

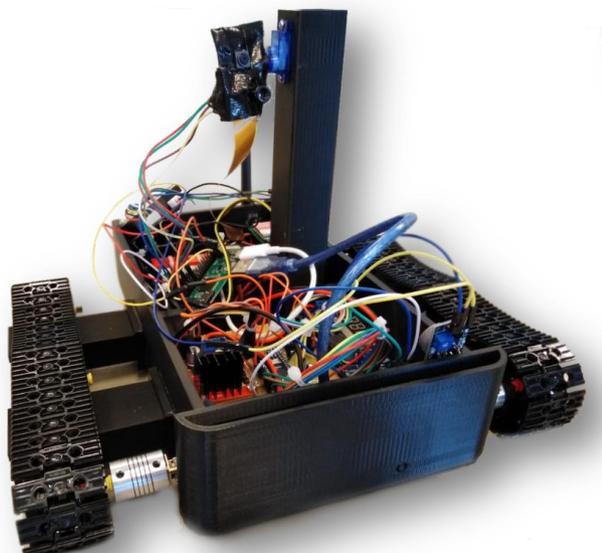


Don-Bosco-
Gymnasium

Projektbericht zum VDE Rhein-Ruhr e.V. Technikpreis 2019



Das Erkundungsfahrzeug



1. Zahlen, Daten, Fakten

Anschrift der Schule:

Don-Bosco-Gymnasium, Theodor-Hartz Straße 15, 45355 Essen

Projektteilnehmer - alle Q1 Leistungskurs Technik:

	Name	Adresse	Geb.Datum
1	Altenhoff, Philip		
2	Dratschuk, Daniel		
3	Frohn, Julius		
4	Gerdes, Jan		
5	Heß, Lukas		
6	Kurka, Yannick		
7	Rudis, Simon		
8	Rühs, Moritz		
9	Schmitt, Marc		
10	Tekath, Simeon		
11	Weiß, Marc		
12	Wiesche i.d., Finn		

Betreuender Lehrer:

Lübbering, Christian (Technik, Physik, Erdkunde)



J. Gerdes S. Tekath M. Rühs
Dratschuk M. Schmitt
J. Frohn Philip Altenhoff
Y. Kurka M. Weiß
F. in der Wiesche L. Heß Simon Rudis

2. Projektkurzbeschreibung/ Summary

*„Stolberger Innenstadt teilweise gesperrt ... Gasaustritt in einem Haus in der Kortumstraße ... extreme Explosionsgefahr ... Häuser im Umkreis von 150 m werden evakuiert ... Einsatzleiter zieht die Feuermänner zurück ... unklar ist, ob sich im Haus noch hilflose Personen befinden ... Feuerwehrmänner sind **zum Zuschauen verurteilt** ...“ (Auszug aus einem Radiobeitrag vom 24.01.19)*



*Feuerwehrmänner in Stolberg sind **zum Zuschauen verurteilt** und wissen nicht, ob sich noch Personen im Gebäude befinden*

Erst nach Stunden erfolgte die Entwarnung und die Rettungskräfte konnten die Ursache des Gasaustritts finden. Zum Glück befand sich keine bewusstlose Person im Gebäude und niemand wurde verletzt. Aber warum ist man im Jahre 2019 in solch einer Situation zum „**Zuschauen verurteilt**“?

Gäbe es wirklich keine Möglichkeit,

aktiv ins Geschehen einzugreifen und z.B. nach hilflosen Personen zu suchen oder auch den Ort eines Gaslecks zu finden ohne eine Rettungsperson in Gefahr zu bringen? Mit dem RescueRudi wäre die Gefahrenquelle sicherlich schneller auffindig gemacht worden und hilflosen Personen hätte früher geholfen werden können und das ohne einen Feuerwehrmann der direkten Gefahr auszusetzen. Doch wer oder was ist RescueRudi?

RescueRudi ist ein ferngesteuertes und durch FPV (First Person View mittels Virtual Reality Brille) bedienbares Erkundungsfahrzeug für Rettungseinsätze, welches immer dann eingesetzt werden kann, wenn eine unmittelbare Gefahr für Leib und Leben der Rettungskräfte besteht oder der Ort des Geschehens nicht direkt erreicht werden kann (z.B. bei einsturzfährdeten Gebäuden, Bombendrohungen, verrauchter Umgebung, Geiselnahmen usw.).

RescueRudi verfügt neben einer Kamera für die optische Betrachtung der Umgebung noch über eine Wärmebildkamera, mit Hilfe dessen man die Position von hilfsbedürftigen Personen in vernebelter Umgebung leicht auffindig machen kann.

RescueRudi besitzt durch die integrierten Sensoren die Möglichkeit, aktuelle Werte der Luftqualität (Kohlenmonoxidkonzentration, Methankonzentration und Feinstaubbelastung) in der VR Brille darzustellen. Außerdem ist zusätzlich ein GPS-Modul integriert, welches eine genaue Auskunft über die

aktuelle Position des Erkundungsfahrzeugs ermöglicht. Mittels der durch RescueRudi gewonnenen Informationen lassen sich die durchzuführenden Rettungsmaßnahmen nun viel leichter planen.

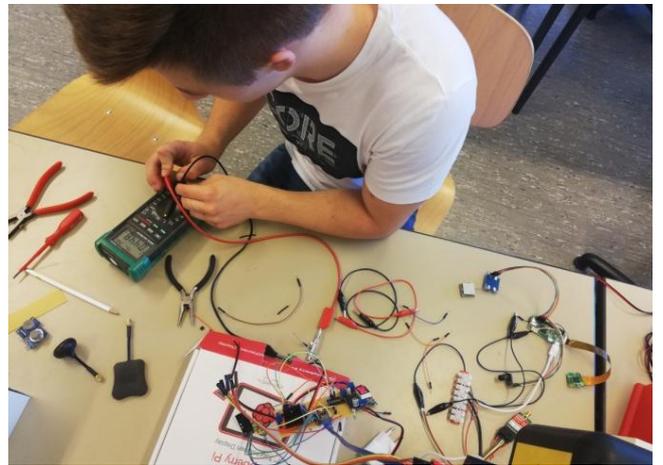
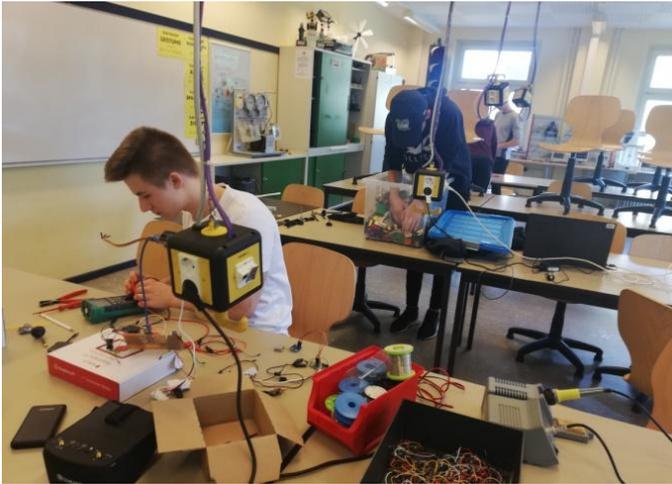
3. Ausführliche Projektbeschreibung

Die Idee am VDE Technikpreis teilzunehmen entstand im Unterricht, denn alle Teilnehmer besuchen den Leistungskurs Technik am Don-Bosco-Gymnasium in der Q1. Zunächst wurden viele spannende Ideen gesammelt und diskutiert, ehe uns der RescueRudi ganz besonders interessierte.

Nachdem wir mit unserer Projektidee auch die Jury des VDE-Technikpreises überzeugen konnten und wir die großzügige Startfinanzierung von 500 € erhielten, stürzten wir uns in die Arbeit. Wir bildeten kleine Teams, die sich jeweils mit einem Teilaspekt des RescueRudi beschäftigten. Hierbei unterteilten wir in Programmieraktivitäten, Konstruktionstätigkeiten zum Bau des Fahrzeugs und Installationstätigkeiten der zu verbauenden Hardware. Eine kleine Gruppe machte sich auch Gedanken über die Gestaltung der Präsentation am Finaltag.

An einigen Samstagen, Brückentagen, Freistunden und langen Nachmittagen in der Schule, entstand schließlich Stück für Stück der RescueRudi. Das gesamte Projekt war kein Bestandteil des Regelunterrichts und fußt zu 100 % auf dem freiwilligen Engagement der Schüler, was die Wertigkeit der erzielten Leistung gegenüber eines „Pflichtprogramms“ zusätzlich erhöht. Einige Schüler haben sich während der Projektzeit so tief in die Materie eingearbeitet, dass sie auch in Heimarbeit stundenlange Recherche betrieben, um richtige Kaufentscheidungen für die benötigten Hardwarekomponenten zu treffen. Nachdem wir die ersten Ideensammlungen durchgeführt hatten (Wo fängt man bei solch einem komplexen Projekt überhaupt an?) wurde uns klar, dass wir eine ganze Menge Arbeit vor der Brust haben würden und eine Vielzahl von Bestellungen zu tätigen haben. Das ein oder andere Elektronikteil musste auch aus Fernost geordert werden, was in einem Fall sogar die Zollfahndung auf den Plan rief.

Alle Gruppenteilnehmer brachten sich in unterschiedlichster Art und Weise was den thematischen Schwerpunkt und die Intensität der Mitarbeit anbelangte in die Projektarbeit ein. Alles in allem waren alle Beiträge kleine Puzzleteile für die Fertigstellung unseres RescueRudis, auf den wir mit Fug und Recht mächtig stolz sind. Auf den folgenden Seiten beschreiben wir nun einzelne Bestandteile des Projektes genauer.

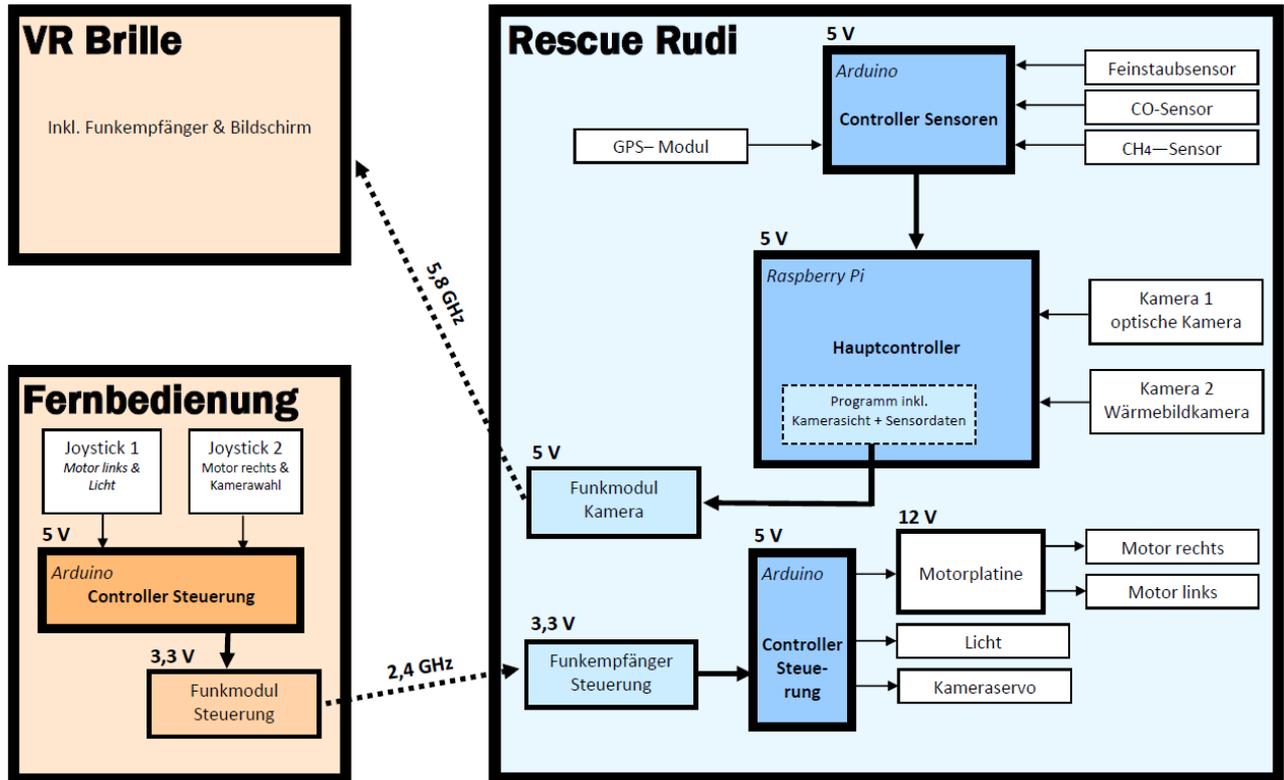


Impressionen von der Arbeit am RescueRudi



Präsentation unserer Projektidee bei der Kickoff-Veranstaltung

Technologieschema

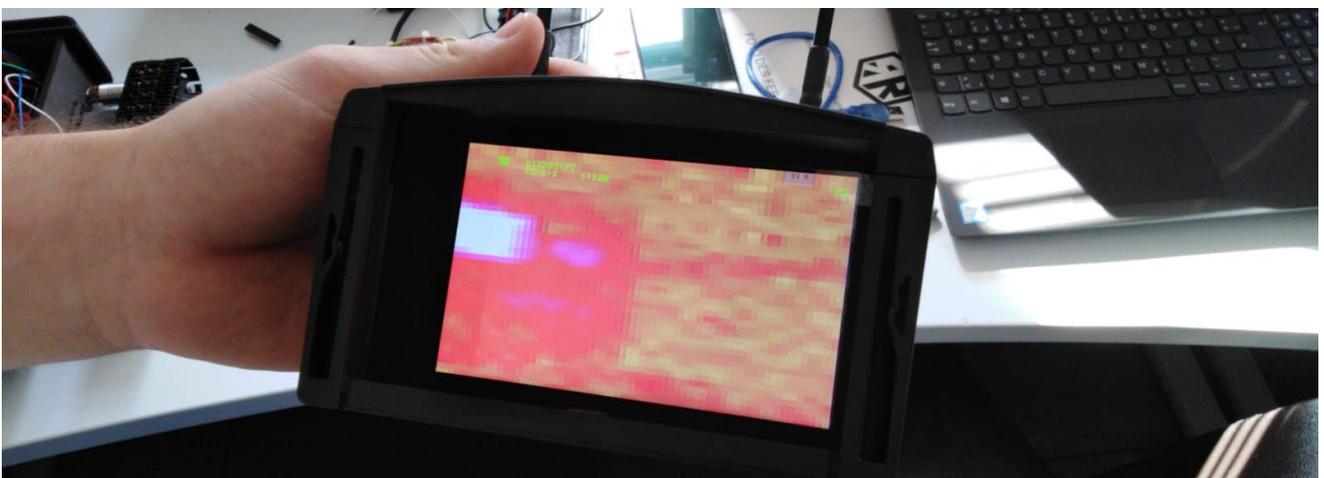


Anhand des Technologieschemas lässt sich der prinzipielle Aufbau des Systems verdeutlichen. Insgesamt mussten mit der VR Brille, der Fernbedienung und dem eigentlichen Fahrzeug, drei Komponenten konstruiert werden. Die drei Komponenten kommunizieren via zweier Funkstrecken miteinander. Innerhalb der Fernbedienung und des eigentlichen Fahrzeugs sind die einzelnen Sensoren und Aktoren über verschiedene Microcontroller miteinander verknüpft, die diverse Unterfunktionen übernehmen (z.B. Auslesen der Sensordaten → „Controller Sensoren“). Als Controller wurden drei Arduino Nanos und ein Raspberry Pi Zero verbaut. Der Raspberry Pi Zero bietet gegenüber den Arduinos die Möglichkeit, eine grafische Benutzeroberfläche zu generieren und diese mittels AV-Signal direkt an die VR-Brille zu übermitteln. Somit entschieden wir uns dafür, den Raspberry Pi Zero als Hauptcontroller einzurichten und hier alle Informationen (Kamerabilder + Sensordaten) zusammenlaufen zu lassen, grafisch aufzuarbeiten und an die VR Brille weiterzuleiten. Das von uns auf dem Raspberry Pi Zero eingerichtete Programm zeigt das aktuell gewählte Kamerabild (optische Kamera oder Wärmebildkamera) und blendet darüber die aufbereiteten Sensordaten ein (OSD - On Screen Display).



Links: Blick auf den Bildschirm der VR-Brille in der Testphase. Hier wird das optische Kamerabild dargestellt. Am unteren Bildrand werden die Sensordaten (Feinstaub, Methan, Kohlenmonoxid) eingeblendet. Kritische Sensordaten werden farblich hervorgehoben. Rechts: Bild der VR Brille.

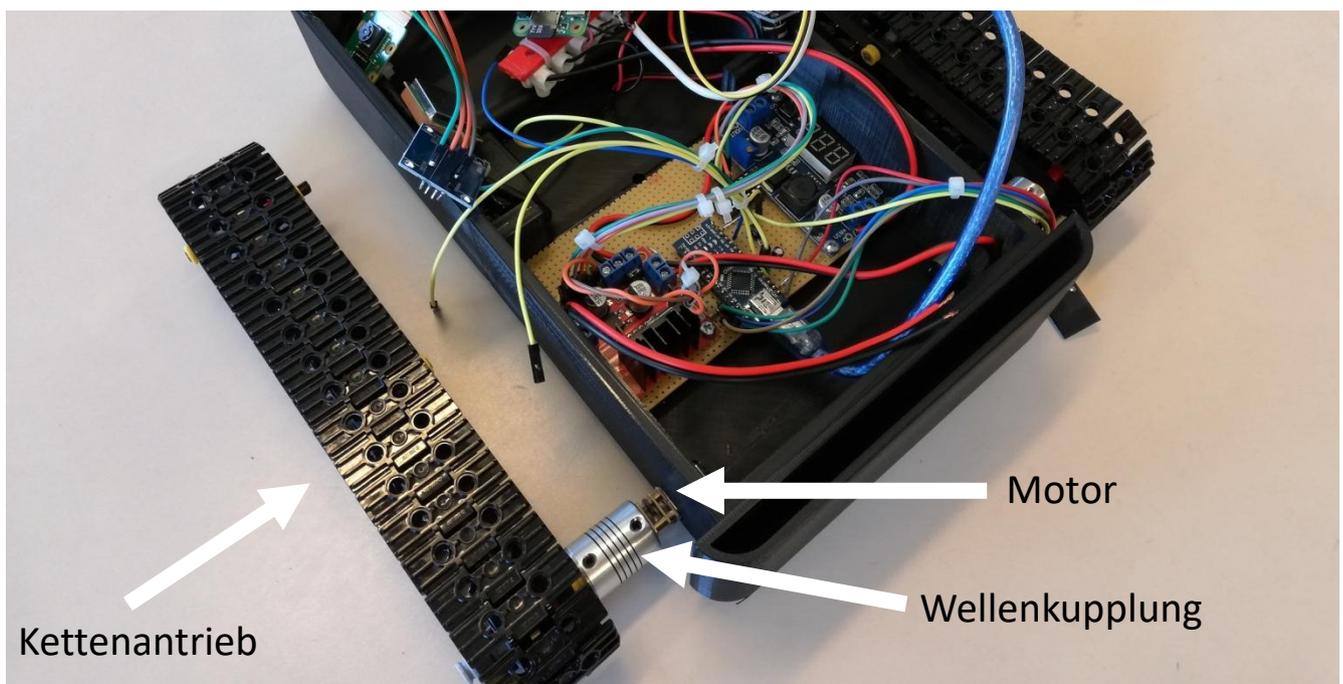
Das Bild der Wärmebildkamera wird durch eine Matrix von 32 x 24 Infrarotsensoren erzeugt. Die erzielten Messwerte werden über die I²C Schnittstelle des Raspberry Pi Zero ausgelesen. Aus diesen Messwerten wird dann letztendlich ein Kamerabild mit überschaubarer Auflösung erzeugt. Die beiden Kameras sind an einem Servomotor an der Spitze eines kleinen Turms befestigt. Durch diese Konstruktion lässt sich der Blickwinkel um 180° nach oben und unten verändern. Durch die Drehung des Fahrzeugs und durch die Anpassung der Höhe des Blickwinkels lässt sich somit die gesamte Umgebung problemlos beobachten.



Blick in die VR Brille mit Darstellung der Wärmebildkameradaten.

Die ausgelesenen Sensordaten in schlüssige ppm (parts per million) - Werte umzuwandeln war schwierig. Theoretisch müssten die Sensoren durch sehr teure Kalibriergeräte geeicht werden. Wir haben uns bei den Sensorherstellern die zu erwartenden Messwerte für saubere Luft besorgt und eine darauf aufbauende eigene Kalibrierung vorgenommen. So ist es nun natürlich möglich, dass die angezeigten Messwerte von den tatsächlichen Messwerten abweichen. Die Tendenz stimmt aber in jedem Fall.

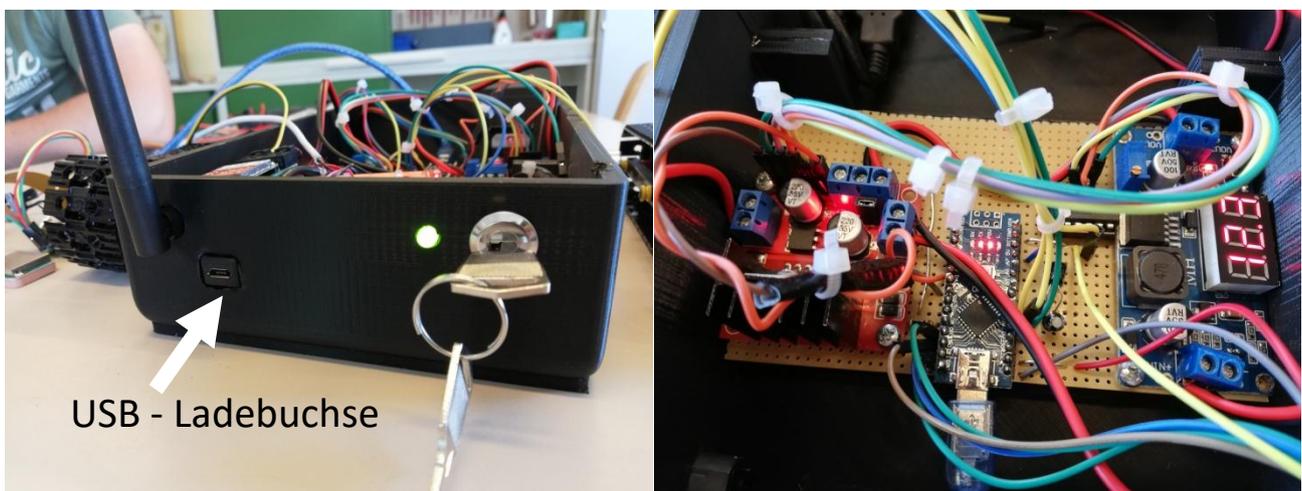
RescueRudi ist so konstruiert, dass er durch zwei Motoren bewegt werden kann. Die beiden Motoren treiben jeweils eine Kette an. RescueRudi lässt sich also prinzipiell wie ein Kettenfahrzeug (z.B. ein Panzer) steuern. Eine H-Brücke im Motortreiberbaustein ermöglicht eine Änderung der Polarität der Motoren und somit eine Richtungsänderung der Motordrehung. Die Geschwindigkeit der Motordrehung haben wir durch ein PWM-Signal geregelt. Wird die durchschnittliche Spannung am Motor geringer, so dreht er sich langsamer. Innerhalb der Motorplatine befindet sich eine Schaltung, die mit dem Steuersignal des Arduino Nanos das Netzteil an- und ausschaltet. Um eine höchstmögliche Leistung der Motoren zu ermöglichen, haben wir die Spannung an den Motoren auf 12 V hochtransformiert. Für die grundlegende Spannungsversorgung aller Komponenten innerhalb des Fahrzeugs und der Fernbedienung haben wir 5V-Powerbanks verbaut.



Hier ist gut zu erkennen wie die Kettenantriebe und die Motoren verbaut sind. Die Motoren sind jeweils fest mit dem Chassis verbunden und bilden außerhalb des Fahrzeugs mittels Wellenkupplungen eine feste Verbindung zu den Ketten. Das Foto zeigt den RescueRudi während der Bauphase. Der Kamerateurm und die Verbindungen der Kettenantriebe mit dem Chassis fehlen hier noch.

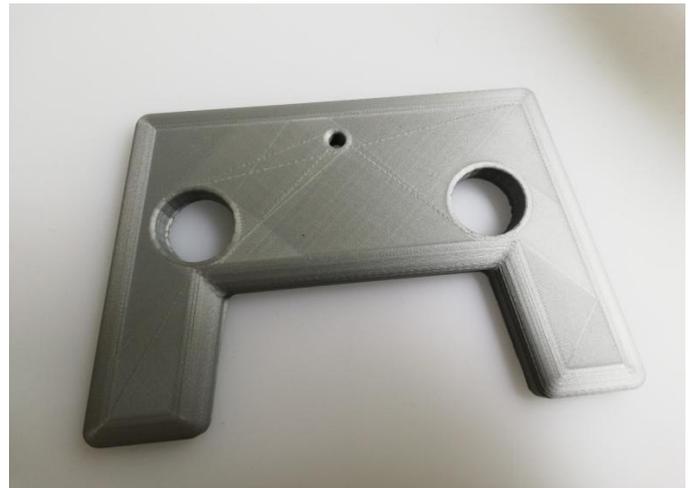
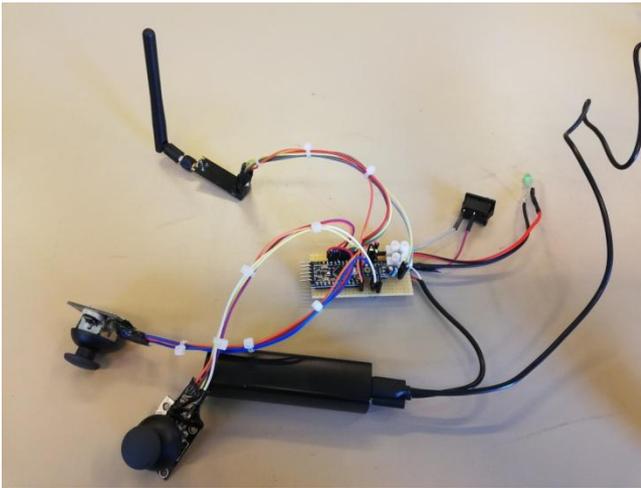
Die Powerbanks bieten die Möglichkeit, problemlos mittels USB geladen zu werden. Einzelne Komponenten arbeiten allerdings mit anderen Spannungen, so dass dort eine Anpassung durch DC/DC Up- oder Downstepper erfolgen musste. Die Stromversorgung lässt sich an der Fernbedienung und am Fahrzeug von außen an- und ausschalten. Der Betrieb wird durch grüne LEDs signalisiert.

Die theoretische Reichweite für das Videosignal liegt bei 500 m, das Signal der Steuerung schafft sogar die doppelte Distanz. Das Problem beim 5,8 GHz Band (Kamerabild) liegt aber in der schlechten Materialdurchdringung. Mögliche Alternativen wären z.B. das 1,3 GHz Band (nur unter Lizenz in Deutschland) oder das 2,4 GHz Band, wobei es hier nur ein geringes Angebot im FPV-Segment gibt. Das 2,4 GHz Band beinhaltet zusätzlich das Problem möglicher Interferenzen mit WLAN Signalen oder der Frequenz der Steuerung, die im selben Wellenlängenbereich liegen.



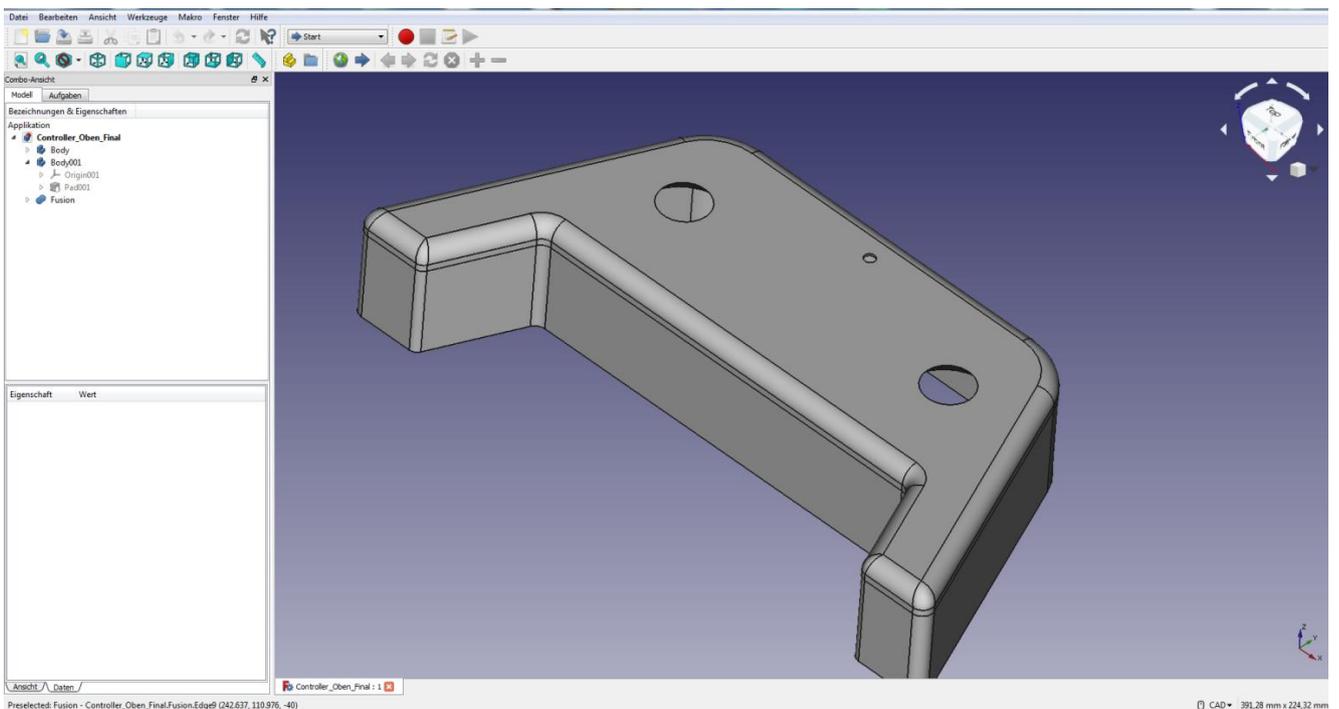
Im linken Bild erkennt man den Schlüsselhauptschalter des Fahrzeugs, die Betriebs-LED und die USB Ladebuchse, mit der die integrierte Powerbank wieder geladen werden kann. Rechts ist eine Platine des RecueRudi zu sehen, auf der von links nach rechts der Motortreiberbaustein, der Arduino Nano für die Steuerung und ein DC/DC Upstepper zu sehen sind.

Eine Erhöhung der Reichweite wäre durch mehr Leistung am Sender zu realisieren. In Deutschland sind allerdings bei 5,8 GHz nur 25 mW Sendeleistung erlaubt. Eine andere Möglichkeit wäre die Verwendung gerichteter Antennen (SPW/Helix-Antenne), was allerdings sehr kostspielig wäre.



Links im Bild sind alle Komponenten der Fernbedienung zu erkennen. Gut sichtbar sind hier die Antenne, die kleine Platine mit Arduino Nano und Sendemodul, die beiden Joysticks, die Powerbank, die grüne Betriebs-LED und der Powerknopf. Rechts ist ein erster Probedruck einer Hülle für die Fernbedienung abgebildet.

Die meisten Bauteile haben wir durch das 3D-Druckverfahren übrigens selbst hergestellt. Die Einarbeitung in die CAD-Programme zur Konstruktion der Druckdateien war besonders zeitintensiv. Das Bild unten zeigt beispielhaft die Controllerhülle, die wir nach dem Ausdruck schließlich auch verwendet haben.



Zur letztendlichen Realisierung des Projektes mussten hunderte Zeilen Programmcode geschrieben werden um die Microcontroller wie gewünscht arbeiten zu lassen. Einen kleinen Einblick in die Programmierarbeit bietet das folgende Bild.

```
1 windowGens = (82, 420, 555, 60)
2 gpsWindow = (518, 45, 180, 50)
3 import piCamera
4
5 camera = piCamera.PiCamera()
6 camera.framerate = 32
7 camera.start_preview()
8
9 import time
10 import string
11 import os
12 import sys
13 import serial
14 import pygame2
15 from PIL import Image, ImageDraw, ImageFont
16
17 dir = "/home/pi/OSD/technik.ttf"
18 fnt = ImageFont.truetype(dir, 100)
19 fntGPS = ImageFont.truetype(dir, 50)
20 fntPPM = ImageFont.truetype(dir, 65)
21 GPSSymb = Image.open("/home/pi/GPS_G4x4.png")
22
23 textOverlayFix = Image.new("RGB", (1184, 128))
24 ImageGPS = Image.new("RGB", (320, 64))
25 ImageGPS.paste(GPSSymb, (0, 0))
26
27 GPSSize = ImageGPS.size
28 OverlaySize = textOverlayFix.size
29
30 draw0 = ImageDraw.Draw(textOverlayFix)
31 draw0.text((18, 10), 'FS:', font=fnt, fill=(255, 255, 255))
32 draw0.text((412, 10), 'R:', font=fnt, fill=(255, 255, 255))
33 draw0.text((780, 10), 'CD:', font=fnt, fill=(255, 255, 255))
34
35 draw0.text((385, 33), 'PPM', font = fntPPM, fill=(255, 255, 255))
36 draw0.text((670, 33), 'PPM', font = fntPPM, fill=(255, 255, 255))
37 draw0.text((1073, 33), 'PPM', font = fntPPM, fill=(255, 255, 255))
38
39 #Arduino
40 s = serial.Serial('/dev/ttyUSB0', baudrate=9600)
41
```

Hier dargestellt ist ein kleiner Ausschnitt aus der Programmierung des Raspberry Pi Zero. Hier werden z.B. die Informationen der ermittelten Sensordaten auf dem Kamerabild positioniert.

Abschließend muss natürlich erwähnt werden, dass es sich bei dem vorgestellten Projekt lediglich um einen Prototypen handelt. Der tatsächliche Einsatz des RescueRudi in einer Umgebung mit hohen Temperaturen wäre auf Grund des Einsatzes des leicht schmelzenden PLA-Filaments des 3D-Drucks problematisch. In einer finalen Version des Fahrzeugs müssten demnach nicht brennbare Materialien verbaut werden und die integrierte Elektronik müsste vor äußeren Einflüssen geschützt werden. Toll wäre es darüber hinaus, wenn sich RescueRudi über Gegenstände hinweg bewegen könnte und nicht nur in der Ebene manövrierbar bliebe. Zusätzlich könnten noch Werkzeuge integriert werden, die es ermöglichen würden, sich durch geschlossene Türen hindurchzuschneiden. Unser Projekt bietet also noch viele Möglichkeiten zur Weiterentwicklung.

4. Presstext

Don-Bosco Schüler konstruieren „RescueRudi – Das Erkundungsfahrzeug“
Schüler des Leistungskurses Technik am Essener Don-Bosco-Gymnasium entwickelten im Rahmen des VDE-Technikpreises 2019 ein ferngesteuertes Fahrzeug, welches Einsatzkräften in Gefahrensituationen aus sicherer Entfernung wertvolle Daten liefern könnte.

Nach einigen Wochen spannenden Arbeitens ist er schließlich fertig geworden – der RescueRudi. RescueRudi ist ein ferngesteuertes Fahrzeug, mit dem aus sicherer Entfernung eine für Rettungskräfte nicht direkt zugängliche Umgebung inspiziert werden kann. RescueRudi liefert neben wichtigen Werten der Luftqualität (Feinstaubbelastung, Methankonzentration und Kohlenmonoxidkonzentration) und der durch GPS ermittelten Position auch ein gestochen scharfes Kamerabild und auf Wunsch zusätzlich ein Wärmebild der Umgebung. Dargestellt werden die Kamerabilder und die Luftqualitätswerte in einer Virtual Reality Brille. Die Idee für das Projekt entstand, als die Schüler von einem Feuerwehreinsatz erfuhren, bei dem die Rettungskräfte stundenlang zum Zuschauen verurteilt waren, weil ein Gebäude einsturzgefährdet war. Lange Zeit war nicht klar, ob es evtl. ein Gasleck innerhalb des Gebäudes gab oder ob sich sogar noch hilflose Personen darin befanden. Mit dem RescueRudi haben die Schüler nun eine Lösung entwickelt, mit der sich die Rettungskräfte in einer solchen Situation nun ein besseres Lagebild verschaffen können.