

Projekt 1a: Abschlusspräsentation

Isabell Albrecht, Erik Engelhardt, Oliver Kochan, Florian
Steffens

Hochschule für angewandte Wissenschaften – Hamburg

14. Januar 2020

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgu

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

Einleitung

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgu

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

Wetterstation - Projekt 1a

Isabell Albrecht,
Erik Engelhardt,
Oliver Kochan,
Florian Steffens



Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte Komponenten

Fazit

Isabell Albrecht,
Erik Engelhardt,
Oliver Kochan,
Florian Steffens

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

Live-Demo

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgu

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

Anforderungen

Anforderungen 1/2 - Sensoren

Isabell Albrecht,
Erik Engelhardt,
Oliver Kochan,
Florian Steffens

Sensoren

- ▶ Temperatur (2x)
- ▶ Luftdruck
- ▶ Luftfeuchte
- ▶ Höhe über NN
- ▶ Windrichtung
- ▶ Windgeschwindigkeit

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

Anforderungen 2/2 - Sensoren

Isabell Albrecht,
Erik Engelhardt,
Oliver Kochan,
Florian Steffens

Sensoren

- ▶ Versorgung über Solarenergie
- ▶ Akkupufferung
- ▶ Erfassung des Akku-Zustands (Spannung und Strom)
- ▶ Nachgeführte Solarzelle
- ▶ Automatische Ausrichtung
- ▶ Positionsbestimmung
- ▶ Datenspeicherung auf einer microSD-Karte
- ▶ Drahtlose Kommunikation mit einem PC

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

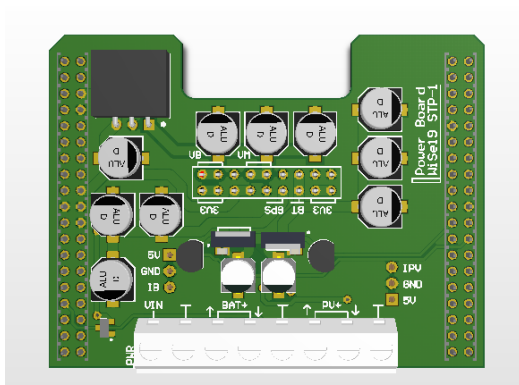
Fazit

Spannungsversorgung

- ▶ Erstellung von zwei Platinen (Power- und Sensorboard)
- ▶ Steckbarer Aufbau
- ▶ Entwurf mit Altium Circuit Maker

Power-Board

Isabell Albrecht,
Erik Engelhardt,
Oliver Kochan,
Florian Steffens



Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgu

Firmware

Nutzeroberfläche

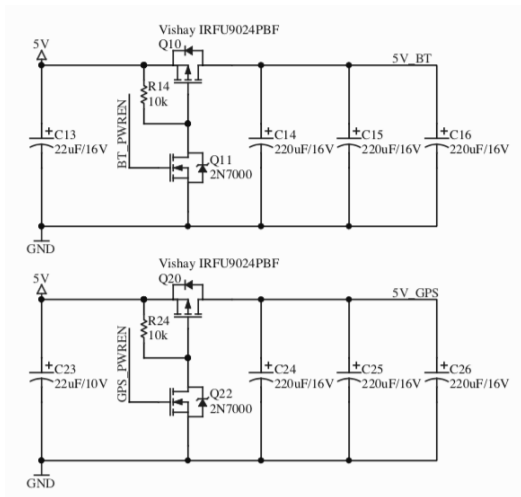
3D gedruckte
Komponenten

Fazit

- ▶ Erzeugung von 5V
- ▶ Messung von Strom und Spannung
- ▶ Energiesparmaßnahmen

Spannungsabschaltung 5V

Isabell Albrecht,
Erik Engelhardt,
Oliver Kochan,
Florian Steffens



Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

Fazit

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgu

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

Firmware

Firmware

Nachführung des Solarpanels

- ▶ Optimierung des Wirkungsgrades durch Nachführung des Panels

Isabell Albrecht,
Erik Engelhardt,
Oliver Kochan,
Florian Steffens

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

Firmware

Nachführung des Solarpanels

Isabell Albrecht,
Erik Engelhardt,
Oliver Kochan,
Florian Steffens

- ▶ Optimierung des Wirkungsgrades durch Nachführung des Panels
 - ▶ Sonnenstand über Aufstellungsort und aktuellen Zeitstempel

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

- ▶ Optimierung des Wirkungsgrades durch Nachführung des Panels
 - ▶ Sonnenstand über Aufstellungsort und aktuellen Zeitstempel
- ▶ Lageregelung unabhängig von der Aufstellungsrichtung

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

- ▶ Optimierung des Wirkungsgrades durch Nachführung des Panels
 - ▶ Sonnenstand über Aufstellungsort und aktuellen Zeitstempel
- ▶ Lageregelung unabhängig von der Aufstellungsrichtung
- ▶ Magnetometer: lokale Störungen kompensiert

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

- ▶ Optimierung des Wirkungsgrades durch Nachführung des Panels
 - ▶ Sonnenstand über Aufstellungsort und aktuellen Zeitstempel
- ▶ Lageregelung unabhängig von der Aufstellungsrichtung
- ▶ Magnetometer: lokale Störungen kompensiert
- ▶ GPS-Ortung und -Zeitsynchronisation

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

- ▶ Optimierung des Wirkungsgrades durch Nachführung des Panels
 - ▶ Sonnenstand über Aufstellungsort und aktuellen Zeitstempel
- ▶ Lageregelung unabhängig von der Aufstellungsrichtung
- ▶ Magnetometer: lokale Störungen kompensiert
- ▶ GPS-Ortung und -Zeitsynchronisation
 - ▶ Auch über Bluetooth konfigurierbar

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

- Kommunikation nutzt AT-Protokoll

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

Nutzeroberfläche

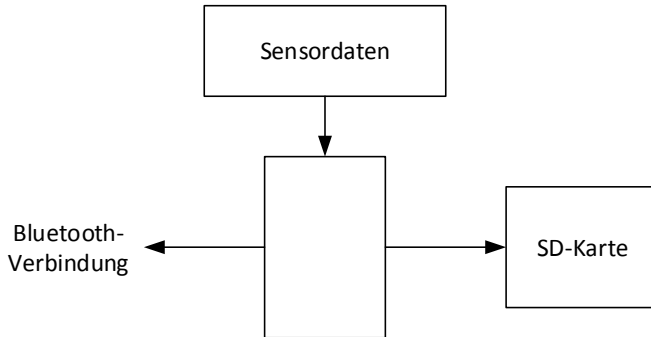
3D gedruckte
Komponenten

Fazit

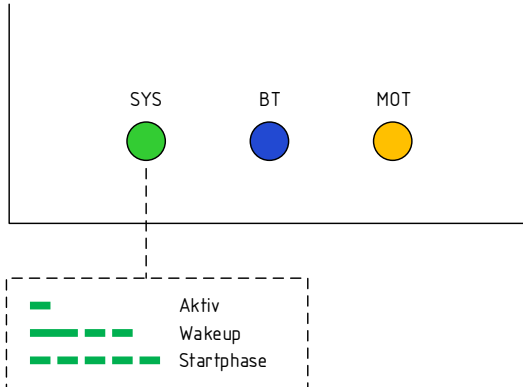
- ▶ Kommunikation nutzt AT-Protokoll
 - ▶ Für Terminaleingabe und Programmverarbeitung geeignet

- ▶ Kommunikation nutzt AT-Protokoll
 - ▶ Für Terminaleingabe und Programmverarbeitung geeignet
- ▶ Serial-over-Bluetooth: Virtueller COM-Port

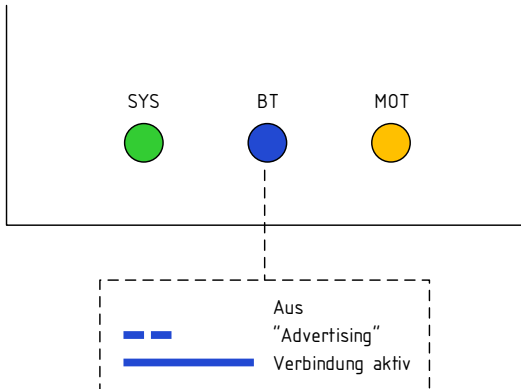
- ▶ Kommunikation nutzt AT-Protokoll
 - ▶ Für Terminaleingabe und Programmverarbeitung geeignet
- ▶ Serial-over-Bluetooth: Virtueller COM-Port
- ▶ Keine speziellen Treiber notwendig



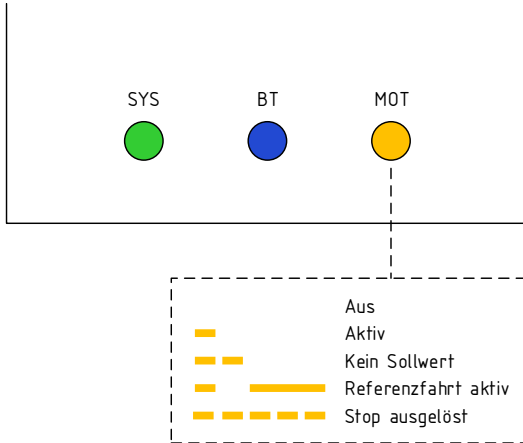
Systemstatus:



Bluetooth Status:



Motorsteuerung Status:



Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgu

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

Nutzeroberfläche

Funktionen

Isabell Albrecht,
Erik Engelhardt,
Oliver Kochan,
Florian Steffens



Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

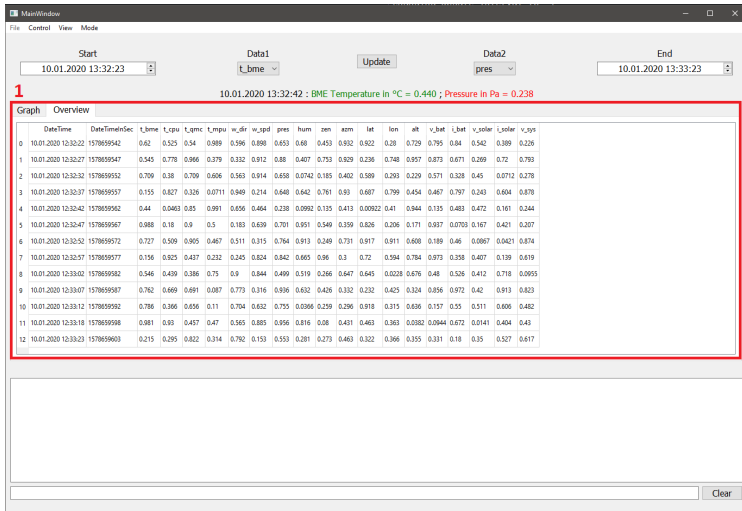
Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

Funktionen

Isabell Albrecht,
Erik Engelhardt,
Oliver Kochan,
Florian Steffens



Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

Geplante Funktionen

Isabell Albrecht,
Erik Engelhardt,
Oliver Kochan,
Florian Steffens

- ▶ Speichern und Laden von Messdaten auf dem Computer
- ▶ Auslagerung der Kommunikation mit der Wetterstation in einen eigenen Task
- ▶ Einstellen der Kommunikationsschnittstelle über die Benutzeroberfläche
- ▶ Benutzerdefinierte Änderung der Position und des Datums / der Zeit über ein Bedienelement

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

Nutzeroberfläche

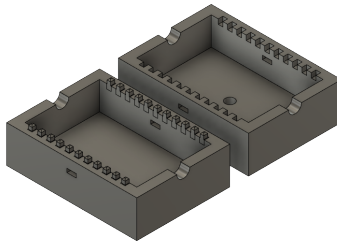
3D gedruckte
Komponenten

Fazit

3D gedruckte Komponenten

Nebengehäuse

- ▶ Sichere Unterbringung von GPS-Modul, Kompass-Modul, und Neigungssensor
- ▶ Befestigung an der Wetterstation mittels Schrauben
- ▶ Befestigung des Deckels mittels Steckverbindung und Kabelbindern



Isabell Albrecht,
Erik Engelhardt,
Oliver Kochan,
Florian Steffens

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

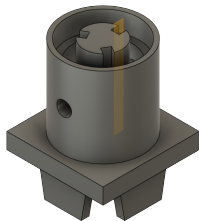
Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

Adapter

- ▶ Für die Verbindung des Masts (Anemometer und Windfahne) mit der Wetterstation
- ▶ Befestigung an der Wetterstation mittels Steckverbindung
- ▶ Verbindung mit dem Mast über Steckverbindung und optionale Schraubverbindung



Isabell Albrecht,
Erik Engelhardt,
Oliver Kochan,
Florian Steffens

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

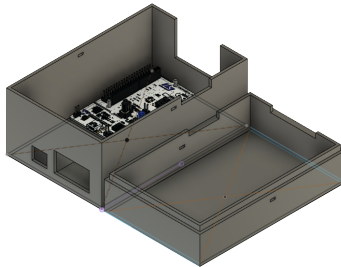
Nutzeroberfläche

**3D gedruckte
Komponenten**

Fazit

Hauptgehäuse

- ▶ Für die Unterbringung des Mikrocontrollers, der Spannungsversorgung und des Motortreibers
- ▶ Befestigung an der Wetterstation mittels Klebverbindung
- ▶ Befestigung des Deckels mittels Steckverbindung und optionalen Kabelbindern



Isabell Albrecht,
Erik Engelhardt,
Oliver Kochan,
Florian Steffens

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgu

Firmware

Nutzeroberfläche

**3D gedruckte
Komponenten**

Fazit

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgu

Firmware

Nutzeroberfläche

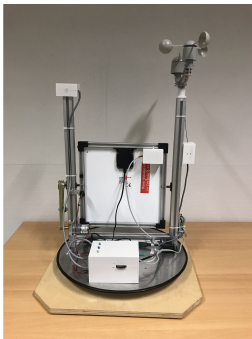
3D gedruckte
Komponenten

Fazit

Fazit

Wetterstation

Isabell Albrecht,
Erik Engelhardt,
Oliver Kochan,
Florian Steffens



Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

- ▶ alle geforderten Messwerte/Sensoren
- ▶ geführte Solarpanel Steuerung
- ▶ sparsamer Betrieb
- ▶ Speicherung auf SD-Karte
- ▶ Kommunikation via Bluetooth
- ▶ Erweiterung um GUI

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

- ▶ nicht Witterungsfest
- ▶ Verbesserung der Panelaufhängung
- ▶ neue Batterie
- ▶ Kabelmanagement

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgung

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

Isabell Albrecht,
Erik Engelhardt,
Oliver Kochan,
Florian Steffens

Einleitung

Live-Demo

Anforderungen

Spannungsversorgu

Firmware

Nutzeroberfläche

3D gedruckte
Komponenten

Fazit

Magnetometer-Kalibrierung

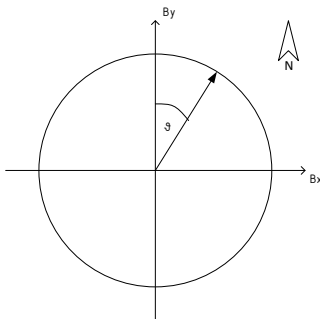
Firmware

Magnetometer-Kalibrierung

- Bedingt durch Berechnung des Winkels über

$$\theta = 180^\circ + \text{atan2}(x, y) \cdot \frac{180^\circ}{\pi}$$

- Für korrekte Winkelbestimmung: Punkte aus X- und Y-Feldstärke kreisförmig um (0, 0)



Isabell Albrecht,
Erik Engelhardt,
Oliver Kochan,
Florian Steffens

Magnetometer-
Kalibrierung

AT-Befehlssatz

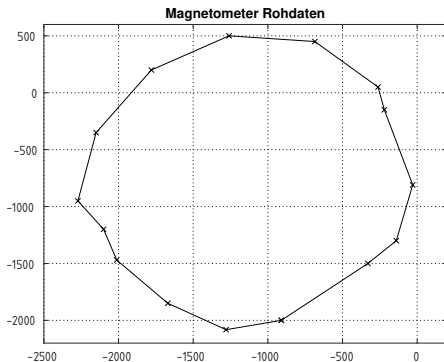
NMEA 0183
(GPS)

Benutzeroberfläche

Firmware

Magnetometer-Kalibrierung

- ▶ Drehung des Turms um 360°
- ▶ Aufzeichnung Minimal-, Maximal- und Mittelwerte der X- und Y-Komponenten des Magnetfeldes



- ▶ Kursberechnung liefert hier falsche Werte

Isabell Albrecht,
Erik Engelhardt,
Oliver Kochan,
Florian Steffens

Magnetometer-
Kalibrierung

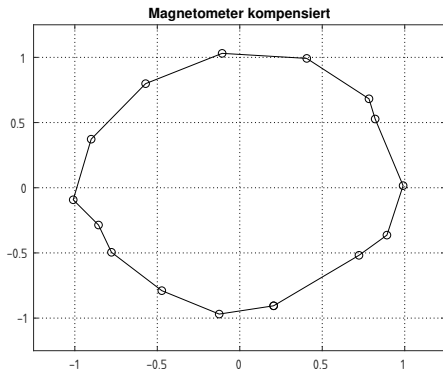
AT-Befehlssatz

NMEA 0183
(GPS)

Benutzeroberfläche

Magnetometer-Kalibrierung

- ▶ Mittelwerte: $(0, 0)$ in den Mittelpunkt der Ellipse
- ▶ Min- und Max-Werte: Ellipse kreisförmig stauchen



- ▶ Sensor für den aktuellen Standpunkt kalibriert

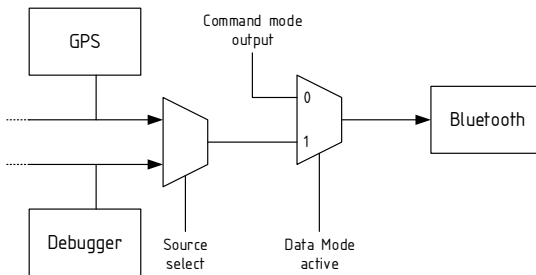
AT-Befehlssatz

Konfiguration der Wetterstation über “AT-Befehle”:

- ▶ AT+CTEMP: Temperaturmesswerte
- ▶ AT+CWIND: Windrichtung und -geschwindigkeit
- ▶ ...
- ▶ AT+CTURN=C: Magnetometer-Kalibrierung starten
- ▶ AT+CTRACK=1: Nachführung aktivieren

Für das Debugging:

- ▶ AT+CDEBUG: Debug-Ausgabe auf Bluetooth umleiten
- ▶ AT+CGNSTST: NMEA 0183 auf Bluetooth umleiten



- ▶ Verlassen über '+++'

NMEA 0183 (GPS)

GPRMC: Minimum recommended GPS/transit data

\$GPRMC,225446.00,A,5355.63,N,01002.26,W,082.5,054.7,031219,020.3,E*4D

Feld	Beschreibung
\$	Startzeichen
GPRMC	Sentence-Typ
225446.00	UTC-Uhrzeit im Format hhmmss.zz
A	Gültigkeit der Daten: A = gültig, V = kein Fix
5355.63,N	Breitengrad im Format ddmm.mm, N = Nord, S = Süd
01002.26,E	Längengrad im Format dddmm.mm, E = Ost, W = West
082.5	Geschwindigkeit über Grund in Knoten
054.7	Rechtweisender Kurs
031219	UTC-Datum im Format DDMMYY
020.3,E	Variation, E = Ost, W = West
*4D	Prüfsumme

GPGLA: Global Positioning System Fix Data

\$GPGLA,225446.00,5355.63,N,01002.26,E,1,09,1.5,419.3,M,39.5,M,,*66

Feld	Beschreibung
\$	Startzeichen
GPGLA	Sentence-Typ
225446.00	UTC-Uhrzeit im Format hhmmss.zz
5355.63,N	Breitengrad im Format ddmm.mm, N = Nord, S = Süd
01002.26,E	Längengrad im Format dddmm.mm, E = Ost, W = West
1	Fix Typ: 0 = kein Fix, 1 = GPS, 2 = differential GPS
09	Anzahl der empfangenen Satelliten
1.5	Relative Genauigkeit der Position (HDOP)
419.3,M	Höhe über dem mittleren Meeresspiegel (MSL)
39.5,M	Höhe über dem WGS84-Geoid
(leer)	Zeit seit letztem DGPS-fix (bei GPS leer)
(leer)	DGPS-Stationskennung (0000-4096, bei GPS leer)
*66	Prüfsumme

Benutzeroberfläche

Model-View-Controller

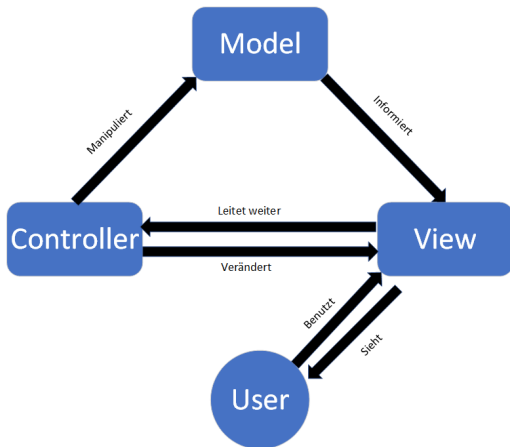
Isabell Albrecht,
Erik Engelhardt,
Oliver Kochan,
Florian Steffens

Magnetometer-
Kalibrierung

AT-Befehlssatz

NMEA 0183
(GPS)

Benutzeroberfläche



Verwendete Python-Packages

Isabell Albrecht,
Erik Engelhardt,
Oliver Kochan,
Florian Steffens

Magnetometer-
Kalibrierung

AT-Befehlssatz

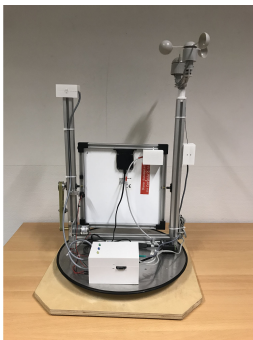
NMEA 0183
(GPS)

Benutzeroberfläche

- ▶ PyQt5: Als Framework für die Oberfläche.
- ▶ pyqtgraph: Für die graphische Darstellung der Messdaten.
- ▶ serial: Für die serielle Kommunikation, über Bluetooth, mit der Wetterstation.
- ▶ pandas: Für die Strukturierung der Messdaten.
- ▶ numpy: Für das Erstellen von Testdaten.

Informationen zum 3D-Druck

- ▶ Entwurf der Komponenten in Autocad Fusion 360
- ▶ Material der Komponenten: PLA
- ▶ Druck mit 2-3 Außenlagen und 10%-20% Infill



Isabell Albrecht,
Erik Engelhardt,
Oliver Kochan,
Florian Steffens

Magnetometer-
Kalibrierung

AT-Befehlssatz

NMEA 0183
(GPS)

Benutzeroberfläche