

Abschlussbericht EFMK Space Engineering

Unser Team:

Florian: Programmierer, Zuständiger für Datenübertragung und Sensormanagement

Moritz K.: Fallschirmdesigner, Zuständiger für Berechnungen und Tests

Michaela: Social Media Managerin, Zuständige für Berichte

Evelyn: Zuständige für Berichte und Zeitmanagement

Moritz M.: Zuständiger für die technischen Designs, die Website und die Dose

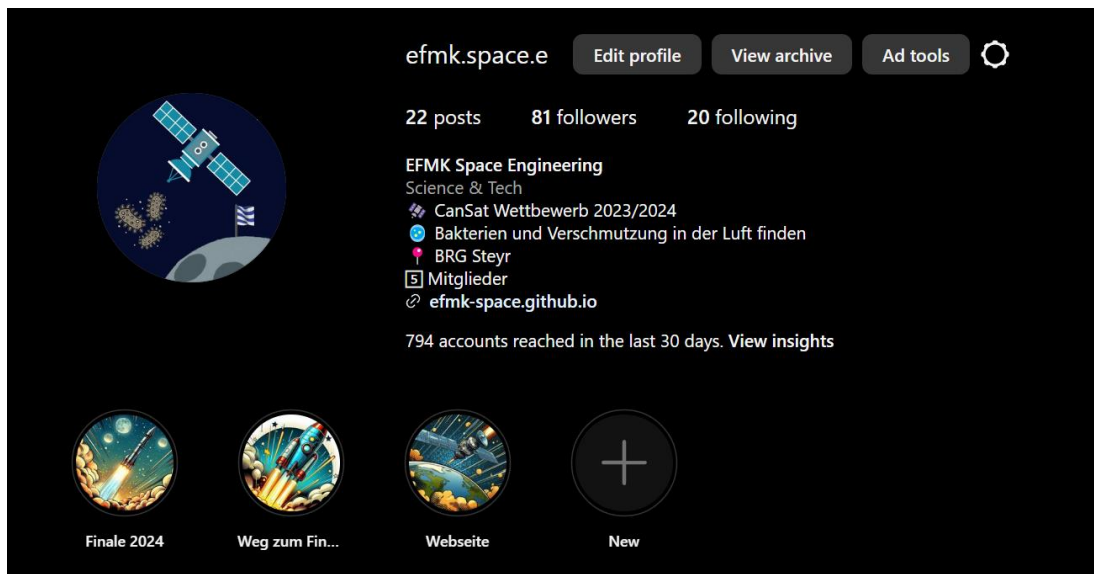
Mentoren:

Ohne die tatkräftige Unterstützung unserer beiden Mentoren Mag. Patrick Ritt sowie Mag. Frank Maier, Ph.D. wäre unsere Teilnahme niemals möglich gewesen. An dieser Stelle nochmals ein herzliches Danke an die Beiden.

Öffentlichkeitsarbeit:

Unser Instagram Account:

<https://www.instagram.com/efmk.space.e/>

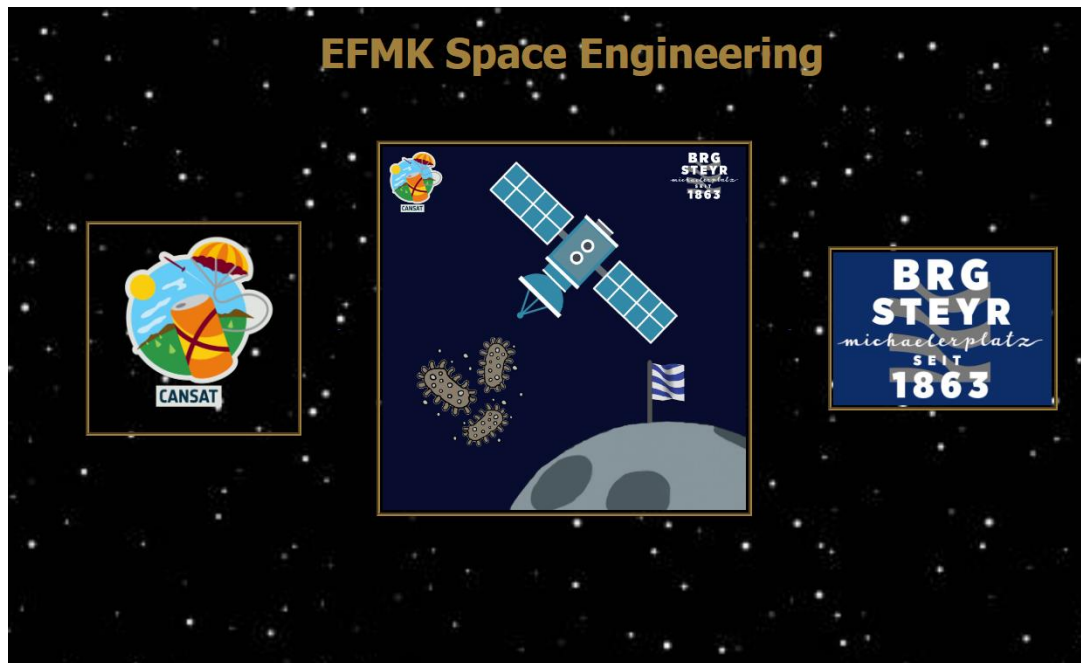


Auf diesem Account wurde unser Arbeitsfortschritt dokumentiert. Wir haben 22 Posts, 81 Follower und fast 800 Accounts in den letzten 30 Tagen erreicht. (Stand 10.04.2024)

Unsere Website:

<https://efmk-space.github.io>

Die Website wurde von unserem Team eigenständig programmiert. In ihr sind Links für die Website des CanSat – Wettbewerbs und unserer Schulhomepage eingebettet. Außerdem wird auf ihr unser kompletter Projektaufbau erklärt und beschrieben.



Zeitungsartikel:

https://www.meinbezirk.at/steyr-steyr-land/c-wirtschaft/schuelerteam-schickt-kleinen-satellit-in-die-luft_a6590052

Printausgabe der Bezirksrundschau Steyr vom 28./29. März 2024



Home / Nachrichten / Steyr / Land & Leute

Drucken Kommentare Teilen

Beste wissenschaftliche Mission kam aus Steyr

Tips Steyr Robert Hofer, 16.04.2024 11:13

Vorlesen

<https://www.tips.at/nachrichten/steyr/land-leute/642647-beste-wissenschaftliche-mission-kam-aus-steyr>

STEYR. Der CanSat-Austria Bewerb führt Schüler auf eine „Weltraummission“. Das Team des BRG Steyr qualifizierte sich für das Österreich-Finale.

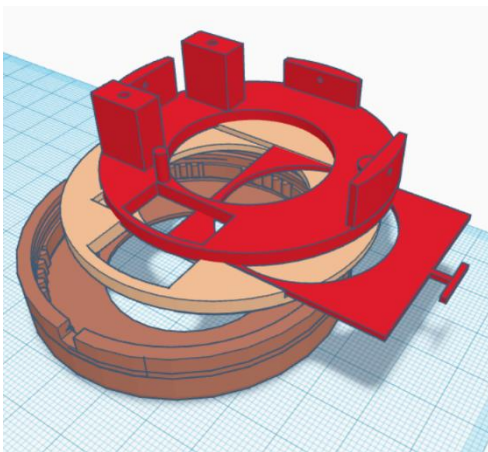
Tag der offenen Tür:

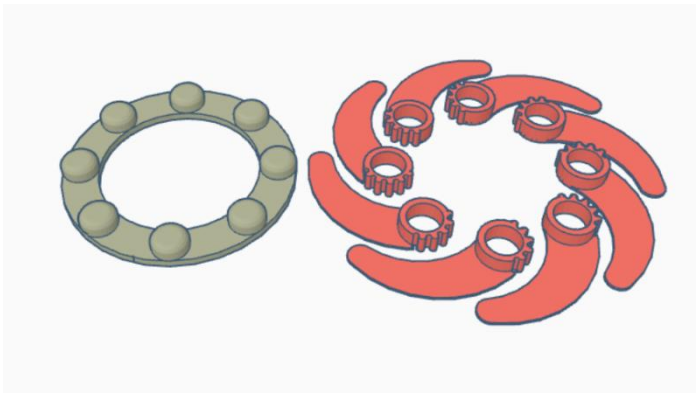
Am Tag der offenen Tür haben wir unser Projekt zum ersten Mal der interessierten Öffentlichkeit präsentiert und den Menschen Einblicke in unsere Arbeit gewährt.



Technische Umsetzung:

Der technisch anspruchsvollste Teil unsere CanSats setzt sich aus dem Verschlussmechanismus und seiner Betätigung zusammen. Der Mechanismus ist vergleichbar mit der Blende einer Kamera und wird deshalb (auf englischer Fachsprache) "Mechanical Iris" genannt. Die passende 3d Datei wurde kostenlos bei Thingiverse (<https://www.thingiverse.com/>) zur Verfügung gestellt, wobei nach den ersten Druckversuchen klar wurde, dass einige große Veränderungen von Nöten waren.





Diese Iris besteht grundsätzlich aus drei Grundbestandteilen plus die **acht Blättern**. Der **unterste Teil** ist mit Zahnradschienen versehen, was in Kombination mit den Blättern (ebenfalls mit Zähnen) und dem **rotierenden Teil** (in grün dargestellt) die Drehbewegung der Blätter verursacht. Die Blätter müssen als erstes in den unteren Teil, wobei das letzte von ihnen unter das erste Blatt geschoben werden muss, was für die charakteristische Form sorgt. Nachdem der rotierende Teil mitsamt der Schraube auf die Blätter gedrückt wird, kann der Deckel mithilfe eines Klemm-Mechanismus auf den unteren Teil gesteckt werden. Finalisierend wird der **Deckel** verklebt. Darauf folgt die **Befestigungsscheibe** für den Servo-Motor und seine beiden Hebel, die ein Arbeiten mit möglichst geringem Kraftaufwand ermöglichen. Diese Scheibe ist vom Durchmesser so weit reduziert, sodass die Hülle des Satelliten darüber geschoben werden kann.

Filter:

Die Idee des Filters basiert auf einem möglichst schnellen Einbau in die Dose und daher sehr geringgehaltenen ungewollte Einflüssen von der Umwelt. Daher haben wir das Design des Satelliten so gewählt, dass der Filter von außen eingebaut und auch wieder entnommen werden kann. Der Filter ist ebenfalls ein 3d-Druck, der sehr dünn gehalten wird. In der Mitte hat er ein Loch mit einem Durchmesser von 36mm, das ist also die maximale bestrahlte Fläche unseres Filters. Damit hätten wir im Optimalfall Proben von circa einem Drittel Kubikmeter Luft genommen. Auf ihm ist mit doppelseitigem Klebeband eine Wundaufgabe aufgeklebt. Für die Wundaufgabe haben wir uns entschieden, da sie zu 100% steril verpackt ist und durch die Baumwolle an zahllosen feinen Härchen verfügt, die kleinste Partikel und Bakterien aus der Luft leicht auffangen können. Wir haben dabei gelernt, dass es wichtig ist, Wundaufgaben zu verwenden, die nicht aus wundheilungstechnischen Gründen mit Silber oder Aluminium beschichtet sind, da dadurch logischerweise ungewollte Teilchen in der Rasterelektronenmikroskopie auffallen.

Fallschirm:

Der Fallschirm ist eine der wichtigsten Komponenten im gesamten System. Ohne ihn würde der Satellit wie ein Stein zu Boden fallen. Deshalb war es höchste Priorität, schnellstmöglich einen fehlerfrei funktionierenden Fallschirm zu entwickeln.

Historie unseres Fallschirms:

Zu Beginn verwendeten wir etwas Luftpolsterfolie mit vier Schnüren, um zu untersuchen, wie schnell und wie gut ein solcher Fallschirm fliegen würde. Als Dummy diente damals eine Dose, die wir aus dem Müll fischten und mit etwa 300 g Gewicht füllten. Die Schnüre waren anfangs provisorisch mit Gafferband befestigt.

Nach einer Woche fertigten wir den ersten Fallschirm aus Stoff (einem alten Vorhang) an. Erste Tests ergaben jedoch ernüchternde Ergebnisse.

Probleme:

- Zu langsam (erschien auf den ersten Blick tendenziell eher zu schnell als zu langsam)
- Trudelt in einem nicht akzeptablen Ausmaß
- Gut die Hälfte der Fläche ist eingeklappt und wird somit nicht genutzt.
- Größe beim Zusammenrollen könnte durch einen anderen Stoff verbessert werden.
- Gewicht könnte durch einen anderen Stoff verbessert werden.

Um diese Probleme zu beheben, befestigten wir zunächst eine Schnur in der Mitte mit Gafferband. Dadurch wurde der Flug stabiler, mehr Fläche wurde effektiv genutzt und die Luft konnte den Schirm besser abbremsen. Der Schirm wurde dadurch langsamer.

Eine Woche später hatten wir einen zweiten Prototypen, bei dem wir uns von der Schnur in der Mitte verabschiedeten. Wir wollten das Trudelproblem durch ein Loch lösen und brachten stattdessen zusätzliche Schnüre an (insgesamt acht). Der Dummy wurde zu einer Flasche, in deren Deckel wir ein Loch bohrten, um dahinter eine Mutter zu befestigen. Dadurch konnte der Dummy schnell ausgetauscht werden, da er oft beim Aufprall beschädigt wurde.

Neue Probleme:

- Die Schnüre sind anfällig für Verhakungen usw.
- Die Schnur lässt sich schlecht kneten (Angelhakenschnur).
- Das Loch löste das Trudeln zwar etwas, aber nicht vollständig.
- Der Schirm ist immer noch zu langsam.

Wir bemerkten schnell, dass die Symmetrie sehr schwer herzustellen ist. Je mehr Schnüre angebracht sind, desto schwieriger wird es.

Unser Konzept änderte sich zu einem Fallschirm mit einem Netz an der Unterseite anstelle von Schnüren. In größeren Maßstäben ist dies wahrscheinlich nicht praktikabel, da das Netz viel Platz benötigt, aber in diesem kleinen Maßstab ist es machbar. Mit dem Netz konnten wir den Schwerpunkt des Fallschirms mithilfe einer neuen, stabileren Schnur bestimmen, die ebenfalls mit einem Schnellwechselmechanismus angebracht werden konnte. Eine zusätzliche Eigenschaft war, dass sich die Dose bei leichten Verwirbelungen kaum mitdrehte (aus Testwürfen von oben beobachtet). Durch ein

kleineres Design konnte auch die Geschwindigkeit in den idealen Bereich gebracht werden.

Die Videos des Wettbewerbs bestätigten das Design, da unser Satellit in einer schönen geraden Bahn nach unten segelte. Das einzige Manko war die Schnur, die beim Verpacken des Satelliten in die Rakete etwas knapp wurde, was sich jedoch sehr einfach beheben lässt. Auch die Zweifel, dass der Schirm sich zusammenfallen könnte, weil die Zugkraft stärker als der Luftwiderstand ist, erwiesen sich als unbegründet und traten zu keinem Zeitpunkt ein.

Fehler vor dem Start

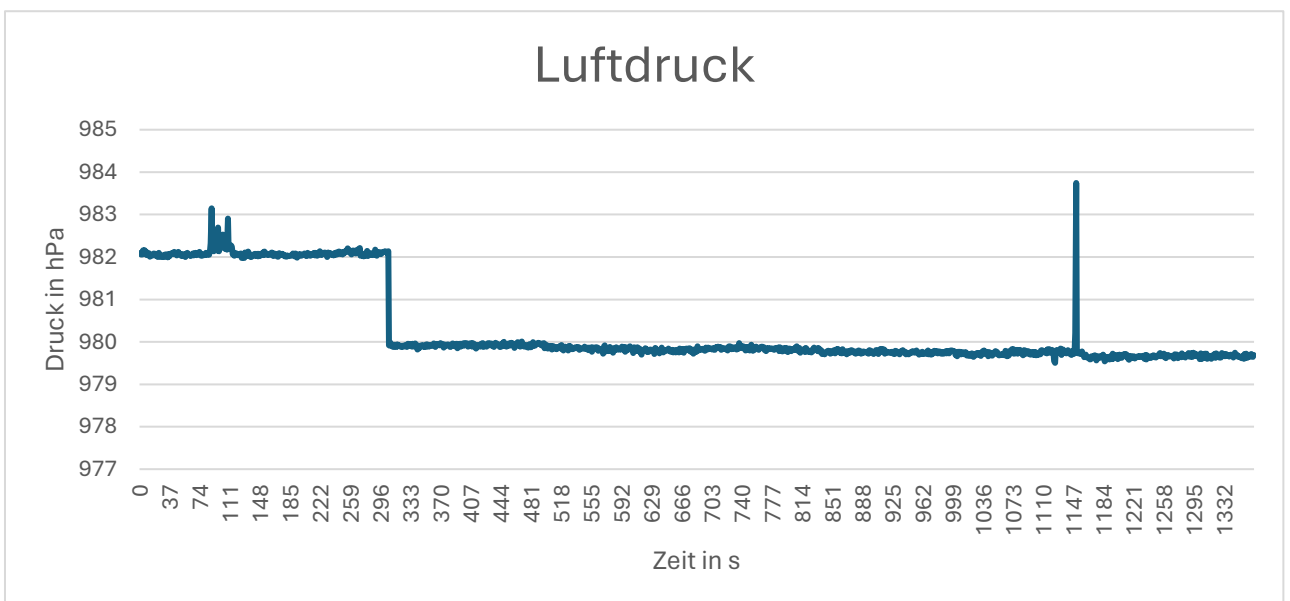
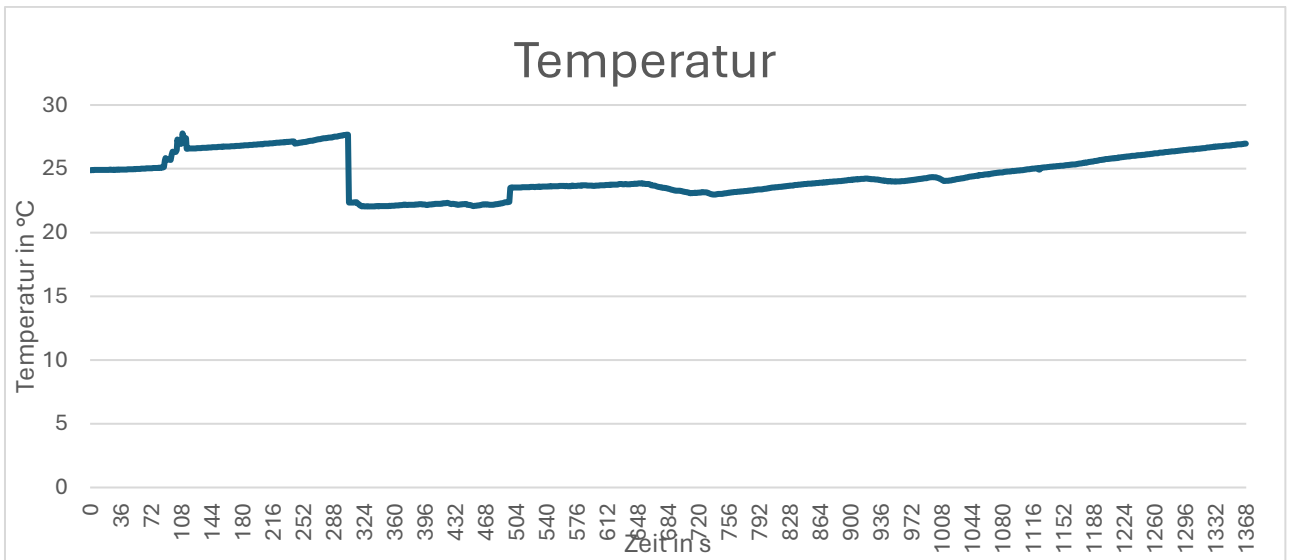
Wenige Minuten vor dem Start (am Zeitstempel erkennbar) ist unsere Batterie, ein 3.7V LiPo Akku, kaputt gegangen. Wie genau es dazu gekommen ist, ist uns rätselhaft, jedoch können wir definitiv einige Fehlerquellen ausschließen.

Der Akku hat sehr wahrscheinlich keinen Wackelkontakt. Weder bei den zahlreichen Tests noch bei genaueren Untersuchungen ist uns ein Fehler der Kontakte aufgefallen. Natürlich haben wir den Akku nicht aufgebrochen und im Inneren nachgeprüft, jedoch gehen wir stark davon aus das hier der Fehler liegt.

Ergebnisse:

Primärdaten:

Diese Daten wurden mit einem BME280-Sensor gemessen und anschließend mittels eines Raspberry Pi Zero WH ausgelesen. Diese wurden bis zum Ausfall der Batterie mit einer Frequenz von 1 Hz unter Verwendung eines LoRa SX1262 HAT an unsere Bodenstation übermittelt. Die Daten wurden am Boden und am Raspberry Pi selbst jeweils in eine CSV-Datei geschrieben und in Excel ausgewertet.



Aus diesen Druckdaten lässt sich unter Zuhilfenahme der Barometrischer Höhenformel ein Höhenprofil erstellen.

$$h_0 = \left(\frac{287,05}{9,81} \right) * T_K$$

$$h = h_0 * \ln \left(\frac{p_0}{p} \right)$$

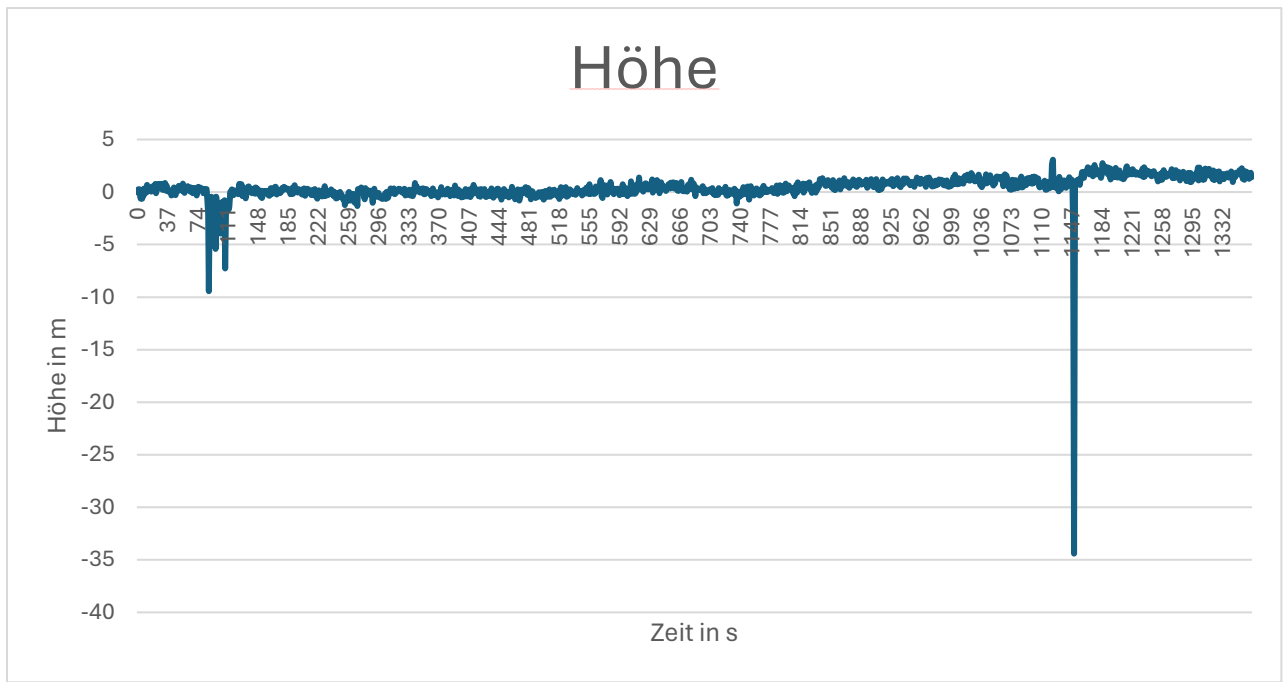
T_K ... Temperatur am Boden in K

p_0 ... einmalig aufgenommenener Referenzdruck am Boden in hPa

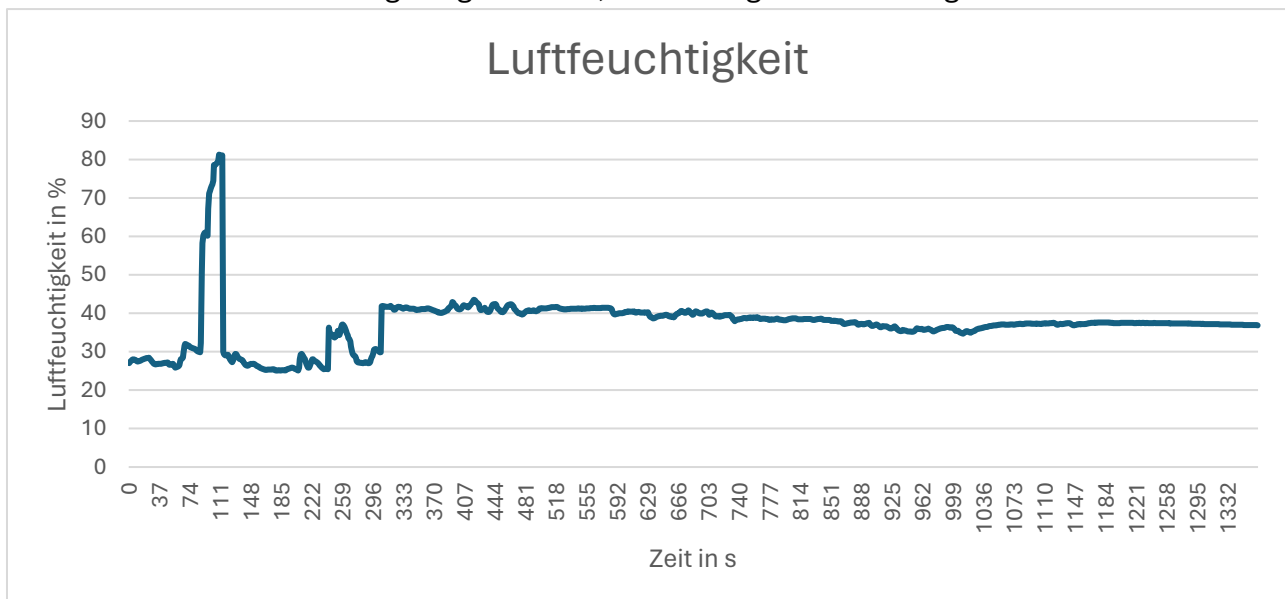
h_0 ... errechnete Referenzhöhe in Meter

p ... gemessener Luftdruck in hPa

h ... Höhe im Bezug auf den Startpunkt in Meter

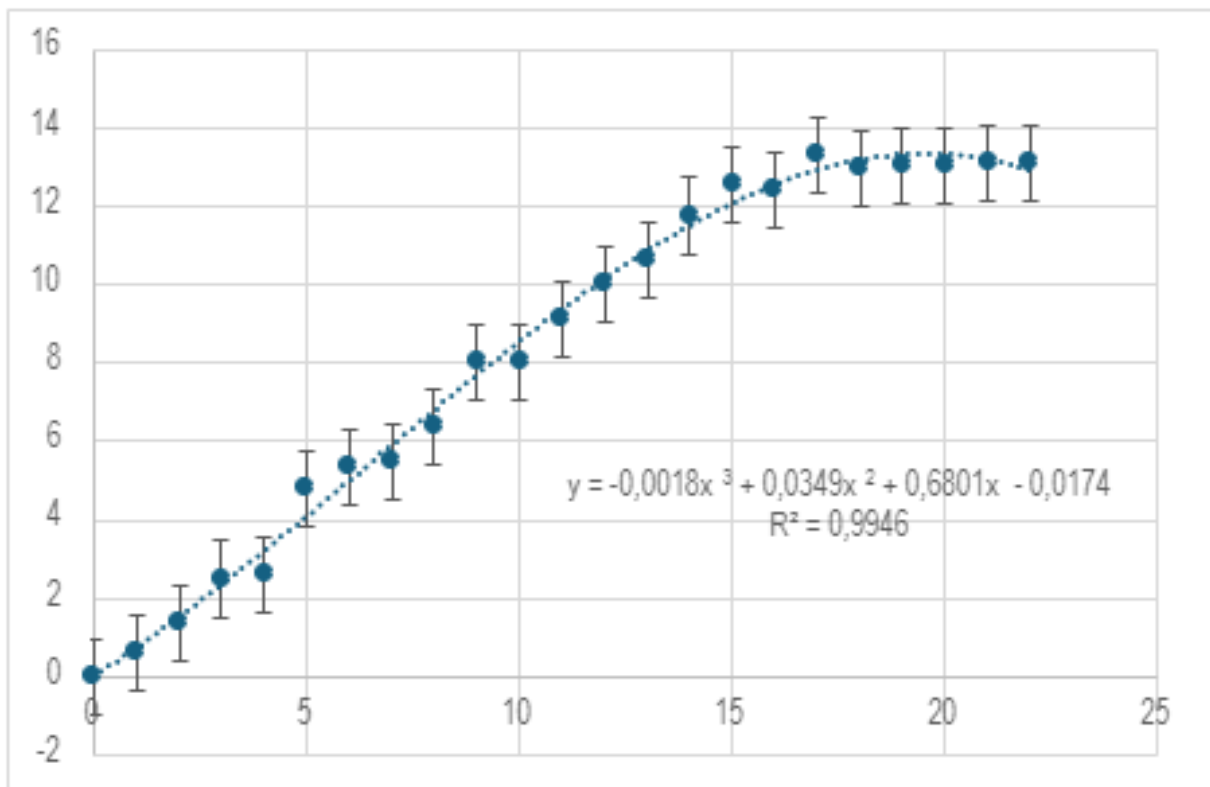


Zusätzlich zu den von der Primärmission geforderten Daten konnte unser BME280-Sensor auch die Luftfeuchtigkeit gemessen, die wir folglich auch ausgewertet haben.

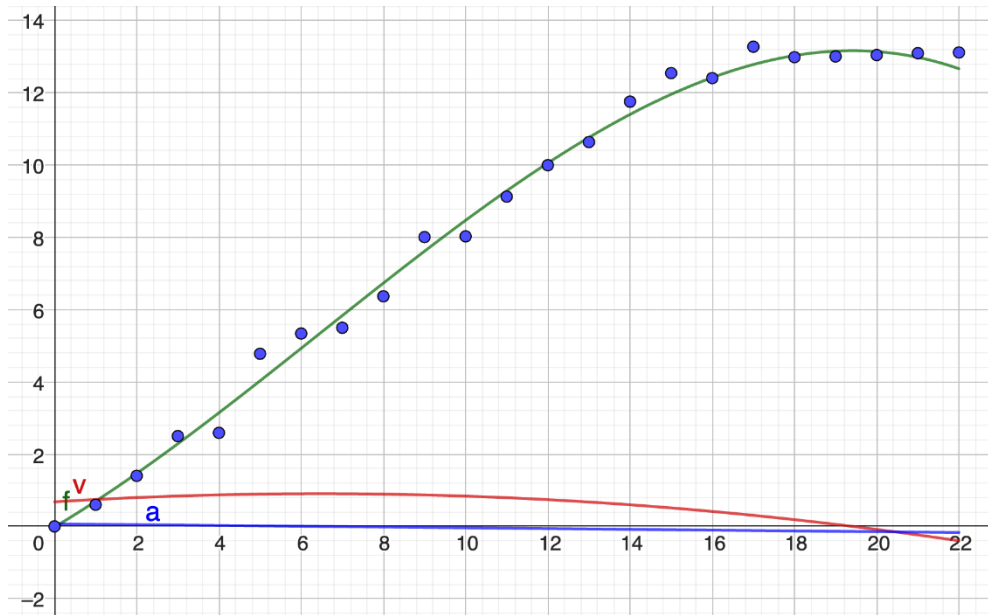


Ersatzdaten:

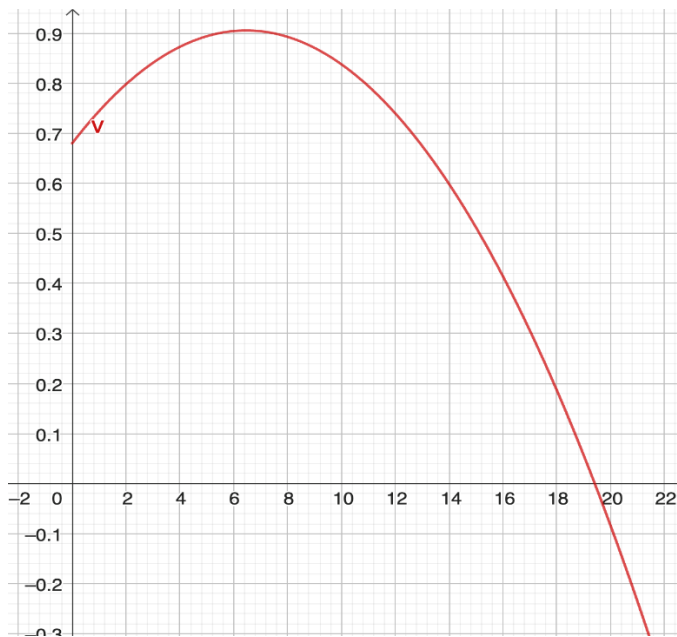
Da unsere Batterie, ohne eindeutig feststellbaren Grund, kurz vor dem eigentlichen Raketenstart leider kaputt gegangen ist, wollten wir nicht mit leeren Händen vor die Jury treten, deshalb beschlossen wir uns den nächstbesten Raketenersatz zu suchen. Was wir fanden, war der Lift im ARS Elektronica Center. In diesem unternahmen wir, ausgestattet mit einem neuen Akku, eine Fahrt, wo wir sofort wieder Daten empfangen. Um unser Können im Bezug auf Datenanalyse zu demonstrieren, haben wir diese fachgerecht ausgewertet.



Auf dieser Grafik lässt sich die Höhe in Meter im Bezug auf die Zeit in Sekunden der Liftfahrt ablesen. Diese Daten wurden zu weiteren Analysen mit Hilfe einer Polynomfunktion vom Grad 3 modelliert und so angenähert.

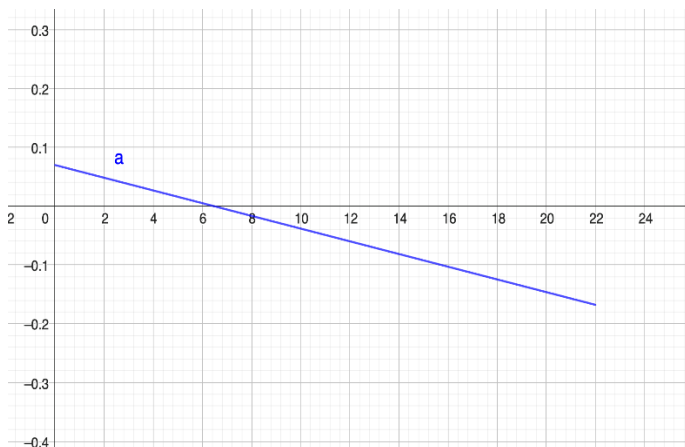


In diesem Graphen sind die Ortfunction (grün) sowie ihre Ableitungen in Form der Geschwindigkeitsfunction (orange) und der Beschleunigungsfunction (Blau) abgebildet.



Die Geschwindigkeit in m/s wird anhand dieser Grafik verdeutlicht.

Recherchen ergaben, dass ein genormter Lift zwischen 0,8 m/s und 1 m/s schnell sein darf. Da der Aufzug im AEC laut unseren Berechnungen maximal 9 m/s schnell wird, erfüllt er diese Normen genau.



An diesem Graphen wird die Beschleunigung in m/s^2 während der Liftfahrt dargestellt.

Man kann beobachten, wie der Lift am Anfang schneller wird, und schon bald beginnt wieder abzubremsen

Sekundärmission:

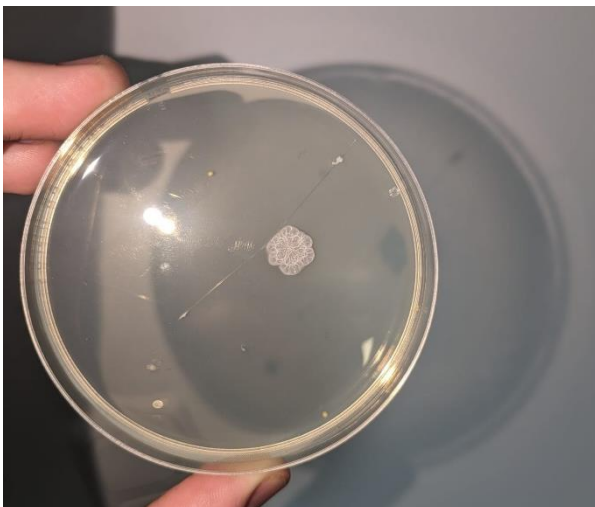
Geschichte hinter unserer Mission:

Wir haben uns lange Gedanken über diesen, so zentralen, Teil der Mission gemacht. Einfach einen Sensor einzubauen, schien uns zu einfach, wir wollten etwas Mechanisches und gleichzeitig etwas wirklich Spannendes herausfinden. Nach langem Überlegen, nach was man in solchen Höhenlagen suchen könnte, kamen wir auf eine Idee, die schließlich zu unserer Forschungsfrage führte. Gibt es Mikroorganismen in der Luft? Klar, in Bodennähe gibt es diese wahrscheinlich, doch wie sieht es mit Luftschichten von bis zu 500m aus. Dazu wussten wir nichts. Auch eine Internetrecherche ergab wenig, keine Studien, keine Berichte, rein Garnichts. Unsere nächste Quelle, um diesbezüglich nachzuforschen, waren unsere Biologielehrer*innen. Hier bekamen wir wiederrum keine zufriedenstellende Antwort. Einer meinte, dass es in der Luft ganz sicher mikrobielles Leben gebe, die andere hielt dies für fast unmöglich. Spätestens dann war uns klar, dass wird unser Projekt. Perfekt für uns: eine Frage, zu der es noch keine Forschung gibt und die Entscheidung des Kampfes der Biologielehrer entscheiden. Zusätzlich zu dieser biologisch angehauchten Mission beschlossen wir den im Bereich „technische Umsetzung“ erklärten Filter zusätzlich auf Feinstaub und andere luftverschmutzende Partikel zu untersuchen.

Methodik und Ergebnisse:

Bakterien und andere Mikroorganismen:

Um die Anwesenheit von mikrobiellem Leben in der unteren Atmosphäre nachzuweisen, nahmen wir Abstriche von unserem Filter, welcher zuvor so steril wie für uns möglich unter Verschluss gehalten wurde, den wir auf einen Agar-Agar-Nährboden kultivierten. Auf diesem Medium haben Mikroorganismen aufgrund seines Nährstoffreichtums die perfekten Vermehrungsbedingungen. Um im Vorhinein entstandenen Verschmutzungen von unseren Ergebnissen auszuschließen haben wir zudem auch am Boden Proben aus der Luft genommen um diese später mit unseren tatsächlichen Ergebnissen zu Vergleichen.



Dieses Foto zeigt eine Agar-Agar-Platte unserer Ergebnisse. Der weiße Fleck ist den Fäden nach zu eine Art Pilz, bei dem man deutlich die Hyphen des Organismus erkennen kann.



Bei diesem Foto handelt es sich um eine Ansicht einer unserer Proben unter dem Lichtmikroskop. Bei den kleinen Kügelchen handelt es sich um Bakterien, was gemeinsam mit dem vorherigen Bild die Existenz vom Mikroorganismen nicht nur auf Oberflächen, sondern auch in der Luft.



Bei diesen beiden Abbildungen handelt es sich um zwei extreme Vergleichsproben. Die eine (links) zeigt die Bakterienbelastung der Fingerspitzen und die andere (rechts) zeigt eine Probe, die mit Regenwasser aus einer Regentonne beträufelt wurde. Beide Proben verdeutlichen den Fakt, dass sich in Gewässern und festen Oberflächen ein vielfachen mehr Mikroorganismen befinden als in der Luft. Die Luft ist jedoch, wie unsere Forschung zeigt, auch nicht frei von diesen, sie sind nur weniger.

Feinstaub und Schmutzpartikel:

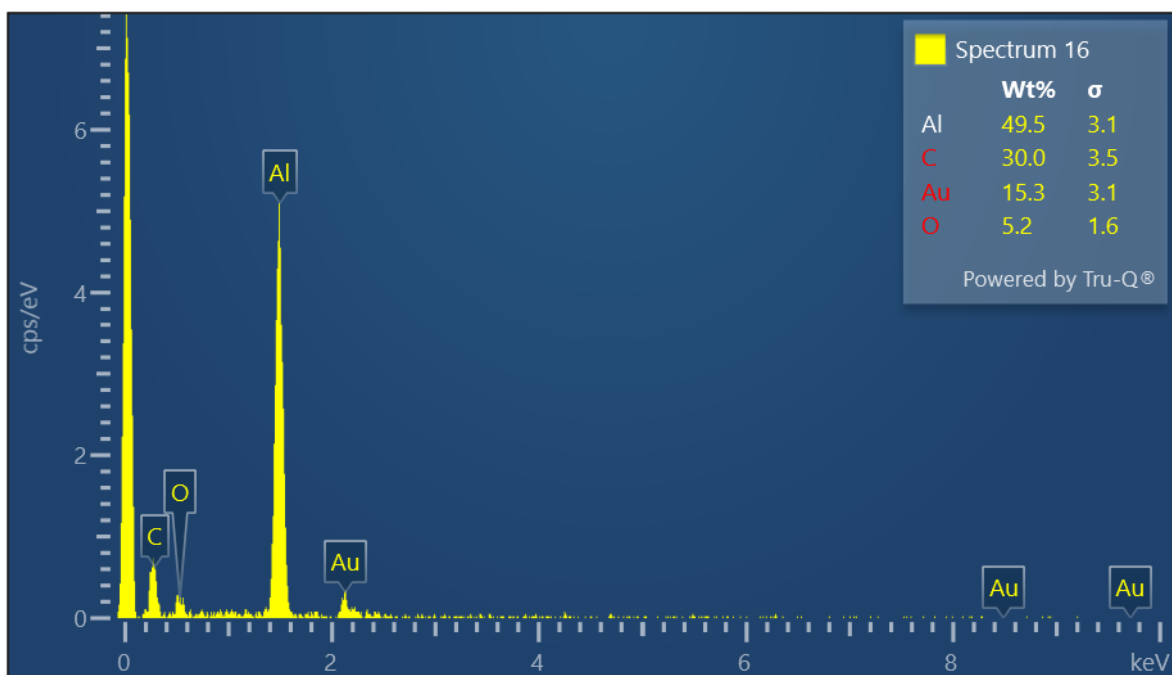
Die Auswertung dieses Teilbereichs erwies sich als schwieriger, da aufgrund der Größe der erhofften Teilchen ein handelsübliches Lichtmikroskop nicht ausreichte.

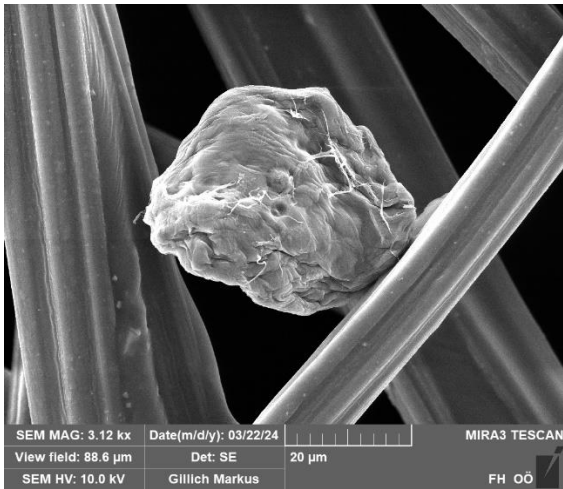
Glücklicherweise bekamen wir diesbezüglich Hilfe von unseren Unterstützern der FH Oberösterreich, genauer vom Standort in Wels. Diese Partnerschaft ermöglichte es uns unsere Proben unter Zuhilfenahme eines Rasterelektronenmikroskops auszuwerten. Ein solches Mikroskop verwendet einen Elektronenstrahl anstelle von Licht, da dieser mit seiner kleineren Wellenlänge feinere Strukturen darstellen kann.

Zusätzlich zu diesem bildgebenden Verfahren gab uns dieses Gerät die Möglichkeit eine Massenspektroskopie durchzuführen. Bei dieser kann man aufgrund der Masse der einzelnen im Partikel vorkommenden chemischen Elemente auf die Zusammensetzung des Partikels schließen.

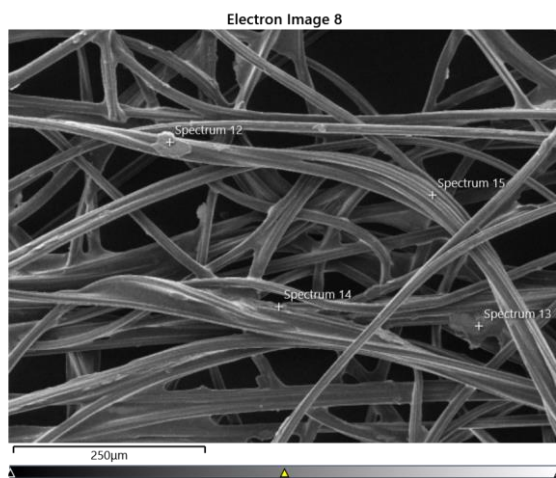


Diese beiden Abbildungen zeigen einerseits ein Bild eines Schmutzpartikels (oben) sowie eine detaillierte Analyse der Zusammensetzung von diesem. Es besteht augenscheinlich aus etwas Kohlenstoff, Sauerstoff und Gold, hauptsächlich jedoch aus Aluminium.

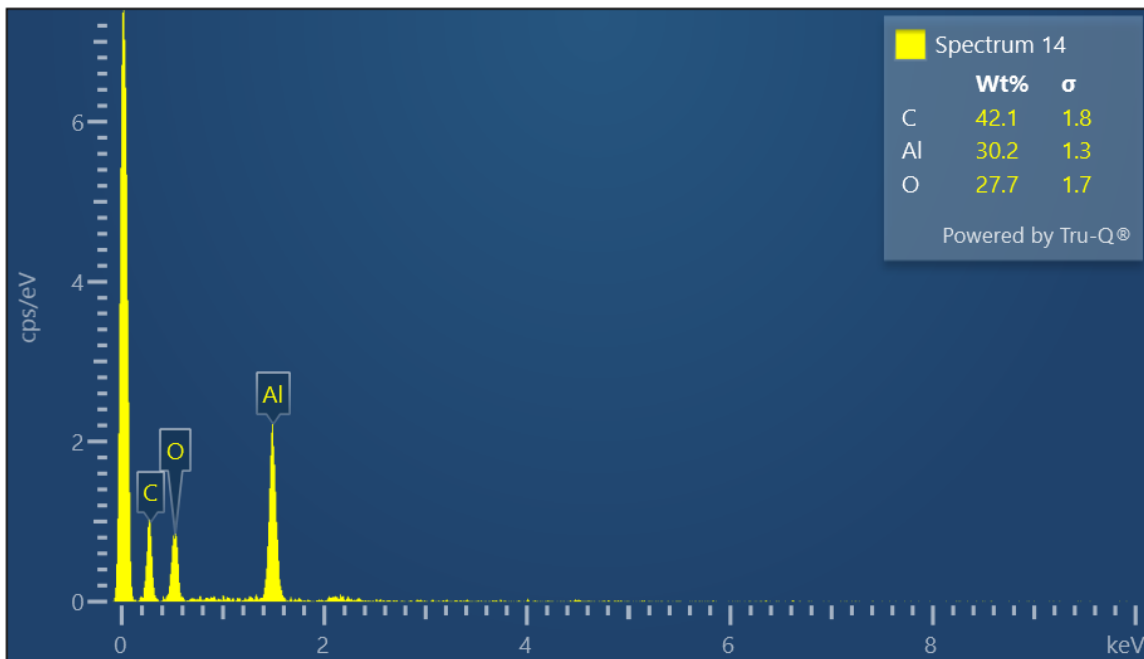




Dieses Bild zeigt wiederum eines der Schutzpartikel die wir in der Luft gefunden haben. Man kann bei dieser starken Vergrößerung deutlich seine Struktur und Oberflächenbeschaffenheit erkennen.



Ein weiteres Beispiel für eine Massenspektroskopie ist dieses. Man erkennt an der unteren Grafik und den Angaben am rechten oberen Rand klar, wie sich das Teilchen 14 zusammensetzt. So besteht es zu 42% aus Kohlenstoff, zu 30% aus Aluminium und zu 27.7% aus Sauerstoff.



Fehler und Lessons Learned:

Grundsätzlich muss festgehalten werden, dass wir natürlich nicht alle Lektionen die wir in diesem, doch ein halbes Jahr andauernden, Projektes gelernt haben hier erwähnen können. Es war ein ständiger Lernprozess und mit jedem Tag, an dem wir daran gearbeitet haben, kam etwas Neues dazu. Wir werden jedoch versuchen die wichtigsten Dinge, die wir aus dieser Reise mitgenommen haben zusammenzufassen.

Im Prozess selbst:

1. Gruppenmanagement und gruppeninterne Kommunikation

Dies umfasst vor allem die Aufgabenverteilung innerhalb des Teams, sodass jeder immer genau an der Stelle arbeitet, an der er oder sie am meisten beisteuern kann. Auch den anderen immer vom aktuellen Stand eines Teilbereichs zu berichten, erwies sich als essenziell.

2. Sorgfältiger Umgang mit Elektronik

Wir mussten auf die harte Tour lernen, dass elektronische Bauteile ziemlich schnell kaputt gehen können. Nicht nur unsere Batterie, sondern auch Dinge wie der Raspberry Pi und diverse Sensoren können ziemlich leicht zu Bruch gehen. Auch deshalb lernten wir schnell lieber gleich mehr zu kaufen.

3. Programmieren

Da keiner von uns mit Vorerfahrung in dieses Projekt gestartet ist, war es eine große Herausforderung für unseren Programmierer sich dies selbst beizubringen. Doch nach einiger Zeit ging auch das immer einfacher und er war zum Ende hin ein doch sehr talentierter Informatiker.

4. Aerodynamik

Bei der Arbeit am Fallschirm lernte unser Team vieles über diesen Themenbereich

5. Geld investieren für effizienteres Arbeiten

Wer effizient sein will muss Geld in die Hand nehmen. Auch das haben wir gelernt, vor allem in Bezug auf den Raspberry Pi. Da man diesen theoretisch über Windows Remote Desktop programmieren kann war das unser erster Ansatz. Doch dies erwies sich als sehr mühselig, weswegen wir nach anfänglichem Zögern doch das Geld für die nötigen Adapter in die Hand nahmen, was unser Leben stark vereinfachte.

6. PR und Sponsoring

Sowie beim Programmieren hatte unser Öffentlichkeitsarbeitsteam im Bereich PR und Sponsoring wenig bis keine Erfahrung. Doch dies änderte sich schnell und wir lernten schnell, wie man Sponsoren anschreibt, wie man einen professionellen Instagram Account führt und wie man Werbung für seine Sache macht.

Beim Finale:

1. Redundanz ist wichtig

Selbst den besten passiert es manchmal: mal geht etwas kaputt. Bei uns war dies nun leider die Batterie. Diese gab leider kurz vor dem Start ohne erkennbaren Grund den Geist auf, weshalb wir keine Daten messen und empfangen konnten. Aus diesem schweren Unglück lernten wir, dass man lieber etwas zu viel als etwas zu wenig einbaut. Hätten wir eine zweite Batterie, die sich platz- sowie gewichtstechnisch sicher ausgegangen wäre, eingebaut hätte wir ganz sicher Daten empfangen und die Mission wäre ein noch größerer Erfolg gewesen.

2. Beweise was du tust

Da sich unser Mechanismus sowohl vor dem Start als auch nach der Landung im gleichen geschlossenen Zustand befinden sollte, wussten wir nicht ob dieser funktioniert hat oder nicht. Deshalb werden wir beim nächsten Mal ein Siegel einbauen, um beweisen zu können, dass dieser auch sicher funktioniert hat.

3. Statusdaten vom System

Um die Angst zu verringern, die wir während des Starts spürten, zu verringern, werden wir nächstes Jahr Daten wie Ladestand der Batterie oder die Datenübertragungsrate mitzusenden, um sicherzugehen, dass damit alles in Ordnung ist.

Sponsoren:

Abschließend ist es uns noch wichtig denen zu danken, ohne die uns die finanziellen Mittel gegeben haben dieses Projekt zu ermöglichen, unsere beiden Sponsoren.

Einerseits die Firma DS Automotion, andererseits das Zahncenter Linz-Haid.

Vielen Dank!



ZAHNCENTER
LINZ-HAID

Kosten:

Teile im Sat:	Menge:	Kosten:
3D-Druck-Filament	48m	9.60 €
Batterie	1	11.09 €
Converter	1	2.01 €
Jumper Wire	6	1.06 €
Steck-Kabel	5	1.51 €
RbPi & Lora Hat	1	75.00 €
Sensor	1	4.64 €
Schalter	1	1.09 €
Schrauben	10	0.05 €
Schrumpfschlauch	0.1m	0.60 €
Micro USB Kabel	1	1.80 €
Fischergewichte	2	2.98 €
Isolierband	0.1m	0.35 €
Fallschirmstoff rot	1	2.72 €
Fallschirmstoff weiß	0.5m ²	
Servo	1	3.23 €
Schur + Ring	1m	1.60 €
SUMME		119.33 €