



Seminararbeit

Thema: Messungen von Höhenstrahlung über der Region Rosenheim und Teilen Österreichs mit Handykameras

Verfasser/in: Robin Scharnagl

Leitfach: Mathe/Physik

Seminarkürzel: MPh_W

Lehrkraft: Herr Grillenbeck

Abgabe der schriftlichen Arbeit am:

[Datumsstempel Sekretariat]

Präsentation mit Prüfungsgespräch am:

____.____. 20____

Bewertung:	Note	in Worten	Punkte		Punkte
Schriftliche Arbeit:				x 3 =	
Präsentation:				x 1 =	
				Gesamtpunktzahl =	
				Gesamtpunktzahl : 2 =	
Gesamtleistung:				Gesamtpunktzahl : 4 =	

Unterschrift der Lehrkraft

Messungen von Höhenstrahlung über der Region Rosenheim und Teilen Österreichs mit Handykameras

Ein Projekt von Robin Scharnagl und Florian Menacher



Inhaltsverzeichnis:

- A. Einleitung
- B. Hauptteil
 - 1. Entstehung der Idee
 - a. Vortrag von Georg Holthoff
 - b. Kontakt zu Herr Klein
 - i. Treffen mit Herr Klein
 - ii. Sponsorenbeschaffung
 - c. Kontakt zu Funkamateure
 - 2. Organisation
 - a. Zeitplan
 - b. Genehmigung für den Ballonstart
 - c. Heliumbeschaffung
 - d. Luftfahrthaftpflichtversicherung
 - 3. Aufbau der Sonde
 - a. Inhalt der Sonde
 - i. Styroporsonde
 - ii. Mobiltelefone
 - iii. Powerbank
 - iv. Datenlogger
 - v. GoPro
 - vi. GPS-Sender
 - vii. APRS-Sender
 - viii. 3-D Halterung
 - b. Weiter Geräte
 - i. Ballon
 - ii. Fallschirm
 - 4. Durchführung
 - 5. Theoretische Grundlagen
 - a. Kosmische Strahlung
 - b. Faktoren die kosmische Strahlung beeinflussen
 - 6. Auswertung der Messungen
 - a. Auswertung der Messergebnisse und Darstellung
 - b. Schlussfolgerung
 - 7. Probleme
 - a. Kälte
 - b. Vakuum
 - c. Wetter
 - d. Versicherung
- C. Fazit
- D. Literaturverzeichnis

A Einleitung

Winzig kleine Teilchen, das Unendlich große Weltall, und dazu noch kosmische Strahlung – was gibt es denn coolere Bereiche in der Welt der Wissenschaften. Und auf diesen Themen durften wir unser Projekt aufbauen, denn wir haben erfolgreich die ionisierende Strahlung in der Stratosphäre unseres Planeten – die sogenannte Höhenstrahlung – mit der Hilfe der Radioactivity Counter App gemessen, die von unserem Projektbetreuer Dipl. Ing. Rolf-Dieter Klein mitprogrammiert wurde. Diese kann durch die Kamera eines Handys ionisierende Strahlung bestimmen, und ist überall einsetzbar. Die Fragen, die wir uns während des Projekts gestellt haben waren zum Beispiel: Wie viel kosmische Strahlung kommt zu uns durch? Wie sieht unsere Welt von oben aus? Aber auch: Wie kann man mit einer Handykamera Radioaktivität und gar kosmische Strahlung messen?, und was muss man alles beachten, wenn man so einen Start durchführen will?

B.1. Entstehung der Idee

B. 1. a Vortrag von Georg Holthoff

Wir sind zu diesem Projekt durch einen, von unserem Lehrer Herr Grillenbeck organisierten Vortrag von Georg Holthoff gekommen, der von seinem Projekt erzählte, welches er das letzte Jahr geleitet, und dabei barometrische Messungen in der Stratosphäre über Bayern mit Hilfe eines Stratosphärenballons durchgeführt hat. Er hat sein Projekt so begeistert vorgetragen, dass wir uns danach noch länger mit ihm unterhalten haben und zu dem Entschluss gekommen sind so etwas zu machen. Dabei hat uns Herr Grillenbeck sehr geholfen, der sich an unserer Schule sehr für solche Projekte engagiert. Uns hat das Projekt mit dem Stratosphärenballon so beeindruckt, dass wir die Projektidee weiterverwendet und erweitert haben, nämlich um die Radioaktivitätsmessung in der Stratosphäre und der radioaktiven Belastung der ein Pilot bei einem Flug ausgesetzt ist.

B. 1. b Kontakt zu Herr Klein

Anschließend hat uns unser Lehrer Herr Grillenbeck die Kontaktdaten von Herrn Klein zukommen lassen, da er der Entwickler der Radioactivity Counter App ist, mit der wir die ionisierende Strahlung gemessen haben. Er hat uns auch nochmal darin bestärkt dieses Projekt durchzuführen, und uns generell die gesamte Zeit tatkräftig unterstützt. Als wir dann mal zu ihm nach München gekommen sind, um das Projekt zu besprechen, die Handys auszusuchen, die wir in die Stratosphäre mitnehmen wollen, und uns die APP erklären zulassen, konnten wir fast alle Probleme, die uns eingefallen sind, besprechen und dann beheben. Da er sehr gut ausgerüstet ist, konnten wir bei ihm auch gleich für die Handys einen Vakuum Test durchführen, um die Belastbarkeit der Handy-Akkus zu testen. Ein Handy ist dann gleich ausgefallen, weil sich der Akku aufgebläht hat. Als wir gemerkt haben, dass der Strom für den ganzen Flug nicht ausreichen wird, mussten

wir uns eine Lösung einfallen lassen. Um die Akkukapazität der Handys zu verbessern, musste eine Powerbank her, die genug Strom für zwei Handys liefert, aber auch das annähernde Vakuum in der Stratosphäre auszuhalten. Noch am selben Tag kam Herr Thomas Reichl zu uns, der sich, von unserem Projekt begeistert, bereit erklärte, mit seiner Firma uns zu unterstützen.

B. 1. c Kontakt zu Funkamateuren

Um noch ein wenig praktische Erfahrung für unser Projekt zu erlangen, haben wir uns dann auch noch an den Amateurfunkverband Rosenheim gewandt, der uns ebenfalls stets unterstützt hat, und uns einen APRS-Sender zur Verfügung stellte. Vor allem bei der Bergung des Ballons waren uns die Amateurfunker und der Sonden Jäger Hans Niedermayr eine große Hilfe, auch wenn wir das Navigieren und die letztendliche Bergung übernahmen. (standen uns mit jahrelanger Erfahrung zur Seite)

B. 2 Organisation

B. 2. a Zeitplan

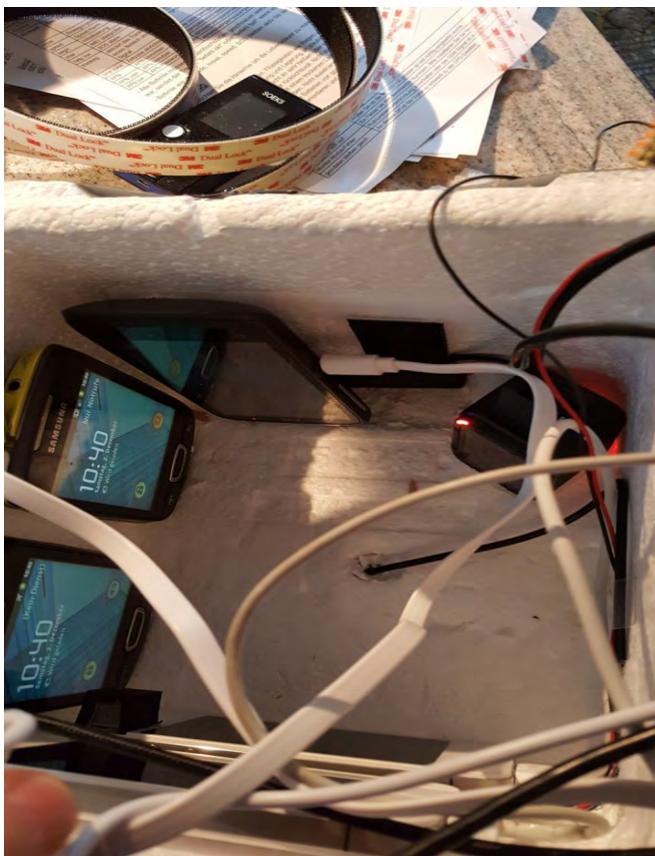
Natürlich mussten wir zuerst einmal einen Zeitplan erstellen, was gar nicht so einfach war, da sich ständig Termine aufgrund akut auftauchender Probleme verschoben, wie beispielsweise später bei der Haftpflichtversicherung die sogar zur Folge hatte, dass wir den Starttermin verschieben mussten.

B. 2. b Heliumbeschaffung

Für das Ballongas haben wir uns zuerst an Demmel Gas gewandt, bis uns eingefallen ist, dass Linde für uns um einiges praktischer ist, weil Sie auch eine Filiale in Kolbermoor haben, die für uns sehr gut zu erreichen war. Nach einem Gespräch mit Herr Hendrik Miedl, haben wir uns für die 20 Liter Genie Flasche und die 10 Liter Flasche entschieden, da wir somit genug Ballongas zur Verfügung hatten, und die Flaschen sehr leicht und handlich sind. Da Ballongas normalerweise sehr flüchtig ist, und wir die ersten vier Starttermine wegen ungünstigem Wetter verpasst haben, waren wir sehr positiv überrascht, dass aus den Gas-Flaschen, während der Lagerung, kein, oder wenn dann nur kaum Ballongas ausgetreten ist.



Aufbau Flug 1



Aufbau Flug 2

B. 3 Aufbau der Sonde

B. 3. a Inhalt der Sonde

Als Sonde, die wir in die Stratosphäre geschickt haben, entschieden wir uns für das Modell von Stratoflights, die speziell für so einen Flug entwickelt wurden, und schon viel erfolgreiche Starts durchgeführt haben. Die Sonde besteht aus einem Styropor Kasten, und ist somit sehr wärmedämmend. Bei dem Paket waren auch noch zwei Holzstäbe, und zwei Styroporquader

dabei, die die Rotation der Sonde bremsen sollen. Dafür sollten die Holzstäbe waagrecht und parallel, durch die Mitte der Sonde gestochen werden, um an den herausragenden Enden die Quader zu befestigen. Um Platz zu sparen, entfernten wir die Mittelstücke der Stäbe, sodass wir am Ende vier gleich lange Holzstäbe hatten, die wir mithilfe von PUR- Schaum in den Löchern an der Seite befestigt haben. Der PUR-Schaum hat nicht nur den Vorteil, auf Styropor zu kleben, und nicht aufzulösen, sondern auch, dass er Wärmedämmend ist, und die übrigbleibenden Löcher verschließen kann, eben deshalb, damit die Powerbank, und die Handys nicht zu kalt werden. Als Mobiltelefone dabei hatten wir beim ersten Flug ein iPhone 6S und ein Sony Ericsson dabei, die beide den Test in der Vakuum- und Klimakammer bestanden haben, und bei denen auch die Kamera, mit der die ionisierende Strahlung gemessen wird, gepasst haben. Für den zweiten Flug haben wir uns dann aber für zwei iPhone 4S, zwei Samsung Handys, und ein HTC zu verwenden, um größere Redundanz zu haben. Da aber die Akkukapazität nicht ausgereicht hätte, mussten wir uns um eine Powerbank bemühen. Dafür haben wir uns erstmal für die Powerbank Super-C Series 26800mAh Portable Charger von RAVPOWER entschieden, die allerdings zu groß war. Die zweite Option war dann ein Modell von Trust. Um dann beim zweiten Flug alle Geräte an den Strom anzuschließen, verwendeten wir eine Powerbank von Imuto, die wir an einen HUB angeschlossen haben. Ein weiteres Instrument ist der Datenlogger, zur Auswertung der Temperatur-, Höhen-, und des Luftdruckverlaufs, die zur Auswertung der Messdaten von den Handies wichtig ist. Außerdem speichert der Datenlogger GPS-Daten, durch die dann die Geschwindigkeit errechnet, sowie eine Karte erstellt werden können. Da bei dem ersten Flug der Datenlogger kaputtgegangen. Ein weiteres Gerät an Bord war eine GoPro 4 Black Edition, die leider bei beiden Fällen nicht die gesamte Flugzeit gefilmt hat, aber trotzdem für tolle Panorama Bilder unseres schönen Bayerns gesorgt hat. Der Akku der GoPro, hat, wie die der Handys, zwar den Kälte-, und Vakuumtest bestanden, benötigte aber auch einen externen Akku. Dieser wurde von 4 AA Lithium-Batterien betrieben, die auch von Stratoflights empfohlen wurden. Für den zweiten Flug haben wir uns allerdings dazu entschieden die Kamera auch an den HUB anzuschließen, um Platz und Gewicht zu sparen.



Ein sehr wichtiges Gerät ist der GPS-Tracker, durch den die Positionsdaten der Sonde, an ein Handy geschickt wurden. Bei diesem ist einstellbar, wie oft die Positionsdaten geschickt werden, wobei wir unseres auf alle zwei Minuten eingestellt haben, weil sonst die Kosten zu hoch, oder die Positionsdaten zu ungenau gewesen wären. Außerdem fällt der GPS-Tracker ab einer gewissen Höhe aus, da er ja über das Handynetz funktioniert. Deswegen haben wir, mit freundlicher Unterstützung des DARC Ortsverbands Rosenheim, noch einen APRS-Sender eingebaut, der auch in großer Höhe noch zu empfangen ist, und somit die Verfolgung einfacher gestaltet. In beiden Fällen hat sich diese Methode bewährt.



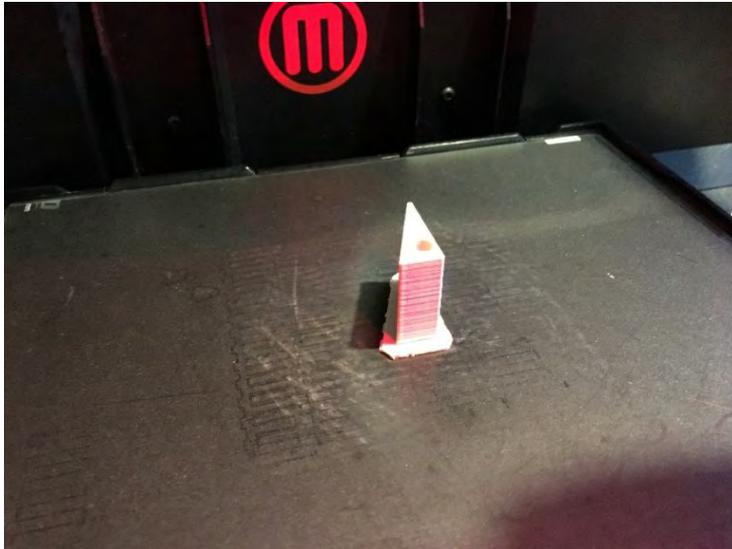
Bild des GPS-Trackers



Bild des APRS-Senders

Für den Fall eines turbulenten Fluges, mussten wir nun alles in der Sonde möglichst so befestigen, dass es sicher hält, aber auch, dass es leicht ein- und auszubauen ist. Deswegen haben wir uns beim ersten Flug für eine Klettverschluss-, und eine 3-D Halterung entschieden, beim zweiten jedoch nur für die Klettverschlussmethode. Um die Wärme, die die Handys produzieren, am besten zu nutzen, klebten wir das Sony Ericsson mit dem Klettverschluss an die Powerbank, die wir mit demselben am Boden der Sonde befestigt haben. Das war für den zweiten Flug nicht mehr nötig, da wir nun davon ausgegangen sind, dass die Wärme kein Problem darstellt. Das iPhone haben wir, um Platz zu sparen mit einer 3D Halterung, die wir im 3D Drucker hergestellt haben, an einer der vier Innenseite der Sonde befestigt. Diese Halterung besteht aus einem rechteckigem Körper, bei dem an der Seite die Ränder rauskommen, sodass man das Handy in die

Halterung reindrücken kann. An den vier Ecken stehen noch jeweils eine Öse ab, durch die wir einen nagelförmigen Plastikstab in das Styropor der Sonde getrieben haben. Auch für den zweiten Flug haben wir eine 3-D Halterung verwendet, und zwar für die GoPro Session im Inneren der Sonde, die Aufnahmen der Handys machen sollte, um eine weitere Redundanz zu haben, und die Daten besser auswerten zu können.



3D-Halterung für die Innenkamera

B. 3. b Weitere Geräte

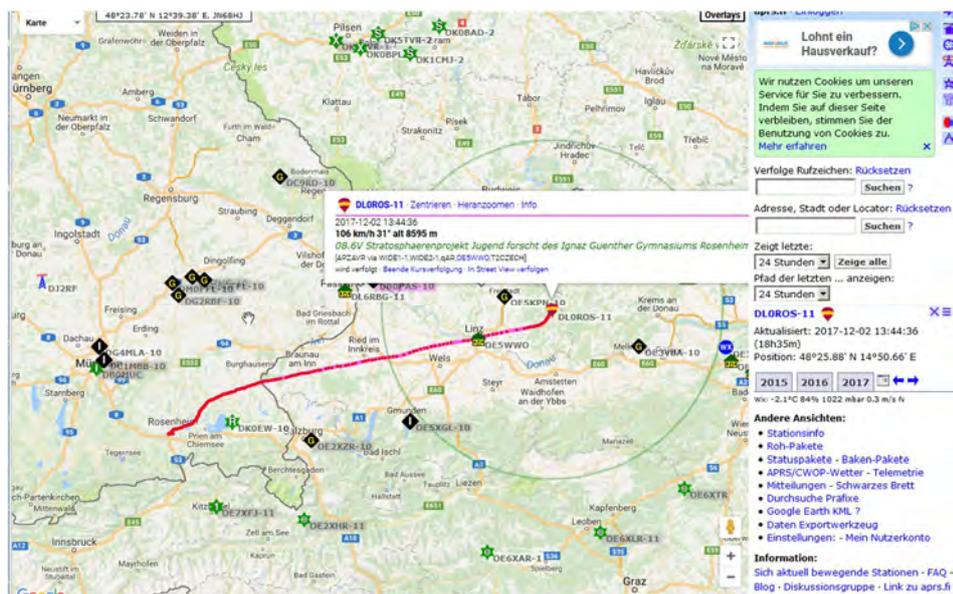
Der Ballon, ein Naturkautschuk-Latex Gemisch, der das Ganze in die Luft ziehen soll, erreicht eine mittlere Flughöhe von 38.000 Metern, und hat einen Durchmesser von 2,0 – 2,2 Metern. Das vervielfacht sich allerdings sehr stark auf dem Weg in die Stratosphäre, da sich der Ballon durch das Ballongas immer weiter aufbläht, und dann irgendwann platzt. Danach fällt die Sonde, die dann durch einen Fallschirm abgebremst wird. Sonde, Fallschirm und Ballon werden durch eine Speziialschnur zusammengehalten, welche eine Reißfestigkeit, von bis zu 130 N besitzt. Beim Verbinden der Teile muss darauf geachtet werden, dass der Abstand zwischen dem Ballon und Fallschirm groß genug ist, damit sie sich nicht ineinander verheddern.



Der Ballon kurz nach dem Start mit Sonde und Fallschirm

B. 4 Durchführung

Route des Ballons kurz vor Landung



Überraschender Weise landete die beiden Sonden nicht so weit weg voneinander wie erwartet, denn durch ein höheres Gewicht beim zweiten

Start musste wir den Ballon mit mehr Helium befüllen, und sind deswegen davon ausgegangen, dass er viel früher reißt als beim ersten Flug – wir haben ca. doppelt so viel Helium verwendet – aber trotz dem und einem anderen Startort landete die erste Sonde in Weitra Niederösterreich, und die zweite in Königswiesen, auch Niederösterreich. Die Karte zeigt die Route des zweiten Ballons, jedoch nur bis auf 8595 Meter beim Abstieg, weil auf dieser Höhe die Antenne – wahrscheinlich durch ein Flugzeug – mitsamt Fallschirm und den Resten vom Ballon abgerissen wurde, so dass ein Empfang der APRS Daten nicht mehr möglich war. Zum Glück arbeitete aber der GPS Tracker mit seiner GSM Verbindung über SMS weiter.

B. 5 Theoretische Grundlagen

B. 5. a Kosmische Strahlung

Unser Projekt bezieht sich darauf, Höhenstrahlung, die von kosmische Strahlung stammt, mit Hilfe von Handys zu messen. Kosmische Strahlung besteht aus zwei unterschiedlichen Strahlungen, einmal die Primärstrahlung, die aus hochenergetischen Partikeln aus dem Weltraum besteht und der Sekundärstrahlung, welche sich erst durch den Aufprall der Primärstrahlung mit Atomen aus der Erdatmosphäre bildet. (Die Gesamtheit dieser Strahlung wird kosmische Strahlung genannt.) Dabei entstehen Teilenschauer neuer Teilchen, von denen allerdings kaum etwas an der Erdoberfläche ankommt. Sobald die Energie des Primärteilchens aufgebraucht ist, kommt der Prozess nämlich zum Erliegen, weswegen man auf der Erde keine Primärstrahlung messen kann, sondern nur Reste der Sekundärstrahlung, aus denen man dann auf die ursprünglichen Eigenschaften des Primärteilchens rückschließen kann. Bis heute ist es den Wissenschaftlern ein Rätsel von wo solch energiereiche Teilchen stammen. Die größten künstlich erzeugten Energien, die man in Teilchenbeschleunigern erzeugt hat, betragen ca. 10^{12} eV. Die höchste gemessene kosmische Strahlung beträgt allerdings 10^{21} eV. Das ist ein gewaltiger Unterschied, aber es gibt einige Theorien, nämlich das die kosmische Strahlung von einer Supernova kommt oder noch vom Urknall stammt. Um weitere Rückschlüsse auf den Ursprung dieser Energien zu bekommen, haben die Astroteilchenphysiker in Argentinien das Pierre-Auger-Observatorium eingerichtet, eine Anlage mit zahlreichen Detektoren Stationen auf einer Fläche von 3000 Quadratkilometern, um Luftschauer zu registrieren und so die Primärstrahlung genauer zu untersuchen.

Mit zunehmender Dichte der Erdatmosphäre wird die Strahlung schwächer, doch gleichzeitig geht von der Erdoberfläche (Bodengestein der Erdkruste) auch ionisierte Strahlung aus, in Deutschland durchschnittlich ca. 2100 Mikrosievert pro Jahr, der jeder Mensch unabhängig der kosmischen Strahlung ausgesetzt ist. Dies kann allerdings je nach Standort zwischen 1000 und 10000 Mikrosievert variieren, im Voralpenland ist sie beispielsweise etwa um den Faktor 5 höher als in Teilen Norddeutschlands, wie etwa Berlin, oder Hamburg.

B. 5. b Faktoren die kosmische Strahlung beeinflussen:

Das erste „Schutzschild“ vor kosmischer Strahlung ist die Atmosphäre, da die Primärstrahlung beim Aufprall mit den Atomen der Atmosphäre sich

eben aufspaltet, sich verteilt und teilweise komplett vergeht. Des Weiteren stellt das Erdmagnetfeld eine Art „Schutzmantel“ für unseren Planeten dar, da es die geladene Teilchen der kosmische Strahlung ablenkt. Dieser Effekt ist allerdings in Nähe des Äquators, wo die Feldlinien fast parallel zur Erdoberfläche verlaufen stärker als an den Polen, weswegen die Strahlung an den Polen bis zu drei Mal höher sein kann als am Äquator. Der dritte Faktor ist die Sonnenaktivität, dem sog. „Sonnenwind“, der kosmische Strahlung von unserem Sonnensystem ablenkt. Diese Aktivität ändert sich ungefähr in Abständen von 11 Jahren. Je höher die Aktivität, also je stärker der Sonnenwind, desto geringer die kosmische Strahlung. Der Sonnenwind trägt aber ebenfalls zur Höhenstrahlung durch seine Komponenten bei.

B. 6 Auswertung der Messungen

B. 6. a Auswertung der Messungen und Darstellung

Abb.1 Zusammenhang zwischen Höhenstrahlung und Höhe Flug 2

(Die Werte der y-Achse wurde durch 10 geteilt wegen der Skalierung)

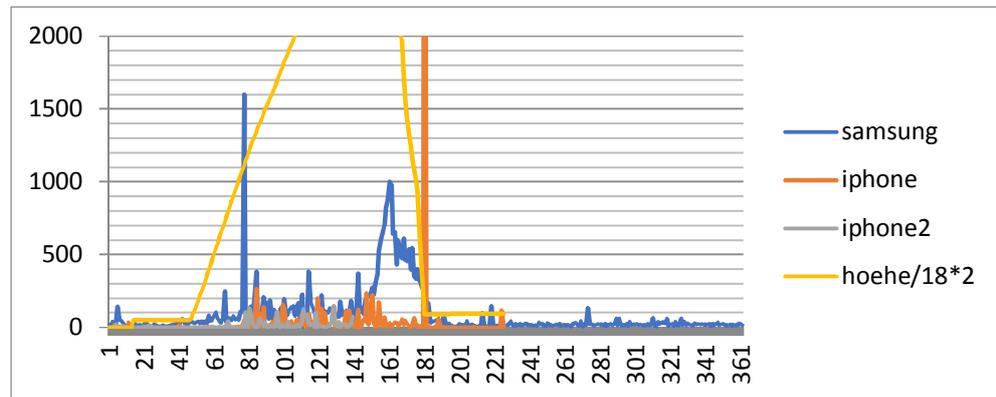
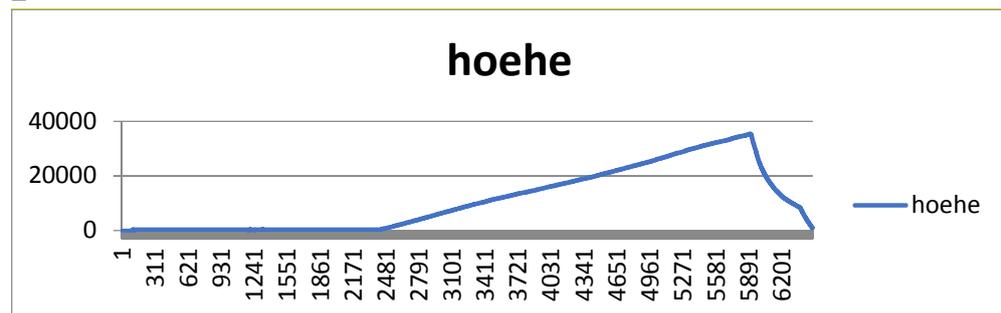


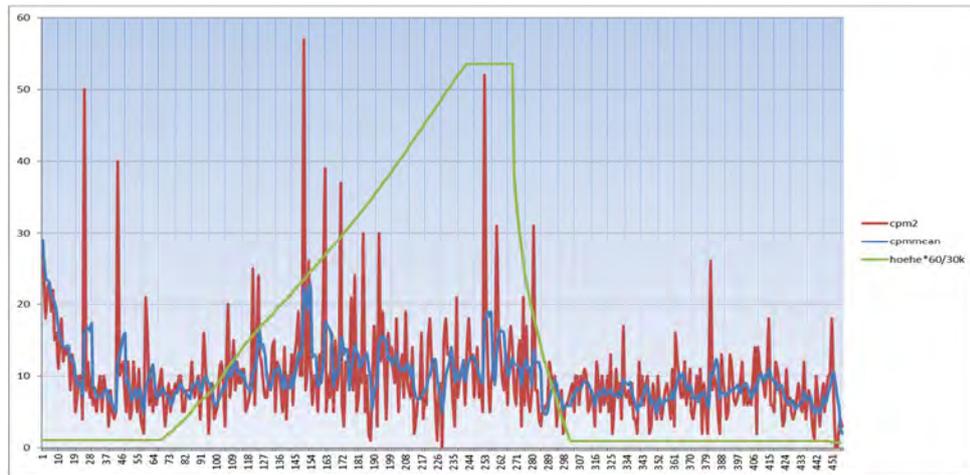
Abb.2 Zusammenhang von Höhe und Zeit Flug

2



Auf einer Höhe von ca. 9000 Meter sieht man einen leichten Knick, den wir auf einen Zusammenstoß mit einem Flugzeug zurückführen, da die Antenne abgerissen ist, und weil der Ballon mit dem Fallschirm weggerissen wurde. Das bedeutet, dass die Sonde aus dieser Höhe im freiem Fall auf den Boden gefallen ist.

Abb.3 Zusammenhang zwischen Höhe und Höhenstrahlung Flug 1



Die Werte von Flug 1 und 2 zeigen die Abhängigkeit der Höhenstrahlung zur Höhe. Auf einer Höhe von 10.000 Metern, kann man den Unterschied erkennen, da die Werte im Mittel höher sind als davor. Die Werte von Flug 1 sind aufgrund der Ungenauigkeit des iPhone 6S, und dem Ausfall des Sony Ericssons nicht so gut verwertbar, dieses Ereignis ist aber trotzdem erkennbar. Auffällig ist dabei, dass das Samsung bei Flug 2, auf dieser Höhe auch einen enormen Einschlag aufweist, der auch von den anderen beiden Handys aufgezeichnet wurde, nur nicht ganz so stark. So ein Einschlag könnte zum Beispiel vom Zerfall eines Myons in unmittelbarer Nähe herkommen, wie es in der kosmischen Strahlung vorkommt. Eine Überraschung war auch, dass nach ca. 10.000-15.000 Meter die Höhenstrahlung nicht weiter gestiegen ist. Dies ist aber laut Recherche und einem Gespräch mit Prof. Hoeschen sogar erwartungsgemäß. Weiter nach oben reduziert sich der Atmosphärendruck, dadurch gibt es weniger Teilchen an denen die hochenergetischen Partikel wie Neutronen und Myonen in Elektronen konvertiert werden. Ein leichtes Absinken wird daher sogar vorausgesagt, was man im Diagramm auch erkennen kann. Die Kamerasensoren können im wesentlichen auf niederenergetische Photonen und Elektron reagieren nicht direkt auf hochenergetische Teilchen oder ungeladene Teilchen. Der Ausschlag des iPhones (oranger Graph in Abb 1.), zeigt aber höchstwahrscheinlich keinen Einschlag, sondern ist darauf zurückzuführen, dass Licht eingedrungen ist, weil die Styroporbox durch die Kollision mit dem Flugzeug kaputtgegangen ist, und Risse bekommen hat (siehe Abb. 4). Durch die Erwärmung des Inneren der Sonde, und dem Rauschen der Handys, zeigt der Samsung Graph bei etwa 22km eine Anomalie auf. Hier ist es unwahrscheinlich, dass es sich um einen Aufschlag extrem energiereicher Teilchen handelt, da es von dem anderen Handy gar nicht aufgezeichnet wurde.

Nachdem die Sonde gelandet ist deutet der iPhone Graph (blau) auf erhöhte Strahlung hin, als noch bei dem Start in Rosenheim. Das könnte wie in B.5.b erklärt an der höheren Lage liegen, oder aber auch am Untergrund z.B. durch Uranvorkommen, oder aufgrund der

Oberflächenstrahlung z.B. nach einem Niederschlag, bei denen meistens auch größere Strahlungswerte gemessen werden. Eine weitere, mögliche Erklärung für dieses Phänomen wäre, dass durch einen Anstieg der Temperatur in der Sonde, das Handy durch Rauschen in den Sensoren erhöhte Werte aufgezeichnet hat. Wie man im Temperaturdiagramm allerdings sieht, ist das sehr unwahrscheinlich, da die Differenz der Temperatur minimal im Vergleich zum Ausschlag der Radioaktivität ist. Obwohl Rosenheim durch seine Voralpenlage auch höherer Strahlung ausgesetzt ist als der Rest von Deutschland, liegt Niederösterreich noch mal höher als wir.

Abb.4 Sonde nach dem Sturz



B. 6. b Schlussfolgerung (wird bis zum Wettbewerb nachgereicht)

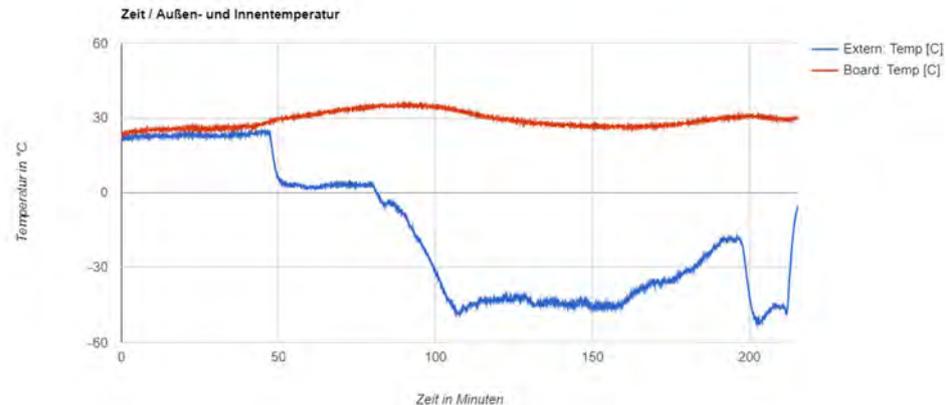
B. 7 Probleme

B. 7. a Temperatur

Während der Projektvorbereitung ist auch noch das Problem mit der Temperatur

innerhalb der Sonde aufgetaucht. Denn wenn die Temperatur im Inneren der Sonde zu weit absinkt, hat das zur Folge, dass der Akkuverbrauch der Batterien sich nahezu verdoppelt und deshalb die Laufzeit der Handys deutlich verringert. Deswegen haben wir natürlich versucht die Styroporsonde bestmöglich zu isolieren, wobei uns da das Material schon sehr geholfen hat, weil Styropor generell sehr gut Wärmeisoliert. Dazu haben wir die Löcher durch die die Styroporflügel später befestigt werden sollten, mit PU-Schaum gestopft, um auch da den Wärmeverlust zu minimieren. Außerdem haben wir die Handy im inneren der Kapsel auf der Powerbank befestigt, damit sich die Geräte gegenseitig wärmen. Bei der GoPro und dem APRS-Sender war das sowieso kein Problem, weil die selbst genügend Wärme erzeugt haben. Den Test vor dem Start haben wir dann in der Kältekammer der Firma Kathrein in Rosenheim bei der wir die fertige, voll ausgestattete und verdichtete Kapsel für 2 Stunde Temperaturen für -65 Grad aussetzen durchgeführt. (im Anschluss erhielten

wir eine Werkführung durch das Werk 4 der Firma Kathrein in Rosenheim, wofür wir uns an dieser Stelle auch nochmal vielmals bedanken). Der große Vorbereitungsaufwand in der Hinsicht hatte ich gelohnt uns die Temperatur spielte bei keinem der Starts eine Rolle.



B. 7. b Vakuum

Ein potenzielles Problem hätte das Vakuum sein könne, vor allem für die Akkus und Batterien, da diese sich aufblähen können. Dieses Risiko wurde von uns allerdings durch Tests in einer Vakuum-Kammer minimiert, und hat uns auch keine Probleme bereitet, da wir die sich als untauglich erwiesenen austauschen konnten.

B. 7. c Wetter

Eines der schwerwiegendsten Probleme war das Wetter, denn je nachdem wie stark der Wind geht und in welche Richtung, kann die Sonde sehr weit fliegen, und somit auch in die nahgelegenen Alpen, was die Suche extrem verkompliziert hätte. Deswegen stand immer erst ein Tag vorher fest ob wir den Start überhaupt durchführen können.

B. 7. d Versicherung

Selbstverständlich mussten wir den Wetterballon auch versichern und am Anfang bot uns der Leiter des Amateurfunkverbands das für uns zu übernehmen, bis wir erfuhren, dass man über den DARC nur Mitglieder des Amateurfunkverbandes versichern kann. Also begannen wir uns bei diversen Versicherungen durchzufragen, ob diese eine Luftfahrt-Haftpflichtversicherung anbieten. Die Huk, Allianz und einige andere Versicherungen lehnte das sofort ab, da ihnen das Risiko zu groß war, also hielten wir nochmal Rücksprache mit Stratos, der Firma bei der wir den Ballon selber gekauft hatten, in der Hoffnung, dass diese eine Versicherung für solche Fälle kennen würde. Verwiesen wurden wir dort auf die Nürnberger Versicherung, allerdings war es nun zeitlich zu knapp vor dem ersten Starttermin, sodass wir ihn aufgrund der fehlenden Versicherung verschieben mussten. Davon ein wenig demotiviert setzten wir in der nächsten Woche wieder alles daran nun endlich fündig zu werden und konnten schließlich bei der Nürnberger Versicherung und deren Mitarbeiter

Thomas Peter einen Vertrag mit der Deckungssumme von fünf Millionen Euro abschließen. Jetzt stand dem Start auch rechtlich nichts mehr im Wege. Die vielen Stunden mit Telefongesprächen hatten sich ausgezahlt. Insgesamt war es überraschend zu sehen wie schwierig es in Deutschland ist ein wenig speziellere Versicherungen abzuschließen und wie groß der Zeitaufwand dafür war.

C. Fazit

Aktuell wird die Strahlung, der die Flugpassagiere und Piloten während den Flügen ausgesetzt sind durch bereits durchgeführte Messungen und den aktuellen Flugdaten (Strecke, Dauer, Höhe) berechnet, allerdings nicht wirklich gemessen, es sind also keine tatsächliche Werte, sondern nur Näherungswerte. Durch die Radioaktivität App, welche von Herrn Klein entwickelt wurde, kann man, wie durch unsere beiden Flüge jetzt gezeigt wurde, mithilfe der Sensibilität von Handykameras, die ionisierende Strahlung in der Stratosphäre tatsächlich messen. Da die Fluggesellschaften durch die Strahlenschutzverordnung seit 2001 dazu verpflichtet sind, die Strahlung, der ihre Angestellten ausgesetzt sind, zu überwachen und dementsprechend das Flugpersonal den Flügen zuzuteilen, wäre diese App eine günstige Alternative zu den teuren Messgeräten und den aufwendigen Berechnungen. Man müsste die Forschung in diesem Gebiet aber noch um einiges vorantreiben um letztendlich verlässliche und kalibrierte Werte zu erhalten.

D. Literaturverzeichnis

- <https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/luft-boden/flug/flug.html>
- <http://scienceblogs.de/nucular/2017/03/30/kurz-notiert-hoehenstrahlung-beim-fliegen-im-flugzeug/>
- <https://www.welt.de/gesundheit/article13567776/So-hoch-ist-die-Strahlenbelastung-fuer-Vielflieger.html>
- <http://www.bild.de/ratgeber/2011/strahlungs-grenzwerte/soviel-kriegen-wir-taeglich-ab-16868370.bild.html>
- https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi_1-TV_drYAhVBQJoKHRnmD04QFghDMAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.helmholtz-muenchen.de%2Ffileadmin%2FEPCARD-Portal%2FPDF%2FStrahlung_Fliegen.pdf&usq=AOvVaw2_2HpQfNDDaBKMyPpZ7Xjo
- http://www.deutschlandfunk.de/kosmische-strahlung-strahlenbelastung-fuer-flugreisende.676.de.html?dram:article_id=379061
- https://de.wikipedia.org/wiki/Kosmische_Strahlung
- <http://www.wissen.de/lexikon/hoehenstrahlung>
- <https://www.weltderphysik.de/gebiet/astro/kosmische-strahlung/die-energiereichsten-himmelskoerper/>
- <http://www.zeit.de/1975/25/mit-geschlossenen-augen-entdeckt>
- https://books.google.de/books?id=nSwiBAAAQBAJ&pg=PA176&lp g=PA176&dq=h%C3%B6henstrahlung+profil+%C3%BCber+h%C3%B6he&source=bl&ots=TifAy01-oT&sig=txnoIPxtqO7FURUB8jmEwOAjaxU&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwjxsa2n_9rYAhXDxaYKHXMeDzM4FBD0AQg1MAM#v=onepage&q=h%C3%B6henstrahlung%20profil%20%C3%BCber%20h%C3%B6he&f=false
- <https://www.physik.uni-kiel.de/de/institute/ieap/ag-heber/kosmische-strahlung>