



ENDBERICHT: MISSION CANSAT



HTL Rankweil

April 2024

Team:

David Schuller

Julian Schweizer

Simon Brandtner

Luca Tiefenthaler

Lukas Brugger

Inhaltsverzeichnis

Einleitung:..... 1

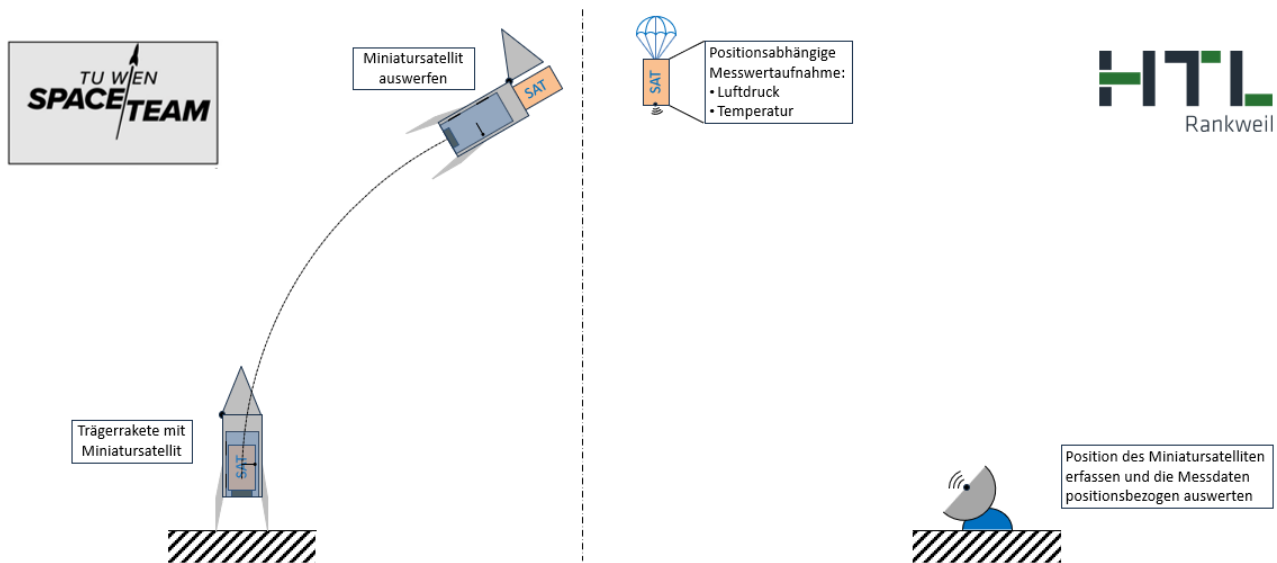
Missionsziele: 2

Technische Beschreibung:..... 3

Projektplan: 8

Kostenplanung: 9

Öffentlichkeitsarbeit: 13



Einleitung:

Das Projekt "Mission CanSat – die HTL Rankweil in der Luft" ist ein ambitioniertes Projekt, bei dem wir, 5 Schüler der HTL Rankweil, einen Satelliten in der Größe einer Getränkedose entwickeln. Dieser Satellit, CanSat genannt, wird von einer Rakete des TU Wien Space Teams in eine Höhe von 500 Metern gebracht und dort ausgeworfen. Die Hauptaufgaben des CanSat umfassen das Messen von Luftdruck und Temperatur sowie das Senden dieser Daten an eine Bodenstation. Durch diese Werte soll die Auswurfshöhe und die Fallgeschwindigkeit ermittelt werden. Zusätzlich gibt es eine Sekundärmission, die von den Schülern frei gewählt werden darf. Unsere Sekundärmission ist die Aufnahme von Bildern während des Sinkfluges (Auswertung mittels KI), GPS-Tracking und schnelle Frequenzänderung mittels Bluetooth.

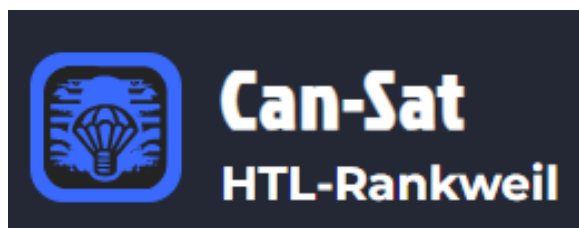
Missionsziele:

Unsere Mission ist es, einen Satelliten in der Größe einer Getränkedose (CanSat) zu entwickeln, der nach dem Raketenstart zwei Aufgaben während des Sinkfluges bewältigen muss. Der Raketenstart wird vom Space Team der Technischen Universität Wien durchgeführt:

- **Hauptaufgabe:** Messung von Temperatur und Luftdruck, Bestimmung der tatsächlichen Auswurfhöhe und der Fallgeschwindigkeit, Erstellung eines Temperaturprofils.
- **Nebenaufgabe:** Unsere Nebenaufgabe im Rahmen des CanSat-Wettbewerbes umfasst die Aufnahme von Fotos während des Sinkfluges, welche mittels künstlicher Intelligenz ausgewertet werden sollen, das Tracking über GPS und die schnelle Anpassung der Frequenzen durch den Einsatz von Bluetooth-Technologie.

Ziele/Aufgaben:

- **Design und Größe:** Der CanSat muss in eine Standard-Getränkedose passen. Antennen dürfen erst nach dem Raketenstart über die Dose hinausragen.
- **Gewicht:** Inklusiv Fallschirm muss der CanSat zwischen 300g und 350g wiegen.
- **Energie:** Der CanSat muss mit Batterie betrieben werden und nach Inbetriebnahme mindestens drei Stunden laufen.
- **Zugänglichkeit:** Batterie und Hauptschalter müssen leicht zugänglich sein.
- **Ortung und Bergung:** Ein Ortungsgerät wird empfohlen, der CanSat benötigt ein wiederverwendbares Bergungssystem wie einen Fallschirm in Signalfarben.
- **Fallschirmfestigkeit und Sinkrate:** Bergungssystem muss bestimmten Belastungen standhalten, empfohlene Sinkrate liegt bei 8-11 m/s, für präzise Landungen bei 6 m/s.
- **Belastbarkeit:** Der CanSat muss bis zu 20G aushalten.
- **Kosten:** Maximal 500€ für CanSat-Bestandteile, ohne Bodenstation und -equipment.
- **Frequenzen:** Einhaltung der zugewiesenen Funkfrequenzen ist erforderlich.
- **Funktionsfähigkeit:** Der CanSat muss bei Ankunft einsatzbereit sein; nach der technischen Abnahme sind keine Änderungen mehr erlaubt, bis auf Batteriewechsel und finale Checks am Starttag.

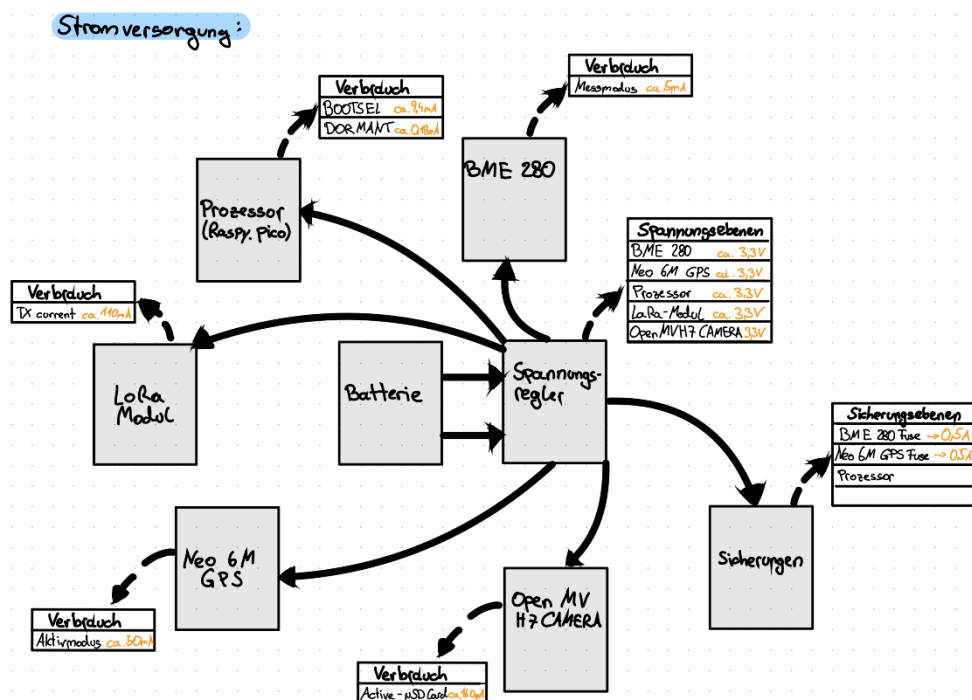
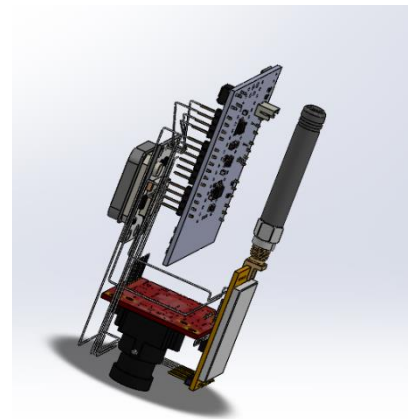


Technische Beschreibung:

Unsere Konstruktion basiert auf einer sorgfältigen Auswahl von Komponenten, darunter der Raspberry Pi Pico W, ein leistungsstarkes Mikrocontroller-Board. Für die drahtlose Kommunikation haben wir ein LoRa-Modul integriert, das eine beeindruckende Reichweite von etwa 15 Kilometern ermöglicht. Zur Bildaufnahme und -verarbeitung verwenden wir das OpenMV H7-Modul.

Der CanSat ist zudem mit einem BME280-Sensor ausgestattet, der genaue Messungen von Temperatur und Luftdruck ermöglicht. Zur präzisen Positionsbestimmung nutzen wir den NEO-6M GPS-Sensor. Diese Komponenten wurden sorgfältig ausgewählt, um eine effiziente und zuverlässige Funktionalität des CanSats sicherzustellen.

Das mechanische Design des CanSats wurde so gestaltet, dass es den verschiedenen Komponenten optimalen Schutz bietet und eine sichere Integration ermöglicht. Das elektrische Layout wurde sorgfältig geplant, um eine stabile Stromversorgung und eine effiziente Datenübertragung zu gewährleisten. Die Softwarearchitektur ist auf die spezifischen Anforderungen des Projektes zugeschnitten und ermöglicht eine nahtlose Kommunikation zwischen den einzelnen Komponenten.



Technische Fakten:**Raspberry PI Pico W Mikrocontroller:**

- Verwendung des RP2040 Chips
- Programmierbare I/O für vielseitige Anwendungen
- Dual-Core ARM Prozessor für leistungsfähige Verarbeitung
- MicroPython-Kompatibilität für flexible Programmierung
- Niedriger Stromverbrauch für effizienten Betrieb
- Digitale Schnittstellen zur einfachen Integration

BME280 (Temperatur & Luftdruck Sensor):

- Verwendung des BME280 Sensors für genaue Messungen
- Unterstützung der Schnittstellen I2C & SPI für flexible Konnektivität
- Hohe Genauigkeit bei der Erfassung von Temperatur und Luftdruck
- Niedrige Betriebsspannung für effizienten Energieverbrauch
- MicroPython-Kompatibilität für benutzerfreundliche Programmierung
- Hersteller: Bosch
- Anwendungsbereich: Wetterstation

NEO-6M (GPS-Sensor):

- Nutzung des NEO-6M GPS-Sensors für präzise Positionsbestimmung
- Empfangsfrequenz: L1(1575.42 MHz)
- Genauigkeit: 2.5 Meter CEP für zuverlässige Daten
- Schnittstelle: TTL-UART 3.3V für einfache Verbindung
- Unterstützung von Satellitensystemen: GPS, GLONASS
- Versorgungsspannung: 3.3V
- Baudrate: Einstellbar auf 9600 bps

LoRa Modul:

- Integration eines LoRa-Funkmoduls für drahtlose Kommunikation
- Beeindruckende Reichweite von etwa 15 Kilometern
- Niedriger Energieverbrauch für lang anhaltenden Betrieb
- Datenrate: 0.3k/Bits - 27k/Bits
- Modulationsverfahren: Chirp-Spread-Spectrum-Modulationstechnik

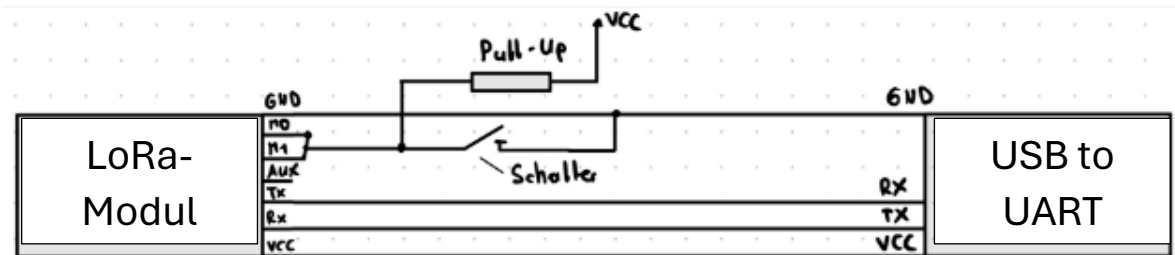
Kamera für Luftbilder:

- Unterstützung verschiedener Schnittstellen (I2C, SPI, UART, USB)
- Programmierung in MicroPython für flexible Anpassungen

- Betriebsspannung von 3.3V für effiziente Nutzung
- Geringes Gewicht von etwa 14 Gramm für einfache Integration
- Speichermöglichkeiten: Interner Flash & Micro SD Karte
- Bildauflösung: 640 x 480 Pixel für hochwertige Luftbilder

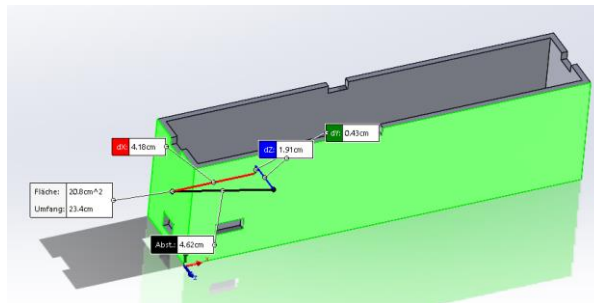
Beschreibung der Bodenstation:

Unsere Bodenstation besteht aus einem UART-Konverter und einem LoRa-Modul, so schaut die Schaltung aus:



Mit dem Schalter können wir zwischen Daten empfangen und programmieren switchen. Programmieren, bedeutet das wir die Frequenz ändern/programmieren können.

Das Gehäuse für die Ground-Station wurde 3D modelliert und dann mit dem 3D-Drucker ausgedruckt:



Somit können wir die Ground Station per USB an unseren Laptop anschliessen und dann können wir Daten empfangen.

Zur Darstellung der Daten haben wir uns für eine Dash-Anwendung entschieden.

Dash ist eine Python-Webanwendungsbibliothek, die speziell für die Erstellung von Analyse-Webanwendungen entwickelt wurde. Es eignet sich hervorragend zum Erstellen von Dashboards mit interaktiven Visualisierungen, die in Python geschrieben sind. Dash-Apps sind Webanwendungen, die mit Flask, Plotly und React.js erstellt wurden. So schaut unsere Dash-Anwendung aus:



Oben kann man das Datum auswählen, also von welchem Tag man die Daten sehen möchte. Unter anderem kann man die Parameter Schirmfläche und Satellitenmasse eingeben, damit die Fallgeschwindigkeit berechnet werden kann.

Darunter kommen die unsere 3 Graphen nämlich für Temperatur, Luftdruck und Luftfeuchtigkeit. Die Daten kommen von einem Testflug mit unserer Drohne, wo wir unseren Sensor auf der Drohne fixiert haben und die Daten an unsere Ground-Station gesendet haben.

Testergebnisse

Info: Alle Ergebnisse werden genaustens auf unserer Website dokumentiert und zur Verfügung gestellt. <https://www.cansat-htlrankweil.com/messdaten>

Abwurfssystem:

Auf der Suche nach einer effektiven Lösung, um unseren CanSat sowie einzelne Komponenten wie den GPS-Sensor oder den BME280 realitätsnah für den Wettbewerb zu testen, haben wir uns dazu entschlossen, ein Abwurfssystem für eine Drohne zu entwickeln. Dieses System befördert Objekte auf eine gewünschte Höhe und ermöglicht es, sie dann abzuwerfen oder Daten an die Bodenstation zu übermitteln. Diese innovative Lösung verschafft uns einen signifikanten Vorteil im Wettbewerb und unterstützt gleichzeitig die Verbesserung unserer Sensorprogramme, insbesondere wenn Fehler in bestimmten Höhen festgestellt werden.



3D-Modell der GPS-Daten eines Testflugs:



Kamerabild mit der OpenMV H7:

Dieses Bild wurde auf einem Testflug mit der Drohne auf einer Höhe von 30 Meter ausgelöst.



Die Auflösung ist zwar nicht gerade gut, aber für einfache Berechnungen/Auswertungen reicht es

Projektplan:

Zeitplan:

- **21.August.2023:** Start des Projekt => Erste Planung
- **15.Oktober.2023:** Sensoren ausgesucht, LoRa Funkverbindung funktioniert, Gehäuse V1
- **Ende Januar:** Alle einzelne Funktionen Fallschirm, Sensoren, Gehäuse und Ground-Station funktionieren
- **14.Dezember.2023:** Update Meeting 1 mit der TU Wien und den anderen Teilnehmer
- **5.Februar.2024:** Erster vollständiger Testabwurf mittels Drohne unter Wettbewerbsbedingungen
- **Februar – März:** Verbesserungen und Auswertung
- **7.März.2024:** Update Meeting 2 mit der TU Wien und den anderen Teilnehmer
- **20.März.2024:** Abgabe Diplomarbeit
- **3.-5.April.2024:** CanSat Wettbewerb

Aufgabenverteilung im Team:

- **David Schuller – Teamleiter und Ground Station:** Platine und Funktion der Ground-Station, GPS-Darstellung, Programmierung der Ground-Station, gestalten der Website
- **Julian Schweizer – Software:** GPS-Sensor, LoRa-Modul, Frequenzänderung mittels Bluetooth, Testsystems mittels Drohne, gestalten der Website
- **Luca Tiefenthaler – Software:** BME-Sensor, Kamera OpenMV, Testsystems mittels Drohne, gestalten der Website
- **Simon Brandtner – Hardware:** PCB, bestücken des PCB, Fallschirm, gestalten der Website, 3D Darstellung des Gesamtsystems
- **Lukas Brugger – Hardware:** Gehäuse, PCB, Gehäuse Ground-Station, bestücken des PCB , gestalten der Website

Unsere Sponsoren:

Hauptsponsoren: UNIQUUS AG, Omicron-Electronics, VO ÜS

Sponsoren: Illwerke VKW, Bachmann Electronic GmbH, Blum

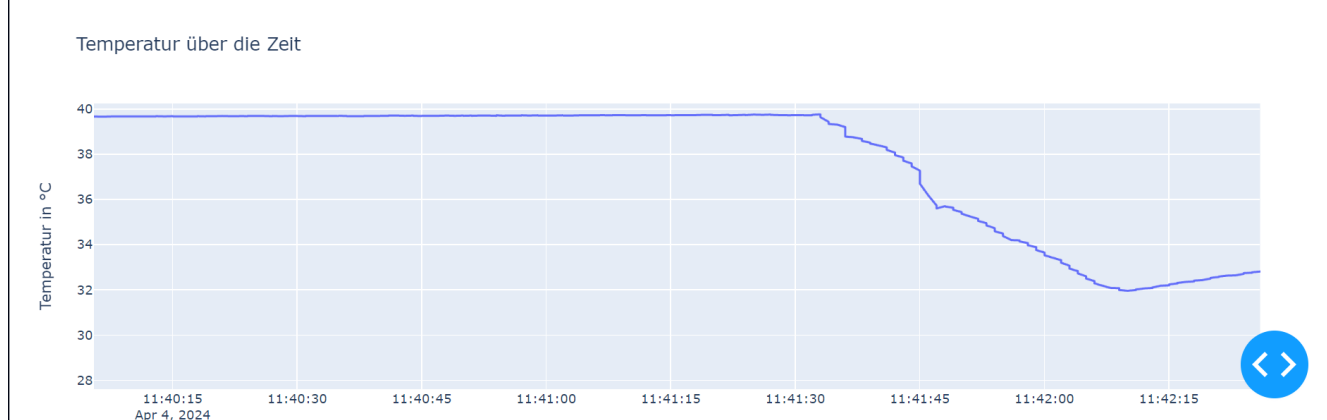


Flugauswertung:

Dashboard Mission-CanSat-HTL Rankweil:

2024-04-04 Schirmfläche (A in m²): 0,3 Satellitenmasse (M in kg): 0,5

- Berechnete Fallgeschwindigkeit: 4.72 m/s



Der Temperaturverlauf über die Zeit ist durch die blaue Linie dargestellt. Die x-Achse zeigt die Uhrzeit an, beginnend um 11:40:15 Uhr und endet um 11:42:15 Uhr, also über einen Zeitraum von zwei Minuten. Die y-Achse gibt die Temperatur in Grad Celsius an.

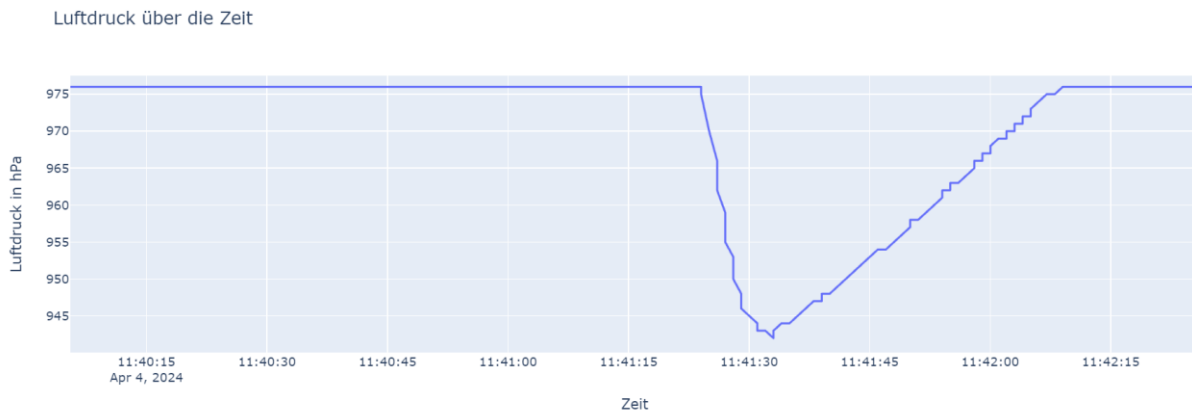
Zu Beginn des Diagramms ist die Temperatur konstant hoch, was darauf hindeuten könnte, dass der CanSat sich noch in der Rakete befindet.

Nach etwa einer halben Minute beginnt die Temperatur zu fallen. Dieser Abfall könnte mehrere Gründe haben:

- Höhenänderung:** Während der CanSat fällt, kann er in kältere Luftschichten kommen, was zu einem Temperaturabfall führt.
- Verminderte Sonneneinstrahlung:** Wenn der CanSat fällt, kann er sich im Schatten der Rakete oder in einer Position befinden, wo weniger direkte Sonneneinstrahlung auf ihn trifft.
- Windkühlung:** Der Fall durch die Atmosphäre kann zu einer Art "Windchill-Effekt" führen, wo die Bewegung der Luft an der Oberfläche des CanSat zu einer effektiven Abkühlung führt.

Gegen Ende des Diagramms sieht man, dass die Temperaturabnahme stoppt und die Temperatur sich auf einem niedrigeren Niveau stabilisiert. Das könnte der Punkt sein, wo der CanSat am Boden gelandet ist, oder er hat eine stabilere Lage in der Atmosphäre erreicht, wo die Temperaturverhältnisse konstant sind.

Die Berechnung der Fallschwindigkeit, die oben im Dashboard angegeben ist (4.72 m/s), könnte auf Grundlage der Masse des Satelliten (0,5 kg) und der Schirmfläche (0,3 m²) erfolgt sein. Diese Geschwindigkeit gibt an, wie schnell der CanSat während des freien Falls durch die Atmosphäre sinkt, bevor sein Fallschirm vollständig öffnet oder der CanSat auf den Boden trifft.



Der Verlauf der blauen Linie zeigt eine relativ konstante Phase des Luftdrucks zu Beginn des Diagramms, dann einen deutlichen Abfall und schließlich wieder einen Anstieg auf das ursprüngliche Niveau:

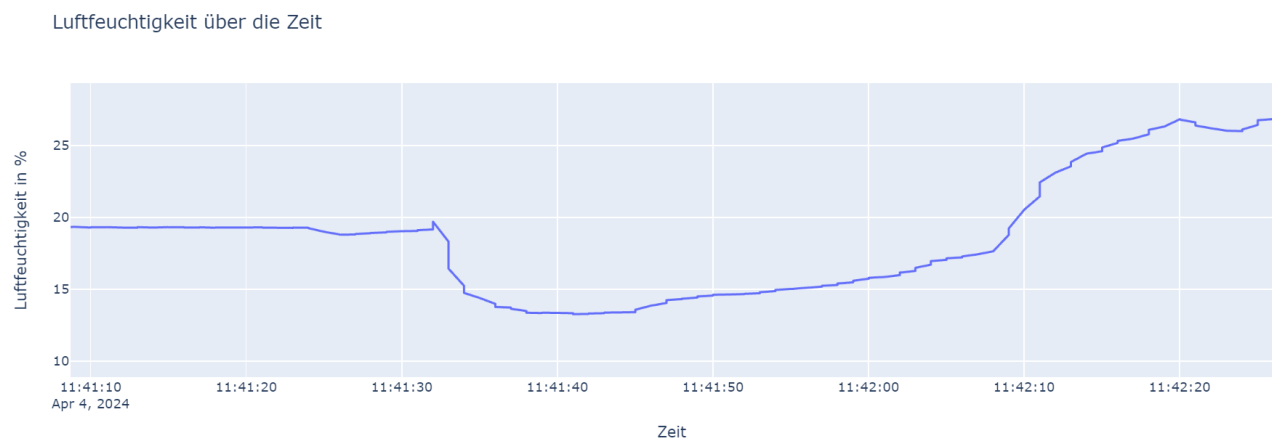
1. Anfangsphase (Konstant): Der Luftdruck bleibt zunächst relativ konstant. Dies könnte der Zeitpunkt sein, in dem der CanSat noch auf dem Boden ist oder gerade gestartet wird.

2. Abfall des Luftdrucks: Kurz nach Beginn der Messungen fällt der Luftdruck schnell ab. Da Luftdruck mit zunehmender Höhe abnimmt, deutet dies darauf hin, dass der CanSat an Höhe gewinnt - wahrscheinlich während der Flugphase in der Rakete.

3. Niedrigster Punkt: Der tiefste Punkt des Luftdrucks würde die maximale erreichte Höhe anzeigen. Wenn der CanSat seinen Höhepunkt erreicht hat und beginnt zu fallen, steigt der Luftdruck wieder, weil er zurück in dichtere Luftschichten der Atmosphäre kommt.

4. Anstieg des Luftdrucks: Während der CanSat fällt, steigt der Luftdruck kontinuierlich, bis er sich wieder stabilisiert, was darauf hindeutet, dass der CanSat wieder auf der Erde oder auf einem niedrigeren, stabilen Niveau in der Atmosphäre angekommen ist.

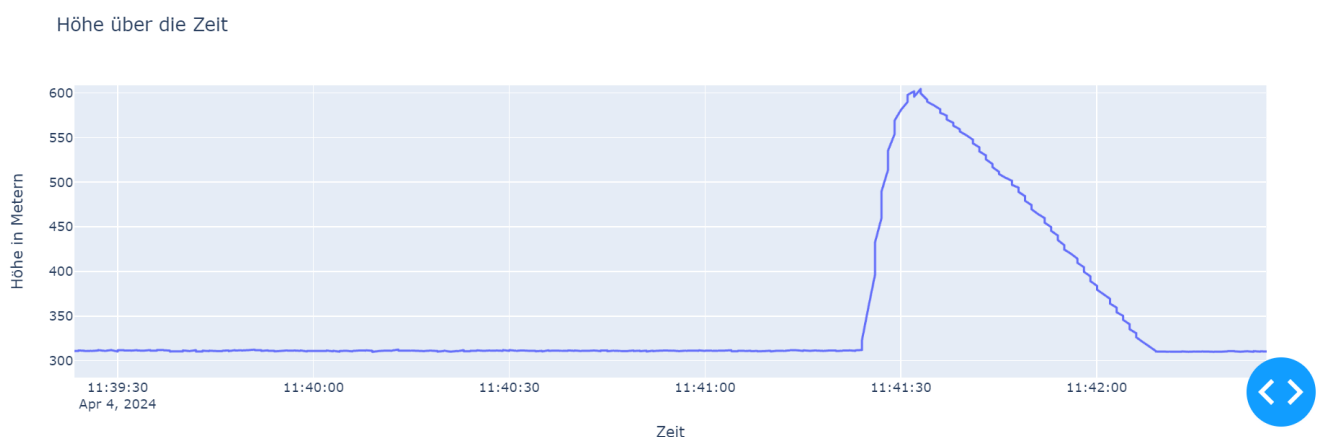
Der abgebildete Luftdruckverlauf ist typisch für ein Objekt, das in die Höhe steigt und dann wieder fällt. Die Daten könnten von Sensoren des CanSat stammen, die während einer Bildungsmission zur Erfassung von Umweltdaten eingesetzt wurden.



Der Verlauf zeigt eine ziemlich konstante Luftfeuchtigkeit zu Beginn, dann einen deutlichen Abfall und schließlich einen Anstieg zurück auf ein höheres Niveau. Das Muster kann wie folgt interpretiert werden:

- 1. Konstante Phase:** Zuerst bleibt die Luftfeuchtigkeit relativ konstant. Dies könnte bedeuten, dass der CanSat sich entweder auf dem Boden befindet oder in einer Luftschicht mit konstanter Feuchtigkeit aufsteigt.
- 2. Abfall der Luftfeuchtigkeit:** Der plötzliche Abfall der Luftfeuchtigkeit könnte darauf hindeuten, dass der CanSat in eine höhere und trockenere Luftschicht eingedrungen ist. Mit zunehmender Höhe sinkt in der Regel die Luftfeuchtigkeit.
- 3. Tiefpunkt der Luftfeuchtigkeit:** Der niedrigste Punkt der Luftfeuchtigkeit könnte die Höhe darstellen, in der die Luft am trockensten ist, oder er könnte auf den Moment hinweisen, in dem der CanSat seine maximale Höhe erreicht hat und sich möglicherweise in einer besonders trockenen Luftschicht befand.
- 4. Anstieg der Luftfeuchtigkeit:** Wenn der CanSat wieder sinkt, steigt die Luftfeuchtigkeit allmählich wieder an, da er in niedrigere, feuchtere Luftschichten zurückkehrt. Der Anstieg setzt sich fort, bis die Luftfeuchtigkeit ungefähr das Niveau erreicht, auf dem sie begonnen hat. Das würde auf eine Rückkehr zum Ausgangspunkt oder in eine Luftschicht ähnlicher Feuchtigkeit hinweisen.

Dieses Muster der Luftfeuchtigkeit passt zu dem erwarteten Profil eines Objekts, das aufsteigt, unterschiedliche Feuchtigkeitsniveaus durchquert und dann wieder herunterkommt. Zusammen mit den Daten aus den anderen Diagrammen liefert es ein umfassendes Bild der Umweltbedingungen, denen der CanSat während der Mission ausgesetzt war.

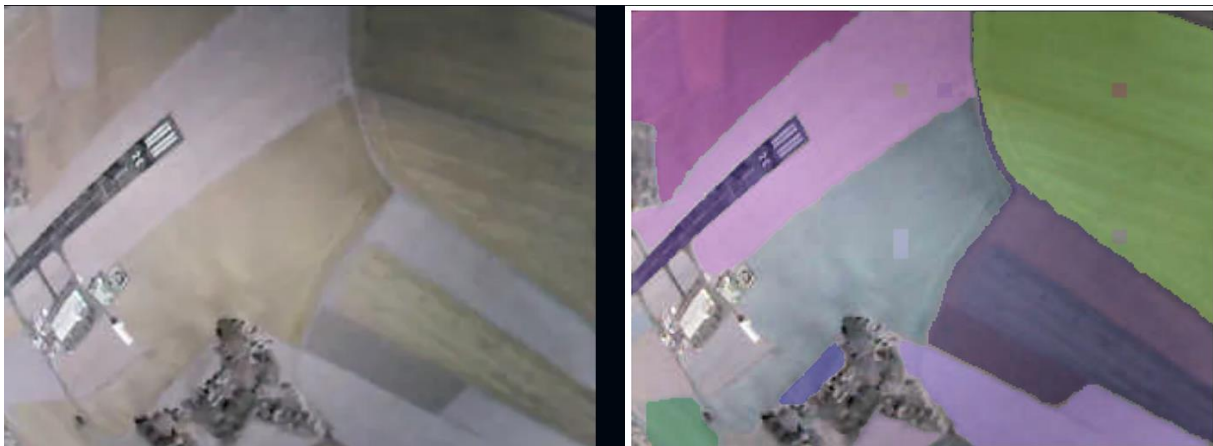


Das Diagramm zeigt die Höhe über der Zeit für den CanSat, und die x-Achse stellt die Zeit von 11:39:30 bis 11:42:00 Uhr am 4. April 2024 dar. Die y-Achse zeigt die Höhe in Metern.

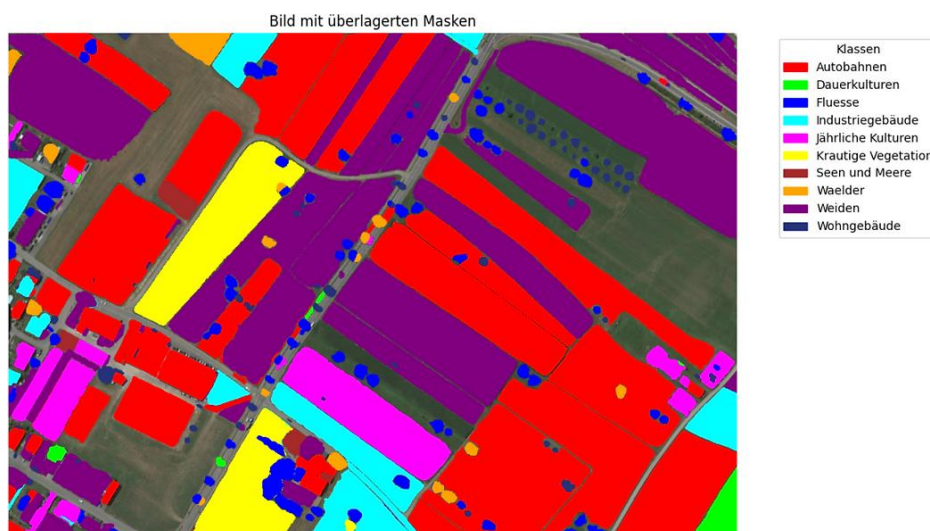
Anfangs ist die Höhe konstant bei etwa 300 Metern, was vermutlich die Starthöhe auf dem Flughafen Schärding/Suben in Wien ist. Dann gibt es einen steilen Anstieg, was den Start der Rakete und das Erreichen der maximalen Höhe anzeigt. Diese maximale Höhe

liegt über 550 Metern – wenn man den Startwert von 300 Metern als Referenzpunkt auf dem Flughafenniveau annimmt, könnte dies bedeuten, dass der CanSat tatsächlich etwas höher als die beabsichtigten 300 Meter über dem Bodenniveau geflogen ist.

Nach Erreichen der maximalen Höhe gibt es einen ebenso steilen Abfall, was dem Fall des CanSat zurück zur Erdoberfläche entspricht. Interessant ist, dass die Höhe am Ende des Falls nicht wieder exakt 300 Meter beträgt, sondern etwas höher zu sein scheint. Das könnte daran liegen, dass der CanSat nicht genau am Startpunkt gelandet ist und möglicherweise auf einem leicht erhöhten Gelände aufgekommen ist, oder es könnte eine kleine Ungenauigkeit im Höhenmessgerät geben.



...Bildersegmentierung mittels KI, Bilder wurden während des Skifluges des CanSats aufgenommen



...die Prediction der einzelnen Segmente funktioniert noch nicht richtig sind wir aber am überarbeiten.

Kostenplanung:

Das Gesamtbudget für das CanSat-Projekt beträgt 1000 Euro. Von diesem Betrag werden ca. 500 Euro für die Miete der Drohne verwendet. Der Rest des Budgets in Höhe von 500 Euro wird für die Beschaffung der CanSat-Komponenten und Materialien verwendet.

Budget CanSat:

Produkt	Menge	Preis pro stk.
Raspberry PI Pico W	1	€ 8,49
BME 280	1	€ 5,90
NEO-6M	1	€ 10,56
LoRa-Modul	1	€ 6,40
OPEN MV H7 Camera	1	€ 85,00
PCB	1	€ 2,00
Batterien	2	€ 39,98
Buchsenleisten	NA	€ 17,45
Max 860	1	
LMR544	1	\$ 0,31
LD1117	2	€ 1,44
3D Filament	1	€ 10,00
Mechanische Kleinteile	NA	€ 15,00
Fallschirm Material	NA	€ 24,00
Verbinderkabel	NA	€ 6,00

Gesamt Preis: € 232,53

Budget Ground-Station:

Produkt	Menge	Preis pro stk.
Uart Converter	1	€ 8,57
LoRa-Modul	1	€ 6,40
Verbinderkabel	NA	€ 6,00
Streifenraster Platine	1	€ 2,00
Filament	NA	€ 10,00
USB C to USB A Kabel	1	€ 3,00
Schalter	1	€ 1,00

Gesamt Preis: € 36,97

Mechanische Kleinteile ... Widerstände, Kondensatoren, Dioden, Schalter

NA ... Nicht angegeben

Nach Abzug der Mietkosten für die Drohne verbleiben noch € 267,47 vom Gesamtbudget für mögliche zusätzliche Ausgaben oder unvorhergesehene Kosten im CanSat-Projekt.

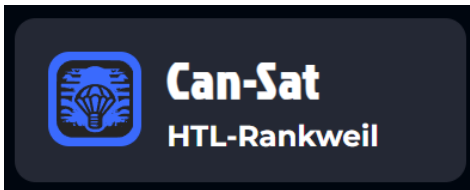
Erste Gewichtseinschätzung / Übersicht:

Gehäuse Gesamt	74.5 g
GPS Sensor	15 g
BME 280	0.5 g
Kamera Komplett	25.5 g
Raspberry Pi Pico W	5 g
LoRa Modul	9 g
Gesamt Gewicht:	131 g
Maximales Gewicht	350 g

Öffentlichkeitsarbeit:

Im Rahmen unserer Diplomarbeit haben wir unsere Arbeitsfortschritte und Erkenntnisse einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Zu diesem Zweck haben wir eine Website und einen Instagram-Kanal ins Leben gerufen.

Website: <https://www.cansat-htlrankweil.com/>



Wir aktualisieren unsere Website jede Woche. Unter dem Reiter Blog können die Fortschritte nachgelesen werden.

Raspberry Pi Pico W	BME280	NEO-6M
Mikrocontroller-Board	Temperatur & Luftdruck Sensor	GPS-Sensor
RP2040 Chip	Schnittstellen: I2C & SPI	Empfangsfrequenz: L1(1575.42 MHz)
Programmierbare I/O	Hohe Genauigkeit	Genauigkeit: 2.5 Meter CEP
Dual-Core ARM	Niedrige Betriebsspannung	Schnittstelle: TTL-UART 3.3V
MicroPython-kompatibel	MicroPython-kompatibel	Satellitensystem: GPS, GLONASS
Niedriger Stromverbrauch	Hersteller: Bosch	Versorgungsspannung: 3.3V
Digitale Schnittstellen	Anwendungsbereich: Wetterstation	Baudrate: 9600 bps (einstellbar)

Abwurfsystem

- Gehäuse: 3D Druck
- Funkmodul: Lora-Modul
- Microcontroller: Raspberry Pi Pico
- Versorgung: 3xAAA Batterien für 5V Eingangsspannung
- Auslösemechanismus: Kupferdraht der durch Servo zurückgezogen wird und so den CanSat abwirft

Instagram:

Auf Instagram werden auch regelmäßig Updates gepostet. Beispielsweise wenn ein Blog auf der Website erscheint, wird auf Instagram darauf aufmerksam gemacht.

Auf Instagram konnten wir bereits 447 Follower erreichen!

