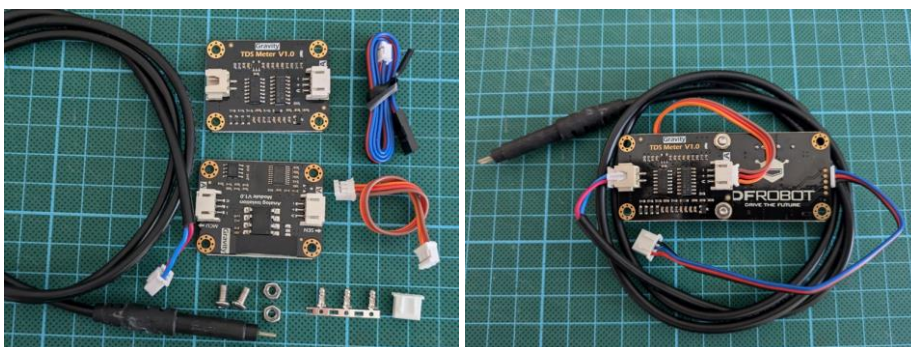


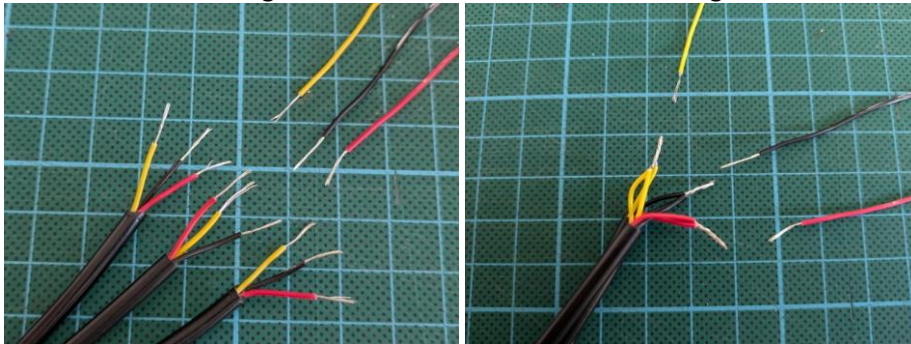
Abbildung 8 TDS-Sensor, Platine und Signal Isolator

Temperatur-Sensoren

Je nach Programmcode, können bis zu 10 Temperatursensoren an einen Anschluss montiert werden. Die hier dargestellten Bilder zeigen die Version mit drei Sensoren. Je nach Einsatzort und Ziel der Messungen müssen die Sensoren entsprechend auf die gewünschte Länge gekürzt werden. In dem hier dargestellten Fall wurden drei Längen gewählt, 1, 2 und 3 Meter.

Benötigte Teile:

- Temperatur-Sensoren
 - 3 x Löt-Stoßverbinder wäremeschumpfend 2:1 wasserfest. Durchmesser 2.7 mm / Länge 40 mm
 - 1 x Schrumpfschlauch, 6 cm Lang SCHRUMPFSCHLAUCH M KLEBER 4:1 SW 2/8
1. Zuschneiden der Sensoren auf die gewünschte Länge und abisolieren der Kabel. Hierbei bitte vorsichtig arbeiten da die Kabel leicht beschädigt werden können.



2. Verbinden der einzelnen Temperatursensoren mit den Lötstoßverbinder und anschließendes Abdichten mit dem Schrumpfschlauch.

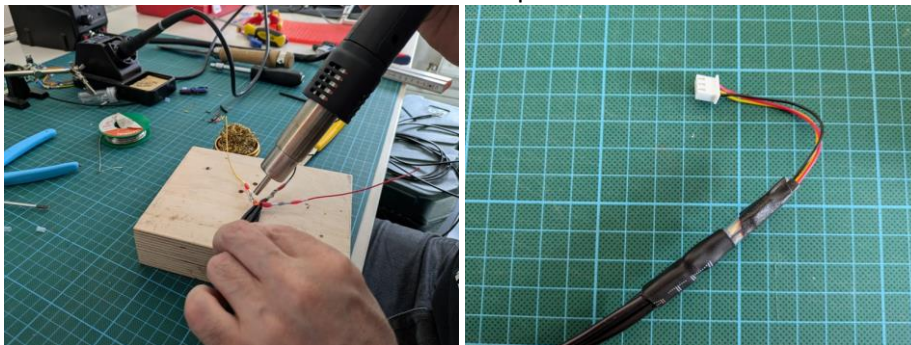


Abbildung 9 Herstellen der Temperatursensoren

PCB Board bestücken

Nachdem alle Sensoren vorbereitet sind, wird das PCB Board mit den einzelnen Elementen bestückt. Der Schaltplan des PCB Boards ist in Abbildung 12 dargestellt, mehr details können dem GitHub projekt entnommen werden

https://github.com/os4os-repo/ParKli_WaterQualitySensor

Das Board ist unter der CERN Open Hardware Licence Version 2 - Weakly Reciprocal Lizenz veröffentlicht.

Benötigte Teile:

- Arduino Pro Mini
- LoRaWAN Breakout
- 1 oder 2 Batterien
- Akku Lademodul
- Spannungsregler
- Widerstände 4,7 k Ω , 100 k Ω und 300 k Ω
- 4 x 2.54 mm XH-3Y Connector: Stiftleiste, gerade

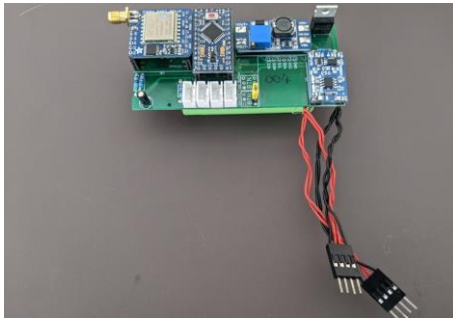


Abbildung 10 Bestücktes PCB Board

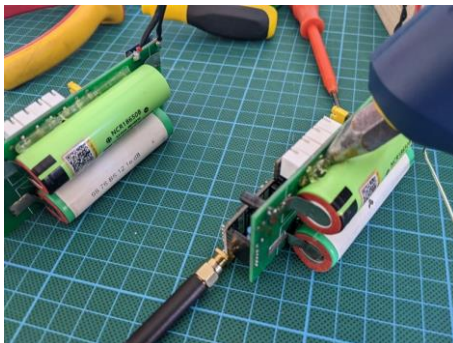


Abbildung 11 Anbringen der Batterien und fixieren mit einer Heissklebepistole. Optional können 1 oder 2 Batterien verwendet werden. Bei der Verwendung von 2 Die Batterien sind diese parallel geschaltet.

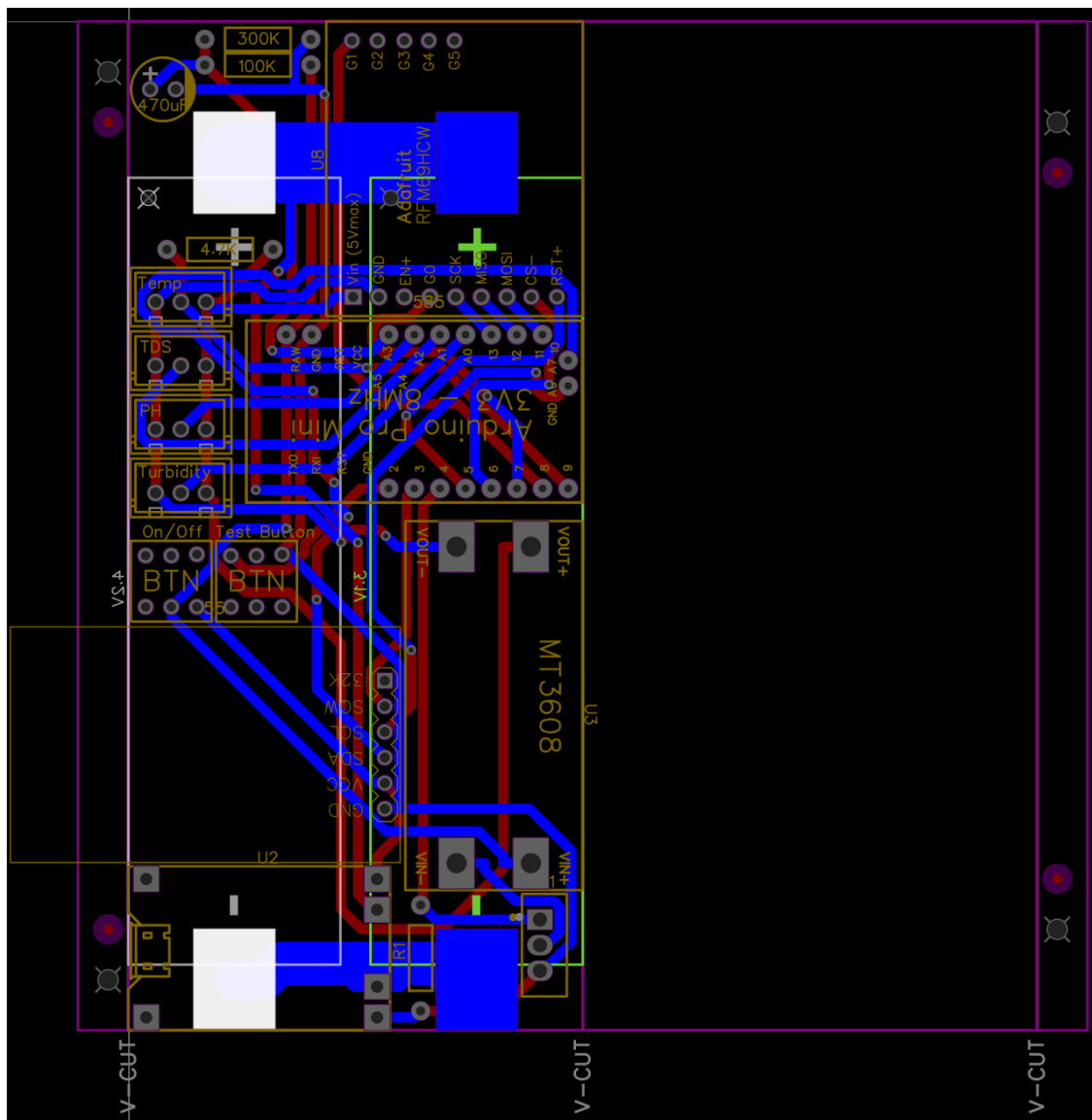


Abbildung 12 Schaltplan PCB Board

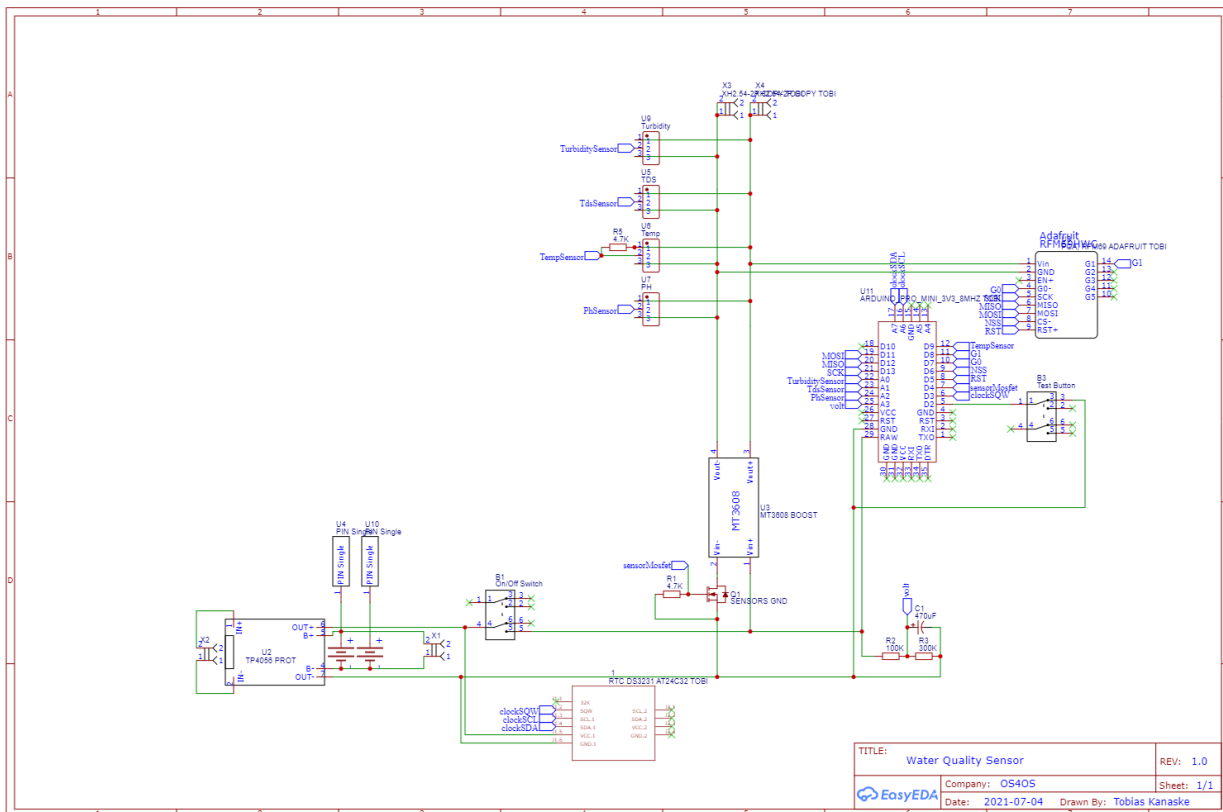


Abbildung 13 Schaltplan des Sensors

PCB Board in die Sensorbox einbauen

Benötigte Teile:

- Fertig bestücktes PCB Board
- 3D08 – gedruckte Boardhalterungen (siehe Tabelle 1)
- 2 Gewindeführende Schrauben 4.5 x 8



Abbildung 14 PCB Board in die Sensorbox einbauen

Sensorbox in die Boje einbauen

Im letzten Schritt wird die Sensorbox in die Boje verbaut. Die Kabel welche von Außen kommen werden durch das vorgesehene Loch in der Stange durchgeführt und in die Sensorbox weiter geführt.

Das wichtigste hierbei ist die Sensorbox gut zu fixieren und die Kabel ohne Spannung zu verbauen.

Benötigte Teile:

- Fertig bestücktes PCB Board
- Platine des Gravity Analog pH Meter Kit
- Platine TDS Sensor
- 3D08 – gedruckte Boardhalterungen (siehe Tabelle 1)
- 4 Gewindeführende Schrauben 4.5 x 8
- 2 Linsenschrauben mit Innensechskant M3x06 mm
- 2 Sechskantmuttern M3

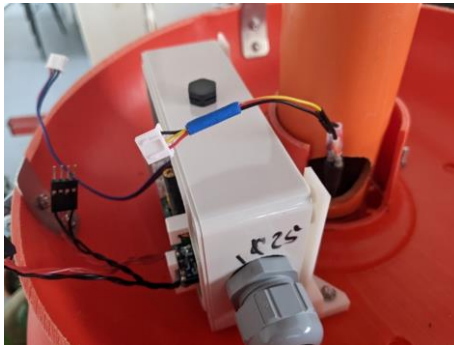


Abbildung 15 PCB Board, pH-Meter Kit und TDS inkl. Analog Signal Isolator in die Sensorbox einbauen

Einstellungen Creality Ender 5 Plus Slicer Software

Grundlegend Fortgeschritten Erweiterungen Start/End-GCode

Qualität

Schichtdicke (mm)

Stärke der Außenhülle (mm)

Rückzug einschalten

Füllung

Stärke Unten/Oben (mm)

Füllichte (%)

Geschwindigkeit und Temperatur

Druckgeschwindigkeit (mm/s)

Drucktemperatur (C)

Temperatur Drucktisch (C)

Stützmaterial

Art des Stützmaterials

Plattform Adhäsionstyp

Druckmaterial

Durchmesser (mm)

Fluss (%)

Maschine

Größe der Druckdüse (mm)

Abbildung 16 Einstellungen Creality Slicer, Tab Grundlegend

Grundlegend Fortgeschritten Erweiterungen Start/End-GCode

Rückzug

Geschwindigkeit (mm/s)

Distanz (mm)

Qualität

Dicke der ersten Schicht (mm)

Linienabstand der ersten Schicht (%)

Objekt unten abschneiden (mm)

Doppelextrusion Überlappung (mm)

Geschwindigkeit

Leerfahrt Geschwindigkeit (mm/s)

Geschwindigkeit unterste Schicht (mm/s)

Füllgeschwindigkeit (mm/s)

Top/bottom speed (mm/s)

Geschwindigkeit äußere Hülle (mm/s)

Geschwindigkeit innere Hülle (mm/s)

Abkühlen

Minimale Druckzeit pro Schicht (s)

Lüfter einschalten

Abbildung 17 Einstellungen Creality Slicer, Tab Fortgeschritten