



Abschlussbericht

WERNDLEXPLORER

MAJA BUCHEGGER

PANDORA SPINDLER

JULIA ASCHABER

LENA MINDEROCK

JULIAN BENEDER

LORETA RUGOVA

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	3
1.1 Projektbeschreibung	3
1.2 Motivation	3
1.3 Team	4
2 Missionsziele	4
2.1 Primärmission	4
2.2 Sekundärmission	5
2.2.1 Grundkonzept.....	5
2.2.2 Sekundärmission Version 1	5
2.2.3 Sekundärmission Version 2	5
2.2.4 Reales Szenario für diese Mission	6
3 Technische Beschreibung	6
3.1 Hardware	6
3.1.1 Schaltplan	6
3.1.2 Computer.....	6
3.1.3 Energieversorgung.....	7
3.1.4 Sensoren	8
3.1.5 Cheeper	8
3.1.6 GPS	8
3.1.7 Funkmodul.....	8
3.2 Software.....	8
3.2.1 Allgemeines	8
3.2.2 Das Messprogramm im CanSat	9
3.2.3 Steuerung durch die Bodenstation.....	9
3.3 Gehäuse.....	9
3.4 Fallschirm	10
3.5 Bodenstation.....	10
3.5.1 Hardware	11
3.5.2 Software der Bodenstation	11
3.6 Testergebnisse	12
3.6.1 Funktests	12
3.6.2 Droptest.....	12
3.6.3 Piepser-Test.....	12
4 Projektplan.....	13
4.1 Zeitplan	13
4.2 Aufgabenverteilung im Team	13
4.3 Inanspruchnahme externer Unterstützung.....	14
4.4 Aktueller Status des Projekts	14

5 Flugauswertung	14
5.1 Primärmission	14
5.1.1 Temperatur.....	15
5.1.2 Luftdruck	15
5.1.3 Höhe	15
5.2 Sekundärmission	16
5.2.1 Sekundärmission Version 1	16
5.2.2 Sekundärmission Version 2	16
5.3 Fehleranalyse	17
5.3.1 Primärmission.....	17
5.3.2 Sekundärmission	17
5.4 Lessons learned.....	17
6 Kostenplanung & Sponsoring	18
6.1 Budgetverteilung	18
6.2 Sponsoring	19
7 Öffentlichkeitsarbeit	19
7.1 Plakate	19
7.2 Flyer	19
7.3 T-Shirts	21
7.4 Instagram.....	21
7.4.1 @werndlexplorer2022	21
7.4.2 Space-Team Takeover	21
7.5 Zeitungen	22
7.5.1 OÖ Nachrichten	22
7.5.2 Kronenzeitung	22
7.5.3 Tips	22
7.5.4 Rundschau	22
7.6 Radio.....	1
7.8 Präsentationen.....	2
7.8.1 Design	2
7.8.2 Präsentationen in der Schule	2

1 Einleitung

1.1 Projektbeschreibung

Das Projekt CanSat ist eine Simulation eines richtigen Satelliten (Sat) in Form und Größe einer Getränkedose (Can). Unsere Herausforderung besteht darin alle Bestandteile des Satelliten, sprich Energieversorgung, Sensoren und Kommunikationssysteme, gut zu integrieren. Beim Bewerb wird der Minisatellit mit einer Rakete in eine Höhe von 500m geschossen, um beim Fall seine Missionen zu erledigen. Dazu gehört die Durchführung wissenschaftlicher Experimente, die sichere Landung und die Analyse der gesammelten Daten.

1.2 Motivation

Die in einer AHS gegebenen Bedingungen sind für den Erwerb technischer Fähigkeiten und Wissens nicht optimal. Durch die breitgefächerte Ausrichtung des Vermittelten bleibt nicht viel Platz für Fachkompetenzen. Deshalb sind Projekte wie diese, die in der Freizeit bearbeitet werden, eine gute Möglichkeit.

Wir haben uns von Gymnasiasten, die auf dem Gebiet nahezu ahnungslos sind, zu Finalisten des österreichischen CanSat-Bewerbes vorgearbeitet. Dabei haben wir uns nicht nur Grundwissen auf diesem Gebiet in Software, Hardware, etc. angeeignet, sondern auch Erfahrung, was die Umsetzung von Projekten betrifft. Es ist uns nun ebenfalls viel eher möglich, einzuschätzen, was gut umsetzbar ist und was den Rahmen sprengt.

Auch unser Team hat im Laufe des Projektes einen guten Fortschritt gemacht und unsere Softskills was Teamarbeit angeht wurden verstärkt.

Wir verdanken dem Projekt auch eine starke Verbesserung was unser Networking betrifft. Wir haben nun einerseits Kontakte zu dem TU SpaceTeam, welches uns tatkräftig unterstützt hat, sondern auch in die Industrie. So wissen wir nun viel eher, an wen wir uns mit welchen Problematiken wenden können.

1.3 Team



*Maja Buchegger (15):
Gruppenleiterin,
Secondary Mission Chief*

*Pandora Spindler (15):
Gruppenleiterin stv., Primary
Mission Chief*

*Julia Aschaber (16): Gehäuse,
CAD, Design*



*Lena Minderock (15):
Fallschirm*

*Julian Beneder (16): Design,
Öffentlichkeitsarbeit*

*Loreta Rugova (18):
Datenauswertung*

2 Missionsziele

2.1 Primärmission

Die Primärmission besteht daraus, einerseits den Luftdruck und die Temperatur sekundlich zu detektieren und anschließend per Funk zur Bodenstation zu senden, andererseits muss der CanSat eine Sinkrate von 8-11 m/s haben, sich diese berechnen und die Höhe bestimmen.

2.2 Sekundärmission

Das Ziel der Sekundärmission ist es, mit dem Vergleich von Funk- und Schallsignalen Distanzen zu bestimmen und mit diesen auf eine Position zurückzuschließen. Dafür haben wir uns mit diversen Ansätzen der Lokalisierung beschäftigt.

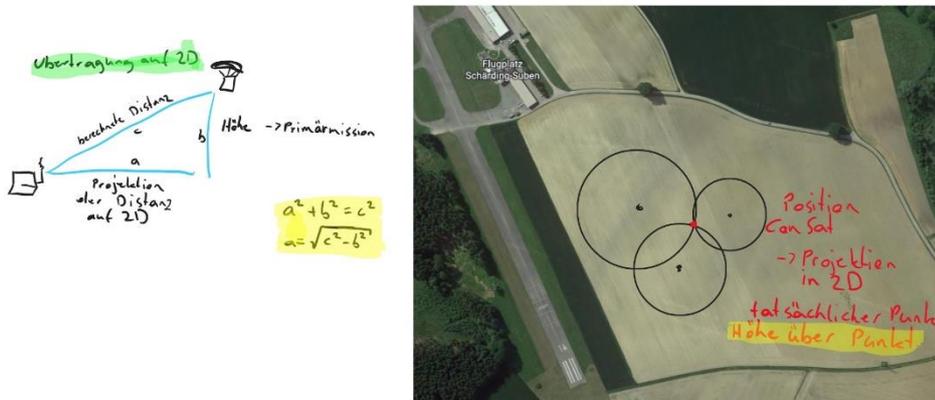
2.2.1 Grundkonzept

Das von uns verwendete Konzept heißt "Blitz und Donner". Dasselbe Konzept wird von uns auch im Alltag verwendet, um ein Gewitter zu lokalisieren. Wir alle kennen das Prinzip: Ab dem Zeitpunkt des Blitzes werden die Sekunden bis zu Donner gerechnet, was dann noch durch drei dividiert wird. Das Ergebnis ist die Anzahl der Kilometer, die das Gewitter entfernt ist.

Wir haben bei unserer Sekundärmission prinzipiell nichts anderes gemacht. Wir haben mit jedem fünften Datenpaket, welches sowieso für die Erfüllung der Primärmission gesendet wird, einen "Blitz" mitgeschickt. Zur selben Zeit wird ein kurzes Schallsignal aktiviert. Sobald es die Bodenstation erreicht, wird es mittels humanoiden Sensors (Tastendruck) detektiert. Der Pi rechnet sich anschließend die Differenz der beiden Signale aus und daraus wiederum die Entfernung.

2.2.2 Sekundärmission Version 1

Die Bestimmung der Position kann ermittelt werden, indem man die Distanzen mit dem Satz des Pythagoras auf den Boden (2D) projiziert. Im Schnittpunkt der Kreise dreier Bodenstationen mit den Radien der gemessenen Distanzen, befindet sich der CanSat genau die Höhe h (--> Primärmission) über dem Boden. Wir wollten aber nur beweisen, dass das Konzept grundsätzlich funktioniert und nicht den 3-fachen Aufwand betreiben, um dann keine Ergebnisse erzielen. Daher wollen wir nur zeigen, dass der CanSat auf dem Kreis unserer einzigen Bodenstation liegt, h Meter in der Luft.



2.2.3 Sekundärmission Version 2

Anfangs wollten wir während des Falls die Position bestimmen. Hierbei ging es uns lediglich um einen "Prove of Concept", für den nur eine Bodenstation verwendet werden sollte. Leider mussten wir dann aber aufgrund der Gegebenheiten (Sicherheitsabstand) feststellen, dass unser Konzept nicht realisierbar war. Deswegen entschieden wir uns dafür, dieses leicht abzuändern und nun nach der Landung am Boden die Position zu bestimmen. Dafür sollte mit einer mobilen Bodenstation an mehreren Punkten Messungen durchgeführt werden. Wir haben also sozusagen mehrere Bodenstationen simuliert. Mit dieser Methode war es uns theoretisch nun tatsächlich möglich, den CanSat zu lokalisieren.

Zur Auswertung soll unsere ermittelte Position mit der herkömmlichen Methode, dem GPS-Signal, verglichen und auf die Genauigkeit rückgeschlossen.

2.2.4 Reales Szenario für diese Mission

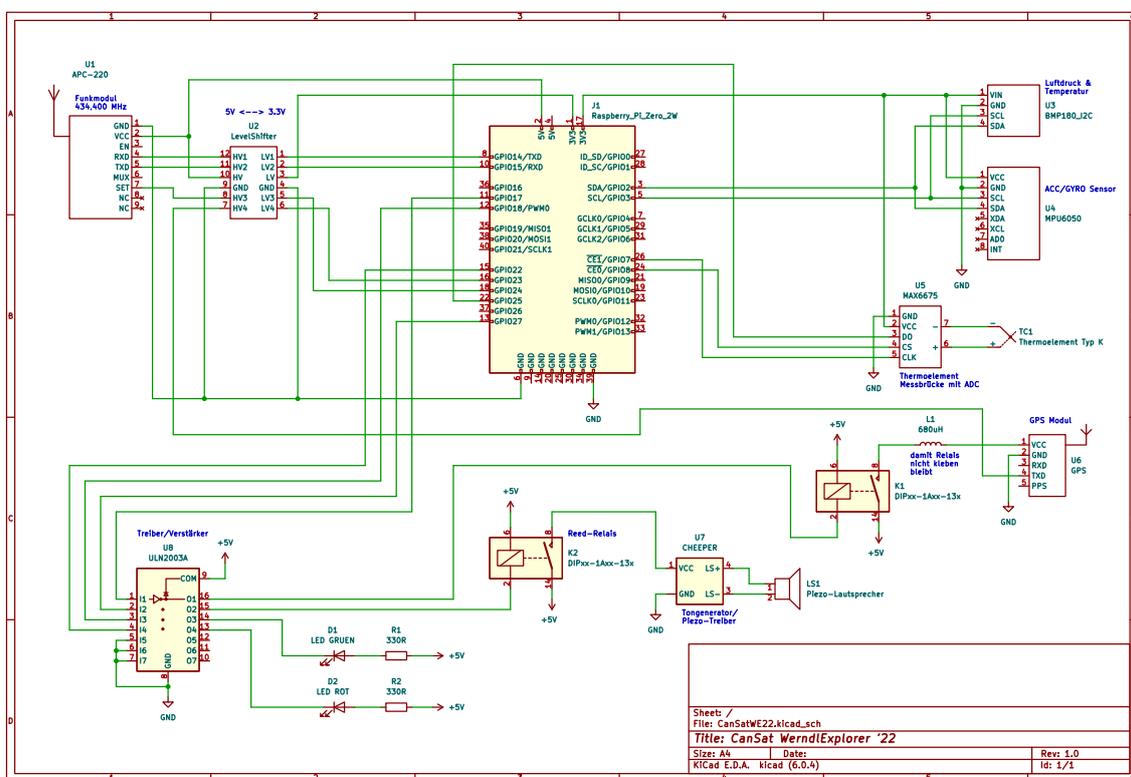
Ein Roboter landet auf einem Exoplaneten, um den keine Satelliten kreisen und somit kein dem GPS ähnliches System funktioniert. Nun kann der Roboter so programmiert werden, dass er auf einer gewissen Fläche Bodenstationen baut, um auf dieser Fläche eine Lokalisierung zu ermöglichen und das Arbeiten an weiteren Missionen zu erleichtern.

Für den Fall, dass ein weiteres Objekt auf diesem Planeten landen soll, kann mit dem Netzwerk aus Bodenstationen auch eine Lokalisierung für dieses ermittelt werden. Es landet also nicht blind.

3 Technische Beschreibung

3.1 Hardware

3.1.1 Schaltplan



3.1.2 Computer

Die Verwendung des Raspberry Pi als Steuercomputer stand für uns sehr schnell fest. Dies liegt daran, dass wir in dieser Umgebung bereits Erfahrung hatten und somit wussten, dass uns dieser Microcomputer nicht limitieren würde. Wir hatten auch noch das Glück, dass im Herbst der Raspberry Zero 2W erschienen ist, der viel schneller als sein Vorgänger ist und dennoch klein genug für den CanSat war.

3.1.3 Powerversorgung

Auf diesen Zero 2 passt die UPS Hat, eine Huckepackplatine mit wiederaufladbarem LiPo-Akku und Akkumanagementchip, die es dem Raspi ermöglichte, Informationen über den Ladezustand des Akkus auszulesen. Die Kapazität des Akkus beträgt 1000mAh und da der Raspi 250mAh saugt, reicht der Akku für eine vierstündige Laufzeit.

Diese berechnete Laufzeit wurde auch durch einen Versuch bereits am 15. Februar abgesichert: mehr als 3,5 h Laufzeit bei ca. 6°C. Damit war die Energieversorgung des CanSats für uns abgehakt.

Ergebnisse des Versuches:



3.1.4 Sensoren

Physikalische Größe	Sensortyp	Interface	Beschreibung
Luftdruck	BMP180	I ² C	Standardsensor
Temperatur	BMP180	I ² C	Standardsensor
Temperatur	Thermoelement an MAX6675	SPI	2. Temperatur, kurze Ansprechzeit auf Temperaturänderung, Messung der Lufttemperatur außerhalb des CanSats, da der Messkopf aus dem Gehäuse herausragt
3-Achs-Beschleunigung	MPU6050	SPI	Aus Interesse an Beschleunigung der Rakete
3-Achs-Gyro	MPU6050	SPI	Auskunft über Drehung des CanSats

3.1.5 Cheeper

Für die Sekundärmission war ein Schallsignal erforderlich. Hier wurde ein Alarmanlagenpiepser eingebaut und mittels Relais vom Pi über Software gesteuert. Für die Ansteuerung des Relais wurde noch eine Treiberstufe (ULN2003) integriert.

3.1.6 GPS

Das GPS ist ebenso über ein Relais schaltbar. Aufgrund des hohen Energiebedarfs wurde es während der Flugphase deaktiviert, um die Missionen nicht zu gefährden.

3.1.7 Funkmodul

Wir verwenden die APC220 Funkmodule. Diese versprechen eine hohe Reichweite (1200m bei Sichtkontakt) und eine einfache Handhabung durch Anbindung über die UART an den Raspberry Pi.

Die Module geben leider keine Auskunft über die Empfangsfeldstärke (RSSI) und somit war es schwierig, die Funkqualität zu beurteilen. Dadurch gab es für uns nur zwei Stufen: „geht“ oder „geht nicht“. Bei vorab durchgeführten Funktests konnten über 600 Meter Reichweite erzielt werden, wenn eine der beiden Stationen (CanSat oder Bodenstation auf einer Anhöhe platziert wurde). In der Ebene konnte eine Reichweite von knapp über 400 Metern erreicht werden.

Beim Bewerb haben sie aber gut funktioniert (sobald der CanSat ausgeworfen wurde). Zu erwähnen ist noch, dass der APC über einen Level-Shifter an den Raspberry Pi angebunden wurde.

3.2 Software

3.2.1 Allgemeines

Die verwendete Programmiersprache war Python. Dies liegt daran, dass diese am besten für den Raspberry Pi, mit dem wir gerne arbeiten wollten, anbietet.

Bei der Erstellung der Software haben wir viele Samples probiert und in unsere Programme eingebaut und diese um eigenen Code erweitert. Dies hat sich angeboten, da besonders anfangs unsere Skills auf diesem Gebiet noch nicht herausragend waren.

3.2.2 Das Messprogramm im CanSat

Für den CanSat wurde ein Python-Programm erstellt, das diese Aufgaben erfüllt: Nach der Initialisierung (Einrichtung) aller Sensoren beginnt die zyklische Ausführung der Messung

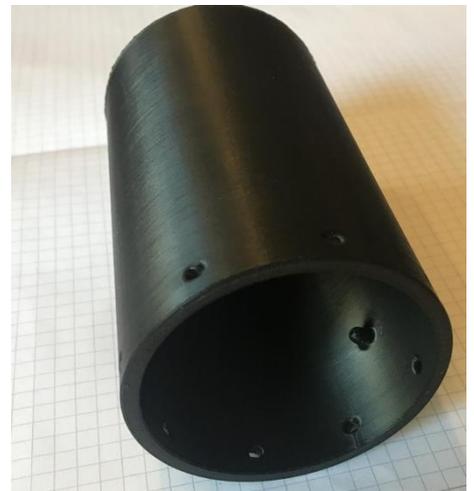
- Zeitstempel ermitteln (Linux Zeitstempel UTC)
- Sensorwerte einlesen und Werte auf Plausibilität prüfen (Wertebereich)
- Monitoring-Werte des Akkus einlesen
- Berechnung der relativen Höhe
- Berechnung der Fallgeschwindigkeit (aus Änderung der Höhe)
- Aufbereitung des Datenpakets für den Funk, Berechnung der Prüfsumme (crc8)
- Versand des Datenpaketes
- Sekundärmission: Aktivierung des Donners für ca. 100 Millisekunden mit jedem 5. Datenpaket (=Blitz)
- Schreiben der aktuellen Sensordaten in eine Textdatei
- Schreiben der Sensordaten in die lokale InfluxDB
- Warten (ca. 400 Millisekunden) – damit wurden ca. alle 950 Millisekunden Sensordaten ermittelt.
- Prüfen, ob ein Datenpaket von der Bodenstation empfangen wurde (die APC-220 Module haben einen Pufferspeicher, somit müssen die empfangenen Daten nicht sofort gelesen werden)

3.2.3 Steuerung durch die Bodenstation

- Ein-Ausschalten Cheeper
- Ein-Ausschalten GPS
- Kalibrierung der relativen Höhe

3.3 Gehäuse

Das Gehäuse für unseren CanSat wurde im CAD-Programm "creo" modelliert und mithilfe eines 3D-Druckers ausgedruckt. Die erste Version, hatte noch eine Öffnung an der Seite und brach bei einem (von vielen) Droptests. Die zweite (finale) Version hatte diese Öffnung nicht. Beim technischen Check des Space Teams gab es Kritik am Gehäuse, da die Hardware zu leicht herausgerutscht ist. Die perfekte Lösung des Problems, wären Schrauben gewesen. Aber da eine schnelle Lösung nötig war, fixierten wir die Hardware mit mehreren Knötchen der Fallschirmschnüre und Gaffa-Tape. Das Gehäuse ist besonders stabil und hatte keine Kratzer oder Risse nach der Landung. Die Hardware blieb nach dem Aufprall im Gehäuse.



3.4 Fallschirm

Wir haben uns von Anfang an mit dem Thema Fallschirm beschäftigt. Angefangen mit einem einfachen Müllsack über verschiedene Stoffvarianten, bis wir auf eine leichte Fallschirmseide aufmerksam gemacht wurden. Insgesamt waren es 7 selbstgenähte und geklebte Prototypen.

Wir entschieden uns für einen Rundkappenfallschirm: einen halbkugelförmigen Schirm bestehend aus acht Segmenten. Zur besseren Stabilität ließen wir am Scheitel eine Öffnung frei, vernähten den Schirm mit einer doppelten Kappnaht und entschieden uns für 1.10m lange Schnüre um weiteres Schwanken beim Flug zu verhindern.



Mit der Flächeninhaltsformel von den Unterlagen der ESERO im Internet berechneten wir die Größe des Fallschirms. Zusätzlich prüften wir die Werte in einem von der Tu Wien Mathematik zur Verfügung gestellten Excelsheet. Dadurch schlossen wir auf einen Durchmesser von 32 cm.

Jeder Fallschirm wurde von uns mehrfachen Droptests unterzogen. Zum Beispiel von der Dambergwarte (37m). Wir haben uns also gut auf die großen Höhen vorbereitet.

Beim Abwurf aus der Rakete öffnete sich unser Fallschirm problemlos und flog kontrolliert zur Erde. Die Landung verlief ebenfalls optimal, sodass unser CanSat stabil landete und keinen Schaden davontrug.



3.5 Bodenstation

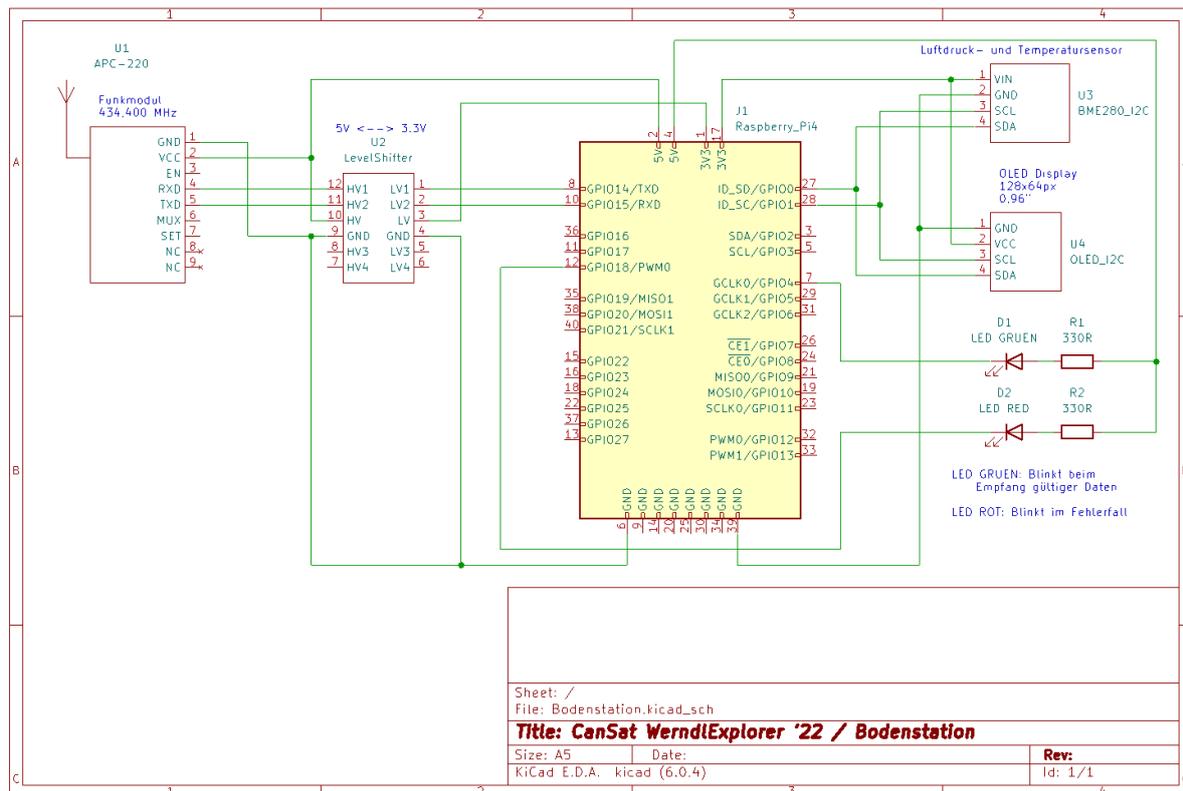
3.5.2 Allgemeines

Angereist ist unser Team mit zwei Bodenstationen im Gepäck, welche auch beide verwendet wurden. Die erste läuft einen Raspberry Pi 2, doch da dieser eine CPU-Auslastung von 90% hat, haben wir uns kurzfristig dazu entschieden, auf den Pi4 umzusatteln. Doch wegen eben dieser Spontanität wollten wir es nicht riskieren, alles einfach auf den Pi4 umzubauen, da es dann leicht sein kann, dass es nicht mehr so funktioniert wie man will. Deshalb haben wir eine komplett neue gebaut, welche im Gegensatz zu der anderen, die nach wie vor in der Form eines Steckbrettes war, auch gelötet war.

Da wir für beide Bodenstationen unterschiedliche Empfangsantennen haben, lag die Entscheidung, beide mitzunehmen, nahe, was sich auch als gute Entscheidung entpuppte. Denn mit der alten Bodenstation haben wir mehr Daten empfangen als mit der neuen, vermutlich lag das an den beiden unterschiedlichen Empfangsantennen.

In der Bodenstation ist auch ein BME280 integriert, der ebenfalls Luftdruck und Temperatur misst.

3.5.1 Hardware



Der hier abgebildete Schaltplan der Bodenstation ist erst im Nachhinein der Vollständigkeit des Abschlussberichtes wegen digital gezeichnet worden. Bis dahin haben wir mit einer analogen Version gearbeitet.

3.5.2 Software der Bodenstation

Für die Bodenstation wollten wir unbedingt Grafana zur Darstellung der Daten verwenden. Und Grafana arbeitet gut mit der für Sensordaten optimierten Datenbank InfluxDB zusammen. Und MQTT hat sich zur Datenverteilung angeboten. Das Konzept mit „veröffentlichen“ und „abonnieren“ von Themen hat uns gefallen.

Wir konnten damit mehrere kleine Programme erstellen, die dann übersichtlich blieben: Ein Programm empfängt die Daten vom CanSat und „veröffentlicht“ die beim MQTT-Broker. Ein zweites Programm liest die Daten des BME280 Sensors der Bodenstation ein und veröffentlicht diese Werte ebenso am MQTT-Broker. Ein drittes Programm abonniert all diese Themen und schreibt die Werte in die InfluxDB.

Und genau damit werden bereits Vorteile sichtbar:

- Kleinere Python Programme sorgen für die Daten
- Ein Programm schreibt alles in die Datenbank
- Mit dem MQTT-Explorer kann man live alle aktuelle Werte im MQTT-Broker auslesen und sogar live grafisch darstellen.

Doch durch eben dieses Prinzip kann sich die fertige Software durchaus blicken lassen.

3.6 Testergebnisse

3.6.1 Funktests

Erster Versuch am 14.01.2021:

Messung der Strecke Luftlinie mit Google Earth

530m Sichtkontakt: gute Verbindung

675m Sichtkontakt: brauchbare Verbindung, immer wieder Paketverluste

1200m Sichtkontakt: nicht mehr brauchbar, viele Verluste, manchmal kommt ein Paket an.

Mögliche Optimierungen

Absenkung der RF-Datenrate auf 2400 oder 1200 Baudraten

Bessere Empfangsantenne

Mitschreiben, wann der Sender wo ist (oder besser gleich GPS-Modul einbinden)

Test Funkverzögerung

Durch die verwendeten APC-Module war uns von Anfang an klar, dass es eine gewisse Verzögerung beim Senden und Empfangen des Funkes gibt. Diese haben wir mithilfe eines Oszilloskops ermittelt.

Verzögerung: 300 ms (konstant)

3.6.2 Droptest

Erster Versuch am 06.03.2022

Sinkrate: etwa 7-8 m/s

Lange Schnüre führen zu mehr Stabilität, ebenso wie Scheitelöffnung

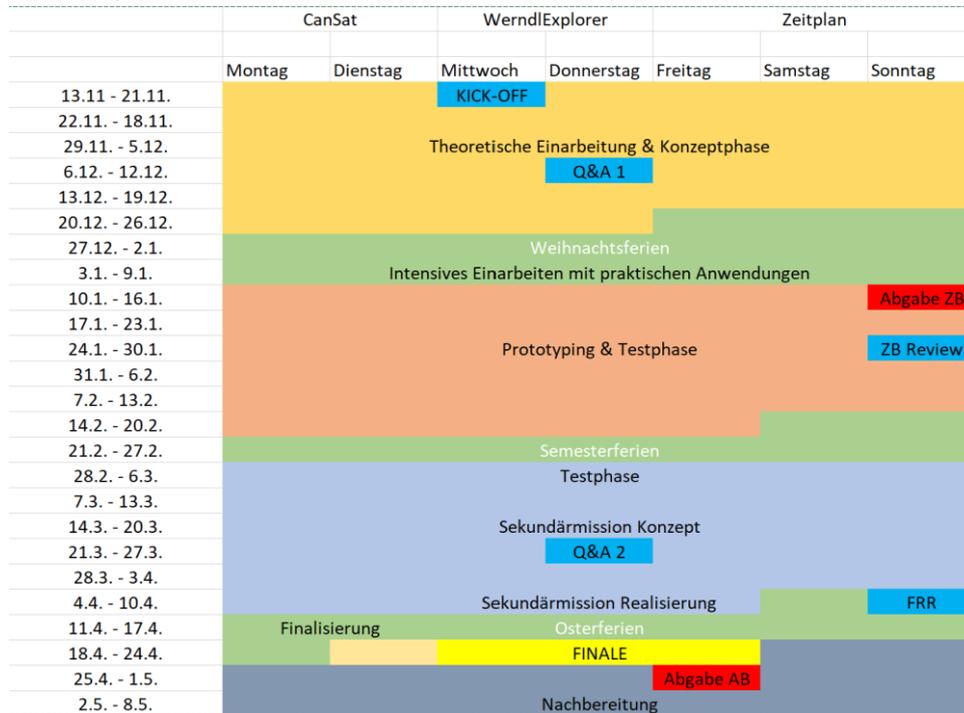
Schirm faltet sich problemlos auf

3.6.3 Piepser-Test

Der Piepser (Cheeper) ist auf 300m gut hörbar.

4 Projektplan

4.1 Zeitplan



4.2 Aufgabenverteilung im Team

- Maja Buchegger:** Gruppenleiter, Secondary Mission Chief
 Recherche und Konzept der Sekundärmission
 Testen
 Auswertung Sekundärmission
 Protokoll schreiben
 Kommunikation mit ESERO Austria und TU Wien Space Team
 Organisation im Team
- Pandora Spindler:** Gruppenleiter Stv., Primary Mission Chief
 Recherche und Konzept der Primärmission
 Funk
 Testen
 Softwareentwicklung
 Hardwareentwicklung/Prototyping
 Verantwortliche Bodenstation
 Auswertung Primärmission
 Instagram
 Öffentlichkeitsarbeit Unterstützung
 Protokoll schreiben
- Julia Aschaber:** Sponsoring & Finanzen, Chief of Construction
 CAD-Design
 T-Shirt Design
 Logo Design
 Plakatdesign
 Präsentationsgestaltung

Instagram

Kommunikation mit dem Sponsor

Überwachung der Ausgaben

- **Lena Minderock:** Chief of Parachute
 - Recherche Fallschirm
 - Nähen des Fallschirms
 - Fallschirmtest
 - Beobachtung am Flugtag
 - Präsentationsgestaltung
 - Instagram
 - Protokoll schreiben
- **Julian Beneder:** Head of Design
 - Flyergestaltung
 - Fotos/Videos
 - Präsentationsgestaltung
 - Öffentlichkeitsarbeit
- **Loreta Rugova:** Chief of Data
 - Datenauswertung
 - Datenüberwachung
 - Fallschirmtest Support

4.3 Inanspruchnahme externer Unterstützung

Finanzielle Unterstützung haben wir von unserem Sponsor "Ingenieurbüro Aschaber" erhalten (siehe 6.2 Sponsor).

Bei etwaigen technischen Fragen standen uns unsere Eltern gern zur Seite und erklärten uns Inhalte, die wir in der Schule nicht lernen.

Da wir leider keinen funktionierenden 3D-Drucker in der Schule haben, mussten wir das Gehäuse extern drucken. Im Bekanntenkreis ließ sich hier aber leicht eine Lösung für unser Problem finden.

Für den Fallschirmstoff holten wir uns eine Expertise vom polnischen Team "Satech", da wir nicht wussten, wo wir diesen am besten herbekommen.

4.4 Aktueller Status des Projekts

Wir befinden uns zurzeit in der Nachbereitungsphase des Projekts. In dieser Phase ist der Abschlussbericht zu schreiben, Präsentationen für die Schule zu erstellen, ein Artikel für die Schulhomepage zu schreiben, ein Highlight-Video zu schneiden und diversen Zeitungen ein Update über den Ausgang des Wettbewerbs zu geben.

Im Anschluss werden wir versuchen, unsere Sekundärmission zum Laufen zu bringen und Verbesserungen vorzunehmen.

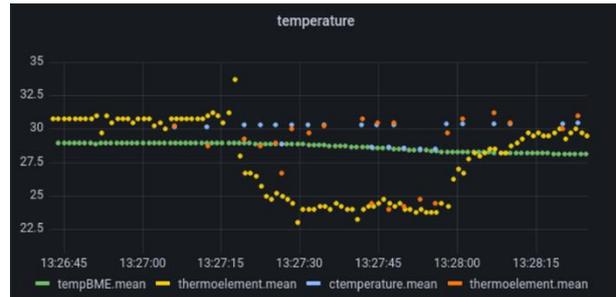
5 Flugauswertung

5.1 Primärmission

Unsere Primärmission ging reibungslos über die Bühne. Die zwei Bodenstationen mit unterschiedlichen Empfangsantennen für eine optimale Funkverbindung haben die Daten der Sensoren empfangen und es war uns möglich, die Werte in Echtzeit zu betrachten.

5.1.1 Temperatur

Die nebenan eingefügte Grafik beschreibt die Temperaturwerte, die während des Fluges detektiert wurden. Der gelbe und grüne Graph steht für die Werte, die wir der Datenbank des CanSats entnommen haben, der blaue und orangene für die der Bodenstation.



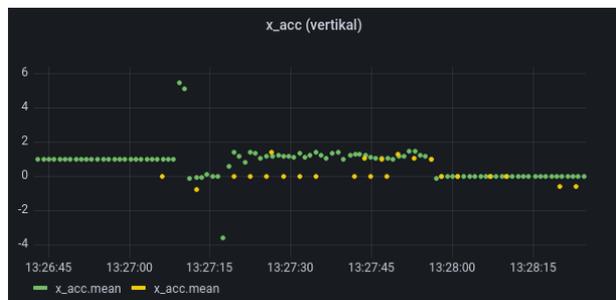
5.1.2 Luftdruck

Diese Grafik steht für die gemessenen Luftdruckwerte. Der gelbe und grüne Graph steht für die Werte, die wir der Datenbank des CanSats entnommen haben, der blaue und orangene für die der Bodenstation.



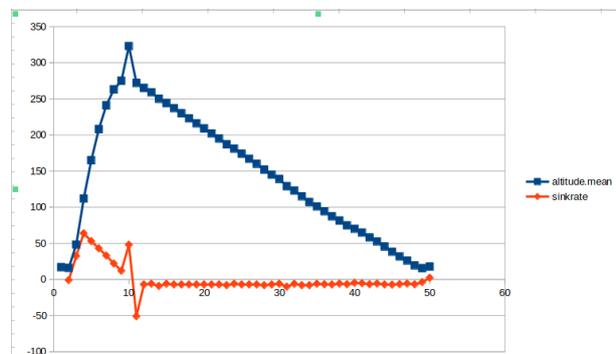
5.1.3 Höhe

Das Diagramm stellt die Höhe des CanSats dar. Der schnelle Anstieg spiegelt den Fug der Rakete wieder, das Absinken des CanSats war linear. Die gelben Punkte stellen die Werte der Bodenstation dar, die grünen die des CanSats. Die erreichte Höhe der Rakete betrug 280m, der Ausreißer, der mehr als 300m besagte, ist ein Messfehler. Dessen Ursprung ist der Fallschirmschock, der dem CanSat einen Schlag verpasst hat. Laut den von uns gemessenen Beschleunigungswerten war dieser genau zu dem Zeitpunkt der Fall.



5.1.3 Sinkrate

Die Sinkrate wurde sowohl auf dem CanSat, als auch auf der Bodenstation berechnet. An dieser Stelle hatten wir jedoch Probleme mit Grafana und dementsprechend haben wir keinen Grafen. Deshalb wurden die Rohdaten in eine Exceldatei geschrieben und dort auch ein Diagramm gezeichnet.



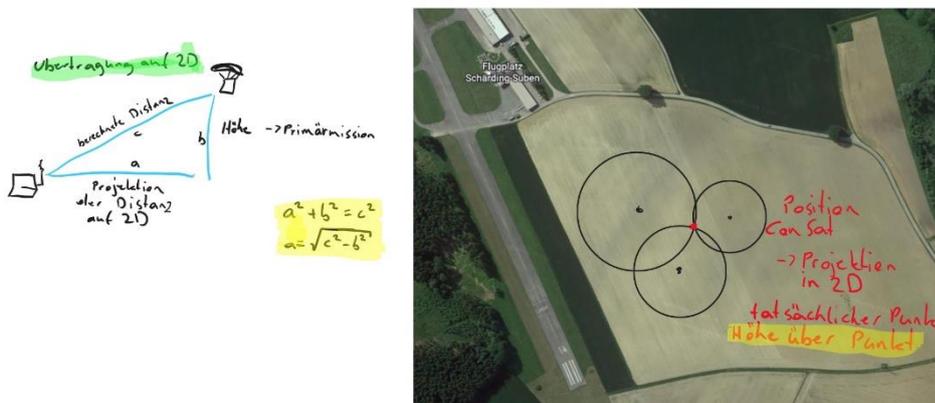
5.2 Sekundärmission

Leider haben beide Versionen unserer Sekundärmission nicht funktioniert (siehe 5.3.2 Fehleranalyse - Sekundärmission).

Was wäre wenn...

5.2.1 Sekundärmission Version 1

Während des Falls hätte wir uns Distanzen errechnet. Um diese dann auf dem zweidimensionalen Satellitenbild darstellen zu können hätten, wir mithilfe des pythagoräischen Lehrsatzes die Kathete am Boden errechnet. Mit 3 Bodenstationen hätte man theoretisch wie im Bild dann für jedes Mal Senden einen eindeutigen Punkt erhalten können. Diese Punkte kann man dann alle übereinander auf ein Satellitenbild legen und so auf die Flugkurve zurückschließen können. Wir hätten das Ganze allerdings nur mit einer Bodenstation probiert, da es für uns nur um einen "Prove of Concept" geht. Also hätten wir auch für jedes Datenpaket nur einen Kreis ermitteln können, auf dem der CanSat liegen soll. Als Grafik hätten wir diese Kreise übereinandergelegt und mit Zeiten beschriftet. Außerdem hätten wir noch Aussagen zur Genauigkeit unseres Systems getroffen und unseren ermittelten Punkt mit den GPS-Koordinaten verglichen.



5.2.2 Sekundärmission Version 2

Da wir aufgrund der Gegebenheiten auf unsere alternative Sekundärmission umsteigen mussten, ändert sich hier auch leicht die Auswertung. Wir hätten mit unserer mobilen Bodenstation nach der Landung an mehreren quasi "simulierten Bodenstationen" Distanzen gemessen. Die Kreise (Mittelpunkt: Messpunkt; Radius: gemessene Distanz) hätten sich dann in der Theorie in einem Punkt getroffen, dort wo unser CanSat liegt. Auch hier hätten wir auf die Genauigkeit schließen können und den von uns ermittelten Punkt mit den GPS-Koordinaten am CanSat verglichen werden. Die Auswertung würde wie im Bild unten aussehen.



5.3 Fehleranalyse

5.3.1 Primärmission

Grundsätzlich war bei der Primärmission keine Fehleranalyse notwendig, da alles funktioniert hat, wie wir es uns vorgestellt haben. Der einzige Makel, der eigentlich in die Kategorie Datenauswertung fällt, war ein kleines Problem mit der Anzeige der Sinkrate. Dies war jedoch nur ein kleiner Logikfehler, der aber in fünf Minuten beheben worden konnte. Ein Aspekt, der noch verbesserbar ist, ist unsere Reichweite des Funkes. Dieser hat zwar prinzipiell funktioniert, auf der niedrigen Frequenz, die wir verwendet haben, ist aber noch viel mehr herauszuholen.

5.3.2 Sekundärmission

Die Sekundärmission Version 2 hätte prinzipiell funktioniert, das Problem war nur, dass hierfür der Lauch der erste Test war. Da die Situation zuvor eine komplett andere war, waren wir nun mit Problemen konfrontiert, die wir natürlich nicht erwartet haben.

Der Taster, mit dem die Detektierung erfolgte, wurde durch das in der Hand halten kurzgeschlossen. Dadurch war der Taster sozusagen dauergedrückt und der Pi konnte keine Flanken, welche für die Berechnung notwendig gewesen wären, erkennen. Dieses Problem konnte auch nur durch eine Unschönheit im Code überhaupt entstehen.

Fehlerbehebung

Es ist eigentlich klar, an welchen Stellen man hier ansetzen muss: Einerseits muss der Kurzschluss behoben werden. Dies kann dadurch erfolgen, dass der Taster auf einen nichtleitenden Untergrund fixiert wird (z.B. Holzstück).

Auch die kleine Unschönheit im Programmcode ist schnell behoben.

5.4 Lessons learned

- **Checkliste:** Die Checkliste war ein sehr effizientes Konzept zur Vermeidung von Schlampigkeitsfehlern bei dem Aufbau
- **Viel Testen:** Die Wichtigkeit der Tests ist uns erst beim Wettbewerb wirklich bewusst geworden: Die Primärmission, bei der wir schon sehr viele Fehler entdeckt und behoben haben, hat reibungslos funktioniert, während die um einiges weniger getestete Sekundärmission einige Fehler aufwies.

6.2 Sponsoring

INGENIEUR BÜRO ASCHABER

Wir bedanken uns herzlichst bei unserem Sponsor für die gute Zusammenarbeit und das Abdecken jeglicher Kosten, von technischen Komponenten über Druckkosten bis T-Shirts.

7 Öffentlichkeitsarbeit

7.1 Plakate

Um in unserer Schule Aufmerksamkeit zu generieren haben wir Plakate designt und in der Schule aufgehängt.



WERNDLEXPLORER  **INGENIEUR BÜRO ASCHABER**
Sponsor

Was ist WerndlExplorer?

Ein Team aus 6 Oberstufenschülern, die beim diesjährigen CanSat-Wettbewerb, mit unserem selbstgebauten Satelliten teilnehmen.

Die Explorer:

Julian Beneder 6B	Maja Buchegger 6C
↳ HARDWARE	↳ SOFTWARE
Loreta Rugova 6B	
↳ DATENANALYSE	
Lena Minderock 6C	Pandora Spindler 6B
↳ FALLSCHIRM	↳ FUNK
Julia Aschaber 6C	
↳ DESIGN HÜLLE	

Unser Coach:
Herr Seher

WERNDLEXPLORER  **INGENIEUR BÜRO ASCHABER**

WAS IST WERNDLEXPLORER?

Ein Team aus 6 Oberstufenschülern, die mit ihrem Satelliten beim CanSat-Wettbewerb 2021/22 antreten.

Die Explorer:

Julian Beneder 6B: Hardware
Maja Buchegger 6C: Software
Loreta Rugova 6B: Datenverarbeitung/analyse
Pandora Spindler 6B: Funk und Bodenstation
Lena Minderock 6C: Fallschirm
Julia Aschaber 6C: Design und Hülle

Unser Coach:
Herr Seher

7.2 Flyer

Nachdem wir merkten, dass viele lediglich unseren Teamnamen kannten, nicht jedoch mit was wir uns beschäftigten, gingen wir durch alle Klassen und erzählten von unserem Projekt. Außerdem nutzten wir gleich die Gelegenheit unsere frisch designten Flyer mit QR-Code an unsere Mitschüler zu verteilen, die auf unser Instagram-Profil führen.

WAS IST CANSAT?
Bei dem Cansat-Wettbewerb treten verschiedene Teams aus ganz Österreich gegeneinander an, indem kleine Satteliten, sogenannte CanSats, gebaut und auf 500 Meter Höhe geschossen werden. Dabei werden je nach gewählter Mission verschiedene Daten gesammelt.

WAS IST CANSAT?
Bei dem Cansat-Wettbewerb treten verschiedene Teams aus ganz Österreich gegeneinander an, indem kleine Satteliten, sogenannte CanSats, gebaut und auf 500 Meter Höhe geschossen werden. Dabei werden je nach gewählter Mission verschiedene Daten gesammelt.

7.3 T-Shirts

Um für jeden öffentlich als Team ersichtlich zu sein, beschlossen wir uns stylische Team-Shirts bedrucken zu lassen. Hier möchten wir uns noch einmal bei unserem Sponsor bedanken, der die kompletten Kosten abgedeckt hat.



7.4 Instagram

7.4.1 @werndexplorer2022

Im Laufe des Projektes war es uns möglich, auf unserem Instagram eine große Anzahl an Menschen zu erreichen und diesen unser Projekt näherzubringen. Mit regelmäßigen Posts haben wir sie über das Geschehen am Laufenden gehalten.



7.4.2 Space-Team Takeover

Durch das Takeover des Instagram-Accounts des TU Space Teams konnten wir auch deren Reichweite nutzen, um auf unsere Arbeit aufmerksam zu machen.

7.5 Zeitungen

Unser Team war im Laufe des Projektes auch in ein paar Zeitungen. Dies hat es uns ermöglicht, eine ältere Zielgruppe zu erreichen, die eher weniger auf Social Media aktiv ist.

7.5.1 OÖ Nachrichten

24 Steyer Zeitung STEYR STEYR-LAND | KIRCHDORF | LAMSTEINEN
Dienstag, 6. April 2022 | www.steyerzeitung.at

Alternative zu GPS: Schüler bauen eigenen Satelliten

Schülergruppe aus Steyr startet mit Weltraum-Wettbewerb CanSat

Die Steyerer Jungs sind der größte Wettbewerb in der Welt. Die Schülergruppe aus Steyr hat sich für den Wettbewerb CanSat entschieden. Die Teilnehmer müssen einen Satelliten bauen, der von der Internationalen Raumstation (ISS) in 400 Kilometern Höhe in die Luft geschickt wird. Die Schülergruppe aus Steyr hat sich für den Wettbewerb CanSat entschieden. Die Teilnehmer müssen einen Satelliten bauen, der von der Internationalen Raumstation (ISS) in 400 Kilometern Höhe in die Luft geschickt wird.

Am Anfang war nicht klar, wie viel Arbeit hinter dem Projekt steckt. Aber wir waren alle bereit, unsere Freizeit zu investieren.

Pandora Spindler, Sprecherin des Teams WerndlExplorer

Die Steyerer Jungs sind der größte Wettbewerb in der Welt. Die Schülergruppe aus Steyr hat sich für den Wettbewerb CanSat entschieden. Die Teilnehmer müssen einen Satelliten bauen, der von der Internationalen Raumstation (ISS) in 400 Kilometern Höhe in die Luft geschickt wird.

7.5.2 Kronenzeitung

Gymnasiasten aus Steyr schicken Mini-Satelliten in die Luft

Schüler auf Weltraum-Mission

STEYR-STADT Der Countdown läuft! Am Mittwoch beginnt für sechs Steyrer Gymnasiasten ihre Weltraum-Mission. Sie nehmen beim österreichischen Can-Sat-Bewerb teil. Die European Space Agency organisiert die Challenge und stellt dabei junge Techniker vor die Herausforderungen eines richtigen Weltraumprojekts.

Ein Satellit, nicht größer als eine Getränkedose! Daran haben Maja Buchegger, Julia Aschaber, Lena Minderock, Loreta Rugova, Pandora Spindler und Julian Benedner vom Gymnasium Werndlpark in Steyr seit Anfang Dezember gearbeitet.

Am Mittwoch treten sie damit beim Can-Sat-Bewerb in Suben an. „Wir messen uns mit HTL-Schülern aus Salzburg und Wien. Weil sie viel mehr mit Technik zu tun haben, sind sie natürlich klar im Vorteil“, ist Spindler schon aufgeregt. „Die Zeit läuft uns davon!“ Deshalb kommen die Osterferien wie gerufen. Fieberhaft wird noch an letzten Details gearbeitet, bevor am Mittwoch eine Rakete der TU Wien den Mini-Satelliten in 500 Meter Höhe befördert. In Echtzeit müssen dann Daten an die Erde gesendet werden. Selbstverständlich muss auch ein Fallschirm für eine sichere Landung sorgen. Der Sieger löst ein Ticket für den europäischen Can-Sat-Bewerb. **MZ**

7.5.3 Tips

Schüler greifen nach den Sternen

STEYR. Welches Kind träumt nicht davon, die unendlichen Weiten des Weltalls zu erforschen? Schüler der Klassen 6b und 6c des Gymnasiums Werndlpark schreiten zur Tat.

Mit einem selbstentwickelten Satelliten gehen sechs Steyrer Gymnasiasten als Team „WerndlExplorer“ beim fünften österreichischen CanSat-Wettbewerb an den Start. Dieser wird von der European Space Agency zusammen mit der TU Wien und dem Ars Electronica Linz von 20. bis 23. April im Flugfeld in Suben veranstaltet.

Einziges OÖ-Team
Die 15-jährige Pandora Spindler und die fünf Mitspieler des CanSat-Projekts im Internet. Teilnehmer ab 14 Jahren bauen einen eigenen Satelliten (Sat) in der Größe eines Getränkedose (Can) und durchlaufen dabei alle Phasen eines realen Weltraumprojektes. Der Wettbewerb wird von der European Space Agency (ESERO) in Zusammenarbeit mit dem Spaceteam der TU Wien und dem Ars Electronica Linz von 20. bis 23. April am Flugfeld in Suben veranstaltet. Sämtliche Arbeiten an dem Projekt werden von den Schülern in ihrer Freizeit erledigt. Beson-

ders wichtig ist ihnen das Thema Nachhaltigkeit und Fairness. Pandora Spindler zur Priorität des WerndlExplorer-Teams: „Gerade in der Technik wird vieles in Billiglöhnländern produziert und Rohstoffe werden achtlos genutzt. Wir versuchen, wo immer möglich, auf solche Produkte zu verzichten. Beispielsweise verwenden wir Materialien wie Sperrholz und alte Aluleisten, die wir zuhause herumliegen haben. Und auch die Platten lassen wir nicht in Billiglöhnländern herstellen, sondern bauen sie mit Fädeltechnik selbst, auch wenn das viel mehr Aufwand für uns bedeutet. Auch in der Technik ist soziale Fairness ein Thema und mit unserem Projekt wollen wir einen Denkanstoß in diese Richtung liefern.“

Mehr auf MeinBezirk.at/Steyr

7.5.4 Rundschau

Steyrer Schüler bauen Satelliten

Projekt „WerndlExplorer“ startet beim Can-Sat-Wettbewerb im April

STEYR. Maja Buchegger, Julia Aschaber, Lena Minderock, Loreta Rugova, Julian Benedner und Pandora Spindler, alles Schüler der Klassen 6b und 6c des Gymnasiums Werndlpark, und ihr Betreuer Professor Dieter Seher starten mit einem selbst entwickelten und gebauten Satelliten als einziges oberösterreichisches Team mit dem Namen „WerndlExplorer“ beim fünften österreichischen CanSat-Wettbewerb. Dabei bauen Teilnehmer ab 14 Jahren einen eigenen Satelliten (Sat) in der Größe einer Getränkedose (Can) und durchlaufen dabei alle Phasen eines realen Weltraumprojektes. Der Wettbewerb wird von der European Space Agency (ESERO) in Zusammenarbeit mit dem Spaceteam der TU Wien und dem Ars Electronica Linz von 20. bis 23. April am Flugfeld in Suben veranstaltet. Sämtliche Arbeiten an dem Projekt werden von den Schülern in ihrer Freizeit erledigt. Beson-

ders wichtig ist ihnen das Thema Nachhaltigkeit und Fairness. Pandora Spindler zur Priorität des WerndlExplorer-Teams: „Gerade in der Technik wird vieles in Billiglöhnländern produziert und Rohstoffe werden achtlos genutzt. Wir versuchen, wo immer möglich, auf solche Produkte zu verzichten. Beispielsweise verwenden wir Materialien wie Sperrholz und alte Aluleisten, die wir zuhause herumliegen haben. Und auch die Platten lassen wir nicht in Billiglöhnländern herstellen, sondern bauen sie mit Fädeltechnik selbst, auch wenn das viel mehr Aufwand für uns bedeutet. Auch in der Technik ist soziale Fairness ein Thema und mit unserem Projekt wollen wir einen Denkanstoß in diese Richtung liefern.“

Mehr auf MeinBezirk.at/Steyr

7.6 Radio

Unser Team hat auch einen Auftritt im oberösterreichischen Radiosender *LifeRadio*.

<https://www.liferadio.at/episode/schueler-bauen-satelliten>

SCHÜLER BAUEN SATELLITEN!

14.04.2022, 15:19 Uhr

Sechs Schüler vom Gymnasium Werndlpark Steyr greifen –im wahrsten Sinn des Wortes– nach den Sternen! Sie machen als einziges oberösterreichisches Team beim Weltraum-Wettbewerb "CanSat" mit! Worum bei diesem Wettbewerb geht? Was eine "gepimpte Getränkedose" damit zu tun hat? Das erzählt eine der Schülerinnen im Podcast.



Life Radio

Schüler bauen Satelliten!



Podcast abspielen

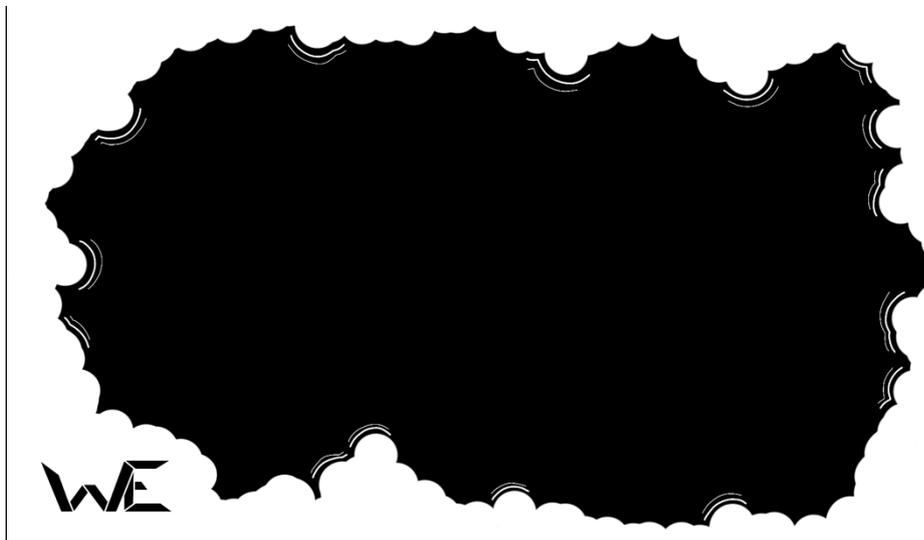
00:00

-01:22

7.8 Präsentationen

7.8.1 Design

Bei unserer Abschlusspräsentation war es uns wichtig, diese einheitlich, aber kreativ zu gestalten. Dafür haben wir uns unsere eigenes Folienlayout erstellt. Verwendet haben wir dafür unsere Teamfarben schwarz und weiß. Das Layout soll an Wolken erinnern und damit an den Himmel, in den unser CanSat geschossen wird. Auf einer der Folien ist dieser auch im Sinkflug zu sehen. Wir haben auch eine einheitliche Schrift verwendet und unser Logo inkludiert.



7.8.2 Präsentationen in der Schule

Da wir in unserer Schule über unser Projekt aufklären wollten, hielten wir in mehreren Klassen Vorträge. In der Nachbereitungsphase ist außerdem noch ein Vortrag vor der gesamten Schule geplant, bei dem wir auch auf unsere Erfahrungen eingehen und von den drei Tagen erzählen.

