

# TITANIC II



Gabriele Mangione  
ETRO 7A 2022  
BüP

## Inhaltsverzeichnis

Projektbeschreibung .....	4
Merkmale .....	4
Skizze zum Projekt .....	4
Realisierungskonzept .....	5
Idee .....	5
Boot Aufbau .....	5
Motor mit PWM .....	5
Motorhalterung .....	5
Distanzmessung durch Ultraschallsensoren .....	6
Ruder durch Servomotor steuern .....	6
Wasserpistole .....	7
Kommunikation .....	8
Transmitter .....	8
Blockschaltbild .....	9
Schaltungen .....	10
Bootschaltung .....	10
Transmitterschaltung .....	10
Schaltungsbeschreibung .....	11
Spannungsversorgung .....	11
Mikrocontroller .....	11
Radiomodul .....	12
Ausgangstufe Motor (Bootschaltung) .....	12
Servomotoren (Bootschaltung) .....	13
Ultraschalldistanzsensoren (Bootschaltung) .....	13
Joystick (Transmitterschaltung) .....	15
Display (Transmitterschaltung) .....	15
Layout .....	16
Boot .....	16
Transmitter .....	16
Code .....	17

Materialliste .....	17
Zeitplanung & Stand der Arbeiten .....	18
Fazit.....	18

## Projektbeschreibung

Titanic 2 ist ein ferngesteuertes Modell-Boot. Der Rumpf besteht aus Holz und ist mit Holzlack gefertigt. Das Boot hat einen hohlen Raum, wo die ganze Elektronik installiert ist. Ein 12V Motor ist hier mit einem 3D-gedruckten Teil befestigt. Unterm Dach sind eine mechanische Pumpe und ein Servomotor befestigt, sodass die Umdrehung vom Servomotor, Wasser aus der Pumpe schießen lässt. Ein zweiter Servomotor ist beim Heck des Bootes befestigt und steuert die Ruder. Beim Bug sind drei Ultraschallsensoren montiert, die die Distanz in drei verschiedene Richtungen messen. Ist die gemessene Distanz kleiner als 50 cm, wird die Geschwindigkeit vom Boot auf 20% der Eingabe beschränkt.

Der Transmitter vom Boot wurde 3D-Gedruckt und hat einen Joystick und ein Display als UI. Durch die Bewegung vom Joystick wird auf der Y-Achse die PWM vom Motor gesteuert und Auf der X-Achse die Steuerrichtung durch das Ruder eingestellt. Beim Klicken vom Joystick wird ein Wasserstrahl vom Boot-Dach geworfen. Auf's Display werden die Steuereingänge vom Joystick angezeigt, sowie die drei gemessenen Distanzen der Ultraschallsensoren.

## Merkmale

- Motor mit PWM
- Ruder durch Servomotor steuern
- Wasserpistole
- Controller mit Joystick und Display
- Fernsteuerung durch Radiofrequenz (915MHz)

## Skizze zum Projekt

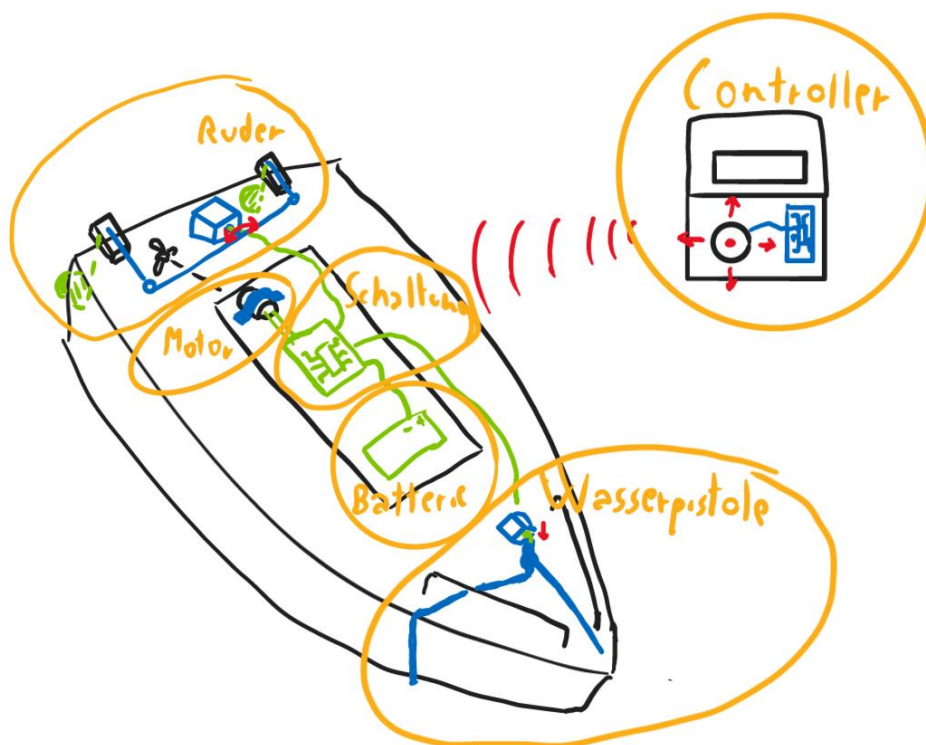


Abbildung 1: Projektskizze

## Realisierungskonzept

### Idee

Im Fach Werken, hatte ich vor einige Jahre in der Sekundarstufe ein Modellboot gebaut. Das Boot war nur mit einem Motor, ein Schalter und zwei befestigte Ruder vorgelegt. Die Idee ist es, das Boot fernsteuerbar zu machen.

### Boot Aufbau

Das Boot hat einen Holz-Rumpf und ist mit Holzlack gefertigt. Es hat einen hohlen Raum, wo die ganze Elektronik installiert wird. Ein 12V Motor ist hier mit einem 3D-gedruckten Teil befestigt. Zwei Metall-Ruder sind beim hinteren Teil vom Boot platziert. Die Schaltung wird durch eine 14.4V Batterie mit Spannung versorgt.

### Motor mit PWM

Motor durch PWM-Ausgang vom Arduino und N-MOS steuern. Durch die PWM-Einstellung kann man die Geschwindigkeit des Motors bzw. Boot einstellen.

### Motorhalterung

Um den Motor im richtigen Winken zu richten, wurde ein 3d-Modell designed und mit PLA ausgedruckt:

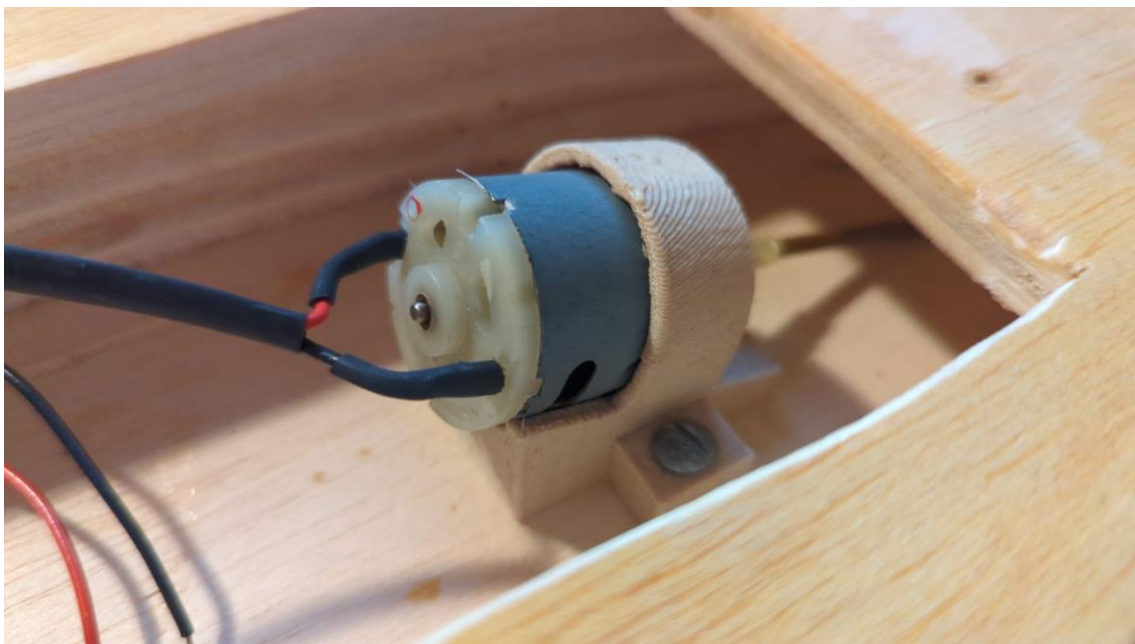


Abbildung 2: Motorhalterung

### Distanzmessung durch Ultraschallsensoren

Das Boot erkennt automatisch, ob es Hindernisse oder Wände in drei verschiedene Richtungen gibt und passt die Geschwindigkeit entsprechend an. Die Sensoren werden folgendermassen montiert:



Abbildung 3: Ultraschallsensoren Montierung

### Ruder durch Servomotor steuern

Die Ruder des Bootes werden durch einen Servomotor gesteuert. Sie sind mit einem Stab zusammen angeschlossen, sodass beide Ruder durch einen Servomotor gesteuert werden können. Die Teile sind mit PLA-Material 3d-gedruckt.

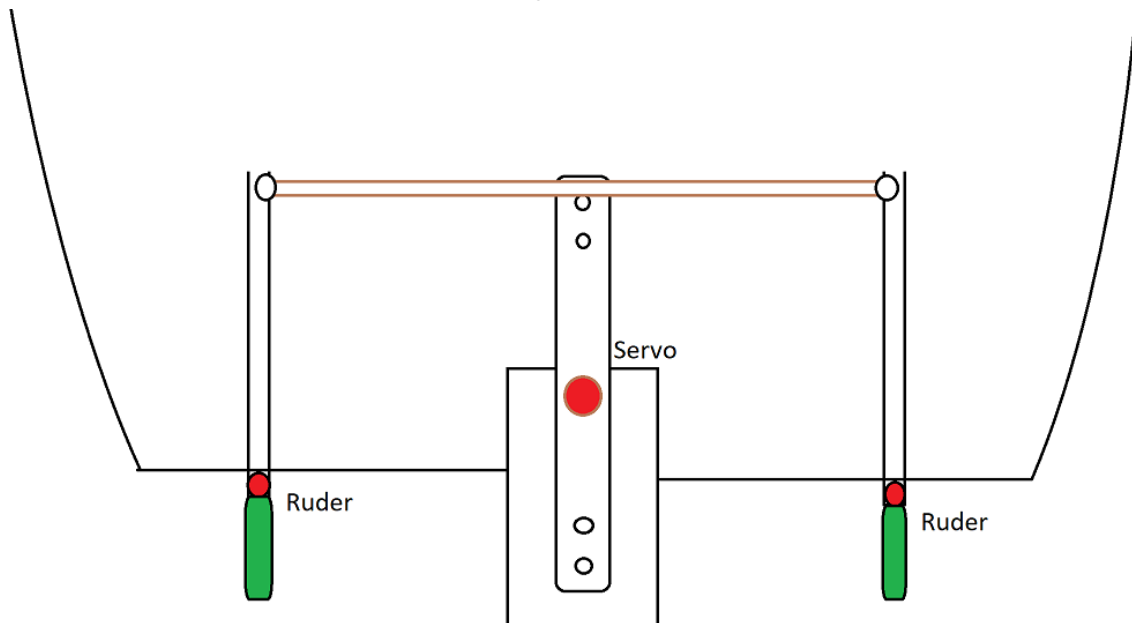


Abbildung 4: Ruder Mechanismus



## Wasserpistole

Für die Wasserpistole wird eine solche Pumpe verwendet:

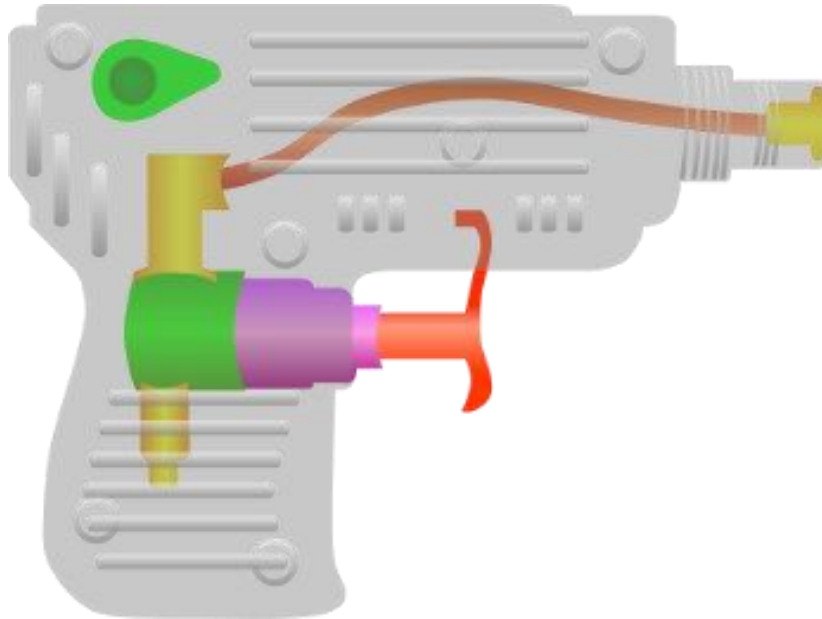


Abbildung 5: Pumpe Wasserpistole

An der Wassereingangsseite der Pumpe ist ein Schlauch, der ins Wasser über Bord liegt. So bekommt die Wasserpistole Flüssigkeit aus dem Wasserspiegel.

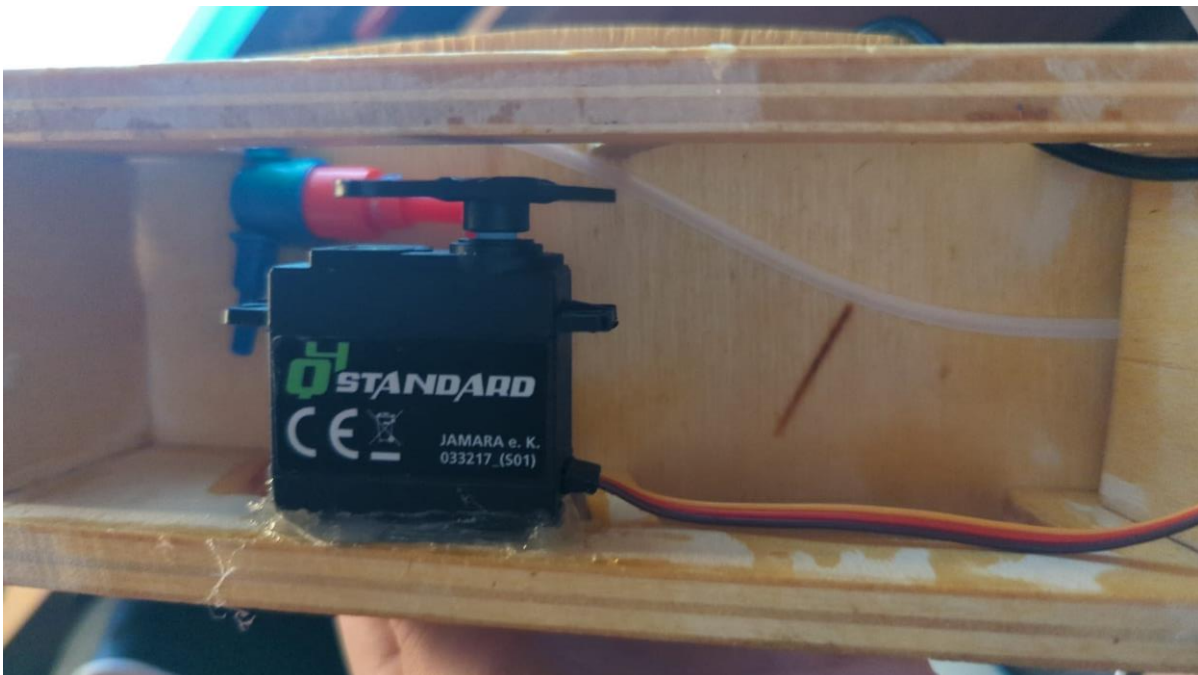


Abbildung 6: Steuerung der Wasserpumpe

## Kommunikation

Die Kommunikation zwischen Boot und Transmitter passiert durch 915MHz LoRa Radio Module.

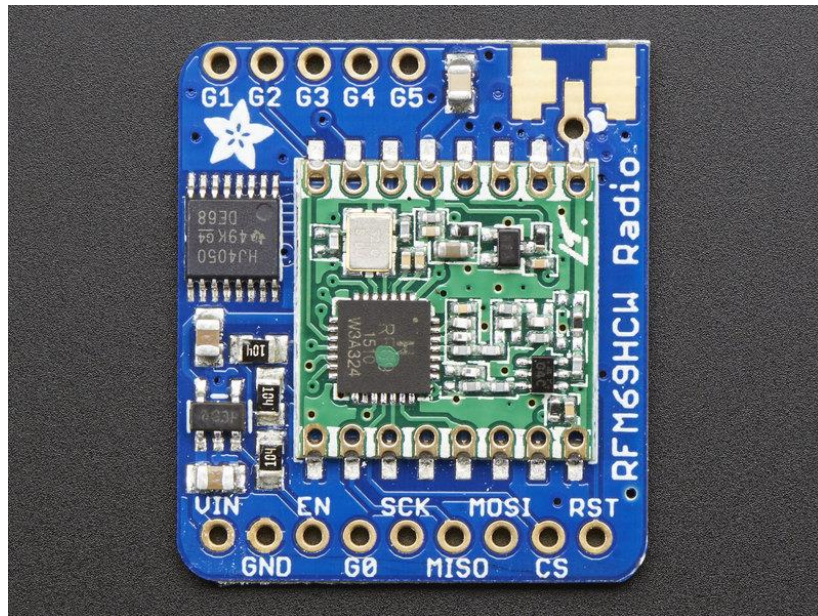


Abbildung 7: RFM69HCW Modul

Als Antenne wird einfach ein 20 cm langes Kabel gebraucht (Länge empfohlen vom Hersteller).

## Transmitter

Beim Transmitter werden ein Display und ein Joystick stehen, um das Boot zu steuern und die verschiedenen Parameter, wie PWM und Lenkwinkel angezeigt.

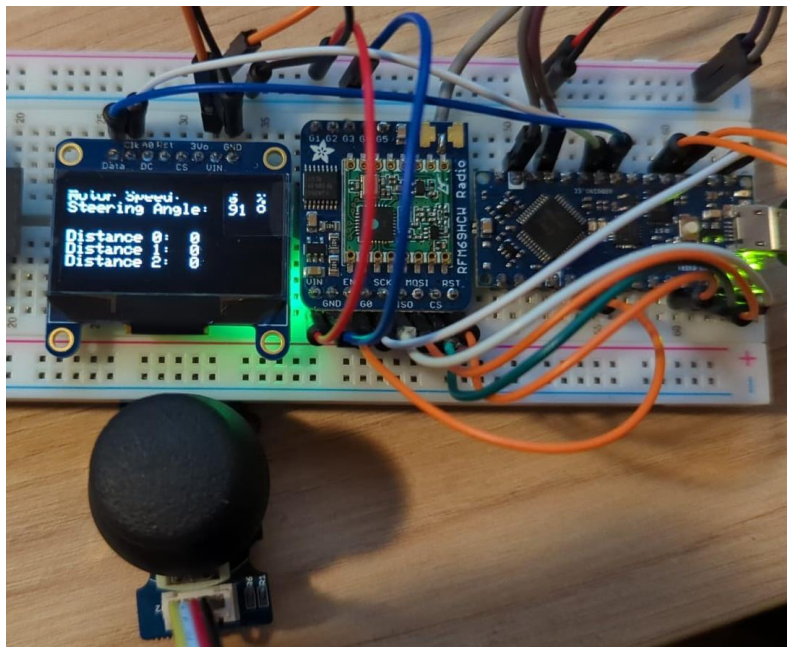


Abbildung 8: Prototyp Transmitter



## Blockschaltbild

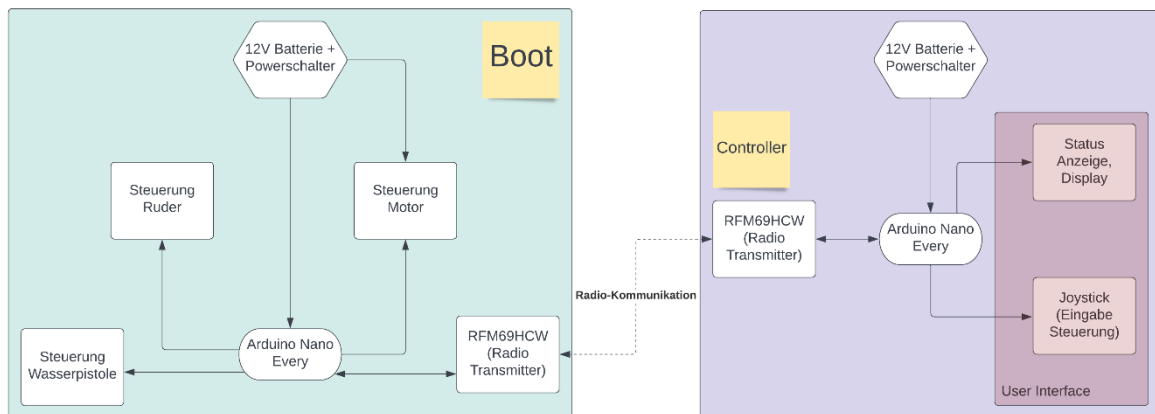


Abbildung 9: Blockschaltbild Architektur

# Schaltungen

## Bootschaltung

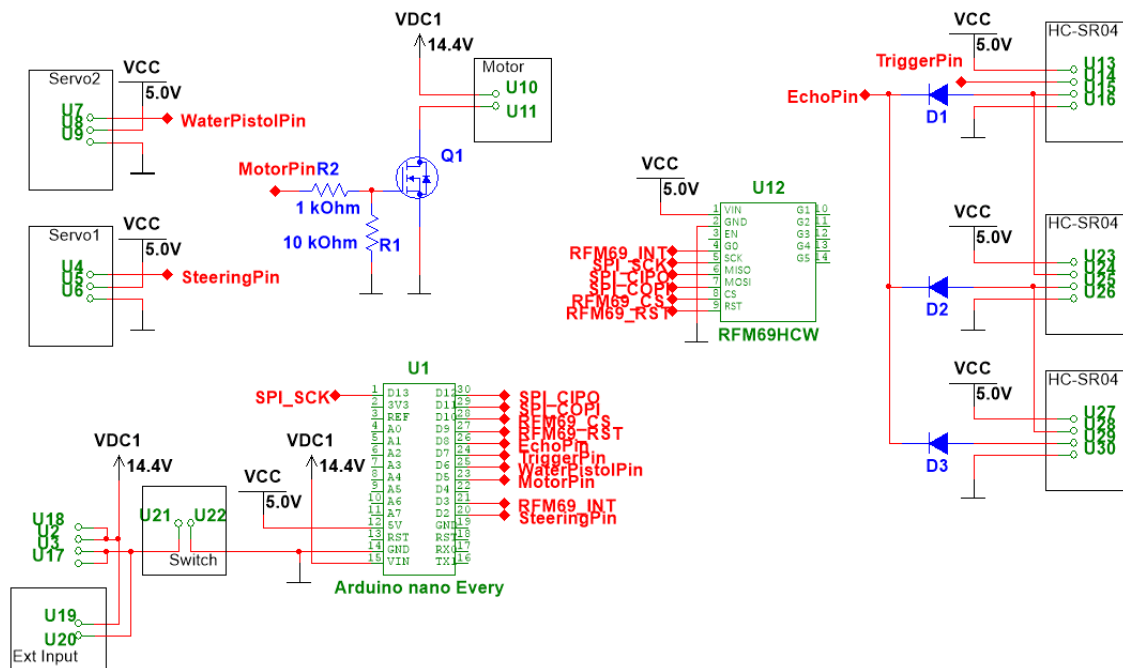


Abbildung 10: Bootschaltung

## Transmitterschaltung

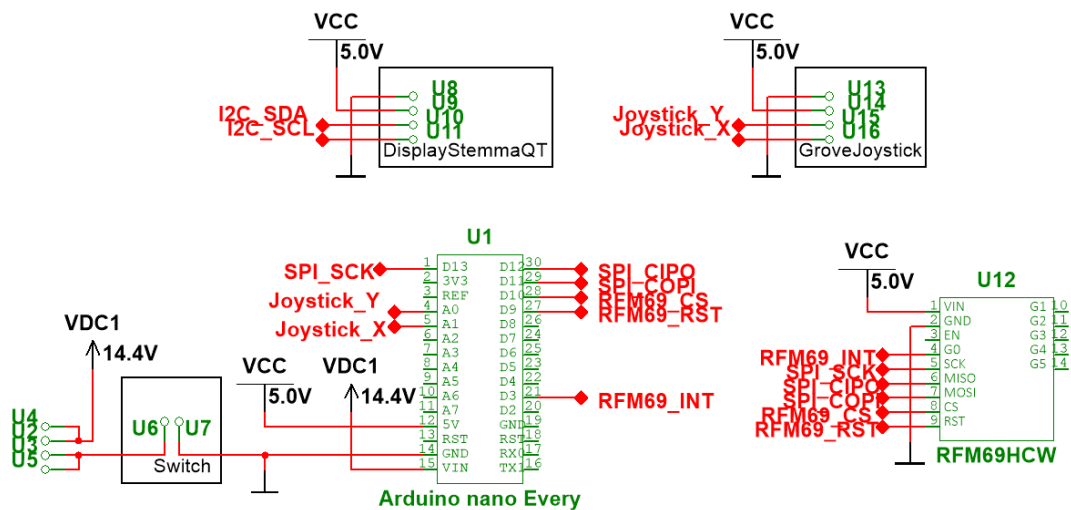


Abbildung 11: Transmitterschaltung

## Schaltungsbeschreibung

## Spannungsversorgung

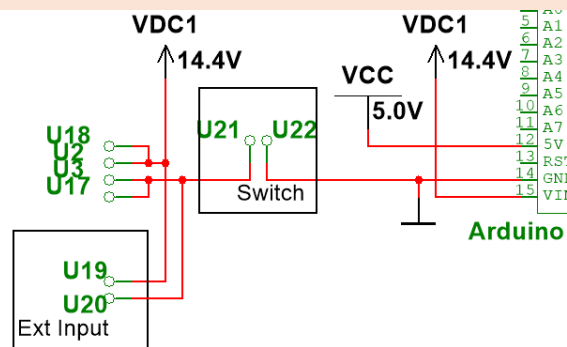


Abbildung 12: Spannungsversorgung Boot

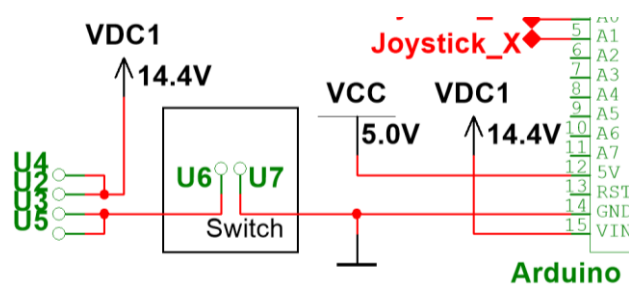


Abbildung 13: Spannungsversorgung Transmitter

Eine 14.4V 3200 mAh Li-Ion Batterie wird als Spannungsversorgung für die Schaltung gebraucht. Parallel zur Batterie hat es bei der Bootschaltung ein EXT Input, für eine eventuelle Power-Erweiterung, wie Solar Panels. Die Ground-Leitung wird durch einen Powerschalter getrennt, um die Schaltung manuell abschalten zu können. Die 14.4V Versorgungsspannung wird durch den im Arduino integrierten Spannungsregler auf 5.0V geregelt und beim Entsprechenden Pin vom uC ausgegeben.

## Mikrocontroller

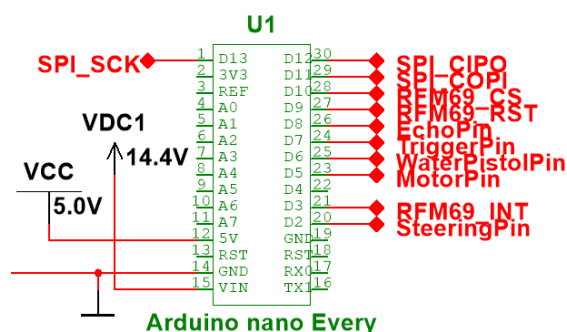


Abbildung 14: Schaltung Arduino Nano Every

Als Mikrocontrollereinheit werden bei den Schaltungen zwei Arduino Nano Every eingesetzt. Diese steuern die ganze Logik der Schaltungen. *Siehe Code für genauere Beschreibung*

## Radiomodul

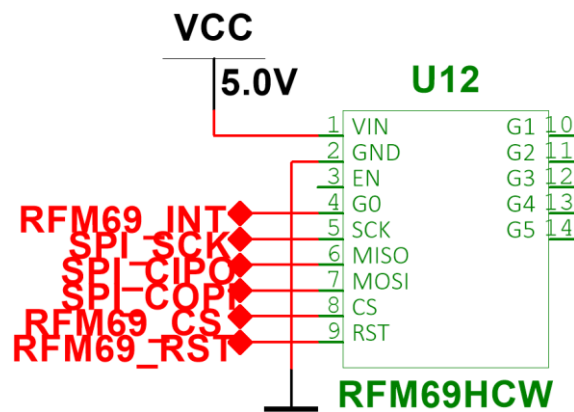


Abbildung 15: Radiomodul

Als Radiokommunikationsmodul wird ein RFM69HCW LoRa Radio Modul von Adafruit verwendet. Dieses Modul kommuniziert im Frequenzbereich von zwischen 868MHz und 915MHz mit bis zu 100mW Power-Output. Die Kommunikation zwischen Arduino und Radiomodul passiert durch SPI-Protokoll. Durch die RFM69\_RST Leitung kann man das Modul durch einfaches Hoch- und Tiefsetzen der Spannung resetten und die RFM69\_INT Leitung dient zur Synchronisierung der Operationen des Radiomodules durch Hardwareinterrupts. Die Inputs vom Transmitter werden durch dieses Bauteil zum Boot kommuniziert und danach verarbeitet.

## Ausgangstufe Motor (Bootschaltung)

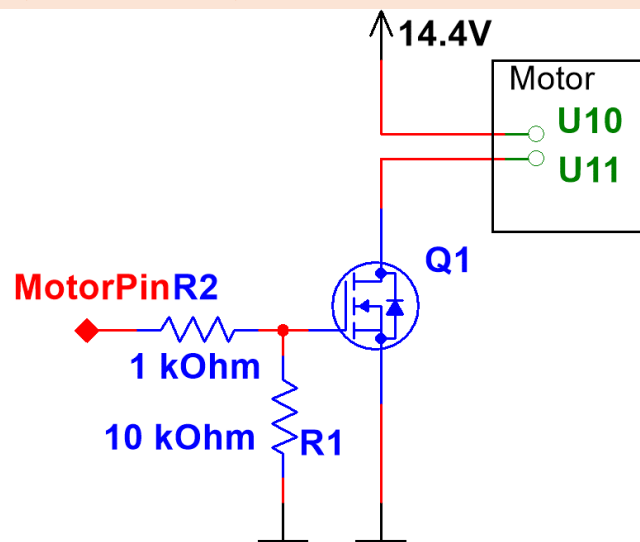


Abbildung 16: Ausgangstufe Motor

Die Ausgangstufe wird durch einen 2N7000 N-Mos Transistor gesteuert, der einen Pol vom Motor auf Ground zieht. Das Gate vom Transistor wird durch einen 1kOhm Schutzwiderstand vom Arduino mit einem PWM-Signal gesteuert. Ein 10kOhm Pull-Down Widerstand wird auch eingesetzt, um das Gate-Signal nicht auf Floating zu lassen. Der Duty-Cycle vom PWM-Signal wird vom Joystick der Transmitterschaltung bestimmt.

## Servomotoren (Bootschaltung)

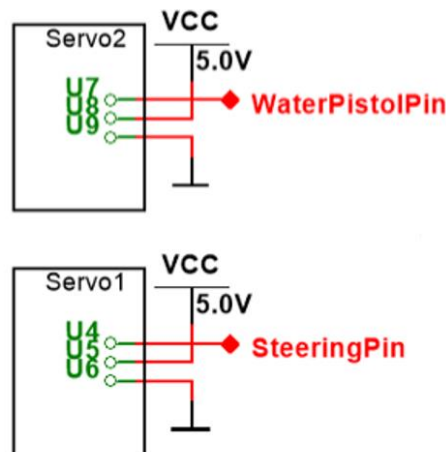


Abbildung 17: Servoschaltung

Zwei Servomotoren haben beim Boot die Aufgaben, die Ruder und die Wasserpistole zu steuern. Beide werden durch zwei PWM-fähige Arduino digital Pins gesteuert. Der Servo1 (Rudersteuerung) dreht sich von 45° auf 135° je nach Input vom Joystick und der Servo2 (Wasserpistolensteuerung) wechselt zwischen 0° und 45° mit dem Klicken vom Joystick.

## Ultraschalldistanzsensoren (Bootschaltung)

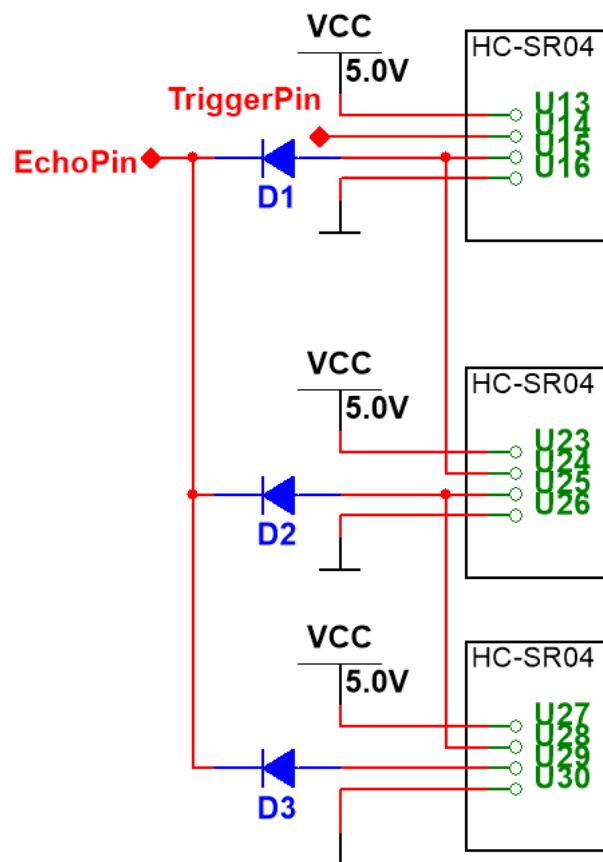


Abbildung 18: Ultraschallsensorschaltung

Hier werden drei HC-SR04 Ultraschallsensoren gesteuert.



Die einzelne Sensoren funktionieren folgendermassen:

Als erstes wird beim Trigger-Pin des Modules ein HIGH-Signal von mindestens 10  $\mu\text{s}$  eingegeben. Das HC-SR04 wird dann automatisch eine 40kHz Schallwelle durch den Lautsprecher senden und danach das Echo-Pin auf HIGH setzen. Sobald das Mikrofon vom Modul das Ausgegebene 40kHz Signal einliest, wird die Spannung auf das Echo-Pin wieder auf LOW gesetzt. Mit der Zeit vom HIGH-Impuls beim Echo-Pin kann man die Zeit ausrechnen, die das Signal gebraucht hat, um zurückzukommen.

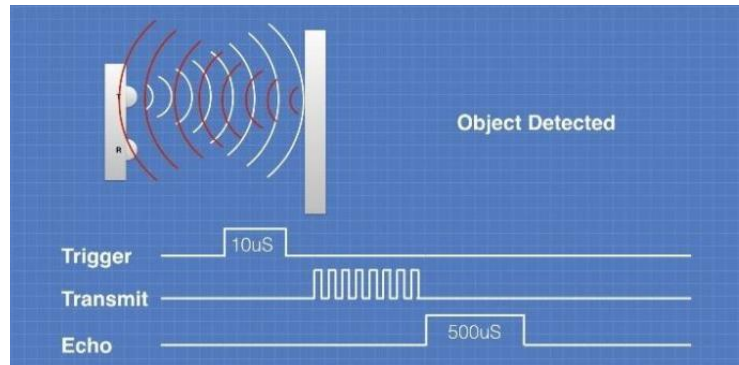


Abbildung 19: HC-SR04 Signale

Um mehrere HC-SR04 Module auf einem Mal zu brauchen und somit weniger Arduino-Pins und Code-Zeilen zu verschwenden wurden die Ultraschallsensor-Module bei der Bootschtaltung so zusammen angeschlossen:

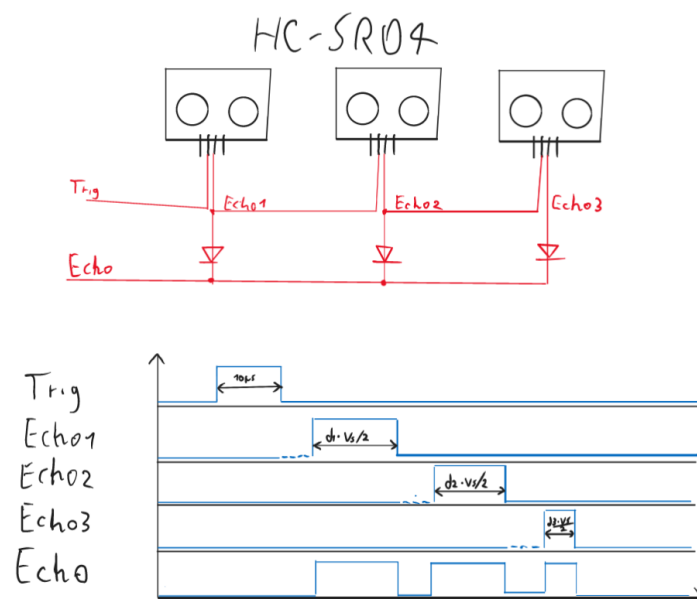


Abbildung 20: Spannung-Zeit-Diagramm Schaltung HC-SR04 Signale

Hier wird nur der Trigger-Pin vom ersten Modul gesteuert. Das Echo-Signal vom ersten ist mit dem Trigger-Pin vom zweiten Modul angeschlossen und steuert somit automatisch das zweite Modul. Das dritte Modul wird wie das zweite angesteuert. Alle Echo-Pins werden durch Dioden zusammengeschlossen und danach vom Arduino gemessen. Durch diese Verbindungen triggert das erste Modul automatisch das zweite und das zweite automatisch das dritte.

Diese Schaltung ist modular und macht es möglich, sehr einfach neue Module einzufügen.

## Joystick (Transmitterschaltung)

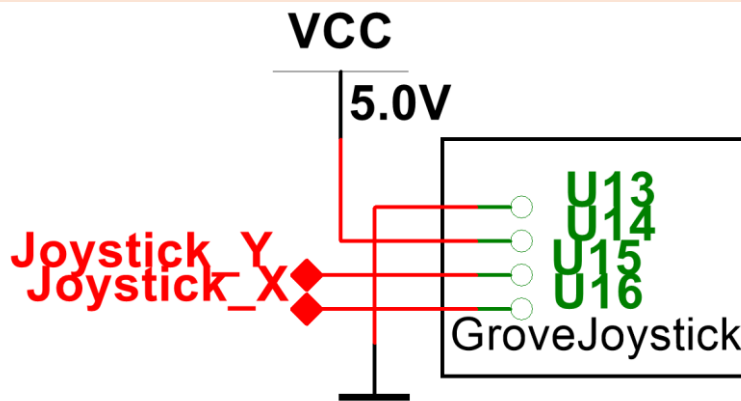


Abbildung 21: Joystick Schaltung

Für die Eingabe bei der UI vom Transmitter wird ein Joystick eingesetzt. Dieser besteht aus zwei Potenziometer und einen Taster. Die Zwei Output Pins werden analog vom Arduino gelesen. Die vom Arduino gelesene analoge Werte gehen von 200 bis zu 800 bei Bewegungen in den zwei Achsen. Sobald auf dem Joystick gedrückt wird, geht der analoge Wert der X-Achse auf 1023, da der Pin einfach auf VCC geschaltet wird.

## Display (Transmitterschaltung)

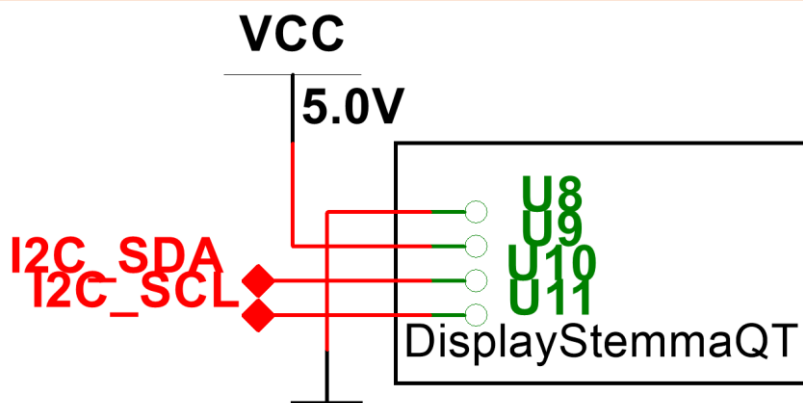


Abbildung 22: Display Stemma Schaltung

Bei der UI werden die Eingänge zusammen mit den Distanzen der Ultraschallsensoren auf einem Display angezeigt. Für diesen Zweck wird ein SSD1306 OLED Monochrom Adafruit Display angewendet. Dieses Modul hat eine I2C Schnittstelle und wird entsprechend vom Arduino gesteuert.

## Layout

### Boot

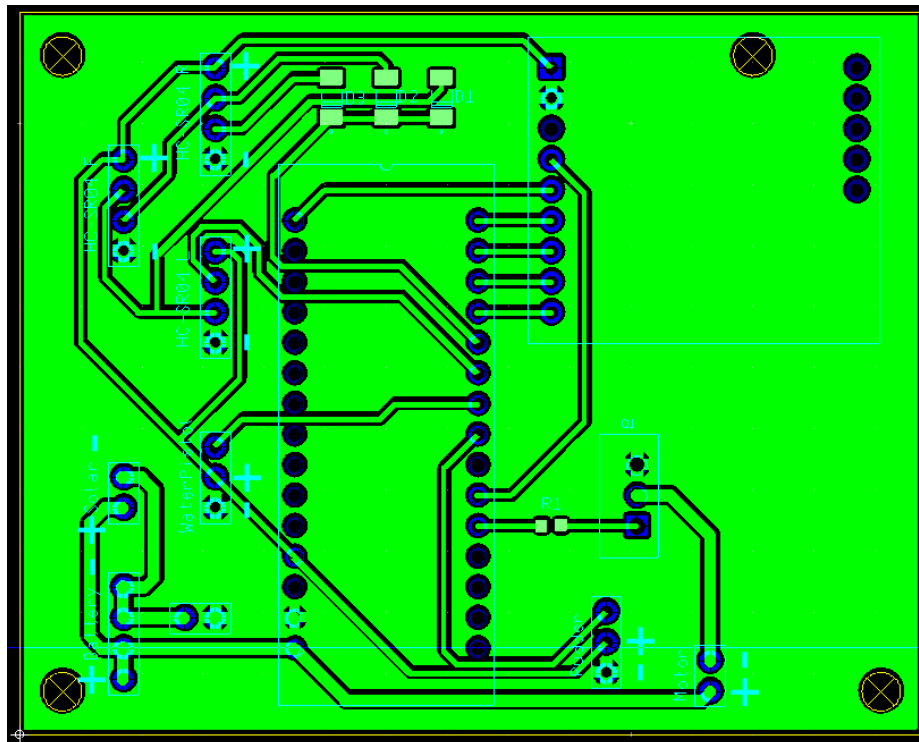


Abbildung 23: Boot Layout

### Transmitter

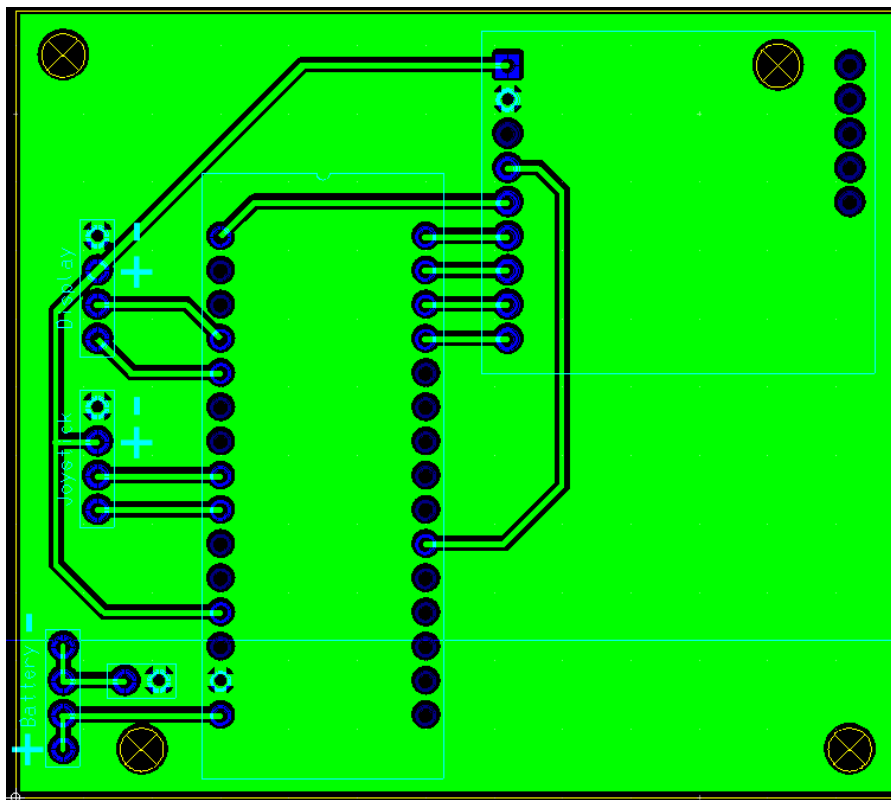


Abbildung 24: Transmitter Layout

## Code

Für das Projekt habe Ich eine GitHub Repo hergestellt. Hier findet man die Unterlagen des Projekts inkl. Code:

[Gabriele-Mangione/Titanic-II](https://github.com/Gabriele-Mangione/Titanic-II)

## Materialliste

Anzahl	Bezeichnung	Typ	Schaltung	Link
2	Arduino Nano Every	Arduino Nano Every	Boot & Transmitter	<a href="#">Arduino Nano Every</a>
2	Radio Transceiver	Adafruit RFM69HCW	Boot & Transmitter	<a href="#">RFM69HCW</a>
2	12V Akku	12V 3200mAh	Boot & Transmitter	<a href="#">Marshall Stockwell 12V Akku</a>
3	Ultraschallsensor	HC-SR04	Boot	<a href="#">HC-SR04</a>
2	Servomotor	Q4	Boot	<a href="#">Servo Q4</a>
1	12V Motor	12V Motor	Boot	<a href="#">PEL00882 12V Motor</a>
1	N-MOS Transistor	2N7000	Boot	
1	10k Widerstand	0603 10k	Boot	
1	1k Widerstand	0603 1k	Boot	
3	Diode	1N4000	Boot	
1	Switch	ON-OFF	Boot	
1	LCD	Adafruit Monochrome 0.96" 128x64 OLED Graphic Display	Transmitter	<a href="#">Adafruit TFT-LCD-Display</a>
1	Joystick	Seeed Studio Grove	Transmitter	<a href="#">Seeed Studio Grove Joystick</a>

## Zeitplanung & Stand der Arbeiten

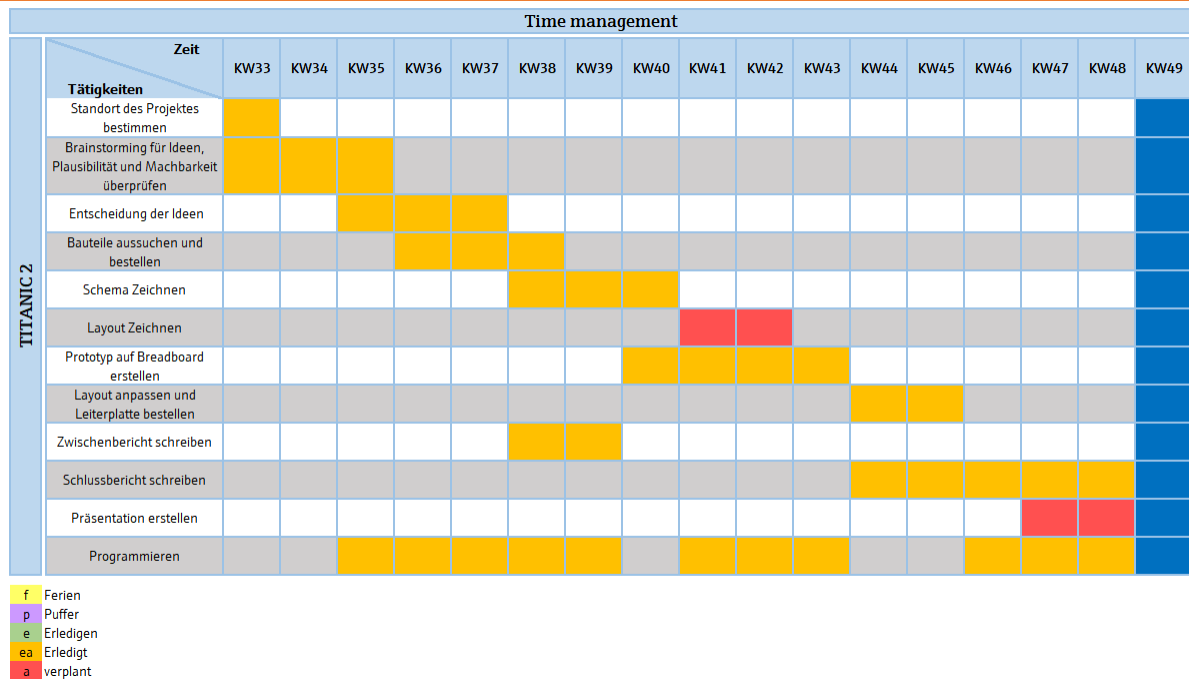


Abbildung 25: Zeitplan

Das Projekt ist wie nach Plan abgeschlossen, kann aber auch noch einfach erweitert werden. Weiteres Vorgehen wäre:

- Ein Solarmodul beim Boot implementieren
- Rückfahrt durch H-Brückenschaltung ermöglichen
- GPS-Modul implementieren, um Geschwindigkeit und Position zu bekommen

Ausserdem sind Software-Updates immer möglich.

## Fazit

TITANIC 2 war eine gute Projektidee, die meinem Wissenstand erweitert hat. Es ist aber auch ein cooles und lustiges Projekt für meine Freizeit gewesen.

Das Projekt ist erfolgreich abgeschlossen, hat aber auch Verbesserungspotenzial. Aus diesem Grund habe ich es so einfach erweiterbar wie möglich gemacht.