jugend forscht

StratoStream
Liveübertragung bei einem Stratosphärenflug

Teilnehmer:

Simon Künzel (16 Jahre)

Finn Schwedler (16 Jahre)

Yanic Sorsoli (15 Jahre)

Erarbeitungsort:	Helmholtz-Gymnasium Hilden
Projektbetreuer:	Herr Osterwind, Herr Brieden
Fachgebiet:	Geo- und Raumwissenschaften
Wettbewerbssparte:	Jugend forscht
Bundesland:	Nordrhein-Westfalen
Wettbewerbsjahr:	2020

12.01.2020

I Kurzfassung.....

Im Rahmen eines Stratosphärenfluges unserer Schule, dem Helmholtz-Gymnasium Hilden, führen wir insbesondere während des Starts und der Landung einen Livestream durch, welcher Videobilder direkt aus der Sonde zeigen soll. Die besondere Herausforderung dabei ist es, den Livestream während der Landephase bei Wiedereintritt in das Mobilfunknetz wieder aufzubauen und fortzusetzen, da die Verbindung zum Mobilfunknetz, welches für die Übertragung des Livestreams benötigt wird, aufgrund der technisch bedingten Reichweite des Mobilfunknetzes in einer definierten Flughöhe abreißt. Bei zwei vorherigen Stratosphärenflügen an unserer Schule gelang ein Livestream in der Startphase einwandfrei, in der Landephase hingegen ist uns das bisher noch nicht rechtzeitig während der Flugphase gelungen, da sich die Streamsoftware des Smartphones nicht einwandfrei mit dem Server verbunden hat. Daher führten wir verschiedene Test am Boden durch, um die Problematik zu simulieren und zu analysieren. Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse entwickelten wir eine eigene Software, welche erkennt, wenn wieder Mobilfunk zur Verfügung steht und sich unmittelbar mit dem Server verbindet, sodass der Livestream zuverlässig wieder aufgebaut werden kann.

Foto 1: Vorbereitungen für den Start der Sonde auf dem Schulhof (2018), Quelle: Ulrike Schwedler

II Inhaltsverzeichnis.....

1. Kurzfassung 2

2. Inhaltsverzeichnis 2

3. Einleitung 3

4. Vorgehensweise, Materialien und Methoden 4

5. Ergebnisse 8

6. Ergebnisdiskussion 10

7. Zusammenfassung 11

8. Quellen- und Literaturverzeichnis 11

9. Unterstützungsleistungen 12

III Einleitung

Formulierung der Forschungsfrage

Unsere Forschungsfrage beschäftigt sich mit dem Thema, ob es möglich ist, die Start- und Landephase einer Sonde während eines Stratosphärenfluges mit Hilfe eines Smartphones in der Form eines Livestreams über das Mobilfunknetz an einen Empfänger zu übermitteln.

Die Vorgeschichte

Im Rahmen unseres Schulfestes haben wir am 5. Oktober 2018 erstmals einen Stratosphärenflug durchgeführt, der durch die Spardaspendenwahl finanziert worden ist. Da wir vorher solch einen Stratosphärenflug noch nie durchgeführt hatten, haben wir uns im Vorfeld Gedanken dazu gemacht, welche Experimente auf diesen Flug geschickt werden können. Für uns war es besonders spannend, mit Hilfe eines Smartphones, das in der Sonde verbaut war, den Start- und Landevorgang der Sonde live in unsere Aula zu übertragen. Das Smartphone wurde uns von der Firma Vodafone zur Verfügung gestellt.

Der erste Stratosphärenflug (5. Okt. 2018)

Für den Livestream während des ersten Stratosphärenfluges, bei dem auch der WDR zu Gast war, nutzten wir die OpenSource-Software „Periscope“, um den Livestream der Sonde in unsere Aula zu übertragen. Da wir uns nicht sicher waren, ob „Periscope“ in unserem Projekt einwandfrei funktioniert, hatten wir zusätzlich als Alternative die kommerzielle Android-Software „AirDroid“, eine Remote Control Software für Smartphones, auf dem Smartphone installiert. Bei diesem Flug hat die Übertragung des Livestreams in der Startphase einwandfrei funktioniert. Da sich die Software nach der Landung nicht mit dem Server verbunden hat, gab es von dem Landevorgang keinen Livestream, aber es sind Livebilder mit der Software „AirDroid“ entstanden.

Der zweite Stratosphärenflug (7. Oktober 2019)

Da noch Geld für einen weiteren Stratosphärenflug zur Verfügung stand, haben wir einen zweiten Flug am 7. Oktober 2019 durchgeführt. Da uns weder die OpenSource-Software noch die kommerzielle Software, die wir beim ersten Flug eingesetzt haben, überzeugte, haben wir die eigene javabasierte Livestream-Software „StratoStream“ entwickelt. Aber auch bei diesem Flug hat sich die Software nicht wieder mit dem Server verbunden, deshalb gab es hier auch keinen Livestream von dem Landevorgang, sondern wiederum nur Livebilder mittels „AirDroid“.

Überlegungen zum dritten Flug (25. Januar 2020)

Aufgrund einer Spende der Firma „3M“ ist es uns nun möglich, einen dritten Stratosphärenflug am 25. Januar 2020 mit der besonderen Herausforderung eines Nachtstarts durchzuführen. Basierend auf den Erfahrungen der vorangegangenen Stratosphärenflüge haben wir eine neuere Version unserer eigenen javabasierten Livestream-Software „StratoStream2“ programmiert. Die vollständige Funktion unserer Software haben wir in mehreren Tests am Boden überprüft. Um die Verhältnisse während des Stratosphärenflugs möglichst realitätsnah am Boden zu simulieren, haben wir u.a. eine elektromagnetische Abschirmung des Smartphones entwickelt.

Stand der Forschung

Nach einer ausgiebigen Recherche stellten wir fest, dass bisher niemand die Landung einer Sonde über das Mobilfunknetz live übermittelt bzw. dies zumindest nicht publik gemacht hat. Die Liveübertragung des Landevorganges hat neben der technischen Herausforderung auch einen sehr praktischen Nutzen, da wir zum einen noch während des Fluges der Sonde Gefahrensituationen erkennen können (Hängenbleiben der Sonde in hohen Bäumen, Landen der Sonde auf stark befahrenen Straßen) und entsprechend reagieren können und zum anderen dem Bergungsteam schon während der Anfahrt wertvolle Informationen zum möglichen Landeort geben können.

IV Vorgehensweise, Materialien und Methoden.....

Hardware der Sonde

Für den ersten Flug haben wir uns zunächst eine Auswahl an Programmen angesehen, mit denen man einen Livestream übertragen kann. Letztendlich haben wir uns für die Software „Periscope“ entschieden. Anschließend hatten wir die Möglichkeit, im Testlabor der Firma Vodafone die Software mit verschieden starken Mobilfunknetzen und verschiedenen Smartphones zu testen. Dies ist wichtig, da der Empfang bei der Rückkehr der Sonde zur Erdoberfläche zunächst sehr gering ist und mit abnehmender Flughöhe immer stärker wird.

Die theoretische Flughöhe unserer Sonde reicht bis zu der Obergrenze der Stratosphäre in circa 40.000 m.

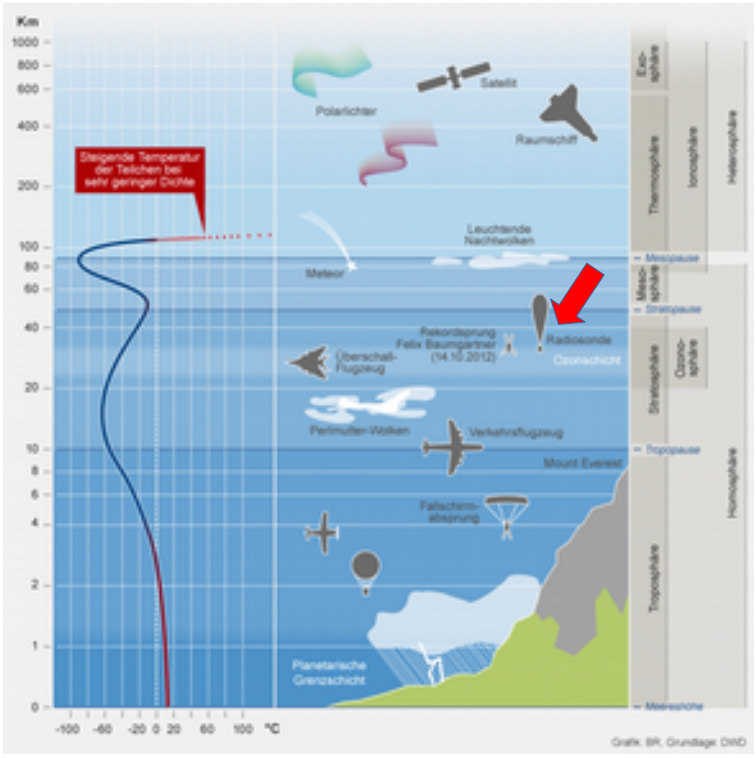


Abbildung 1: Aufbau der Atmosphäre, potentielle Flughöhe der Sonde, Quelle: www.br.de (2020)

Bei einer Mobilfunkantenne erfolgt das Aussenden der Funkwellen sinnvollerweise vor allem in waagerechter Richtung. Die Hauptsenderichtung der Wellen ist mit dem Lichtkegel eines Leuchtturms vergleichbar. Daher gelangen nur wenige Funkwellen an Orte direkt unterhalb der Antenne. Außerdem nimmt die Stärke der Funkwellen schnell mit zunehmendem Abstand von der Antenne ab. Und – was für unser Experiment besonders wichtig ist: Nach oben erfolgt eine sehr geringe Ausbreitung der Funkwellen.

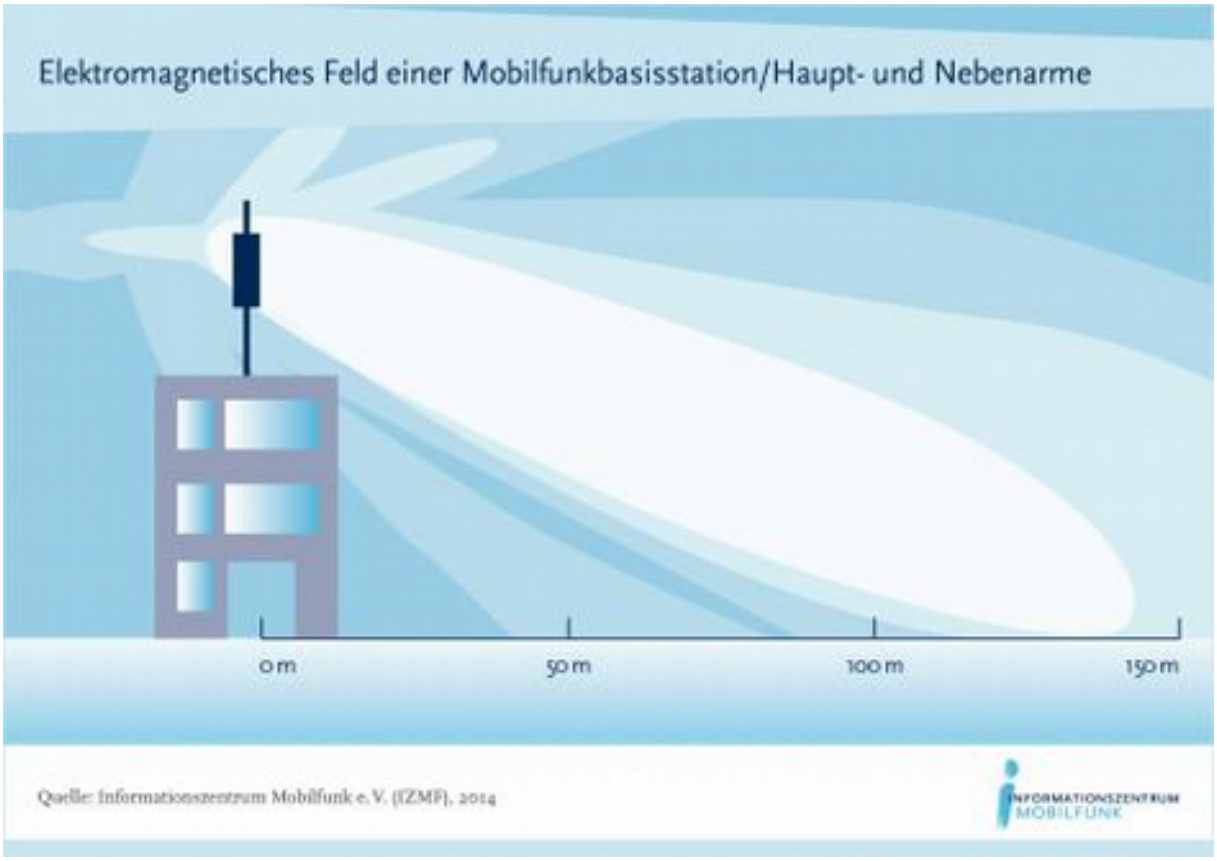


Abbildung 2: Theoretische Funkwellenausbreitung einer Antenne. Quelle: Informationszentrum Mobilfunk (2014)

Da der Akku des Smartphones für den ganzen Flug nicht ausreicht, brauchten wir auch eine Powerbank. Dafür haben wir verschiedene Powerbanks getestet, um zu schauen, welche eine zuverlässige Stromversorgung bei möglichst geringem Gewicht bereitstellt. Die Sonde an sich besteht aus einem Styroporkasten, der an einer 18 Meter langen Schnur hängt, an deren anderem Ende der Ballon befestigt ist.

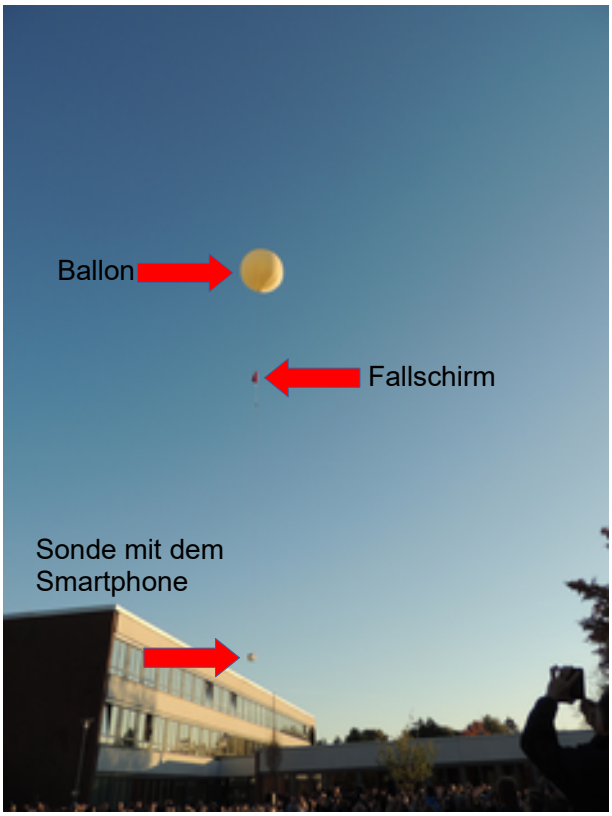


Foto 2: Die Sonde kurz nach dem Start über unserem Schulhof (2018), Quelle: Ulrike Schwedler

Der Fallschirm hängt ungefähr in der Mitte der Schnur. Die Sonde enthält das Smartphone, welches nach unten filmt sowie eine Kamera, die zur Seite gerichtet ist und während des gesamten Fluges filmen soll. Außerdem enthält die Sonde die Powerbank und einen Datenlogger, der verschiedene Daten, wie z.B. Temperatur außen, Temperatur innen, Luftfeuchtigkeit oder GPS aufzeichnet. Oben auf der Sonde befindet sich der GPS Tracker, der, wenn er sich bewegt, sehr zuverlässig in definierten Zeitintervallen seinen Standort sendet, sodass wir diesen auf einer Website verfolgen können. Die Batterie des Trackers hat

Screenshot 1: GPS Koordinaten von der Website „findmespot.eu“, Helmholtz-Gymnasium Hilden (2019)

eine Kapazität von mehreren Monaten, sodass die Sonde auch deutlich später geborgen werden kann.
Für die Flugdurchführung haben wir in der Aula der Schule ein Kontrollzentrum aufgebaut, welches aus einigen Computern für die Flugüberwachung und den Livestream im Internet bestand. Am Tag des Fluges haben wir beim Start im Internet-Livestream das Livebild aus der Sonde gezeigt.
Als das Smartphone in einer Höhe von ca. 1500 m die Verbindung zum Server verloren hatte, konnten wir nur noch die aktuellen, vom GPS Tracker übertragenen Koordinaten der Sonde auf der Webseite zeigen. So konnten wir die Flugbahn der Sonde bis zu einer Höhe von ca. 22 000 m verfolgen.
Als der GPS Tracker sich ca. 3 Stunden und 40 Minuten nach dem Start meldete, dass sich die Höhe nicht mehr verändert, mussten wir davon ausgehen, dass die Sonde gelandet ist, ohne dass wir ein Livebild hatten. Wir haben versucht, mit der Ersatzsoftware „AirDroid“ auf das Smartphone zuzugreifen und haben damit ein Bild aus der Sonde erhalten, welches zeigte, dass die Sonde in einem Baum hängend in ca. 15 m Höhe gelandet war.

Grundlagen für die Entwicklung unserer Software

Nach dem schon ganz erfolgreichen, aber nicht ganz zufriedenstellenden ersten Flug haben wir beschlossen, im Rahmen unseres nächsten Schulfests im Oktober 2019 einen zweiten Stratosphärenflug durchzuführen. Da die verwendete Software „Periscope“ nicht ganz so funktioniert hatte, wie wir uns dies erhofften und da wir weder andere Personen gefunden haben, die eine Liveübertragung durchgeführt haben, noch eine kommerzielle Software gefunden haben, die es möglich macht, die Landephase der Sonde live über das Mobilfunknetz zu übertragen, fassten wir den Entschluss, eine eigene Software zu entwickeln. Ein wichtiger Grund für unsere Entscheidung war die Tatsache, dass alle uns bisher bekannten Softwares so programmiert sind, dass sie bei Abbruch des Streams und bei nicht erfolgter Wiederverbindung, den Stream abbrechen und die Arbeit einstellen und, da es in der Stratosphäre niemanden gibt, der auf "Neustarten" klicken könnte, muss die Software sich selbst neu starten.
Zuerst haben wir überlegt, welche Programmiersprache wir verwenden wollen. Da Android mit Java arbeitet, haben wir uns für Java entschieden. Da wir noch nicht sehr viel Erfahrung im Programmieren hatten, haben wir mit Hilfe des Internets Java gelernt und begonnen unsere Software „StratoStream“ zu programmieren. Unsere Software besteht aus drei Komponenten: dem Android Client, der auf dem Smartphone installiert ist, dem Server, der auf einem Computer läuft und drittens dem Master Client, der auch auf einem Computer läuft.

Funktionalität der Software

Der Android Client verbindet sich mit dem Server, indem sich der Nutzer mit einem Benutzernamen und einem Passwort anmeldet. Der User kann dann die Videoqualität einstellen, mit der gestreamt wird und die Qualität einstellen mit der das Video lokal gespeichert wird. Das Einstellen der Qualität bedeutet, dass man die Breite und Höhe des Bildes einstellt, sowie die Bilder pro Sekunde und die Bitrate mit der aufgenommen bzw. gestreamt wird. Wenn der Livestream gestartet wird, sendet das Smartphone die Daten an den Server. Der Server verteilt die Daten dann an alle Master, die sich verbunden haben. Der Master meldet sich ebenfalls mit Benutzername und Passwort an und kann dann die Benutzer verwalten und die Streamdaten empfangen, um ein Livebild anzuzeigen. Wenn das Smartphone jetzt die Verbindung verliert, weil es aus dem Mobilfunknetz austritt, muss es sich auch wieder mit diesem verbinden. Dafür geht es in eine Schleife, die in einstellbaren Intervallen die Verbindung überprüft. Als Erstes prüft die Software, ob es noch mit dem Mobilfunknetz verbunden ist. Wenn das der Fall ist, wird die Wartezeit auf 0 Sekunden gesetzt. Andernfalls wird geprüft, ob ein GPS Signal empfangen wird und die Höhe ermittelt werden kann. Wenn die Höhe unter oder gleich 3000 Meter ist, wird die Wartezeit auf 5 Sekunden gesetzt. Wenn die Höhe über 3000 Metern ist, wird die Wartezeit auf 30 Sekunden gesetzt. Wenn gar kein GPS Signal vorhanden ist, wird die Wartezeit auf 10 Sekunden gesetzt. Jetzt wartet das Smartphone die vorher ermittelte Wartezeit ab. Wenn diese

abgelaufen ist, versucht es sich erneut, mit dem Server zu verbinden. Wenn das scheitert, beginnt die Schleife von vorne. Sollte aber eine Verbindung zum Server aufgebaut worden sein, beginnt das Smartphone sofort wieder Livebilder zu senden. In den Einstellungen können diese Wartezeiten und die Höhe angepasst werden.
Da wir nicht den ganzen Code zum Dekodieren und Enkodieren des Livestreams selber schreiben konnten, haben wir die Bibliothek FFmpeg verwendet, die diese Funktionen zu Verfügung stellt. Programmiert haben wir mit den Entwicklungsumgebungen Eclipse und Android Studio, wobei Eclipse noch die Java JDK benötigt. Die Java JDK ist ein Compiler, der den von uns geschriebenen Source-Code in Maschinen-Code umwandelt, den der Prozessor verarbeiten kann.
Da die Zeit bis zum zweiten Flug ziemlich knapp war, konnten wir unsere Software nicht darauf ausrichten, den gesamten Livestream in besserer Qualität lokal zu speichern. Als der Stratosphärenflug näher kam, war die Software nicht komplett ausgereift und fast gar nicht getestet. Für den zweiten Flug bauten wir wieder ein kleines Kontrollzentrum und ein Studio auf, von dem wir mit Kamera moderieren konnten. Für den Stratosphärenflug haben wir wieder einen Livestream im Internet durchgeführt. Beim Start funktionierte unsere eigene Software einwandfrei. Nach einiger Zeit (deutlich früher als berechnet) meldete der GPS Tracker, dass die Sonde sinkt, das aber schneller als eigentlich geplant. Enttäuschenderweise erreichte sie den Boden, ohne dass wir von unserer Software ein Bild bekamen. Auch mit der Ersatzsoftware „AirDroid“ bekamen wir erst nach einiger Zeit ein Bild aus der Sonde. Sie war diesmal auf einem Feld gelandet.
Die Tatsache, dass auch mit der Ersatzsoftware das Verbinden ziemlich lange gedauert hat, hat uns darauf gebracht, darüber nachzudenken, ob sich das Smartphone an sich überhaupt schnell genug mit dem Mobilfunknetz verbindet. Daraufhin haben wir beschlossen noch einen dritten Flug zu veranstalten.

Foto 3: Bild aus der Sonde nach der Landung auf einem Feld (2019) Helmholtz-Gymnasium Hilden

Entwicklung der elektromagnetischen Abschirmung

Um die Wiederverbindungszeit zu testen, brauchten wir aber erst eine elektromagnetisch dichte Box, die das Smartphone abschirmt, damit es keinen Kontakt zum Mobilfunknetz aufnehmen kann. Anfangs sind wir immer in den Keller gegangen, das war aber nicht sehr praktikabel. Als nächstes haben wir eine Box genutzt, die die Feldstärke von DECT Telefonen reduzieren soll, aber dies schirmte das Smartphone nicht stark genug ab. Dann haben wir ein paar Stücke aus einem Kupferblech heraus geschnitten, haben diese zu einer Box zusammengesetzt und die Kanten mit Lötzinn verlötet. Das funktionierte aber nur, wenn man sich an einem Ort befand, wo der Mobilfunkempfang eingeschränkt war. Mit ein bisschen Hoffnung wollten wir das Smartphone zusätzlich in Alufolie einpacken und so in der Box verpacken. Allerdings war das Smartphone mit der Alufolie zu dick für die recht dünne Box und so haben wir es ohne Alufolie versucht. Als wir uns das Ergebnis angesehen haben, haben wir festgestellt, dass das Smartphone in der Box verbunden war. Kurz bevor wir es in die Box gelegt haben, hatte

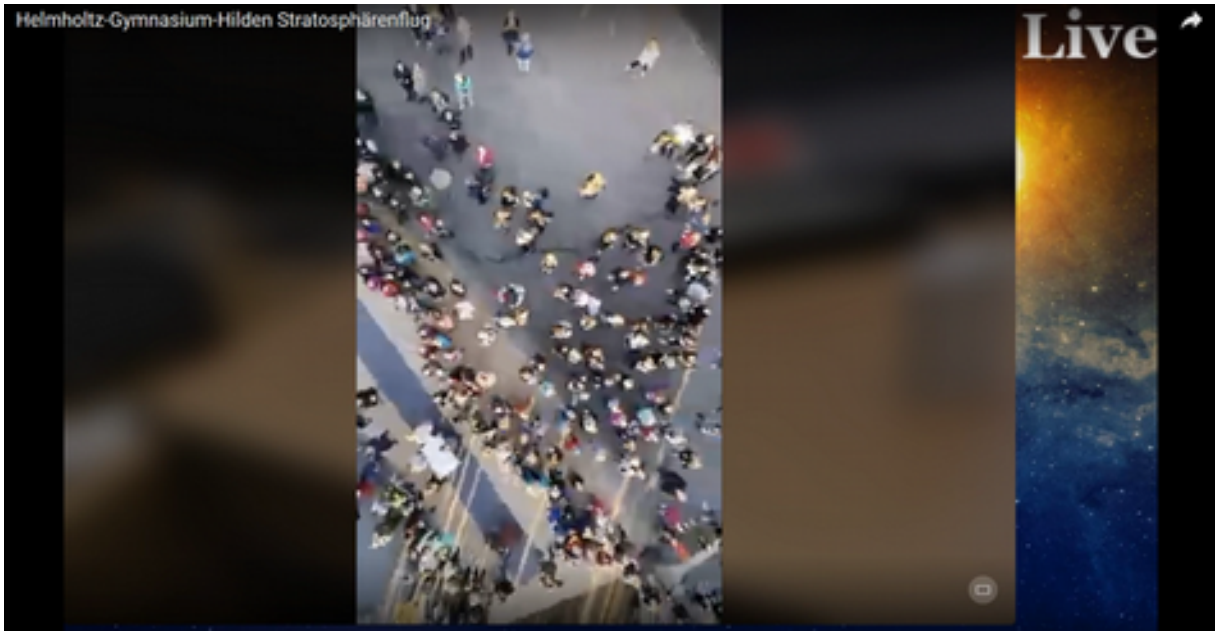
Foto 4: Das Smartphone während des Wiederverbindungstests, Quelle: Helmholtz-Gymnasium Hilden (2020)

es aber keinen Empfang und das war der Zeitpunkt, an dem es in Alufolie eingewickelt war. Dies haben wir nochmal getestet und es stellte sich heraus, dass es genügt, wenn man das Smartphone in ein paar Schichten Alufolie einwickelt, um es elektromagnetisch abzuschirmen. Im Auge behalten muss man die Gefahr des Wärmerückstaus im Aluminium.
Zum Testen, ob das Smartphone verbunden ist, haben wir eine ganz einfache App entworfen, die alle 2 Sekunden in eine Datei schreibt, ob das Smartphone gerade mit dem Mobilfunknetz verbunden ist oder nicht.
Für das eigentliche Testen haben wir verschiedene Test mehrfach durchgeführt. Erst haben wir das Smartphone in die Alufolie eingepackt und kurze Zeit später herausgeholt und ermittelt, wie lange es zum Wiederverbinden mit dem Mobilfunketz braucht. Danach haben wir denselben Aufbau genutzt, aber mehrere Stunden gewartet und geschaut, ob sich die Zeit, die das Smartphone zum Verbinden mit dem Mobilfunknetz benötigt, ändert. Für den wichtigsten Test, haben wir das Smartphone eingepackt und sind dann woanders hingegangen, damit das Smartphone nicht mehr in der selben Funkzelle ist. Nach mehreren Stunden haben wir es dort wieder ausgepackt.
Da wir wussten, dass wir noch einen dritten Flug machen werden, haben wir dann die Software nochmal komplett von Anfang an geschrieben. Jetzt hatten wir auch mehr Erfahrung und konnten die neuere Software besser strukturieren. Die neue Software heißt "StratoStream2". Die Software funktioniert ähnlich wie die erste Software, aber überträgt zusätzlich die Sensordaten und GPS-Koordinaten, wenn es verbunden ist.
Für den dritten Flug wird es auch wieder einen Livestream im Internet geben, den wir moderieren. Der Start ist für den 25. Januar 2020 geplant. Daher können wir erst am Wettbewerbstag Stellung zum dritten Flug nehmen.

V Ergebnisse.....

Der erster Flug

Bei dem ersten Flug hat sich „Periscope“ leider nicht wieder mit dem Mobilfunknetz verbunden, da sich die Software abgeschaltet hat, somit war das Ziel einen Livestream von der Start- und Landephase nur zu 50 Prozent erfüllt worden, da nur der Livestream der Startphase gelungen ist.



Screenshot 2: Ausschnitt aus dem Livestream während des Starts über dem Schulhof, Quelle: Helmholtz-Gymnasium Hilden (2018)

Dies wurde dadurch hervorgerufen, dass sich „Periscope“ mit den Servern von „Periscope“ verbinden wollte, aber es durch die nicht vorhandene Verbindung zum Mobilfunknetz für „Periscope“ unmöglich, war sich mit den Servern zu verbinden. Denn um einen erneuten

Verbindungsversuch zu starten, war es erforderlich das Smartphone zu aktivieren, dass heißt man musste mit dem Smartphone interagieren. Deshalb gab es schlussendlich keinen Livestream der Landephase, sondern erst einen Livestream von der Sonde, als sie schon in einem Baum hing.

Screenshot 3: Ausschnitt aus dem Livestream ("AirDroid") vom Landeort, Quelle: Helmholtz-Gymnasium Hilden (2018)

Bei diesem Flug erreichten wir eine maximale Flughöhe von 34.623 m, eine Höchstgeschwindigkeit in der Horizontalen von 158 km/h und landeten im 125 km entfernten Stormbruch, welches südöstlich von Brilon im Sauerland liegt.

Der zweite Flug

Für den zweiten Flug nutzten wir erstmals unsere eigene Software „StratoStream“, da wir nach dem letzten Flug entschieden hatten, dass „Periscope“ keine geeignete Software für die Übertragung eines Livestreams aus einer Sonde ist. Außerdem war es uns sehr wichtig, nachdem die erste Sonde in einem Baum gelandet ist und wir mit Hilfe des Försters zwei Bäume fällen mussten, um die Sonde bergen zu können, dass, wenn bei diesem Flug etwas ähnliches passieren sollte, wir schon vor der Ankunft der Bergungsteams mit den Zuständigen kommunizieren hätten können. Auch bei diesem Flug bekamen wir einen Livestream während der Startphase und keinen Livestream während der Landephase, aber wir hatten Glück und die Sonde ist auf einem Feld gelandet.

Wir konnten nur Vermutungen anstellen, aber wir denken, dass unsere eigene Software abgestürzt ist, da wir sie nicht ausführlich genug getestet haben. Zudem war bei diesem Flug die maximal erreichte Flughöhe 31.175 m, die höchste Geschwindigkeit, die in der horizontalen Bewegung erzielt wurde, 290,9 km/h und landeten in dem 165 km entfernten Idar-Oberstein, welches nordwestlich von Kaiserslautern liegt.

Foto 5: Im Anflug auf das Feld Foto aus der Sonde, Quelle: Helmholtz-Gymnasium Hilden (2019)

Tests für den dritten Flug

Für den dritten Flug führten wir einige Tests durch, doch zuerst mussten wir eine elektromagnetische Abschirmung für das Smartphone entwickeln, damit wir den Flug in die Stratosphäre am Boden simulieren können. Erst nutzten wir einen Briefkasten aus Aluminium,

doch dieser reichte nicht für die vollständige Abschirmung des Smartphones aus. Deshalb überlegten wir, was noch für eine Abschirmung von dem Mobilfunknetz nutzbar ist. So kamen wir zu einem sehr einfachen Weg, nämlich der handelsüblichen Aluminiumfolie. Da wir nun die vollständige Abschirmung garantieren konnten, haben wir mit den Tests zu den Wiederverbindungszeiten des Smartphones mit dem Mobilfunknetz begonnen. Dabei erhielten wir die Werte der nachfolgenden Tabelle als Ergebnisse für die Wiederverbindungszeiten mit dem Mobilfunknetz.

	Dauer offline Std:Min:Sek	**Dauer wieder verbinden** Std:Min:Sek	**Wabe gewechselt**
Langzeittest	15:23:00	00:00:17	Nein
Langzeittest	06:21:00	00:00:20	Nein
Langzeittest	05:03:00	00:00:30	Nein
Langzeittest	05:04:00	00:00:24	Ja
Langzeittest	14:25:00	00:00:20	Ja
Langzeittest	04:24:00	00:00:24	Ja
Kurzzeittest	00:10:00	00:00:17	Nein
Kurzzeittest	00:21:20	00:00:08	Nein
Kurzzeittest	00:15:40	00:00:18	Nein

Außerdem haben wir durch die Zeit des Abrisses des Mobilfunknetzes, der Aufstiegsgeschwindigkeit und der Sinkgeschwindigkeit die Zeit errechnet, die von dem Eintreten der Sonde in eine Funkzelle bis zu der Landung vorhanden ist, damit sich die Software mit dem Server verbinden kann (Aufstiegsgeschwindigkeit = 4,82 $\frac{m}{s}$, Zeit des Livestreams bis zum Abriss = 380 s, Sinkgeschwindigkeit = 7 $\frac{m}{s}$, daraus ergibt sich:

Die maximale Höhe des Mobilfunknetzes = 4,82 $\frac{m}{s}$ * 380 s = 1831,6 m,

Zeit in der Funkzelle während der Landephase = $\frac{1831,6\,m}{7\,\frac{m}{s}}$ = 261,66 s).

Somit hat die Software 261,66 Sekunden Zeit sich mit dem Server zu verbinden, was ungefähr 4,3 Minuten entspricht, das heißt, dass der Livestream der Landphase maximal 4 Minuten lang ist, da die Wiederverbindungszeit im Schnitt 20 Sekunden beträgt.
Da der Start zu dem Zeitpunkt der Abgabe der schriftlichen Arbeit noch nicht stattgefunden hat, gibt es kein Resultat, ob der Livestream funktioniert oder nicht funktioniert hat. Aber wir hoffen natürlich das Beste.

VI Ergebnisdiskussion .....

Insgesamt waren wir mit dem Projektablauf recht zufrieden, da unsere Vorgehensweise zumindest nach der Landung für einen Livestream vom Landeort gesorgt hat und die Softwares den Start einwandfrei übertragen haben. Außerdem haben wir auch herausgefunden, dass eine OpenSource-Software, die für die Übertragung eines Livestreams am Boden gedacht ist, nicht so gut wie ein eigenes, darauf ausgelegtes Programm funktioniert. Nach den Erfahrungen des zweiten Fluges ist anzumerken, dass solch eine eigene Livestream-Software, wie unsere, deutlich mehr Zeit in Anspruch nimmt, als man im Vorhinein einplant. Falls in Zukunft noch ein weiterer Stratosphärenflug anstehen sollte, werden wir sicherlich mehr Zeit für die Umsetzung

einplanen. Da wir noch nicht wissen, ob bei dem dritten Flug der Livestream der Landephase über das Mobilfunknetz funktioniert, können wir unsere Forschungsfrage noch nicht beantworten, aber wir wissen, dass es bei den beiden vorherigen Malen nicht funktioniert hat, somit ist es nicht auszuschließen, dass es diesmal auch nicht funktioniert. Da wir durch den ersten und den zweiten Flug erfahren haben, dass die Wiederverbindungszeit und auch die Beständigkeit der Software - die Software darf nicht abstürzen - wichtige Punkte bei der Umsetzung diese Livestreams sind, haben wir überhaupt erst den dritten Flug eingeplant. Wir erhoffen uns nun aus den Fehler gelernt zu haben und einen Livestream der Landephase zu erhalten.

VII Zusammenfassung .....

Erstmals führten wir bei unserem Schulfest am 5. Oktober 2018 einen Stratosphärenflug durch und wollten die Start- und Landephase über einen Livestream, der über das Mobilfunknetz läuft, an das Kontrollzentrum übermitteln. Hieraus entstand auch unsere Forschungsfrage, ob es möglich ist, die Start- und Landephase einer Sonde während eines Stratosphärenfluges mit Hilfe eines Smartphones in der Form eines Livestreams über das Mobilfunknetz an einen Empfänger zu übermitteln. Daraufhin führten wir einen ersten Stratosphärenflug durch, bei diesem Flug nutzten wir „Periscope“ und „AirDroid“. Beim zweiten Stratosphärenflug nutzten wir erstmals unsere eigene Software, die anhand der Höhe die Intervalle, in denen sich das Smartphone mit dem Server verbindet, ändert. Für den dritten Stratosphärenflug setzten wir unsere Software komplett neu auf, da die alte für unsere Zwecke zu fehlerbehaftet war. Während wir die Software entwickelten, führten wir einige Tests zu den Parametern durch, die für die Planung der Funktionsweise unserer Software erforderlich waren. Jetzt blicken wir dem Start unserer Sonde entgegen und hoffen, dass unsere Software funktioniert und die Sonde keine nennenswerten Schäden verursacht.

VIII Quellen- und Literaturverzeichnis .....

Titelbild: ©Helmholtz-Gymnasium Hilden

Periscope (https://www.periscope.tv/ 07.01.2020): Software zum live streamen

AirDroid (https://www.airdroid.com/ 07.01.2020): Software, um auf sein Smartphone aus dem Internet zuzugreifen

OBS (https://obsproject.com/ 07.01.2020): Software zum Video aufnehmen und streamen

FFmpeg (http://ffmpeg.org/ 07.01.2020): Bibliothek zum Video und Audio aufnehmen, konvertieren und streamen

Eclipse (https://www.eclipse.org/ 07.01.2020): Entwicklungsumgebung unter anderem zum Programmieren von Java Programmen

Android Studio (https://developer.android.com/studio 07.01.2020): Entwicklungsumgebung zum Programmieren von Android Apps

Java JDK (https://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/ 07.01.2020): Compiler für Java Anwendungen

IX Unterstützungsleistungen .....

Vodafone: Bereitstellung des Smartphones und des Testlabors

3M: Geldspenden für den Flug 2020

Spardabank: Geldspende im Rahmen der Spardaspendenwahl

Verein der Freunde und Förderer des Städtischen Helmholtz-Gymnasiums Hilden: Finanzierung

Thorsten Pidanset und Marcel Häse: Drohnenaufnahmen vom Start 2018