



UNIVERSITÄT AUGSBURG

Fakultät für Angewandte Informatik

Praktikum für Produktionstechnik

Entwicklungsprozess eines lenkbaren Fahrzeuges TEGGLA

vorgelegt von:	Jonas Wilfert: 1541778 Niklas Paprotta Johannes Evertz: 1463672 Marcel Khodabakhsh: 1333430
eingereicht am:	30.07.2019
Studiengang:	B.Sc. Ingenieurinformatik
Anfertigung am Lehrstuhl:	Produktionsinformatik
	Fakultät für Angewandte Informatik
Verantwortlicher Professor:	Prof. Dr. Ing. Johannes Schilp
Wissenschaftliche Betreuer:	M.Sc. Michael Aumüller M.Sc. Fabian Herzer M.Sc. Shuang Lu M.Sc. Paul Haase

Kurzfassung

... Hier später die eigene deutsche Kurzfassung einfügen...

Dieses Dokument soll als Gerüst für eigene L^AT_EX Dokumente dienen und gleichzeitig Beispiele für häufig verwendete Konstrukte wie Tabellen, Formeln oder Grafiken liefern. Es empfieilt sich, diese Elemente per Cut&Paste zu kopieren und einzufügen.

Inhaltsverzeichnis

1	Problemstellung	1
1.1	Anheben eines Objektes mithilfe von Ultraschall	1
1.2	lalala	1
1.3	Beispiele zur Gliederung: section	2
1.3.1	Unterkapitel subsection	2
1.3.1.1	Unterkapitel subsubsection	2
1.3.2	Ein weiteres Unterkapitel	2
1.4	Formeln	2
1.5	Listen und Aufzählungen	3
1.6	Querverweise	4
2	Vergleich der Technologien	5
2.1	Smartphone als Augmented Reality Gerät	5
3	Software	6
3.1	Installation des Basissystems	6
3.1.1	Windows	6
3.1.2	Linux	7
3.2	Übersetzung	8
3.2.1	<code>latex</code> vs. <code>pdflatex</code>	8
3.2.2	Überblick über die Kommandos	8
3.3	Verwendung von Entwicklungsumgebungen	9
3.3.1	<code>Kile</code> – GNU/Linux	9
3.3.2	<code>TeXnicCenter</code> – Windows	10
3.4	Dateien dieser Formatvorlage	10
4	Allgemeine Hinweise	13
4.1	<code>LATeX</code> -bezogen	13
4.2	Inhaltlich	14

A Quellcode	16
A.1 ESP32	16
A.2 Webpage	29
B Technische Zeichnungen	41
C Software und Konfigurationsdateien	56
C.1 Software A	56
C.2 Software B	56
Literaturverzeichnis	57
Listings	59
Abbildungsverzeichnis	60
Tabellenverzeichnis	61

1 Problemstellung

1.1 Anheben eines Objektes mithilfe von Ultraschall

Durch gezielte Steuerung von mehreren Ultraschall Lautsprechern kann ein Kraftfeld erzeugt werden, durch das leichte Objekte berührungslos in Schweben gehalten werden können. Diese sogenannte akustische Falle resultiert aus der Überlagerung der Schallwellen.

Da Schallwellen natürlich unsichtbar sind entsteht hier das Problem, dass man nicht sieht, wo man Objekte platzieren kann. In dieser Arbeit soll dieses Problem durch die Visualisierung des Schalldruckfelds in Augmented Reality gelöst werden.

1.2 lalala

Bei L^AT_EX schreibt man seinen Text einfach als reinen Text in einem Texteditor seiner Wahl herunter. Umlaute können direkt als „äÄöÖüÜß“ eingegeben werden. Bei Anführungszeichen wird im deutschen zwischen zwei „Versionen“ unterschieden. „Amerikanische“ Anführungszeichen können natürlich ebenfalls verwendet werden.

Absätze mit neuem Einzug werden durch Freilassung einer Zeile im Quelltext erzeugt. Dabei ist es egal, ob man eine oder mehrere Leerzeilen einfügt. Ebenso ist es egal ob man im Text Leerzeichen einstreut, die Zeile bis zum Rand vollschreibt oder nicht. Einen Zeilenumbruch ohne Beginn eines neuen Absatzes

kann man ebenfalls erzwingen, auch wenn dies im Fließtext nicht immer Sinn ergibt. Diverse Textauszeichnungen sind möglich, sollten aber konsistent verwendet werden. So bietet es sich beispielsweise an, ein einheitliches Schema für die Einführung von *Abkürzungen* (Abk.), wie beispielsweise *Personal Computer* (PC), zu verwenden. **Fette Buchstaben** sind bei Bedarf vorhanden, **Schreibmaschinenschrift** eignet sich für die Nennung von Programmnamen. Für URLs bietet sich ein spezielles Kommando an, wie z.B. <http://www.tu-ilmenau.de/kn>.

Literaturverweise setzen eine oder mehrere Literaturdatenbanken voraus. Diese werden als Textdateien mit der Endung **.bib** angelegt und von L^AT_EX verarbeitet. Dies kann

man beispielsweise in dem gut geeigneten Nachschlagewerk [5] nachlesen. Unter [9] findet man ein „Kochbuch“ für L^AT_EX.

Fussnoten sind eine feine Sache, können aber bei zu häufigem Gebrauch nerven¹.

1.3 Beispiele zur Gliederung: section

Kein Text...

1.3.1 Unterkapitel subsection

Kein Text...

1.3.1.1 Unterkapitel subsubsection

Kein Text...

Paragraph Kein Text...

Subparagraph Kein Text...

Ein Unterkapitel ohne laufende Nummer

Es macht nicht immer Sinn ein Kapitel oder Unterkapitel mit einer laufenden Nummer auszustatten. Manchmal soll nur eine Gliederungshilfe eingefügt werden, ohne aber im Inhaltsverzeichnis aufzutreten. Man erreicht dies, indem man ein Sternchen an den Gliederungsbefehl anhängt.

1.3.2 Ein weiteres Unterkapitel

Kein Text...

1.4 Formeln

Formeln sind eine Stärke von L^AT_EX. Sie können einerseits im Fließtext hinterlegt werden, was bei kleinen Formeln wie $E = mc^2$ oder bei $a^2 + b^2 = c^2$ noch gut funktioniert. Bei größeren Formeln und Herleitungen macht es dagegen Sinn, diese abgesetzt vom Text aufzuführen.

¹Praktisch, stört aber den Lesefluss.

$$U = R \cdot I \quad (1.1)$$

$$R = \frac{U}{I} \quad (1.2)$$

Die laufende Nummerierung kann dabei auch unterdrückt werden:

$$A \approx \int_1^{\infty} \frac{1}{x} dx$$

Für mehrzeilige Herleitungen eignet sich auch:

$$(x + y)(x - y) = x^2 - xy + xy - y^2 \quad (1.3)$$

$$= x^2 - y^2 \quad (1.4)$$

$$(x + y)^2 = x^2 + 2xy + y^2 \quad (1.5)$$

1.5 Listen und Aufzählungen

Listen und Aufzählungen braucht man öfters, beispielsweise die so genannten „Bullet“-Listen:

- Erster Punkt
- Zweiter Punkt
- Dritter Punkt
- – Erster Unterpunkt mit Startbullet
 - Zweiter Unterpunkt mit Startbullet
 - Erster Unterpunkt ohne Startbullet
 - Zweiter Unterpunkt ohne Startbullet

Echte Aufzählungen sehen so aus.

1. Erster Punkt
2. Zweiter Punkt

3. Dritter Punkt
4.
 - a) Erster Unterpunkt mit übergeordneter Nummer
 - b) Zweiter Unterpunkt mit übergeordneter Nummer
 - a) Erster Unterpunkt ohne übergeordneter Nummer
 - b) Zweiter Unterpunkt ohne übergeordneter Nummer

Aufzählungen eignen sich auch gut zur Gliederung innerhalb eines Kapitels:

- **Argument A:**

Blah...

Fazit:

Funktioniert, weil ...

- **Argument B:**

Fasel...

Fazit:

Funktioniert nicht, weil ...

Zudem gibt es auch noch die Description-Umgebung:

Schlagwort So kann man einzelne Begriffe der Reihe nach einführen und dabei auch gleich erklären. Nach einem Zeilenunbruch wird eingerückt.

Noch ein Begriff Dabei findet aber keine horizontale Ausrichtung statt.

1.6 Querverweise

Ein Dokument kann Querverweise enthalten. Diese können sich unter anderem auf Grafiken, Tabellen, Formeln oder Absätze beziehen. Der Verweis kann dabei entweder die Nummerierung des Objektes oder dessen Seitenzahl zurückliefern. Der aktuelle Abschnitt lautet beispielsweise 1.6 und beginnt auf Seite 4. Die dazu notwendigen „Anker“ (**labels**) enthalten einen Kenner, welcher zwar frei wählbar ist, aber aus Gründen der Übersicht nach einem einheitlichen Schema konsistent gebildet werden sollte.

Eine Grafik befindet sich beispielsweise in Kapitel 3.3.1, ihre Bezeichnung lautet 3.3 und zu finden ist Sie auf Seite 10. Das Ohmsche Gesetz wird in Formel 1.1 auf Seite 3 wiedergegeben.

2 Vergleich der Technologien

2.1 Smartphone als Augmented Reality Gerät

Als Alternative zu den später verglichenen Augmented Reality Brillen, kann auch ein Smartphone [10] benutzt werden um Virtuelle Objekte in die Realität zu projizieren.

3 Software

Dieses Kapitel zeigt, welche Programme zur Nutzung von L^AT_EX benötigt werden. L^AT_EX ist für alle Plattformen verfügbar, allerdings unterscheiden sich die Paketnamen teilweise.

3.1 Installation des Basissystems

Eine vollständige L^AT_EX-Installation besteht aus mehreren Komponenten. Zusätzlich zur absolut notwendigen Basisinstallation empfiehlt sich noch die Installation diverser Hilfsprogramme, wie z.B. den PDF-Betrachter *Acrobat Reader*, welcher weder Bestandteil des L^AT_EX-Paketes ist noch zum Installationsumfang eines Windowssystems gehört.

3.1.1 Windows

Bei Verwendung von Microsoft Windows werden mehrere Programmkomponenten benötigt, siehe Tabelle 3.1.

Programmname	Aufgabe	Quelle
MiKTeX	L ^A T _E X Distribution, DVI-Betrachter	[6]
Ghostview, Ghostscript	Betrachter für PS-Dateien	[2]
Acrobat Reader	Betrachter für PDF-Dateien	[1]
TeXnicCenter	Entwicklungsumgebung	[7, 8]

Tabelle 3.1: Benötigte Programme unter Windows

MiKTeX ist die L^AT_EX-Distribution für Microsoft Windows. Sie enthält u.a. das Kommando `latex`, mit dessen Hilfe die `.tex` Dateien in `.dvi` Dateien übersetzt werden können. Diese *Device Independent* (DVI) Dateien können bereits mit Hilfe des DVI-Viewers (– TODO –) angezeigt werden. Sinnvoll ist allerdings eine anschließende Wandlung in Postscript (→ `dvips`) oder in ein PDF (– TODO –). „BibTeX“ zur Handhabung von Literaturverzeichnissen, `makeindex` zur Erzeugung von Abkürzungsverzeichnissen sowie `pdflatex` zur direkten Erzeugung von PDF’s aus T_EX-Quellcodes sind ebenfalls bereits in MiKTeX enthalten.

Um Postscript-Dateien unter Windows anzeigen zu können, werden die Programme „Ghostview“ und „Ghostscript“ benötigt. Beide sind unter [2] frei erhältlich.

Zur Anzeige von PDF's, egal ob direkt durch `pdflatex` erzeugt oder durch Wandlung eines `.dvi` bzw. `.ps` entstanden, wird der Adobe Acrobat Reader [1] benötigt.

Zusätzlich wird die integrierte Entwicklungsumgebung „TeXnicCenter“ empfohlen. Sie ist frei unter [7] bzw. [8] verfügbar und bietet eine bequeme Oberfläche zum Umgang mit \LaTeX .

3.1.2 Linux

Die Software für Linuxsysteme ist meist Bestandteil der Basisinstallation. Sollte dennoch eine Komponente (siehe Tabelle 3.2) fehlen, kann sie mit Hilfe des distributionsspezifischen Paketmanagers nachinstalliert werden

Programmname	Aufgabe
<code>TeX</code>	\LaTeX Distribution
<code>xdvi</code>	DVI Betrachter für KDE
<code>kghostview</code>	PS Betrachter für KDE
<code>kpdf</code>	PDF Betrachter für KDE
<code>acroread</code>	Acrobat Reader
<code>kile</code>	\LaTeX Umgebung für KDE [4]
<code>convert</code>	Bildkonverter (ImageMagick) [3]

Tabelle 3.2: Benötigte Programme unter GNU/Linux

Das Paket, welches die \LaTeX Distribution enthält, heißt in der Regel „TeX“ oder auch „LaTeX“. Es enthält ähnlich wie MiKTeX unter Windows sämtliche Programme zur Wandlung von \LaTeX -Quelltexten in `.dvi`'s. Auch hier hat man anschließend die Wahl zwischen `latex` und `pdflatex`.

Die Anzeige von DVI's kann mit Hilfe der Programme `xdvi` oder `kdvi` (unter KDE) erfolgen. Postscriptdokumente können per `gsview` oder `kghostview` (für KDE) angezeigt werden; für PDF's stehen `acroread`, `xpdf`, `kpdf` (für KDE ab 3.4 empfohlen) und `kghostview` (für ältere KDE Versionen) bereit.

Auch für Linux (speziell KDE) gibt es eine sehr schöne Entwicklungsumgebung namens `kile` [4]. Sie erleichtert ähnlich wie TeXnicCenter für Windows die Arbeit mit den Dokumenten.

3.2 Übersetzung

3.2.1 `latex` vs. `pdflatex`

Beide Kommandos sind sich ähnlich, auch wenn sie leicht unterschiedliche Eingabeformate benötigen. Sie wandeln beide `.tex`-Eingabedateien in ein grafisches Ausgabeformat um. Bei Verwendung des Befehles `latex` ist dies eine `.dvi`-Datei, welche anschließend in ein `.ps` oder ein `.pdf` gewandelt werden kann. Die dabei erzeugten PDFs sind von der Qualität her vergleichbar mit der des Outputs von `pdflatex`, welches direkt ein `.pdf` als Ausgabeformat erzeugt. Allerdings unterstützt `pdflatex` diverse PDF-Erweiterungen wie beispielsweise die Möglichkeit, Querverweise als echte Hyperlinks einzubetten.

Ein Unterschied besteht in der Art und Weise, wie einzubindende Grafiken vorliegen müssen. Bei `latex` müssen diese vorher in ein `.eps` (Encapsulated Postscript) gewandelt werden, bei `pdflatex` in ein `.pdf` (Portable Document Format). Wenn man sich an diese Regel hält und sämtliche Grafiken sowohl als `.eps` als auch als `.pdf` ablegt, kann man jederzeit zwischen den beiden Befehlen wählen.

3.2.2 Überblick über die Kommandos

Fehlt noch...

Aufgabe	Linux / Windows
LaTeX Aufruf	<code>latex dokument.tex</code>
PDFLatex Aufruf	<code>pdflatex dokument.tex</code>
BibTeX Aufruf	<code>bibtex dokument</code>
Makeindex Aufruf	<code>makeindex dokument.nlo -s nomenclist -o dokument.nls</code>
Wandlung <code>.dvi</code> → <code>.ps</code>	<code>dvips dokument.dvi -o dokument.ps</code> <code>dvips dokument.dvi</code>
Wandlung <code>.dvi</code> → <code>.pdf</code>	<code>dvipdf dokument.dvi</code> Windows: (?)
Wandlung <code>.ps</code> → <code>.pdf</code>	<code>ps2pdf dokument.ps</code> Windows: (?)
Wandlung Grafik → <code>.eps</code>	<code>convert grafik.jpg grafik.eps</code> ? Evtl. Bildbetrachter, oder auch ImageMagick
Wandlung Grafik → <code>.pdf</code>	<code>convert grafik.jpg grafik.pdf</code> ? Evtl. Bildbetrachter, oder auch ImageMagick

Tabelle 3.3: Kommandos zum manuellen LaTeX-Aufruf

```
makeindex dokument.nlo -s nomenclist -o dokument.nls
bibtex dokument
latex dokument.tex
latex dokument.tex

dvips dokument.dvi -o dokument.ps
ps2pdf dokument.ps
dvipdf dokument.dvi
```

Abbildung 3.1: Komplette Übersetzung mit Hilfe von `latex`

```
makeindex dokument.nlo -s nomenclist -o dokument.nls
bibtex dokument
pdflatex dokument.tex
pdflatex dokument.tex
```

Abbildung 3.2: Komplette Übersetzung mit Hilfe von `pdflatex`

3.3 Verwendung von Entwicklungsumgebungen

Alternativ zur Verwendung eines reinen Texteditors mit manuell zu startendem L^AT_EX-Durchlauf empfiehlt es sich eine integrierte Entwicklungsumgebung zu verwenden. Für GNU/Linux gibt es beispielsweise das Programm **Kile** [4], für Microsoft Windows das Programm **TeXnicCenter** [7, 8]. Beide Programme sind quasi „aufgebohrte“ Texteditoren mit Schaltflächen zum direkten L^AT_EX-Aufruf aus einem Texteditor heraus. Symbole und Tabellen können mit Hilfe von Assistenten ausgewählt und erstellt werden. Die Verwendung einer solchen Entwicklungsumgebung wird empfohlen, macht aber im Endergebnis keinen Unterschied.

3.3.1 Kile – GNU/Linux

Unter Linux, speziell KDE, kann die Entwicklungsumgebung **kile** verwendet werden. Kile organisiert mehrere Teildokumente zu einem Projekt und bietet damit einen einfachen Zugriff auf alle Teildokumente einer Ausarbeitung. Syntaxhighlighting ist ebenfalls vorhanden, sowohl für L^AT_EX als auch für die BibTeX-Literaturdatenbanken. Für den Start eines L^AT_EX-Durchlaufes sowie den verschiedenen Konvertierungsmöglichkeiten gibt es einzelne Knöpfe. Ein direktes Hin- und Herspringen zwischen DVI- und TEX-Ansicht, wobei an die korrekte Stelle gesprungen wird, ist möglich. Dies vereinfacht Korrekturen speziell bei umfangreicherer Dokumenten.

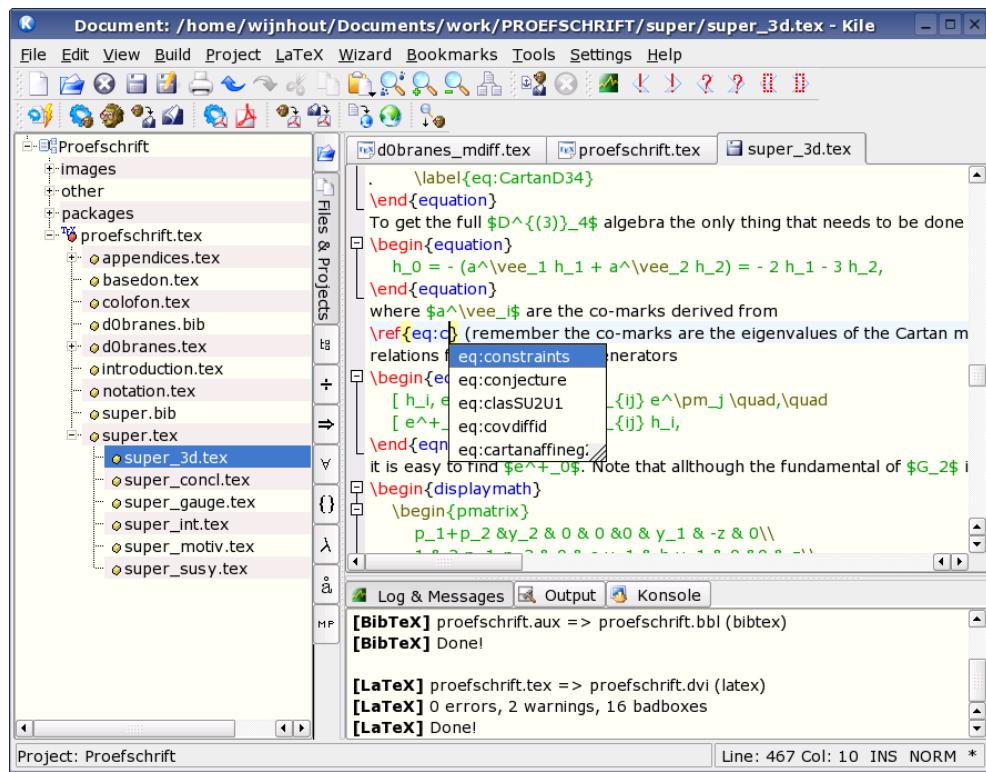


Abbildung 3.3: Bildschirmfoto kile

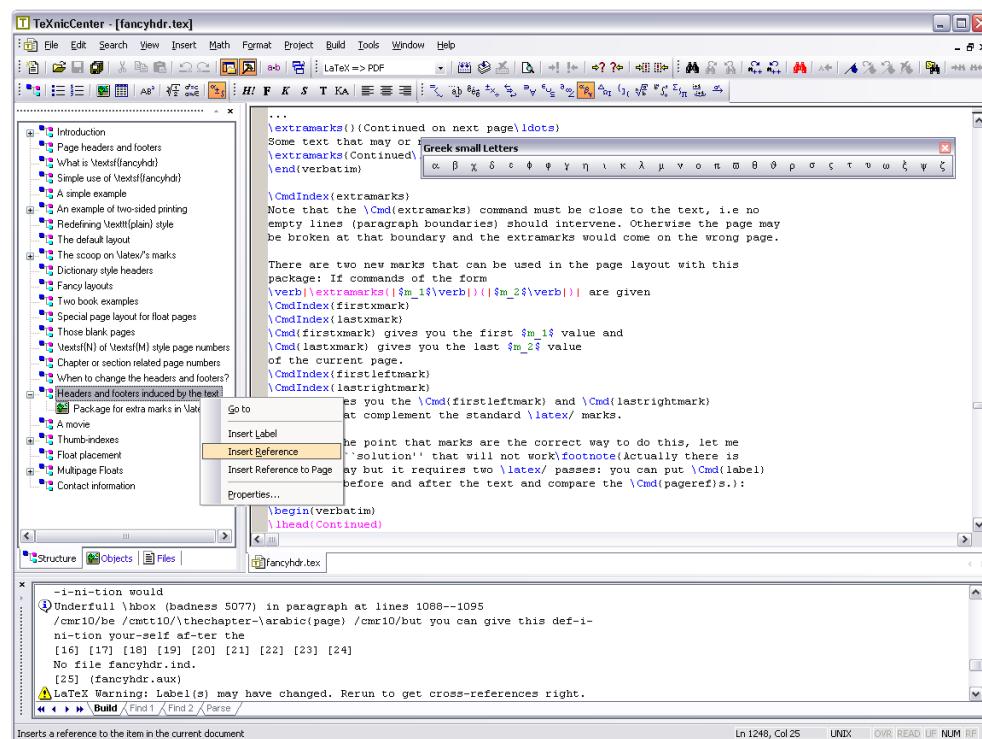
3.3.2 TeXnicCenter – Windows

Ein Bildschirmfoto von TeXnicCenter zeigt Abbildung 3.4.

Der Editor bietet Syntaxhighlighting für die verschiedenen Latexbefehle. Kurz gesagt bietet diese Entwicklungsumgebung die selben Features wie die im letzten Abschnitt vorgestellte Software „Kile.“

3.4 Dateien dieser Formatvorlage

Siehe Tabelle 3.4.

Abbildung 3.4: Bildschirmfoto **texniccenter**

Dateiname	Beschreibung
abschlusserklaerung.tex	L ^A T _E X Teildokument
anhang_abbildungsverzeichnis.tex	L ^A T _E X Teildokument
anhang_abkuerzungsverzeichnis.tex	L ^A T _E X Teildokument
anhang_literaturverzeichnis.tex	L ^A T _E X Teildokument
anhang_messwerte.tex	L ^A T _E X Teildokument
anhang_programm_a.tex	L ^A T _E X Teildokument
anhang_programm_b.tex	L ^A T _E X Teildokument
anhang_protokoll.tex	L ^A T _E X Teildokument
anhang_tabellenverzeichnis.tex	L ^A T _E X Teildokument
bilder/	Hier alle Bilder ablegen!
dokument.dvi	Ergebnis des L ^A T _E X Durchlaufes
dokument.pdf	Erzeugtes PDF-Dokument
dokument.ps	Erzeugtes Postscript-Dokument
dokument.tex	L ^A T _E X Hauptdokument
itmabbrv.bst	Formatvorlage
itmalpha.bst	Formatvorlage
kapitel1.tex	L ^A T _E X Teildokument
kapitel2.tex	L ^A T _E X Teildokument
kapitel3.tex	L ^A T _E X Teildokument
kurzfassung.tex	L ^A T _E X Teildokument
latexvorlage.kilepr	Projektdatei für Kile
latexvorlage.tcp	Projektdatei für TeXnicCenter
literatur.bib	Die Literaturdatenbank
thesen.tex	L ^A T _E X Teildokument
titelblatt.tex	L ^A T _E X Teildokument
vorwort.tex	L ^A T _E X Teildokument

Tabelle 3.4: Relevante Dateien im Paket

4 Allgemeine Hinweise

4.1 L^AT_EX-bezogen

Abkürzungsverzeichnis Sollte das Abkürzungsverzeichnis nach dem Hinzufügen eines `nomenclature`-Kommandos nicht aktualisiert werden, muss der `makeindex`-Aufruf manuell in der Konsole gestartet werden. Manche Entwicklungsumgebungen machen dies aber schon automatisch. Bitte die genannten Parameter nicht vergessen!

Bei Benutzern der GUI Kile kann es vorkommen, dass der `makeindex`-Befehl nicht automatisch ausgeführt wird, scheint ein Bug zu sein. In diesem Fall kann der Index auch manuell durch Aufruf von `makeindex` aktualisiert werden.

Thesenpapier Für die Thesen wurde mit der Version 0.8 an ein eigenständiges Dokument namens `thesen-handout.tex` hinzugefügt. Es bindet ebenso wie das Hauptdokument die Datei `thesen.tex` ein, erzeugt aber eben nur dieses eine Blatt ohne eine Seitenzahl.

Beidseitiger Druck Im Zentraldokument `dokument.tex` kann das Layout auf doppelseitigen Druck umgeschaltet werden (Option `twoside` statt `oneside`). Allerdings verlangen manche Prüfungsämter explizit einen einseitigen Druck! Neue Kapitel (`chapter`) beginnen dabei automatisch auf einer Vorderseite (→ rechte Seite). Die Ränder sind dabei innen nur halb so breit wie außen, was aber Absicht ist: Zusammen ergeben die linke und die rechte Seite innen einen „weißen Streifen“, der genauso breit ist wie die äußeren Ränder.

Überlange Kapitelüberschriften Manchmal müssen Überschriften sehr lang sein, so dass sie von L^AT_EX umgebrochen werden. Dieses Verhalten ist aber weder im Inhaltsverzeichnis noch in der Kopfzeile erwünscht! Daher kann man zu einer überlangen Überschrift auch eine Kurzform mit angeben, welche dann im Inhaltsverzeichnis und im Dokumentenkopf verwendet wird:

```
\chapter[Kurzform]{Langform}
```

Einzüge Bitte *nicht!* die Einzüge ändern oder abschalten. Das ist so gewollt und verbessert den Lesefluss! (Stichwort `\setlength{\parindent{0pt}}!`)!

BibTeX-Einträge mit mehreren Autoren Sollen mehrere Autoren angegeben werden, so sind diese einzeln als *Vorname Nachname* anzugeben und durch `and` voneinander zu trennen. BibTeX ersetzt das `and` dann durch das deutsche „und“:
`author = {Adam Riese and Eva Zwerg},`

4.2 Inhaltlich

- Überschriften im Inhaltsverzeichnis nie tiefer als vier Ebenen. Dies geht mit L^AT_EX auch gar nicht anders, da `subsubsection` bereits die niedrigste Schachtelungstiefe darstellt, welche noch im Inhaltsverzeichnis aufgeführt wird.
- Die Kapitel sollten in der späteren Ausarbeitung anders benannt werden als in dieser Formatvorlage. Eine Diplomarbeit *kann* beispielsweise aus der folgenden Aufteilung bestehen:
 1. Problemstellung
 2. Theoretische Grundlagen
 3. Herleitung
 4. Der Prototyp
 5. Zusammenfassung
 6. Ausblick
- Eine Inventarisierungsnummer ist nicht bei jeder Art der Ausarbeitung gegeben. Dazu kann im Zentraldokument (→ `dokument.tex`) eine leere Zeichenfolge hinterlegt werden.
- Es empfiehlt sich, ein Programm zur Rechtschreibprüfung zu installieren. Alternativ zu einer L^AT_EX-fähigen Rechtschreibkorrektursoftware kann ein Abschnitt auch in bspw. Microsoft Word getippt und geprüft werden, bevor er dann in das L^AT_EX-Dokument eingefügt wird.
- Für Diplomarbeiten wird generell ein englischer „Abstract“ benötigt!

Anhang

A Quellcode

A.1 ESP32

```
1 #include "communication.h"
2
3 AsyncWebSocketClient *ws_client = nullptr;
4
5 void Communication::onWSData(AsyncWebSocket *server, AsyncWebSocketClient *client,
6     AwsEventType type, uint8_t *data, size_t len) {
7     ws_client = client;
8
9     int16_t *d16 = (int16_t *)data;
10    int16_t id = d16[0];
11
12    switch (id) {
13        case OmniMessageType::DRIVE:
14            onDrive(d16[1], d16[2], d16[3], d16[4]);
15            break;
16
17        default:
18            Serial.printf("No such command %i\n", id);
19            break;
20    }
21
22 void Communication::onDrive(int16_t x1, int16_t y1, int16_t x2, int16_t y2) {
23     // Serial.printf("Driving with speed: %i, %i and %i, %i now\n", x1, y1, x2,
24     // y2);
25     Movement::drive(y1, x1, x2);
26 }
27
28 void Communication::sendCurrGyro(XYZ speed, XYZ accel, XYZ rot) {
29     int16_t buff[10] = {OmniMessageType::CURR_GYRO, speed.x, speed.y, speed.z,
30     accel.x, accel.y, accel.z, rot.x, rot.y, rot.z};
31     ws->binaryAll((uint8_t *)buff, 20);
```

```

30 }
31
32 void Communication::sendCurrGyBatComb(int16_t sX, int16_t sY, int16_t sZ, int16_t
33     aX, int16_t aY, int16_t aZ, int16_t rX, int16_t rY, int16_t rZ, int16_t bat,
34     int16_t temp) {
35     int16_t buff[12] = {OmniMessageType::CURR_GY_BAT_COMB, sX, sY, sZ, aX, aY, aZ,
36     rX, rY, rZ, bat, temp};
37     ws->binaryAll((uint8_t *)buff, 24);
38 }
39
40 void Communication::sendCurrMotor(int16_t vl, int16_t vr, int16_t hl, int16_t hr) {
41     int16_t buff[5] = {OmniMessageType::CURR_MOTOR, vl, vr, hl, hr};
42     // Serial.println("should send now");
43     ws->binaryAll((uint8_t *)buff, 10);
44 }
45
46 void Communication::sendCurrBattery(int16_t cell1, int16_t cell2) {
47     int16_t buff[5] = {OmniMessageType::CURR_BATTERY, cell1, cell2};
48     // Serial.println("should send now");
49     ws->binaryAll((uint8_t *)buff, 10);
50 }
51
52 AsyncWebSocket *Communication::ws;

```

Listing A.1: communication.cpp

```

1 #pragma once
2
3 #include "movement.h"
4 #include <ESPAsyncWebServer.h>
5
6 /**
7 * Limitations due to js:
8 * Buffer has to be all the same type
9 *
10 * Type is int16 as well at the start of the array
11 *
12 */
13 enum OmniMessageType {
14     DRIVE = 0,           //L4 {x1} int16 [-1023, 1023] :: {y1} int16 [-1023,
15     1023] :: {x2} int16 [-1023, 1023] :: {y2} int16 [-1023, 1023]

```

```

15     CURR_GYRO = 1,           //L18 {speed m/s} (x) int16 (y) int16 (z) int16 :: 
16     {accel m/s^2} (x) int16 (y) int16 (z) int16 :: {rot} (x) int16 (y) int16 (z)
17     int16
18     CURR_BATTERY = 2,       //L1 {cell1} int16 [0, 2^12]
19     CURR_MOTOR = 3,         //L4 {vl} int16 [-1023, 1023] :: {vr} int16 [-1023,
20     1023] :: {hl} int16 [-1023, 1023] :: {hr} int16 [-1023, 1023]
21     CURR_GY_BAT_COMB = 4,   //L20 {speed m/s} (x) int16 (y) int16 (z) int16 :: 
22     {accel m/s^2} (x) int16 (y) int16 (z) int16 :: {rot} (x) int16 (y) int16 (z)
23     int16 :: {bat} int16 [0, 2^12] :: {temp} int16
24 };
25
26
27 struct XYZ {
28     int16_t x;
29     int16_t y;
30     int16_t z;
31 };
32
33
34 class Communication {
35 public:
36     static void onWSData(AsyncWebSocket *server, AsyncWebSocketClient *client,
37     AwsEventType type, uint8_t *data, size_t len);
38     static void onDrive(int16_t x1, int16_t y1, int16_t x2, int16_t y2);
39     static void sendCurrGyro(XYZ speed, XYZ accel, XYZ rot);
40     static void sendCurrBattery(int16_t cell1, int16_t cell2);
41     static void sendCurrGyBatComb(int16_t sX, int16_t sY, int16_t sZ, int16_t aX,
42     int16_t aY, int16_t aZ, int16_t rX, int16_t rY, int16_t rZ, int16_t bat,
43     int16_t temp);
44     static void sendCurrMotor(int16_t vl, int16_t vr, int16_t hl, int16_t hr);
45
46     static AsyncWebSocket *ws;
47 };

```

Listing A.2: communication.h

```

1 #include "movement.h"
2
3 // -----
4 // ----- Motor Class
5 // -----
6 // ##### Functions #####
7 void Motor::setSpeed(int16_t speed) {
8     // disable before changing direction
9     // (probably not needed) safety to prevent shoutthrough

```

```
8     ledcWrite(channel, 0);
9     if (speed > 0) {
10         digitalWrite(pin_dir1, LOW);
11         digitalWrite(pin_dir2, HIGH);
12     } else if (speed < 0) {
13         digitalWrite(pin_dir1, HIGH);
14         digitalWrite(pin_dir2, LOW);
15     } else {
16         digitalWrite(pin_dir1, LOW);
17         digitalWrite(pin_dir2, LOW);
18         return;
19     }
20
21     ledcWrite(channel, abs(speed));
22 }
23
24 void Motor::stop() {
25     ledcWrite(channel, 0);
26     digitalWrite(pin_dir1, LOW);
27     digitalWrite(pin_dir2, LOW);
28 }
29
30 // ----- Movement Class
31 // ##### Attributes #####
32 Motor Movement::MOTOR_VL = Motor(CH_MOTOR_VL, PIN_MOTOR_VL_DIR1,
33     PIN_MOTOR_VL_DIR2);
34 Motor Movement::MOTOR_VR = Motor(CH_MOTOR_VR, PIN_MOTOR_VR_DIR1,
35     PIN_MOTOR_VR_DIR2);
36 Motor Movement::MOTOR_HL = Motor(CH_MOTOR_HL, PIN_MOTOR_HL_DIR1,
37     PIN_MOTOR_HL_DIR2);
38 Motor Movement::MOTOR_HR = Motor(CH_MOTOR_HR, PIN_MOTOR_HR_DIR1,
39     PIN_MOTOR_HR_DIR2);
40
41 // ##### Functions #####
42 void Movement::initPWM() {
43     Serial.println("Initing PWMs");
44
45     // Setting all pins to output
46     pinMode(PIN_LED, OUTPUT);
47     pinMode(PIN_MOTOR_VL_EN, OUTPUT);
48     pinMode(PIN_MOTOR_VL_DIR1, OUTPUT);
49     pinMode(PIN_MOTOR_VL_DIR2, OUTPUT);
```

```
46
47     pinMode(PIN_MOTOR_VR_EN, OUTPUT);
48     pinMode(PIN_MOTOR_VR_DIR1, OUTPUT);
49     pinMode(PIN_MOTOR_VR_DIR2, OUTPUT);
50
51     pinMode(PIN_MOTOR_HL_EN, OUTPUT);
52     pinMode(PIN_MOTOR_HL_DIR1, OUTPUT);
53     pinMode(PIN_MOTOR_HL_DIR2, OUTPUT);
54
55     pinMode(PIN_MOTOR_HR_EN, OUTPUT);
56     pinMode(PIN_MOTOR_HR_DIR1, OUTPUT);
57     pinMode(PIN_MOTOR_HR_DIR2, OUTPUT);
58
59 // Disable all pins by default to not possibly cause shootthrough
60 digitalWrite(PIN_MOTOR_VL_EN, LOW);
61 digitalWrite(PIN_MOTOR_VL_DIR1, LOW);
62 digitalWrite(PIN_MOTOR_VL_DIR2, LOW);
63
64 digitalWrite(PIN_MOTOR_VR_EN, LOW);
65 digitalWrite(PIN_MOTOR_VR_DIR1, LOW);
66 digitalWrite(PIN_MOTOR_VR_DIR2, LOW);
67
68 digitalWrite(PIN_MOTOR_HL_EN, LOW);
69 digitalWrite(PIN_MOTOR_HL_DIR1, LOW);
70 digitalWrite(PIN_MOTOR_HL_DIR2, LOW);
71
72 digitalWrite(PIN_MOTOR_HR_EN, LOW);
73 digitalWrite(PIN_MOTOR_HR_DIR1, LOW);
74 digitalWrite(PIN_MOTOR_HR_DIR2, LOW);
75
76 // configure LED PWM functionalitites
77 ledcSetup(CH_LED, PWM_FREQ, PWM_RESOLUTION);
78 ledcSetup(CH_MOTOR_VL, PWM_FREQ, PWM_RESOLUTION);
79 ledcSetup(CH_MOTOR_VR, PWM_FREQ, PWM_RESOLUTION);
80 ledcSetup(CH_MOTOR_HL, PWM_FREQ, PWM_RESOLUTION);
81 ledcSetup(CH_MOTOR_HR, PWM_FREQ, PWM_RESOLUTION);
82
83 // attach the channel to the GPIO2 to be controlled
84 ledcAttachPin(PIN_LED, CH_LED);
85 ledcAttachPin(PIN_MOTOR_VL_EN, CH_MOTOR_VL);
86 ledcAttachPin(PIN_MOTOR_VR_EN, CH_MOTOR_VR);
87 ledcAttachPin(PIN_MOTOR_HL_EN, CH_MOTOR_HL);
88 ledcAttachPin(PIN_MOTOR_HR_EN, CH_MOTOR_HR);
```

```
89     Serial.println("Initiated PWMs");
90 }
91
92
93 void Movement::drive(int controlFront, int controlSide, int controlTurn) {
94     if (abs(controlFront) < CONTROLLER_LOWER_LIMIT && abs(controlSide) <
95         CONTROLLER_LOWER_LIMIT && abs(controlTurn) < CONTROLLER_LOWER_LIMIT) {
96         // Serial.println("Stopping Motors");
97         MOTOR_VL.stop();
98         MOTOR_VR.stop();
99         MOTOR_HL.stop();
100        MOTOR_HR.stop();
101
102        Communication::sendCurrMotor(0, 0, 0, 0);
103        return;
104    }
105
106    int speedVL = 0;
107    int speedVR = 0;
108    int speedHL = 0;
109    int speedHR = 0;
110
111    if (abs(controlFront) > 0 && controlSide == 0 && controlTurn == 0) {
112        speedVL = controlFront;
113        speedVR = controlFront;
114        speedHL = controlFront;
115        speedHR = controlFront;
116    } else if (abs(controlSide) > 0 && controlFront == 0 && controlTurn == 0) {
117        speedVL = controlSide;
118        speedVR = -controlSide;
119        speedHL = -controlSide;
120        speedHR = controlSide;
121    } else if (controlSide == 0 && controlFront == 0 && abs(controlTurn) > 0) {
122        speedVL = controlTurn;
123        speedVR = -controlTurn;
124        speedHL = controlTurn;
125        speedHR = -controlTurn;
126    } else {
127        driveAlgorithm(controlFront, controlSide, controlTurn, &speedVL, &speedVR,
128                      &speedHL, &speedHR);
129    }
130}
```

```

129     speedVL = speedVL / 1023.0 * USEABLE_UPPER_LIMIT + (1023 -
130     USEABLE_UPPER_LIMIT) * sgn(speedVL);
131     speedVR = speedVR / 1023.0 * USEABLE_UPPER_LIMIT + (1023 -
132     USEABLE_UPPER_LIMIT) * sgn(speedVR);
133     speedHL = speedHL / 1023.0 * USEABLE_UPPER_LIMIT + (1023 -
134     USEABLE_UPPER_LIMIT) * sgn(speedHL);
135     speedHR = speedHR / 1023.0 * USEABLE_UPPER_LIMIT + (1023 -
136     USEABLE_UPPER_LIMIT) * sgn(speedHR);
137
138
139     MOTOR_VL.setSpeed(speedVL);
140     MOTOR_VR.setSpeed(speedVR);
141     MOTOR_HL.setSpeed(speedHL);
142     MOTOR_HR.setSpeed(speedHR);
143
144
145     Communication::sendCurrMotor(speedVL, speedVR, speedHL, speedHR);
146 }
147
148 void Movement::driveAlgorithm(int controlFront, int controlSide, int controlTurn,
149     int *speedVL, int *speedVR, int *speedHL, int *speedHR) {
150     double phi = atan2(controlSide, controlFront);
151
152     int vd = min((int)sqrt(controlFront * controlFront + controlSide *
153     controlSide), 1023);
154     vd -= controlTurn / 2;
155     int vphi = controlTurn / 2;
156
157     double s = vd * sin(phi + PI / 4);
158     double c = vd * cos(phi + PI / 4);
159
160     *speedVL = s + vphi;
161     *speedVR = c - vphi;
162     *speedHL = c + vphi;
163     *speedHR = s - vphi;
164 }
```

Listing A.3: movement.cpp

```

1 #pragma once
2
3 #include "communication.h"
4 #include "util.h"
5 #include <Arduino.h>
```

```
6 #include <math.h>
7
8 class Motor {
9 private:
10     char channel;
11     char pin_dir1;
12     char pin_dir2;
13
14 public:
15     Motor(char channel, char pin_dir1, char pin_dir2) : channel(channel),
16         pin_dir1(pin_dir1), pin_dir2(pin_dir2){};
17     ~Motor() {}
18
19     /**
20      * speed in [-1023; 1023]
21      */
22     void setSpeed(int16_t speed);
23
24     void stop();
25 };
26
27 class Movement {
28 private:
29     /* data */
30 public:
31     static const char PIN_LED = 2;
32
33     static Motor MOTOR_VL;
34     static Motor MOTOR_VR;
35     static Motor MOTOR_HL;
36     static Motor MOTOR_HR;
37
38     /** Amount of values down from 1023 which can be used */
39     static const int USEABLE_UPPER_LIMIT = 700;
40     /** Wont move below this limit */
41     static const int CONTROLLER_LOWER_LIMIT = 50;
42
43     static const char PIN_MOTOR_VL_EN = 23;
44     static const char PIN_MOTOR_VL_DIR1 = 18;
45     static const char PIN_MOTOR_VL_DIR2 = 19;
46
47     static const char PIN_MOTOR_VR_EN = 32;
48     static const char PIN_MOTOR_VR_DIR1 = 12;
```

```

48     static const char PIN_MOTOR_VR_DIR2 = 13;
49
50     static const char PIN_MOTOR_HL_EN = 16;
51     static const char PIN_MOTOR_HL_DIR1 = 17;
52     static const char PIN_MOTOR_HL_DIR2 = 5;
53
54     static const char PIN_MOTOR_HR_EN = 4;
55     static const char PIN_MOTOR_HR_DIR1 = 3;
56     static const char PIN_MOTOR_HR_DIR2 = 15;
57
58     static const int PWM_FREQ = 500;
59     static const char CH_LED = 0;
60     static const char CH_MOTOR_VL = 1;
61     static const char CH_MOTOR_VR = 2;
62     static const char CH_MOTOR_HL = 3;
63     static const char CH_MOTOR_HR = 4;
64     static const char PWM_RESOLUTION = 10; //Resolution 8, 10, 12, 15
65
66     static void initPWM();
67
68     static void driveMotor(char channel, char dir1, char dir2, int speed);
69
70 /**
71  * Converts the given controls into wheel speeds
72  * Algorithm source:
73  * http://eprints.utm.edu.my/16543/1/Omni%20Directional%20Control%20Algorithm%20For%20Mecanu
74  */
75
76     static void drive(int controlFront, int controlSide, int controlTurn);
77
78 private:
79     static void driveAlgorithm(int controlFront, int controlSide, int controlTurn,
80     int *speedVL, int *speedVR, int *speedHL, int *speedHR);
81 };

```

Listing A.4: movement.h

```

1 #include "util.h"
2
3 ****
4 * high precision sine/cosine
5 *
6 * Source: https://gist.github.com/geraldyeo/988116

```

```
7  *
8  *
9  ****
10 void cossin(float x, float *outCos, float *outSin) {
11     float sin, cos;
12
13     //always wrap input angle to -PI..PI
14     if (x < -3.14159265)
15         x += 6.28318531;
16     else if (x > 3.14159265)
17         x -= 6.28318531;
18
19     //compute sine
20     if (x < 0) {
21         sin = 1.27323954 * x + .405284735 * x * x;
22
23         if (sin < 0)
24             sin = .225 * (sin * -sin - sin) + sin;
25         else
26             sin = .225 * (sin * sin - sin) + sin;
27     } else {
28         sin = 1.27323954 * x - 0.405284735 * x * x;
29
30         if (sin < 0)
31             sin = .225 * (sin * -sin - sin) + sin;
32         else
33             sin = .225 * (sin * sin - sin) + sin;
34     }
35
36     //compute cosine: sin(x + PI/2) = cos(x)
37     x += 1.57079632;
38     if (x > 3.14159265)
39         x -= 6.28318531;
40
41     if (x < 0) {
42         cos = 1.27323954 * x + 0.405284735 * x * x;
43
44         if (cos < 0)
45             cos = .225 * (cos * -cos - cos) + cos;
46         else
47             cos = .225 * (cos * cos - cos) + cos;
48     } else {
49         cos = 1.27323954 * x - 0.405284735 * x * x;
```

```

50
51     if (cos < 0)
52         cos = .225 * (cos * -cos - cos) + cos;
53     else
54         cos = .225 * (cos * cos - cos) + cos;
55     }
56
57     *outSin = sin;
58     *outCos = cos;
59 }
60
61
62 /**
63 * Branchless signum function
64 */
65 int sgn(int val) {
66     return (0 < val) - (val < 0);
67 }
```

Listing A.5: util.cpp

```

1 #pragma once
2
3 void cossin(float x, float *outCos, float *outSin);
4
5 int sgn(int val);
```

Listing A.6: util.h

```

1 #include "MPU6050.h"
2 #include "communication.h"
3 #include "movement.h"
4 #include <Arduino.h>
5 #include <ESPAsyncWebServer.h>
6 #include <SPIFFS.h>
7 #include <WiFi.h>
8 #include <Wire.h>
9
10 // Replace with your network credentials
11 const char *ssid = "ESP32-OmniMove";
```

```
12 const char *password = "123456789";
13 // const char* ssid      = "moto g(6) 2970";
14 // const char* password = "428d1382abf1";
15
16 // const byte DNS_PORT = 53;
17 const IPAddress apIP = IPAddress(192, 168, 4, 1);
18
19 AsyncWebServer server(80);
20 AsyncWebSocket ws("/ws");
21 MPU6050 mpu;
22
23 void onEvent(AsyncWebSocket *server, AsyncWebSocketClient *client, AwsEventType
24 type, void *arg, uint8_t *data, size_t len) {
25
26     switch (type) {
27         case WS_EVT_CONNECT:
28             Serial.printf("Client connected from %s\n",
29             client->remoteIP().toString().c_str());
30             break;
31
32         case WS_EVT_DATA:
33             Communication::onWSData(server, client, type, data, len);
34             break;
35
36         default:
37             break;
38     }
39 }
40
41 void setup() {
42     // enableCore1WDT();
43     Serial.begin(115200);
44
45     Wire.begin();
46
47     mpu.initialize();
48
49     // mpu.CalibrateAccel_MP6500(6);
50     // mpu.CalibrateGyro(6);
51
52     // mpu.PrintActiveOffsets_MP6500();
53     mpu.setXGyroOffset(96);
54     mpu.setYGyroOffset(92);
```

```
53     mpu.setZGyroOffset(-20);
54
55     // Serial.printf("\n");
56     Movement::initPWM();
57
58     // enable AP with dns
59     WiFi.mode(WIFI_AP);
60
61     // Setup websockets
62     ws.onEvent(onEvent);
63     server.addHandler(&ws);
64     Communication::ws = &ws;
65     ws.enable(true);
66
67     // Initialize SPIFFS
68     if (!SPIFFS.begin(true)) {
69         while (true) {
70             Serial.println("An Error has occurred while mounting SPIFFS");
71             delay(1000);
72         }
73         return;
74     } else {
75         Serial.println("Mounted SPIFFS successfully");
76     }
77
78     // Route for root / web page
79     server.on("/", HTTP_GET, [] (AsyncWebRequest *request) {
80         // Serial.println("request on index");
81         request->send(SPIFFS, "/index.html", String(), false, nullptr);
82     });
83
84     // Route to load style.css file
85     server.on("/style.css", HTTP_GET, [] (AsyncWebRequest *request) {
86         // Serial.println("request on style");
87         request->send(SPIFFS, "/style.css", "text/css");
88     });
89
90     // Route to load code.js file
91     server.on("/code.js", HTTP_GET, [] (AsyncWebRequest *request) {
92         // Serial.println("request on code");
93         request->send(SPIFFS, "/code.js", "text/javascript");
94     });
95
```

```

96  // Route to load code.js file
97  server.on("/progressbar.min.js", HTTP_GET, [] (AsyncWebServerRequest *request) {
98      // Serial.println("request on progressbar");
99      request->send(SPIFFS, "/progressbar.min.js", "text/javascript");
100 });
101
102 // WiFi.softAPConfig(apIP, apIP, IPAddress(255, 255, 255, 0));
103 WiFi.setSleep(false);
104 WiFi.softAP(ssid, password, 6, 1);
105 delay(1000);
106
107 server.begin();
108 }
109
110 void loop() {
111
112 // put your main code here, to run repeatedly:
113 // dnsServer.processNextRequest();
114 uint16_t v = analogRead(39);
115 int16_t x, y, z, gx, gy, gz, temp;
116
117 temp = mpu.getTemperature();
118 mpu.getMotion6(&x, &y, &z, &gx, &gy, &gz);
119
120 // Serial.printf("x: %6.2fg, y: %6.2fg, z: %6.2fg, gx: %6.2f°/s, gy:
121 // %6.2f°/s, gz: %6.2f°/s, temp: %6.2f°C\r", x / 16384.0, y / 16384.0, z /
122 16384.0, gx / 250.0, gy / 250.0, gz / 250.0, temp / 340.0 + 36.53);
123 // power = (v / 4095 * 3.1 + .1) * 3;
124 Communication::sendCurrGyBatComb(0, 0, 0, x, y, z, gx, gy, gz, v, temp);
125 delay(1000);
126 }

```

Listing A.7: main.cpp

A.2 Webpage

```

1 <!DOCTYPE html>
2 <html>
3
4 <head>

```

```
5  <title>ESP32 Web Server</title>
6  <meta charset="utf-8" />
7  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
8  <link rel="icon" href="data:, ">
9  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="style.css">
10 </head>
11
12 <body>
13 <h1>ESP32 Web Server</h1>
14 <p>WebSocked Connected: <strong id="wsState">CONNECTING</strong></p>
15 <p><button class="button" onclick="sendSpeed()">Test Button</button></p>
16
17
18 <div class="wrapper">
19   <div class="left">
20     <h2>Messurements</h2>
21     <p>Accelleration: <strong id="valAccelTotal">0</strong> m/s2
22       <br /> <span id="valAccel">[x: 0, y: 0, z: 0]</span>
23     </p>
24
25     <p>Speed: <strong id="valSpeedTotal">0</strong> m/s
26       <br /> <span id="valSpeed">[x: 0, y: 0, z: 0]</span></p>
27
28     <p>Rotation: <strong id="valRotTotal">0</strong> rad/s2
29       <br /> <span id="valRot">[x: 0, y: 0, z: 0]</span></p>
30
31   </div>
32
33   <div class="right">
34     <h2>Battery</h2>
35     <progress id="progBattery" value="60" max="100"></progress>
36
37     <strong id="valBatteryTotal">-1</strong>%
38     <p>Voltage <strong id="valVolt">-1</strong> V</p>
39
40     <h2>Temprature</h2>
41     <p><strong id="valTemp">-1</strong> °C</p>
42   </div>
43 </div>
44
45
46 <div>
```

```
47  <svg viewBox="0 0 205 10" preserveAspectRatio="none" style="width: 100%;  
48  height: 100%;>  
49  <path id="pathVL" d="M50,2 L100,2 0,2 50,2" stroke="#FFEA82"  
50  stroke-width="4" fill-opacity="0"  
51  style="stroke-dasharray: 100, 100; stroke-dashoffset: 0;"/></path>  
52  <path id="pathHL" d="M50,8 L100,8 0,8 50,8" stroke="#FFEA82"  
53  stroke-width="4" fill-opacity="0"  
54  style="stroke-dasharray: 100, 100; stroke-dashoffset: 0;"/></path>  
55  <path id="pathVR" d="M155,2 L205,2 105,2 155,2" stroke="#FFEA82"  
56  stroke-width="4" fill-opacity="0"  
57  style="stroke-dasharray: 100, 100; stroke-dashoffset: 0;"/></path>  
58  <path id="pathHR" d="M155,8 L205,8 105,8 155,8" stroke="#FFEA82"  
59  stroke-width="4" fill-opacity="0"  
60  style="stroke-dasharray: 100, 100; stroke-dashoffset: 0;"/></path>  
61  <path d="M 50 0 L 50 4" stroke="black" stroke-width="0.5" fill="none" />  
62  <path d="M 50 6 L 50 10" stroke="black" stroke-width="0.5" fill="none" />  
63  <path d="M 155 0 L 155 4" stroke="black" stroke-width="0.5" fill="none" />  
64  <path d="M 155 6 L 155 10" stroke="black" stroke-width="0.5" fill="none" />  
65  </svg>  
66 </div>  
67 <div>  
68  <h5>Select Controller</h5>  
69  <button class="buttonsmall" onclick="updateControllerList()">Test  
70  Controller</button>  
71  <input type="checkbox" id="controllerEnabled" checked>  
72  <label for="controllerEnabled">Enable Controller?</label>  
73  <ul id="controllerList">  
74  <li onclick="onControllerSelected(0)">Test</li>  
75  </ul>  
76 </div>  
77 </body>  
78 </html>  
79 <script type="text/javascript" src="progressbar.min.js"></script>  
80 <script type="text/javascript" src="code.js"></script>  
81 </body>  
82 </html>
```

Listing A.8: index.html

```
1 let ws = new WebSocket("ws://192.168.4.1/ws");
2 // let ws = new WebSocket("ws://demos.kaazing.com/echo");
3 ws.binaryType = 'arraybuffer';
4
5 let barVL = new ProgressBar.Path('#pathVL', { easing: 'easeInOut', duration: 140,
6   });
7 let barVR = new ProgressBar.Path('#pathVR', { easing: 'easeInOut', duration: 140,
8   });
9 let barHL = new ProgressBar.Path('#pathHL', { easing: 'easeInOut', duration: 140,
10  });
11 let barHR = new ProgressBar.Path('#pathHR', { easing: 'easeInOut', duration: 140,
12  });
13
14 let selectedControllerIndex = -1;
15 window.onload = function () {
16   setInterval(controllerFunc, 100);
17   updateControllerList();
18 };
19
20 //##region >>> WebSocket
21 ws.onopen = (event) => {
22   document.getElementById("wsState").innerHTML = "OPEN";
23 };
24
25 ws.onerror = (event) => {
26   document.getElementById("wsState").innerHTML = "ERROR";
27 };
28
29 ws.onclose = (event) => {
30   document.getElementById("wsState").innerHTML = "CLOSED";
31 };
32
33 ws.onmessage = function (event) {
34   // console.log("WebSocket message received:", event);
```

```
35  let dv = new DataView(event.data);
36  let id = dv.getInt16(0, true);
37
38  switch (id) {
39    case 1: //gyro
40      let a = [dv.getInt16(2, true), dv.getInt16(4, true), dv.getInt16(6, true)];
41      let s = [dv.getInt16(8, true), dv.getInt16(10, true), dv.getInt16(12, true)];
42      let r = [dv.getInt16(2, true), dv.getInt16(4, true), dv.getInt16(6, true)];
43
44      document.getElementById("valAccelTotal").innerHTML = Math.sqrt(a[0] * a[0] +
45        a[1] * a[1] + a[2] * a[2]).toFixed(2);
46      document.getElementById("valSpeedTotal").innerHTML = Math.sqrt(a[0] * s[0] +
47        s[1] * s[1] + s[2] * s[2]).toFixed(2);
48      document.getElementById("valRotTotal").innerHTML = Math.sqrt(r[0] * r[0] +
49        r[1] * r[1] + r[2] * r[2]).toFixed(2);
50
51      document.getElementById("valAccel").innerHTML = "[x: " + a[0] + ", y: " +
52        a[1] + ", z: " + a[2] + "]";
53      document.getElementById("valSpeed").innerHTML = "[x: " + s[0] + ", y: " +
54        s[1] + ", z: " + s[2] + "]";
55      document.getElementById("valRot").innerHTML = "[x: " + r[0] + ", y: " + r[1]
56        + ", z: " + r[2] + "]";
57      break;
58
59    case 2: //battery
60      let c1 = (dv.getInt16(2, true) / 4095 * 3.1 + .1) * 3;
61
62      document.getElementById("valVolt").innerHTML = c1.toFixed(2);
63      break;
64
65    case 3: //motors
66      const UPPER_LIMIT = 300;
67
68      let vl = dv.getInt16(2, true) / (1023 * 4);
69      let vr = dv.getInt16(4, true) / (1023 * 4);
70      let hl = dv.getInt16(6, true) / (1023 * 4);
71      let hr = dv.getInt16(8, true) / (1023 * 4);
72
73      barVL.animate(vl);
74      barVR.animate(vr);
75      barHL.animate(hl);
76      barHR.animate(hr);
77      break;
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
779
780
781
782
783
784
785
786
787
787
788
789
789
790
791
792
793
794
795
796
797
797
798
799
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
879
880
881
882
883
884
885
886
887
887
888
889
889
890
891
892
893
894
895
896
897
897
898
899
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
909
910
911
912
913
914
915
916
917
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
979
980
981
982
983
984
985
986
987
987
988
989
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
999
1000
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1087
1088
1089
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1097
1098
1099
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1195
1196
1197
1198
1199
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1286
1287
1288
1289
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1296
1297
1298
1299
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1386
1387
1388
1389
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1395
1396
1397
1398
1399
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1485
1486
1487
1488
1489
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1495
1496
1497
1498
1499
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1699
1700
1701
1702
1703
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1799
1800
1801
1802
1803
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1885
1886
1887
1888
1889
1889
1890
1891
1892
1893
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1898
1899
1900
1901
1902
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1985
1986
1987
1988
1989
1989
1990
1991
1992
1993
1993
1994
1995
1996
1997
1997
1998
1999
1999
2000
2001
2002
2002
2003
2004
2005
2006
2006
2007
2008
2009
2009
2010
2011
2012
2012
2013
2014
2015
2016
2016
2017
2018
2019
2019
2020
2021
2022
2023
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2085
2086
2087
2088
2089
2089
2090
2091
2092
2093
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2098
2099
2099
2100
2101
2102
2102
2103
2104
2105
2106
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148

```

```

72 case 4: //gyroBatComb
73     let s1 = [dv.getInt16(2, true), dv.getInt16(4, true), dv.getInt16(6, true)];
74     let a1 = [dv.getInt16(8, true) / 16384.0, dv.getInt16(10, true) / 16384.0,
75     dv.getInt16(12, true) / 16384.0];
76
77
78     document.getElementById("valAccelTotal").innerHTML = Math.sqrt(a1[0] * a1[0]
79     + a1[1] * a1[1] + a1[2] * a1[2]).toFixed(2);
80     document.getElementById("valSpeedTotal").innerHTML = Math.sqrt(s1[0] * s1[0]
81     + s1[1] * s1[1] + s1[2] * s1[2]).toFixed(2);
82     document.getElementById("valRotTotal").innerHTML = Math.sqrt(r1[0] * r1[0] +
83     r1[1] * r1[1] + r1[2] * r1[2]).toFixed(2);
84
85     document.getElementById("valAccel").innerHTML = "[x: " + a1[0].toFixed(2) +
86     ", y: " + a1[1].toFixed(2) + ", z: " + a1[2].toFixed(2) + "]";
87     document.getElementById("valSpeed").innerHTML = "[x: " + s1[0].toFixed(2) +
88     ", y: " + s1[1].toFixed(2) + ", z: " + s1[2].toFixed(2) + "]";
89     document.getElementById("valRot").innerHTML = "[x: " + r1[0].toFixed(2) + ",
90     y: " + r1[1].toFixed(2) + ", z: " + r1[2].toFixed(2) + "]";
91
92     let bat = (dv.getInt16(20, true) / 4095 * 3.1 + .1) * 3;
93     let batPercent = (bat - 6.5) / (7.8 - 6.5) * 100;
94     let temp = dv.getInt16(22, true) / 340.0 + 36.53;
95
96
97     document.getElementById("valVolt").innerHTML = bat.toFixed(2);
98     document.getElementById("progBattery").value = batPercent.toFixed(2);
99     document.getElementById("valBatteryTotal").innerHTML = batPercent.toFixed(0);
100
101
102     document.getElementById("valTemp").innerHTML = temp.toFixed(2);
103     break;
104
105     default:
106         break;
107     }
108 }
109
110 //endregion
111
112 //##region >>> Controller
113
114 window.addEventListener("gamepadconnected", (event) => {
115     console.log("A gamepad connected:");
116
117     let gamepad = event.gamepad;
118
119     if (gamepad.id === 0) {
120         document.getElementById("gamepadConnected").innerHTML =
121             "Gamepad 0 connected";
122     } else if (gamepad.id === 1) {
123         document.getElementById("gamepadConnected").innerHTML =
124             "Gamepad 1 connected";
125     }
126
127     let buttons = gamepad.buttons;
128
129     let aButton = buttons[0];
130     let bButton = buttons[1];
131     let xButton = buttons[2];
132     let yButton = buttons[3];
133
134     let leftX = gamepad.axes[0];
135     let leftY = gamepad.axes[1];
136
137     let rightX = gamepad.axes[2];
138     let rightY = gamepad.axes[3];
139
140     let leftTrigger = gamepad.axes[4];
141     let rightTrigger = gamepad.axes[5];
142
143     let leftShoulder = gamepad.buttons[4];
144     let rightShoulder = gamepad.buttons[5];
145
146     let leftStick = gamepad.buttons[6];
147     let rightStick = gamepad.buttons[7];
148
149     let leftTriggerAxis = gamepad.axes[6];
150     let rightTriggerAxis = gamepad.axes[7];
151
152     let leftDPad = gamepad.buttons[8];
153     let rightDPad = gamepad.buttons[9];
154
155     let leftDPadX = gamepad.axes[8];
156     let leftDPadY = gamepad.axes[9];
157
158     let rightDPadX = gamepad.axes[10];
159     let rightDPadY = gamepad.axes[11];
160
161     let leftDPadAxisX = gamepad.axes[12];
162     let leftDPadAxisY = gamepad.axes[13];
163
164     let rightDPadAxisX = gamepad.axes[14];
165     let rightDPadAxisY = gamepad.axes[15];
166
167     let leftDPadAxis = gamepad.buttons[16];
168     let rightDPadAxis = gamepad.buttons[17];
169
170     let leftDPadAxisX2 = gamepad.axes[16];
171     let leftDPadAxisY2 = gamepad.axes[17];
172
173     let rightDPadAxisX2 = gamepad.axes[18];
174     let rightDPadAxisY2 = gamepad.axes[19];
175
176     let leftDPadAxisX3 = gamepad.axes[20];
177     let leftDPadAxisY3 = gamepad.axes[21];
178
179     let rightDPadAxisX3 = gamepad.axes[22];
180     let rightDPadAxisY3 = gamepad.axes[23];
181
182     let leftDPadAxisX4 = gamepad.axes[24];
183     let leftDPadAxisY4 = gamepad.axes[25];
184
185     let rightDPadAxisX4 = gamepad.axes[26];
186     let rightDPadAxisY4 = gamepad.axes[27];
187
188     let leftDPadAxisX5 = gamepad.axes[28];
189     let leftDPadAxisY5 = gamepad.axes[29];
190
191     let rightDPadAxisX5 = gamepad.axes[30];
192     let rightDPadAxisY5 = gamepad.axes[31];
193
194     let leftDPadAxisX6 = gamepad.axes[32];
195     let leftDPadAxisY6 = gamepad.axes[33];
196
197     let rightDPadAxisX6 = gamepad.axes[34];
198     let rightDPadAxisY6 = gamepad.axes[35];
199
200     let leftDPadAxisX7 = gamepad.axes[36];
201     let leftDPadAxisY7 = gamepad.axes[37];
202
203     let rightDPadAxisX7 = gamepad.axes[38];
204     let rightDPadAxisY7 = gamepad.axes[39];
205
206     let leftDPadAxisX8 = gamepad.axes[40];
207     let leftDPadAxisY8 = gamepad.axes[41];
208
209     let rightDPadAxisX8 = gamepad.axes[42];
210     let rightDPadAxisY8 = gamepad.axes[43];
211
212     let leftDPadAxisX9 = gamepad.axes[44];
213     let leftDPadAxisY9 = gamepad.axes[45];
214
215     let rightDPadAxisX9 = gamepad.axes[46];
216     let rightDPadAxisY9 = gamepad.axes[47];
217
218     let leftDPadAxisX10 = gamepad.axes[48];
219     let leftDPadAxisY10 = gamepad.axes[49];
220
221     let rightDPadAxisX10 = gamepad.axes[50];
222     let rightDPadAxisY10 = gamepad.axes[51];
223
224     let leftDPadAxisX11 = gamepad.axes[52];
225     let leftDPadAxisY11 = gamepad.axes[53];
226
227     let rightDPadAxisX11 = gamepad.axes[54];
228     let rightDPadAxisY11 = gamepad.axes[55];
229
230     let leftDPadAxisX12 = gamepad.axes[56];
231     let leftDPadAxisY12 = gamepad.axes[57];
232
233     let rightDPadAxisX12 = gamepad.axes[58];
234     let rightDPadAxisY12 = gamepad.axes[59];
235
236     let leftDPadAxisX13 = gamepad.axes[60];
237     let leftDPadAxisY13 = gamepad.axes[61];
238
239     let rightDPadAxisX13 = gamepad.axes[62];
240     let rightDPadAxisY13 = gamepad.axes[63];
241
242     let leftDPadAxisX14 = gamepad.axes[64];
243     let leftDPadAxisY14 = gamepad.axes[65];
244
245     let rightDPadAxisX14 = gamepad.axes[66];
246     let rightDPadAxisY14 = gamepad.axes[67];
247
248     let leftDPadAxisX15 = gamepad.axes[68];
249     let leftDPadAxisY15 = gamepad.axes[69];
250
251     let rightDPadAxisX15 = gamepad.axes[70];
252     let rightDPadAxisY15 = gamepad.axes[71];
253
254     let leftDPadAxisX16 = gamepad.axes[72];
255     let leftDPadAxisY16 = gamepad.axes[73];
256
257     let rightDPadAxisX16 = gamepad.axes[74];
258     let rightDPadAxisY16 = gamepad.axes[75];
259
260     let leftDPadAxisX17 = gamepad.axes[76];
261     let leftDPadAxisY17 = gamepad.axes[77];
262
263     let rightDPadAxisX17 = gamepad.axes[78];
264     let rightDPadAxisY17 = gamepad.axes[79];
265
266     let leftDPadAxisX18 = gamepad.axes[80];
267     let leftDPadAxisY18 = gamepad.axes[81];
268
269     let rightDPadAxisX18 = gamepad.axes[82];
270     let rightDPadAxisY18 = gamepad.axes[83];
271
272     let leftDPadAxisX19 = gamepad.axes[84];
273     let leftDPadAxisY19 = gamepad.axes[85];
274
275     let rightDPadAxisX19 = gamepad.axes[86];
276     let rightDPadAxisY19 = gamepad.axes[87];
277
278     let leftDPadAxisX20 = gamepad.axes[88];
279     let leftDPadAxisY20 = gamepad.axes[89];
280
281     let rightDPadAxisX20 = gamepad.axes[90];
282     let rightDPadAxisY20 = gamepad.axes[91];
283
284     let leftDPadAxisX21 = gamepad.axes[92];
285     let leftDPadAxisY21 = gamepad.axes[93];
286
287     let rightDPadAxisX21 = gamepad.axes[94];
288     let rightDPadAxisY21 = gamepad.axes[95];
289
290     let leftDPadAxisX22 = gamepad.axes[96];
291     let leftDPadAxisY22 = gamepad.axes[97];
292
293     let rightDPadAxisX22 = gamepad.axes[98];
294     let rightDPadAxisY22 = gamepad.axes[99];
295
296     let leftDPadAxisX23 = gamepad.axes[100];
297     let leftDPadAxisY23 = gamepad.axes[101];
298
299     let rightDPadAxisX23 = gamepad.axes[102];
300     let rightDPadAxisY23 = gamepad.axes[103];
301
302     let leftDPadAxisX24 = gamepad.axes[104];
303     let leftDPadAxisY24 = gamepad.axes[105];
304
305     let rightDPadAxisX24 = gamepad.axes[106];
306     let rightDPadAxisY24 = gamepad.axes[107];
307
308     let leftDPadAxisX25 = gamepad.axes[108];
309     let leftDPadAxisY25 = gamepad.axes[109];
310
311     let rightDPadAxisX25 = gamepad.axes[110];
312     let rightDPadAxisY25 = gamepad.axes[111];
313
314     let leftDPadAxisX26 = gamepad.axes[112];
315     let leftDPadAxisY26 = gamepad.axes[113];
316
317     let rightDPadAxisX26 = gamepad.axes[114];
318     let rightDPadAxisY26 = gamepad.axes[115];
319
320     let leftDPadAxisX27 = gamepad.axes[116];
321     let leftDPadAxisY27 = gamepad.axes[117];
322
323     let rightDPadAxisX27 = gamepad.axes[118];
324     let rightDPadAxisY27 = gamepad.axes[119];
325
326     let leftDPadAxisX28 = gamepad.axes[120];
327     let leftDPadAxisY28 = gamepad.axes[121];
328
329     let rightDPadAxisX28 = gamepad.axes[122];
330     let rightDPadAxisY28 = gamepad.axes[123];
331
332     let leftDPadAxisX29 = gamepad.axes[124];
333     let leftDPadAxisY29 = gamepad.axes[125];
334
335     let rightDPadAxisX29 = gamepad.axes[126];
336     let rightDPadAxisY29 = gamepad.axes[127];
337
338     let leftDPadAxisX30 = gamepad.axes[128];
339     let leftDPadAxisY30 = gamepad.axes[129];
340
341     let rightDPadAxisX30 = gamepad.axes[130];
342     let rightDPadAxisY30 = gamepad.axes[131];
343
344     let leftDPadAxisX31 = gamepad.axes[132];
345     let leftDPadAxisY31 = gamepad.axes[133];
346
347     let rightDPadAxisX31 = gamepad.axes[134];
348     let rightDPadAxisY31 = gamepad.axes[135];
349
350     let leftDPadAxisX32 = gamepad.axes[136];
351     let leftDPadAxisY32 = gamepad.axes[137];
352
353     let rightDPadAxisX32 = gamepad.axes[138];
354     let rightDPadAxisY32 = gamepad.axes[139];
355
356     let leftDPadAxisX33 = gamepad.axes[140];
357     let leftDPadAxisY33 = gamepad.axes[141];
358
359     let rightDPadAxisX33 = gamepad.axes[142];
360     let rightDPadAxisY33 = gamepad.axes[143];
361
362     let leftDPadAxisX34 = gamepad.axes[144];
363     let leftDPadAxisY34 = gamepad.axes[145];
364
365     let rightDPadAxisX34 = gamepad.axes[146];
366     let rightDPadAxisY34 = gamepad.axes[147];
367
368     let leftDPadAxisX35 = gamepad.axes[148];
369     let leftDPadAxisY35 = gamepad.axes[149];
370
371     let rightDPadAxisX35 = gamepad.axes[150];
372     let rightDPadAxisY35 = gamepad.axes[151];
373
374     let leftDPadAxisX36 = gamepad.axes[152];
375     let leftDPadAxisY36 = gamepad.axes[153];
376
377     let rightDPadAxisX36 = gamepad.axes[154];
378     let rightDPadAxisY36 = gamepad.axes[155];
379
380     let leftDPadAxisX37 = gamepad.axes[156];
381     let leftDPadAxisY37 = gamepad.axes[157];
382
383     let rightDPadAxisX37 = gamepad.axes[158];
384     let rightDPadAxisY37 = gamepad.axes[159];
385
386     let leftDPadAxisX38 = gamepad.axes[160];
387     let leftDPadAxisY38 = gamepad.axes[161];
388
389     let rightDPadAxisX38 = gamepad.axes[162];
390     let rightDPadAxisY38 = gamepad.axes[163];
391
392     let leftDPadAxisX39 = gamepad.axes[164];
393     let leftDPadAxisY39 = gamepad.axes[165];
394
395     let rightDPadAxisX39 = gamepad.axes[166];
396     let rightDPadAxisY39 = gamepad.axes[167];
397
398     let leftDPadAxisX40 = gamepad.axes[168];
399     let leftDPadAxisY40 = gamepad.axes[169];
400
401     let rightDPadAxisX40 = gamepad.axes[170];
402     let rightDPadAxisY40 = gamepad.axes[171];
403
404     let leftDPadAxisX41 = gamepad.axes[172];
405     let leftDPadAxisY41 = gamepad.axes[173];
406
407     let rightDPadAxisX41 = gamepad.axes[174];
408     let rightDPadAxisY41 = gamepad.axes[175];
409
410     let leftDPadAxisX42 = gamepad.axes[176];
411     let leftDPadAxisY42 = gamepad.axes[177];
412
413     let rightDPadAxisX42 = gamepad.axes[178];
414     let rightDPadAxisY42 = gamepad.axes[179];
415
416     let leftDPadAxisX43 = gamepad.axes[180];
417     let leftDPadAxisY43 = gamepad.axes[181];
418
419     let rightDPadAxisX43 = gamepad.axes[182];
420     let rightDPadAxisY43 = gamepad.axes[183];
421
422     let leftDPadAxisX44 = gamepad.axes[184];
423     let leftDPadAxisY44 = gamepad.axes[185];
424
425     let rightDPadAxisX44 = gamepad.axes[186];
426     let rightDPadAxisY44 = gamepad.axes[187];
427
428     let leftDPadAxisX45 = gamepad.axes[188];
429     let leftDPadAxisY45 = gamepad.axes[189];
430
431     let rightDPadAxisX45 = gamepad.axes[190];
432     let rightDPadAxisY45 = gamepad.axes[191];
433
434     let leftDPadAxisX46 = gamepad.axes[192];
435     let leftDPadAxisY46 = gamepad.axes[193];
436
437     let rightDPadAxisX46 = gamepad.axes[194];
438     let rightDPadAxisY46 = gamepad.axes[195];
439
440     let leftDPadAxisX47 = gamepad.axes[196];
441     let leftDPadAxisY47 = gamepad.axes[197];
442
443     let rightDPadAxisX47 = gamepad.axes[198];
444     let rightDPadAxisY47 = gamepad.axes[199];
445
446     let leftDPadAxisX48 = gamepad.axes[200];
447     let leftDPadAxisY48 = gamepad.axes[201];
448
449     let rightDPadAxisX48 = gamepad.axes[202];
450     let rightDPadAxisY48 = gamepad.axes[203];
451
452     let leftDPadAxisX49 = gamepad.axes[204];
453     let leftDPadAxisY49 = gamepad.axes[205];
454
455     let rightDPadAxisX49 = gamepad.axes[206];
456     let rightDPadAxisY49 = gamepad.axes[207];
457
458     let leftDPadAxisX50 = gamepad.axes[208];
459     let leftDPadAxisY50 = gamepad.axes[209];
460
461     let rightDPadAxisX50 = gamepad.axes[210];
462     let rightDPadAxisY50 = gamepad.axes[211];
463
464     let leftDPadAxisX51 = gamepad.axes[212];
465     let leftDPadAxisY51 = gamepad.axes[213];
466
467     let rightDPadAxisX51 = gamepad.axes[214];
468     let rightDPadAxisY51 = gamepad.axes[215];
469
470     let leftDPadAxisX52 = gamepad.axes[216];
471     let leftDPadAxisY52 = gamepad.axes[217];
472
473     let rightDPadAxisX52 = gamepad.axes[218];
474     let rightDPadAxisY52 = gamepad.axes[219];
475
476     let leftDPadAxisX53 = gamepad.axes[220];
477     let leftDPadAxisY53 = gamepad.axes[221];
478
479     let rightDPadAxisX53 = gamepad.axes[222];
480     let rightDPadAxisY53 = gamepad.axes[223];
481
482     let leftDPadAxisX54 = gamepad.axes[224];
483     let leftDPadAxisY54 = gamepad.axes[225];
484
485     let rightDPadAxisX54 = gamepad.axes[226];
486     let rightDPadAxisY54 = gamepad.axes[227];
487
488     let leftDPadAxisX55 = gamepad.axes[228];
489     let leftDPadAxisY55 = gamepad.axes[229];
490
491     let rightDPadAxisX55 = gamepad.axes[230];
492     let rightDPadAxisY55 = gamepad.axes[231];
493
494     let leftDPadAxisX56 = gamepad.axes[232];
495     let leftDPadAxisY56 = gamepad.axes[233];
496
497     let rightDPadAxisX56 = gamepad.axes[234];
498     let rightDPadAxisY56 = gamepad.axes[235];
499
500     let leftDPadAxisX57 = gamepad.axes[236];
501     let leftDPadAxisY57 = gamepad.axes[237];
502
503     let rightDPadAxisX57 = gamepad.axes[238];
504     let rightDPadAxisY57 = gamepad.axes[239];
505
506     let leftDPadAxisX58 = gamepad.axes[240];
507     let leftDPadAxisY58 = gamepad.axes[241];
508
509     let rightDPadAxisX58 = gamepad.axes[242];
510     let rightDPadAxisY58 = gamepad.axes[243];
511
512     let leftDPadAxisX59 = gamepad.axes[244];
513     let leftDPadAxisY59 = gamepad.axes[245];
514
515     let rightDPadAxisX59 = gamepad.axes[246];
516     let rightDPadAxisY59 = gamepad.axes[247];
517
518     let leftDPadAxisX60 = gamepad.axes[248];
519     let leftDPadAxisY60 = gamepad.axes[249];
520
521     let rightDPadAxisX60 = gamepad.axes[250];
522     let rightDPadAxisY60 = gamepad.axes[251];
523
524     let leftDPadAxisX61 = gamepad.axes[252];
525     let leftDPadAxisY61 = gamepad.axes[253];
526
527     let rightDPadAxisX61 = gamepad.axes[254];
528     let rightDPadAxisY61 = gamepad.axes[255];
529
530     let leftDPadAxisX62 = gamepad.axes[256];
531     let leftDPadAxisY62 = gamepad.axes[257];
532
533     let rightDPadAxisX62 = gamepad.axes[258];
534     let rightDPadAxisY62 = gamepad.axes[259];
535
536     let leftDPadAxisX63 = gamepad.axes[260];
537     let leftDPadAxisY63 = gamepad.axes[261];
538
539     let rightDPadAxisX63 = gamepad.axes[262];
540     let rightDPadAxisY63 = gamepad.axes[263];
541
542     let leftDPadAxisX64 = gamepad.axes[264];
543     let leftDPadAxisY64 = gamepad.axes[265];
544
545     let rightDPadAxisX64 = gamepad.axes[266];
546     let rightDPadAxisY64 = gamepad.axes[267];
547
548     let leftDPadAxisX65 = gamepad.axes[268];
549     let leftDPadAxisY65 = gamepad.axes[269];
550
551     let rightDPadAxisX65 = gamepad.axes[270];
552     let rightDPadAxisY65 = gamepad.axes[271];
553
554     let leftDPadAxisX66 = gamepad.axes[272];
555     let leftDPadAxisY66 = gamepad.axes[273];
556
557     let rightDPadAxisX66 = gamepad.axes[274];
558     let rightDPadAxisY66 = gamepad.axes[275];
559
560     let leftDPadAxisX67 = gamepad.axes[276];
561     let leftDPadAxisY67 = gamepad.axes[277];
562
563     let rightDPadAxisX67 = gamepad.axes[278];
564     let rightDPadAxisY67 = gamepad.axes[279];
565
566     let leftDPadAxisX68 = gamepad.axes[280];
567     let leftDPadAxisY68 = gamepad.axes[281];
568
569     let rightDPadAxisX68 = gamepad.axes[282];
570     let rightDPadAxisY68 = gamepad.axes[283];
571
572     let leftDPadAxisX69 = gamepad.axes[284];
573     let leftDPadAxisY69 = gamepad.axes[285];
574
575     let rightDPadAxisX69 = gamepad.axes[286];
576     let rightDPadAxisY69 = gamepad.axes[287];
577
578     let leftDPadAxisX70 = gamepad.axes[288];
579     let leftDPadAxisY70 = gamepad.axes[289];
580
581     let rightDPadAxisX70 = gamepad.axes[290];
582     let rightDPadAxisY70 = gamepad.axes[291];
583
584     let leftDPadAxisX71 = gamepad.axes[292];
585     let leftDPadAxisY71 = gamepad.axes[293];
586
587     let rightDPadAxisX71 = gamepad.axes[294];
588     let rightDPadAxisY71 = gamepad.axes[295];
589
590     let leftDPadAxisX72 = gamepad.axes[296];
591     let leftDPadAxisY72 = gamepad.axes[297];
592
593     let rightDPadAxisX72 = gamepad.axes[298];
594     let rightDPadAxisY72 = gamepad.axes[299];
595
596     let leftDPadAxisX73 = gamepad.axes[300];
597     let leftDPadAxisY73 = gamepad.axes[301];
598
599     let rightDPadAxisX73 = gamepad.axes[302];
600     let rightDPadAxisY73 = gamepad.axes[303];
601
602     let leftDPadAxisX74 = gamepad.axes[304];
603     let leftDPadAxisY74 = gamepad.axes[305];
604
605     let rightDPadAxisX74 = gamepad.axes[306];
606     let rightDPadAxisY74 = gamepad.axes[307];
607
608     let leftDPadAxisX75 = gamepad.axes[308];
609     let leftDPadAxisY75 = gamepad.axes[309];
610
611     let rightDPadAxisX75 = gamepad.axes[310];
612     let rightDPadAxisY75 = gamepad.axes[311];
613
614     let leftDPadAxisX76 = gamepad.axes[312];
615     let leftDPadAxisY76 = gamepad.axes[313];
616
617     let rightDPadAxisX76 = gamepad.axes[314];
618     let rightDPadAxisY76 = gamepad.axes[315];
619
620     let leftDPadAxisX77 = gamepad.axes[316];
621     let leftDPadAxisY77 = gamepad.axes[317];
622
623     let rightDPadAxisX77 = gamepad.axes[318];
624     let rightDPadAxisY77 = gamepad.axes[319];
625
626     let leftDPadAxisX78 = gamepad.axes[320];
627     let leftDPadAxisY78 = gamepad.axes[321];
628
629     let rightDPadAxisX78 = gamepad.axes[322];
630     let rightDPadAxisY78 = gamepad.axes[323];
631
632     let leftDPadAxisX79 = gamepad.axes[324];
633     let leftDPadAxisY79 = gamepad.axes[325];
634
635     let rightDPadAxisX79 = gamepad.axes[326];
636     let rightDPadAxisY79 = gamepad.axes[327];
637
638     let leftDPadAxisX80 = gamepad.axes[328];
639     let leftDPadAxisY80 = gamepad.axes[329];
640
641     let rightDPadAxisX80 = gamepad.axes[330];
642     let rightDPadAxisY80 = gamepad.axes[331];
643
644     let leftDPadAxisX81 = gamepad.axes[332];
645     let leftDPadAxisY81 = gamepad.axes[333];
646
647     let rightDPadAxisX81 = gamepad.axes[334];
648     let rightDPadAxisY81 = gamepad.axes[335];
649
650     let leftDPadAxisX82 = gamepad.axes[336];
651     let leftDPadAxisY82 = gamepad.axes[337];
652
653     let rightDPadAxisX82 = gamepad.axes[338];
654     let rightDPadAxisY82 = gamepad.axes[339];
655
656     let leftDPadAxisX83 = gamepad.axes[340];
657     let leftDPadAxisY83 = gamepad.axes[341];
658
659     let rightDPadAxisX83 = gamepad.axes[342];
660     let rightDPadAxisY83 = gamepad.axes[343];
661
662     let leftDPadAxisX84 = gamepad.axes[344];
663     let leftDPadAxisY84 = gamepad.axes[345];
664
665     let rightDPadAxisX84 = gamepad.axes[346];
666     let rightDPadAxisY84 = gamepad.axes[347];
667
668     let leftDPadAxisX85 = gamepad.axes[348];
669     let leftDPadAxisY85 = gamepad.axes[349];
670
671     let rightDPadAxisX85 = gamepad.axes[350];
672     let rightDPadAxisY85 = gamepad.axes[351];
673
674     let leftDPadAxisX86 = gamepad.axes[352];
675     let leftDPadAxisY86 = gamepad.axes[353];
676
677     let rightDPadAxisX86 = gamepad.axes[354];
678     let rightDPadAxisY86 = gamepad.axes[355];
679
680     let leftDPadAxisX87 = gamepad.axes[356];
681     let leftDPadAxisY87 = gamepad.axes[357];
682
683     let rightDPadAxisX87 = gamepad.axes[358];
684     let rightDPadAxisY87 = gamepad.axes[359];
685
686     let leftDPadAxisX88 = gamepad.axes[360];
687     let leftDPadAxisY88 = gamepad.axes[361];
688
689     let rightDPadAxisX88 = gamepad.axes[362];
690     let rightDPadAxisY88 = gamepad.axes[363];
691
692     let leftDPadAxisX89 = gamepad.axes[364];
693     let leftDPadAxisY89 = gamepad.axes[365];
694
695     let rightDPadAxisX89 = gamepad.axes[366];
696     let rightDPadAxisY89 = gamepad.axes[367];
697
698     let leftDPadAxisX90 = gamepad.axes[368];
699     let leftDPadAxisY90 = gamepad.axes[369];
700
701     let rightDPadAxisX90 = gamepad.axes[370];
702     let rightDPadAxisY90 = gamepad.axes[371];
703
704     let leftDPadAxisX91 = gamepad.axes[372];
705     let leftDPadAxisY91 = gamepad.axes[373];
706
707     let rightDPadAxisX91 = gamepad.axes[374];
708     let rightDPadAxisY91 = gamepad.axes[375];
709
710     let leftDPadAxisX92 = gamepad.axes[376];
711     let leftDPadAxisY92 = gamepad.axes[377];
712
713     let rightDPadAxisX92 = gamepad.axes[378];
714     let rightDPadAxisY92 = gamepad.axes[379];
715
716     let leftDPadAxisX93 = gamepad.axes[380];
717     let leftDPadAxisY93 = gamepad.axes[381];
718
719     let rightDPadAxisX93 = gamepad.axes[382];
720     let rightDPadAxisY93 = gamepad.axes[383];
721
722     let leftDPadAxisX94 = gamepad.axes[384];
723     let leftDPadAxisY94 = gamepad.axes[385];
724
725     let rightDPadAxisX94 = gamepad.axes[386];
726     let rightDPadAxisY94 = gamepad.axes[387];
727
728     let leftDPadAxisX95 = gamepad.axes[388];
729     let leftDPadAxisY95 = gamepad.axes[389];
730
731     let rightDPadAxisX95 = gamepad.axes[390];
732     let rightDPadAxisY95 = gamepad.axes[391];
733
734     let leftDPadAxisX96 = gamepad.axes[392];
735     let leftDPadAxisY96 = gamepad.axes[393];
736
737     let rightDPadAxisX96 = gamepad.axes[394];
738     let rightDPadAxisY96 = gamepad.axes[395];
739
740     let leftDPadAxisX97 = gamepad.axes[396];
741     let leftDPadAxisY97 = gamepad.axes[397];
742
743     let rightDPadAxisX97 = gamepad.axes[398];
744     let rightDPadAxisY97 = gamepad.axes[399];
745
746     let leftDPadAxisX98 = gamepad.axes[400];
747     let leftDPadAxisY98 = gamepad.axes[401];
748
749     let rightDPadAxisX98 = gamepad.axes[402];
750     let rightDPadAxisY98 = gamepad.axes[403];
751
752     let leftDPadAxisX99 = gamepad.axes[404];
753     let leftDPadAxisY99 = gamepad.axes[405];
754
755     let rightDPadAxisX99 = gamepad.axes[406];
756     let rightDPadAxisY99 = gamepad.axes[407];
757
758     let leftDPadAxisX100 = gamepad.axes[408];
759     let leftDPadAxisY100 = gamepad.axes[409];
760
761     let rightDPadAxisX100 = gamepad.axes[410];
762     let rightDPadAxisY100 = gamepad.axes[411];
763
764     let leftDPadAxisX101 = gamepad.axes[412];
765     let leftDPadAxisY101 = gamepad.axes[413];
766
767     let rightDPadAxisX101 = gamepad.axes[414];
768     let rightDPadAxisY101 = gamepad.axes[415];
769
770     let leftDPadAxisX102 = gamepad.axes[416];
771     let leftDPadAxisY102 = gamepad.axes[417];
772
773     let rightDPadAxisX102 = gamepad.axes[418];
774     let rightDPadAxisY102 = gamepad.axes[419];
775
776     let leftDPadAxisX103 = gamepad.axes[420];
777     let leftDPadAxisY103 = gamepad.axes[421];
778
779     let rightDPadAxisX103 = gamepad.axes[422];
780     let rightDPadAxisY103 = gamepad.axes[423];
781
782     let leftDPadAxisX104 = gamepad.axes[424];
783     let leftDPadAxisY104 = gamepad.axes[425];
784
785     let rightDPadAxisX104 = gamepad.axes[426];
786     let rightDPadAxisY104 = gamepad.axes[427];
787
788     let leftDPadAxisX105 = gamepad.axes[428];
789     let leftDPadAxisY105 = gamepad.axes[429];
790
791     let rightDPadAxisX105 = gamepad.axes[430];
792     let rightDPadAxisY105 = gamepad.axes[431];
793
794     let leftDPadAxisX106 = gamepad.axes[432];
795     let leftDPadAxisY106 = gamepad.axes[433];
796
797     let rightDPadAxisX106 = gamepad.axes[434];
798     let rightDPadAxisY106 = gamepad.axes[435];
799
800     let leftDPadAxisX107 = gamepad.axes[436];
801     let leftDPadAxisY107 = gamepad.axes[437];
802
803     let rightDPadAxisX107 = gamepad.axes[438];
804     let rightDPadAxisY107 = gamepad.axes[439];
805
806     let leftDPadAxisX108 = gamepad.axes[440];
807     let leftDPadAxisY108 = gamepad.axes[441];
808
809     let rightDPadAxisX108 = gamepad.axes[442];
810     let rightDPadAxisY108 = gamepad.axes[443];
811
812     let leftDPadAxisX109 = gamepad.axes[444];
813     let leftDPadAxisY109 = gamepad.axes[445];
814
815     let rightDPadAxisX109 = gamepad.axes[446];
816     let rightDPadAxisY109 = gamepad.axes[447];
817
818     let leftDPadAxisX110 = gamepad.axes[448];
819     let leftDPadAxisY110 = gamepad.axes[449];
820
821     let rightDPadAxisX110 = gamepad.axes[450];
822     let rightDPadAxisY110 = gamepad.axes[451];
823
824     let leftDPadAxisX111 = gamepad.axes[452];
825     let leftDPadAxisY111 = gamepad.axes[453];
826
827     let rightDPadAxisX111 = gamepad.axes[454];
828     let rightDPadAxisY111 = gamepad.axes[455];
829
830     let leftDPadAxisX112 = gamepad.axes[456];
831     let leftDPadAxisY112 = gamepad.axes[457];
832
833     let rightDPadAxisX112 = gamepad.axes[458];
834     let rightDPadAxisY112 = gamepad.axes[459];
835
836     let leftDPadAxisX113 = gamepad.axes[460];
837     let leftDPadAxisY113 = gamepad.axes[461];
838
839     let rightDPadAxisX113 = gamepad.axes[462];
840     let rightDPadAxisY113 = gamepad.axes[463];
841
842     let leftDPadAxisX114 = gamepad.axes[464];
843     let leftDPadAxisY114 = gamepad.axes[465];
844
845     let rightDPadAxisX114 = gamepad.axes[466];
846     let rightDPadAxisY114 = gamepad.axes[467];
847
848     let leftDPadAxisX115 = gamepad.axes[468];
849     let leftDPadAxisY115 = gamepad.axes[469];
850
851     let rightDPadAxisX115 = gamepad.axes[470];
852     let rightDPadAxisY115 = gamepad.axes[471];
853
854     let leftDPadAxisX116 = gamepad.axes[472];
855     let leftDPadAxisY116 = gamepad.axes[473];
856
857     let rightDPadAxisX116 = gamepad.axes[474];
858     let rightDPadAxisY116 = gamepad.axes[475];
859
860     let leftDPadAxisX117 = gamepad.axes[476];
861     let leftDPadAxisY117 = gamepad.axes[477];
862
863     let rightDPadAxisX117 = gamepad.axes[478];
864     let rightDPadAxisY117 = gamepad.axes[479];
865
866     let leftDPadAxisX118 = gamepad.axes[480];
867     let leftDPadAxisY118 = gamepad.axes[481];
868
869     let rightDPadAxisX118 = gamepad.axes[482];
870     let rightDPadAxisY118 = gamepad.axes[483];
871
872     let leftDPadAxisX119 = gamepad.axes[484];
873     let leftDPadAxisY119 = gamepad.axes[485];
874
875     let rightDPadAxisX119 = gamepad.axes[486];
876     let rightDPadAxisY119 = gamepad.axes[487];
877
878     let leftDPadAxisX120 = gamepad.axes[488];
879     let leftDPadAxisY120 = gamepad.axes[489];
880
881     let rightDPadAxisX120 = gamepad.axes[490];
882     let rightDPadAxisY120 = gamepad.axes[491];
883
884     let leftDPadAxisX121 = gamepad.axes[492];
885     let leftDPadAxisY121 = gamepad.axes[493];
886
887     let rightDPadAxisX121 = gamepad.axes[494];
888     let rightDPadAxisY121 = gamepad.axes[495
```

```
107  console.log(event.gamepad);
108
109  updateControllerList();
110 });
111
112 window.addEventListener("gamepaddisconnected", (event) => {
113  console.log("A gamepad disconnected:");
114  console.log(event.gamepad);
115
116  updateControllerList();
117 });
118
119
120
121
122 // Lets the user select which connected controller to use
123 function updateControllerList() {
124  let inner = ""
125
126  let pads = navigator.getGamepads();
127  console.log(pads);
128
129  for (let i = 0; i < pads.length; i++) {
130    const element = pads[i];
131    if (element === null)
132      continue;
133    if (selectedControllerIndex == i) {
134      inner += "<li onclick=\"onControllerSelected(" + i + ")\"><strong>" +
135      element.id + "</strong></li>";
136    } else {
137      inner += "<li onclick=\"onControllerSelected(" + i + ")\">" + element.id +
138      "</li>";
139    }
140  }
141
142  document.getElementById("controllerList").innerHTML = inner;
143
144 // gets called when a Controller gets selected in the List
145 function onControllerSelected(index) {
146  selectedControllerIndex = index;
147  updateControllerList();
148 }
```

```
148
149
150 let lastX1 = 0, lastX2 = 0, lastY1 = 0, lastY2 = 0;
151 function controllerFunc() {
152     if (!document.getElementById("controllerEnabled").checked)
153         return;
154
155     let pads = navigator.getGamepads();
156     if (pads === null || pads === undefined || pads[selectedControllerIndex] === null
157         || pads[selectedControllerIndex] === undefined)
158         return;
159     x1 = Math.floor(pads[selectedControllerIndex].axes[0] * 1023);
160     y1 = -Math.floor(pads[selectedControllerIndex].axes[1] * 1023);
161     x2 = Math.floor(pads[selectedControllerIndex].axes[2] * 1023);
162     y2 = -Math.floor(pads[selectedControllerIndex].axes[3] * 1023);
163
164     if (Math.abs(x1) < 200)
165         x1 -= x1;
166     if (Math.abs(y1) < 200)
167         y1 -= y1;
168     if (Math.abs(x2) < 200)
169         x2 -= x2;
170     if (Math.abs(y2) < 200)
171         y2 -= y2;
172
173     if (lastX1 != x1 || lastY1 != y1 || lastX2 != x2 || lastY2 != y2) {
174         console.log(x1 + ", " + y1 + " : " + x2 + ", " + y2);
175         if (ws.readyState == WebSocket.OPEN) {
176             let buf = new Int16Array([0, x1, y1, x2, y2])
177             ws.send(buf);
178         }
179         lastX1 = x1;
180         lastX2 = x2;
181         lastY1 = y1;
182         lastY2 = y2;
183     }
184
185 }
186 //endregion
187
188 //#region >>> Keyboard Control
189 let dirX = 0;
```

```
190 let dirY = 0;
191 let rotX = 0;
192 //a: 65, s: 83, d:68, w:87
193 document.addEventListener('keydown', function (event) {
194     let c = event.keyCode;
195     switch (event.keyCode) {
196         case 65:
197             dirX = -1;
198             break;
199         case 68:
200             dirX = 1;
201             break;
202         case 87:
203             dirY = 1;
204             break;
205         case 83:
206             dirY = -1;
207             break;
208         case 39:
209             rotX = 1;
210             break;
211         case 37:
212             rotX = -1;
213             break;
214         case 27:
215             dirY = 0;
216             dirX = 0;
217             break;
218         default:
219             break;
220     }
221
222     if (lastX1 != dirX * 1023 || lastY1 != dirY * 1023 || lastX2 != rotX * 1023 ||
223         lastY2 != 0) {
224         console.log(dirX * 1023 + ", " + dirY * 1023 + " : " + rotX * 1023 + ", " + 0);
225         if (ws.readyState == WebSocket.OPEN) {
226             let buf = new Int16Array([0, dirX * 1023, dirY * 1023, rotX * 1023, 0])
227             ws.send(buf);
228         }
229         lastX1 = dirX * 1023;
230         lastY1 = dirY * 1023;
231         lastX2 = rotX * 1023;
232         lastY2 = 0;
233     }
234 }
```

```
232     }
233
234     // console.log("x: " + dirX + " y: " + dirY);
235 });
236
237 document.addEventListener('keyup', function (event) {
238     let c = event.keyCode;
239     switch (event.keyCode) {
240         case 65:
241         case 68:
242             dirX = 0;
243             break;
244         case 87:
245         case 83:
246             dirY = 0;
247             break;
248         case 39:
249         case 37:
250             rotX = 0;
251             break;
252         default:
253             break;
254     }
255     console.log("x: " + dirX + " y: " + dirY);
256
257     if (lastX1 != dirX * 1023 || lastY1 != dirY * 1023 || lastX2 != rotX * 1023 ||
258         lastY2 != 0) {
259         console.log(dirX * 1023 + ", " + dirY * 1023 + " : " + rotX * 1023 + ", " + 0);
260         if (ws.readyState == WebSocket.OPEN) {
261             let buf = new Int16Array([0, dirX * 1023, dirY * 1023, rotX * 1023, 0])
262             ws.send(buf);
263         }
264         lastX1 = dirX * 1023;
265         lastY1 = dirY * 1023;
266         lastX2 = rotX * 1023;
267         lastY2 = 0;
268     }
269 });
270
271
272
273 function sendSpeed() {
```

```
274 console.log("speed");
275 let arr = new Int16Array([2, Math.random() * 4048, Math.random() * 4048]);
276 let arr2 = new Int16Array([1,
277     Math.random() * 1023, Math.random() * 1023, Math.random() * 1023,
278     Math.random() * 1023, Math.random() * 1023, Math.random() * 1023,
279     Math.random() * 1023, Math.random() * 1023, Math.random() * 1023]);
280 ws.send(arr);
281 ws.send(arr2);
282 }
```

Listing A.9: code.js

```
1 html {
2     font-family: Helvetica;
3     display: inline-block;
4     margin: 0px auto;
5     text-align: center;
6 }
7 h1{
8     color: #0F3376;
9     padding: 2vh;
10 }
11 p{
12     font-size: 1.5rem;
13 }
14 .button {
15     display: inline-block;
16     background-color: #008CBA;
17     border: none;
18     border-radius: 4px;
19     color: white;
20     padding: 16px 40px;
21     text-decoration: none;
22     font-size: 30px;
23     margin: 2px;
24     cursor: pointer;
25 }
26
27 .buttonsmall {
28     display: inline-block;
29     background-color: #008CBA;
30     border: none;
```

```
31 border-radius: 4px;  
32 color: white;  
33 padding: 8px 20px;  
34 text-decoration: none;  
35 font-size: 16px;  
36 margin: 2px;  
37 cursor: pointer;  
38 }  
39  
40 .button2 {  
41 background-color: #f44336;  
42 }  
43  
44 .wrapper {  
45 display: flex;  
46 }  
47  
48 .left {  
49 flex: 0 0 65%;  
50 }  
51  
52 .right {  
53 flex: 1;  
54 }
```

Listing A.10: style.css

B Technische Zeichnungen

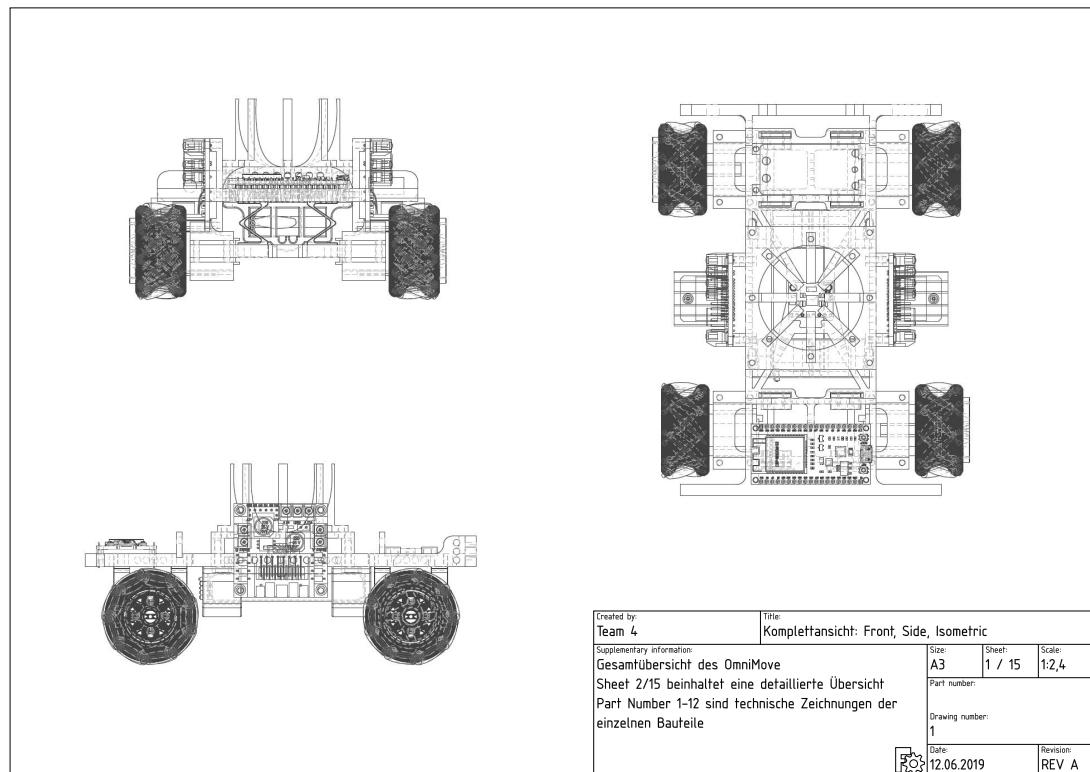


Abbildung B.1: Komplettansicht

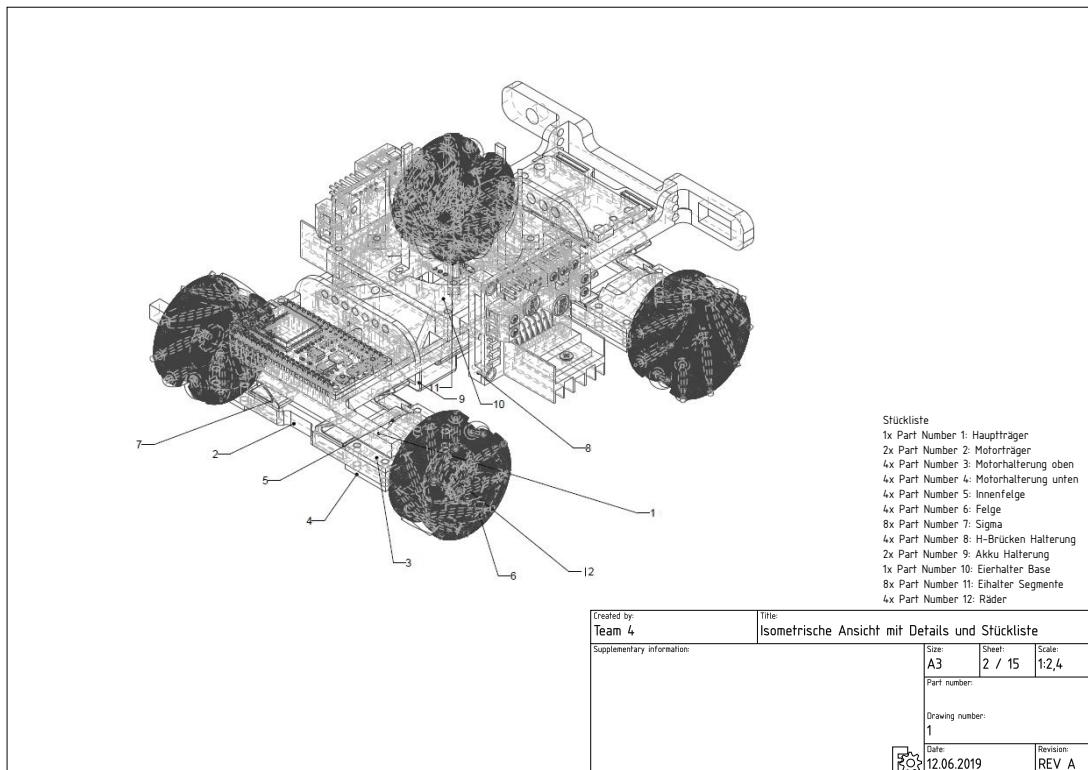


Abbildung B.2: Isometrisch und Stückliste

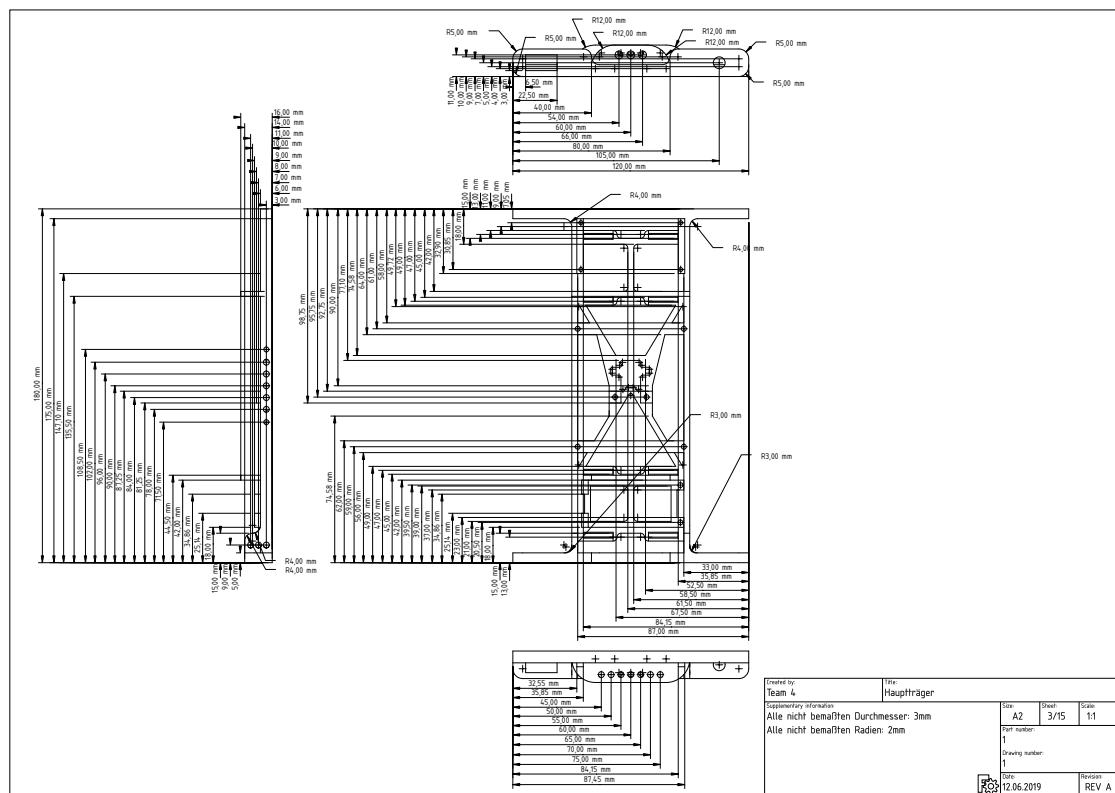


Abbildung B.3: Hauptträger

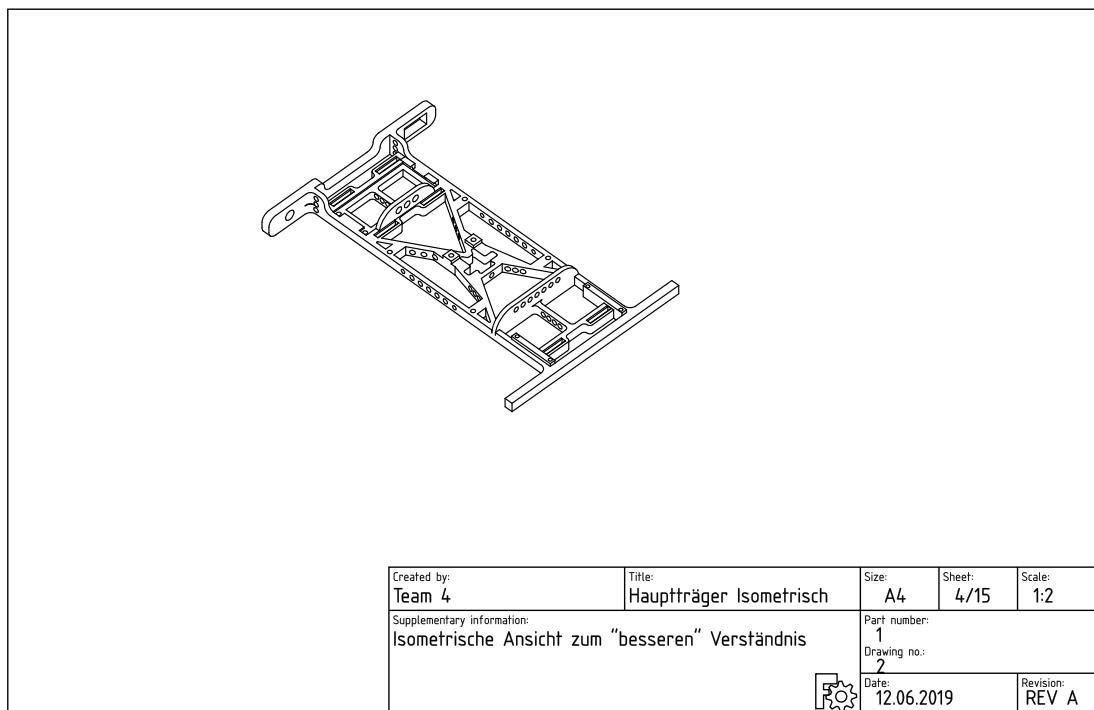


Abbildung B.4: Hauptträger Isometrisch

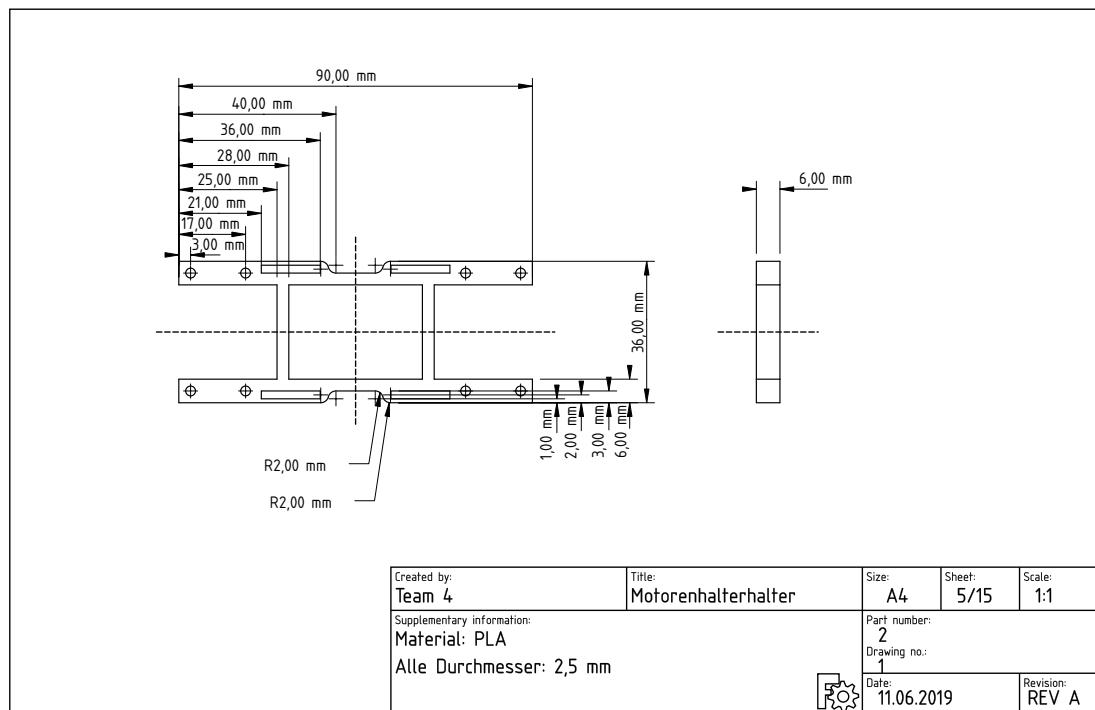


Abbildung B.5: Motorenhalterhalter

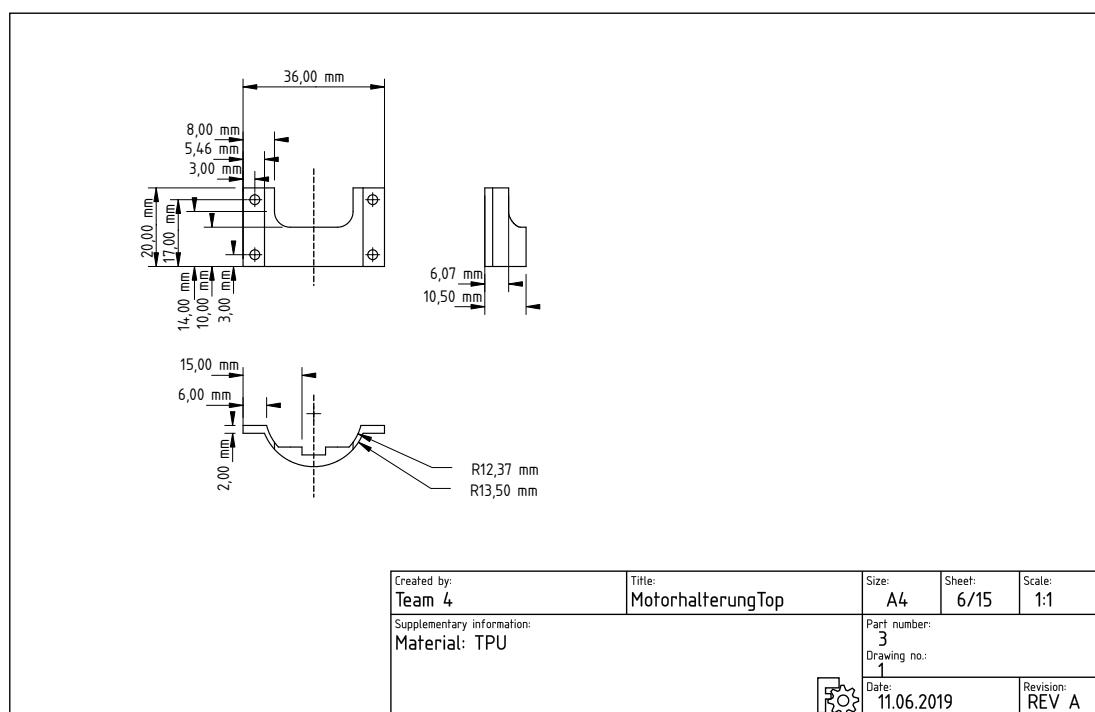


Abbildung B.6: Motorenhalterung Oben

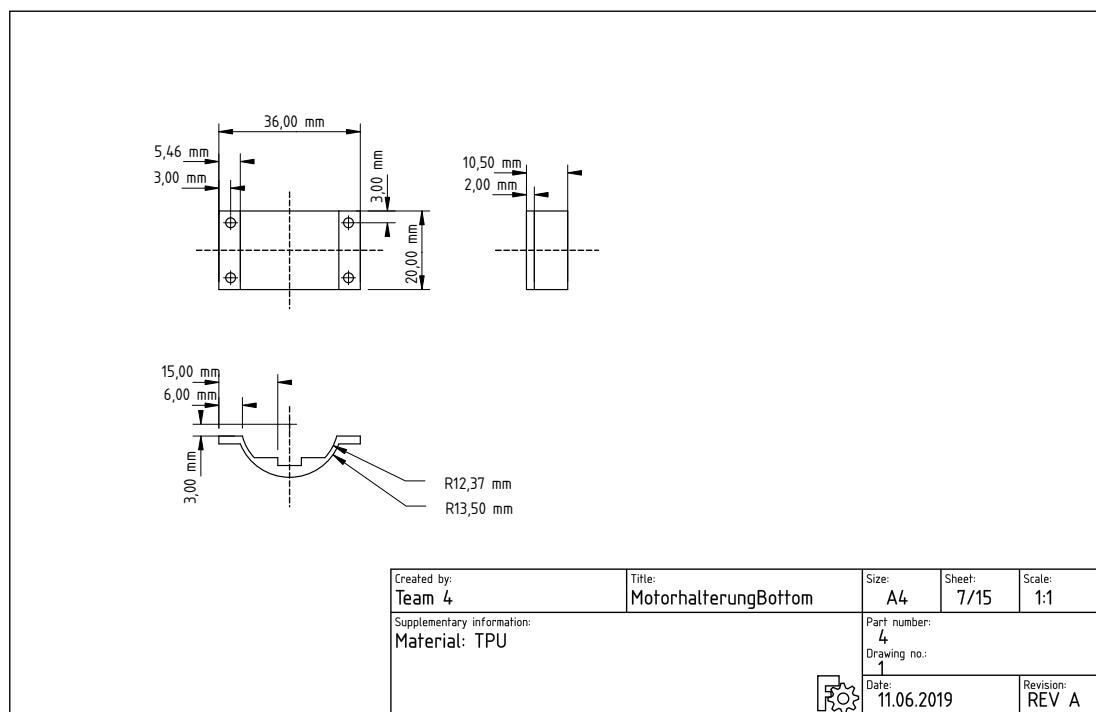


Abbildung B.7: Motorenhalterung Unten

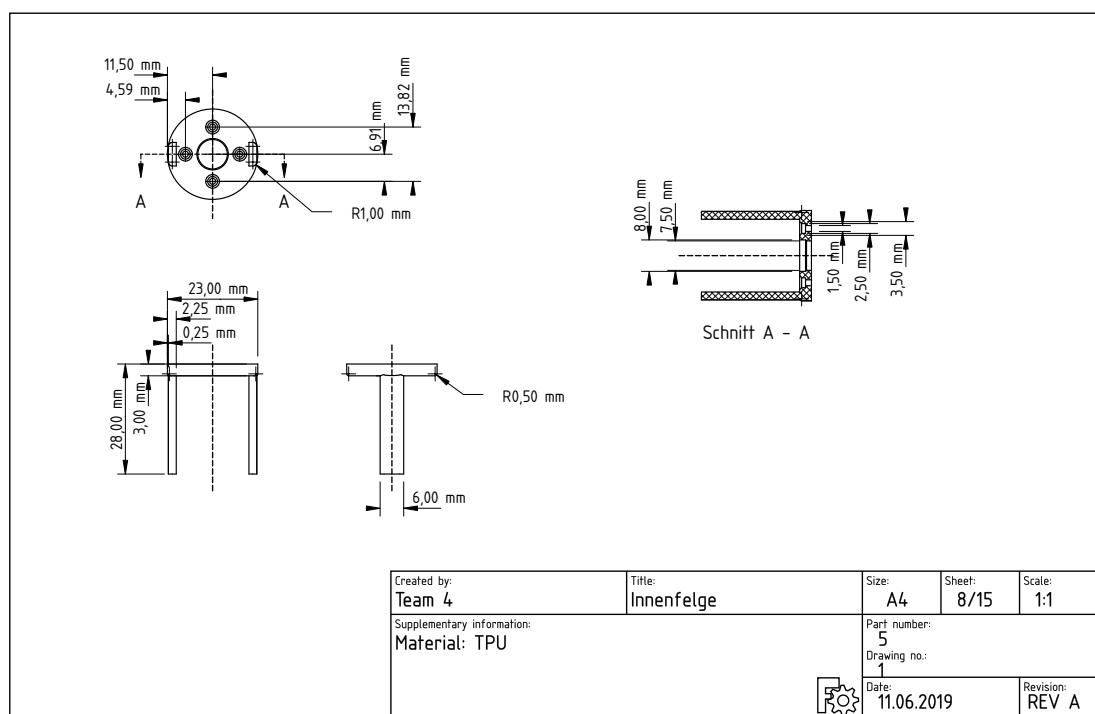


Abbildung B.8: Innenfelge

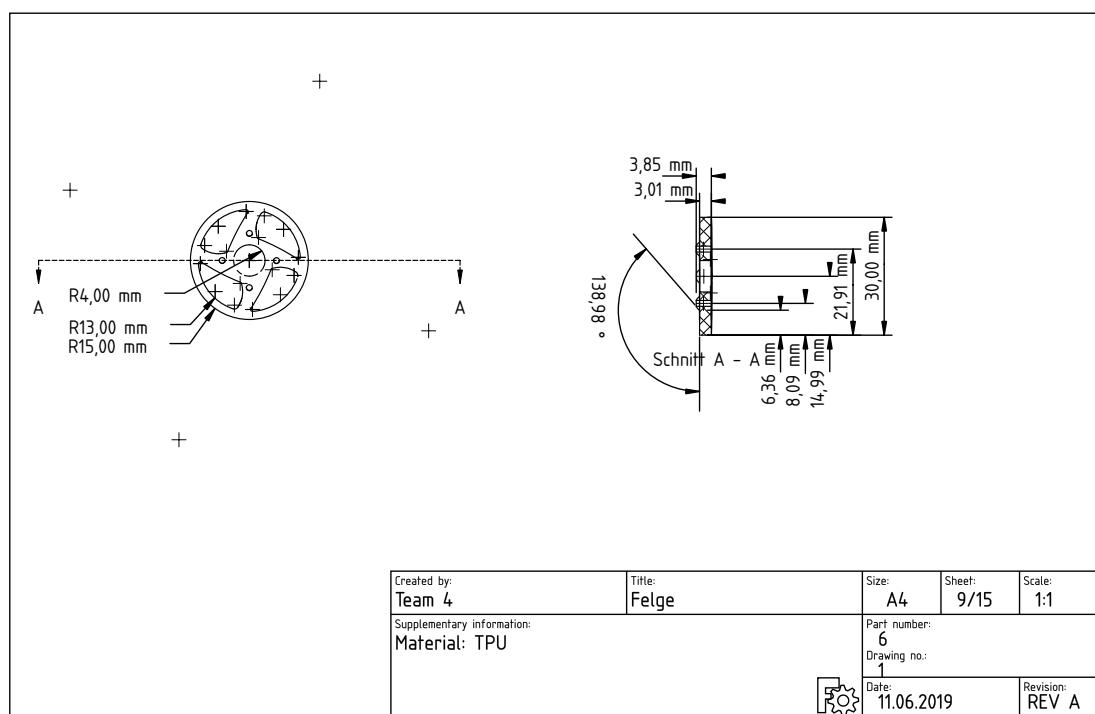


Abbildung B.9: Felge

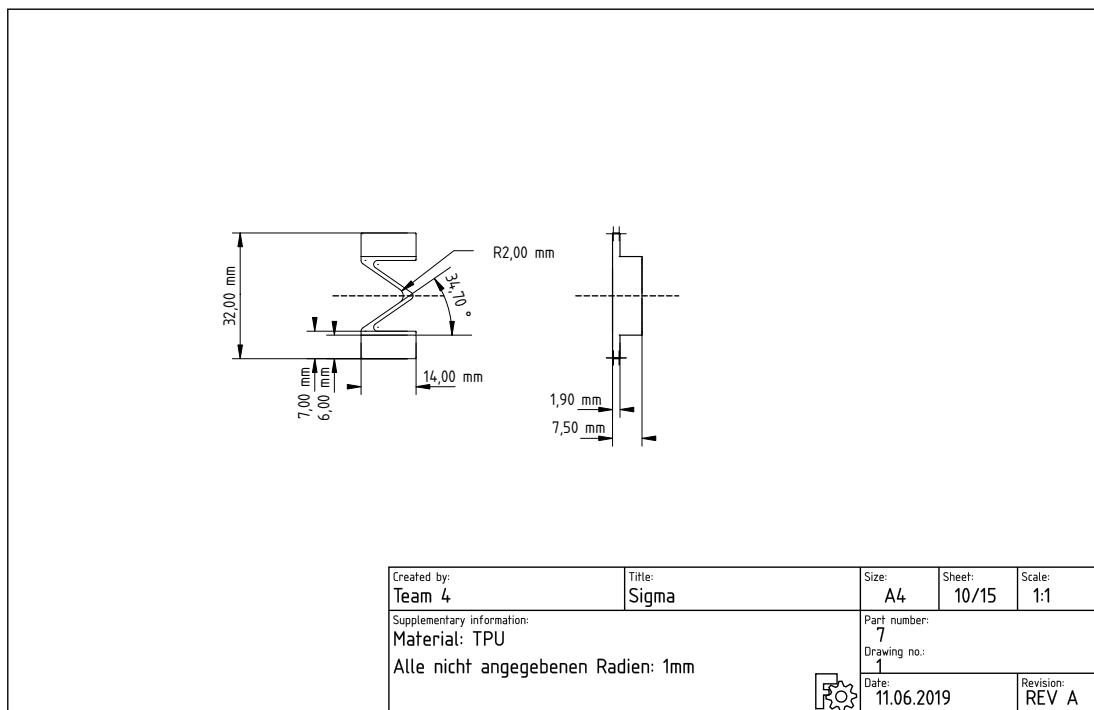


Abbildung B.10: Sigma

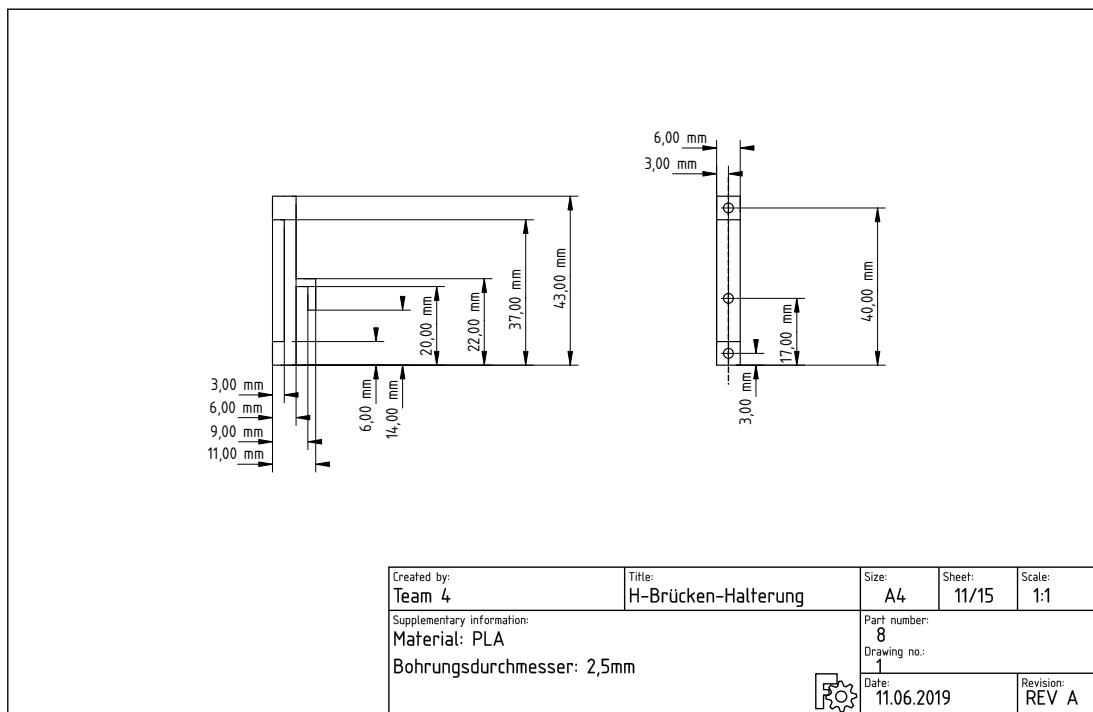


Abbildung B.11: H-Brücken-Halterung

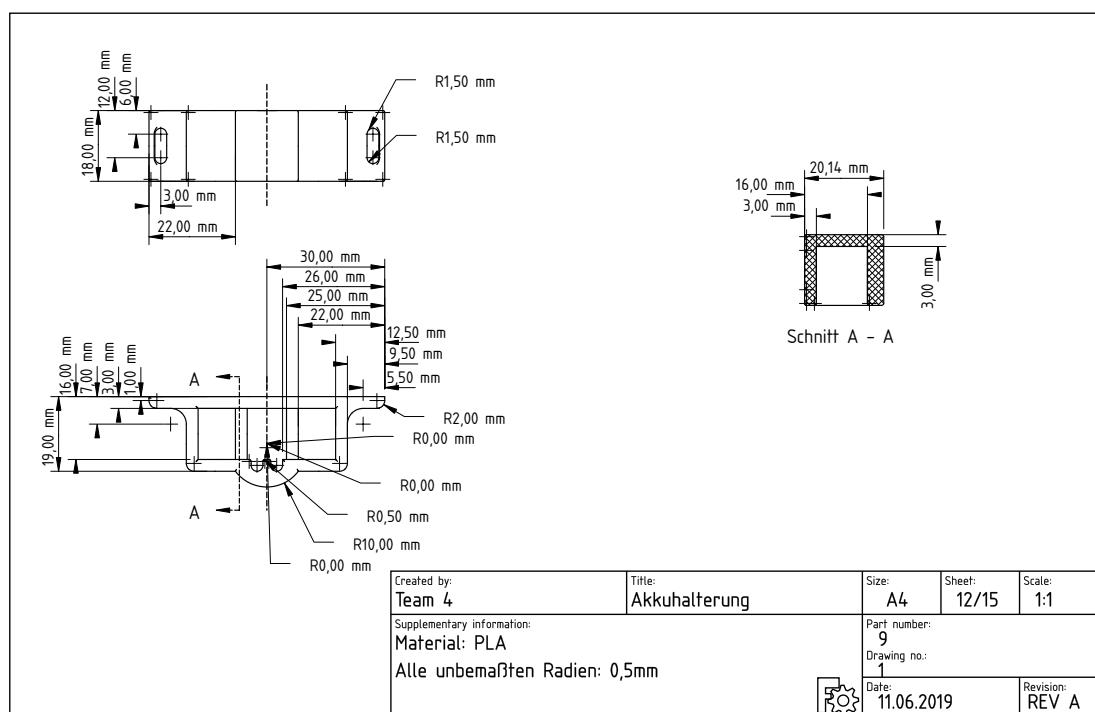


Abbildung B.12: Akkuhalterung

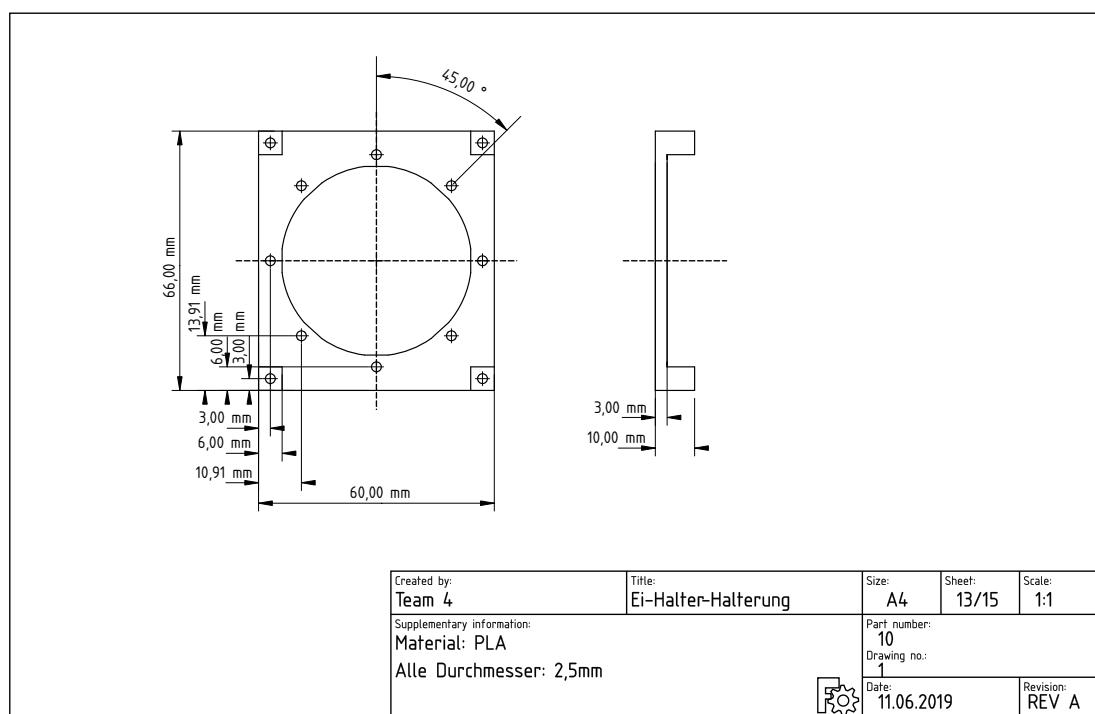


Abbildung B.13: Ei-Halterung-Halterung

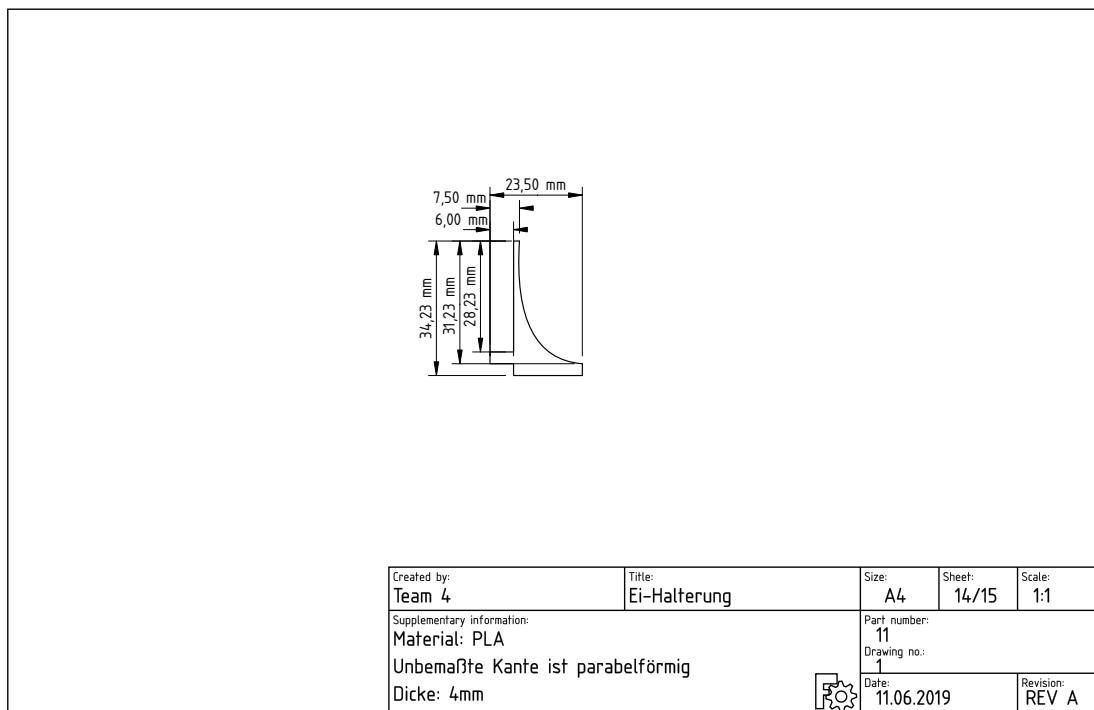


Abbildung B.14: Ei-Halterung

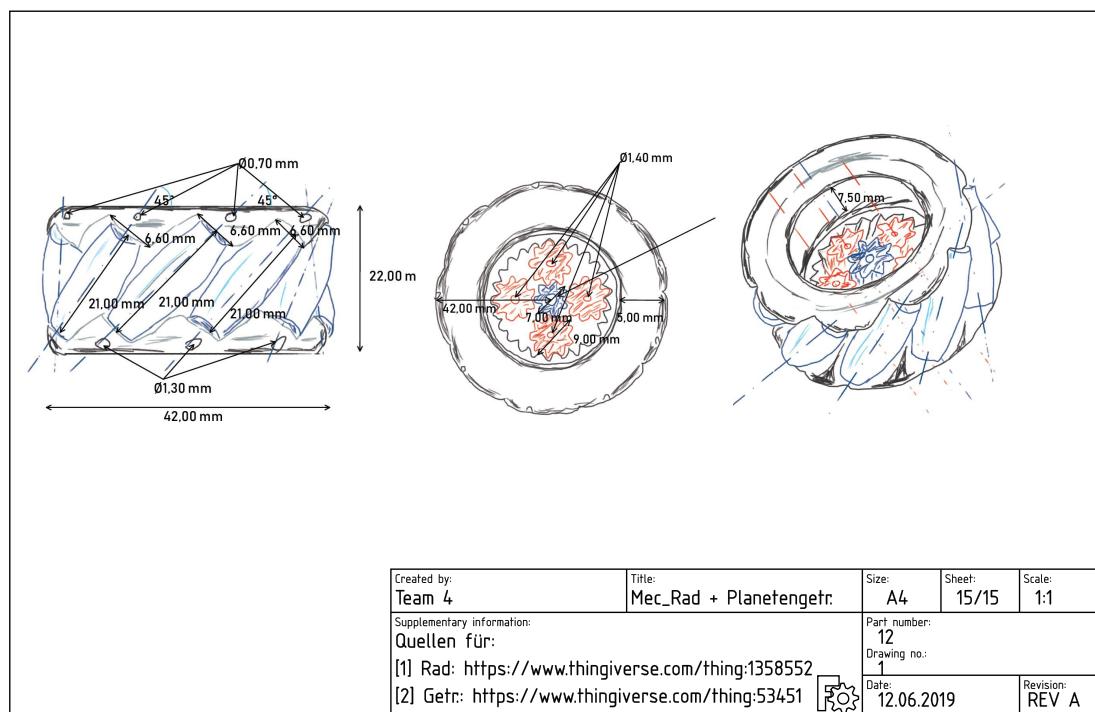


Abbildung B.15: Reifen und Planetengetriebe

C Software und Konfigurationsdateien

Beispieltext

C.1 Software A

C.2 Software B

Beispieltext

Literaturverzeichnis

- [1] ADOBE (Hrsg.): *Adobe Reader - Herunterladen.* <http://www.adobe.de/products/acrobat/readstep2.html>: Adobe, August 2005. – Der PDF-Betrachter Acrobat Reader
- [2] GHOSTVIEW (Hrsg.): *Ghostscript, Ghostview and GSview.* <http://www.cs.wisc.edu/~ghost>: Ghostview, August 2005. – Welcome to the Home Page for Ghostscript, an interpreter for the PostScript language and for PDF, and related software and documentation.
- [3] IMAGEMAGICK STUDIO LLC (Hrsg.): *ImageMagick: Convert, Edit and Compose Images.* <http://www.imagemagick.org/script/index.php>: ImageMagick Studio LLC, August 2005. – ImageMagick, version 6.2.3, is a free software suite to create, edit, and compose bitmap images. It can read, convert and write images in a large variety of formats.
- [4] KDE (Hrsg.): *Kile - an integrated LaTeX environment.* <http://kile.sourceforge.net>: KDE, August 2005. – Homepage der LaTeX-Entwicklungsumgebung Kile für KDE bzw. GNU/Linux
- [5] KOPKA, Helmut: *Latex Einführung.* 3. Addison Wesley, 2000 (Scientific Tools). – 521 Seiten
- [6] SOURCEFORGE (Hrsg.): *MiKTeX Project Page.* <http://www.miktex.org>: Sourceforge, August 2005. – MiKTeX is an up-to-date TeX implementation for the Windows operating system.
- [7] SOURCEFORGE (Hrsg.): *Project: TeXnicCenter: Summary.* <http://sourceforge.net/projects/texniccenter>: Sourceforge, August 2005. – Projektseite der Software TeXnicCenter, einer Entwicklungsumgebung für LaTeX-dokumente unter Microsoft Windows

- [8] TOOLSCENTER.ORG (Hrsg.): *TeXnicCenter*. <http://www.texniccenter.org>: ToolsCenter.org, August 2005. – Homepage des Projektes TeXnicCenter, einer Entwicklungsumgebung für LaTeXdokumente unter Microsoft Windows
- [9] UNIVERSITÄT GIESSEN (Hrsg.): *Kochbuch für LaTeX*. <http://www.uni-giessen.de/hrz/tex/cookbook/cookbook.html>: Universität Gießen, Januar 1995. – Dieser Text beschreibt in Form eines Kochbuches LaTeX-Textteile.
- [10] VRODO (Hrsg.): *Testberichte und News zu AR-Brillen*. <https://vrodo.de/augmented-reality-brillen-vergleich/>: VRODO, Dezember 2018

Listings

A.1	communication.cpp	16
A.2	communication.h	17
A.3	movement.cpp	18
A.4	movement.h	22
A.5	util.cpp	24
A.6	util.h	26
A.7	main.cpp	26
A.8	index.html	29
A.9	code.js	32
A.10	style.css	39

Abbildungsverzeichnis

3.1	Aufruf von <code>latex</code>	9
3.2	Aufruf von <code>pdflatex</code>	9
3.3	Bildschirmfoto <code>kile</code>	10
3.4	Bildschirmfoto <code>texniccenter</code>	11
B.1	Komplettansicht	41
B.2	Isometrisch und Stückliste	42
B.3	Hauptträger	43
B.4	Hauptträger Isometrisch	44
B.5	Motorenhalterhalter	45
B.6	Motorenhalterung Oben	46
B.7	Motorenhalterung Unten	47
B.8	Innenfelge	48
B.9	Felge	49
B.10	Sigma	50
B.11	H-Brücken-Halterung	51
B.12	Akkuhalterung	52
B.13	Ei-Halterung-Halterung	53
B.14	Ei-Halterung	54
B.15	Reifen und Planetengetriebe	55

Tabellenverzeichnis

3.1	Benötigte Programme unter Windows	6
3.2	Benötigte Programme unter GNU/Linux	7
3.3	Kommandos zum manuellen L ^A T _E X-Aufruf	8
3.4	Relevante Dateien im Paket	12