Ferngesteuerte Drohne mit Kamerafunktion

**Studienarbeit-Zwischenstand**

des Studienganges Elektrotechnik

an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe

von

Lukas Uhrig

06.01.2021

****

Bearbeitungszeitraum 5. und 6. Semester

Matrikelnummer, Kurs 8777022, TEL 18AT

Ausbildungsfirma STÖBER Antriebstechnik GmbH + Co. KG

Betreuer Wolfgang Velten

Inhaltsverzeichnis

[Abbildungsverzeichnis 3](#_Toc61175780)

[Eigenständigkeitserklärung 4](#_Toc61175781)

[1. Einleitung 5](#_Toc61175782)

[2. Bauteilauswahl 7](#_Toc61175783)

[2.1 Steuerungseinheit 7](#_Toc61175784)

[2.2 Stromversorgung 8](#_Toc61175785)

[2.3 Motoren 9](#_Toc61175786)

[2.4 Motoransteuerung 9](#_Toc61175787)

[2.5 Gyroskop 10](#_Toc61175788)

[2.6 Weitere Bauteile 10](#_Toc61175789)

[3. Software 11](#_Toc61175790)

[4. Verlauf 13](#_Toc61175791)

[4.1 Prozess bis zum aktuellen Zwischenstand 13](#_Toc61175792)

[4.2 Zwischenstand 14](#_Toc61175793)

[4.3 Ausblick 16](#_Toc61175794)

[Literaturverzeichnis 17](#_Toc61175795)

# Abbildungsverzeichnis

[Abbildung 1 3D-Prototyp [1] 6](#_Toc61174433)

[Abbildung 2 Prototyp in Form einer Holzkonstruktion [2] 15](#_Toc61174434)

# Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit eigenständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet sowie die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Stellen/Gedanken als solche kenntlich gemacht habe. Diese Arbeit wurde noch keiner anderen Prüfungskommission in dieser oder einer ähnlichen Form vorgelegt. Sie wurde bisher auch nicht veröffentlicht.

Hiermit stimme ich zu, dass die vorliegende Arbeit von dem Prüfer in elektronischer Form mit entsprechender Software auf Plagiate überprüft wird.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Ort, Datum Unterschrift des Studenten

# Einleitung

Dieser Zwischenbericht gibt einen kurzen Überblick, über die bisher, im Rahmen der Studienarbeit, ausgeführten Tätigkeiten.

Das Thema der Studienarbeit ist die technische Umsetzung einer auf dem Boden fahrenden, einachsigen Drohne. Die verschiedenen benötigten Bauteile für die Drohne werden selbst herausgesucht. Weiterhin ist die Erstellung des Programmes, welches auf der Steuerungseinheit arbeitet und die Drohne steuert, ebenso wie die Erstellung eines Programmes, das auf einem Smartphone arbeitet, um die Drohne fern zu steuern ein Thema.

Das Ziel der Studienarbeit ist eine selbstfahrende Drohne zu entwerfen und zu bauen. Diese Drohne soll zwei Reifen haben, welche auf derselben Achse montiert seien. Dadurch ist ein Regler von Nöten, mit dessen Hilfe die Drohne sich aufrecht halten kann. Damit ein Regler implementiert werden kann wird ein Gyroskop, beziehungsweise Lagesensor benötigt. Der Richtungswechsel der Drohne soll über eine differentielle Ansteuerung der beiden Räder stattfinden. Die beiden Räder sollen je einen eigenen Motor haben.

Weiterhin soll eine Kamera installiert sein. Das Bild dieser Kamera soll an ein Smartphone übertragen werden, für welches eine Applikation geschrieben werden soll, mit deren Hilfe die Drohne mit dem Smartphone verbunden werden kann. In der Oberfläche dieser Applikation soll das Bild der Kamera mit einer möglichst geringen Verzögerung dargestellt werden. Weiterhin soll es mit der Oberfläche möglich sein die Drohne zu steuern und verschiedene Sensoren auslesen zu können.

Der Körper der Drohne soll eine zylindrische Form haben und so klein wie möglich sein, aber es soll dennoch möglich sein alle Bauteile im Körper unterzubringen. Die Reifen sollen einen Durchmesser von 15cm haben, was den maximalen Durchmesser des Körpers der Drohne auf weniger als 15cm beschränkt. Eine Maximalgeschwindigkeit von ungefähr 15km/h soll von der Drohne erreicht werden können, wobei die Drohne mit einer geringeren Geschwindigkeit fahren soll und nur durch Regeleingriffe zum Beispiel zum Bremsen diese Fahrgeschwindigkeit überschreiten können soll. Nachfolgend zeigt Abbildung 1 3D-Prototyp [1] einen 3D-Prototypen des Benutzers „*BelNLanders*“ der Webseite „*Thingiverse*“. Das finale Aussehen der Drohne soll optisch ähnlich sein.



Abbildung 3D-Prototyp [1]

Es werden je nach Schnelligkeit bei der Umsetzung des Projektes noch weitere Funktionen, wie zum Beispiel ein Kompass, ein Höhenmesser in Form eines Barometers oder zum Beispiel eine Geschwindigkeitsanzeige mittels eines GPS-Moduls, hinzugefügt.

Dieses Projekt soll in zwei Semestern durchgeführt werden. Die Umsetzung erfolgt dabei durch 3 Personen, da das Projekt sehr umfangreich ist.

# Bauteilauswahl

## Steuerungseinheit

Die Steuerungseinheit, die die Dohne steuern soll, muss verschiedene Eigenschaften besitzen, die sie qualifizieren. Dazu gehört eine WLAN-Schnittstelle, mit Hilfe deren es möglich ist, dass die Steuerungseinheit mit einem Smartphone kommunizieren kann. Über diese Verbindung müssen demnach sowohl die Bilder der Kamera von der Steuerungseinheit zum Smartphone als auch die Steuerungssignale vom Smartphone an die Steuerungseinheit übertragen werden. Für die Verbindungsschnittstelle wird WLAN anstelle von Bluetooth gewählt. Dies kann damit begründet werden, dass WLAN eine stabilere und schnellere Verbindung darstellt.

Weiterhin ist es nötig, dass die Steuerungseinheit nicht zu groß ist, da dies unter Umständen dazu führen kann, dass der Körper der Drohne unnötig groß gestaltet werden müsste. Eine weitere wichtige Eigenschaft ist, dass es möglich sein muss verschiedene andere Bauteile an die Steuerungseinheit anschließen zu können. Hier ist ein I²C Interface, wie auch eine genügend große Anzahl an I/O Schnittstellen hervorzuheben. Weiterhin muss es möglich sein, an die Steuerungseinheit eine Kamera anschließen zu können.

Aufgrund dieser Vorgaben ist nur der Microcomputer Raspberry Pi Zero W in Betracht zu ziehen. Dieser sticht sowohl durch seine integrierte Kameraschnittstelle als auch durch seine geringe Größe und ein integriertes WLAN Modul hervor.

Betrachtet wurde auch der Microcontroller Arduino Nano, der allerdings verschiedene Nachteile hat, die ihn ungeeignet machen. Zuerst hat der Arduino Nano kein WLAN Modul integriert, welches allerdings theoretisch nachrüstbar ist. Zum Zweiten ist es nicht möglich eine Kamera an den Arduino Nano anzuschließen und die geringe Rechenleistung dieses Microcontrollers würde es auch nicht möglich machen das Bild einer Kamera zu verarbeiten. Dies hat zur Folge, dass eine andere Möglichkeit zur Aufnahme und Weiterleitung der Kameradaten gefunden werden müsste.

Andere Raspberry PI Modelle, außer der Pi Zero, haben wie der Raspberry PI Zero W, ein integriertes WLAN Modul und sogar eine integrierte Ethernet Schnittstelle. Sie haben allerdings den Nachteil, dass sie wesentlich größer sind als der Raspberry PI Zero W, was dazu führen kann, dass die Platine nicht in den Körper der Drohne integriert werden kann und allgemein weniger Platz im Körper der Drohne zur Verfügung stehen würde.

## Stromversorgung

Die Stromversorgung soll verschiedene Bedingungen erfüllen. Eine dieser Bedingungen ist, dass die Stromversorgung drahtlos sein soll, dementsprechend fallen Netzteile oder ähnliches als Möglichkeit weg. Es bleiben die beiden Möglichkeiten Batterien und Akkumulatoren. Batterien werden allerdings ausgeschlossen, da sie nicht wiederaufladbar sind und es eine Verschwendung darstellen würde, die Batterien tauschen zu müssen, wenn sie leer sind. Außerdem sind Akkumulatoren besser für die Anwendung einer Drohne geeignet, da diese stärker darauf ausgelegt sind schneller entladen zu werden, während Batterien besser dafür geeignet sind einen dauerhaften kleineren Strom abzugeben, wie zum Beispiel in einer Wanduhr.

Eine weitere Auswahlmöglichkeit besteht zwischen Lithium Ionen Akkumulatoren und Nickel-Metallhydrid Akkumulatoren. Hierbei werden Nickel-Metallhydrid Akkumulatoren gewählt, da das Aufladen von Lithium Ionen Akkumulatoren komplexer ist als das Aufladen von Nickel-Metallhydrid Akkumulatoren.

Es werden für das Projekt demnach Nickel-Metallhydrid Akkumulatoren verwendet. Es wird der Typ AA (Mignon) verwendet. Die gewählten Industriezellen haben eine Kapazität von 1300mAh und eine Spannung von 1,2V. Von diesen Industriezellen werden 10 in Reihe verbunden, um eine Versorgungsspannung von 12V zu erzeugen. Diese Reihenschaltung wird mithilfe eines Batteriehalters für 10 AA (Mignon) Zellen umgesetzt.

Das Aufladen dieser Akkumulatoren kann mithilfe von verschiedenen Methoden vonstattengehen. Es ist entweder möglich alle Akkumulatoren einzeln in einem dafür vorgesehenen Ladegerät zu laden, oder ein Ladegerät zu wählen, welches alle Zellen in einem Verbund laden kann. Aufgrund der Platzierung der Akkus im Inneren des Körpers der Drohne ist es schwierig alle Akkumulatoren einzeln zu laden, da dafür alle Akkumulator Zellen ausgebaut werden müssten. Es ist wesentlich einfacher eine Schnittstelle zu entwerfen, die es möglich macht die Akkumulatoren innerhalb des Gehäuses zu laden. Aus diesem Grund wird ein Ladegerät verwendet, mit welchem es möglich ist alle Akkumulatoren auf einmal zu laden. Zusätzlich hat das Ladegerät eine integrierte Schaltung mit dem es in der Lage ist festzustellen wie viele Zellen an das Ladegerät angeschlossen sind.

## Motoren

Die Motoren der Drohne sollen verschiedene Eigenschaften besitzen. Zu diesen Eigenschaften zählt eine Nennspannung von 12V, die von den ausgewählten Akkumulatoren ausgeht. Eine weitere Eigenschaft ist die richtige Drehzahl. Es ist geplant, dass die Räder einen Durchmesser d von 150mm haben. Demnach ist es möglich bei einer geplanten maximalen Geschwindigkeit v von 15km/h beziehungsweise 4,16m/s eine Drehzahl zu berechnen, welche die Motoren erreichen können sollten.

Um eine solch geringe Drehzahl mit einem 12V Gleichstrom-Bürstenmotor umzusetzen muss ein Getriebe eingesetzt werden. Dies hat den weiteren Vorteil, dass das Drehmoment des Motors verstärkt wird. Es wird der 12V Getriebemotor GM122,1 verwendet, der mithilfe eines 1:9 Getriebes eine Drehzahl von 480Upm erreicht. Für den Fall, dass diese Drehzahl erreicht wird, ist es der Drohne möglich eine Geschwindigkeit von 13,6km/h zu erreichen. Diese Motoren sind mit der nachfolgend beschriebenen Motoransteuerung kompatibel.

## Motoransteuerung

Die Motoransteuerung soll verschiedene Beschaffenheiten aufweisen. Zu diesen zählen die Möglichkeit einen Motor mit verschiedenen Geschwindigkeiten drehen zu lassen. Weiterhin wäre es Vorteilhaft, wenn es möglich ist, dass beide Motoren mithilfe einer Platine angesteuert werden könnten, wobei es möglich sein muss beide Motoren mit unterschiedlichen Drehzahlen anzusteuern. Weiterhin muss die Ansteuerungsmöglichkeit mit einer Versorgungsspannung von 12V arbeiten können. Zu diesen Eigenschaften passt eine H-Brücke. Die ausgewählten H-Brücke, der DEBO MOTORDRIVER 2 L298N, der alle bisher genannten Eigenschaften erfüllt erzeugt weiterhin eine stabile Spannung von 5V, mithilfe derer es möglich ist den Raspberry PI Zero W zu betreiben. Die erlaubten Eingangsspannungen für die entsprechende H-Brücke reichen von 5V bis 35V und der maximale Antriebsstrom beträgt 2A. Die insgesamte maximale Ausgangsleistung beträgt 25W. Um die Geschwindigkeit variieren zu können, können die beiden Enable Eingänge der H-Brücke mit dem Raspberry Pi verbunden werden, welcher diese mit einem PWM Signal ansteuern kann. Je einer dieser Enable Eingänge aktiviert zwei anderen Eingänge, die für die Steuerung der Drehrichtung eines Motors zuständig sind. Somit kann mithilfe eines PWM Signals pro Motor die Drehzahl in beiden Drehrichtungen angepasst werden. Demnach ist es auch möglich die Drehgeschwindigkeiten der beiden Motoren unabhängig voneinander anzupassen, was von Nöten ist, damit die Drohne die Fahrrichtung verändern kann.

## Gyroskop

Als Gyroskop wird das DEBO SENS 3AXIS MPU 6050 Gyroskop verwendet. Dieses Gyroskop hat die Vorteile 3 Achsen zu besitzen und dennoch relativ klein und genau zu sein. Da das Gyroskop drei Achsen hat ist es weiterhin irrelevant in welcher Orientierung das Gyroskop eingebaut wird, da nur die Software angepasst werden muss, um die Neigung nach vorne oder hinten zu ermitteln. Ein weiterer Vorteil ist, dass das entsprechende Gyroskop den I²C Bus benutzt und sich demnach das Anschließen und Auslesen einfach gestalten sollte.

## Weitere Bauteile

Es gibt einige weitere Bauteile, oder Zubehörteile, welche benötigt werden. Dazu gehören zum Beispiel die Kamera, ein Ultraschall-Abstandssensor und weiteres.

Für die Kamera wird eine Kamera, die speziell für den Raspberry PI Zero gedacht ist, verwendet. Diese nutzt den Mini-CSI-Port (Kamera-Schnittstelle) des Raspberry Pi Zero W. Es gibt dabei verschiedene Modelle zur Auswahl, wobei ein Modell gewählt wird, welches ein weites Sichtfeld von 120° und eine maximale Auflösung von 1080p bei 30 Bilder pro Sekunde oder 720p bei 60 Bilder pro Sekunde bietet.

Weiterhin wird ein Standard-Ultraschall-Abstandssensor mit der Bezeichnung HC-SR04 verwendet, um Hindernisse erkennen zu können. Um diesen Ultraschall-Abstandssensor betreiben zu können ist es allerdings nötig einen Levelshifter einzusetzen, welcher den logischen Pegel des Raspberry PI Zero W, welcher 3,3V beträgt auf den logischen Pegel des Ultraschall-Abstandssensors, welcher 5V beträgt, umzuwandeln.

Für einen zweiten Bestellvorgang werden weitere Bauteile ausgewählt, welche die Anzahl der Funktionen der Drohne erweitern sollen. Zu diesen Bauteilen zählen ein Magnetfeldmesser beziehungsweise Kompass, ein Barometer und ein Kippschalter. Der ausgewählte Barometer und der ausgewählte Kompass haben der Vorteil, dass sie I²C verwenden, wodurch keine weiteren Pins des Raspberry PI Zero W belegt werden. Der Kippschalter dient dazu zwischen einem ausgeschalteten, eingeschalteten oder ladenden Zustand wechseln zu können.

# Software

Das Programm, welches auf dem Raspberry PI arbeitet, ist mithilfe der Programmiersprache Python geschrieben. Python ist für die Anwendung auf einem Raspberry PI die schnellste Option und für die Anforderungen, die das Projekt stellt, ausreichend.

Zunächst wird die Hauptfunktion des Programmes, das auf dem Raspberry PI Zero W läuft, erstellt. In dieser Hauptfunktion werden zunächst alle Pins des Raspberry Pi Zero, welche verwendet werden, Variablen zugewiesen. Somit ist es möglich, bei Bedarf die Hardwarebelegung zu ändern, und daraufhin nur in dem Hauptprogramm die Verknüpfung anzupassen, ohne die Unterprogramme durcharbeiten zu müssen, um die Pin-Zuweisung zu bearbeiten. Weiterhin wird im Hauptprogramm festgelegt, welcher GPIO Modus verwendet wird. Der erste Modus wäre GPIO.BOARD, welcher die Nummern der Pins anhand der Nummerierung des Steckers vergibt und der zweite Modus ist GPIO.BCM, welcher die Nummerierung der Pins anhand der Nummern der GPIOs vergibt. Es wird der erste GPIO Modus verwendet. Weiterhin werden im Hauptprogramm verschiedene Klassen initiiert, auf deren Erstellung später eingegangen wird. In dem Hauptprogramm befindet sich weiterhin eine While-Schleife mit Ausnahmebehandlung, welche alle Unterprogramme aufruft und die Drohne steuert. Es gibt dort eine finally Klausel, welche ausgeführt wird, wenn das Programm beendet wird. In diesem Abschnitt werden die GPIO Ports, welche in dem Programm verwendet werden, resettet.

Weiterhin werden weitere Python-Dateien im Projektordner erstellt, in denen verschiedene Klassen definiert werden. Jede dieser erstellten Klassen hat eine Initialisierungsfunktion, welche automatisch bei der Erstellung der Klasse aufgerufen und ausgeführt wird. Weiterhin bekommen die verschiedenen Klassen die Variablen für die Pins übergeben, an welche die für die jeweilige Klasse wichtigen Bauteile angeschlossen sind.

So gibt es zum Beispiel eine Klasse, die den Ultraschall-Abstandssensor ansteuert und ausliest. Diese Klasse bekommt die Variablen für die beiden Steuer-Pins des Ultraschall-Abstandssensors übergeben und hat eine Ausgabefunktion, welche die Distanz zurückgibt, welche der Abstandssensor ermittelt.

Weiterhin gibt es eine Klasse in einer separaten Datei, welche für das Gyroskop zuständig ist. Diese Klasse liest die Daten, welche von dem Gyroskop über die I²C Schnittstelle übertragen werden, ein und wandelt die entsprechenden Rohdaten in skalierte Werte um, welche in verschiedenen Variablen gespeichert werden und von anderen Klassen ausgelesen werden können.

Es gibt eine Kameraklasse, die allerdings zum aktuellen Stand nicht verwendet wird, da das Kamerabild über einen UV4L Server, der auf dem Raspberry PI Zero W arbeitet, übertragen wird. Mithilfe der Smartphone Applikation kann als Client auf diesen Server zugegriffen werden und das Bild kann angezeigt werden.

Eine weitere Klasse stellt eine Motorkontrollklasse dar. Mit dieser Klasse können die beiden Motoren über die H-Brücke gesteuert werden. Dafür gibt es eine Funktion, die den rechten Motor steuert und eine Funktion, die den linken Motor steuert. Wie bereits beschrieben werden zwei PWM Signale verwendet, welche die Enable Eingänge der H-Brücke ansteuern, um die Geschwindigkeit der Motoren anzupassen. Die Geschwindigkeit der einzelnen Motoren im Python Programm ist auf einen Wert von -15 bis 15 definiert. Diese Werte werden von der Motorkontrollklasse in zwei PWM Duty Cycle Werte umgewandelt.

Weiterhin gibt es eine PID Klasse, welche die aktuelle Lage der Drohne von der Gyroskop-Klasse, sowie einen Sollwert, auf den der Regler regeln soll, übergeben bekommt. Der Wert der aktuellen Lage wirkt dabei als Störgröße in den Regler ein.

Die PID Kontrollklasse verbindet die PID Klasse mit der Motorkontrollklasse und mit den Werten, die von der Smartphone-Applikation gesendet werden. Von der Smartphone Applikation werden Werte gesendet, die in einen Turn und ein Speed Wert umgesetzt werden. Diese Turn und Speed Werte reichen von -10 bis 10. In der PID Kontrollklasse werden diese Werte verknüpft in je eine Motorgeschwindigkeit für den linken und den rechten Motor. Weiterhin wird ein Anpassungswert, der von den PID Klasse generiert wird, eingerechnet. Die Motorkontrollklasse hat einen Bereich von -15 bis 15, und die Werte, die für die Motoren generiert werden, haben Werte von -10 bis 10, damit es mit Hilfe des Anpassungswertes des PID Reglers möglich ist, den Motor sowohl schneller als auch langsamer als die ursprüngliche Sollgeschwindigkeit drehen zu lassen.

Weiterhin gibt es zwei Klassen, die für die Verbindung mit dem Smartphone zuständig sind und sowohl den Turn als auch den Speed Wert ausgeben.

# Verlauf

## Prozess bis zum aktuellen Zwischenstand

Zuerst wurde ein dynamischer Zeitplan erstellt, welcher abhängig von unerwarteten Ereignissen dynamisch angepasst werden kann, erstellt.

Danach wurden alle Bauteile, die für die grundlegenden Funktionen benötigt werden, ausgewählt. Zu diesen Bauteilen zählten zum Beispiel der Mikrocomputer, die SD-Karte, die das Betriebssystem des Mikrocomputers beinhaltet, das Gyroskop und die Stromversorgung. Um diese Bauteile auswählen zu können wurden davor die grundlegenden Funktionen definiert, die die Drohne haben sollte, welche auch in der Einleitung zu finden sind.

Um die Zeit zu überbrücken, die die Bauteile benötigen, um versandt zu werden, wurde das Python Projekt und das Android Projekt erstellt. Bei letzterem wurde zugleich eine Grundlegende Oberfläche erstellt.

Weiterhin wurde daraufhin ein GitHub Projekt erstellt, wodurch zum einen möglich eine Versionsverfolgung implementiert wird, und es zum anderen möglich ist zu dritt an den Programmen arbeiten zu können. Daraufhin sind nach und nach die verschiedenen Klassen und Funktionen erstanden, welche bereits erwähnt wurden.

Mit der Ankunft eines Anteiles der bestellten Bauteile wurden diese überprüft. Nach dieser Prüfung wurde die SD-Karte, welche mit Raspbian OS beschrieben wurde in den Raspberry Pi Zero W installiert und der Raspberry Pi initialisiert, aktualisiert, upgegradet und es wurden die benötigten Bibliotheken installiert. Die Kamera ist mit dem Raspberry PI Zero verbunden und getestet worden.

Weiterhin wurden die Akkuzellen in den Batteriehalter integriert und die Ausgangsspannung gemessen, welche 12,5V beträgt.

Die Motoren wurden daraufhin provisorisch mit der H-Brücke verbunden, welche wiederum provisorisch mit dem Akkumulator-Pack verbunden wurde. Daraufhin konnte die gemeinsame Funktion dieser drei Bauteile überprüft werden.

Im Weiteren wurden verschiedene Programmteile auf dem Raspberry PI gestartet, getestet und optimiert.

Mit der Ankunft des Gyroskops wurde auch dieses überprüft und als fehlerhaft befunden, weshalb ein weiteres bestellt wurde.

Nach einigen Versuchen mit verschiedenen Möglichkeiten das Video der Kamera des Pi auf das Smartphone zu streamen wurde ein UV4L Server installiert und konfiguriert. Diese Möglichkeit bietet die geringste Latenz der bisher getesteten Optionen. Die Verzögerung beträgt ungefähr 0,8s.

Mit der Ankunft des zweiten Gyroskops wurde auch dieses überprüft und für gut befunden. Daraufhin war es möglich den PID Regler auf die Werte des Gyroskops anzupassen.

Im nächsten Schritt wurde der Umschalter integriert, mit dem es möglich ist, die Akkuzellen zu trennen, zu verbinden oder zu laden.

Danach wurde ein erster Prototyp gebaut, welcher die wichtigen Bauteile integriert hat.

Aus einem bisher unbekannten Grund ist der Raspberry PI für fehlerhaft befunden worden. Weder die Betriebs-LED leuchtet, noch hat der Raspberry Pi gebootet.

Demnach musste ein neuer Raspberry Pi beschafft werden, welcher wiederrum neu initialisiert und auf welchen die Bibliotheken erneut installiert werden mussten. An diesem Raspberry Pi Zero W wurden dann alle Sensoren und Aktoren angeschlossen und mit einer Ausnahme, nämlich der Kamera, funktioniert alles wie zuvor.

## Zwischenstand

Der aktuelle Zwischenstand ist, dass ein Prototyp der Drohne aufgebaut ist, in welchen das Gyroskop, die beiden Motoren, die 10 Akkumulatoren, sowie der Raspberry PI Zero W zusammen mit der mit ihm verbundenen Kamera und die H-Brücke integriert sind. Weiterhin sind mit den Flanschen der beiden Motoren je ein Reifen verbunden, welche nur als vorübergehende Lösung angesehen werden.

Es ist möglich, die Motoren mit der erstellten Smartphone-Applikation zu bedienen. Die Motoren sind in der Lage voneinander unabhängig unterschiedlich schnell zu drehen. Weiterhin sind in der Oberfläche der Applikation zwei Joysticks integriert, die Werte in jede Richtung zwischen 0 und 100 übergeben können. Diese Werte werden in der Applikation zu den bereits beschriebenen Werten umgewandelt, mit welchen es möglich ist, die Turn- und Speed-Werte zu ermitteln. So ist es bereits möglich, die Drohne mit zehn verschiedenen Geschwindigkeitsstufen sowohl Vorwärts als auch Rückwärts bewegen zu können. Außerdem kann die Drohne abhängig von dem Turn Wert unterschiedlich stark drehen. Zudem ist es möglich beide Joysticks auf einmal zu bewegen und so während des Fahrens zu drehen.

Das Gyroskop gibt abhängig von seiner Positionierung verschiedene Werte aus, die in das Terminal des Raspberry PI geschrieben werden und entsprechend auch ausgelesen werden können.

Das Bild der Kamera konnte an einem früheren Zeitpunkt des Projektes an das Smartphone übertragen werden. Dabei war es auch möglich die Motoren währenddessen über die Applikation zu steuern. Das Übertragen des Kamerabildes geht seit einem defektbedingten Wechsel des Raspberry Pi nicht mehr.

Es ist zum aktuellen Zeitpunkt möglich den Raspberry Pi Zero W mithilfe des 5V Ausganges der H-Brücke zu betreiben. Am Anfang des Projektes wurde dazu ein USB-Netzteil verwendet.

Der erstellte Prototyp ist in der Abbildung 2 Prototyp in Form einer Holzkonstruktion [2] zu sehen.

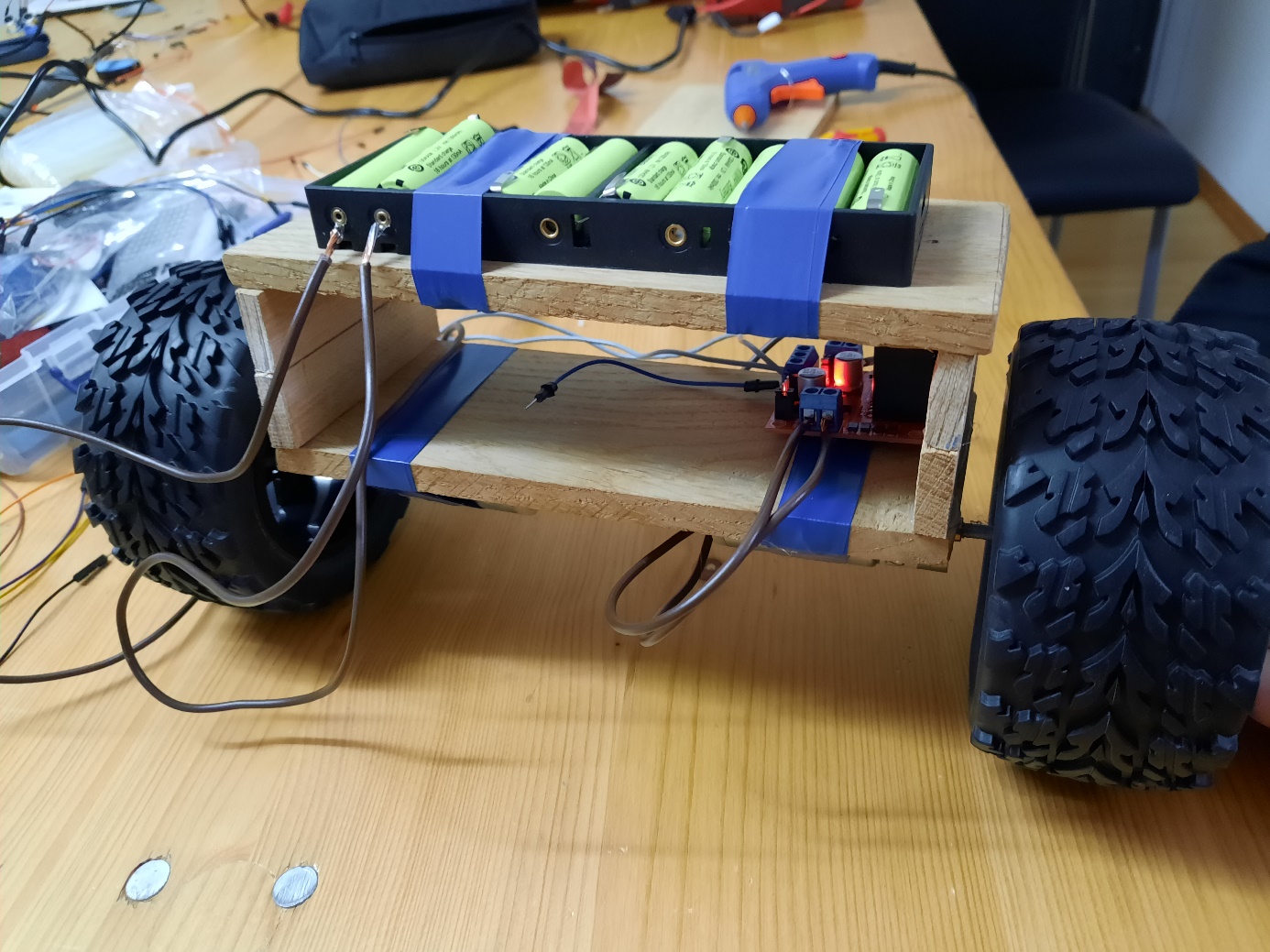


Abbildung Prototyp in Form einer Holzkonstruktion [2]

## Ausblick

In der nächsten Theoriephase müssen noch einige weitere Tätigkeiten durchgeführt werden. Hierzu zählen zum Beispiel das Einstellen des PID Reglers, sodass die Drohne aufrecht bleibt und die an der Front montierte Kamera immer die gleiche Höhe hält. Weiterhin muss noch ein finaler Körper erstellt und mit einem 3D-Drucker gedruckt werden. Nachdem dies erledigt ist muss der PID Regler unter aller Voraussicht neu eingestellt werden, da sich sowohl die Trägheit als auch der Schwerpunkt an einer anderen Stelle befinden werden.

Weiterhin muss das Problem mit der Kamera gelöst werden, sodass wieder ein Bild an die Smartphone Applikation übertragen werden kann. Dazu muss eine intensive Fehlersuche durchgeführt werden.

Wenn dies erledigt ist können die weiteren Sensoren in das Python-Programm auf dem Raspberry PI integriert und die entsprechenden Daten an die Applikation gesendet werden, wo sie dem Benutzer angezeigt werden können.

Danach können mithilfe der Sensoren und der Kamera verschiedene zusätzliche Funktionen hinzugefügt werden. Zu diesen Funktionen kann zum Beispiel gehören, dass die Drohne, mit Hilfe des Ultraschall-Abstandssensors oder der Kamera Hindernisse nicht berührt, oder sie sogar umfährt.

Weiterhin ist durch die Kamera eine Bildverarbeitung und nachfolgende Bildinterpretation möglich, was eventuell auch implementiert werden kann. Die Berechnungen bei der Verarbeitung und Interpretation geschehen dabei in der Applikation, die auf dem Smartphone arbeitet, da das Smartphone eine wesentlich höhere Rechenleistung hat als der Raspberry Pi Zero W.

# Literaturverzeichnis

[1] Prototyp 3D-Druck [Online] Verfügbar unter:

https://www.thingiverse.com/thing:2579299 (Zugriff am 6.Januar 2021)

[2] Lukas Uhrig, „Eigene Darstellung“