**DIPLOMARBEIT**

Gesamtprojekt

**FPV-Drohne**

**Elektronik FPV-Drohne**

Marcel Bieder 5AHEL

**Softwareentwicklung FPV-Drohne**

Maximilian Lendl 5AHEL

**CAD-Entwicklung & Datenübertragung**

Ben Heinicke 5AHEL

**Entwicklung einer APP für Smartphone & Videoübertragung**

Sebastian Hinterberger 5AHEL

Betreuer: Dipl.-Ing. Josef Reisinger

Schuljahr 2023/24

Abgabevermerk:

Datum: 02.04.2024 übernommen von:

****

**Höhere Technische Bundeslehranstalt Hollabrunn**

**Höhere Lehranstalt für Elektronik und Technische Informatik**

**EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG**

**Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht habe.**

**Marcel Bieder**

**Maximilian Lendl**

**Ben Heinicke**

**Sebastian Hinterberger**

Hollabrunn, am 02.04.2024

**HINWEISE**

Die vorliegende Diplomarbeit wurde in Zusammenarbeit mit der Firma **Dronetech Austria** ausgeführt.

oder

Die vorliegende Diplomarbeit wurde für die Abteilung Elektronik und Technische Informatik der HTL Hollabrunn ausgeführt.

Die in dieser Diplomarbeit entwickelten Prototypen und Software-Produkte dürfen ganz oder auch in Teilen von Privatpersonen oder Firmen nur dann in Verkehr gebracht werden, wenn sie diese selbst geprüft und für den vorgesehenen Verwendungszweck für geeignet befunden haben.

Es wird keinerlei Haftung übernommen für irgendwelche Schäden, die aus der Nutzung der hier entwickelten oder beschriebenen Bestandteile des Projekts resultieren.

Für alle Entwicklungen gilt die GNU General Public License [http://www.gnu.org/licenses/gpl.html] der Free Software Foundation, Boston, USA in der Version 3.

Die Diplomarbeit erfüllt die “Standards für Ingenieur- und Technikerprojekte” entsprechend dem Rundschreiben Nr. 60 aus 1999 des BMBWK (GZ.17.600/101-II/2b/99).

[https://www.bmb.gv.at/ministerium/rs/1999\_60.html]

SCHLÜSSELBEGRIFFE

DANKSAGUNGEN

Reisinger, Wihsböck, Kauer, Stoll, Dronetech Austria (Daniel Stoiber),

**DIPLOMARBEIT**

**DOKUMENTATION**

|  |  |
| --- | --- |
| Namen der  Verfasser/innen |  |
| Jahrgang  Schuljahr |  |
| Thema der Diplomarbeit |  |
| Kooperationspartner |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Aufgabenstellung |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Realisierung |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Ergebnisse |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Typische Grafik, Foto etc.  (mit Erläuterung) |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Teilnahme an Wettbewerben,  Auszeichnungen |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Möglichkeiten der Einsichtnahme in die Arbeit | HTL Hollabrunn  Anton Ehrenfriedstraße 10  2020 Hollabrunn |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Approbation  (Datum / Unterschrift) | Prüfer/Prüferin | Direktor/Direktorin  Abteilungsvorstand/Abteilungsvorständin |

**DIPLOMA THESIS**

**Documentation**

|  |  |
| --- | --- |
| Author(s) |  |
| Form  Academic year |  |
| Topic |  |
| Co-operation partners |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Assignment of tasks |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Realisation |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Results |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Illustrative graph, photo  (incl. explanation) |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Participation in competitions  Awards |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Accessibility of  final project thesis | HTL Hollabrunn  Anton Ehrenfriedstraße 10  2020 Hollabrunn |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Approval  (Date / Signature) | Examiner/s | Head of Department / College |

DA Antrag und unterschriebene Erklärung aus der Diplomarbeitsdatenbank einfügen

Inhaltsverzeichnis

[1 Einleitung 15](#_Toc157764674)

[1.1 Projektziel 15](#_Toc157764675)

[1.2 Gesamtüberblick 15](#_Toc157764676)

[2 Grundlagen Drohnenflug 16](#_Toc157764677)

[2.1 Inertial Measurement Unit (IMU) 16](#_Toc157764678)

[2.1.1 Gyroskop 16](#_Toc157764679)

[2.1.2 Accelerometer 16](#_Toc157764680)

[2.1.3 Magnetometer 16](#_Toc157764681)

[2.1.4 Barometer 16](#_Toc157764682)

[2.2 Lagewinkel 16](#_Toc157764683)

[2.2.1 Throttle 16](#_Toc157764684)

[2.2.2 Pitch 16](#_Toc157764685)

[2.2.3 Roll 16](#_Toc157764686)

[2.2.4 Yaw 16](#_Toc157764687)

[2.2.5 Komplementärfilter 16](#_Toc157764688)

[2.3 PID-Regler 16](#_Toc157764689)

[2.3.1 P-Glied 16](#_Toc157764690)

[2.3.2 I-Glied 16](#_Toc157764691)

[2.3.3 D-Glied 16](#_Toc157764692)

[2.3.4 Einstellen der Regelparameter 16](#_Toc157764693)

[3 Mechanischer Aufbau 17](#_Toc157764694)

[3.1.1 FPV – Drohne Gesamtaufbau 17](#_Toc157764695)

[3.1.2 3D – Modelle 17](#_Toc157764696)

[*3.1.2.1* Propellerschutz 17](#_Toc157764697)

[*3.1.2.2* Groundstation 17](#_Toc157764698)

[4 Elektronik FPV-Drohne (BIE) 18](#_Toc157764699)

[4.1 Allgemeines 18](#_Toc157764700)

[4.1.1 Grundlegendes Hardwarekonzept 18](#_Toc157764701)

[4.1.2 Anforderungen 18](#_Toc157764702)

[4.1.3 Komponentenauswahl 18](#_Toc157764703)

[4.2 Flight Controller 18](#_Toc157764704)

[4.2.1 Allgemeines 18](#_Toc157764705)

[4.2.2 Spannungsversorgungskonzept 18](#_Toc157764706)

[4.2.3 Mikrocontroller 18](#_Toc157764707)

[4.2.4 Altium PCB Design 18](#_Toc157764708)

[4.2.5 Pinbelegung 18](#_Toc157764709)

[4.3 Electronic Speed Controller (ESC) 18](#_Toc157764710)

[4.3.1 Übersicht 18](#_Toc157764711)

[4.3.2 Aufbau 18](#_Toc157764712)

[4.3.3 Funktionsweise 18](#_Toc157764713)

[4.3.4 Technische Daten 18](#_Toc157764714)

[4.4 Motoren 18](#_Toc157764715)

[4.4.1 Übersicht 18](#_Toc157764716)

[4.4.2 Aufbau 18](#_Toc157764717)

[4.4.3 Funktionsweise 18](#_Toc157764718)

[4.4.4 Technische Daten 18](#_Toc157764719)

[4.5 Receiver Fernsteuerung 18](#_Toc157764720)

[4.5.1 Übersicht 18](#_Toc157764721)

[4.5.2 Funktionsweise 18](#_Toc157764722)

[4.5.3 Technische Daten 18](#_Toc157764723)

[4.6 Video Transmitter (VTx) 18](#_Toc157764724)

[4.6.1 Übersicht 18](#_Toc157764725)

[4.6.2 Funktionsweise 18](#_Toc157764726)

[4.6.3 Technische Daten 18](#_Toc157764727)

[4.7 Live Kamera 18](#_Toc157764728)

[4.7.1 Übersicht 19](#_Toc157764729)

[4.7.2 Funktionsweise 19](#_Toc157764730)

[4.7.3 Technische Daten 19](#_Toc157764731)

[4.8 VR-Brille 19](#_Toc157764732)

[4.8.1 Übersicht 19](#_Toc157764733)

[4.8.2 Funktionsweise 19](#_Toc157764734)

[5 Steuerungssoftware 20](#_Toc157764735)

[5.1 Einführung HAL-Library und STM32CubeMX 20](#_Toc157764736)

[5.2 Softwarearchitektur 20](#_Toc157764737)

[5.3 Fernsteuerung 20](#_Toc157764738)

[5.3.1 Konfiguration 20](#_Toc157764739)

[5.3.2 Unterstützte Protokolle 21](#_Toc157764740)

[*5.3.2.1* PPM 21](#_Toc157764741)

[*5.3.2.2* S.Bus 21](#_Toc157764742)

[5.3.2.3 I.Bus 21](#_Toc157764743)

[5.3.3 Empfängersoftware 21](#_Toc157764744)

[5.4 Inertial Measurement Unit (IMU) 21](#_Toc157764745)

[5.4.1 I²C Protokoll 21](#_Toc157764746)

[5.4.2 Gyroskop und Accelerometer - MPU9250 21](#_Toc157764747)

[*5.4.2.1* Initialisierung 21](#_Toc157764748)

[*5.4.2.2* Einlesen der Daten 21](#_Toc157764749)

[*5.4.2.3* Komplementärfilter 21](#_Toc157764750)

[5.4.3 Luftdrucksensor - BMP280 21](#_Toc157764751)

[*5.4.3.1* Initialisierung 21](#_Toc157764752)

[*5.4.3.2* Einlesen der Daten 21](#_Toc157764753)

[*5.4.3.3* Berechnung der Höhe 21](#_Toc157764754)

[5.4.4 Magnetometer - AK8963 21](#_Toc157764755)

[*5.4.4.1* Initialisierung 21](#_Toc157764756)

[*5.4.4.2* Einlesen der Daten 21](#_Toc157764757)

[5.5 Smart Battery Monitor - DS2438 21](#_Toc157764758)

[5.5.1 One-Wire Protokoll 21](#_Toc157764759)

[5.5.2 Spannung monitoring 21](#_Toc157764760)

[5.6 Abstandssensor - HCSR04 (Ben) 21](#_Toc157764761)

[5.6.1 Funktionsweise 21](#_Toc157764762)

[5.6.2 Code 21](#_Toc157764763)

[5.7 Motoransteuerung 21](#_Toc157764764)

[5.7.1 Motorstrom auslesen 21](#_Toc157764765)

[5.7.2 DShot Protokoll 21](#_Toc157764766)

[5.8 PID-Regler 21](#_Toc157764767)

[5.8.1 Hover Modus 21](#_Toc157764768)

[5.8.2 Failsafe 21](#_Toc157764769)

[5.9 Terminal Ausgabe für Debugging 21](#_Toc157764770)

[5.10 Status - LEDs 22](#_Toc157764771)

[6 Datenübertragung der Mess- und Videodaten (Ben) 23](#_Toc157764772)

[6.1 Überblick Datenübertragung 23](#_Toc157764773)

[6.2 Kommunikation: Flight Controller und Sender 23](#_Toc157764774)

[*6.2.1 Aufbau Sendermodul (VTx)* 23](#_Toc157764775)

[6.2.2 ASK – Modulation 23](#_Toc157764776)

[6.2.3 Transmit – Programm auf Cortex µC 23](#_Toc157764777)

[*6.2.3.1* Gleitkommadarstellung (memcpy) 23](#_Toc157764778)

[*6.2.3.2* Code 23](#_Toc157764779)

[*6.2.4* Testen der Übertragung 23](#_Toc157764780)

[6.3 Kommunikation: Sender und Empfänger 23](#_Toc157764781)

[6.3.1 Aufbau Empfängermodul 23](#_Toc157764782)

[6.3.2 Verbindungsaufbau 23](#_Toc157764783)

[6.3.3 Testen der Übertragung 23](#_Toc157764784)

[6.4 Kommunikation: Empfänger und Raspberry Pi 23](#_Toc157764785)

[6.4.1 Empfangsprogramm auf Raspberry Pi 23](#_Toc157764786)

[*6.4.1.1* UART auf dem Raspberry Pi 23](#_Toc157764787)

[6.4.1.2 Code 23](#_Toc157764788)

[6.4.1 Senden der Daten auf dem MQTT-Server 23](#_Toc157764789)

[6.5 Testen der Datenübertragungskette 23](#_Toc157764790)

[7 Visualisierungs-App 24](#_Toc157764791)

[7.1 Applikation 24](#_Toc157764792)

[7.1.1 Einführung – Dart / Flutter - Framework 24](#_Toc157764793)

[7.1.1.1 Allgemeines 24](#_Toc157764794)

[7.1.1.2 Pub Dev / Package Installer 24](#_Toc157764795)

[7.1.1.3 Dart Syntax 24](#_Toc157764796)

[7.1.1.4 State Management 24](#_Toc157764797)

[7.1.1.4.1 Stateful vs. Stateless Widgets 24](#_Toc157764798)

[7.1.1.4.2 Provider 24](#_Toc157764799)

[7.1.2 Allgemeines zur App 24](#_Toc157764800)

[7.1.2.1 Usersystem 24](#_Toc157764801)

[7.1.2.2 Datenvisualiserung 24](#_Toc157764802)

[7.1.2.3 3D-Model-Viewer 24](#_Toc157764803)

[7.1.2.4 Livestream-Viewer 24](#_Toc157764804)

[7.1.3 UI-Konzept 24](#_Toc157764805)

[7.1.4 Projektstruktur und -umgebung 24](#_Toc157764806)

[7.1.4.1 Editor – Visual Studio Code 24](#_Toc157764807)

[7.1.4.2 Flutter Installation 24](#_Toc157764808)

[7.1.4.3 Projekterstellung 24](#_Toc157764809)

[7.1.4.4 Projektstruktur 24](#_Toc157764810)

[7.1.4.5 Packages 24](#_Toc157764811)

[7.1.4.5.1 Pubspec.yaml 24](#_Toc157764812)

[7.1.4.5.2 Installieren neuer Packages 24](#_Toc157764813)

[7.1.5 Splash + Willkommensscreen 25](#_Toc157764814)

[7.1.5.1 Native Splash Screen 25](#_Toc157764815)

[7.1.5.2 Willkommensbildschirm 25](#_Toc157764816)

[7.1.5.3 Logo-Design 25](#_Toc157764817)

[7.1.6 Login + Registrierung 25](#_Toc157764818)

[7.1.6.1 E-Mail-Login 25](#_Toc157764819)

[7.1.6.2 Google-Login 25](#_Toc157764820)

[7.1.6.3 Passwort vergessen 25](#_Toc157764821)

[7.1.6.4 Registrierung 25](#_Toc157764822)

[7.1.7 Homepage 25](#_Toc157764823)

[7.1.7.1 Bottom Navigation Bar / GNav-Bar 25](#_Toc157764824)

[7.1.7.2 Serverdatendialog 25](#_Toc157764825)

[7.1.7.3 Flugdatenvisualisierung 25](#_Toc157764826)

[7.1.7.3.1 MQTT-Datenstreams 25](#_Toc157764827)

[7.1.7.3.2 Syncfusion Cartesian Charts 25](#_Toc157764828)

[7.1.7.3.3 Echtzeitdaten + Animierte Diagramme 25](#_Toc157764829)

[7.1.7.3.4 Speicherung der Daten 25](#_Toc157764830)

[7.1.7.4 3D-Model-Viewer 25](#_Toc157764831)

[7.1.7.4.1 Flutter Cube 25](#_Toc157764832)

[7.1.7.4.2 MQTT-Datenstream 25](#_Toc157764833)

[7.1.7.4.3 3D-Dronenmodell 25](#_Toc157764834)

[7.1.7.4.3.1 Optimierungen in Blender 25](#_Toc157764835)

[7.1.7.4.4 Extrabedienungen 25](#_Toc157764836)

[Live-View 25](#_Toc157764837)

[7.1.7.4.5 VLC-Plugin 25](#_Toc157764838)

[7.1.7.4.6 Darstellung eines Netzwerkstreams 25](#_Toc157764839)

[7.1.7.4.7 Video-Overlay 25](#_Toc157764840)

[7.1.8 Sidemenu / Drawer 25](#_Toc157764841)

[7.1.8.1 Userprofil 25](#_Toc157764842)

[7.1.8.1.1 Darstellung der Userdaten 25](#_Toc157764843)

[7.1.8.1.2 Profilbildauswahl 25](#_Toc157764844)

[7.1.8.1.3 Änderung der Userdaten 26](#_Toc157764845)

[7.1.8.2 Credits 26](#_Toc157764846)

[7.1.8.3 Vorherige Flüge 26](#_Toc157764847)

[7.1.8.3.1 Darstellung aller gespeicherten Flüge 26](#_Toc157764848)

[7.1.8.3.2 Sortiermöglichkeiten 26](#_Toc157764849)

[7.1.8.3.3 Einsicht in vorherigen Flug 26](#_Toc157764850)

[7.1.8.4 Einstellungen 26](#_Toc157764851)

[7.1.8.4.1 Dark- / Light-Mode 26](#_Toc157764852)

[7.1.8.4.2 3D-Model Ausrichtung 26](#_Toc157764853)

[7.1.8.5 Logout´ 26](#_Toc157764854)

[7.2 Firebase Backend 26](#_Toc157764855)

[7.2.1 Installation via Firebase CLI 26](#_Toc157764856)

[7.2.1.1.1 Firebase CLI – Setup 26](#_Toc157764857)

[7.2.1.1.2 Firebase für Dart / Flutter aktivieren 26](#_Toc157764858)

[7.2.1.1.3 Flutter App mit Flutterfire konfigurieren 26](#_Toc157764859)

[7.2.2 Einbindung in Flutter 26](#_Toc157764860)

[7.2.2.1.1 Flutterfire Configure 26](#_Toc157764861)

[7.2.2.1.2 Benutzten Firebase Packages hinzufügen 26](#_Toc157764862)

[7.2.3 Nutzen der verschiedenen Datenbanksysteme 26](#_Toc157764863)

[7.2.3.1 Auth 26](#_Toc157764864)

[7.2.3.1.1 E-Mail + Passwort – Login 26](#_Toc157764865)

[7.2.3.1.2 Google Login 26](#_Toc157764866)

[7.2.3.2 Firestore Database 26](#_Toc157764867)

[7.2.3.2.1 Struktur 26](#_Toc157764868)

[7.2.3.2.2 Allgemeine Userdaten 26](#_Toc157764869)

[7.2.3.2.3 Flugdaten 26](#_Toc157764870)

[7.2.3.2.4 Einstellungen 26](#_Toc157764871)

[7.2.3.3 Realtime Database 26](#_Toc157764872)

[7.2.3.3.1 Allgemein 26](#_Toc157764873)

[7.2.3.3.2 Sinn der verschiedenen Flags 27](#_Toc157764874)

[7.2.3.4 Storage 27](#_Toc157764875)

[7.2.3.4.1 Allgemein 27](#_Toc157764876)

[7.2.3.4.2 Referenz zu User in Firestore 27](#_Toc157764877)

[8 Videostreaming 27](#_Toc157764878)

[8.1 Allgemeiner Aufbau 27](#_Toc157764879)

[8.1.1 Anforderungen 27](#_Toc157764880)

[8.1.2 Übertragungskette 27](#_Toc157764881)

[8.2 CADFPX Analog Kamera 27](#_Toc157764882)

[8.2.1 Allgemein 27](#_Toc157764883)

[8.2.2 Produktinformationen 27](#_Toc157764884)

[8.2.3 Verwendungszweck 27](#_Toc157764885)

[8.2.4 Verbindungstest via USB-Camera App 27](#_Toc157764886)

[8.3 USB2.0 VHS Video Grabber 27](#_Toc157764887)

[8.4 RTMP-Server via NGINX aufsetzen 27](#_Toc157764888)

[8.4.1 RTMP Allgemein 27](#_Toc157764889)

[8.4.2 NGINX 27](#_Toc157764890)

[8.4.2.1 Allgemein 27](#_Toc157764891)

[8.4.2.2 Installation 27](#_Toc157764892)

[8.4.2.3 RTMP-Konfiguration 27](#_Toc157764893)

[8.4.2.4 Serverstatus einsehen 27](#_Toc157764894)

[8.5 RTMP-Stream erstellen 27](#_Toc157764895)

[8.5.1 FFMPEG Allgemein 27](#_Toc157764896)

[8.5.2 Aufbau der Konvertierung 27](#_Toc157764897)

[8.5.2.1 Simple Konvertierung 27](#_Toc157764898)

[8.5.2.2 Optimierungen 27](#_Toc157764899)

[8.5.2.2.1 Encodervergleich 27](#_Toc157764900)

[8.5.2.2.2 Optimierungsflags 27](#_Toc157764901)

[8.5.2.2.3 Unoptimiert vs. Optimiert 28](#_Toc157764902)

[9 Videoserver-Port Forwarding 28](#_Toc157764903)

[9.1 Allgemein 28](#_Toc157764904)

[9.2 Routereinstellungen 28](#_Toc157764905)

[9.3 Kontakt mit Routerfirma zur Freischaltung 28](#_Toc157764906)

[9.4 Testen der Ports 28](#_Toc157764907)

[9.4.1 Portchecker.co 28](#_Toc157764908)

[9.5 Testen des Videostreams 28](#_Toc157764909)

[9.5.1 VLC-Player 28](#_Toc157764910)

[9.5.1.1 Devicestream direkt testen 28](#_Toc157764911)

[9.5.1.2 Netzwerkstream im selben Netzwerk 28](#_Toc157764912)

[9.5.1.3 Netzwerkstream via Public IP 28](#_Toc157764913)

[10 Ergebnisse 28](#_Toc157764914)

[11 Anhang 29](#_Toc157764915)

[11.1.1 Einführung CAD – Software (Fusion 360) (Ben) 29](#_Toc157764916)

[*11.1.1.1* UI und Projekterstellung 29](#_Toc157764917)

[*11.1.1.2* Skizze anfertigen 29](#_Toc157764918)

[*11.1.1.3* Körper erstellen 29](#_Toc157764919)

[*11.1.1.4* Schrift und Bilder einfügen 29](#_Toc157764920)

[11.1.2 3D – Druck (Ben) 29](#_Toc157764921)

[*11.1.2.1* 3D – Drucker 29](#_Toc157764922)

[*11.1.2.2* Filamente 29](#_Toc157764923)

[11.1.2.3 3D – Drucker Software (Ultimaker Cura) 29](#_Toc157764924)

[11.1.3 Inbetriebnahme Anleitung 29](#_Toc157764925)

[11.1.4 Projektplan 29](#_Toc157764926)

[11.1.5 Projektkosten 29](#_Toc157764927)

[11.1.6 Projekttagebuch 29](#_Toc157764928)

[12 Quellen 30](#_Toc157764929)

[12.1 Gedruckte Medien 30](#_Toc157764930)

[12.2 Online 30](#_Toc157764931)

[13 Verzeichnis der Abbildungen 31](#_Toc157764932)

[14 Begleitprotokoll 32](#_Toc157764933)

[15 Anhang 33](#_Toc157764934)

[15.1 — Projektdokumentation (Kostendarstellung, Besprechungsprotokolle etc.) 33](#_Toc157764935)

[15.2 — Technische Dokumentation (technische Beschreibungen, Berechnungen, 33](#_Toc157764936)

[15.3 Konstruktionszeichnungen, Versuchsberichte, betriebswirtschaftliche Kalkulationen etc.) 33](#_Toc157764937)

[15.4 Schaltungen, Zeichnungssätze, sonstiges 33](#_Toc157764938)

# Einleitung

## Projektziel

## Gesamtüberblick

# Grundlagen Drohnenflug

## Inertial Measurement Unit (IMU)

### Gyroskop

### Accelerometer

### Magnetometer

### Barometer

## Lagewinkel

### Throttle

### Pitch

### Roll

### Yaw

### Komplementärfilter

## PID-Regler

### P-Glied

### I-Glied

### D-Glied

### Einstellen der Regelparameter

# Mechanischer Aufbau

### FPV – Drohne Gesamtaufbau

### 3D – Modelle

#### Propellerschutz

#### Groundstation

# Elektronik FPV-Drohne (BIE)

## Allgemeines

### Grundlegendes Hardwarekonzept

### Anforderungen

### Komponentenauswahl

## Flight Controller

### Allgemeines

### Spannungsversorgungskonzept

### Mikrocontroller

### Altium PCB Design

### Pinbelegung

## Electronic Speed Controller (ESC)

### Übersicht

### Aufbau

### Funktionsweise

### Technische Daten

## Motoren

### Übersicht

### Aufbau

### Funktionsweise

### Technische Daten

## Receiver Fernsteuerung

### Übersicht

### Funktionsweise

### Technische Daten

## Video Transmitter (VTx)

### Übersicht

### Funktionsweise

### Technische Daten

## Live Kamera

### Übersicht

### Funktionsweise

### Technische Daten

## VR-Brille

### Übersicht

### Funktionsweise

# Steuerungssoftware

## Einführung HAL-Library und STM32CubeMX

## Softwarearchitektur

Übersicht Blockschaltbild

+ Erklärung

## Fernsteuerung

### Konfiguration

Verbindung mit Empfänger

Einstellungen in Fernsteuerung

Switch Error Erklärung

System Setting

Function Setting

### Unterstützte Protokolle

#### PPM

#### S.Bus

#### I.Bus

### Empfängersoftware

## Inertial Measurement Unit (IMU)

### I²C Protokoll

### Gyroskop und Accelerometer - MPU9250

#### Initialisierung

#### Einlesen der Daten

#### Komplementärfilter

### Luftdrucksensor - BMP280

#### Initialisierung

#### Einlesen der Daten

#### Berechnung der Höhe

### Magnetometer - AK8963

#### Initialisierung

#### Einlesen der Daten

## Smart Battery Monitor - DS2438

### One-Wire Protokoll

### Spannung monitoring

## Abstandssensor - HCSR04 (Ben)

### Funktionsweise

### Code

## Motoransteuerung

### Motorstrom auslesen

### DShot Protokoll

## PID-Regler

### Hover Modus

### Failsafe

## Terminal Ausgabe für Debugging

## Status - LEDs

# Datenübertragung der Mess- und Videodaten (Ben)

## Überblick Datenübertragung

Blockschaltbild und schaltung

## Kommunikation: Flight Controller und Sender

### *Aufbau Sendermodul (VTx)*

### ASK – Modulation

Überblick und wieso nicht verwendet

### Transmit – Programm auf Cortex µC

#### Gleitkommadarstellung (memcpy)

#### Code

### Testen der Übertragung

+ probleme

## Kommunikation: Sender und Empfänger

### Aufbau Empfängermodul

### Verbindungsaufbau

### Testen der Übertragung

## Kommunikation: Empfänger und Raspberry Pi

### Empfangsprogramm auf Raspberry Pi

#### UART auf dem Raspberry Pi

#### Code

### Senden der Daten auf dem MQTT-Server

## Testen der Datenübertragungskette

# Visualisierungs-App

## Applikation

### Einführung – Dart / Flutter - Framework

#### Allgemeines

#### Pub Dev / Package Installer

#### Dart Syntax

#### State Management

##### Stateful vs. Stateless Widgets

##### Provider

### Allgemeines zur App

#### Usersystem

#### Datenvisualiserung

#### 3D-Model-Viewer

#### Livestream-Viewer

### UI-Konzept

### Projektstruktur und -umgebung

#### Editor – Visual Studio Code

#### Flutter Installation

#### Projekterstellung

#### Projektstruktur

#### Packages

##### Pubspec.yaml

##### Installieren neuer Packages

### Splash + Willkommensscreen

#### Native Splash Screen

#### Willkommensbildschirm

#### Logo-Design

### Login + Registrierung

#### E-Mail-Login

#### Google-Login

#### Passwort vergessen

#### Registrierung

### Homepage

#### Bottom Navigation Bar / GNav-Bar

#### Serverdatendialog

#### Flugdatenvisualisierung

##### MQTT-Datenstreams

##### Syncfusion Cartesian Charts

##### Echtzeitdaten + Animierte Diagramme

##### Speicherung der Daten

#### 3D-Model-Viewer

##### Flutter Cube

##### MQTT-Datenstream

##### 3D-Dronenmodell

###### Optimierungen in Blender

##### Extrabedienungen

#### Live-View

##### VLC-Plugin

##### Darstellung eines Netzwerkstreams

##### Video-Overlay

### Sidemenu / Drawer

#### Userprofil

##### Darstellung der Userdaten

##### Profilbildauswahl

##### Änderung der Userdaten

#### Credits

#### Vorherige Flüge

##### Darstellung aller gespeicherten Flüge

##### Sortiermöglichkeiten

##### Einsicht in vorherigen Flug

#### Einstellungen

##### Dark- / Light-Mode

##### 3D-Model Ausrichtung

#### Logout´

## Firebase Backend

### Installation via Firebase CLI

##### Firebase CLI – Setup

##### Firebase für Dart / Flutter aktivieren

##### Flutter App mit Flutterfire konfigurieren

### Einbindung in Flutter

##### Flutterfire Configure

##### Benutzten Firebase Packages hinzufügen

### Nutzen der verschiedenen Datenbanksysteme

#### Auth

##### E-Mail + Passwort – Login

##### Google Login

#### Firestore Database

##### Struktur

##### Allgemeine Userdaten

##### Flugdaten

##### Einstellungen

#### Realtime Database

##### Allgemein

##### Sinn der verschiedenen Flags

#### Storage

##### Allgemein

##### Referenz zu User in Firestore

# Videostreaming

## Allgemeiner Aufbau

### Anforderungen

### Übertragungskette

## CADFPX Analog Kamera

### Allgemein

### Produktinformationen

### Verwendungszweck

### Verbindungstest via USB-Camera App

## USB2.0 VHS Video Grabber

## RTMP-Server via NGINX aufsetzen

### RTMP Allgemein

### NGINX

#### Allgemein

#### Installation

#### RTMP-Konfiguration

#### Serverstatus einsehen

## RTMP-Stream erstellen

### FFMPEG Allgemein

### Aufbau der Konvertierung

#### Simple Konvertierung

#### Optimierungen

##### Encodervergleich

##### Optimierungsflags

##### Unoptimiert vs. Optimiert

# Videoserver-Port Forwarding

## Allgemein

## Routereinstellungen

## Kontakt mit Routerfirma zur Freischaltung

## Testen der Ports

### Portchecker.co

## Testen des Videostreams

### VLC-Player

#### Devicestream direkt testen

#### Netzwerkstream im selben Netzwerk

#### Netzwerkstream via Public IP

# Ergebnisse

Entweder Gesamt System irgendwelche Bilder

Oder wenn nicht, dann einzelne Teile die funktionieren zeigen / beschreiben

Das Kapitel ist, um die Ergebnisse zu verkaufen, basically alles was geht

Name könnte sich noch ändern

# Anhang

### Einführung CAD – Software (Fusion 360) (Ben)

#### UI und Projekterstellung

#### Skizze anfertigen

#### Körper erstellen

#### Schrift und Bilder einfügen

### 3D – Druck (Ben)

#### 3D – Drucker

#### Filamente

#### 3D – Drucker Software (Ultimaker Cura)

### Inbetriebnahme Anleitung

### Projektplan

### Projektkosten

### Projekttagebuch

# Quellen

## Gedruckte Medien

Für die Quellenangabe bei Fachbüchern ist, wie nachfolgend dargestellt, vorzugehen (löschen):

Vorname Nachname: Titel. Untertitel. - Verlagsort: Verlag, Jahr.

Vorname Nachname: Titel. Untertitel. Auflage - Verlagsort: Verlag, Jahr.

z.B.:

[REI13] Jürgen Reichhardt: Lehrbuch Digitaltechnik - Eine Einführung mit VHDL  
 3. Auflage, München: Oldenbourg Verlag, 2013  
 ISBN: 978-3-486-72765-4

## Online

Für die Quellenangabe von Suchergebenisse in Internet ist, wie nachfolgend dargestellt, vorzugehen (löschen):

Vorname Nachname des Autors: Titel. Online in Internet: URL: www – Adresse, Datum.

(Autor und Titel wenn vorhanden, Online in Internet: www-Adresse, Datum auf jeden Fall )

z.B.:

[APA17] Apache Foundation: The Maven Project

<http://maven.apache.org/>

(Letzter Aufruf: 17.12.2017)

[TOR91] Linus Torvalds: Linux announcement

<https://web.archive.org/web/20100104211620/http://www.linux.org/people/linus_post.html>

(Erstellt: 25.08.1991, Letzter Aufruf: 17.12.2017)

# Verzeichnis der Abbildungen

# Begleitprotokoll

# Anhang

## — Projektdokumentation (Kostendarstellung, Besprechungsprotokolle etc.)

## — Technische Dokumentation (technische Beschreibungen, Berechnungen,

## Konstruktionszeichnungen, Versuchsberichte, betriebswirtschaftliche Kalkulationen etc.)

## Schaltungen, Zeichnungssätze, sonstiges